

**Приспособления
для металло-
обрабатывающего
инструмента**



БИБЛИОТЕКА ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИКА

Редакционная коллегия

В.А. Гречишников

Председатель редакционной коллегии

А.Р. Маслов

Главный редактор

Ч л е н ы р е д а к ц и о н н о й к о л л е г и и:

Г.В. Боровский, С.А. Васин, Г.Е. Громов,

А.Е. Древаль *(зам. председателя),*

И.Н. Жесткова, В.И. Кокарев,

С.В. Лукина *(ученый секретарь),*

А.А. Рыжкин, А.Г. Схиртладзе

(зам. председателя),

О.В. Таратынов, В.Г. Якухин,

Н.С. Равская *(Украина),*

В.И. Ходырев *(Беларусь)*



МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 2008



БИБЛИОТЕКА ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИКА

А.Р. Маслов

Приспособления для металло- обрабатывающего инструмента

3-е издание,
исправленное и дополненное



МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 2008

621.9(03)
УДК 621.9ю02.002.54(035,5)

ББК 34.63-5я2

МЗ1

Рецензент:

д-р техн. наук, проф. М.А. Эстерзон

Маслов А.Р.

МЗ1

Приспособления для металлообрабатывающего инструмента: справ. 3-е изд. испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.: ил. – (Б-ка инструментальщика).

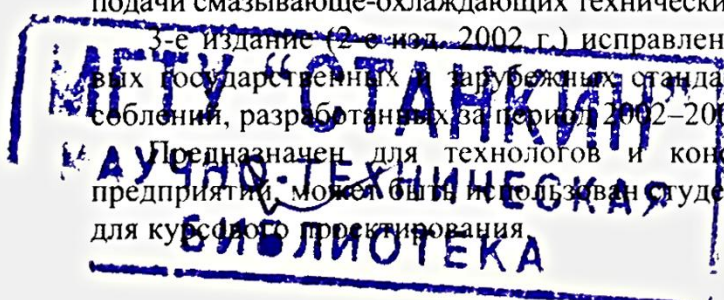
ISBN 978-5-217-03439-0

Приведены справочные сведения о прогрессивной технологической оснастке: приспособлениях для крепления и регулировки сверл, метчиков, фрез, разверток и другого металлорежущего инструмента. Обобщены сведения из государственных и зарубежных стандартов, представлены достижения рационализаторов и изобретателей, зарубежные патенты и другие источники, апробированные в производственных условиях.

Рассмотрены конструкции приспособлений, вспомогательного инструмента и специального режущего инструмента для высокоскоростной и высокопроизводительной обработки на станках с ЧПУ. Даны сведения о приспособлениях для подачи смазывающе-охлаждающих технических сред в зону резания.

3-е издание (2-е изд. 2002 г.) исправлено и дополнено сведениями из новых государственных и зарубежных стандартов, а также описанием приспособлений, разработанных за период 2002–2007 гг.

Предназначен для технологов и конструкторов машиностроительных предприятий, может быть использован студентами технических университетов для курсового проектирования.



УДК 621.9ю002.54(035,5)

ББК 34.63-5я2

ISBN 978-5-217-03439-0

© Издательство "Машиностроение", 2008

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, опубликованных в данной книге, допускаются только с разрешения издательства и со ссылкой на источник информации.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Выбор приспособлений для металлообрабатывающего инструмента	7
1.1. Влияние приспособлений на точность, производительность и себестоимость обработки деталей	8
1.2. Требования, предъявляемые к приспособлениям	11
1.3. Выбор приспособлений	16
Глава 2. Приспособления для закрепления сверл	54
2.1. Переходные втулки	56
2.2. Кулачковые патроны	62
2.3. Цанговые патроны	75
2.4. Приспособления для сверления глубоких отверстий ...	94
Глава 3. Приспособления для разверток	97
3.1. Жесткие и качающиеся оправки и патроны	100
3.2. Плавающие и самоустанавливающиеся патроны	102
3.3. Патроны с эластичным зажимом	109
Глава 4. Приспособления для резьбонарезного инструмента	112
4.1. Патроны для метчиков	113
4.2. Патроны для плашек	134
4.3. Резьбонарезные головки	136
4.4. Патроны реверсивные	142
4.5. Расчет предохранительных устройств	145
Глава 5. Приспособления для фрез	149
5.1. Оправки для насадных фрез	149
5.2. Втулки и патроны для концевых фрез	159
5.3. Быстродействующие патроны	164
5.4. Приспособления для закрепления фрез на расточных станках	168
Глава 6. Приспособления для расточного инструмента	170
6.1. Методы крепления и регулировки стержневых и пластинчатых резцов	170
6.2. Оправки, резцедержатели и борштанги	188
6.3. Точность позиционирования и податливость расточного инструмента	200

Глава 7. Специальные приспособления для многооперационных станков с ЧПУ	205
7.1. Приспособления для токарных станков	205
7.2. Приспособления для сверлильно-фрезерно-расточных многооперационных станков	207
Глава 8. Приспособления для высокоскоростного резания	212
8.1. Крепление вращающегося инструмента	212
8.2. Типовые конструкции зажимных патронов	231
8.3. Балансировка инструмента	244
Глава 9. Приспособления для высокопроизводительного резания	253
9.1. Требования к инструментальной оснастке	253
9.2. Крепление осевого режущего инструмента	258
9.3. Оснастка многооперационных токарных станков	272
9.4. Специальные конструкции	286
Глава 10. Приспособления для подачи СОТС в зону резания	295
10.1. Устройства для открытой подачи СОТС	296
10.2. Оснастка для подвода СОТС по внутренним каналам инструмента	303
10.3. Оснастка для резания с ограниченной подачей СОТС	309
10.4. Устройства для применения нежидких СОТС	315
Список литературы	319

Глава 1

ВЫБОР ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Экономическая эффективность обработки деталей зависит от степени использования технологической оснастки. При возможности обновлять основные фонды путем модернизации технологических процессов за счет совершенствования применяемых приспособлений можно получить эффект не меньший, чем от внедрения нового оборудования.

Оснащение станков приспособлениями, расширяющими их технологические возможности, дает особенно большой эффект в условиях индивидуального и серийного производства, компенсируя отсутствие тех или иных видов оборудования, устраняя излишние переброски деталей от станка к станку, ликвидируя недогрузку отдельных видов станков.

Приспособления, которым посвящен настоящий справочник, обеспечивают правильную установку металлообрабатывающего инструмента и его закрепление на металлорежущих станках.

Значение таких приспособлений велико. Во многих случаях они определяют точность и производительность обработки, дают возможность осуществить настроенные операции и сконцентрировать переходы маршрута изготовления деталей. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента (называемые еще инструментальной оснасткой) расширяют технологические возможности станков, позволяют повысить уровень механизации и автоматизации производственных процессов и оборудования, влияют на повышение надежности технологических операций.

Приспособления для металлообрабатывающего инструмента разнообразны по видам и конструкциям. В них устанавливаются и закрепляются резцы, сверла, развертки, метчики, плашки, фрезы и другой инструмент; причем часто приспособления обеспечивают не только установку и закрепление на станке режущего инструмента, но и регулирование положения этого инструмента в процессе обработки, быструю замену его в случае необходимости. Приспособления, которые дают возможность вести обработку несколькими режущими инструментами одновременно,

имеют в своей конструкции специальные устройства, предохраняющие режущий инструмент от поломок, а также могут включать в себя конструктивные элементы компенсации износа режущего инструмента и устройства автоматической подналадки.

1.1. ВЛИЯНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ НА ТОЧНОСТЬ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И СЕБЕСТОИМОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Приспособление для металлообрабатывающего инструмента является звеном технологической системы станок–приспособление–инструмент–деталь и поэтому оказывает непосредственное влияние на точность обработки. В этом случае определяющими характеристиками приспособлений являются точность их изготовления и жесткость конструкции.

Точность изготовления приспособлений определяет погрешность расположения на станке режущего инструмента, что во многих случаях определяет погрешности формы и размеров обрабатываемых деталей.

Зависящие от жесткости упругие деформации элементов приспособлений приводят при резании к смещению кромок режущего инструмента относительно детали, также вызывая погрешности обработки.

Такие эксплуатационные характеристики приспособлений, как жесткость и виброустойчивость, оказывают большое влияние не только на точность, но и на параметры шероховатости обрабатываемых поверхностей и на стойкость режущего инструмента.

Анализ работы металлорежущих станков и автоматических линий выявляет большие потери рабочего времени на установку, настройку и замену изношенного режущего инструмента (подготовительно-заключительное время), а также потерю времени на смену режущего инструмента, на его систематические подналадки, на подвод и отвод (вспомогательное время). Эти потери во многом зависят от несовершенства конструкций приспособлений. В то же время быстросменная наладка позволяет установить и настроить резец за 15...20 с вместо 2...3 мин при обычном закреплении.

Критерием оценки необходимости применения приспособлений для металлообрабатывающего инструмента является минимальность себестоимости обработки.

Себестоимость операции механической обработки выражает в денежной форме часть общественных издержек производства, включаю-

щую затраты на средства труда и заработную плату [6]. Эти затраты определяют по формуле

$$Q = t_p E + t_b E + t_{пр} E + Q_{ин} + Q_{пр}, \quad (1.1)$$

где Q – полная себестоимость операции механической обработки деталей, руб; t_p – продолжительность рабочего хода и дополнительных движений, зависящих от режима резания, мин; t_b – продолжительность вспомогательной работы, включающая время холостого хода и не зависящая от режима резания, мин; $t_{пр}$ – продолжительность внеплановых простоев, вызванных случайным выходом режущего инструмента из строя или по другим причинам, зависящим от инструмента, мин; E – себестоимость станкоминуты, руб (учитываются затраты на средства труда и заработную плату, которые остаются постоянными во времени и не зависят от темпа операции); $Q_{ин}$ – плановые затраты, связанные с износом режущего инструмента и отнесенные к одной детали, руб; $Q_{пр}$ – прочие постоянные затраты на деталь, не зависящие от темпа операции, руб.

Переменная доля себестоимости, зависящая от режущего инструмента, составляет:

$$Q_{пер} = t_p E + Q_{ин} = t_p E + t_p \left(\frac{\Pi_1 E + \Pi_2 E_n + S_n}{T_n} \right), \quad (1.2)$$

где Π_1 – плановые потери времени работы станка на установку и замену инструмента, мин; Π_2 – плановые потери времени работы станка на наладку, подналадку или размерное регулирование инструмента, мин; S_n – затраты на амортизацию и заточку инструмента за период его работы без замены, т.е. за период стойкости, руб; E_n – заработная плата наладчика за одну минуту, руб; T_n – продолжительность работы инструмента без замены в течение рабочего хода, мин; $T_n = \frac{T}{\lambda}$ (здесь T – стойкость инструмента по принятому критерию затупления; λ – отношение длительности резания к длительности рабочего хода).

Как следует из формулы (1.2), переменная доля себестоимости операции зависит от режима резания, потерь времени на установку и замену инструмента, потерь времени на наладку инструмента на размер обрабатываемой детали.

Таким образом, из формул (1.1) и (1.2) следует, что снижение себестоимости операции достигается путем повышения экономической ско-

рости резания вследствие применения приспособлений, которые обеспечивают:

- повышение стойкости инструмента в результате эффективной подачи СОЖ в зону резания;
- повышение размерной стойкости путем применения устройств автоматического восстановления режущих кромок или автоматической подналадки их положения;
- повышение частоты вращения инструмента по сравнению с максимально достижимой на станке за счет применения специальных головок;
- сокращение потерь времени на установку и замену инструмента благодаря использованию конструктивных элементов, взаимодействующих с механизмами автоматической смены инструмента.

Снижение простоев оборудования, связанных с внеплановым выходом инструмента из строя, возможно при автоматическом выключении



Рис. 1.1. Требования к приспособлениям для металлообрабатывающего инструмента

подачи, с помощью диагностических устройств, встроенных в приспособления, а также при использовании средств формирования стружки с заданными свойствами с последующим ее отводом.

Снижение затрат на амортизацию приспособлений за период их работы достигается использованием в конструкциях унифицированных деталей и узлов и взаимозаменяемых агрегатов.

Перечисленные пути снижения себестоимости операций вследствие применения приспособлений для металлообрабатывающего инструмента представлены на рис. 1.1.

1.2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПРИСПОСОБЛЕНИЯМ

Роль приспособлений для металлорежущего инструмента возрастает с повышением требований к точности изготовления изделий, с развитием и совершенствованием объектов производства, с увеличением частоты смены изготавливаемых деталей, а также с повышением уровня автоматизации и механизации процессов механической обработки путем внедрения станков с ЧПУ и автоматизированных производств на их основе.

Основные требования к приспособлениям для металлообрабатывающего инструмента следующие:

- осуществление крепления режущего инструмента с требуемыми точностью, жесткостью и виброустойчивостью;
- возможность регулирования (при необходимости) положения режущих кромок относительно координат технологической системы станков;
- расширение технологических возможностей станков;
- концентрация технологических переходов;
- удобство в эксплуатации (быстросменность, простота обслуживания и наладки);
- технологичность изготовления.

Рассматриваемые приспособления должны обеспечить заданную точность установки на станке режущего инструмента. Оценку точности закрепления инструмента следует проводить теоретико-вероятностным методом, который позволяет учесть распределение отклонения линейных и угловых размеров от номинальных при их изготовлении и случайный характер составляющих погрешностей, таких как смещения и перекосы осей при сборке патронов и оправок.

Угловые ошибки составляющих звеньев (перекосы осей) и векторные ошибки (параллельное смещение осей) суммируются путем приведения перекосов осей к векторному виду в плоскости замыкающего звена (биения оправки) через передаточные отношения:

$$e_{\Sigma} = \frac{1}{k_{\Sigma}} \sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2 k_i^2 e_i^2}, \quad (1.3)$$

где e_{Σ} — половина допускаемой величины биения режущей части как замыкающего звена; k_{Σ} — коэффициент относительного рассеяния замыкающего звена; $A_i k_i e_i$ — произведение одной из векторных величин e_i на ее передаточное отношение A_i и коэффициент относительного рассеяния k_i .

Характеристика замыкающего звена:

$$k_{\Sigma} = \frac{0,55}{\sum_{i=1}^n e_i} \left(\sqrt{\sum_{i=1}^n k_i^2 e_i^2} - \sqrt{\sum_{i=1}^n e_i^2} \right). \quad (1.4)$$

Для каждого звена необходимо определять характеристики распределения k_i . Для деталей, обрабатываемых шлифованием и контролируемых с помощью универсальных средств измерения, значения коэффициентов k_i приведены в табл. 1.1. Зависимости точности центрирования конусов от величины погрешности их изготовления приведены в табл. 1.2.

1.1. Значения коэффициента k_i в зависимости от способа получения поверхности

Способ получения поверхности	Вид поверхности	k_i
Наружное шлифование в центрах	Конус Морзе	1,17
	Конус 7 : 24	1,51
	Конус 1 : 5	1,37
	Цилиндрическая	1,09
Внутреннее шлифование	Конус Морзе	1,17
	Конус 7 : 24	1,17
	Конус 1 : 5	1,21
	Цилиндрическая	1,09
Бесцентровое шлифование	Конус Морзе	1,03

1.2. Биение $2e$, мкм, инструмента на вылете 100 мм в зависимости от погрешности изготовления конусов

Конусность	Степень точности конуса							
	AT3	AT4	AT5	AT6	AT7	AT8	AT9	AT10
7 : 24	1	1,2	1,3	2,6	5,0	12,0	—	—
1 : 20 (конус Морзе)	—	—	9,5	10,5	15,0	18,0	20,0	24,5
1 : 5	—	—	8,0	9,0	10,0	12,0	13,0	17,0

Повышенные требования предъявляются к жесткости закрепления. Производственные погрешности, вызываемые деформацией приспособления для металлообрабатывающего инструмента, могут составлять до 60 % суммарной погрешности обработки. Контактная податливость в соединениях приспособлений определяет деформации в местах приложения сил резания. Контактные деформации зависят от следующих факторов: вида нагружения, величины и распределения давлений, зазоров, точности обработки, размеров и шероховатости сопрягаемых поверхностей и др. Перемещения в стыках деталей приспособлений вызывают существенные перемещения y_k в точке приложения составляющей силы резания P_y на вылете l от начала стыка,

$$y_k = P_y \theta_i l^2, \quad (1.5)$$

где θ_i – коэффициент контактной податливости i -го соединения, $(\text{кН}\cdot\text{м})^{-1}$ (табл. 1.3–1.5).

От долговечности приспособлений зависит периодичность их повторного изготовления. В балансе себестоимости приспособлений затраты на материал не превышают 10 %, а основная статья расходов – заработная плата, поэтому наиболее целесообразно сокращать расход приспособлений в результате применения высококачественных материалов.

Ниже приведены рекомендации по выбору материала для деталей приспособлений и их термической обработки [10].

1.3. Коэффициент податливости $\theta_1, 10^{-6} (\text{кН}\cdot\text{м})^{-1}$, в конусах 7:24

Конус	Степень точности конуса			
	AT5	AT6	AT7	AT8
40	1,21	1,33	1,42	1,91
50	0,20	0,27	0,35	–

1.4. Коэффициент податливости $\theta_2, 10^{-6} (\text{кН}\cdot\text{м})^{-1}$, в цилиндрических соединениях с боковым зажимом винтами

Диаметр соединения, мм	Зазор в соединении, мм	$\theta_2 \cdot 10^6$	
		в направлении силы затяжки винтов	перпендикулярно силе затяжки винтов
36	0,014	3,2	6,0
	0,037	4,1	7,9
48	0,014	1,0	1,4
	0,026	1,2	3,2
	0,048	1,6	6,2

1.5. Коэффициент податливости θ_3 , $10^{-6} (\text{кН}\cdot\text{м})^{-1}$, в конусах Морзе

Обозначение конуса Морзе	Исполнение	Степень точности конуса		
		АТ7	АТ8	АТ9
1	С лапкой	201,2	209,7	211,0
2	С резьбой	43,3	43,6	46,2
	С лапкой	47,7	48,6	49,9
3	С резьбой	11,8	12,4	13,6
	С лапкой	12,4	14,1	15,7
4	С резьбой	3,4	3,8	4,6
	С лапкой	4,6	5,2	5,5
5	С резьбой	—	0,80	—
6	С резьбой	—	0,27	—

Сталь 18ХГТ. Наиболее употребительна хромомарганцевая сталь с присадкой титана для оправок к фрезерным станкам., переходных втулок, удлинителей и подобных приспособлений с резьбой в качестве центрирующего элемента, от которой требуется высокая поверхностная твердость при прочной и достаточно вязкой сердцевине. Для улучшения обрабатываемости резанием сталь подвергают нормализации (нагрев до 960...970 °С с охлаждением на воздухе); твердость 217 НВ.

Цементацию проводят на глубину 0,8...1,2 мм. Резьбу от цементации предохраняют, но вследствие наличия в стали углерода (0,17...0,23 %) и хрома (1...1,3 %) как резьба, так и сердцевина прокаливаются до твердости 41,5...56 HRC.

Регулируемые переходные втулки после цементации и закалки имеют поверхностную твердость (включая наружную трапецеидальную резьбу) 51...56 HRC, а удлинители, оправки и тому подобные детали — 61...66 HRC. Для удлинителей с трапецеидальной резьбой, наружный диаметр которой является центрирующим, желательно применить такой способ предохранения от цементации, который допускал бы частичное науглероживание (0,4...0,6 %) на небольшую глубину (0,2...0,3 мм), с тем чтобы после закалки получить твердость 51...56 HRC. Вместо стали 18ХГТ применяют сталь 18ХГ и 20ХГ.

Для деталей приспособлений без наружной резьбы, а также для оправок менее нагруженных, применяют хромоникелевую сталь 12ХНЗА, сердцевину которой прокаливают до твердости 30...34 HRC. До обработ-

ки сталь подвергают нормализации при температуре 930...940 °С; далее следует отпуск при температуре 630...650 °С; твердость 4,2...4,9 НВ; после цементации, закалки в масло и отпуска твердость 57...63 HRC.

Сталь 20Х. Эту марку хромистой легированной конструкционной стали широко применяют при изготовлении быстросменных втулок и удлинителей, направляющих втулок и подобных деталей, от которых требуется высокая поверхностная твердость. После цементации, закалки в масло и отпуска твердость составляет 57...63 HRC, твердость сердцевины 30...37 HRC, резьбу предохраняют от цементации. При меньших требованиях к прочности применяют сталь 20. После цементации, закалки в воду и отпуска твердость 57...63 HRC, твердость сердцевины 250 НВ. Резьбу также предохраняют от цементации.

Сталь 38ХМЮА. Хромоалюминиевая конструкционная сталь с присадкой вольфрама и молибдена, применяется для тонкостенных направляющих втулок, вращающихся на игольчатых подшипниках, от которых требуется весьма высокая поверхностная твердость. После закалки в масло (930...950 °С), отпуска (650...680 °С) в масло или воду, азотирования на глубину 0,3...0,4 мм (480...520 °С) и охлаждения в печи до 100...150 °С твердость стали – более 66 HRC; твердость сердцевины выше 30 HRC.

Сталь У8. Углеродистая инструментальная сталь, применяется для изготовления цанг. Рабочую часть закаливают до твердости в пределах 57...63 HRC, хвостовую часть – 41,5...49,5 HRC.

Сталь 60С2А. Конструкционная кремнистая сталь, рекомендуется для разрезных конусных цанг, механическую обработку которых осуществляют после закалки и отпуска (34...39,5 HRC).

Сталь 60Г. Качественная углеродисто-марганцевая конструкционная сталь, применяется для неразрезных тонкостенных упругих муфт после закалки и отпуска до твердости 49,5...51,5 HRC.

Сталь ШХ15. Конструкционная легированная хромистая сталь, применяется для опорных шайб под шарики и в случаях, когда требуются высокая износостойкость и прочность. После закалки в масло и отпуска приобретает твердость 62...66 HRC.

Сталь 40ХНМА. Хромоникельмолибденовая сталь, применяется для изготовления крепежных и регулировочных винтов с внутренним шестигранником. После закалки и отпуска до твердости 39,5...41,5 HRC обладает высокой прочностью.

Сталь 40Х. Хромистая легированная конструкционная сталь, находит широкое применение при изготовлении деталей приспособлений

(втулок, оправок, винтов, гаек, шпонок). После закалки и отпуска приобретает твердость 41,5...46,5 HRC. При закалке ТВЧ поверхностная твердость может быть повышена до 57...63 HRC при твердости сердцевины 32 HRC. Сталь может быть также подвергнута планированию (820...860 °С), закалке в масло (820...840 °С) и отпуску (180...200 °С), после чего приобретает твердость 57 HRC и более. Для повышения износостойкости (сопротивления истиранию) закаленную в печи или ТВЧ сталь 40X подвергают хромированию (толщина слоя 0,01...0,02 мм).

Нерабочие поверхности деталей приспособлений для придания им более красивого внешнего вида и некоторой антикоррозионной стойкости подвергают оксидированию или декоративному хромированию.

Бронза АЖ9-4. Алюминиевая бронза, применяется для подшипников и резьбовых копирных гаек.

Учитывая требования современной технологии, приспособления для металлорежущего инструмента следует разрабатывать и проектировать с учетом принципа взаимозаменяемости конструктивных элементов, агрегатов и целых конструкций, что обеспечит переналадку приспособлений при смене объекта производства, сокращая при этом сроки технологической подготовки и снижая стоимость переоснащения станков при освоении новых изделий. Переналаживаемые (обратимые) приспособления создают реальную возможность эффективного использования специального оборудования в единичном и серийном производстве, позволяют увеличить специализацию работ при эксплуатации универсального оборудования с сохранением высокой производительности.

Классификацию приспособлений для металлообрабатывающего инструмента целесообразно выполнять по признаку размещения на станке и закрепляемому инструменту.

В табл. 1.6. приведены основные группы классификации.

1.3. ВЫБОР ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

При выборе приспособлений следует руководствоваться следующими основными соображениями:

- предпочтение следует отдавать конструкциям с элементами, регламентированными стандартами, что обеспечивает преемственность конструкций и снижение себестоимости производства инструмента;
- размеры и конструкция приспособления должна соответствовать условиям выполнения технологической операции (рабочее пространство, крутящий момент сил резания, осевая сила резания, правила безопасности и производственной санитарии);

1.6. Классификация приспособлений для металлообрабатывающего инструмента по группам

Группа	Основное назначение	Содержание
Детали и узлы сборных приспособлений	Образование составных и сборных приспособлений	Детали крепежные зажимные, направляющие, прокладные, ограничивающие перемещение и др. Узлы, вставки и державки для инструмента концевое, роликов накатных, люнетных и др.
Приспособления станочные для инструмента концевое	Для присоединения инструмента концевое к шпинделям, гнездам револьверных станков и стойкам автоматов	Втулки переходные, патроны универсального назначения для сверл, зенкеров, разверток, метчиков, плашек, патронов для протяжек и др.
Приспособления станочные шпиндельные для инструмента концевое и насадного	Для присоединения инструмента концевое и насадного к шпинделям станков	Втулки, патроны и оправки для сверл, зенкеров, разверток, фрез, кругов абразивных и др.
Приспособления станочные шпиндельные для инструмента призматического, пластинчатого и резцов круглого сечения	Для присоединения инструмента призматического и пластинчатого к шпинделям станков	Державки, головки, суппорты летучие для резцов, блоков расточных, брусков абразивных и др.

Окончание табл. 1.6

Группа	Основное назначение	Содержание
Приспособления станочные к револьверным головкам и в стойки продольных суппортов автоматов для инструмента концевого и насадного	Для присоединения инструмента концевого и насадного к револьверным головкам (или подобным им многогнездным станочным узлам) и в стойки продольных суппортов автоматов	Державки к револьверным головкам и в стойки продольных суппортов автоматов для сверл, зенкеров, разверток, роликов накатных и др.
Приспособления станочные к револьверным головкам и в стойки продольных суппортов автоматов для инструмента призматического и пластинчатого	Для присоединения инструмента призматического и пластинчатого к револьверным головкам (или подобным им многогнездным станочным узлам) и в стойки продольных суппортов автоматов	Державки к револьверным головкам и в стойки продольных суппортов автоматов для резцов, пластин и др.
Приспособления станочные суппортные для инструмента концевого и насадного	Для присоединения инструмента концевого к суппортам, столам, ползунам, кареткам и другим узлам станка	Державки в стойки суппортные для сверл, зенкеров, разверток, роликов и др.
Приспособления станочные суппортные для инструмента призматического, пластинчатого и резцов круглого сечения	Для присоединения инструмента призматического и пластинчатого к суппортам, столам, ползунам, кареткам и другим узлам станка	Державки и стойки для резцов и пластин токарных, стегальных, долбежных, брусков абразивных и др.
Приспособления для ручных работ	Для удержания обрабатываемого инструмента в руках рабочего	Дрели, коловороты, клуппы, рамки для пил и ножовок и др.

– при создании приспособления вновь должна быть оценена возможность достижения заданной точности размера обрабатываемой поверхности, ее формы и шероховатости.

Приспособление выбирается, как правило, к имеющемуся станку по уже выбранному режущему инструменту для данного перехода операции технологического процесса. Приспособление должно иметь, с одной стороны, установочные поверхности и элементы крепления, соответствующие режущему инструменту, а с другой стороны – поверхности установочные и элементы крепления, соответствующие посадочным местам станка. Поэтому при выборе приспособления необходимо:

– определить конструкцию режущего инструмента, форму и конструктивные особенности его установочных поверхностей и элементов крепления;

– установить вид и характер посадочного места данного станка, форму установочных поверхностей, особенности элементов и требуемый характер крепления;

– сравнить соответствующие данные установочных поверхностей и элементов крепления режущего инструмента и посадочного места станка;

– подобрать по соответствующим ГОСТам или нормам (или спроектировать) приспособление, которое по своим данным соответствовало бы и режущему инструменту, и станку, т.е. являлось бы согласующим промежуточным звеном между режущим инструментом и станком;

– проверить соответствие выбранного приспособления характеру выполняемого перехода операции технологического процесса.

Данные о выбранном приспособлении записывают в соответствующих графах карт технологического процесса рядом с данными режущего инструмента в соответствии с принятыми обозначениями.

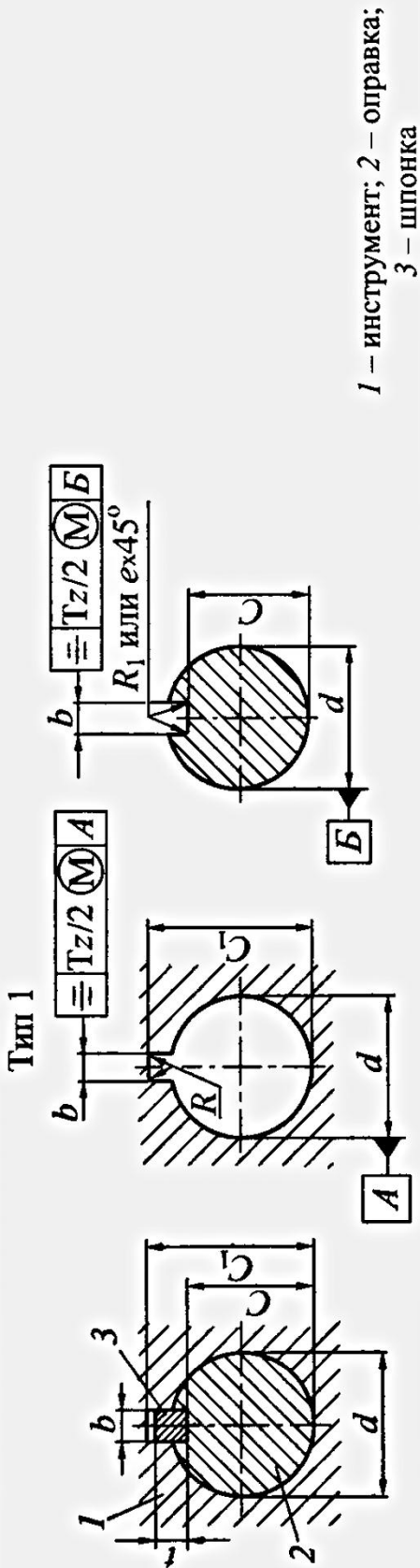
Сведения о стандартных установочных поверхностях и элементах крепления приведены ниже.

Металлообрабатывающий инструмент (фрезы, развертки, зенкеры и т.д.) закрепляются на оправках несколькими способами. ГОСТ 9472–90 устанавливает три типа крепления инструмента на оправках (табл. 1.7): на цилиндрической оправке и осевой шпонке (тип 1); на цилиндрической оправке и торцовой шпонке (тип 2); на конической оправке и торцовой шпонке (тип 3).

Концы шпинделей всех типов универсальных, сверлильных, расточных и фрезерных станков, в том числе с ЧПУ, с коническими посадочными поверхностями (кроме шпинделей с цанговым креплением инструмента) изготавливаются в восьми исполнениях по ГОСТ 24644–81 (в ред. 1990 г.).

1.7. Крепление инструментов на оправках

Размеры, мм

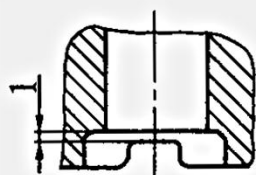
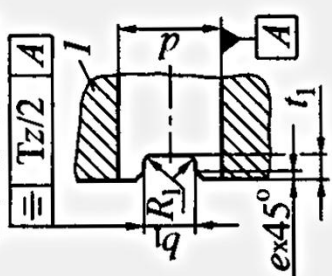
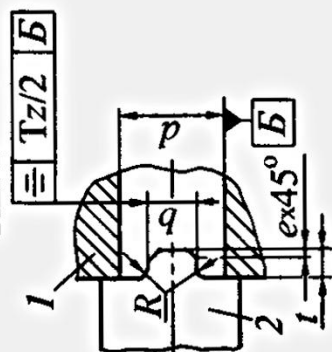


Размер	d, H6/j6															
	8	10	13	16	19	22	27	32	40	50	60	70	80	100		
b	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	25	14	91,0	
t, h11																7
C, номин. знач.	6,7	8,2	11,2	13,2	15,6	17,6	22,0	27,0	34,5	44,5	54,0	63,5	73,0			
C, пред. откл.	- 0,1						- 0,2									
C ₁ , H12	8,9	11,5	14,6	17,7	21,1	24,1	29,8	34,8	43,5	53,5	64,2	75,0	85,5	107,0		
R	0,3...0,4		0,4...0,6		0,7...1,0		0,9...1,2		1,1...1,6		1,5...2,0		2,0...2,5			
z	0,08...0,16			0,16...0,25			0,40			0,60						
R ₁ (e × 45°)	0,14			0,18			0,24									

Продолжение табл. 1.7

Исполнение 1

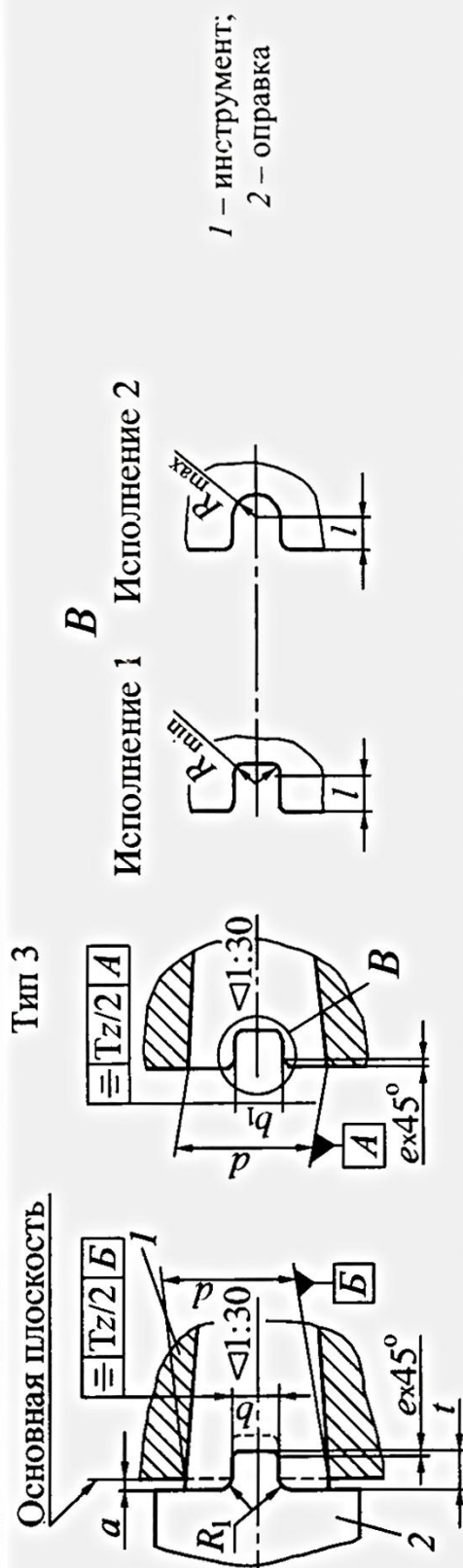
Исполнение 2



1 — инструмент;
2 — оправка

Раз- мер	d, H6/j6														
	5	8	10	13	16	19	22	27	32	40	50	60	70	80	100
b, h11	3	5	6	8		10		12	14	16	18	20	22	25	
b ₁ , H11	3,3	5,4	6,4	8,4		10,4		12,4	14,4	16,4	18,4	20,5	22,5	25,5	25,5
t, h11	2,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,6	5,6	6,3	7,0	8,0	9,0	10,0	11,2	12,5	14,0
t ₁ , H13	2,5	4,0	4,5	5,0	5,6	6,3	6,3	7,0	8,0	9,0	10,0	11,2	12,5	14,0	16,0
R	0,2...0,3	0,3...0,4	0,4...0,5		0,4...0,6		0,6...0,8		0,7...1,0			0,9...1,2		1,2... 1,6	
R ₁	0,4...0,6		0,6... 0,8	0,7...1,0		0,9...1,2		1,2... 1,6		1,5...2,0			2,0...2,5		2,5... 3,0
e	0,3...0,4	0,4...0,5	0,5...0,6		0,6...0,8		0,8...1,0		1,0...1,3			1,2...1,5		1,6... 1,9	
z	0,14						0,18				0,24				

Продолжение табл. 1.7



Размер	d														
	8	10	13	16	19	22	27	32	40	50	60	70	80	100	
d	0,3...1,2		0,3...1,4		0,4...1,7			0,5...2,2			0,6...2,7				0,8...3,2
b, h12	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	25		
b ₁ , H13	3,3	4,3	5,4	6,4	7,4	8,4	10,4	12,4	14,4	16,4	18,4	20,5	25,5		
l, H13	3,7	4,8	5,6	7,0	7,6	8,3	9,3	10,0	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5		
t, h12	3,5	4,6		6,7	7,7	8,8	9,8	11,0	12,0	17,0	14,0	15,0	16,0		
e	0,3...0,5		0,4...0,6		0,5...0,7		0,6...0,8		0,8...1,0		1,0...1,3		1,2...1,5		
R _{min}	0,6		0,8		1,0		1,2		1,6		2,0		2,5		
R _{max}	1,65	2,15	2,70	3,20	3,70	4,20	5,20	6,20	7,20	8,20	9,20	10,25	12,75		
R ₁ , не более	0,3		0,4		0,5		0,6		0,8		1,0		1,2		
z	0,12						0,16						0,20		

Окончание табл. 1.7

Размер	d					
	8; 10	13; 16	19; 22; 27	32; 40; 50	60; 70; 80	100
a_{min}	0,3					
a_{max}	1,2	1,4	1,7	2,2	2,7	3,2
$a_1 min$	0,8	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2
$a_1 max$	1,2	1,4	1,7	2,2	2,7	3,2
$a_2 min$	0					
$a_2 max$	0,50	0,60	0,70	0,90	1,17	1,38

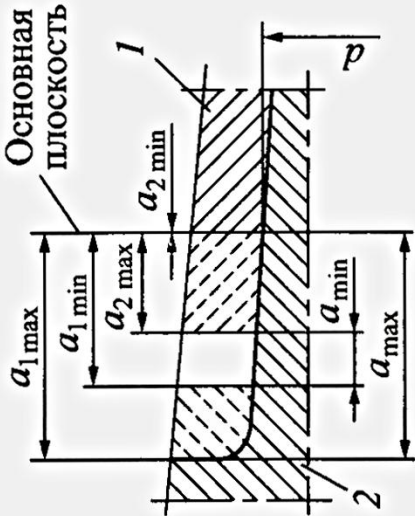
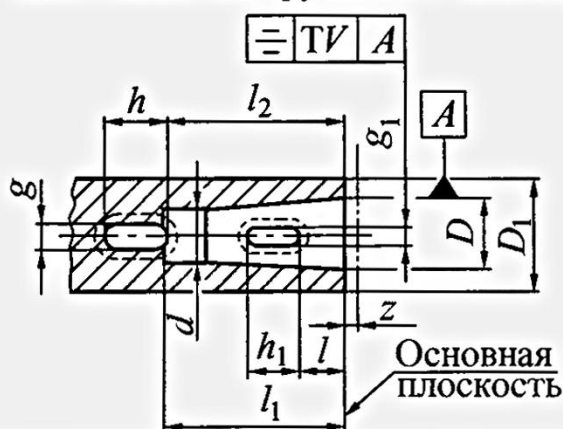


Схема расположения полей допусков конического отверстия и оправки для крепления инструмента по типу 3:
1 – инструмент; 2 – оправка

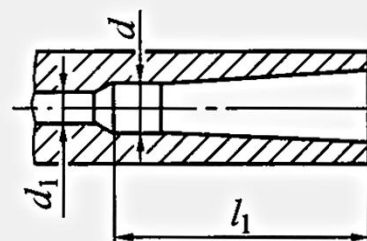
Исполнения 1–3 – с конусами Морзе и метрическими конусами (табл. 1.8 и 1.9); исполнение 4 – с внутренним и наружным конусами с конусностью 7:24 (табл. 1.10); исполнения 5–8 – с конусностью 7:24 (табл. 1.11).

1.8. Основные размеры, мм, концов шпинделей с конусами Морзе и метрическими конусами

Исполнение 1 (при установке хвостовика инструмента с лапкой)



Исполнение 2 (при установке хвостовика инструмента с резьбовым отверстием)



Обозначение конуса конца шпинделя	D_1		l	h_1	g_1		V
	1-й ряд	2-й ряд			номин.	пред. откл.	
Морзе	1	25	28,5	36,5	8,3	+0,50	0,2
	2	35					
	3	45					
	4	60					
	5	80					
	6	100; 125					
Метрический	80	125; 160	30,0	44,0	19,0	+0,63	0,3
	100	200		52,0	26,0	+0,30	
	120	250		60,0	32,0	+0,70	
	160	320	40,0	76,0	38,0	+0,31	0,4

Примечания: 1. Размеры D , d , d_1 , l_1 , l_2 , g , h – по ГОСТ 25557–2006 (см. табл. 1.22).

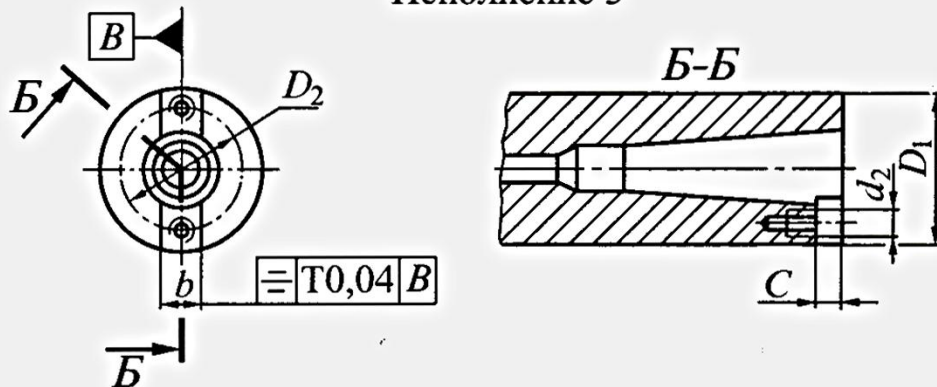
2. Размер z – по ГОСТ 2848–75 (в ред. 1991 г.).

3. Форма и размеры отверстия d_1 для станков с механизированным креплением инструмента не регламентируются.

4. Размер D_1 по первому ряду является предпочтительным.

1.9. Основные размеры, мм, концов шпинделей с метрическим конусом и торцевой шлюпкой

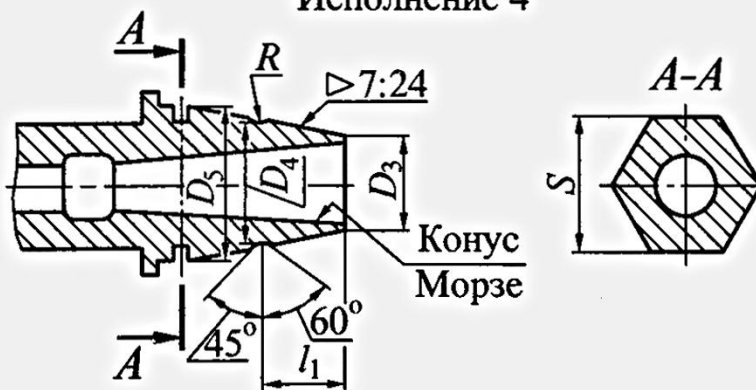
Исполнение 3



Обозначение конуса конца шпинделя		D_1	D_2 , не менее	d_2 , не менее	G , не менее	b , H5
Метрический	120	220	180	M10	40	40
	160	320				

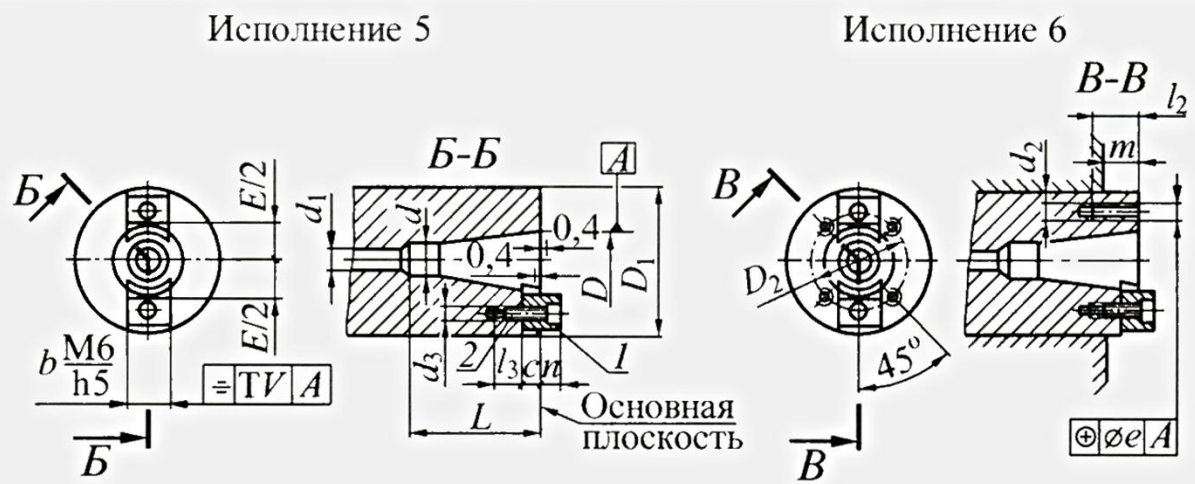
1.10. Основные размеры, мм, концов шпинделей с внутренним конусом Морзе и наружным конусом 7:24

Исполнение 4



Конус Морзе	D_3	D_4	D_5	S	$l_1 \begin{pmatrix} +0,1 \\ 0 \end{pmatrix}$	R
2	31,84	32,8	42	36	18	1,5
3	48,33	50,0	60	50	20	

1.11. Основные размеры, мм, концов шпинделей с конусом 7:24



Обозначение конуса конца шпинделя	D ₁				D ₂ , js12	d ₁ , не ме- нее	d, H12	d ₂
	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	4-й ряд				
30	—	50	70	69,832	54,0	17	17,4	M10
40		65	90	88,882	66,7		25,3	M12
45	80	90	100	101,60	80,0	21	32,4	
	100	—						
50	125	110	125	128,570	101,6	27	39,6	M16
	160	—						
60	200		220	221,440	177,8	35	60,2	
	250	220						
65	—	—	—	280,0	220,0	42	75,0	M24
70	250		335	335,0	265,0		92,0	
	320							
75	—		—	—	400,0	315,0	56	114,0
80		500,0			400,0	140,0		

Окончание табл. 1.11

Обозначение конуса конца шпинделя	d_3	l_1 , не менее	l_2 , не менее	l_3	c	m , не менее	n	$E/2$, не менее	b		Винт (поз. 2) по ГОСТ 11738–84 (в ред. 1989 г.)	V
									паз (М6)	шпонка (поз. 1)		
30	М6	73	16	9	8,0	12,5	8,0	16,5	15,9	М6×16	0,3	
40		100	20			16,0		23,0				
45	М8	120		13	9,5	18,0	9,5	30,0	19,0	М8×20		
50	М10	140	25	18	12,5	19,0	12,5	36,0	25,4	М10×30	0,4	
						25,0		48,0				
55		178	30			38,0		61,0				
60	220											
65	М12	265	36	24	16,0	50,0	16,0	75,0	32,0	М12×45	0,05	
70		315			20,0		20,0	90,0				
75	М20	400	56	30	25,0	25,0	108,0	40,0	М16×60			
80		500	63		31,5	31,5	136,0					

Примечания: 1. Размер D – по ГОСТ 15945-82.

2. 1-й и 2-й ряды – для сверлильных и расточных станков. Для 1-го и 2-го рядов значения d_3 не регламентируются.

3. 3-й ряд для фрезерных станков. Значения D_2 даны для 3-го ряда.

4. Для станков с ЧПУ резьбовые отверстия d_2 допускается не применять.

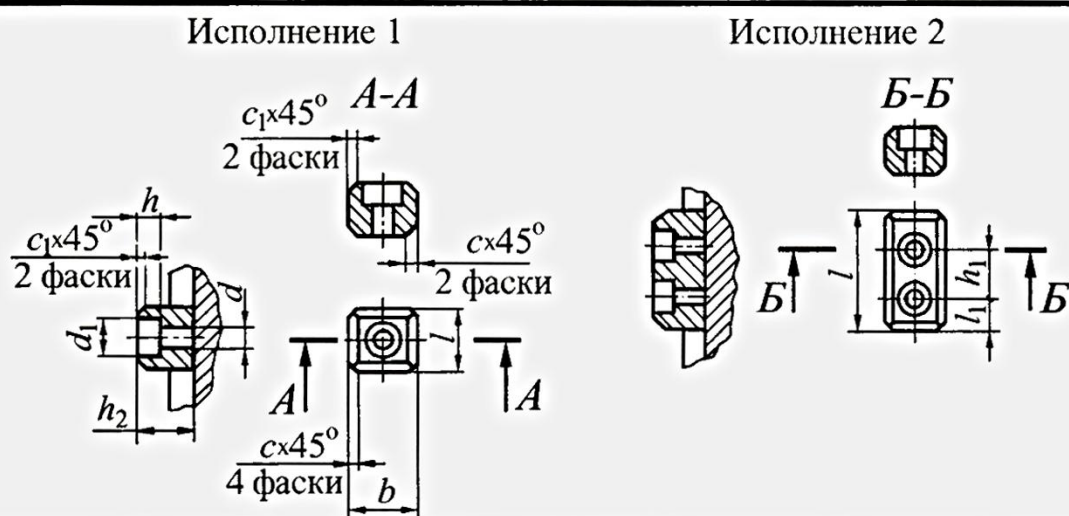
5. По согласованию с потребителем допускается изготавливать концы шпинделей с размером D_1 по 4-му ряду.

6. Для конусов 30; 40; 55 – $e = 0,15$; 45; 50; 55; 60 – $e = 0,2$; 65; 70 – $e = 0,25$; 75; 80 – $e = 0,32$.

Концы шпинделей для сверлильных станков также изготавливаются с наружным укороченным конусом Морзе В10, В12, В18 по ГОСТ 9953–82 (см. табл. 1.20 этой главы).

В табл. 1.12 приведены основные размеры шпонок для фрезерных станков. В табл. 1.13 – основные размеры концов шпинделей под цанги, в табл. 1.14 – гаек для концов шпинделей, в табл. 1.15, 1.16 – резьбовых концов шпинделей токарных и шлифовальных (с наружным базирующим конусом) станков. Основные размеры концов шпинделей с конусами Морзе приведены в табл. 1.17.

1.12. Основные размеры, мм, шпонок для фрезерных станков



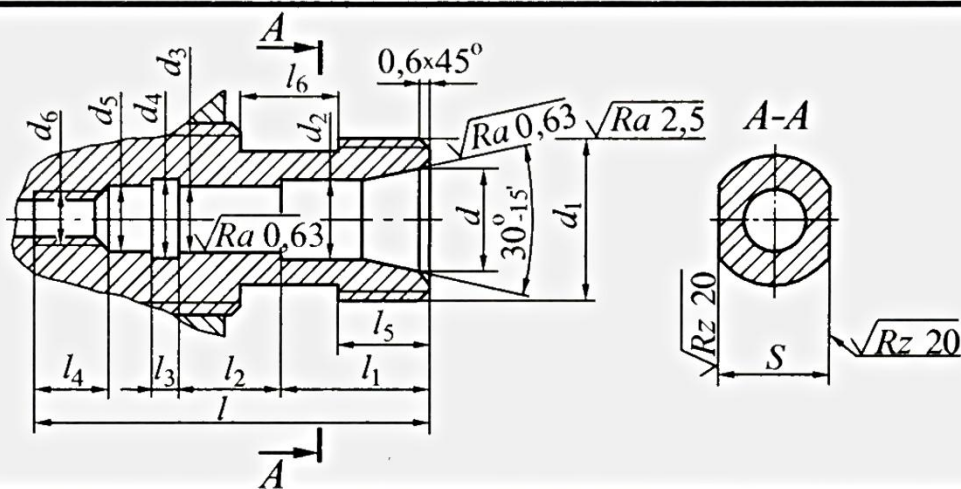
Обозначение конуса конца шпинделя	b, h_5	d	d_1	h	h_1	h_2	l , не бо- лее	l_1	c	c_1			
30	15,9	7,0	12,0	6	—	16	17	—	—	—			
40						19	20						
45	19,0	9,0	14,0	8		25	26		1,5	1,5			
50	25,4	11,0	17,0	10		22	46				12,0		
55					27	32	58	15,0	2,5	2,5			
60	32,0				13,0	20,0	12	30			40	68	19,0
65								42			50	86	22,0
70	40,0	17,0	26,0	16	58	63	106	24,0					
75													
80													

Примечания: 1. Для станков с ЧПУ допускается увеличивать размеры c_1 и h_2 на одно и то же значение.

2. В технически обоснованных случаях допускается увеличивать размер l в пределах габарита, определяемого значениями D_1 по табл. 1.11.

3. Твердость 36...40 HRC.

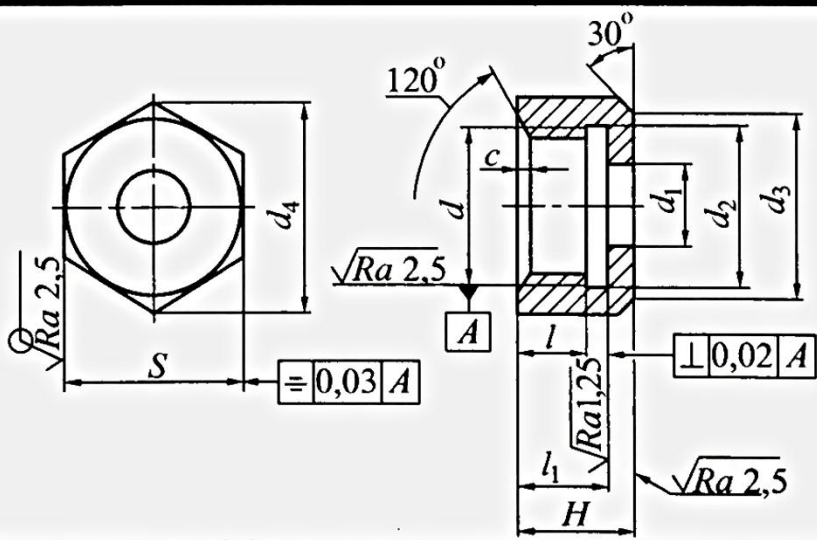
1.13. Основные размеры, мм, концов шпинделей под цанги



Наибольший диаметр сверла, закрепляемого в цанге	$d \begin{pmatrix} 0 \\ -0,1 \end{pmatrix}$	$d_1, 6g$	d_2	$d_3, H6$	d_4	d_5	$d_6, H7$
3	9	M12×1,25	6,2	6	6,5	5	M4
6	15	M22×1,5	10,2	10	10,5	9	M9
10	18	M30×1,5	14,2	14	14,5	13	M12

Наибольший диаметр сверла, закрепляемого в цанге	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	$S \begin{pmatrix} 0 \\ -0,2 \end{pmatrix}$
3	32	12	8	2	6	7	8	10
6	50	20	12	3	10	10	10	17
10	60	26	15	3	12	15	12	22

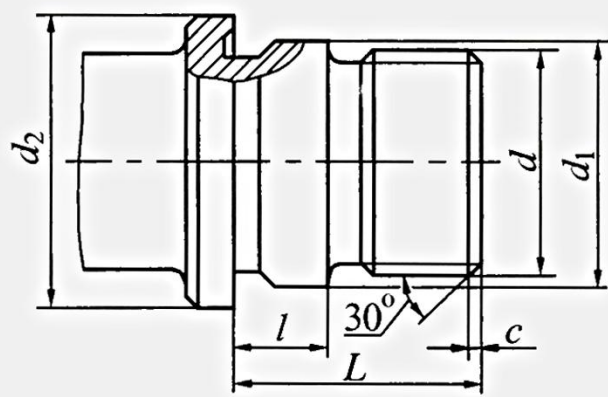
1.14. Основные размеры, мм, гаек для концов шпинделей под цанги



Окончание табл. 1.14

Наибольший диаметр сверла, закрепляемого в цанге	$d, H7$	d_1	d_2	d_3	d_1 , не менее	H	l	l_1	$S, h12$	c
3	M12×1,25	6	12,5	18	21,1	10	6	8	19	0,6
6	M22×1,5	11	22,5	25	31,2	14	8	11	27	1,0
10	M30×1,5	15	30,5	34	40,3	20	12	16	36	

1.15. Основные размеры, мм, резьбовых концов шпинделей токарных станков. ГОСТ 16868–71 (в ред. 1981 г.)



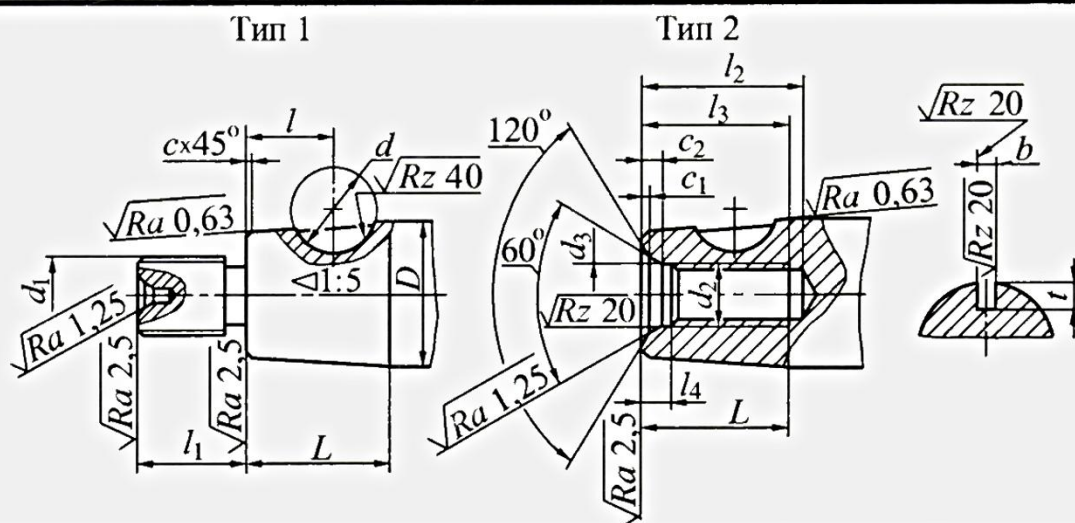
d	$d_1, h7$	$d_2, h12$	L	l	c
M27×3	28	38	26	10	1,6
M39×4	40	50	35	14	2,0
M45×4,5	48	60	40	15	
M60×5,5	62	78	50	19	

Примечания: 1. Резьба – по ГОСТ 24705–2004, поле допуска 6g – по ГОСТ 16093–2004.

2. Канавка для выхода шлифовального круга по ГОСТ 8820–69 (в ред. 1981 г.); допускается взамен канавки выполнять переходной радиус 1,5 мм.

3. Для делительных универсальных головок отклонение размера d_1 – по h6.

1.16. Основные размеры, мм, концов шлифовальных шпинделей с наружным базирующим конусом. ГОСТ 2323–76 (в ред. 1986 г.)



D	d	d ₁	d ₂	d ₃	L		l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	t	b, p9	c	c ₁	c ₂
					Тип											
					1	2										
10	—	M6	M5	5,5	10	—	10	14	12	3,0	—	—	0,2	0,15	1,0	
12		M8	M6	6,5	12		12	17	15	3,5			0,3		1,2	
16		M10	M8	8,5	16		18	24	22	4,5			0,6	0,2	2,0	
20		M12			20											
25	16	M16	M10	10,5	25	16	24	35	32	6,0	5,5	3	1,0	0,6	4,0	
32	19		M12	12,5	32	20					6,0	4		0,8		
40	22	M24	M16	17,0	40	25	36	45	42	8,0	7,2	5	1,6	1,0	5,0	
50	25				50	32					7,8	6				
65	28	M36×3	M24	25,0	65	40	50	65	62	11,0	8,8	6		1,6	6,5	
80	32				80	50		10,5								
100	38	M48×3	—	—	100	—	60	—	—	—	10	8	2,0	—	—	
125					125	—					80					

Примечания: 1. Концы шлифовальных шпинделей с наружным базирующим конусом применяют для посадки фланцев шлифовального инструмента.

2. При балансировочном механизме, встроенном в шпиндель, допускается применять шлифовальные шпиндели с концами, отличающимися от приведенных в таблице.

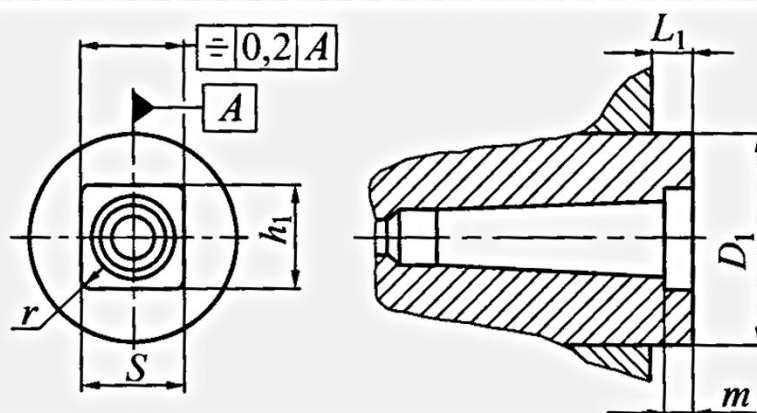
3. Резьба — по ГОСТ 24705–2004, допуск на наружную резьбу б_г, на внутреннюю — 6H по ГОСТ 16093–2004.

4. Размеры центровых отверстий для концов с наружной резьбой — форма В или R по ГОСТ 14034–74 (в ред. 1981 г.).

5. Направление резьбы должно быть противоположным направлению вращения шпинделя.

6. Сегментные шпонки — по ГОСТ 24071–97. Допускается крепить фланцы на шпинделе без шпонки.

1.17. Основные размеры, мм, концов шпинделей с конусами Морзе с поводком. ГОСТ 25557–2006 (в ред. 2008 г.)



Обозначение конуса	D_1, h_9	m	$S, H12$	h_1 , не менее	r	L_1 , не менее
3	50; 60	10	24	42	6	10
4	70; 80	12	32	47	8	12

Концы оправок с конусами Морзе и метрическими для сверлильных и расточных станков изготавливаются в трех исполнениях, для фрезерных станков – в одном исполнении (табл. 1.18). Основные размеры концов оправок конусностью 7:24 для сверлильных, расточных и фрезерных станков приведены в табл. 1.19.

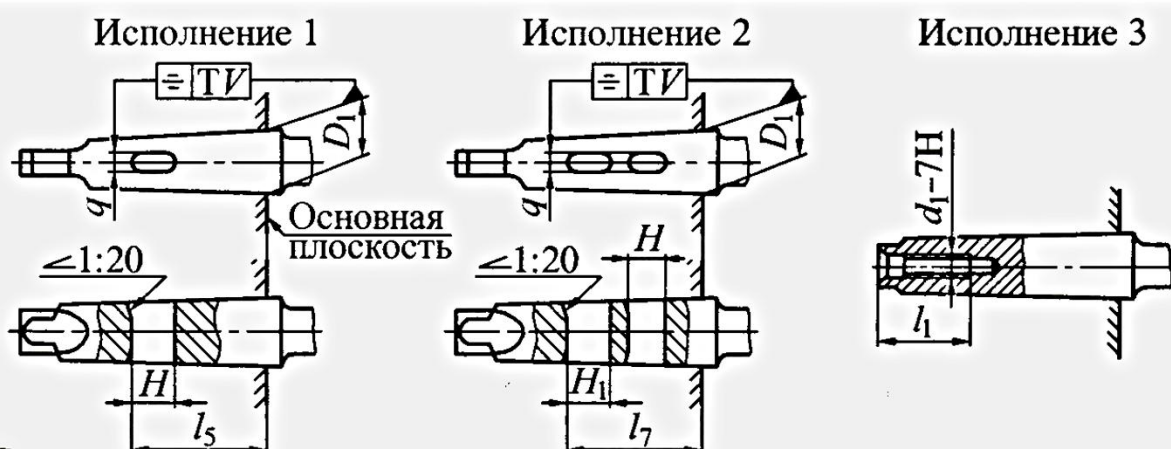
Режущий инструмент и приспособления характеризуются общими конструктивными элементами в виде наружных и внутренних конусов, центровых отверстий, квадратов, лысок и др. Все эти элементы стандартизованы. В табл. 1.20–1.27 приведены основные размеры конусов, их центровых отверстий и требования к точности изготовления отдельных элементов формы конических поверхностей и углов конуса.

Основные размеры квадратов, квадратных отверстий у хвостовиков инструментов с лыской приведены в табл. 1.28–1.30.

Основные размеры концов оправок с конусом 7:24 по ГОСТ 25287–93 для автоматической смены приведены в табл. 1.31, а по японскому стандарту MAS 403 – в табл. 1.32. Концы шпинделей под цилиндрические хвостовики регулируемых втулок и оправок приведены в табл. 1.33. Соответствующие хвостовики и гайки к ним – в табл. 1.34–1.35.

Основные размеры хвостовиков державок цилиндрических для токарных станков с программным управлением приведены на рис. 1.2. и в табл. 1.36.

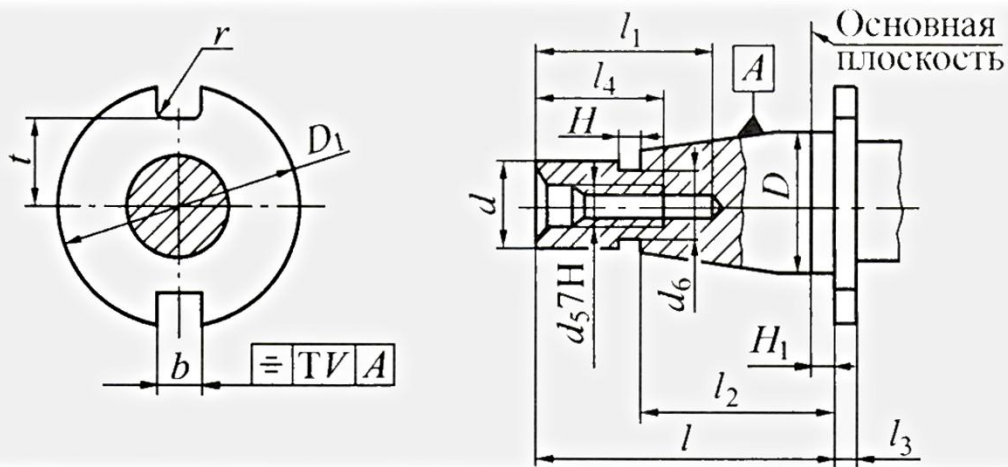
1.18. Основные размеры, мм, концов оправок с конусами Морзе и метрическими конусами



Конус		H		H ₁	d ₁	D ₁	l ₅		l	l ₇	q	V
		1-й ряд	2-й ряд				1-й ряд	2-й ряд				
Морзе	0				M5	9,2			—		3,9	0,2
	1	—	—		M6	12,2	—	—	16		5,2	
	2				M10	18,0			24		6,3	
	3	33,5	30		M12	24,1	55,5	55	28		7,9	
	4	36,5	35		M16	31,6	58,5	60	32		11,9	
	5	41,5			M20	44,7	63,5	75	40		15,9	
	6	35,5	40	47	M24	63,8	57,0	85	50	114,1	19	
Метрический	80	43,0	45	54	M30	80,4	64,0	100	65	128,0	26	0,2
	100	51,0	52	61	M35 или Tr 30×6	100,5	70,0	112	80	155,0	32	0,3
	120	59,0	60	68		120,6	76,0	130		160,0	38	
	160	75,0	—	82		160,8	98,0	—	100	207,0	50	0,4
	200	—	86	—		201,1	—	196		—	62	

- Примечания: 1. Неуказанные размеры см. табл. 1.23.
 2. Исполнение 1 и 2 – для сверлильных и расточных станков.
 3. Исполнение 3 – для фрезерных станков.
 4. Твердость 45...56 HRC.

1.19. Основные размеры, мм, концов оправок с конусом 7:24

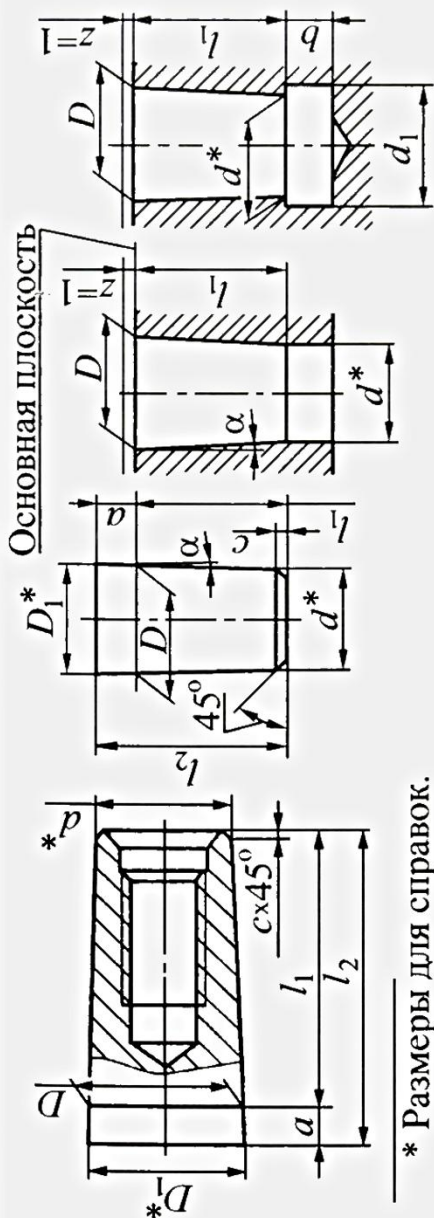


Обозна- чение конуса	D_1	d , all	d_5	d_6	H	$H_1 \pm 0,4$	L	l_1
30	50	17,4	M12	16,5	3	1,6	70	50
40	63	25,3	M16	24	5		95	70
45	80	32,4	M20	30	6		110	
50	100	39,6	M24	38	8	3,2	130	90
55	130	50,4		48	9		168	
60	160	60,2		M30	58		10	210
70	250	92,9	M36	90	14	4,0	300	160

Обозна- чение конуса	l_2	l_3	l_4 , не менее	$t \begin{pmatrix} 0 \\ -0,5 \end{pmatrix}$	r , не более	b , H12	V
30	50	8	24	16,2	—	16,1	0,06
40	67	10	30	22,5	1		
45	86		38	29,0			
50	105	12	45	35,3	2	25,7	0,1
55	130			45,0			
60	165		56	60,0			
70	256	16	70	86,0		32,4	0,15

- Примечания: 1. Допускается увеличение размера D_1 до значений D_1 табл. 1.11.
2. Технические требования на изготовление концов оправок для станков с ЧПУ с конусами 30–50 по ГОСТ 25827–93.
3. Поверхностная твердость конической части 51...57 HRC.
4. Размер D по ГОСТ 15945–82.

1.20. Основные размеры, мм, конусов инструментов укороченные. ГОСТ 9953-82



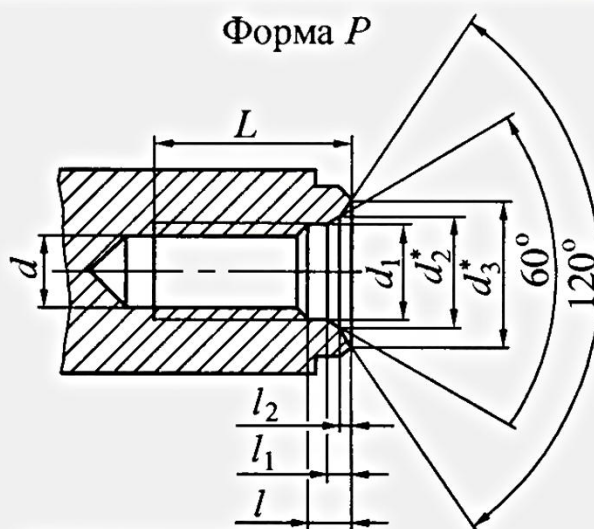
* Размеры для справок.

Конус Морзе	Обозначение величины конуса	Конусность	Угол конуса 2α	D	D ₁	d	d ₁	l ₁	l ₂	a, не более	b	c
0	B7	1 : 19,212 = 0,05205	2°58'54"	7,067	7,2	6,5	6,8	11,0	14,0	3,0		0,5
1	B10	1 : 20,047 = 0,04988	2°51'26"	10,094	10,3	9,4	9,8	14,5	18,0	3,5		1,0
	B12			12,065	12,2	11,1	11,5	18,5	22,0			
2	B16	1 : 20,020 = 0,04955	2°51'41"	15,733	16,0	14,5	15,0	24,0	29,0	5,0	4,0	1,5
	B18			17,780	18,0	16,2	16,8	32,0	37,0			
3	B22	1 : 19,922 = 0,05020	2°52'32"	21,793	22,0	19,8	20,5	40,5	45,5		4,5	
	B24			23,825	24,1	21,3	20,0	50,5	55,5			
4	B32	1 : 19,254 = 0,05194	2°58'31"	31,267	31,6	28,6	—	51,0	57,5	6,5	—	2,0
5	B45	1 : 19,002 = 0,05263	3°00'53"	44,399	44,7	41,0	—	64,5	71,0			

Примечания: 1. Предельные отклонения размеров укороченных конусов — по ГОСТ 2848-75 (в ред. 1991 г.).

2. Центровые отверстия для конусов Морзе B12, B18, B24, B32 и B45 — формы Р по ГОСТ 14034-74 (в ред. 1991 г.) (см. табл. 1.21).

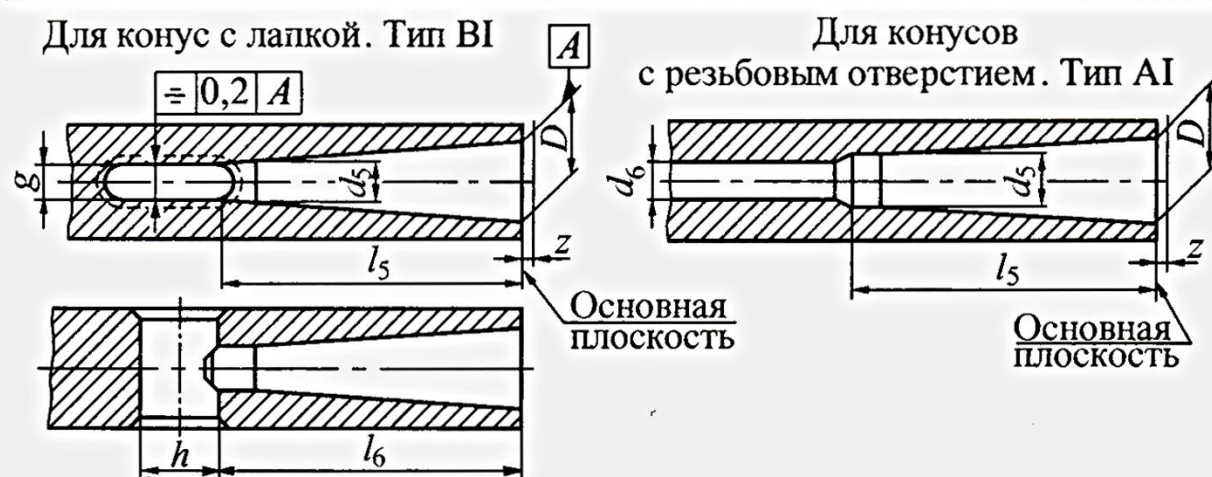
1.21. Размеры, мм, центрального отверстия конуса укороченного



* Размеры для справок.

Обозначение конусов					d	d ₁ , H14	d ₂	d ₃	L, не ме- нее	l	l ₁	l ₂ , не ме- нее
ГОСТ 25557-2006		ГОСТ 9953-82	ГОСТ 7343-72 (в ред. 1983 г.)	ГОСТ 24644-81 (в ред. 1990 г.)								
Мет- ричес- кие	Морзе											
—	1	B12	—	—	M6	6,4	8,0	8,5	16	3,5	1,53	—
	2	B18		M10	10,5	12,5	13,2	24	4,5	1,90		
	3	B24		30	M12	13,0	15,0	17,0	28	6,0	2,30	0,6
	4	B32		40	M16	17,0	20,0	22,0	32	8,0	3,2	—
	5	B45	80; 90	45	M20	21,0	26,0	30,0	40	10,0	5,50	1,1
	6	—	—	50; 55	M24	25,0	31,0	36,0	50	11,0	6,60	1,4
80	—		100; (110); 120; 140	60	M30	31,0	38,0	45,0	65	14,0	8,00	2,0
100			160	—	M36	37,0	45,0	52,0	80	15,0	9,0	
120			(180)									
—			200									
160			—	70	M48	50,0	60,0	68,0	100	18,0	11,00	
200												

1.22. Основные размеры, мм, внутренних инструментальных конусов Морзе и метрических. ГОСТ 25557-2006

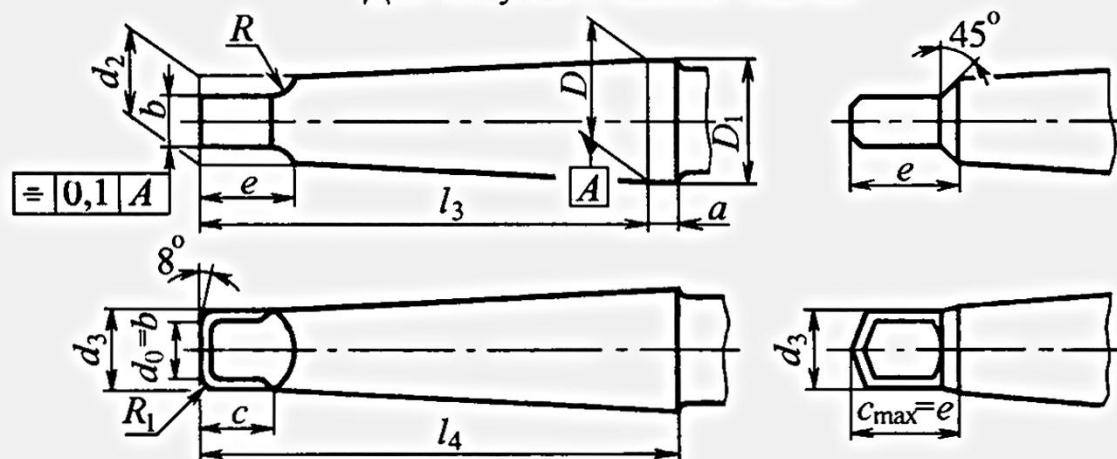


Обозначение конуса		Конусность	D	d_5	d_6	l_5 , не менее	l_6	g	h	z^*
Метрический	4	$1:20 = 0,05$	4	3,0	—	25	21	2,2	8	0,5
	6		6	4,6		34	29	3,2	12	
Морзе	0	$1:19,212 = 0,05205$	9,045	6,7	—	52	49	3,9	15	1,5
	1	$1:20,047 = 0,04988$	12,065	9,7		56	52	5,2	19	
	2	$1:20,020 = 0,04995$	17,780	14,9		67	62	6,3	22	
	3	$1:19,922 = 0,05020$	23,825	20,2		84	78	7,9	27	
	4	$1:19,254 = 0,05194$	31,267	26,5		107	98	11,9	32	
	5	$1:19,002 = 0,05263$	44,399	38,2		135	125	15,9	38	
Метрический	6	$1:19,180 = 0,05214$	63,348	54,6	—	188	177	19,0	47	2
	80	$1:20 = 0,05$	80	71,5		202	186	26	52	
	100		100	90,0		240	220	32	60	
	120		120	108,5		276	254	38	70	
	160		160	145,5		350	321	50	90	
	200		200	182,5		424	388	62	100	
										3

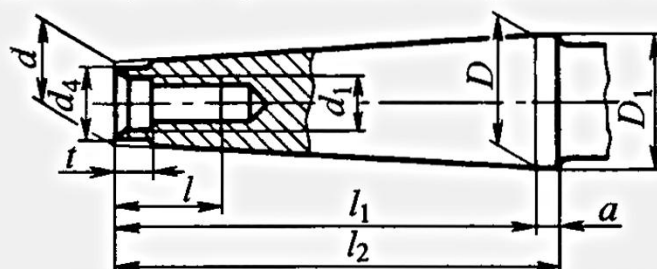
* Максимальное допускаемое отклонение положения основной плоскости, в которой находится диаметр, от ее теоретического положения.

1.23. Основные размеры, мм, наружных инструментальных конусов Морзе и метрических. ГОСТ 25557-2006

Для конусов с лапкой. Тип ВЕ



Для конусов с резьбовым отверстием. Тип АЕ



Размеры, мм	Обозначение конуса Морзе						
	0	1	2	3	4	5	6
Конус- ность	1:19,212 = =0,05205	1:20,047 = =0,04988	1:20,020 = =0,04995	1:19,992 = =0,05020	1:19,254 = =0,05194	1:19,002 = =0,05263	1:19,180 = =0,05214
D	9,045	12,065	17,780	23,825	31,267	44,399	63,348
a	3	3,5	5		6,5		8
D_1^*	9,2	12,2	18,0	24,1	31,6	44,7	63,8
d^*	6,4	9,4	14,6	19,8	25,9	37,6	53,9
d_1	—	M6	M10	M12	M16	M20	M24
d_2^*	6,1	9	14	19,1	25,2	36,5	52,4
d_3^{**} , не более	6	8,7	13,5	18,5	24,5	35,7	51
d_4 , не более	6	9	14	19	25	35,7	51
l_1 , не более	50	53,5	64	81	102,5	129,5	182
l_2 , не более	53	57	69	86	109	136	190
l_3 , не более	56,5	62	75	94	117,5	149,5	210
l_4 , не более	59,5	65,5	80	99	124	156	218

Окончание табл. 1.23

Размеры, мм	Обозначение конуса Морзе						
	0	1	2	3	4	5	6
<i>b</i>	3,9	5,2	6,3	7,9	11,9	15,9	19
<i>c</i>	6,5	8,5	10	13	16	19	27
<i>e</i> , не более	10,5	13,5	16	20	24	29	40
<i>l</i> , не менее	—	16	24	28	32	40	50
<i>R</i> , не более	4	5	6	7	8	10	13
<i>R</i> ₁	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4
<i>t</i> , не более	4	5	7		9	10	16
Конусность	1 : 20 = 0,05						
<i>D</i> —	4	6	80	100	120	160	200
<i>a</i>	2	3	8	10	12	16	20
<i>D</i> ₁ [*]	4,1	6,2	80,4	100,5	120,6	160,8	201,0
<i>d</i> [*]	2,9	4,4	70,2	88,4	10,6	143	179,4
<i>d</i> ₁	—		M30	M36		M48	
<i>d</i> ₂ [*]	—		69	87	105	141	177
<i>d</i> ₃ ^{**} , не более	—		67	85	102	138	174
<i>d</i> ₄ , не более	2,5	4	67	85	102	138	174
<i>l</i> ₁ , не более	23	32	196	232	268	340	412
<i>l</i> ₂ , не более	25	35	204	242	280	356	432
<i>l</i> ₃ , не более	—		220	260	300	380	460
<i>l</i> ₄ , не более	—		228	270	312	396	480
<i>b</i>	—		26	32	38	50	62
<i>c</i>	—		24	28	32	40	48
<i>e</i> , не более	—		48	58	68	88	108
<i>l</i> , не менее	—		65	80		100	
<i>R</i> , не более	—		24	30	36	48	60
<i>R</i> ₁	—		50		6	8	10
<i>t</i> , не более	2	3	24	30	36	48	60

* Размер является теоретическим и зависит от диаметра D и номинальных размеров a , l_1 и l_3 .

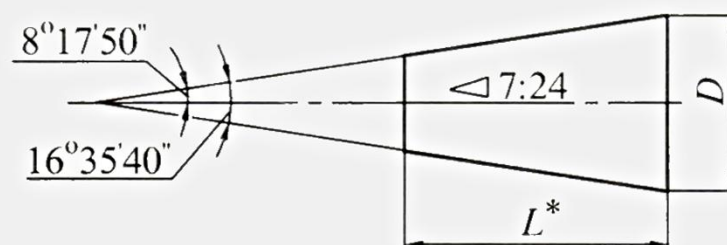
** Размер может по длине превышать размер c при условии, что $c_{\max} = e$.

Тип конуса	Обозначение конуса	Длина измерения угла конуса L, мм	Предельные отклонения угла конуса, мкм, на длине конуса								Предельные отклонения формы конуса, мкм											
			Степень точности								Непрямолинейность образующей				Некруглость							
AT4	AT5	AT6	AT7	AT8	AT4	AT5	AT6	AT7	AT8	AT4	AT5	AT6	AT7	AT8								
Укороченный	B7	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	B10	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	B12	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	B16	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	B18	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	B22	45,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	B24	55,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	B32	57,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	B45	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

Примечания: 1. Отклонение угла конуса от нормального размера располагать: в "плюс" – для наружных конусов, в "минус" – для внутренних.

2. Отклонения по степени точности AT4 и AT5 указаны только для наружных конусов.

1.25. Основные размеры, мм, конусов шпинделей и оправок с конусом 7:24. ГОСТ 15945–82

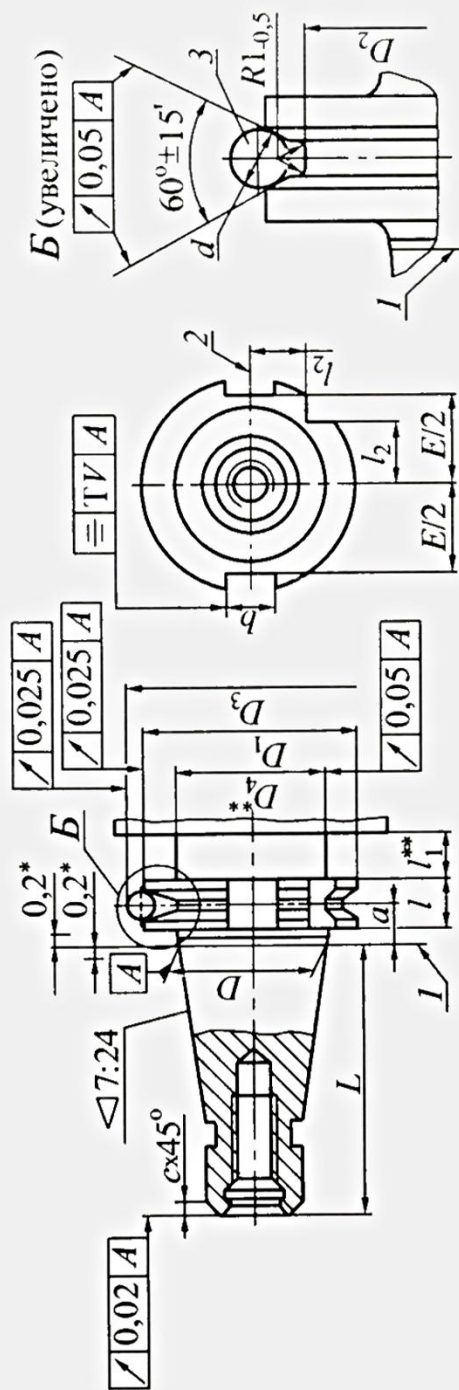


* Размер для справок.

Обозначение конуса	D	L	Обозначение конуса	D	L
10	15,87	21,8	50	69,85	103,7
15	19,05	26,9	55	88,90	132,0
25	25,40	39,8	60	107,95	163,7
30	31,75	49,2	65	133,35	200,0
35	38,10	57,2	70	165,10	247,5
40	44,45	65,6	75	203,20	305,8
45	57,15	84,8	80	254,00	390,8

Разработка конструкций приспособлений, максимально унифицированных для различных типов станков, привела к созданию конструкций концов шпинделей и оправок с укороченными конусами с конусностью 7:24 (см. табл. 1.31). Основные диаметры конусов соответствуют ряду по ГОСТ 15945–82 (см. табл. 1.25), однако длина конического соединения уменьшена на 60 %. Это позволяет уменьшить силу затягивания конуса оправки в шпинделе при достаточном давлении в коническом соединении и тем самым снизить деформацию "раздувания" шпинделя и его износ. Одновременно решается проблема создания единых конструкций патронов и оправок для сверл, фрез и другого подобного инструмента для многоцелевых станков, как для обработки деталей типа тел вращения, так и для обработки призматических деталей.

1 — основная плоскость;
2 — база отсчета для определения положения режущей кромки инструмента;
3 — измерительный ролик



* Предельное отклонение положения основной плоскости.

**** Размеры определяют пространство для захвата инструмента.**

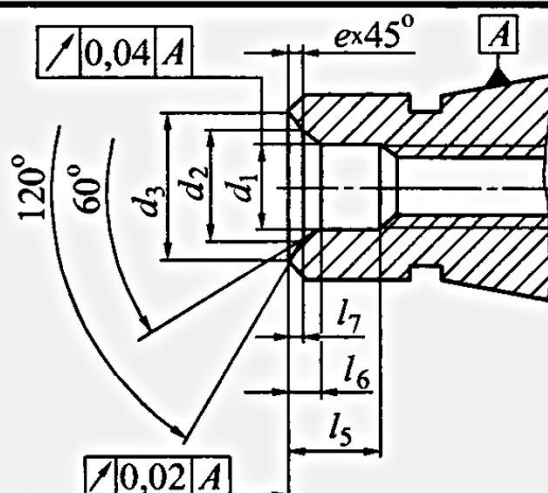
*** Размер для справок.

Конус 7:24	D	D_1 $\pm 0,15$	$D_2 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,5 \end{pmatrix}$	$D_3, h8$	D_4 , не более	d , js5	L , h11	l $\pm 0,1$	l_1 , не менее	$l_2 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,3 \end{pmatrix}$	a $\pm 0,1$	b , H12	$E/2$, не более	V	c
30	31,75	50	46	55,07	44	4	68,4	8	8	15,5	5,6	16,1	16,2	0,12	0,2
40	44,45	63	58	69,34	55	5	93,4	10	10	18,5	6,6		22,5		0,4
45	57,15	80	74	87,61	68	6	106,8	12	13	24,0	9,2	19,3	29,0		0,6
50	69,85	100	94	107,61	85		126,8		16	30,0		25,7	35,3	0,20	

Примечания:

1. Канавка для выхода шлифовального круга – по ГОСТ 8820–69 (в ред. 1981 г.).
2. По согласованию с потребителем допускается:
 - между базовым диаметром и фланцем изготавливать канавку для выхода шлифовального круга глубиной по ГОСТ 8820–69 (в ред. 1981 г.), ширина канавки для конусов 30 и 40 – 1,6 мм, для конусов 45 и 50 – 3,0 мм;
 - увеличение размера l до значения, не превышающего $l + l_1$, при этом пазы под шпонку шириной b могут изготавливаться несквозными с параллельными сторонами длиной не менее значения l ;
 - изготовление паза с размером l_2 .
3. Неуказанные размеры соответствуют размерам концов оправок сверлильных, расточных и фрезерных станков (табл. 1.11, исполнение 5). Размеры и форма центрального отверстия приведены в табл. 1.27.

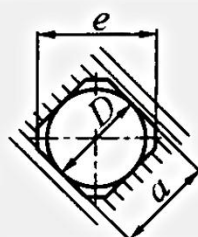
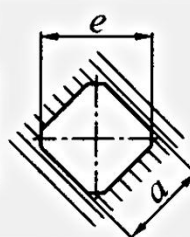
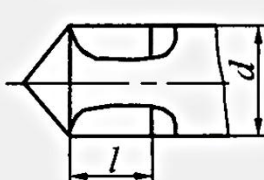
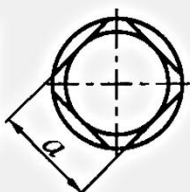
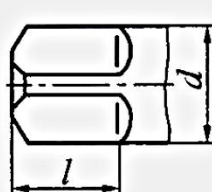
1.27. Основные размеры, мм, и форма центрального отверстия для конусов с конусностью 7:24



Обозначение конуса	d_1 , Н9	d_2 , не более	d_3 , не менее	l_5	l_6	l_7	e'
30	13	14,2	15,6	6	1,4	0,4	0,2
40	17	18,5	20,5	8	1,9	0,6	0,4
45	21	23,0	27,0	10	2,8	1,0	
50	25	27,0	31,0	11			0,6
55							
60	31	—	38,0	14	3,7		1,0
70	50		57,0	18			

Примечание. Допускается в пределах размера l_5 на диаметре d_1 выполнять канавки для выхода шлифовального круга.

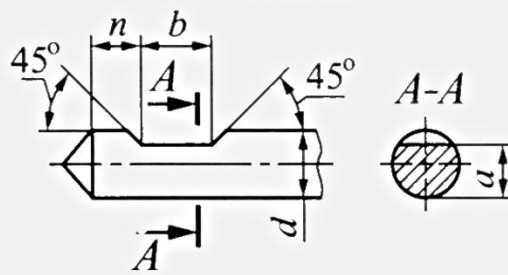
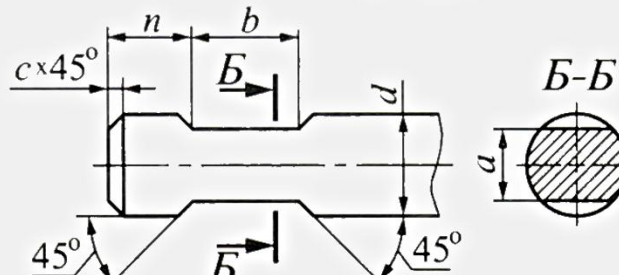
1.28. Основные размеры, мм, хвостовиков инструментов.
Диаметры и квадраты. ГОСТ 9523–84 (в ред. 1992 г.)

Для $d \leq 10$ мм

a	l	d			e, не менее	D, не более
		св.	до	предпочтительный		
2,50	5	3,0	3,35	3,15	3,42	—
2,80		3,35	3,75	3,55	3,82	
3,15	6	3,75	4,25	4,0	4,32	
3,55		4,25	4,75	4,5	4,82	
4,0	7	4,75	5,3	5,0	5,37	
4,5		5,30	6,0	5,6	6,07	
5,0	8	6,0	6,7	6,3	6,79	
5,6		6,7	7,5	7,1	7,59	
6,3	9	7,5	8,5	8,0	8,59	
7,1		8,5	9,5	9,0	9,59	
8,0	10	9,5	10,6	10,0	10,71	
9,0		10,6	11,8	11,2	11,91	
10,0	11	11,8	13,2	12,5	13,31	
11,2		13,2	15,0	14,0	15,11	
12,5	12	15,0	17,0	16,0	17,11	
14,0		17,0	19,0	18,0	19,13	
16,0	13	19,0	21,2	20,0	21,33	
18,0		21,2	23,6	22,4	23,73	
20,0	14	23,6	26,5	25,0	26,63	21,25
22,4		26,5	30,0	28,0	30,13	23,5
25,0	15	30,0	33,5	31,5	33,66	26,5
28,0		33,5	37,5	35,5	37,66	30,0
31,5	16	37,5	42,5	40,0	42,66	33,5
35,5		42,5	47,5	45,0	47,66	37,5
40,0	17	47,5	53,0	50,0	53,19	42,5
45,0		53,0	60,0	56,0	60,19	47,5
50,0	18	60,0	67,0	63,0	67,19	53,0
56,0		67,0	75,0	71,0	75,19	60,0
63,0	19	75,0	85,0	80,0	85,22	67,0
71,0		85,0	95,0	90,0	95,22	75,0
80,0	20	95,0	106,0	100,0	106,22	85,0

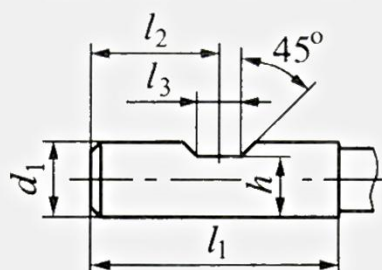
Примечание. Поле допуска размера a: для хвостовика – h12; для отверстия – D11.

1.29. Основные размеры, мм, хвостовиков инструментов с лыской

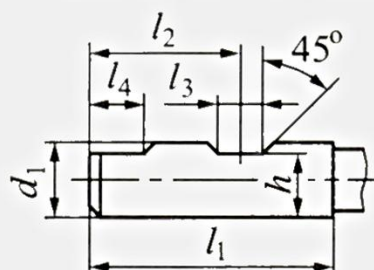
$d \leq 3,55$				$d > 3,55$			
							
d			$a, h11$	$n, h16$	$b, H16$	c	
свыше	до	средний					
1,90	2,12	2,0	1,80	3	6	—	
2,12	2,36	2,24	2,0				
2,36	2,65	2,50	2,24				
2,65	3,0	2,80	2,50				
3,0	3,35	3,15	2,80				
3,35	3,75	3,55	3,15				
3,75	4,25	4,0	3,15	5	6	—	
4,25	4,75	4,50	3,35		8		
4,75	5,30	5,0	4,0				
5,30	6,0	5,60	4,50				
6,0	6,70	6,30	5,0				
6,70	7,50	7,10	5,60				
7,50	8,50	8,0	6,30	7	10	0,5	
8,50	9,50	9,0	7,10				
9,50	10,60	10,0	8,0				
10,60	11,80	11,20	9,0				
11,80	13,20	12,50	10,0	9	12	1,0	
13,20	15,0	14,0	11,20				
15,0	17,0	16,0	12,50				
17,0	19,0	18,0	14,0				
19,0	21,20	20,0	16,0				
21,20	23,60	22,40	18,0				
23,60	26,50	25,0	20,0	11	16		
26,50	30,0	28,0	22,40				
30,0	33,50	31,50	25,0	14		1,5	
33,50	37,50	35,50	28,0				
37,50	42,50	40,0	31,50				

1.30. Размеры, мм, цилиндрических хвостовиков фрез с лыской
(по стандарту ИСО 3338-11-77, ИСО 3338-2-85)

Исполнение 2
(для $d_1=6...20$ мм)

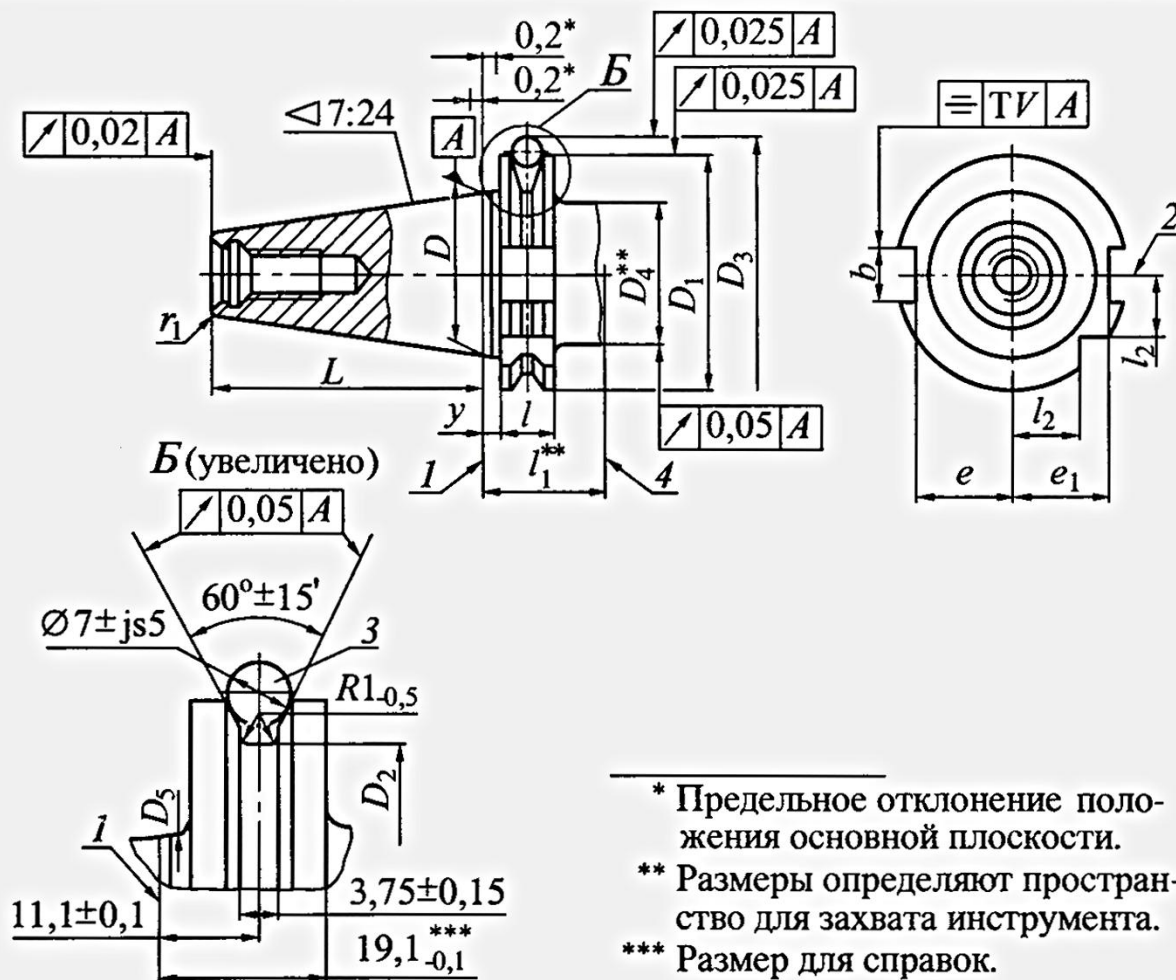


Исполнение 3
(для $d_1=25...63$ мм)



$d_1, h6...$	$l_1 \begin{pmatrix} +2 \\ 0 \end{pmatrix}$	$l_2 \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix}$	$l_3 \begin{pmatrix} +0,05 \\ 0 \end{pmatrix}$	$l_4 \begin{pmatrix} +1 \\ 0 \end{pmatrix}$	$n \begin{pmatrix} 0 \\ -0,4 \end{pmatrix}$
6	36	18	4,2	—	4,8
8			5,5		6,6
10			7,0		8,4
12			8,0		10,4
16			10,0		14,2
20	50	25	11,0	17	18,2
25	56	32	12,0		23,0
32	60	36	14,0	19	30,0
40	70	40			38,0
50	80	45	18,0	23	47,8
63	90	50			60,8

1.31. Основные размеры, мм, хвостовиков инструментов с конусом 7:24. ГОСТ 25827-93. Исполнение 2



1 — основная плоскость; 2 — база отсчета для определения положения режущей кромки инструмента; 3 — измерительный ролик; 4 — зона крепления инструмента

Конус 7:24	D	$D_1 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,1 \end{pmatrix}$	$D_2 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,5 \end{pmatrix}$	$D_3 \pm 0,05$	D_4 , не более	$L \begin{pmatrix} 0 \\ -0,3 \end{pmatrix}$	l
30	31,75	46,05	39,25	54,85	46,05	47,80	15,9
40	44,45	63,55	56,25	72,30	50,00	68,40	
45	57,15	82,55	75,25	91,35	63,00	82,70	
50	69,85	97,50	91,25	107,25	80,00	101,75	

Окончание табл. 1.31

Конус 7:24	l_1 , не менее	$l_2 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,3 \end{pmatrix}$	b , Н12	$e \begin{pmatrix} 0 \\ -0,4 \end{pmatrix}$	$e_1 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,4 \end{pmatrix}$	$y \pm 0,1$	$r_1 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,5 \end{pmatrix}$	V
30	35	15,5	16,1	16,4	19,0	3,2	0,75	0,10
40		18,5		22,8	25,0		1,20	
45		24,0	19,3	29,1	31,3		2,00	0,12
50		30,0	25,7	35,5	37,3		2,50	

Примечания: 1. Величина диаметра цилиндрической части D_5 должна удовлетворять следующему соотношению: $D \leq D_5 \leq D + 0,05$.

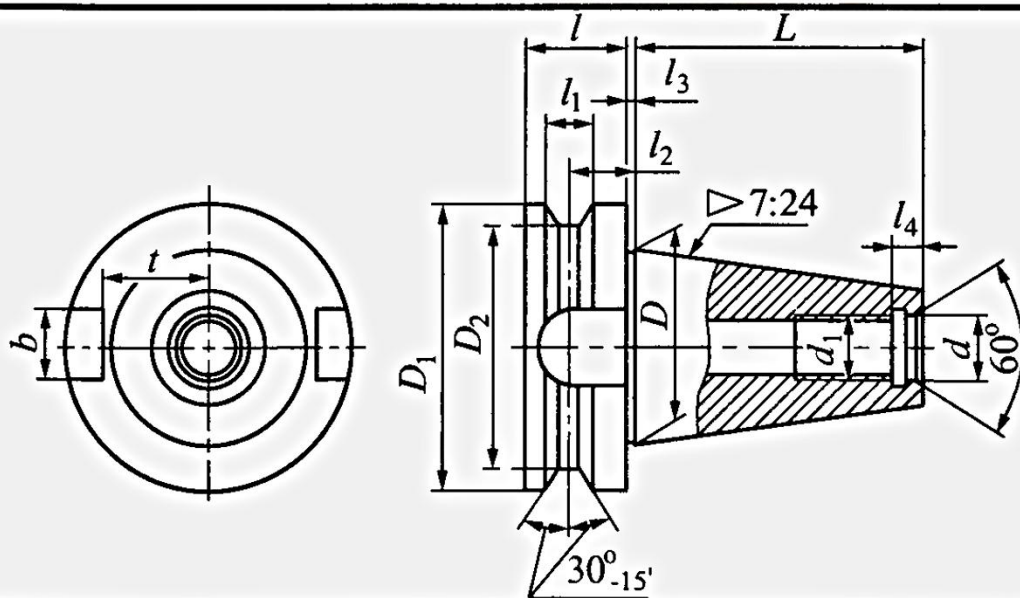
2. По согласованию с потребителем допускается:

– между базовым диаметром и фланцем изготовлять канавку для выхода шлифовального круга глубиной по ГОСТ 8820–69 (в ред. 1981 г.). Ширина канавки для конусов 30 и 40 – 1,6 мм, для конусов 45 и 50 – 3,0 мм;

– увеличение размера l при условии выполнения соотношения $y + l \leq l_1$, при этом пазы под шпонку шириной b могут быть несквозными с параллельными сторонами длиной не менее значения l ;

– изготовление паза с размером l_2 .

1.32. Основные размеры, мм, концов оправок по стандарту Японии MAS 403

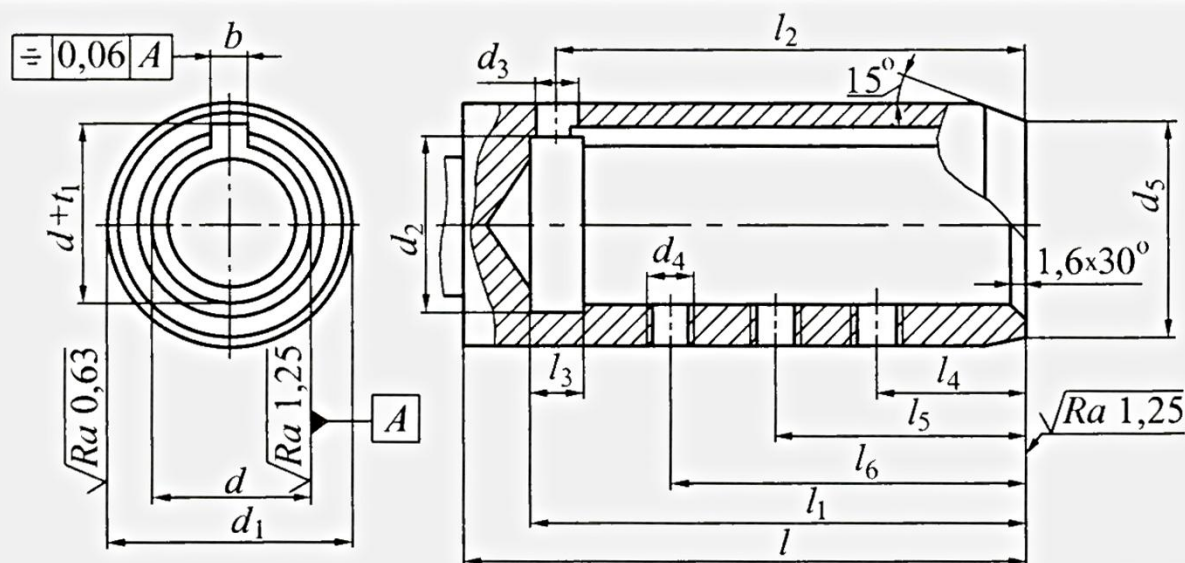


Конус 7:24	D	$D_1 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,05 \end{pmatrix}$	D_2	d , H8	d_1 , H7	$L \pm 0,2$
40	44,65	63	53	17	M16	65,4
50	69,85	100	85	25	M24	101,8

Окончание табл. 1.32

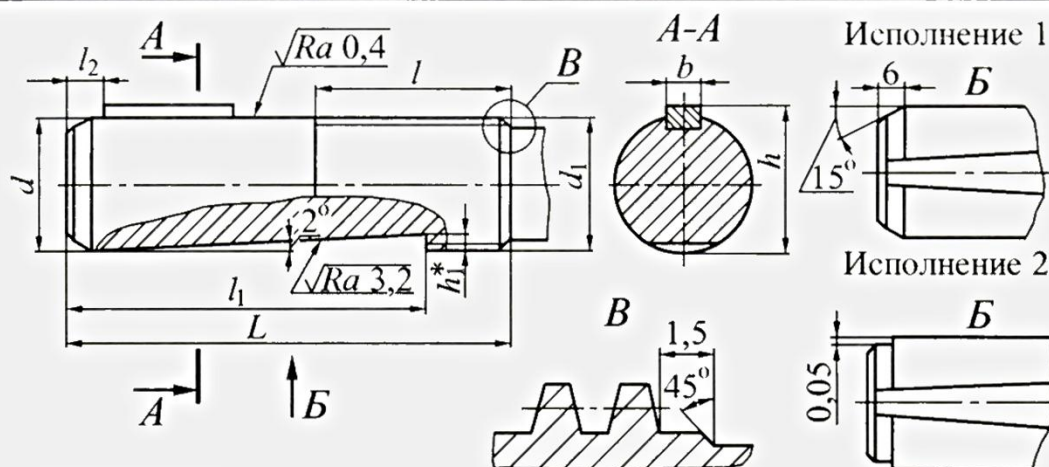
Конус 7:24	l	$l_1 \pm 0,1$	$l_2 \pm 0,1$	$l_3 \pm 0,4$	l_4	$b \left(\begin{smallmatrix} +0,18 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$	$t \pm 0,1$
40	25	10	16,6	2	8	16,1	22,5
50	35	15	23,2	3	11	25,7	35,3

1.33. Основные размеры, мм, на концы шпинделей под цилиндрические регулируемые хвостовики. ГОСТ 13876–87 (в ред. 1989 г.)



Размер	$d, H7$		
	28	36	48
$d_1, g6$	40	50	67
d_2	28,6	36,6	48,6
d_3	8	10	12
$d_4, H6$	M10 × 1	M12 × 1,25	M12 × 1,25
d_5	39	49	66
l , не менее	100	128	152
l_1 , не менее	85	106	129
l_2	80	101	123
l_3	10	12	14
l_4	23	28	40
$l_5 \pm 0,1$	38	45	57
l_6	53	62	74
$b, P9$	6	8	10
$(d + t_1) \pm 0,1$	29,7	37,7	50,1

1.34. Основные размеры, мм, на цилиндрические регулируемые хвостовики. ГОСТ 26540–85



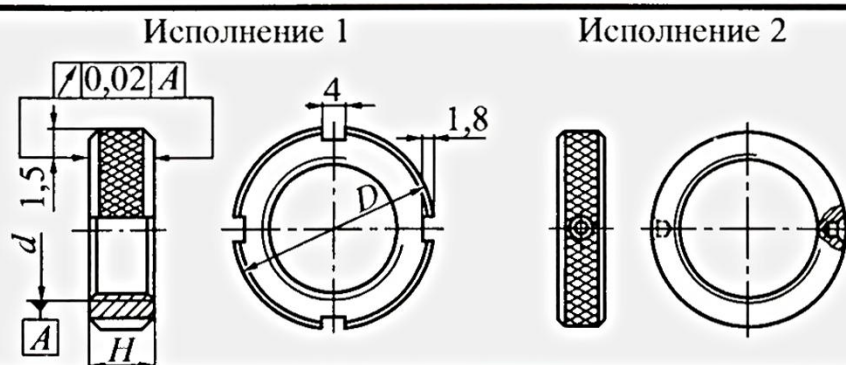
* Размер для справок.

$d, h6$	d_1	L	l	l_1	l_2	$d, h6$	$b, p9/h9$	H		h_1	Шпонка ГОСТ 23360–78 (в ред. 1991 г.)
								но- мин.	пред. откл.		
28	Tr 28×2	95	42	77	7	28	6	29,5	–0,25	2,8	6×6
36	Tr 36×3	118	50	90	8	36	8	37,5	–0,35	4,0	8×7
48	Tr 48×3	144	65	113	10	48	10	49,9		4,7	10×8

Примечания: 1. Допускается изготавливать цилиндрические регулируемые хвостовики с резьбой диаметром d_1 по всей длине L .

2. Резьба трапецеидальная – по ГОСТ 24737–81. Допуски на резьбу – по ГОСТ 9562–81.

1.35. Основные размеры, мм, на стопорные гайки. ГОСТ 26540–85



d	D	H
Tr 28×2	39,6	12
Tr 36×3	49,6	14
Tr 48×3	66,6	

Примечание. Резьба трапецеидальная – по ГОСТ 24737–81. Допуски на резьбу – по ГОСТ 9562–81.

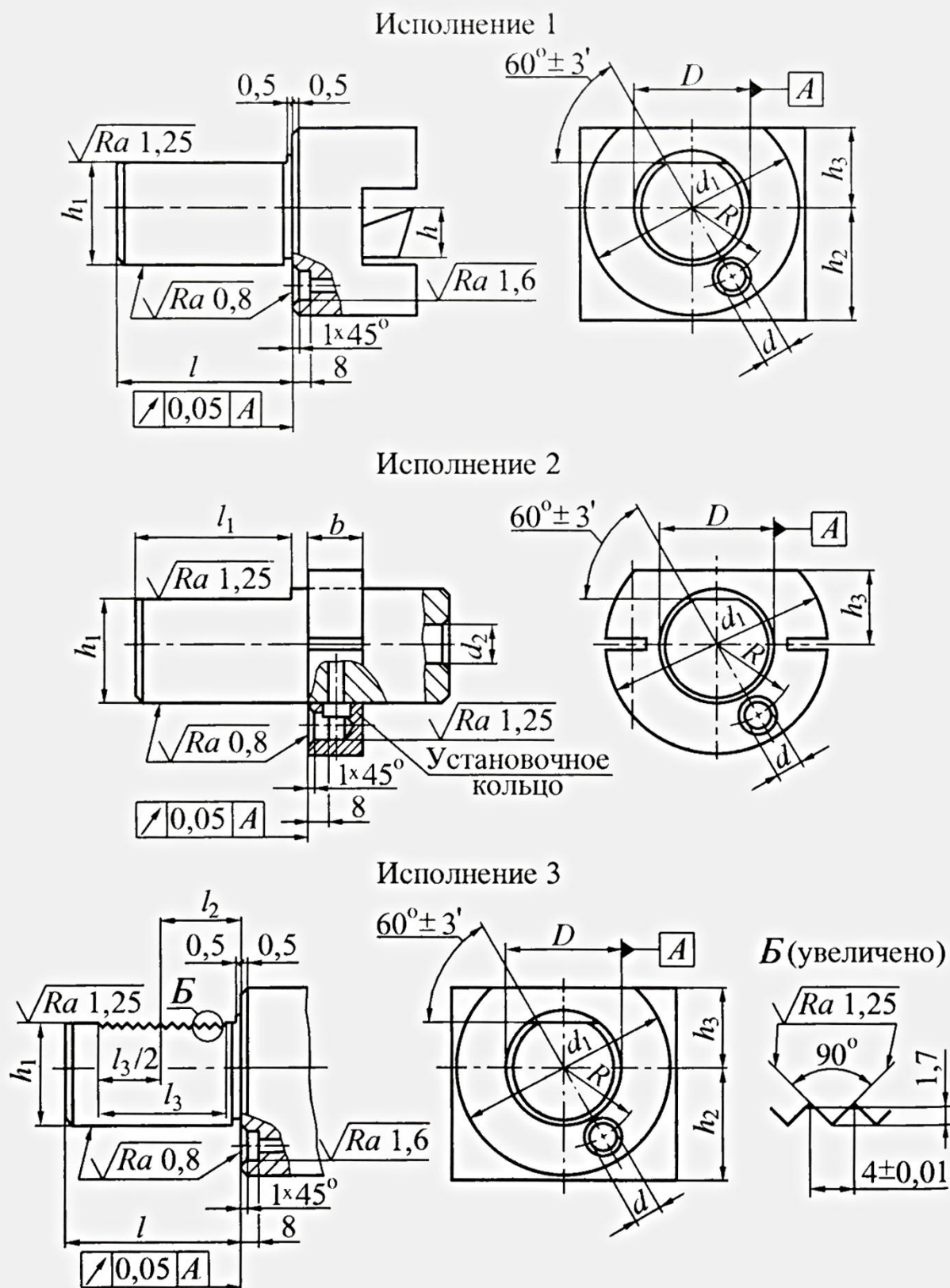


Рис. 1.2. Хвостовики державок цилиндрические для токарных станков с ЧПУ

1.36. Хвостовики державок цилиндрические для токарных станков с ЧПУ.
ГОСТ 24900-81 (см. рис. 1.2)

Размеры, мм

Высота реза h или диаметр отверстия d_2 для инструмента	$D, h6$	$D, H8$	d_1	l	l_1	$l_2 \begin{pmatrix} -0,25 \\ -0,35 \end{pmatrix}$	l_3	$h_1 \pm 1$	h_2	h_3	$R \pm 0,02$	b
16	30; 32	14	68	55	50	30	48	27; 29	35	28	25	18
	40		83	63	58				42,5	32,5		
20	50	16	98	78	78	36	56	45	50	35	37	22
25	60		123	94	80	44		55	62,5	42,5	48	
32	80	20	158	124	110	60	80	72	80	55	65	25
40												

Примечания:

- 1. Допускается изготавливать отверстия диаметром $d_2 = 28, 36$ и 48 мм.
- 2. Неуказанные предельные отклонения: валов $h14$, отверстий $H14$, остальных поверхностей $\pm \frac{IT14}{2}$.
- 3. Цилиндрические хвостовики исполнения 3 имеют предпочтительное применение.
- 4. При применении штифта некруглого сечения допуск на размер R должен быть не более $\pm 0,05$ мм.

Глава 2

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ СВЕРЛ

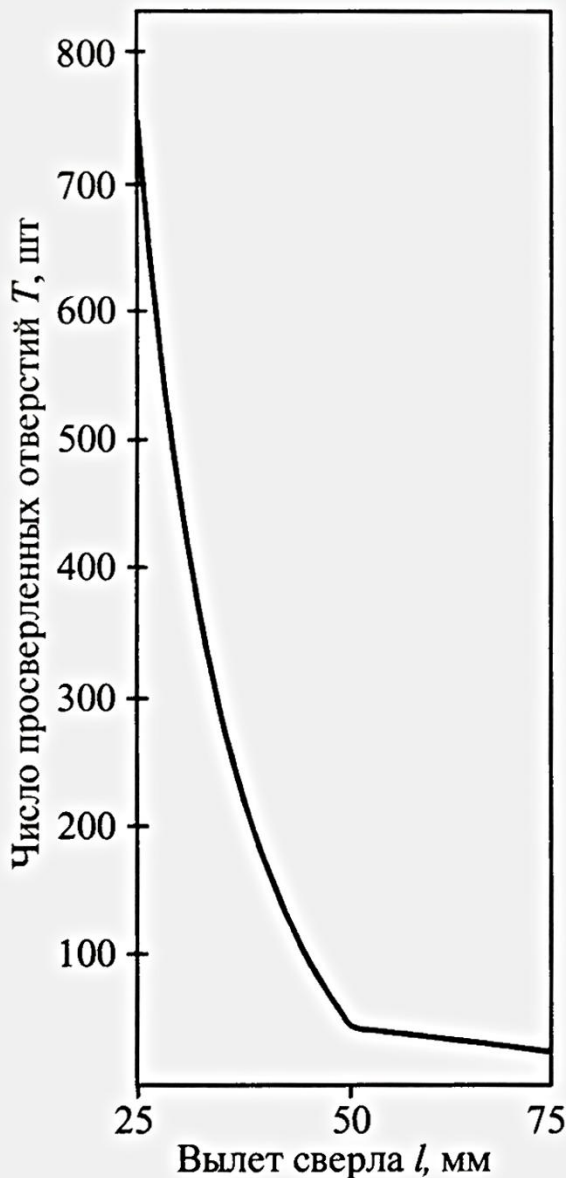


Рис. 2.1. Зависимость стойкости T сверла $\varnothing 6,4$ мм от его вылета (сверление стали 30ХГСА с частотой вращения $n = 1750 \text{ мин}^{-1}$ и подачей $S_0 = 0,30 \text{ мм/об}$)

Характеристики приспособлений для сверл должны соответствовать возникающим в процессе сверления силам резания и их моментам, а также обеспечивать заданную точность обработки.

Осевая сила P_o , МН, и крутящий момент $M_{кр}$, МН·м, при сверлении материалов с твердостью 180...220 НВ могут быть рассчитаны по формулам

$$P_o = 91,2 S_o^{0,8} d^{0,8} + 4,3 d^2, \quad (2.1)$$

$$M_{кр} = 40 S_o^{0,8} d^{1,8}, \quad (2.2)$$

где d_1 — диаметр сверла, м; S_o — подача, м/об.

Выбор требуемой точности закрепления может быть сделан из соотношения величины разбивки отверстия ΔD , мм, с величиной биения ленточек сверла e при сверлении стали:

$$\Delta D \approx 8e. \quad (2.3)$$

Установленное соотношение между стойкостью быстрорежущих сверл T и их вылетом l из приспособления (рис. 2.1) показывает, что при прочих равных условиях предпочтение надо отдавать варианту закрепления с минимальным вылетом.

Классификация способов закрепления сверл приведена на рис. 2.2.

2.1. ПЕРЕХОДНЫЕ ВТУЛКИ

Разрезные конусные втулки (рис. 2.3) применяют для закрепления сверл с цилиндрическим хвостовиком и лапкой. Когда у инструмента диаметр конусного хвостовика превосходит диаметр режущей части, целесообразно заменить его цилиндрическим с разрезной конусной втулкой. При такой замене снижаются эксплуатационные расходы, уменьшаются габариты и металлоемкость инструмента, упрощается изготовление,

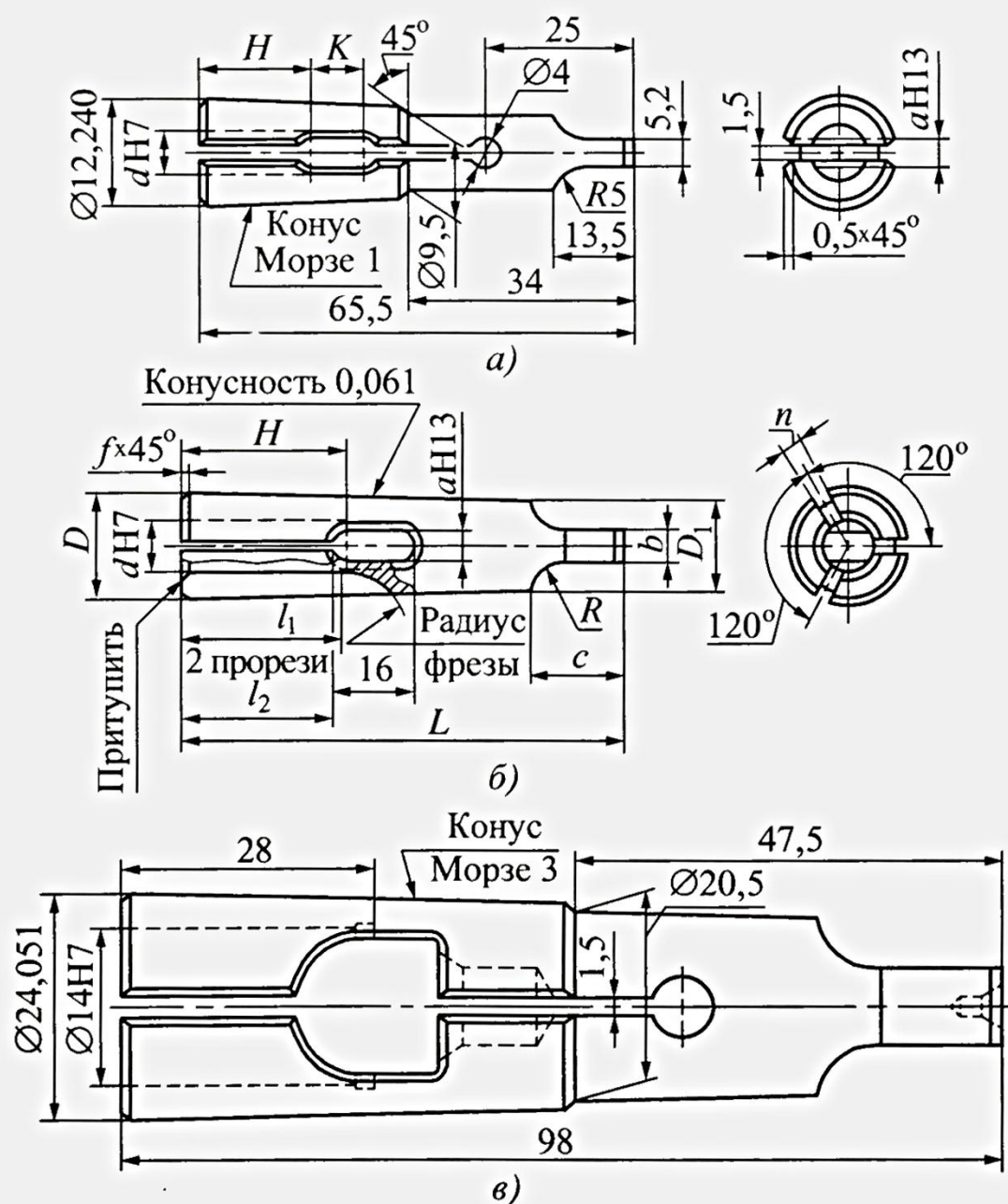


Рис. 2.3. Разрезная конусная втулка

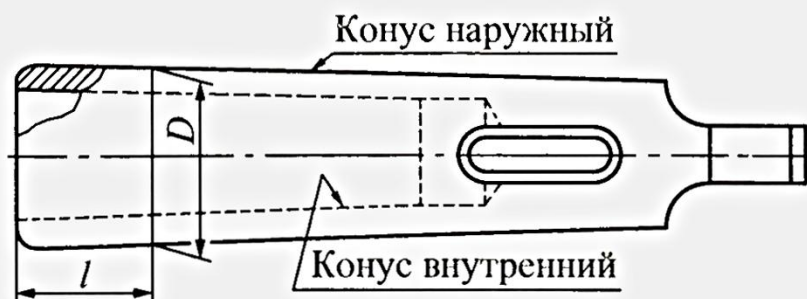
а также создается возможность извлечения инструмента через кондукторную втулку. Особенно рентабельна замена сверл диаметром 6...9 мм с хвостовиком Морзе 1 на сверла с цилиндрическим хвостовиком. Дополнительные затраты на конусную втулку (учитывая ее долговечность) незначительно снижают эффективность.

Сверла диаметром до 9 мм закрепляют в разрезной втулке Морзе 1, а инструмент диаметром свыше 9 до 12,7 мм – Морзе 2. Разрезные конусные втулки двухлепестковые (рис. 2.3, а) предназначены для хвостовиков диаметром до 5 мм, а трехлепестковые (рис. 2.3, б) – для хвостовиков диаметром свыше 5 мм. В первом случае конусность втулки совпадает, а во втором – несколько больше конусности гнезда.

Разновидность разрезной конусной втулки Морзе 3 для закрепления двустороннего центровочного сверла показана на рис. 2.3, в. Дополнительные вырезы и отверстие во втулке рассчитаны так, чтобы осевая сила и воспринимаемый сверлом крутящий момент не повреждали режущие кромки. Недостатком этой втулки является отсутствие осевого регулирования вылета сверла, что стремятся компенсировать регулированием хода шпинделя станка или вспомогательной втулки.

Для сверл с коническим хвостовиком применяют жесткие короткие (ГОСТ 13598–85 в ред. 1991 г.) и длинные (ГОСТ 13599–78 в ред. 1985 г.) втулки с наружным конусом Морзе (табл. 2.1 и 2.2). На станках с ЧПУ, агрегатных станках и автоматических линиях используют втулки регулируемые (табл. 2.3 и 2.4) с цилиндрическим хвостовиком (см. табл. 1.34), которые закрепляются или в соответствующих шпинделях (см. табл. 1.33), или в державках (табл. 2.5).

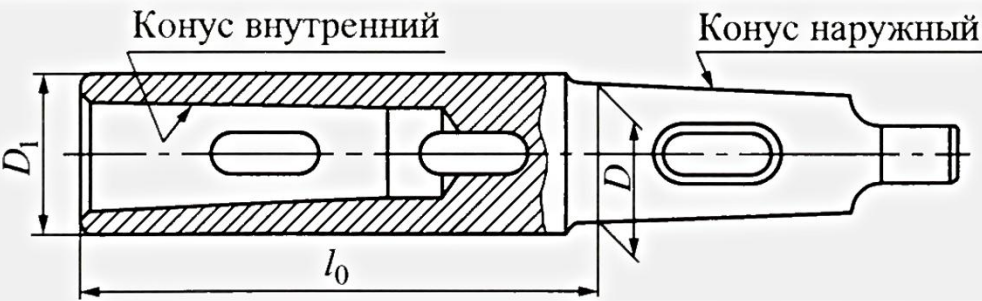
2.1. Втулки переходные короткие для инструмента с коническим хвостовиком, мм



Окончание табл. 2.1

Обозначение	Конусы				<i>l</i>	<i>D</i>	
	наружный		внутренний				
6100-0141	Морзе	2	Морзе	1	15,0	17,780	
6100-0142		3			4,0	23,825	
6100-0143				2	18,0		
6100-0144		4			5,5	31,267	
6100-0145				3	22,5		
6100-0146		5			6,5	44,399	
6100-0147				4	20,5		
6100-0148		6			8,0	63,348	
6100-0149				5			
6102-0061	Метри- ческий	80	Метрический		6	60,0	80
6102-0062				30,0			
6102-0063		10 0		80	60,0	100	
6102-0064					Метрический		
6102-0065		12 0		Морзе	6	12,0	120
6102-0066				Метрический	80		
6102-0067					100		

2.2. Втулки переходные длинные для инструмента с коническим хвостовиком, мм



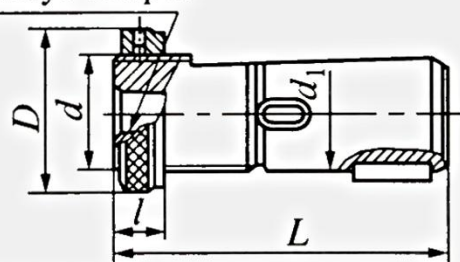
Обозначение	Конусы				l_0	D	D_1
	наружный		внутренний				
6100-0151	Морзе	2	Морзе	1	85,0	17,780	20
6100-0152				2	100,0		30
6100-0153		3	Морзе	1	81,0	23,825	20
6100-0154				2	101,0		30
6100-0155				3	121,0		36

Окончание табл. 2.2

Обозначение	Конусы				l_0	D	D_1
	наружный		внутренний				
6100-0156	Морзе	4	Морзе	2	97,5	31,267	30
6100-0157				3	122,5		36
6100-0158				4	147,5		48
6100-0159		5		3	120,5	44,399	36
6100-0160				4	150,5		48
6100-0161				5	185,5		63
6100-0162		6		4	145,0	63,348	48
6100-0163				5	180,0		63
6102-0081					180,0		
6102-0082	Метри- ческий	80	Морзе	6	240,0	80,0	80
6102-0083				5	190,0		63
6102-0084		100		6	250,0	100,0	
6102-0085			Метри- ческий	80	260,0		100
6102-0086			120	Морзе	6		250,0
6102-0087		Метри- ческий		80	260,0	100	
6102-0088		Метри- ческий		100	300,0	120	

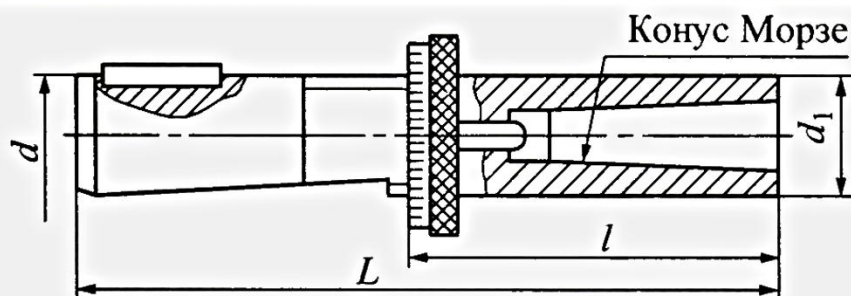
2.3. Втулки регулируемые короткие с внутренним конусом Морзе, мм

Конус Морзе



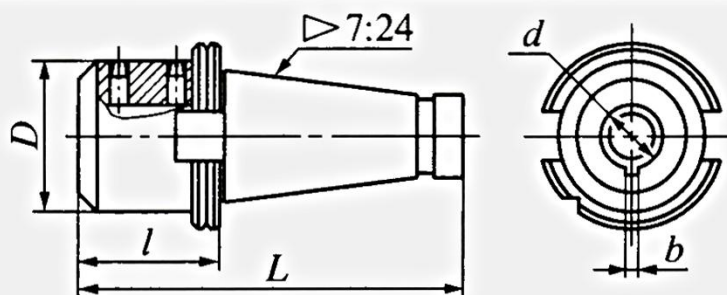
Обозначение	d	D	d_1 , g5	L	l	Конус Морзе
191836021	Tr 28×2	39,6	28	95	13...38	1
191836022						2
191836031	Tr 36×3	49,6	36	118	14...59	1
191836032						2
191836033						3
191836044	Tr 48×3	66,6	48	144	18...63	4

2.4. Втулки регулируемые длинные с внутренним конусом Морзе, мм



Обозначение	d	d_1	L	l	Конус Морзе
191836221	28	25	120	37...62	1
191836222					2
191836321			145	62...87	1
191836322					2
191836421			170	87...112	1
191836422					2
191836521			195	122...137	1
191836522					2
191836231	36	32	148	44...79	1
191836232					2
191836233					3
191836333			178	74...109	1
191836332					2
191836333					3
191836431			208	104...139	1
191836432					2
191836433					3
191836531			238	134...169	1
191836532					2
191836533					3
191836244	48	44	184	58...103	1
191836344					3
191836444					4

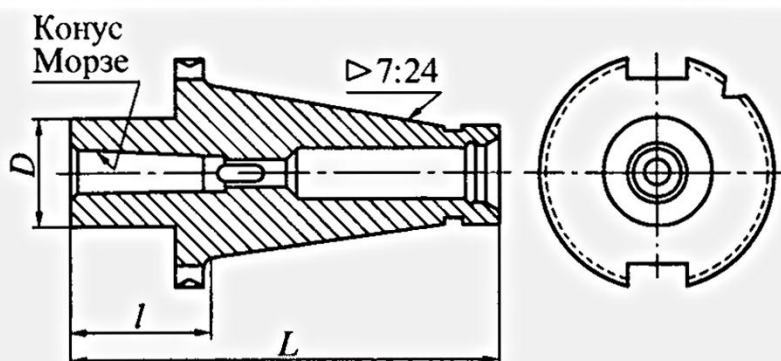
2.5. Державки для регулируемых патронов, втулок и оправок, мм



Обозначение	Конус 7:24	d , H6	D	L	l	b , C11
191112031	40	28	50	168,4	75	6
191112041		36	63	213,4	120	8
191112051	50	36	63	201,8	75	8
191112053		48	80	246,8	120	10

На станках со шпинделем, имеющем внутренний конус 7:24, сверла с конусами Морзе устанавливаются через соответствующие переходные втулки (табл. 2.6).

2.6. Втулки с конусом 7:24 для инструмента с конусом Морзе, мм



Конус 7:24	Конус Морзе	D	l	L
40	2	50	50	143,4
	3		80	173,4
	4			171,8
50	2	55	60	186,8
	3	63		
	4			

Перечисленные державки и втулки изготавливает Оршанский инструментальный завод.

2.2. КУЛАЧКОВЫЕ ПАТРОНЫ

Кулачковые патроны являются универсальными приспособлениями, позволяющими производить закрепление инструмента в широком диапазоне. Такая универсальность обеспечивается подвижностью закрепляющих кулачков, которые с помощью специального механизма могут перемещаться одновременно на одинаковое относительно большое расстояние. Имеется несколько конструктивных разновидностей кулачковых патронов.

Трехкулачковые сверлильные патроны, в которых инструмент закрепляют с помощью ключа, получили широкое распространение.

Сверлильный трехкулачковый патрон (рис. 2.4) состоит из корпуса 2, втулки 3, кулачков 6 и кольца 4. На верхней части кулачков нарезана резьба, сопрягающаяся с резьбой на кольце 4. Кольцо запрессовано во втулку 3, которую при закреплении сверла вначале вращают вручную, а затем ключом 5. На конце ключа 5 имеется шестеренка, которая входит в зацепление с зубьями на торце втулки 3. При повороте ключа поворачивается втулка вместе с кольцом. Кольцо навинчивается на кулачки, размещенные в трех наклонных пазах. Оси пазов сходятся в одной точке;

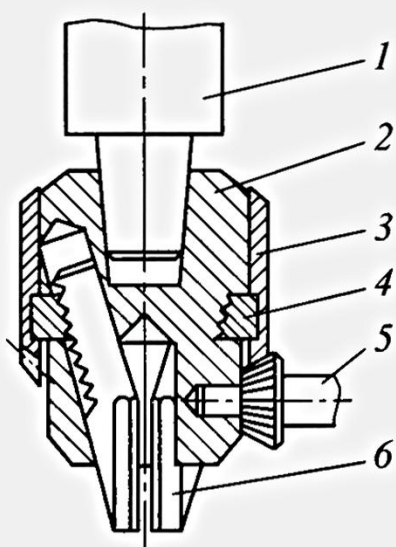


Рис. 2.4. Конструкция трехкулачкового сверлильного патрона с ключом

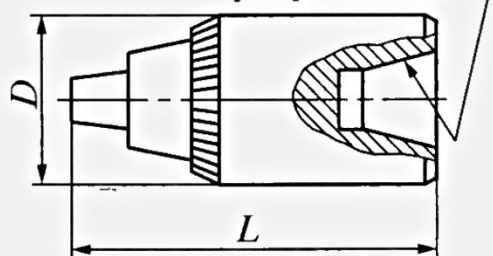
при перемещении кулачков концы их сближаются, центрируют и зажимают сверло. Чтобы освободить сверло, втулку следует повернуть в обратном направлении. Для установки в шпинделе станка патроны снабжаются оправками 1 с конусом Морзе (ГОСТ 2682–86).

Основные размеры трехкулачковых патронов с ключом должны отвечать требованиям ГОСТ 8522–79 (в ред. 1985 г.). Согласно этому стандарту они подразделяются на шесть типоразмеров и позволяют закрепление инструмента с диаметром хвостовика 0,5...16,0 мм (табл. 2.7, исполнение 1). Сверлильные патроны с ключом имеют ряд недостатков: необходимость применения ключа, быстрый износ кулачков, сравнительно малая точность центрирования силы закрепления инструмента во

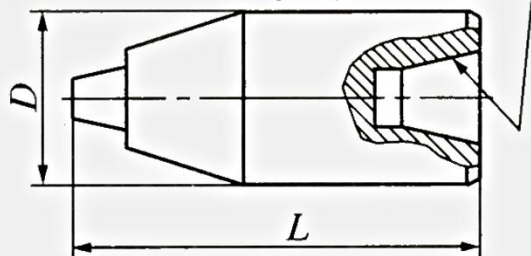
время его работы, возможность травмы о зубцы втулки. Поэтому при выборе вспомогательного инструмента предпочтение следует отдавать патронам другого типа, например бесключевым (табл. 2.7, исполнение 2).

2.7. Патроны сверлильные с ключом (ГОСТ 8522–79 (в ред. 1985 г.)) и без ключа (ГОСТ 15935–88) трехкулачковые, мм

Исполнение 1

Конус Морзе
укороченный

Исполнение 2

Конус Морзе
укороченный

С ключом

Без ключа

Типо-раз-мер	Диаметр хвостовика закрепляемого инструмента	D	L^*	Конус Морзе	Типо-раз-мер	Диаметр хвостовика закрепляемого инструмента	D	L^*	Конус Морзе
		не более					не более		
4	0,5...4,0	28	45	B10	4	0,5...4,0	25	52	B10
6	0,8...6,0	32	55		6	0,8...6,0	30	65	B12
		34	60	B12	10	1,0...10,	43	92	B16
9**	1,0...9,0	42	70		13	1,0...13,0	50	104	
10	1,0...10,0	45	80	B16	16	3,0...16,	56	110	B18
13	1,0...13	55	100						
16	3,0...16	65	110						

* При закрытых кулачках.

** Для ручных дрелей.

Сверлильные патроны трехкулачковые бесключевые, показанные на рис. 2.5, предназначены для закрепления сверл и других инструментов с диаметром хвостовика от 0,5 до 16 мм. Патроны инструмент рукой без ключа, хорошо центрируют инструмент и надежно удерживают его при работе. Патроны могут иметь хвостовик с конусом Морзе (рис. 2.5, а) или выполняются с внутренним укороченным конусом Морзе (рис. 2.5, б).

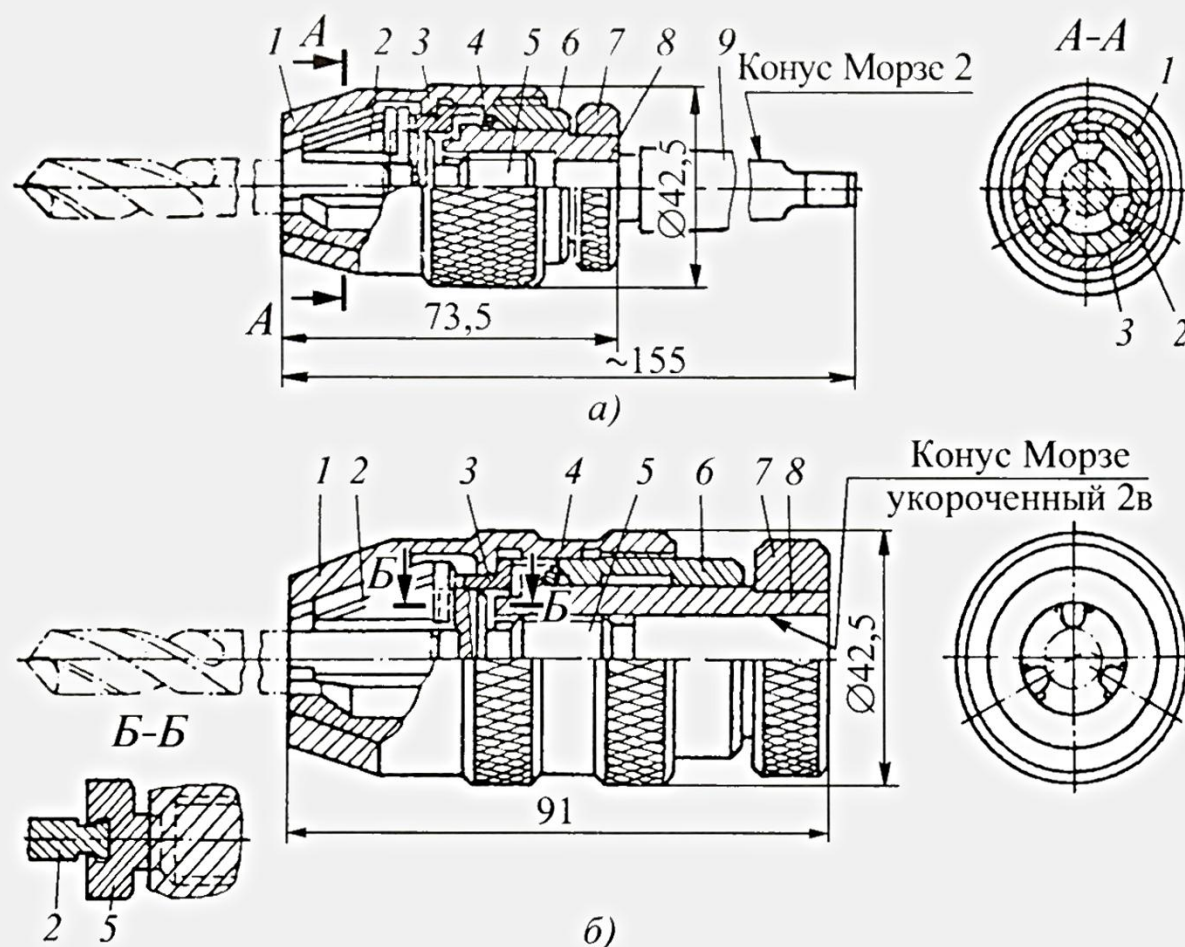


Рис. 2.5. Бесключевые сверлильные патроны

Корпус 1 патрона имеет на наружной поверхности сетчатую накатку. Внутри корпуса вставлена и втулкой 6 закреплена обойма 3, в трех пазах которой под углом 120° размещены кулачки 2. Своими Т-образными торцами кулачки 2 вставлены в Т-образные радиальные пазы головки винта 5. Винт связан со втулкой 8 левой резьбой. При вращении рукой корпуса 1 по часовой стрелке вместе с ним вращается обойма 3 с кулачками, находящимися в пазах обоймы. Кулачки своими торцами передают вращение на винт 5, который вывинчивается из втулки 8 и смещает кулачки в осевом направлении. Скользя по внутренней конической поверхности конуса, кулачки сближаются и закрепляют инструмент.

В процессе работы винт 5 под действием крутящего момента резания стремится вывернуться из втулки 8, что увеличивает силы, закрепляющие инструмент, а следовательно, и увеличивается надежность его крепления. Чтобы уменьшить силы трения при закреплении или раскреплении инструмента, между буртами втулки 8 и втулки 6 размещены ша-

рики 4. Благодаря шарикам легко осуществить раскрепление инструмента даже при очень сильном его закреплении.

Для смены инструмента корпус 1 поворачивается против часовой стрелки, при этом винт 5 ввинчивается во втулку 8 и Т-образными пазами головки тянет кулачки 2. Скользя заплечиками по пазам обоймы 3, кулачки размыкаются и освобождают инструмент. Кольцо 7, запрессованное на конце втулки 8, позволяет удерживать патрон при закреплении и раскреплении инструмента, а также предохраняет патрон от повреждений. При необходимости хвостовик 9 может быть запрессован в отверстие втулки 8.

За рубежом широкое распространение получили бесключевые патроны фирм Jacobs (США), Albrecht и Röhm (Германия). На рис. 2.6 представлен вариант такого патрона. В корпус 6 вставлена обойма 4. В трех пазах ее размещены под углом 120° три кулачка 7. В Г-образные пазы головки винта 5 входят Г-образные головки кулачков 7. Обойма 4 на торце бурта большего диаметра имеет выступ, заходящий в паз торца резьбового конца муфты 2. При вращении рукой корпуса 6 по часовой стрелке вместе с ним вращается обойма 4 и муфта 2; кулачки 7, находящиеся в пазах обоймы, вывинчивают из втулки 1 винт 5, имеющий левую резьбу. При этом винт выводит кулачки из корпуса. Скользя по внутренней конической поверхности корпуса, они сближаются и закрепляют сверло. В процессе сверления винт 5, стремясь вывинтиться под действием силы резания, увеличивает силы, закрепляющие сверло.

Чтобы уменьшить силу трения, между буртом втулки 1 и внутренним буртом муфты 2 вложено 30 шариков 3 диаметром 3 мм. С их помощью легко сменить инструмент, даже если он сильно зажат.

Патрон закрепляется в шпинделе станка через хвостовик, на конус которого надевается своим коническим отверстием втулка 1.

Для смены сверла необходимо корпус 6, цилиндрическая поверхность которого имеет накатку, повернуть в противоположную сторону; при этом винт 5 ввернется во втулку 1 и потянет радиальными Г-образными пазами кулачки 7. Скользя по пазам обоймы 4 запле-

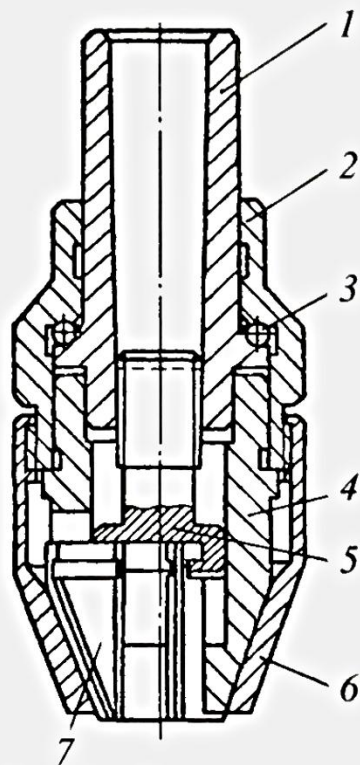
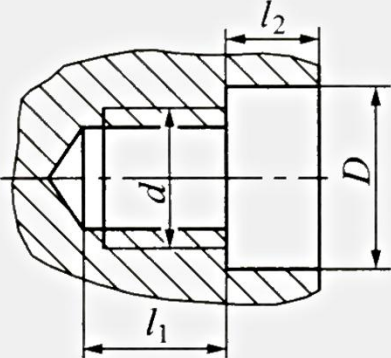


Рис. 2.6. Патрон фирмы Jacobs (США)

чиками, образованными на конических участках, они разомкнутся и освободят сверло.

Сверлильные патроны также изготавливают с резьбой взамен укороченных конусов Морзе, что вызвано недостаточной надежностью последних. Размеры резьбовых отверстий приведены в табл. 2.8.

2.8. Резьбовые отверстия для присоединения сверлильных патронов, мм

	d^*	D , не менее	l_1 , не менее	l_2	Типоразмер патрона
	3/8-24	9,67	14	3	6; 10
	1/2-20	12,85	15		10; 13

* d – диаметр резьбы (3/8"; 24 нитки на дюйм).

Разработаны [6] конструкции клиновых сверлильных патронов без ключа. Основной предпосылкой при создании патронов с использованием двухстороннего клина является обеспечение малых потерь на работу сил трения.

Высокоточный клиновый сверлильный патрон без ключа (рис. 2.7, а) состоит из корпуса 1, цилиндрической 5 и конусной 9 втулок, неподвижно связанных между собой с помощью резьбы; причем втулка 5 поджата к корпусу через шарики 4, снижающие потери на трение. В конусной втулке 9 размещены клинья 10, установленные в сепараторе 6 и головной части винта 8 диаметром d , связанного с корпусом через резьбу, обеспечивающую возможность осевого перемещения. В головной части винта 8 выполнены Т-образные наклонные пазы, в которых размещены зажимные клинья 10. В последних выполнены наклонные каналы под углом β , равным углу наклона пазов в головной части винта 8. Для облегчения смены инструмента на корпусе 1 может быть установлена с помощью винта 2 разрезная втулка 3. При вращении конусной втулки 9 на корпусе 1 посредством штифта 7 и сепаратора 6 зажимные клинья 10 вращают винт 8, в результате чего последний перемещается вдоль оси и перемещает клинья 10 относительно втулки 9 в продольных Т-образных

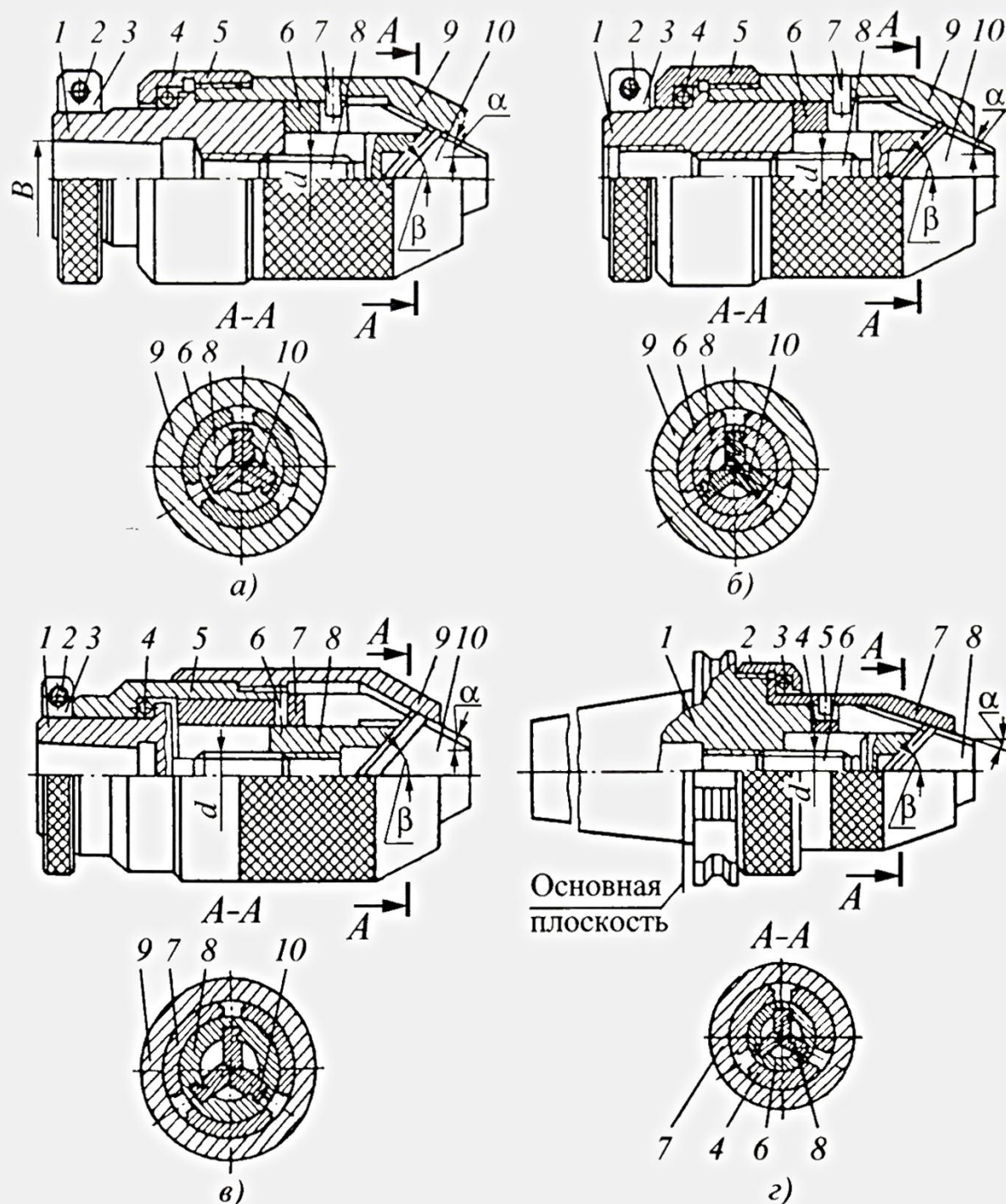


Рис. 2.7. Конструкция клиновых сверлильных патронов без ключа, с внутренними конусами Морзе (а, в), с соединительной резьбой (б) и с хвостовиками с конусом 7:24 (г)

пазах сепаратора 6. Таким образом клинья 10 расходятся, а при обратном вращении сходятся, закрепляя режущий инструмент. При работе под действием момента резания винт 8, выполненный с левой резьбой, стремится отжаться от корпуса 1, что приводит к дополнительному зажиму

режущего инструмента. Патрон (рис. 2.7, а) устанавливают в шпиндель станка в отверстие с конусом Морзе, а патрон (рис. 2.7, б) – посредством резьбы. Такие патроны предназначены для закрепления преимущественно сверл с цилиндрическим хвостовиком, а также зенкеров, разверток и других подобных инструментов. Кроме повышения коэффициента усиления преимуществом патронов является высокая радиальная точность зажима инструмента и повышенная технологичность конструкции.

Самый высокий коэффициент усиления при зажиме обеспечивает широкодиапазонный клиновой сверлильный патрон (рис. 2.7, в) вследствие увеличения осевого хода резьбовой втулки 8, которая неподвижно связана с втулкой 5, поджатой к корпусу 1 через шарики 4 разрезной втулкой 3, стянутой винтом 2. С помощью штифта 6 и сепаратора 7 зажимные клинья 10 закручивают втулку 8, в результате чего она перемещается по оси и перемещает клинья относительно втулки 9 в продольных пазах сепаратора. Клинья перемещаются радиально и закрепляют режущий инструмент. Такие патроны предназначены для зажима сверл с длинным цилиндрическим хвостовиком, а также зенкеров, разверток и других инструментов.

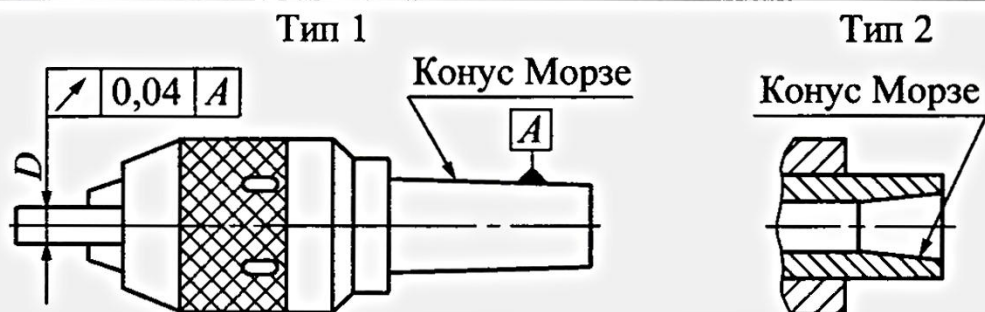
Широкодиапазонный клиновой сверлильный патрон (рис. 2.7, г) является вариантом исполнения патрона (рис. 2.7, а) и предназначен для оснащения станков с ЧПУ и многоцелевых типа "обрабатывающий центр". Корпус 1 выполнен в виде инструментальной оправки с хвостовиком конусностью 7:24. При вращении конусной втулки 7, поджатой к корпусу втулкой 2 через шарики 3 посредством штифта 5 и сепаратора 4, вращается и перемещается в осевом направлении винт 6. В результате зажимные клинья 8 расходятся или сходятся во втулке 7, закрепляя режущий инструмент.

Бесключевые сверлильные патроны, обеспечивающие точность закрепления до 0,04 мм, выпускаются Оршанским инструментальным заводом (табл. 2.9).

Наряду с централизованно выпускаемыми патронами на ряде машиностроительных заводов применяют и другие конструкции.

В трех-, четырех- и шестикулачковых патронах И.И. Чикирева закрепляют сверла диаметром от 1 до 12 мм (рис. 2.8). Инструмент вставляется в кулачки 1 до упора в поводковый центр 2.

2.9. Патроны сверлильные



Обозначение	Тип	Конус Морзе	D, мм
6150-7005	1	2	0,3...8,0
7005-02	2	B12	
7003	1	3	1,0...13,0
7003-01	2	B18	
6150-4020-01	2	B18	1,0...13,0*

* Патроны для дрелей.

Сердечник 5 имеет левую трапецеидальную резьбу. При повороте корпуса 6 по часовой стрелке (если смотреть в сторону кулачков) сердечник с помощью шпонки 4 вывинчивается и через рычаги 3 нажимает на кулачки 7, которые, скользя по конусной поверхности корпуса, зажимают инструмент. Под действием сил резания сердечник стремится вывинтиться из хвостовика и тем самым еще сильнее зажимает инструмент, предохраняя его от проворачивания. Такой патрон обеспечивает точность установки инструмента в пределах 0,05...0,07 мм (по биению).

На рис. 2.9 показан самоцентрирующий кулачковый патрон конструкции Н.А. Козырева. В нем наклонные пазы для ведущих буртов зажимных кулачков образованы зазором между внутренней конической поверхностью наружной втулки и наружными поверхностями пазов корпуса.

Патрон состоит из сердечника 7, закрепляемого в шпинделе станка, подвижной головки, составленной из корпуса 2 и наружной втулки 3, соединенных на резьбе, и трех сегментных конических кулачков 4. Выточки кулачков заходят за бурт сердечника 1.

Корпус 2 сопряжен с сердечником 1 подвижным резьбовым соединением. При вращении головок неподвижные в осевом направлении кулачки получают радиальные перемещения и зажимают или освобождают сверло.

Сверлильный патрон с эксцентриковыми кулачками (рис. 2.10) служит для закрепления сверл диаметром 3...10 мм.

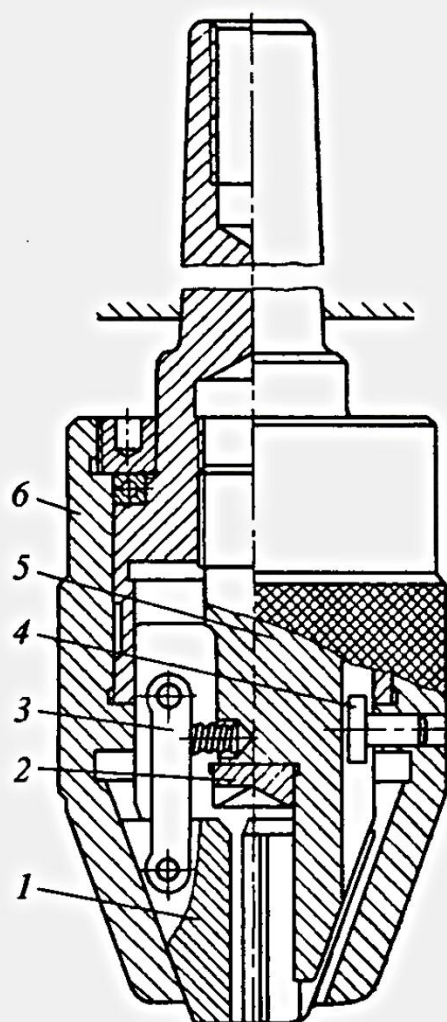


Рис. 2.8. Патрон конструкции И.И. Чикирева

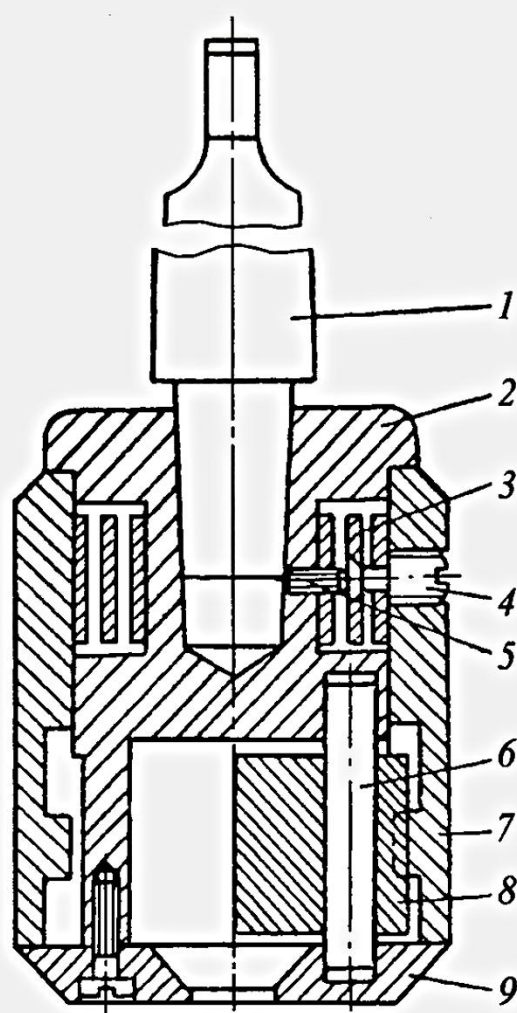


Рис. 2.10. Патрон с эксцентриковыми кулачками

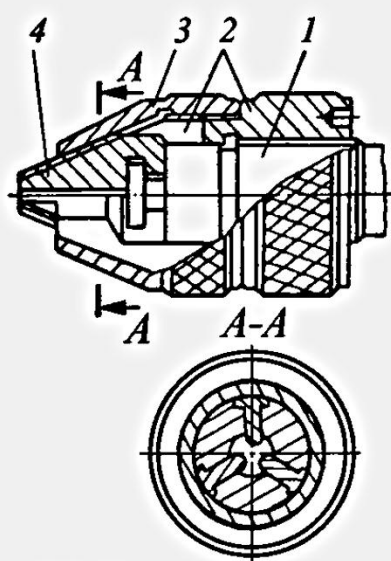


Рис. 2.9. Патрон конструкции Н.А. Козырева

Патрон закрепляется в шпинделе сверлильного станка хвостовиком 7, имеющим конус Морзе. Корпус 2 патрона закрепляется на укороченном конусе Морзе хвостовика. В корпусе запрессованы три оси 6, расположенные под углом 120° . На осях свободно посажены эксцентриковые кулачки 8, имеющие по два зуба, сцепляющиеся со стаканом 7. Достаточно во время работы притормозить стакан 7 рукой, как кулачки разойдутся и освободят инструмент.

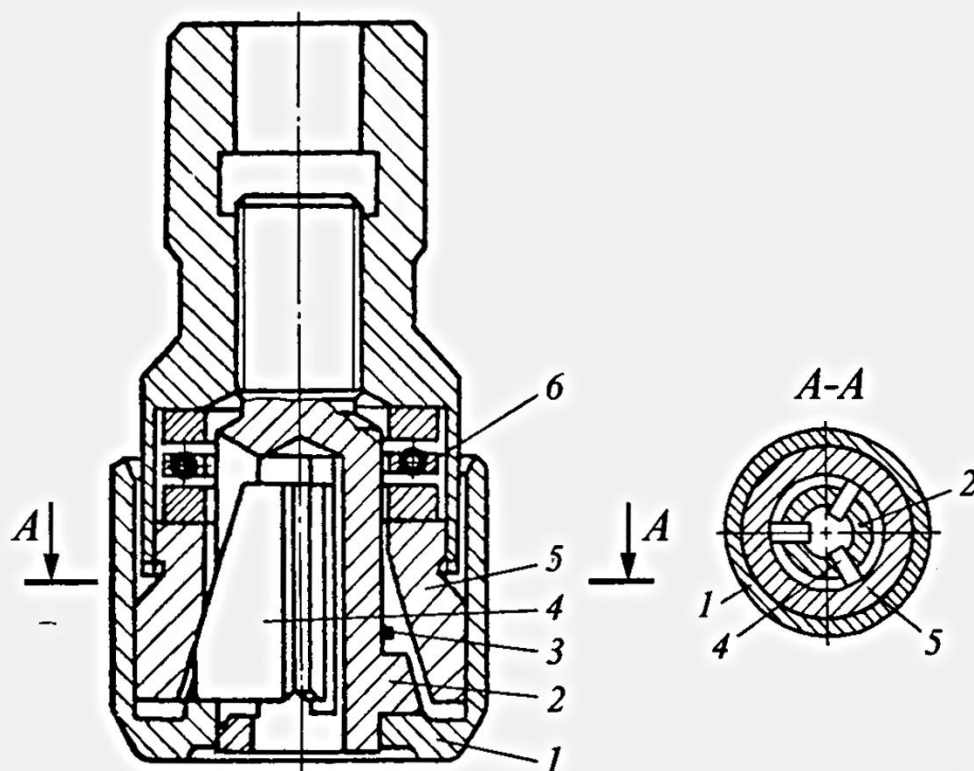


Рис. 2.11. Быстродействующий кулачковый патрон

Стакан 7 поворачивается на корпусе на определенный угол и удерживается с помощью привернутой к корпусу крышки 9. Между корпусом и стаканом размещена спиральная плоская пружина 3, один конец которой прикреплен винтом 5 к корпусу, а другой – винтом 4 к стакану 7. Под действием пружины кулачки с насечкой приближаются друг к другу, зажимая инструмент. Сила зажима возрастает под действием сил резания.

Другой быстродействующий кулачковый патрон представлен на рис. 2.11. Сверла заменяются без ключа вручную. Во время работы зажимное усилие возрастает под действием крутящего момента.

Сверла закрепляются вращением кожуха 1, цилиндрическая поверхность которого имеет накатку. Вместе с кожухом поворачивается винт 2, запрессованный в кожух; кулачки 4, находящиеся в пазах винта, скользят по конусу втулки 5 и зажимают сверло. Вместо колец и сепаратора 6 с шариками в патрон можно ставить стандартные упорные подшипники.

Чтобы освободить сверло, достаточно повернуть рукой кожух в противоположную сторону. Винт выходит из отверстия, и разжимная пружина 3 разводит кулачки.

Кулачковый патрон Н.Ф. Ивлиева (рис. 2.12) предназначен для сверления отверстий 0,2...1,2 мм на обычных станках, механизмы которых не приспособлены для такой обработки.

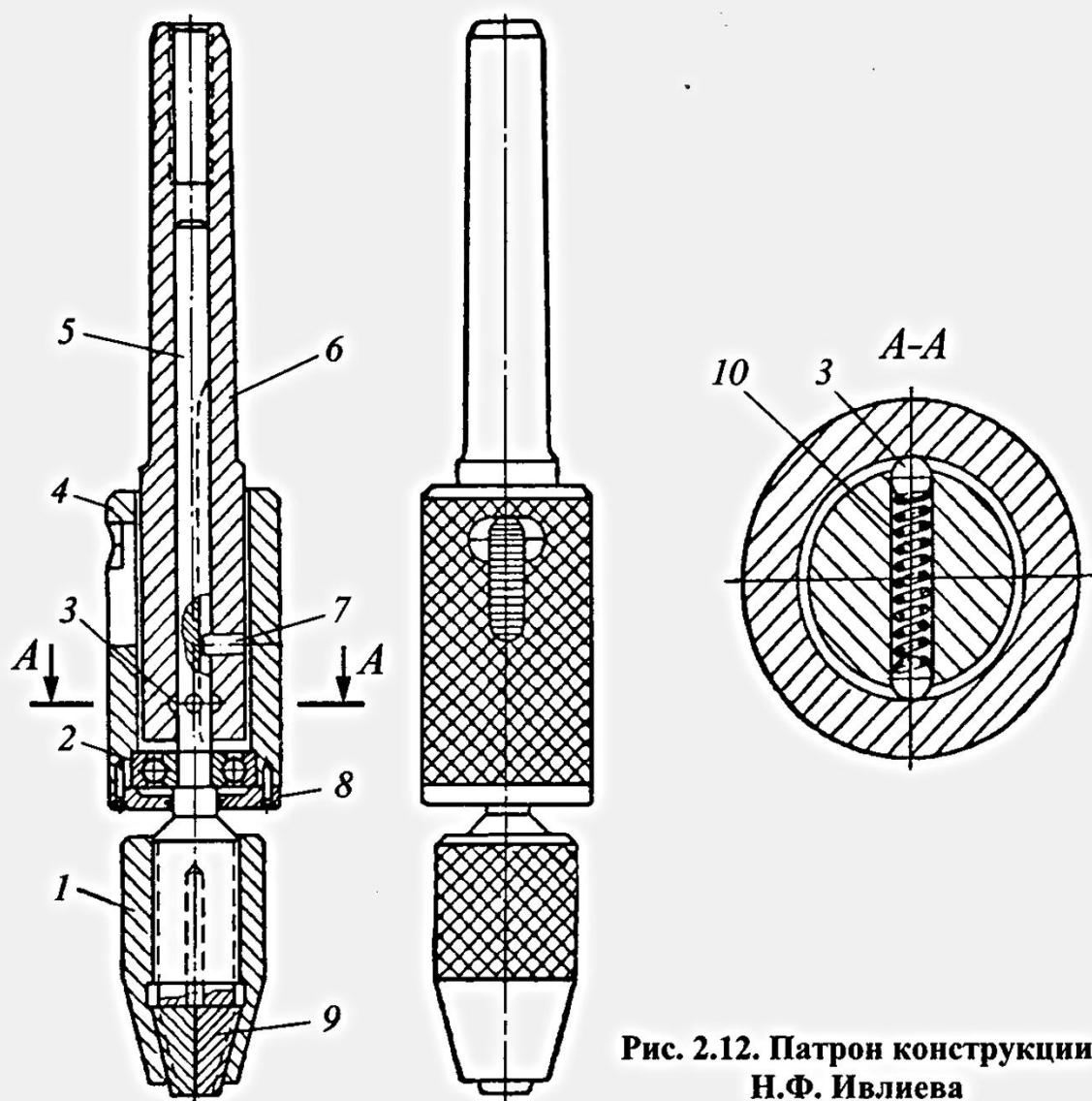


Рис. 2.12. Патрон конструкции Н.Ф. Ивлиева

Подача сверла, закрепленного в патроне, осуществляется вручную перемещением втулки 4. Осевая составляющая силы резания легко преодолевается рукой. Глубину сверления определяют с помощью шкалы, нанесенной на хвостовике 6. Для считывания показаний шкалы на втулке 4 профрезерован паз. Стержень 5, имеющий продольный паз, входит в сквозное отверстие хвостовика 6. Втулка 4 соединена со стержнем 5 шарикоподшипником 2, закрытым крышкой 8. При перемещении втулки 4, удерживаемой рукой оператора, стержень 5, подвижно сочлененный шпилькой 7 с хвостовиком 6, вращается и перемещается со сверлом в осевом направлении.

В поперечное отверстие стержня вставлена пружина 10, выталкивающая два шарика 3. Шарика западают в кольцевую выточку хвостовика 6 и фиксируют втулку 4 в крайнем верхнем положении. Нижний конец

стержня 5 снабжен резьбой, на которую навинчена зажимная гайка 1. В коническом отверстии гайки размещены кулачки 9, предназначенные для крепления сверл. При вращении гайки 1 ее коническая поверхность скользит по конической поверхности кулачков, которые, сближаясь, зажимают сверло. Кулачки 9 изготавливаются таким образом, что выступы одного кулачка входят в пазы другого. Это позволяет зажимать сверла практически от "нулевого" размера. На рис. 2.13 представлена схема изготовления кулачков. Обточенную коническую заготовку (с технологическим хвостовиком) фрезеруют с помощью делительной головки. Последовательность обработки такова: 1 – фрезерование двух параллельных лысок; 2 – фрезерование перпендикулярной им технологической лыски; 3 – фрезерование продольной канавки с углом 90° ; 4 и 5 – обработка поперечных пазов. После фрезерования кулачки отрезают и закаливают. Параметр шероховатости обработки $Ra = 0,4$ мкм.

Широкое распространение получили патроны с кулачковыми широкодиапазонными вкладышами. Патрон (рис. 2.14, а) состоит из корпуса 1 с резьбой под затяжную гайку 9 с подпятником 8, удерживаемым развальцованной втулкой 10. В поперечном прямоугольном отверстии корпуса 1 с помощью дифференциального винта 4 перемещают сухари 2 и 5, зажимающие при необходимости квадрат хвостовика. Этот плавающий узел удерживает от выпадания штифт 3. Коническое гнездо в нижней части корпуса (конусность 2:3) служит базой для сборной кулачковой цанги 6. Цанга (рис. 2.14, б) состоит из шести стальных лепестков 7 и тиоколового герметика (паста У-30М6) [9]. После заливки отверстий в

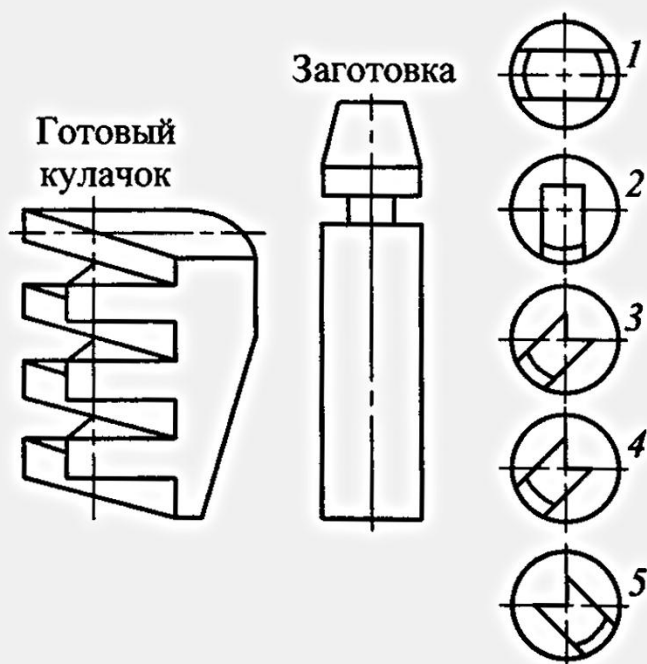


Рис. 2.13. Схема изготовления кулачков

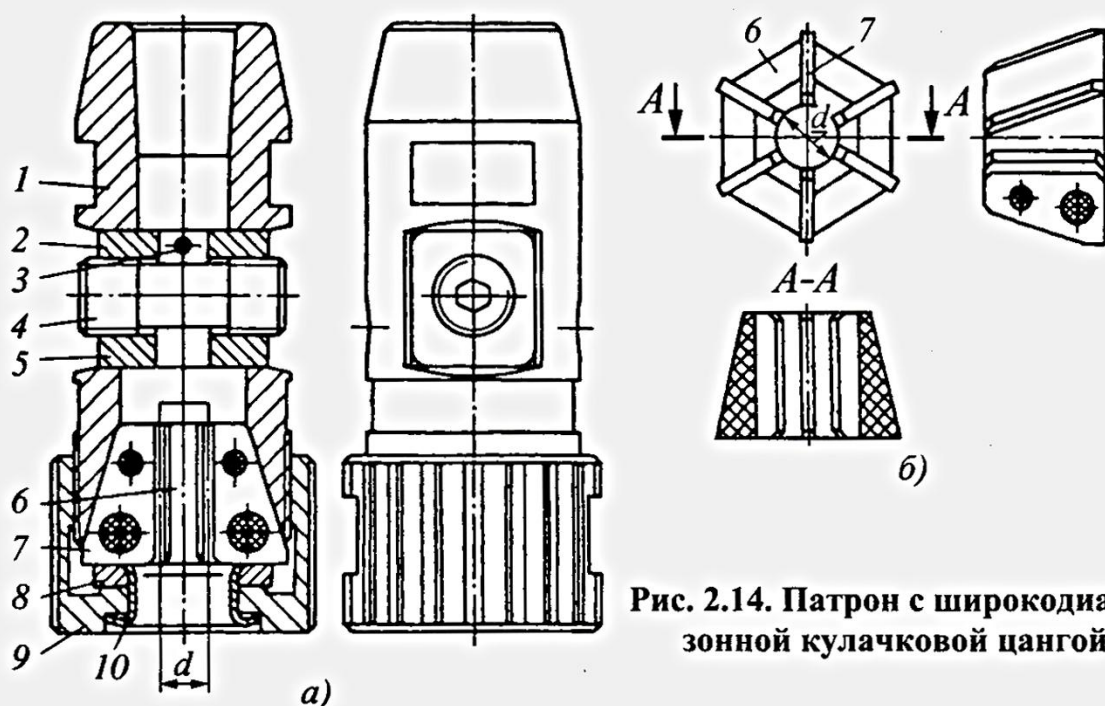


Рис. 2.14. Патрон с широкодиапазонной кулачковой цангой

кулачках пастой и ее затвердевания, цанга становится монолитной. Две цанги одного габарита предназначены для зажима хвостовиков диаметром $d = 2,8 \dots 7$ мм и $d = 7 \dots 13$ мм. Отверстие в цанге (по кулачкам) рассчитано на закрепление большего диаметра в каждом диапазоне, а меньший диаметр образуется в результате упругой деформации при затяжке гайки патрона.

Аналогом армированной цанги является цанга с подпружиненными кулачками (рис. 2.15) конструкции А.Р. Маслова. В корпусе 1 в шести пазах размещены кулачки 2, которые от выпадания удерживает крышка 3.

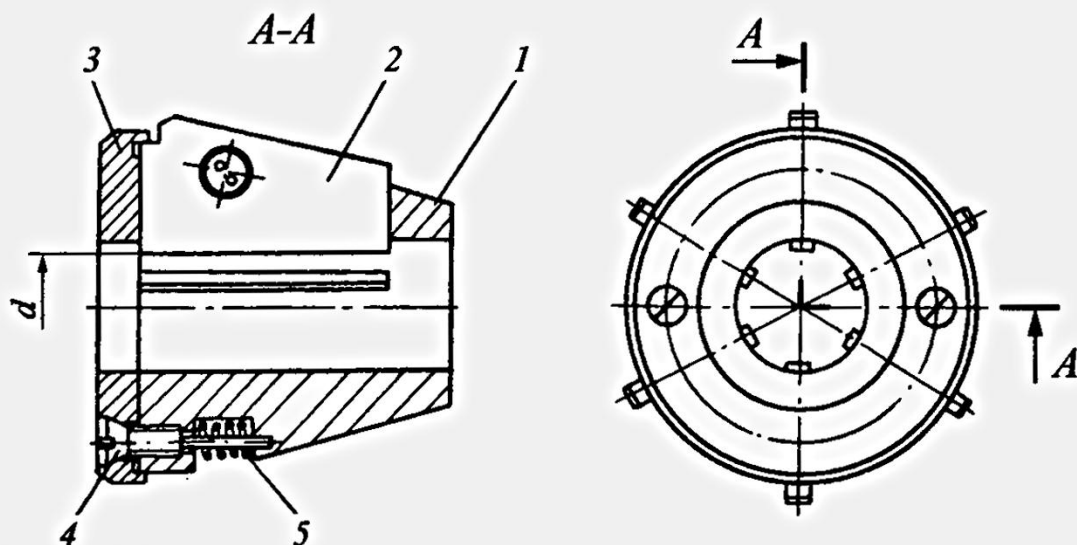


Рис. 2.15. Широкодиапазонная цанга с подпружиненными кулачками

Винты 4 помимо фиксации крышки 3 выполняют функцию оправок для пружин 5, которые своими концами разводят кулачки 2 на максимальный диаметр d . Диапазон зажима одним комплектом кулачков – до 5 мм.

2.3. ЦАНГОВЫЕ ПАТРОНЫ

Кроме кулачковых широко применяют цанговые патроны для крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком диаметром 2...40 мм.

Основным зажимным элементом таких патронов является цанга, представляющая собой точно изготовленную закаленную втулку с продольными прорезями. Цанга обладает пружинящими свойствами и обеспечивает точное центрирование инструмента.

Принципиальная схема цангового зажима с одноугловой цангой, разрезанной с двух сторон, представлена на рис. 2.16. При вращении гайки 3 по резьбе корпуса 1 цанга 2 зажимает хвостовик 4.

Осевая сила затяжки P_o , кН, в цанговом патроне:

$$P_o = \frac{M_{\text{зат}}}{\frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\psi + \rho') + f_{\text{пр}} D}, \quad (2.4)$$

где d_2 – средний диаметр резьбы, мм;

ψ и ρ' – соответственно угол подъема винтовой линии и приведенный угол трения резьбы;

$M_{\text{зат}}$ – момент затяжки гайки, кН·мм;

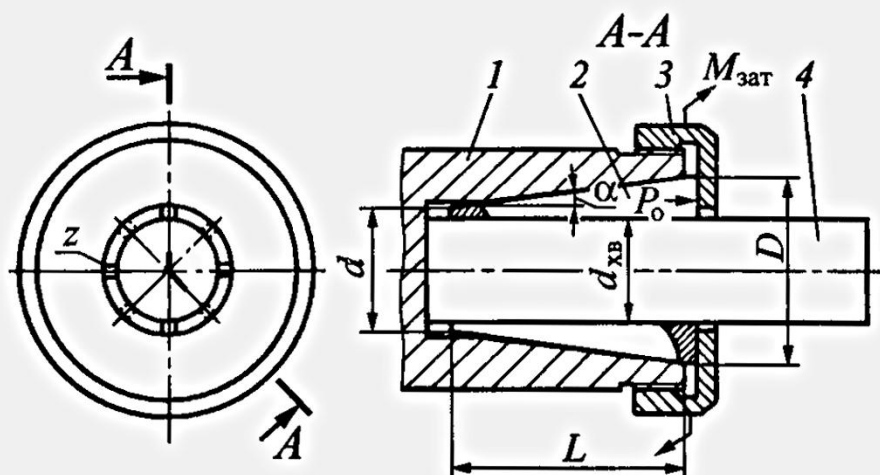


Рис. 2.16. Схема крепления инструмента в цанговом патроне

$f_{\text{пр}}$ – приведенный коэффициент трения в винтовой или шариковой паре;
 D – диаметр наружного торца цанги, мм.

Сила, направленная по нормали к конической поверхности, определяется из соотношения сил:

$$W = \frac{P_o}{\operatorname{tg}(\alpha + \rho) + \operatorname{tg} \rho}, \quad (2.5)$$

где ρ – угол трения между коническими поверхностями цанги и корпуса.

Однако силу, сжимающую лепестки цанги, нельзя считать силой, зажимающей хвостовик инструмента. Необходимо учесть жесткость лепестков цанги и характер распределения сил по лепесткам цанги.

Одноугловая цанга после разрезки представляет кольцевую пружину, образованную упругими лепестками длиной t (рис. 2.17). Упругие свойства этой пружины определяются при рассмотрении отдельного лепестка, как балки на упругом основании. Возможно допущение, что зависимость перемещений лепестка от нагрузки имеет линейный характер:

$$\Delta = \frac{Wt^3}{NEI}, \quad (2.6)$$

где N – коэффициент линейной зависимости;

E – модуль продольной упругости материала цанги, кН/мм²;

I – момент инерции сечения лепестка цанги.

Момент инерции в сечении $A-A$ определяют по формуле:

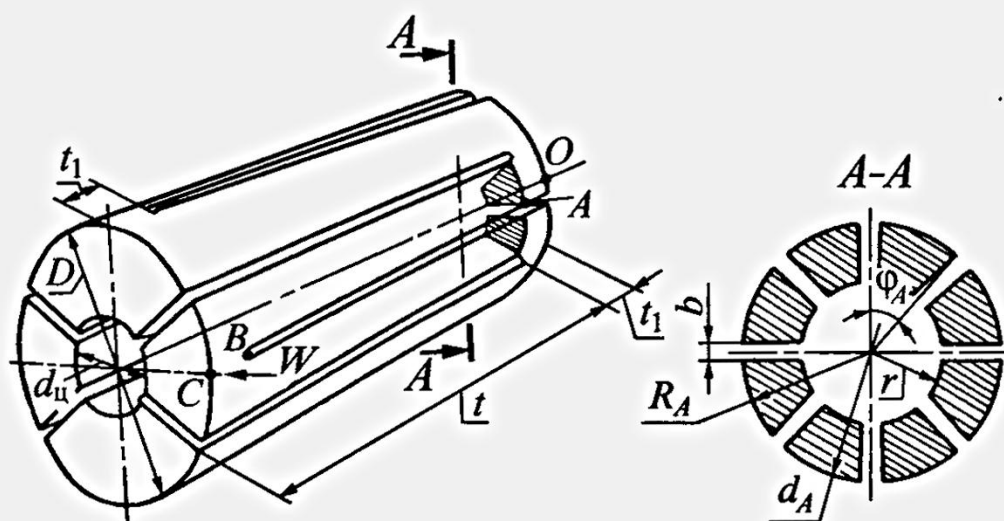


Рис. 2.17. Схема одноугловой цанги

$$I_A = 0,125(R_A^4 - r^4)(0,01745\varphi_A + \sin \varphi_A) - \left[\frac{\pi}{2}(R_A^2 - r^2) \frac{\varphi_A}{180} \left(\frac{4}{3} \frac{R_A^3 - r^3}{R_A^2 - r^2} \sin \frac{\varphi_A}{2} \frac{180}{\pi \varphi_A} \right)^2 \right], \quad (2.7)$$

где $r = \frac{d_{\text{ц}}}{2}$;

$$\varphi_A = \frac{360}{z} - \arcsin \frac{b}{2R_A}, \quad (2.8)$$

где z – количество разрезов в цанге.

Величину коэффициента N определяют исходя из деформации лепестка цанги (рис. 2.18).

Допуская, что фигуры являются треугольниками COC_1 и BOB_1 , устанавливается соотношение:

$$\frac{y}{y'} = \frac{(t + t_1)}{[t(1 - \cos \varphi) + t_1]}. \quad (2.9)$$

Анализ этого выражения показывает, что жесткость лепестка цанги, разрезанной с двух сторон, меньше, чем жесткость аналогичного лепестка с глухой заделкой при одинаковой нагрузке.

Величину, обратную отношению (2.9), обозначим N . Для точки C величина N_C равна:

$$N_C = \frac{t(1 - \cos \varphi) + t_1}{L}. \quad (2.10)$$

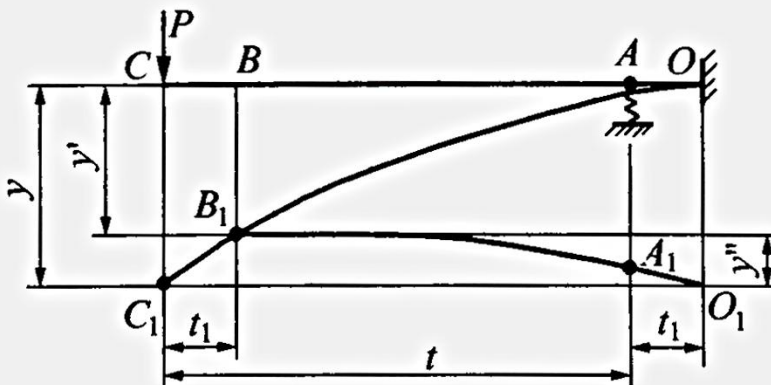


Рис. 2.18. Схема деформации лепестка цанги

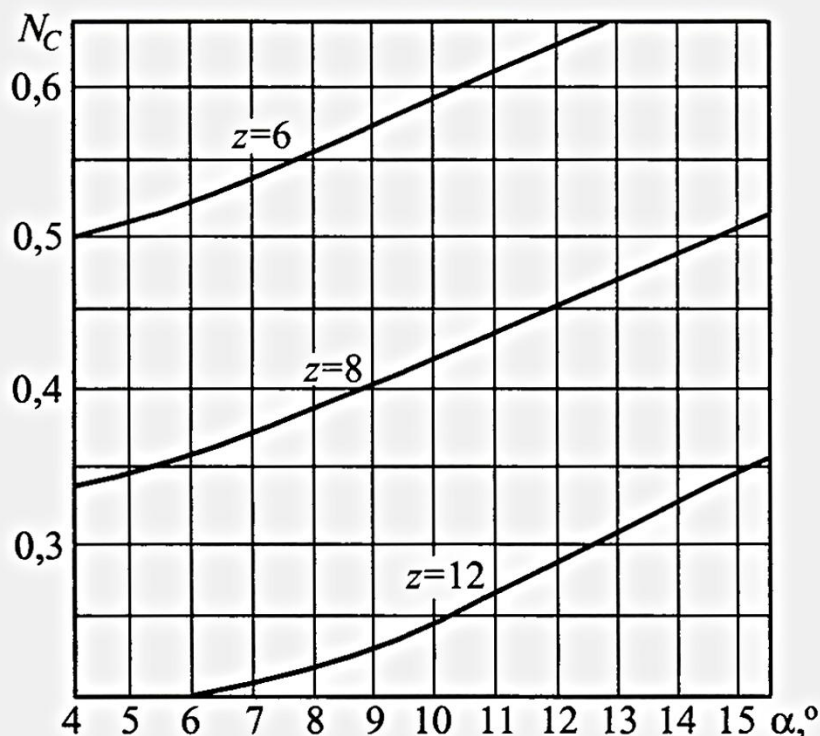


Рис. 2.19. Зависимость коэффициента N_C от величины угла конуса α цанги с различным количеством прорезей

Номограмма значений коэффициента N_C , рассчитанных по (4.7), приведена на рис. 2.19, а значения осевого момента инерции I_A – на рис. 2.20.

Анализ выражений (2.7, 2.8 и 2.10) показывает, что снижение жесткости лепестков позволяет увеличить передаваемый крутящий момент и расширить диапазон зажима одной цанги. Снизить жесткость лепестков можно следующим образом:

а) уменьшить момент инерции сечений лепестков I_A путем уменьшения разности наружного и внутреннего диаметров цанги;

б) уменьшить величину угла φ либо путем сверления или фрезерования отверстий в местах окончания прорези, либо путем увеличения числа прорезей z ;

в) увеличить длину цанги L путем уменьшения конусности.

Для крепления хвостовика инструмента необходимо, чтобы лепесток цанги переместился на величину:

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{d_{\text{ц}} - d_{\text{хв}}}{2},$$

где $d_{\text{ц}}$ – диаметр отверстия в цанге, мм;

$d_{\text{хв}}$ – диаметр хвостовика инструмента.

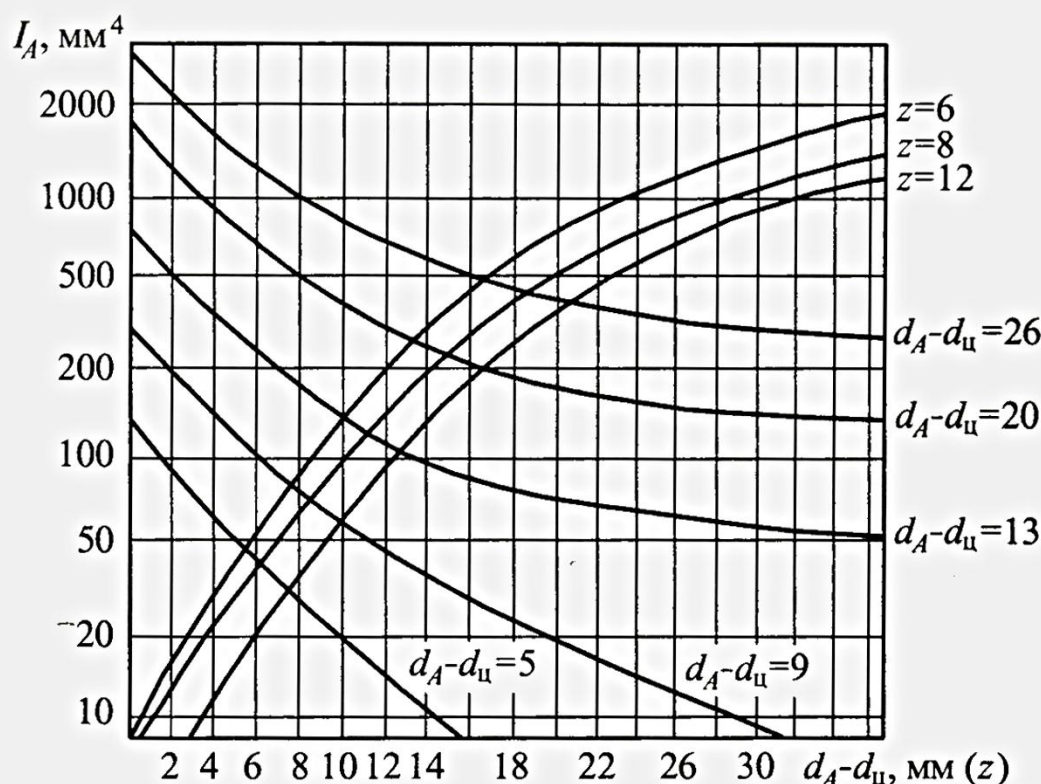


Рис. 2.20. Зависимость осевого момента инерции I_A сечений лепестков одноугловой цанги: от количества прорезей z и от разности $d_A - d_u$ в сечении $A-A$

Сила W_1 , создающая перемещение $\frac{\Delta}{2}$:

$$W_1 = \frac{NEI_z \Delta}{L_k^3}, \quad (2.11)$$

где L_k — длина контакта цанги с корпусом, мм.

Для угловых зазоров $\Delta\alpha$, образующихся в конических соединениях, выполненных с точностью степеней АТ7 и АТ8, длина контакта L_k составляет приблизительно $(0,30 \dots 0,35)L$. С учетом распределения нагрузки по лепестку [6], сила зажима, действующая на хвостовик инструмента, равна:

$$Q = W_1 - \frac{1,5NEI_A \Delta z}{L_k^3}. \quad (2.12)$$

Удельное давление ρ_u в стыке хвостовик инструмента—отверстие цанги равно:

$$\rho_u = \frac{Q}{(\pi d_{xb} - bz)L}. \quad (2.13)$$

Такой стык можно рассматривать как цилиндрическое соединение с натягом, для которого передаваемый крутящий момент и осевая удерживающая сила могут быть определены по следующим соотношениям:

$$M_{кр} = \frac{\rho_{ц} \pi d_{хв}^2 L \mu}{2}; \quad (2.14)$$

$$P_o = \rho_{ц} \pi d_{хв} L \mu. \quad (2.15)$$

Величина коэффициента сцепления μ для цилиндрических внутренних поверхностей цанг без насечек равна 0,6...0,7 [6].

Зависимость передаваемого крутящего момента $M_{кр}$ от всех параметров имеет вид:

$$M_{кр} = \left\{ \frac{M_{зат}}{[\operatorname{tg}(\alpha + \rho) + \operatorname{tg} \rho] \left[\frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\psi + \rho') + f_{пр} D \right]} - \frac{1,5 NE I \Delta z}{L^3} \right\} \times \times \frac{\pi d_{хв} \mu}{2(\pi d_{хв} - bz)}. \quad (2.16)$$

На рис. 2.21 приведены значения $M_{кр}$, рассчитанные для цанговых патронов различных конструкций. Момент сил резания $M_{рез}$ рассчитан для высокопроизводительного сверления чугуна твердосплавными сверлами с коэффициентом запаса 1,5. Остальные параметры см. в табл. 2.10.

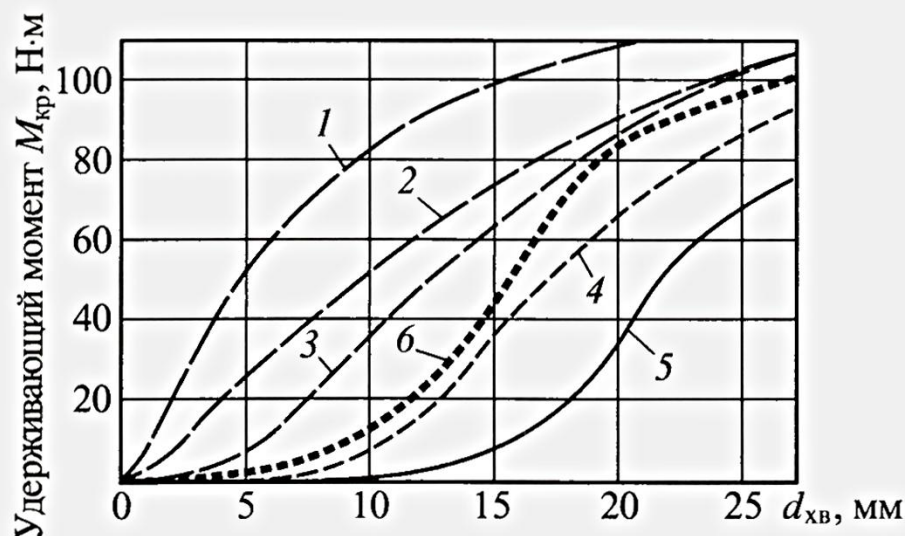


Рис. 2.21. Зависимость удерживающего момента $M_{кр}$ от диаметра $d_{хв}$ для различных цанг с различной конусностью:

1 — 1:10; 2 — 1:7; 3 — 1:5; 4 — 1:3; 5 — $2\alpha = 30^\circ$; 6 — $M_{рез}$ (для сравнения)

2.10. Расчетные параметры цангового патрона

Параметр	Принятое значение	Примечание
Диапазон зажима патрона, мм	3...20	ГОСТ 10902-77 (в ред. 1988 г.)
Диаметр d заднего торца цанги, мм	31	Толщина стенок не менее 3 мм
Диаметр D переднего торца цанги, мм	40	В соответствии с рядом нормальных размеров
Размер резьбы зажимной гайки, мм	M48×2	Конструктивно (резьба основного ряда)
Средний диаметр d_2 резьбы, мм	46,7	
Угол ψ подъема витков	0°47'	
Угол ρ трения между цангой и корпусом	13°	
Приведенный коэффициент трения $f_{пр}$	0,25	
Количество разрезов цанги z	8	По признаку технологичности
Ширина разрезов b , мм	1,6	Конструктивно
Коэффициент μ сцепления хвостовика инструмента с цангой	0,65	
Момент $M_{зат}$, приложенный к гайке механизма, Н·м	80	ГОСТ 21752-76 (в ред. 1982 г.)

Расчет показывает, что требованиям надежного закрепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком удовлетворяют цанги с конусностью 1:7. Рекомендуемые в нормалях цанги с углом конуса $2\alpha = 30^\circ$ не обеспечивают надежное крепление сверл.

В связи с тем что на металлорежущих станках номенклатура сверл охватывает почти все типоразмеры, включенные в стандарты, важно осуществить их крепление наименьшим числом цанг. Необходимо, чтобы диапазон зажима одной цанги был не менее 0,5 мм. Реализация такой конструкции возможна вследствие уменьшения момента инерции сечения лепестков цанги в заднем торце путем изготовления специальной расточки диаметром d_b (рис. 2.22), а также увеличением количества прорезей.

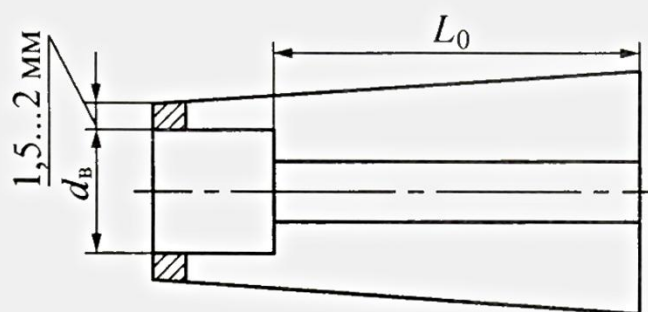


Рис. 2.22. Схема продольного сечения цанг с дополнительной выточкой диаметром d_v

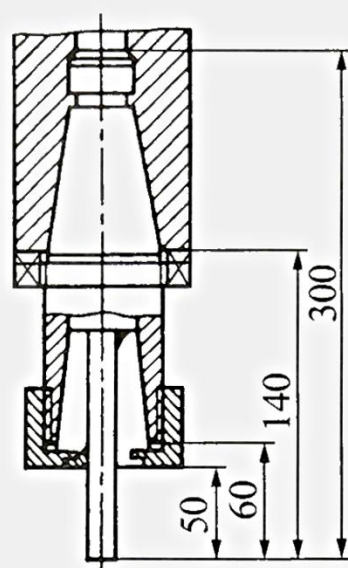


Рис. 2.23. Цанговый патрон (расчетная схема)

Длину выточки целесообразно назначать из условия обеспечения длины L_0 отверстия под хвостовик инструмента диаметром в пределах $L_0 = 2,5 d_{хв}$, что обеспечивает наилучшее сочетание радиальной жесткости и сил крепления в цанге [3].

Применение теоретико-вероятностного метода (см. формулу 1.3) позволяет рассчитать биение оправки, закрепленной в патроне с известными погрешностями изготовления.

Пример. Расчет биения $2e_\Sigma$ оправки, закрепленной в цанговом патроне (рис. 2.23). Биение конического отверстия шпинделя станка с ЧПУ класса точности Н у торца составляет 0,008 мм, на вылет 300 мм – 0,010 мм, т.е. допускаемый перекос равен 0,001 мм на 300 мм длины.

Погрешность изготовления конических поверхностей с конусностью 7:24 принимаем по степени точности АТ7 (ГОСТ 19860–93), что соответствует максимальной разнице углов внутреннего и наружного конусов 16" и значению перекоса 0,0025 мм на вылете 100 мм (см. табл. 1.2).

Максимальное биение конического отверстия корпуса цангового патрона относительно оси конуса хвостовика не более 0,010 мм. Погрешность изготовления конических поверхностей цанги и корпуса цангового патрона с конусностью 1:5 принимаем по степени точности АТ8. Максимальное биение цилиндрического отверстия цанги относительно наружного конуса цанги не более 0,010 мм.

В табл. 2.11 приведены данные для расчета точности крепления инструмента в цанговом патроне.

По формуле (1.4) и данным табл. 2.11 определяем значение $k_{\Sigma} = 1,04$. Биение оправки находим по формуле (1.3):

$$2e_{\Sigma} = \frac{2}{1,04} \sqrt{(1 \cdot 1,14 \cdot 5)^2 + (1 \cdot 0,63 \cdot 1,1^2) + (4 \cdot 1 \cdot 1,17)^2 + (2,5 \cdot 1,5 \cdot 1,4)^2 + (6 \cdot 1,37 \cdot 0,6)^2 + (5 \cdot 1,09 \cdot 1)^2} = 22,4 \text{ мкм.}$$

2.11. Данные для расчета биений инструмента, закрепленного в цанговом патроне

Биение	Ошибка	e_i^* , мкм	k_i	A_i
Шпинделя от перекоса оси	Угловая	1 (300)	1,1	0,63
Конического отверстия шпинделя	Векторная	4	1,17	1
Корпуса цангового патрона от перекоса при установке конуса с конусностью 7:24	Угловая	2,5 (100)	1,51	1,4
Оси конического отверстия в корпусе цангового патрона относительно оси конического хвостовика с конусностью 7:24	Векторная	5	1,14	1
Оси цанги от перекоса при установке в корпусе конусностью 1:5	Угловая	(100)	1,37	0,6
Оси цилиндрического отверстия в цанге относительно оси наружной конической поверхности цанги	Векторная	5	1,09	1

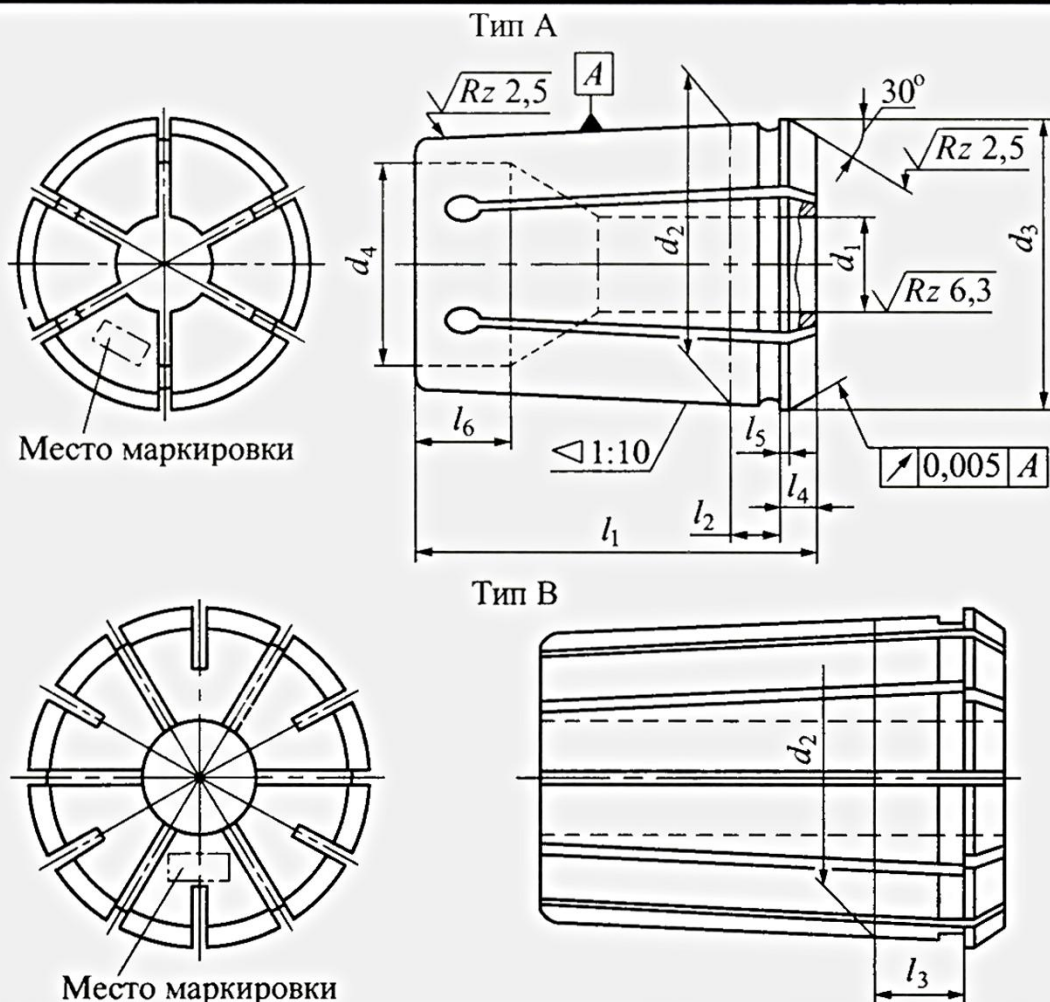
* В скобках указана длина, мм, на которой измеряют величину e_i .

Величина биения $2e_i$ цангового патрона составляет 0,022 мм на вылете 50 мм от торца патрона.

С учетом изложенного могут быть рекомендованы следующие конструкции цанг (табл. 2.12), зажимных гаек (табл. 2.13 и 2.14) и корпусов (табл. 2.15) цанговых патронов. В табл. 2.16 приведены нормы для контроля точности изготовления и сборки цанговых патронов.

Твердость присоединительных поверхностей цанг типа А 56...60 HRC, а цанг типа В – 44...48 HRC. Коническая поверхность корпуса цангового должна быть закалена до 58...62 HRC. Допуски на конусы цанг и корпуса должны назначаться по степени АТ6 (ГОСТ 19860–93).

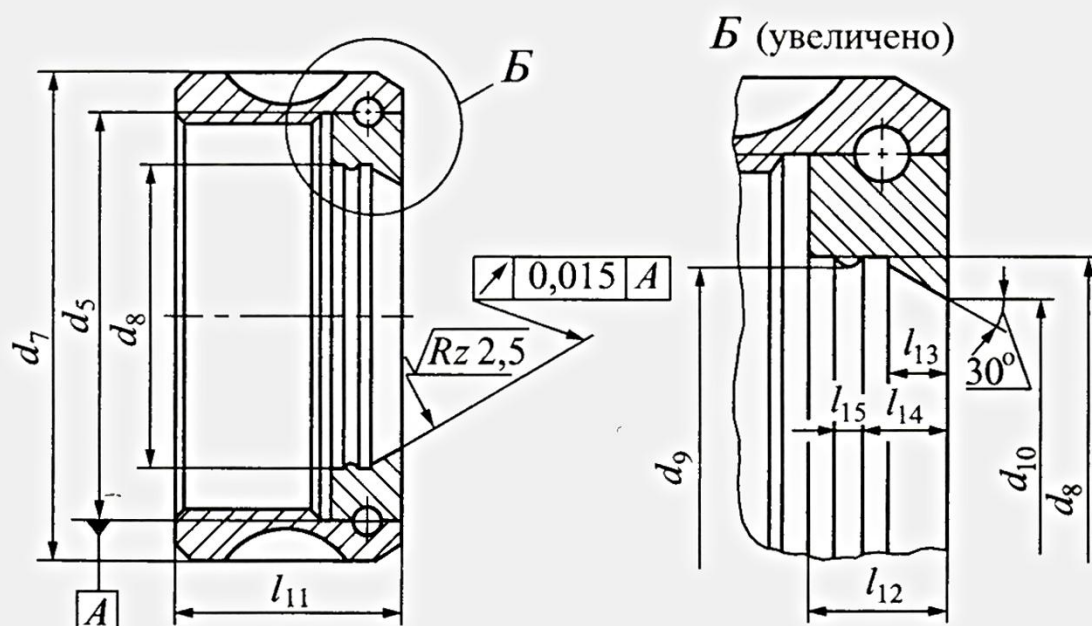
2.12. Размеры, мм, цанг



Тип-размер	$d_1, \text{H10}$		d_2	d_3 $\begin{pmatrix} 0 \\ -0,05 \end{pmatrix}$	d_4 $\begin{pmatrix} +0,1 \\ 0 \end{pmatrix}$	l_1	l_2	l_3	l_4 $\begin{pmatrix} 0 \\ -0,1 \end{pmatrix}$	l_5	l_6 $\pm 0,2$
	Тип А	Тип В									
6	1...6	—	10,0	11,5	7	21	4	—	3,5	0,5	6
8	1...8	—	12,65	14,5	8,8	26	4,5	—	4	0,8	7
10	1...10	—	15,15	17,2	10,2	30	4,5	—	4,5	0,8	6,5
12	1...12	—	17,75	19,8	12,3	34	4,5	—	5	1,1	8
16	2...16	5...16	22,65	25,5	16,1	40	5,5	9,5	5,5	1,2	10
20	2...20	6...20	27,4	29,8	20,3	45	6	10	6	1,35	10
25	2...25	6...25	32,9	35,05	25,1	52	6	10	6	1,4	11
32	4...32	10...32	41,3	43,7	32,1	60	7	11	6	1,45	12
40	6...29,5	30...40	49,7	52,2	39,5	68	8	12	6	1,45	13,5
50	8...29,5	30...50	61,1	63,8	49,5	80	9	9	7	1,55	17

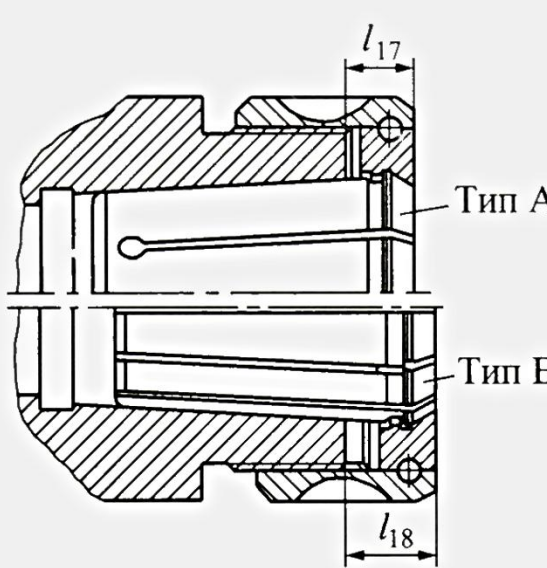
Примечания: 1. Цанга типа А применяется для хвостовиков инструмента одного диаметра $d_{\text{хв}}$, h10. 2. Цанга типа В — для хвостовиков инструмента в диапазоне размеров от $d_{\text{хв}}$ до $(d_{\text{хв}} - 0,5)$.

2.13. Размеры, мм, гаек

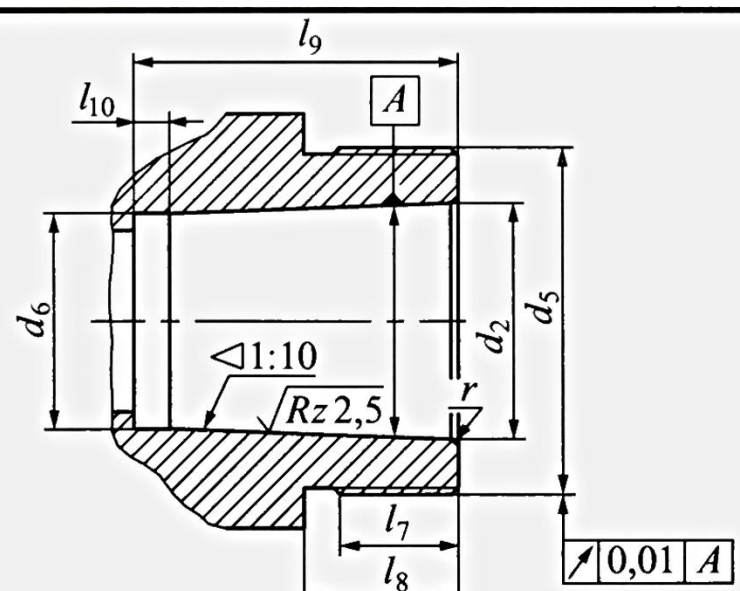


Типо- размер	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
$d_5, 6H$	M14× ×1	M20× ×1,5	M22× ×1,5	M27× ×1,5	M33× ×1,5	M42× ×2	M22× ×1,5	M60× ×2,5	M68× ×2,5	M80× ×2,5
d_7	18	26	30	35	43	50	60	72	85	100
$d_8 \begin{pmatrix} +0,1 \\ 0 \end{pmatrix}$	11,6	15,1	18	20,3	25,8	30,2	35,6	44,3	53,1	64,7
$d_9 \begin{pmatrix} +0,1 \\ 0 \end{pmatrix}$	10,9	13,85	16,4	19,0	24,6	28,7	33,8	42,5	51,0	62,6
d_{10}	7,7	10,7	12,8	15,2	20,2	24,1	29,7	38,5	46,8	57
l_{11}	14	19	19	20	24	28	30	33,5	37	43
l_{12}	5,2	5,75	6,05	6,75	9	10	10,5	10,5	11	13
l_{13}	2,5	2,5	2,8	3	4	4,5	4,5	4,5	4,5	5
$l_{14} \begin{pmatrix} +0,05 \\ 0 \end{pmatrix}$	4	4,25	4,55	5,25	5,65	6,35	6,3	6,3	7	8,25
$l_{15} \begin{pmatrix} +0,05 \\ 0 \end{pmatrix}$	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2	2	2	2	2,5

2.14. Соединение цанг с гайками

	Типоразмер	l_{17} , мм, не более	l_{18} , мм, не более
	6	7,5	—
	8	8,5	—
	10	9	—
	12	9,5	—
	16	11	15
	20	12	16
	25	12	16
	32	13	17
	40	14	18
	50	16	20

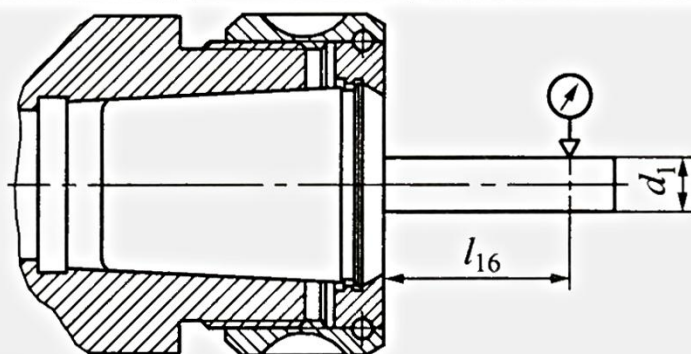
2.15. Размеры, мм, корпусов цанговых патронов

										
Типо-размер	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
d_2 , Н7	10,0	12,65	15,15	17,75	22,65	27,4	32,9	41,3	49,7	61,1
d_5 , 6g	M14× ×1	M20× ×1,5	M22× ×1,5	M27× ×1,5	M33× ×1,5	M42× ×2	M48× ×2	M60× ×2,5	M68× ×2,5	M80× ×2,5
d_6	9	11,5	13,5	16	20,5	25	29,5	37,5	44,5	55,5

Окончание табл. 2.15

Типо- размер	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
l_7	8	10	10	11	15	16	18	21	24	27
l_8	11	15	15	16	18	22	24	27	30	33
l_9	19	23	28	32	37	41	48	57	65	75
l_{10}	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6
r	0,5	0,5	0,6	0,6	1	1	1	1,6	1,6	1,6

2.16. Контроль точности цанговых патронов, мм



Диаметр контрольной оправки d_1	l_{16}	Допуск концентричности
Св. 1 до 1,6	6	0,015
» 1,6 » 3	10	
» 3 » 6	16	
» 6 » 10	25	
» 10 » 18	40	0,02
» 18 » 24	50	
» 24 » 30	60	
» 30 » 50	80	0,03

При проверке патронов необходимо использовать оправки с параметром шероховатости Ra не более 0,4 мкм и поверхностной твердостью 58...62 HRC.

Цанговые патроны, наиболее полно отвечающие вышеописанным рекомендациям, выпускаются Оршанским инструментальным заводом (рис. 2.24, табл. 2.17). Зажим и отжим инструмента производится при вращении относительно корпуса 7 гайки 2, соединенной стальными шариками 3 с втулкой 4, которая перемещает цангу 5 вдоль оси конического отверстия корпуса 1. Винт 6 обеспечивает дополнительное крепление, исключая вытягивание инструмента, например, при фрезеровании. Цанга 5 для каждого типоразмера патрона является постоянной и обеспечивает зажим в диапазоне 0,5 мм; для крепления инструмента с хвостовиками других диаметров применяют переходные втулки (табл. 2.18). Биение контрольной оправки при использовании втулок – не более 0,018 мм на вылете 100 мм.

На Оршанском инструментальном заводе также выпускаются малогабаритные цанговые патроны повышенной точности. Их преимуществом является возможность подвода инструмента к самым труднодоступным местам заготовки благодаря малым размерам зажимной гайки и достаточно большому вылету (табл. 2.19). Каждая цанга обеспечивает зажим в диапазоне 0,5 мм (табл. 2.20).

Малогабаритный патрон другой конструкции представлен на рис. 2.25. Патрон состоит из корпуса 2, эксцентрика 4 и цанги 1. Цанга ввертывается в резьбовое отверстие втулки 3, надетой на эксцентрик 4. Инструмент закрепляется поворотом эксцентрика с помощью ключа. Регулировка вылета инструмента осуществляется с помощью винта 6. Для крепления патрона в шпинделе станка используется оправка 5. Размеры патрона приведены в табл. 2.21.

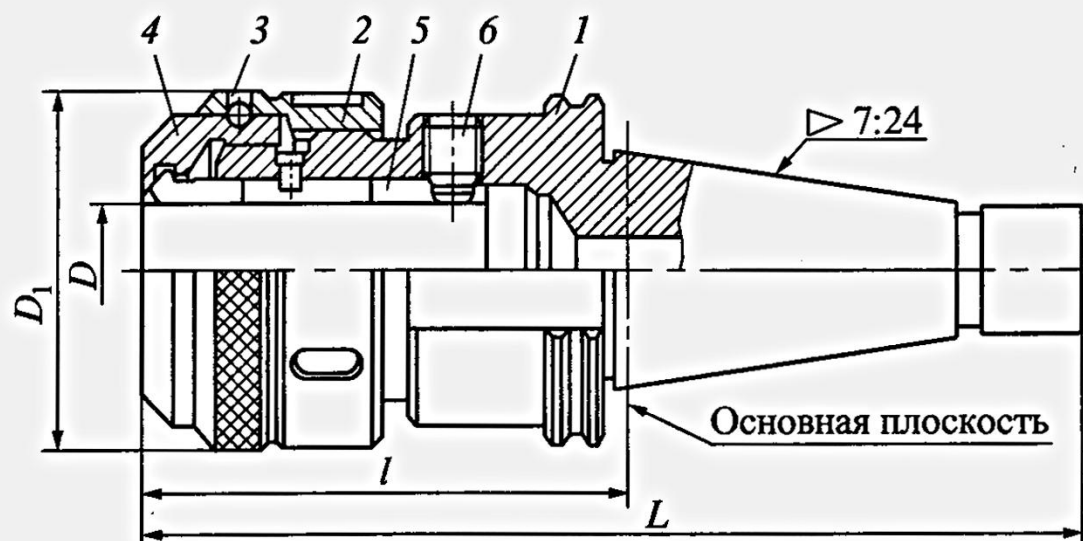


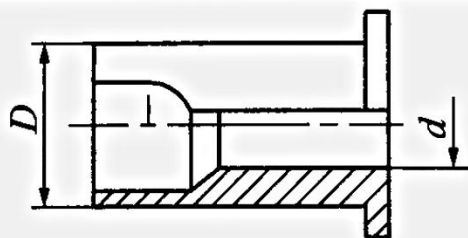
Рис. 2.24. Цанговый патрон Оршанского инструментального завода

2.17. Цанговые патроны (см. рис. 2.24), мм

Обозначение	Стандарт хвостовика	Конус 7:24	D	D_1	L	l
6151-7043	ГОСТ 25827-93 (см. табл. 1.26)	30	20	51	138	70
-7042-06		40	25	63	168	75
-7042-24			40	91	218	125
-7048		45	25	63	184	77
-7048-02			40	91	212	105
-7034		50	25	63	202	75
-7034-12			40	91	217	90
-7043-04	ГОСТ 25827-93 (см. табл. 1.31)	30	20	51	127	79
-7042-10		40	25	63	151	82
-7042-25			40	91	205	137
-7048-04		45	25	63	164	81
-7048-06			40	91	192	109
-7034-04		50	25	63	181	79
-7034-16			40	91	196	94
-7043-03	MAS 403 (см. табл. 1.32)	30	20	51	131	83
-7042-09		40	25	63	155	90
-7042-26			40	91	206	141
-7048-08		45	25	63	178	95
-7048-10			40	91	206	123
-7034-03		50	25	63	200	98
6151-7034-15			40	91	215	113

Примечание. Втулки переходные – см. табл. 2.18.

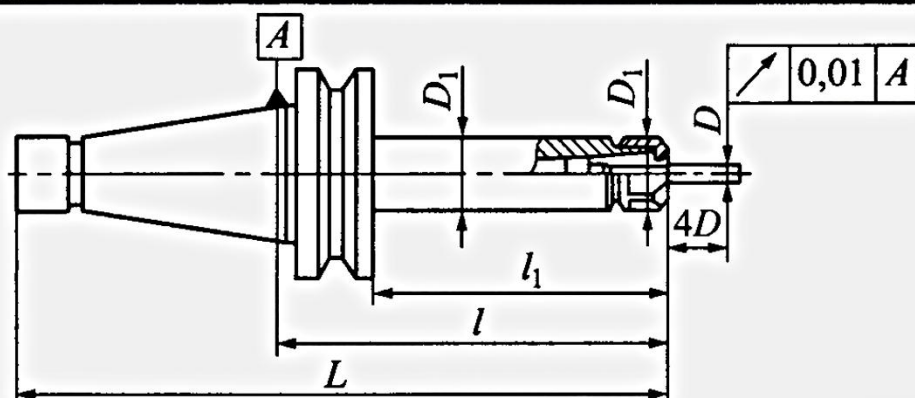
2.18. Втулки переходные, мм



Окончание табл. 2.18

Обозначение	D	d	Обозначение	D	d
6151-7044/1-07	20	5	6151-7044/2-16	25	9
-7044/1-08		5,5	-7044/2-17		9,5
-7044/1		6	-7044/2-04		10
-7044/1-09		6,5	-7044/2-18		10,5
-7044/1-10		7	-7044/2-20		11
-7044/1/11		7,5	-7044/2-21		11,5
-7044/1-02		8	-7044/2-06		12
-7044/1-12		8,5	-7044/2-25		12,5
-7044/1-13		9	-7044/2-22		13
-7044/1-14		9,5	-7044/2-23		13,5
-7044/1-04		10	-7044/2-24		14
-70447/1-15		10,5	-7044/2-26		14,5
-7044/1-16		11	-7045/2-04		15
-7044/1-17		11,5	-7045/2-06		15,5
-7044/1-06		12	-7045/2		16
-7044/1-18		12,5	-7045/2-08		16,5
6151-7044/1-19		13	6151-7045/2-10		17
6151-7044/1-20		13,5	6151-7045/2-12		17,5
-7045/1-02		14	-7045/2-14		18
-7045/1-14		14,5	-7045/2-16		18,5
-7045/1-06		15	-7045/2-18		19
-7045/1-08		15,5	-7045/2-20		19,5
-7045/1		16	-7045/2-02		20
-7044/2-08	25	5	-7044/4	40	6
-7044/2-09		5,5	-7044/4-02		8
-7044/2		6	-7044/4-04		10
-7044/2-10		6,5	-7044/4-06		12
-7044/2-12		7	-7044/4-08		16
-7044/2-13		7,5	-7044/4-10		20
-7044/2-02		8	-7045/4		25
-7044/2-14		8,5	6151-7045/4-02		32

2.19. Патроны цанговые малогабаритные, мм



Обозначение	Стандарт хвостовика	Конус 7:24	D	D_1	L	l	l_1
151-4066-02	ГОСТ 25827-93 (см. табл. 1.26)	30	4...12	30	148	80	70
-03		40			175	82	
-04		45			215	122	110
-05		50			192	85	70
-06		50			232	125	110
-07		50			212	85	70
-08		50			252	125	110
-09	ГОСТ 25827-93 (см. табл. 1.31)	30			137	89	70
-10		40			158		
-11		45			198	129	110
-12		50			172	89	70
-13		50			212	129	110
-14		50			191	89	70
-15	ГОСТ 25827-93 (см. табл. 1.32)	30			231	129	110
-16		30			141	92	70
-17		40			163	97	
-18		45			203	137	110
-19		50			186	103	70
-20		50			226	143	110
-21		50			210	108	70
-22		50			250	148	110

Примечание. Цанги – см. табл. 2.20.

2.21. Малогабартиный патрон (см. рис. 2.25), мм

Диапазон зажима	D	L	Диаметр хвостовика инструмента	Диапазон регулирования		Внутренний конус Морзе
				$T_{\min}$	$T_{\max}$	
1...6	18	68	До 3,5	23	27	В 12
			Свыше 3,5	20	23	
1,5...10	22	79	До 4,8	27	37	В 12
			Свыше 4,8	24	28	
6...12	26	95	До 8,6	31	41	В 16
			Свыше 8,6	26	32	

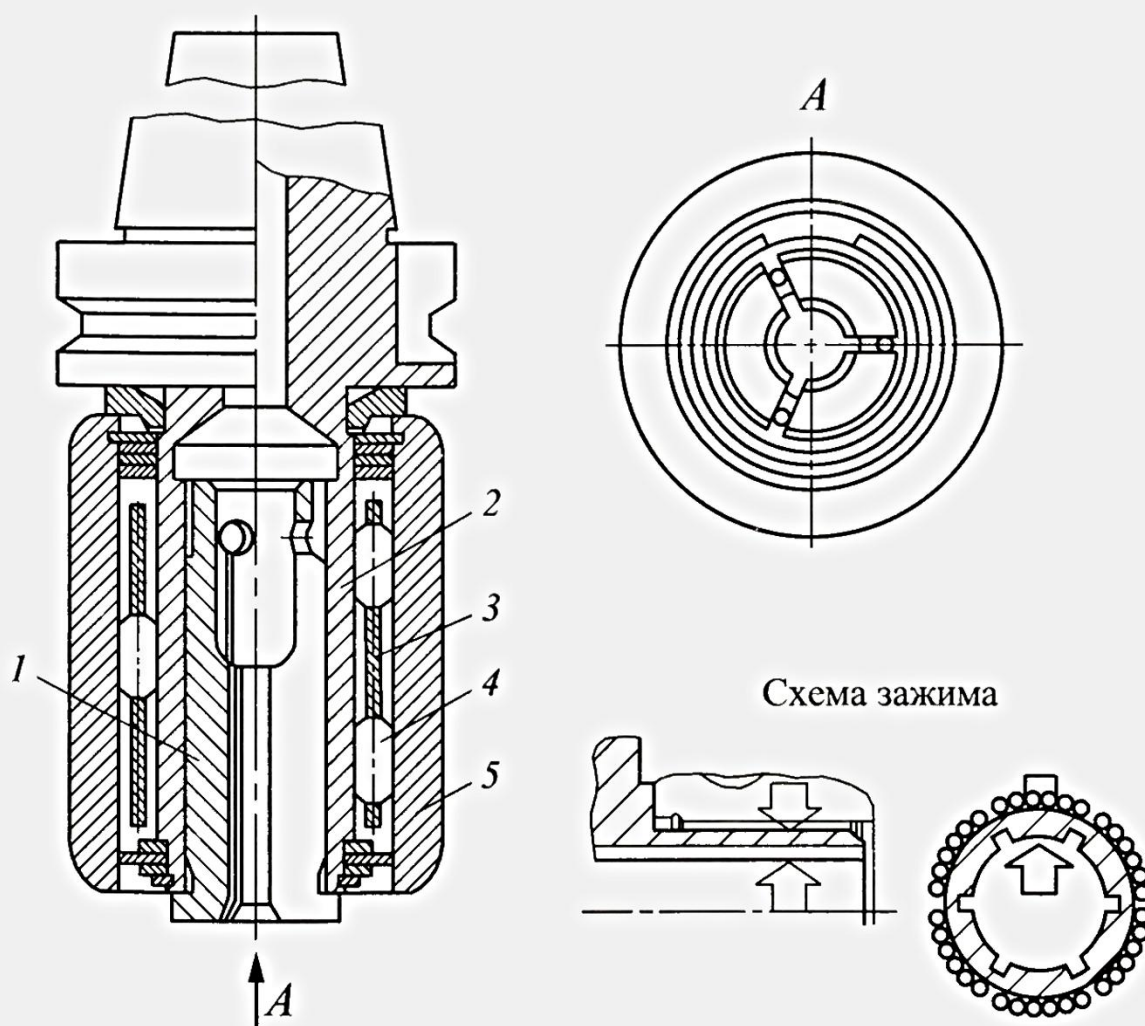


Рис. 2.26. Патрон фирмы Nikken (Япония)

по посадке Н6/г5 в цилиндрическое отверстие корпуса 2 патрона. На длине цанги наружная поверхность корпуса выполнена в виде гиперболоида вращения, наклоненного к оси корпуса на $1,5^\circ$. На цангу надевается стальной сепаратор 3, в пазах которого в шахматном порядке в три ряда расположены закаленные игольчатые ролики 4 диаметром 2 мм, длиной 10 мм в количестве 126 шт. Оси роликов благодаря гиперболоидности поверхности корпуса 2 расположены наклонно к его оси. Внутренняя поверхность обоймы 5 также выполнена в виде гиперболоида вращения.

При поворачивании рукой обоймы 5 ролики 4 перекатываются по гиперболоидной поверхности, перемещаются вдоль оси патрона и заклиниваются. При этом стенки корпуса упруго деформируются и надежно сжимают цангу. В цанге можно закрепить хвостовики, выполненные с точностью по h7, с моментом сил закрепления до 5 кН·м.

2.4. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

При сверлении отверстий повышенной глубины и с высокими режимами резания применяют сверла с внутренними отверстиями, через которые подводится смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) непосредственно к режущим кромкам. Такие сверла крепятся в специальных патронах, позволяющих подводить СОЖ к отверстию в хвостовой части сверла.

Патрон с торцовым уплотнением (рис. 2.27, а) обеспечивает подвод СОЖ к инструменту через отверстие в шпинделе. Вращающаяся втулка 15 патрона закрепляется на шпинделе 1 станка винтами 2. В канавках посадочного отверстия втулки расположены уплотнительные кольца 16. В нижнюю торцовую поверхность втулки 15 упирается текстолитовое кольцо 9. Это кольцо штифтами 10 связано с корпусом 6, который смонтирован на подшипниках 7 и 5 и при вращении втулки 15 остается неподвижным. Сверху к корпусу винтами 4 прикреплена крышка 13. Палец 12 с роликом 11 скользит при осевом перемещении шпинделя по упорной планке, закрепленной на станине станка, и удерживает патрон от вращения.

Охлаждающая жидкость подводится к патрону через штуцер 8 и далее поступает к инструменту через кольцевую канавку и отверстия в текстолитовом кольце 9, а также через кольцевую канавку и отверстия втулки 15 и отверстие шпинделя. Уплотнение между торцом втулки 15 и кольцом 9 в начале создается при сжатии пружин 3 болтами 14. При работе патрона дополнительное уплотнение создается подаваемой охлаждающей жидкостью, которая действует на свободную поверхность кольца 9,

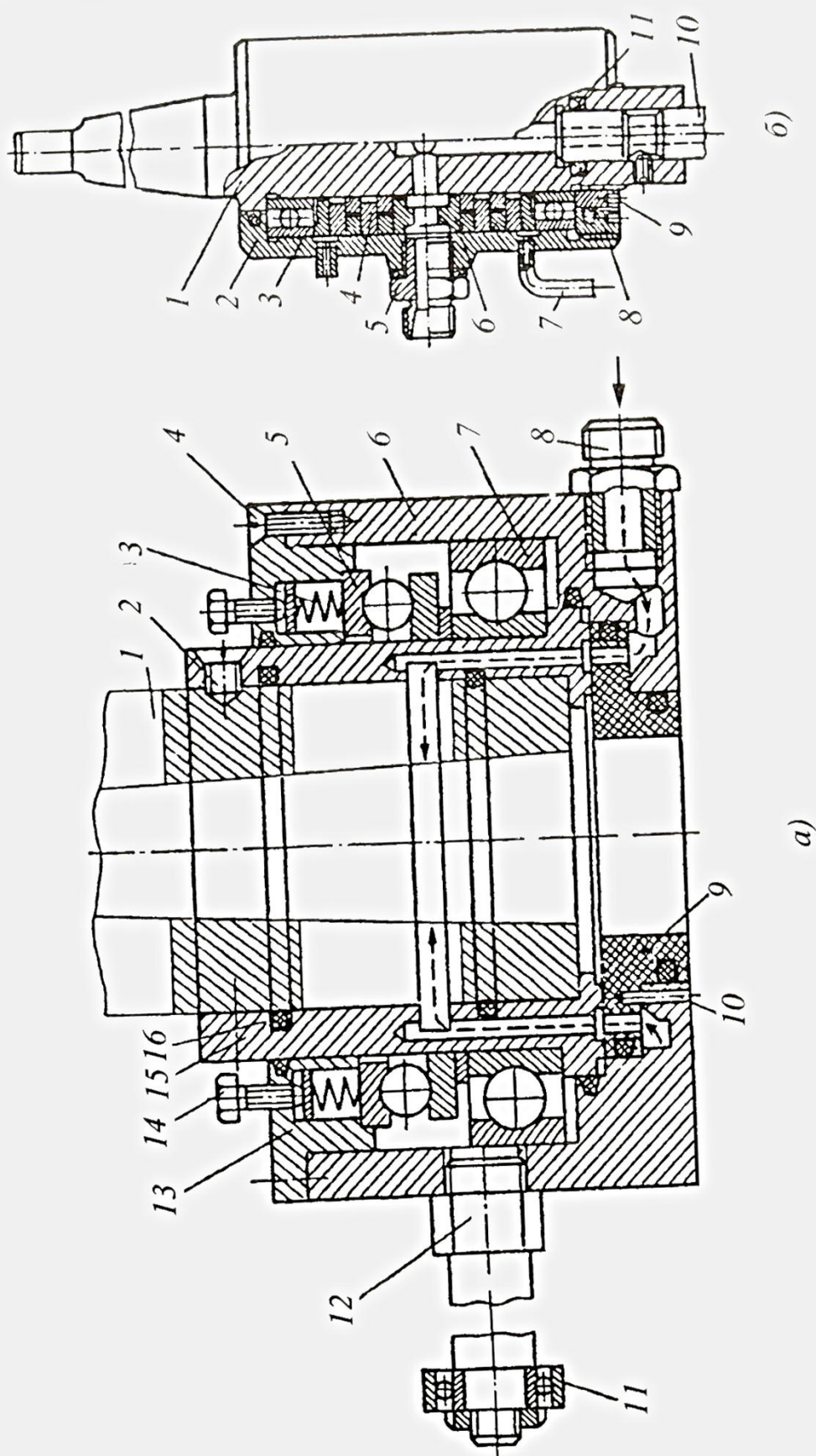


Рис. 2.27. Патроны с подводом охлаждающей жидкости

поджимая его к торцу вращающейся втулки. Величина давления в зоне контакта торцовых поверхностей втулки и кольца определяется отношением площади контакта к площади свободной поверхности кольца 9, на которую давит подаваемая жидкость. При отношении, равном 0,55, соблюдается условие надежной герметичности.

Уплотнительное кольцо 9 в патроне выполнено из текстолита ПТК стабильно работающего при скорости скольжения до 30 м/с при удельном давлении до 11 МПа.

Приведенный патрон надежно работает при давлениях охлаждающей жидкости до 4 МПа и скорости вращения шпинделя до 1500 мин⁻¹ [8].

Патрон, показанный на рис. 2.27, б, предназначен для подвода СОЖ с высоким давлением (до 8 МПа) и при высоких скоростях вращения шпинделя. Корпус патрона 1 хвостовиком устанавливается в шпиндель станка. Корпус имеет цилиндрическое посадочное отверстие под хвостовик инструмента 10, а также винт для закрепления инструмента и манжету 11 для уплотнения хвостовика инструмента. Смазочно-охлаждающая жидкость подается в патрон через штуцер 5 и центральное кольцо 6 кольцевыми проточками и отверстиями.

Кольцо установлено в неподвижном стакане 2, смонтированном в корпусе на подшипниках 3. Наружные кольца подшипников затянуты гайкой 8, а внутренние – гайкой 9. По обе стороны от кольца 6 установлено лабиринтное кольцевое уплотнение 4, внутренние кольца которого сделаны из чугуна и по скользящей посадке установлены на корпусе. Уплотнение надежно функционирует при условии прохода через него некоторого количества жидкости, поэтому в стакане сделаны отверстия, 11 которым подведены трубки 7 для отвода утечек. Нормальным для работы уплотнения патрона считается наличие утечек, равное 0,1...0,2 % от общего минутного расхода подаваемой СОЖ.

Глава 3

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗВЕРТОК

Сравнительно высокой точности обработки отверстий разверткой можно достичь лишь при условии совпадения оси инструмента с осью обрабатываемого отверстия. При неизменной установке обрабатываемой детали смещение оси предварительного обработанного отверстия лежит в пределах 0,05...0,07 мм, что не оказывает существенного влияния на точность развертывания. При установке на станок детали с предварительно просверленным отверстием ось этого отверстия и ось развертки, как правило, не совпадают. При смещении оси предварительно обработанного отверстия относительно оси вращения шпинделя более 0,1 мм существенно ухудшаются показатели точности развернутого отверстия, такие как разбивка, отклонение от цилиндрической формы и погрешность положения оси.

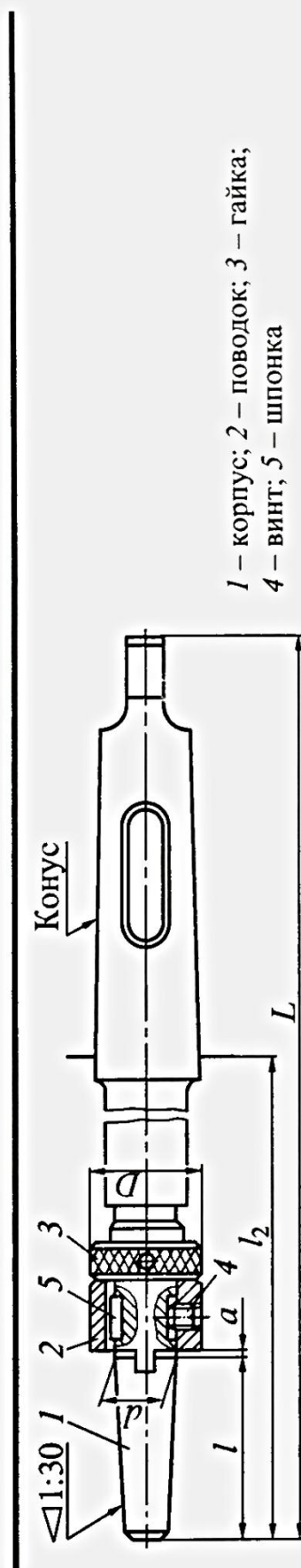
При достаточно точном совпадении положения осей обрабатываемого отверстия и оси шпинделя применяют жесткое крепление разверток в патронах и переходных втулках при диаметре обрабатываемого отверстия до 32 мм включительно. Отверстия более 32 мм обрабатывают насадными развертками, которые закрепляют на оправках (табл. 3.1 и 3.2).

Чтобы избежать снижения точности обработки, для крепления разверток применяют самоустанавливающиеся патроны, которые обеспечивают возможность перемещения инструмента с целью достижения соосности.

Применяют три разновидности самоустанавливающихся патронов:

- качающиеся, которые позволяют развертке устанавливаться под некоторым углом к оси шпинделя;
- плавающие, позволяющие развертке перемещаться в направлении, перпендикулярном ее оси, и самоустанавливаться в отверстии;
- качающиеся и плавающие, допускающие в одинаковой степени угловые смещения и смещения в направлении, перпендикулярном оси шпинделя станка.

3.1. Основные размеры, мм, оправок для насадных разверток и зенкеров

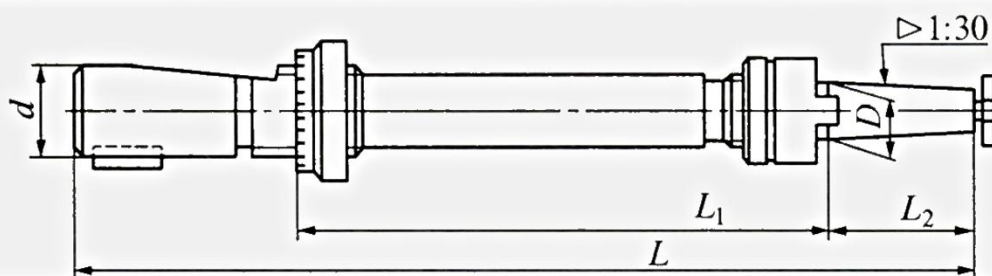


Обозначение конуса	d	D	L	l	l ₂	a	Поз. 3	Поз. 4	Поз. 5
Морзе 3	13	23	250	28	156,0	1,6	M16×1,5	M6×8	3×3×10
				40			M20×1,5		4×4×12
	16	28	280	30	186,0		M22×1,5	M6×10	5×5×14
				45			M27×1,5		6×6×16
Морзе 4	19	34	300	34	182,5	2,0	M30×1,5		
				50					
	22	38	320	38	202,5				
				58					
	27	45	350	56	232,5				
				65					

Окончание табл. 3.1

Обозначение конуса	d	D	L	l	l_2	a	Поз. 3	Поз. 4	Поз. 5
Морзе 5	32	55	380	60	230,5	2,5	M36×1,5	M8×12	8×7×20
				75					
	40	65	400	65	250,5		M45×1,5		10×8×22
				85					
	50	80		65		M56×2	M8×14	12×8×32	
	60	90	450	95	M64×2	14×9×36			
Морзе 6				75	240,9	3,2			
Метрический 80						2,5	M56×2		12×8×32
	50	80		65	230,0	2,5			
				95					
	60	90	420	75	200,0	3,2	M64×2	14×9×36	
	80	120		100			M85×2	M8×20	18×11×50

3.2. Оправки регулируемые для насадных зенкеров и разверток, мм



D	d	L	L_2	L_1
13	36	235 320	43	90...120 176...206
16		235 320	43	90...120 176...206
19		245 330	48	94...124 182...212
22		255 345	53	98...128 190...220
27		265 355	58	104...134 196...226
32		48	295 400	63
40	305 415		68	109...149 220...260
50	315 425		68	120...160 230...270

3.1. ЖЕСТКИЕ И КАЧАЮЩИЕСЯ ОПРАВКИ И ПАТРОНЫ

На рис. 3.1 показан патрон, конструкция которого допускает жесткое и качающееся крепление инструмента.

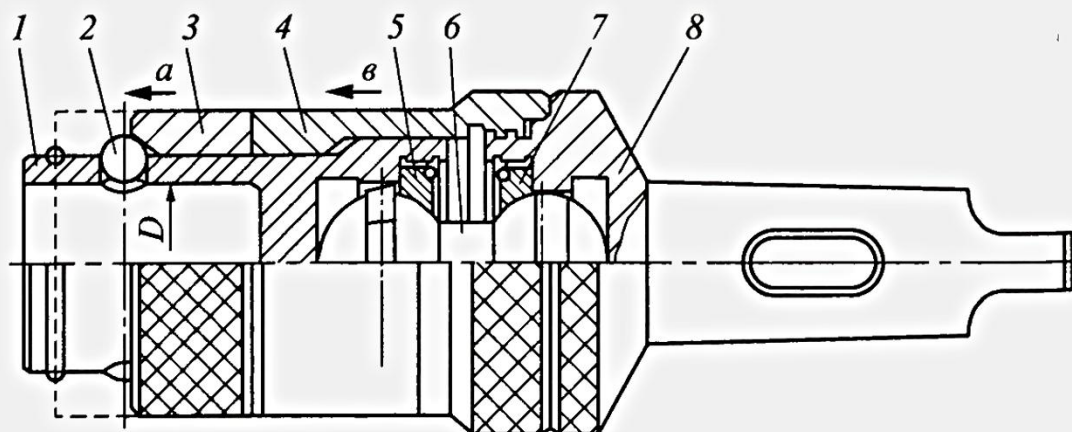


Рис. 3.1. Универсальный патрон для разверток

Инструмент со специальным хвостовиком диаметром D закрепляется в гнезде втулки 1 шариками 2 при перемещении кольца 3 в направлении стрелки a . На втулку надета гильза 4, которая посредством байонетного замка скрепляется с фланцем хвостовика 8.

Между торцами втулки и хвостовика установлен шарнир 6 с цилиндрической шейкой и двумя шаровыми головками. Каждая головка имеет пояс в форме сферического шестигранника. Головки удерживаются в гнездах втулки и хвостовика гайками 5 и 7, застопоренными с помощью шайб и замковых колец. Шестигранные пояски головок находятся в шестигранных частях гнезд втулки 1 и хвостовика 8.

На жесткое и качающееся крепление инструмента патрон настраивается при помощи гильзы 4.

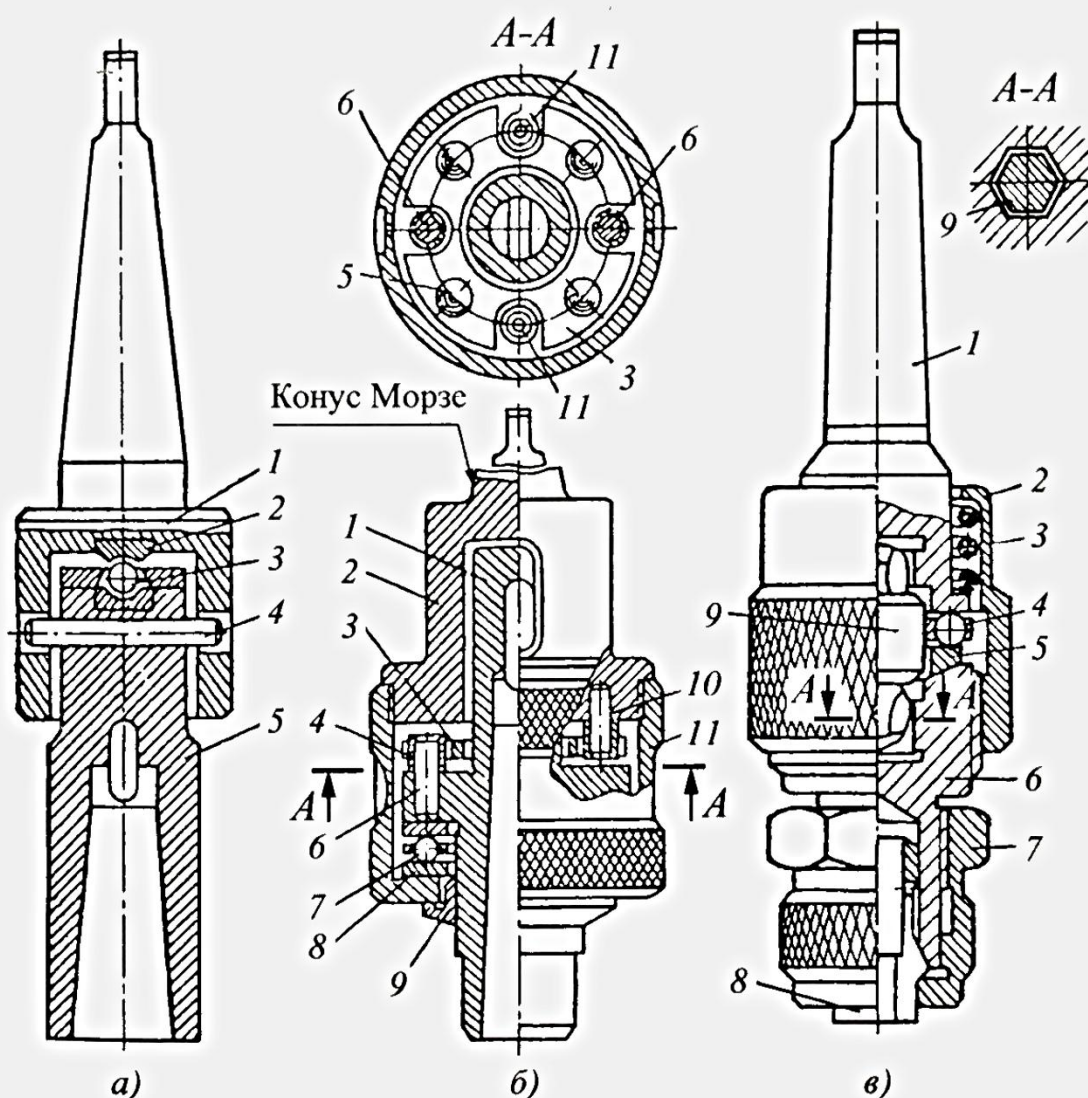


Рис. 3.2. Патроны для крепления разверток:

a – качающийся; б – плавающий; в – качающийся и плавающий

При жестком креплении нужно соединить гильзу с фланцем хвостовика замыканием байонетного замка. При качающемся креплении необходимо разомкнуть байонетный замок поворотом гильзы на $20...30^\circ$ и сдвинуть гильзу по направлению стрелки *в* до упора ее в смещенное кольцо. В таком положении все остальные части можно повернуть на сферическом шарнире на некоторый угол относительно хвостовика. Крутящий момент передается гранями соединительных деталей корпуса.

Качающийся патрон для разверток (рис. 3.2, *а*) закрепляют в шпинделе станка коническим хвостовиком корпуса *1*. В отверстии корпуса на штифте *4* с некоторым зазором установлена втулка *5* с коническим отверстием под хвостовик развертки. Шарик *3* и подпятник *2* образуют осевую опору втулки *5*. При работе втулка может качаться в пределах имеющегося зазора (в результате чего развертка поворачивается на некоторый угол относительно оси шпинделя), а следовательно, обеспечивать некоторое совмещение оси развертки с осью обрабатываемого отверстия. Патрон прост по конструкции, но при его использовании инструмент работает с перекосом, что ухудшает точность и чистоту поверхности обрабатываемого отверстия.

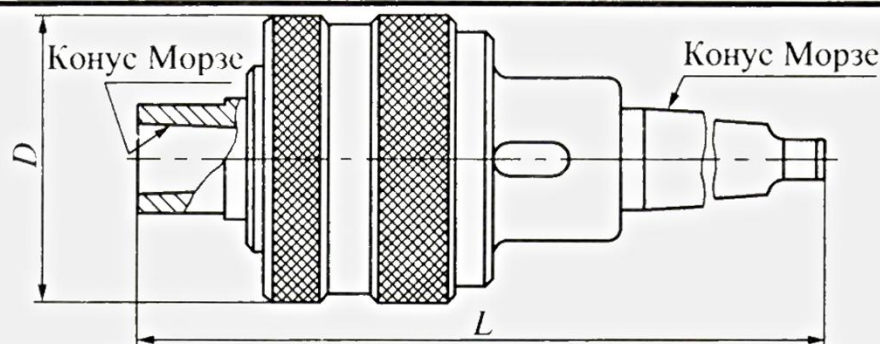
3.2. ПЛАВАЮЩИЕ И САМОУСТАНОВЛИВАЮЩИЕСЯ ПАТРОНЫ

Плавающие патроны обеспечивают свободное совмещение оси развертки с осью обрабатываемого отверстия без перекоса инструмента. Плавающий патрон для разверток с коническим хвостовиком (рис. 3.2, *б*) имеет семь типоразмеров (табл. 3.3). Корпус патрона *1* с коническим отверстием под инструмент размещен в выточке хвостовика *2*, которым патрон крепится в шпинделе станка. Во фланце корпуса запрессованы два штифта *6*, на которые надеты втулки *4*. Такие же два штифта *10* запрессованы в двух диаметрально противоположных отверстиях торца хвостовика *2*; на штифтах *10* тоже находятся втулки.

Между фланцем корпуса и торцом хвостовика расположено поводковое кольцо *3*, в четырех гнездах которого размещены шарики *5*, передающие осевое усилие инструмента через фланец корпуса на торец хвостовика. В поводковом кольце имеются также четыре паза, в которые входят втулки штифтов *6* и *10*. При работе патрона крутящий момент от хвостовика *2* к корпусу *1* передается, таким образом, через штифты *10*, поводковое кольцо *3* и штифты *6*.

Поджим фланца корпуса к торцу хвостовика осуществляется гайкой *11*, соединенной с хвостовиком резьбой. Между гайкой и фланцем корпуса для уменьшения трения расположены шарики *7*. Шарики находятся в

3.3. Патроны плавающие для разверток с коническим хвостовиком



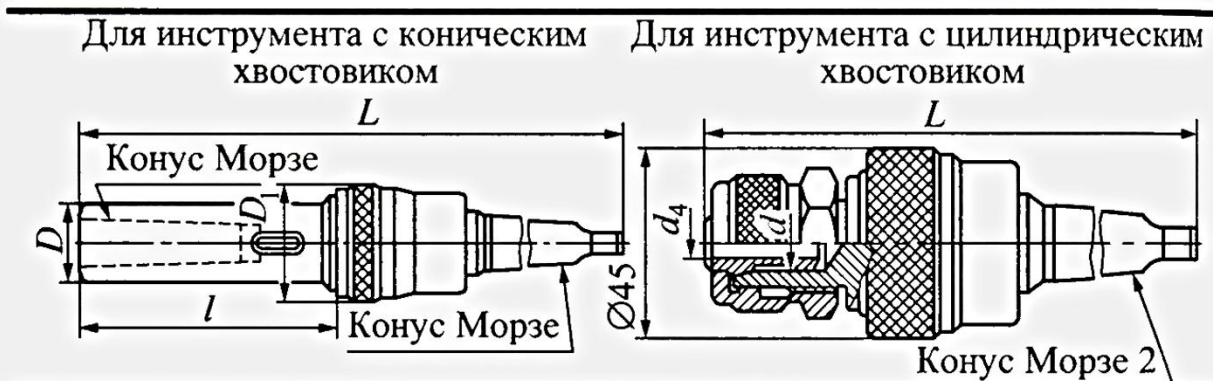
Обозначение	Конус Морзе отверстия под инструмент	Размеры, мм		Конус Морзе хвостовика
		<i>D</i>	<i>L</i>	
6156-0071	1	50	151	1
-0072			164	2
-0073	2	60	180	
-0074			200	3
-0075	3	72	220	
-0076			246	4
6156-0077	4	85	272	

сепараторе и размещены между двумя кольцами 8. Втулка 9 на корпусах предохраняет патрон от загрязнений. Конструкция патрона исключает перекося инструмента при работе и допускает смещение ("плавание") корпуса 1 с инструментом в плоскости, перпендикулярной оси вращения, на величину до 1,5 мм.

Патроны для крепления разверток с цилиндрическим и коническим хвостовиками допускают как угловые смещения инструмента ("качание"), так и (табл. 3.4) радиальные его смещения в плоскости, перпендикулярной оси ("плавание"). В шпинделе станка патрон закрепляется хвостовиком 1 (см. рис. 3.2, в). Между торцом хвостовика и торцом втулки 6 на шайбе 5 установлены в сепараторе 4 шарики, через которые хвостовик воспринимает от втулки осевую силу резания при работе инструмента.

Крутящий момент от хвостовика к втулке передается через поводок 9, имеющий по концам закругленные шестигранные выступы, грани которых сдвинуты относительно друг друга на 30°. Верхний выступ поводка входит в шестигранное отверстие хвостовика, а нижний – в аналогичное отверстие втулки 6. Поджим втулки к хвостовику выполняется пружиной 3, которая действует на фланец гайки 2, связанной резьбой с втулкой 6. Инструмент в патроне закрепляется с помощью гайки 7, которая при вращении по резьбе втулки 6 смещает в осевом направлении цангу 8.

3.4. Патроны плавающие



Обозначение	Конус Морзе наружный и внутренний	Размеры, мм				Обозначение	Диаметр d_4 хвостовика инструмента, мм	Размеры, мм	
		D	D_1	L	l			d	L
6156-0001	2	26	44	220	87	6156-0011	3...6	10	175
-0002	3	32	50	280	111	6156-0012	6...10	14	186
6156-0003	4	42	62	340	130				

Патрон хорошо компенсирует несовпадение осей шпинделя станка и оси обрабатываемого отверстия. В плавающем патроне (рис. 3.3) развертки самоустанавливаются по оси обрабатываемого отверстия путем смещения в двух взаимно-перпендикулярных направлениях.

Во фланце хвостовика 1 патрона имеется направляющий паз, по которому может смещаться обойма 2, выступы которой входят в этот паз. Смещение обоймы ограничивается зазором (1 мм) между обоймой и кольцом 3, которое винтами 7 скреплено неподвижно с фланцем хвостовика. Обойма 2 имеет направляющие выступы также и с другой стороны, расположенные перпендикулярно к направлению паза хвостовика. По этим выступам может смещаться державка 5, имеющая направляющий паз. Смещение державки ограничивается тоже зазором между обоймой и кольцом. От выпадания державки удерживаются кольцевой крышкой 6, закрепленной на кольце 3 винтами 4.

Таким образом, развертка, установленная хвостовиком в державке, может смещаться в двух взаимно-перпендикулярных направлениях, т.е. "плавать". Для уменьшения трения между обоймой, фланцем и державкой в отверстиях 8 обоймы размещены восемь шариков.

Плавающие патроны этой конструкции, подразделяемые на шесть типоразмеров, позволяют крепить развертки с коническим хвостовиком с конусом Морзе 1 и 2 (табл. 3.5).

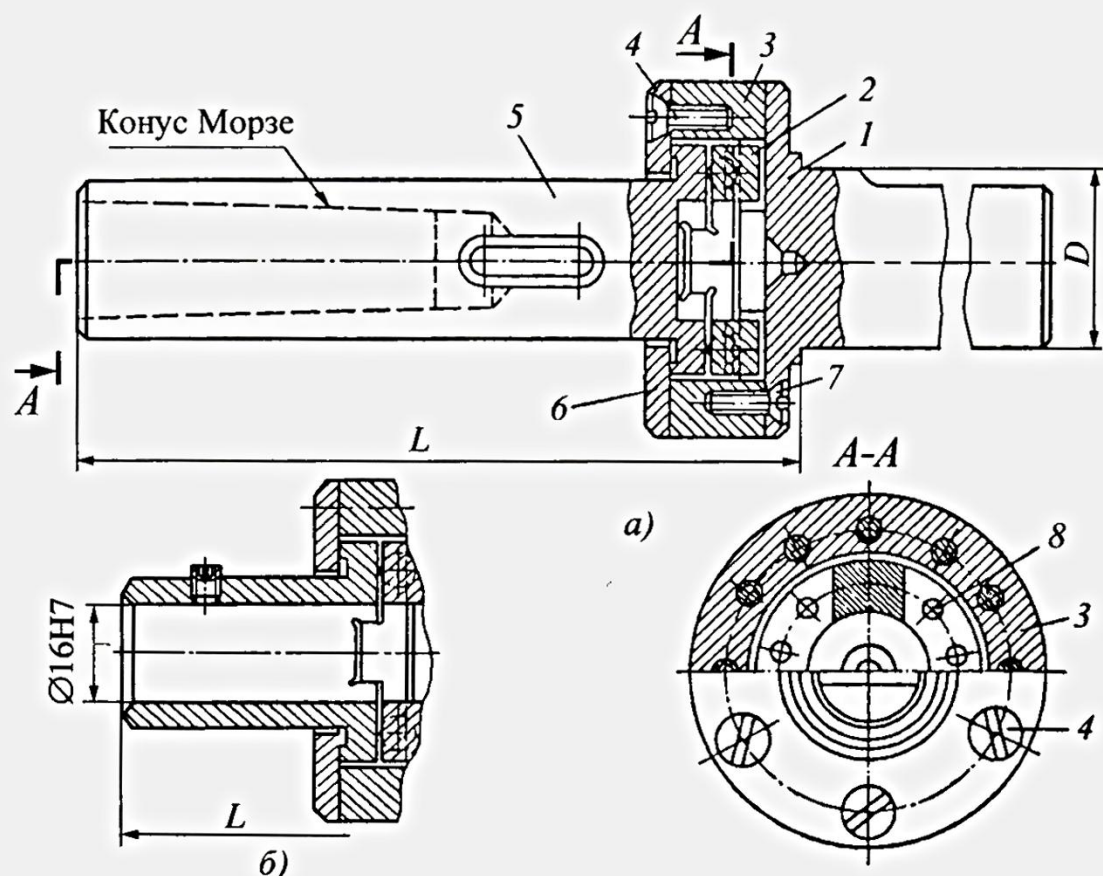


Рис. 3.3. Плавающие патроны для разверток с коническим (а) и цилиндрическим (б) хвостовиками

3.5. Патроны плавающие для разверток к токарно-револьверным станкам

Параметр	Для разверток с коническим хвостовиком (см. рис. 3.3, а)					
Обозначение	6156-0051	-0052	-0053	-0054	-0055	6156-0056
D, мм	18	20	25		30	
L, мм	94,5			108,5	94,5	108,5
Кonus Морзе	1			2	1	2
Параметр	Для разверток с цилиндрическим хвостовиком (см. рис. 3.3, б)					
Обозначение	6156-0041	-0042	-0043	-0044	-0045	6156-0046
D, мм	18	19,05	20	25	25,4	30
L, мм	40					

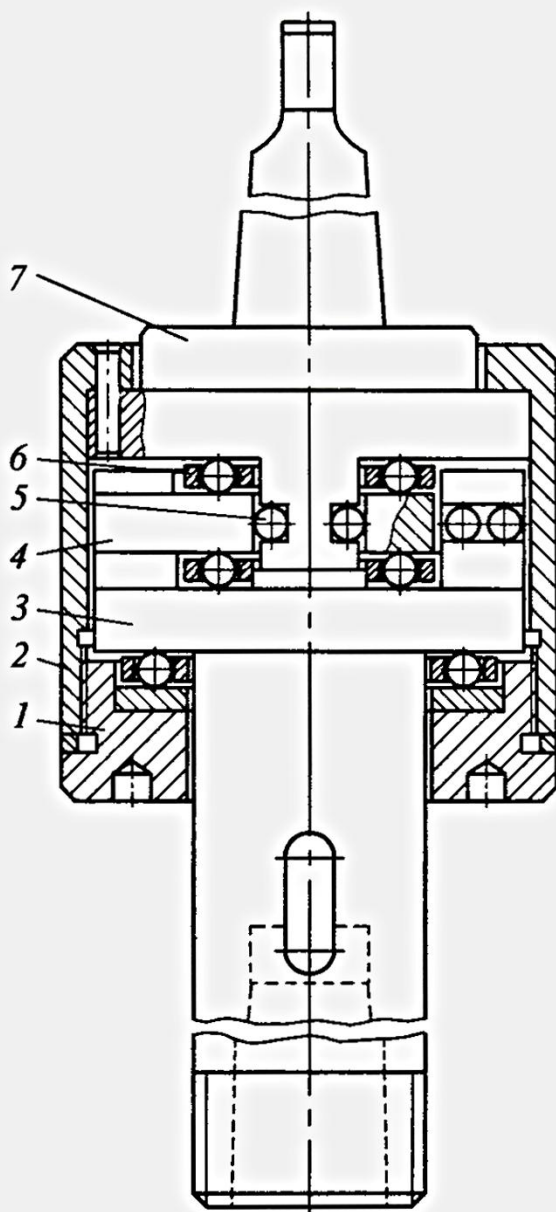


Рис. 3.4. Плавающий патрон для разверток

На рис. 3.4 показан плавающий патрон для разверток. Основными частями патрона являются оправки с наружным конусом 7 для закрепления в шпинделе станка, оправка с внутренним конусом 3 для закрепления инструмента, шайба 4 с четырьмя прямоугольными пазами и соединительная втулка 2 с гайкой 1.

В пазы шайбы 4 входят по два диаметрально противоположных выступа оправок. Между торцами оправок и шайбой установлены сепараторы 6 с шариками. Шарик 5 расположен в зазорах между выступами оправок и пазами шайбы. Для размещения этих шариков в выступах оправок прорезаны пазы.

Между торцом соединительной втулки 2 и фланцем гайки 1 установлена прокладка. Высота прокладки определяется следующим образом. Сначала собирается патрон без прокладок, слегка затягивается гайка 1 и замеряется зазор между торцом втулки 2 и фланцем гайки 1. Затем шлифуется прокладка (шайба) по высоте, равной этому зазору, с допуском $\pm 0,01$ мм.

Патрон обеспечивает плавное перемещение инструмента в попереч-

ных направлениях.

Патрон (рис. 3.5), обеспечивающий перемещение развертки в поперечном направлении, аналогичен по принципу действия предыдущему патрону. Выступы фланца хвостовика 4 входят в вырезы фасонной шайбы 1 и передают крутящий момент на инструмент через шарики 2 и выступы 3 державки инструмента (сечение А-А).

Для развертывания гильз цилиндров используют патрон (рис. 3.6), не допускающий заклинивания развертки при возрастании сил резания

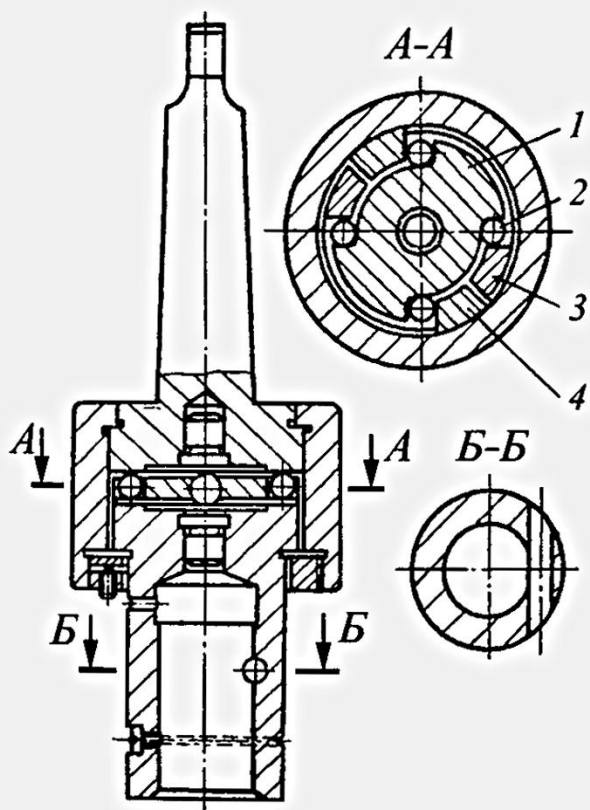


Рис. 3.5. Быстродействующий плавающий патрон для разверток

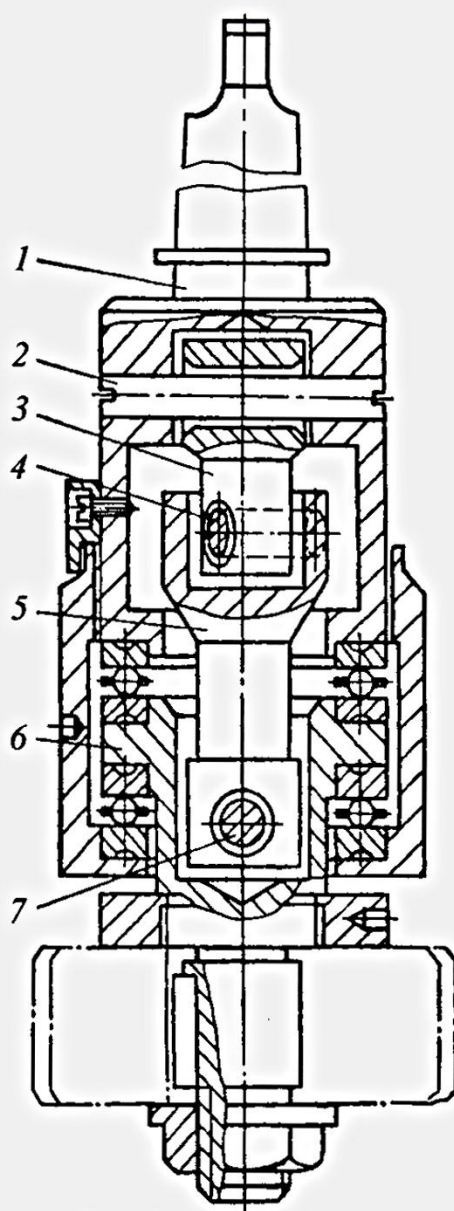


Рис. 3.6. Патрон для развертывания гильз

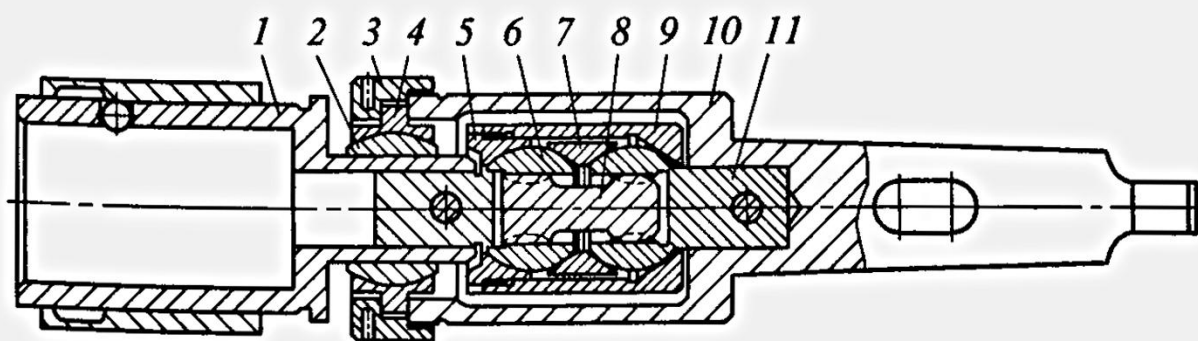


Рис. 3.7. Шарнирный патрон для горизонтально-расточных станков

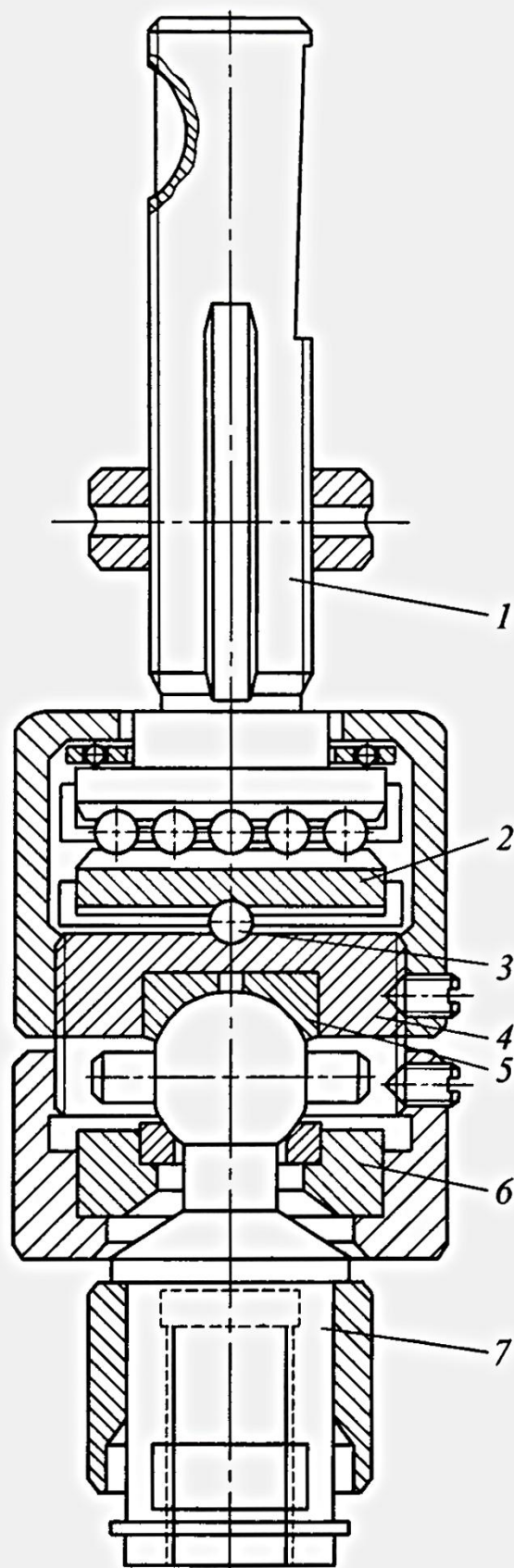


Рис. 3.8. Патрон конструкции
Я.И. Барабаша

вследствие затупления инструмента. Патрон имеет два шарнира 3 и 5, соединяющих корпус 1 с инструментальной оправкой 6. Оси 2 и 7 шарниров расположены перпендикулярно друг к другу, а ось 4 – под углом 45° к осям шарниров.

На горизонтально-расточных станках для сокращения времени, затрачиваемого на выверку соосности шпинделя станка и разверток, рекомендуется применять их шарнирные соединения. Для этой цели используют шарнирный патрон (рис. 3.7).

Патрон состоит из корпуса 10 с коническим хвостовиком и быстросменного трехшарнирного патрона 1. Быстросменный патрон, предназначенный для закрепления разверток и борштанг, связан с корпусом системой шарниров. Шарниры 11 и 6 закреплены неподвижно: один в корпусе, а другой – в быстросменном патроне. Шарниры имеют глухие шестишлицевые отверстия. Выступы шлицев проточены по радиусу. Шарниры соединены между собой при помощи втулки 9, гайки 5 и промежуточного кольца 7. Крутящий момент передается на борштангу с инструментом посредством промежуточного валика 8, имеющего на концах сферические выступы со шлицами.

Быстросменный патрон может перемещаться в поперечном направлении благодаря шаровому кольцу 2 и опорному кольцу 4, перемещающемуся в кольцевом пазу, образованном выточкой гайки 3 и торцом корпуса.

Для сборки шарнира из шарового кольца 2 и опорного кольца 4 в последнем прорезан паз до оси шарового отверстия.

При развертывании отверстий, несоосных с осью шпинделя станка, применяют патрон конструкции Я.И. Барабаша (рис. 3.8). Он состоит из хвостовика 1, обоймы 2, второй обоймы 4, комплекта шариков 3 и инструментодержателя 7. Инструментодержатель, в котором развертка закрепляется жестко, во время работы может отклоняться под углом в любую сторону относительно хвостовика 1 вследствие скольжения сферической части, находящейся между двух сферических шайб 5 и 6.

Кроме углового отклонения инструментодержатель с разверткой может свободно перемещаться в любую сторону параллельно оси хвостовика 1 (благодаря сдвигу двух обойм относительно друг друга). Таким образом, развертка имеет возможность самоустанавливаться относительно оси обрабатываемого отверстия.

3.3. ПАТРОНЫ С ЭЛАСТИЧНЫМ ЗАЖИМОМ

Для улучшения обработки отверстий жаропрочных материалов (сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы) разработаны и применяются несколько видов патронов с эластичным зажимом, который гасит вибрации, возникающие при резании. При возникновении вибраций повышается шероховатость обработанных отверстий и снижается стойкость инструмента, особенно твердосплавного. При работе насадными развертками могут быть использованы оправки с виброгасителями (рис. 3.9).

В расточке корпуса 1 такой оправки на резьбе хвостовиком закреплена штанга 8 (рис. 3.9, а). Штифт 2 предотвращает отворачивание штанги. В полости между штангой и расточкой корпуса размещены каленые шайбы 3. Половина шайб (через одну) по плотной посадке установлена на штанге и имеет зазор относительно отверстия корпуса, а половина установлена в отверстии корпуса с зазором относительно штанги. Все шайбы с помощью гайки 5 через резиновое кольцо 4 сжаты между собой. Винт 9 стопорит гайку 5. Число шайб в одной оправке может быть до 50 штук при толщине одной шайбы, равной 1 мм.

Развертка на оправке устанавливается на конусную часть штанги и от проворачивания удерживается торцевой шпонкой. Втулка связана со штангой сферической шпонкой. Положение втулки в осевом направлении определяется гайкой 6, которая также позволяет снять развертку. При вращении гайки специальным ключом происходит смещение втулки 7 в левую сторону, и развертка снимается.

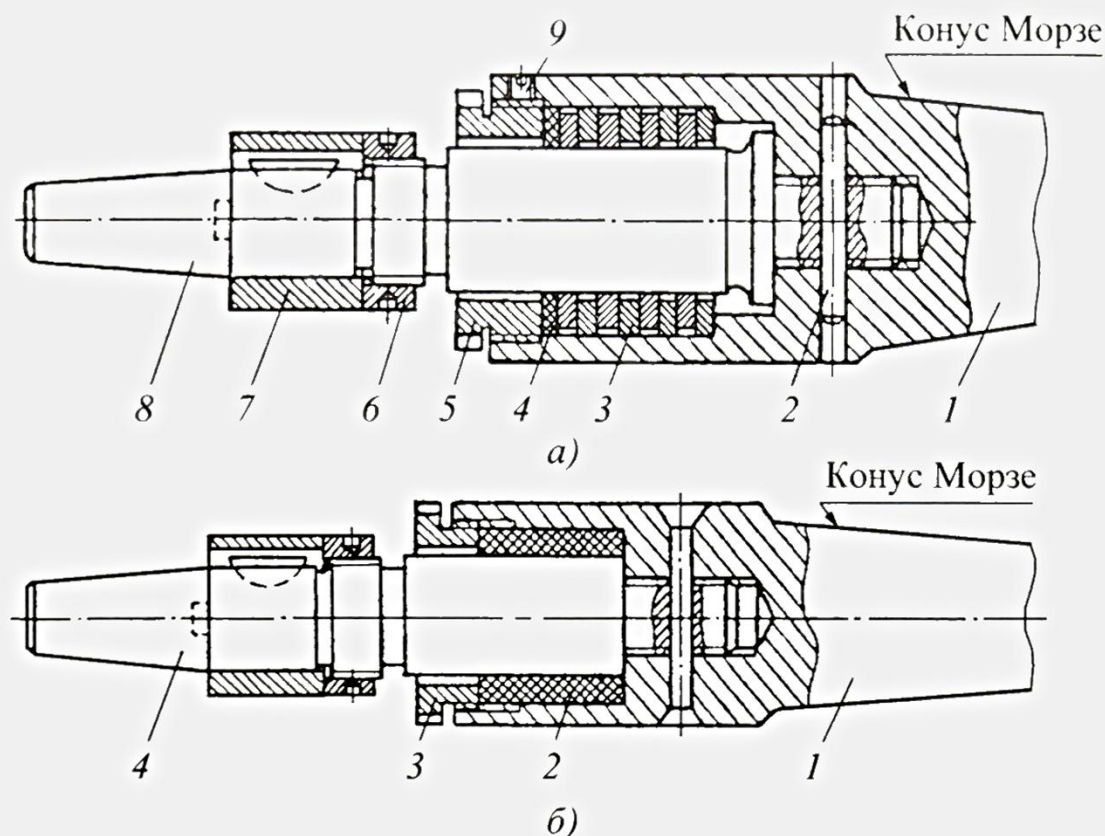


Рис. 3.9. Оправки с виброгасителями для насадных разверток

При работе с виброгасящими оправками интенсивность автоколебаний в 2...2,5 раза меньше, чем при работе с обычными стандартными оправками. Уменьшение вибраций объясняется тем, что энергия колебаний в значительной мере расходуется на преодоление трения между дисками.

Виброгасящая оправка для насадных зенкеров более простой конструкции предусматривает установку в полость между корпусом 1 и штангой 4 резинового кольца 2, поджимаемого гайкой 3 (рис. 3.9, б). Интенсивность вибраций при использовании данной оправки по сравнению со стандартной оправкой уменьшается в 1,5...2 раза. Рассмотренные виброгасящие оправки могут быть использованы также при работе с насадными зенкерами.

Для разверток с хвостовиком с конусом Морзе применяют патрон с эластичными промежуточными кольцами из мягкой резины (рис. 3.10). Конструкция этого патрона позволяет ему совершать полностью эластичное перемещение параллельно оси и под углом к оси. Плавающее движение в корпусе 1 может совершаться благодаря эластичным кольцам 4 из мягкой резины. Передача крутящего момента осуществляется с помощью подводковой лапки 2 через цилиндрический штифт 3. Втулка 5, которая поддерживается кольцами из мягкой резины 4 в корпусе 1,

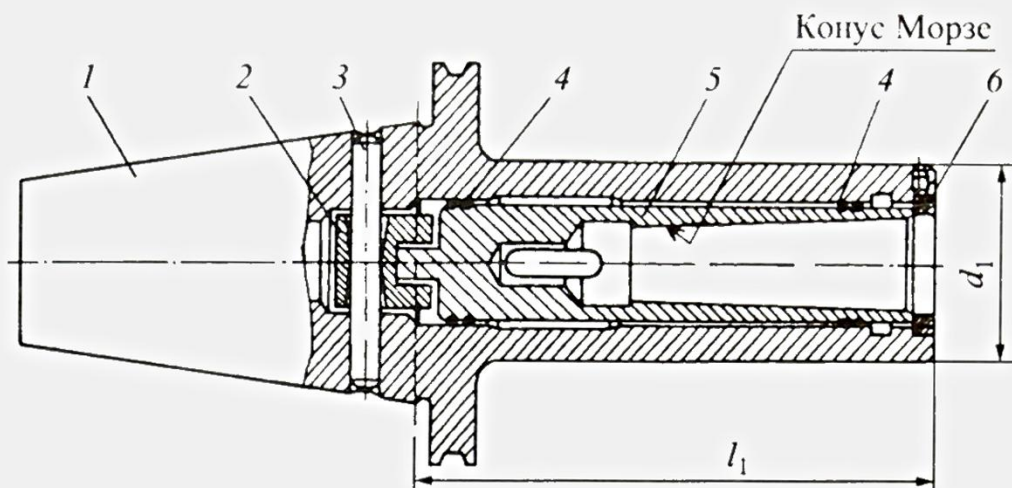


Рис. 3.10. Патрон с эластичными элементами

удерживает инструмент. В корпусе 1 имеется окно для выбивки инструмента. Регулирование зазора в осевом направлении осуществляется с помощью резьбового кольца 6. Патрон имеет размеры $d_1 \times l_1 = 63 \times 137$ мм и внутренний конус Морзе 3.

В табл. 3.6 показано влияние способов крепления качающегося, плавающего, самоустанавливающегося и жесткого на точность обработки при смещении оси развертки относительно оси заготовки 0,01; 0,25; 0,50 мм.

3.6. Влияние способа крепления развертки на точность обработки

Оправки и патроны	Смещение оси развертки, мм					
	$e = 0,01$		$e = 0,25$		$e = 0,50$	
	Разбивка	Погрешность формы	Разбивка	Погрешность формы	Разбивка	Погрешность формы
	мкм					
Качающиеся	6	11	8	16	10	16
Плавающие	11	23	11	21	11	21
Самоустанавливающиеся	10	20	10	20	11	20
Жесткие	20	24	55	130	125	250

Самая низкая точность получается при жестком креплении при всех смещениях инструмента. При смещении инструмента 0,25 и 0,50 мм точность обработки при качающемся, плавающем и самоустанавливающемся креплении практически одинакова. На точность обработки при креплении в качающемся патроне сказывается наличие диаметального зазора в соединении качающейся оправки с корпусом патрона.

Глава 4

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РЕЗЬБОНАРЕЗНОГО ИНСТРУМЕНТА

Хорошее качество резьбы обеспечивается при правильном выполнении комплекса мероприятий, связанных с геометрией и качеством заточки инструмента, с выбором режима резания, подбором состава смазывающе-охлаждающей жидкости в зависимости от материала обрабатываемой детали. Большое значение имеет также правильный выбор приспособления для закрепления резьбонарезного инструмента на станке. Практика эксплуатации метчиков и плашек показывает, что основными причинами появления брака резьбы являются биение шпинделя станка и патрона, а также отсутствие свободного перемещения инструмента в осевом направлении.

При разработке конструкции резьбонарезных патронов необходимо выполнять следующее: обеспечивать соосность инструмента и установочного отверстия патрона; уравнивать осевую составляющую силы резания; разгружать инструмент от действия внешних сил, направленных по его оси, от действия внешних радиальных сил; предохранять метчик от поломки под действием момента, превышающего величину крутящего момента, допускаемого прочностью метчика; обеспечивать надежность работы, удобство эксплуатации и простоту изготовления.

Применяют два способа нарезания резьбы на станках: способ самозатягивания без принудительной подачи инструмента и копирный способ с принудительной подачей. Чаще применяют первый способ. На станках, шпиндели которых, будучи отключенными от приводов подач, перемещаются легко, применяют обычные быстросменные патроны со сменными вставками для инструмента. На крупных станках, при перемещении шпинделей которых возникают значительные силы сопротивления движению, или в случаях, когда подача шпинделя не равна шагу нарезаемой резьбы, применяют патроны с пружинными компенсаторами, обеспечивающими возможность осевого перемещения метчика или плашки, не зависящего от перемещения шпинделя. Когда существует опасность перегрузки и поломки метчика (нарезание резьбы в глухих отверстиях, затупление метчика, защемление его стружкой и т.п.), применяют предо-

хранительные самовыключающиеся патроны. Такие патроны настраивают на допускаемую величину крутящего момента. Они автоматически выключаются, если момент сил сопротивления превышает величину заданного крутящего момента. На станках, не имеющих обратного хода (обратного вращения шпинделя), резьбу нарезают с помощью предохранительных реверсивных патронов. В случаях, когда ось отверстия после предварительной обработки может быть совмещена с осью шпинделя станка в пределах 0,1 мм, применяют жесткое крепление метчика. Если невозможно такое совмещение, например, при обработке на радиально-сверлильных станках, применяют плавающие или самоустанавливающиеся патроны.

4.1. ПАТРОНЫ ДЛЯ МЕТЧИКОВ

При замене большого количества метчиков на агрегатных станках и при подготовке большого количества инструментальных наладок для станков с ЧПУ необходима быстросменность.

Быстросменным элементом патрона является, как правило, вставка с закрепленным в ней метчиком.

На Оршанском инструментальном заводе (рис. 4.1) разработан патрон с плавающим механизмом, обеспечивающим качественное нарезание резьбы. Патрон состоит из корпуса 1, в отверстии которого на шариках 2, установленных в сепараторе 3, перемещается в пределах хода 6...20 мм пиноль 4, находящаяся в исходном положении под действием пружин 5 и 6.

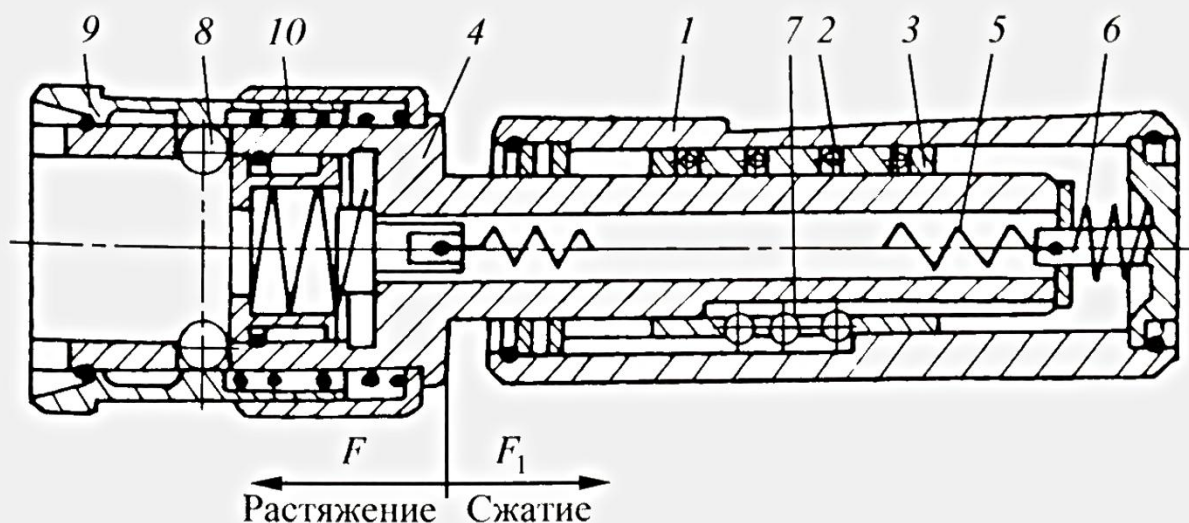


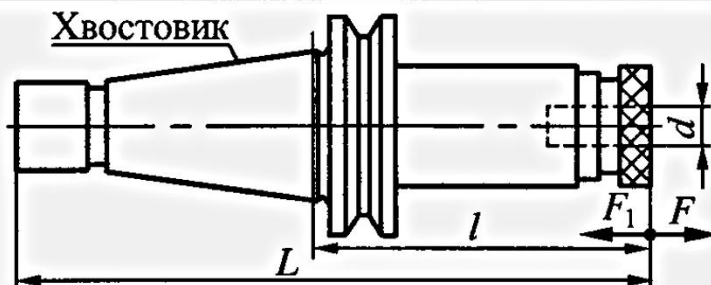
Рис. 4.1. Резьбонарезной патрон конструкции Оршанского инструментального завода

Патроны имеют осевое перемещение на растяжение F и сжатие F_1 , рассчитанное на компенсацию разности между подачей станка и шагом нарезаемой резьбы. Вращение от корпуса 1 к пиноли 4 передается шариками 7. Крепление предохранительной головки производится шариками 8 при перемещении втулки 9 пружиной 10.

Быстросменное снятие предохранительной головки происходит при перемещении втулки 9 вдоль оси патрона к корпусу 1, при этом упор 12 под действием пружины 11 выталкивает головку и выдавливает шарики 8 из отверстия пиноли 4, создав удобства при последующей установке головки.

Патрон имеет различные исполнения (табл. 4.1 и 4.2). Предохранительные головки (рис. 4.2), закрепленные в патроне, имеют несколько типоразмеров (табл. 4.3) и применяются для нарезания резьбы метчиками различных исполнений. Головки имеют встроенный механизм регулировки крутящего момента, что позволяет предохранить метчики от поломки и нарезать резьбы в материалах с различными механическими свойствами.

4.1. Патроны резьбонарезные с конусами 7:24, мм



Диапазон нарезания резьбы	Стандарт хвостовика	Конус 7:24	L	F	F_1	l	d
М3–М12	ГОСТ 25827–93 (см. табл. 1.26)	30	153	15	5	85	19
М14–М24		40	178				
М3–М12		50	205	20	8	112	32
М14–М24			212	15	5	85	19
М27–М42			239	20	8	112	32
М3–М12			272	25	10	142	50
М14–М24		45	192	15	5	85	19
М27–М42			219	20	8	112	32
			284	25	10	177	50

Окончание табл. 4.1

Диапазон нарезания резьбы	Стандарт хвостовика	Конус 7:24	L	F	F_1	l	d
M3-M12	ГОСТ 25827-93 (см. табл. 1.31)	30	168	15	5	100	19
M14-M24		40	193				
M3-M12		50	215	20	8	122	32
M14-M24			227	15	5	100	19
M27-M42			249	20	8	122	32
M3-M12		45	282	25	10	155	50
M14-M24			183	15	5	100	19
M27-M42			205	20	8	122	32
M3-M12		45	260	25	10	177	50
M14-M24	MAS 403 (см. табл. 1.32)	30	158	15	5	90	19
M27-M42		40	183				
M3-M12		50	210	20	8	117	32
M14-M24			217	15	5	90	19
M27-M42			244	20	8	117	32
M3-M12		45	287	25	10	160	50
M14-M24			173	15	5	90	19
M27-M42			200	20	8	117	32
M3-M12		45	243	25	10	160	50

Примечание. Головки предохранительные – см. табл. 4.3.

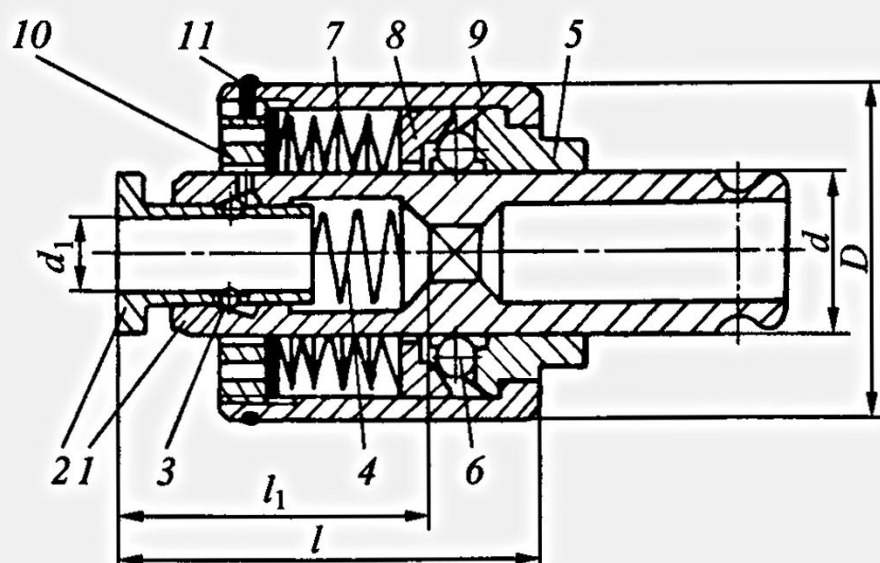
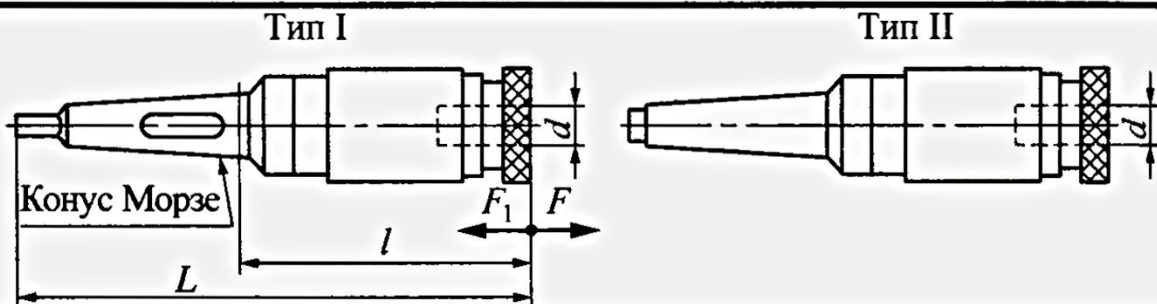


Рис. 4.2. Быстросменная предохранительная головка

4.2. Патроны резьбонарезные с предохранительными головками с конусами Морзе, мм



Диапазон нарезания резьбы	Тип	Конус Морзе	L	F	F_1	l	d
M3–M12	I	2	193	15	5	118	19
		3	212				
M14–M24			248	20	8	154	32
		4	272				
M27–M42			328	25	10	210	50
		5	360				
M3–M12	II	2	182	15	5	118	19
		3	199				
M14–M24		4	235	20	8	154	32
			256				
M27–M42		5	312	25	10	210	50
			339				

4.3. Головки предохранительные (см. рис. 4.2), мм

Диаметр резьбы	D	d	d_1	l	l_1	Квадрат метчика
M3	38	19	3,15	41	20,2	2,5
M4			4,0			3,15
M5			5,0		22,5	4,0
M6			6,3		24,5	5,0
M8			8,0			6,3
M10			10,0			8,0
M12			9,0		30,5	7,1
M14	58	32	11,2	61	34,0	9,0
M16			12,5			10,0
M18–M20			14,0		39,0	11,2

Окончание табл. 4.3

Диаметр резьбы	D	d	d_1	l	l_1	Квадрат метчика
M22	58	32	16,0	61	43,0	12,5
M24			18,0			14,0
M27–M30	84	50	20,0	83	49,0	16,0
M33			22,4			18,0
M36			25,0		53,0	20,0
M39–M42			28,0			22,4

Метчик устанавливается в квадратное отверстие корпуса 1 и втулку 2. Зажим метчика осуществляется шариками 3 при перемещении втулки 2 пружиной 4. Крутящий момент к корпусу 1 передается поводком 5 через шарики 6, поджатые тарельчатыми пружинами 7 и кольцом 8 в лунки корпуса. Регулировка крутящего момента обеспечивается изменением величины деформации тарельчатых пружин 7 гайкой 10.

При неправильной регулировке крутящего момента во время нарезания резьбы в глухих отверстиях возможно появление треска в головке, что сигнализирует о недостаточно отрегулированном крутящем моменте при упоре метчика в дно отверстия.

При достижении момента резания больше отрегулированного происходит остановка корпуса 1 вследствие проворачивания поводка 5 и выжима шариков 6 из лунок корпуса.

Примерная схема расцепления поводка 5 и корпуса 1 показана на рис. 4.3.

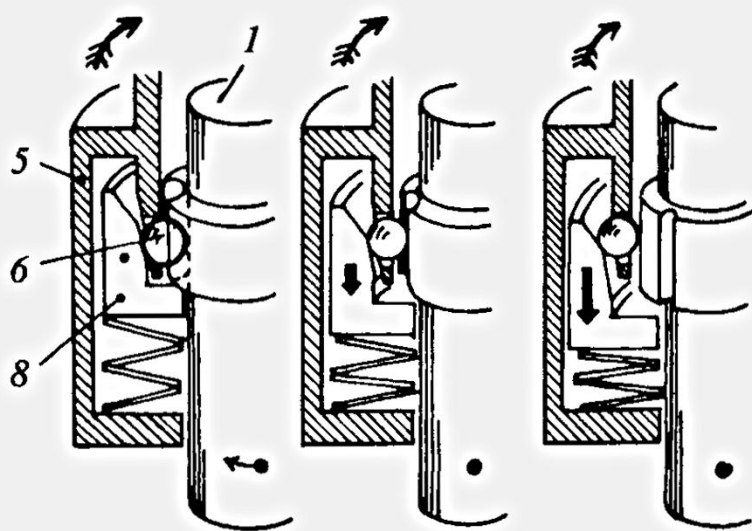


Рис. 4.3. Схема срабатывания шариковой предохранительной муфты (обозначения – см. рис. 4.2)

4.4. Крутящий момент $M_{кр}$ предохранительных головок

d	$M_{кр}$, Н·м, при шаге резьбы, мм													$\Delta M_{кр}$, %
	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	4,5	
3	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+15
4	—	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	1,4	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+25
6	1,7	—	3,2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	2,6	—	4,5	5,2	8	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	2,7	—	4,8	6,6	11	15	—	—	—	—	—	—	—	
12	3,6	—	6,4	8	13,2	17,4	24	—	—	—	—	—	—	+30
14	4,2	—	7,8	9,2	—	20	—	36	—	—	—	—	—	
16	—	—	—	10,6	—	24	—	42	—	—	—	—	—	
18	—	—	—	12	—	26	—	47	73	—	—	—	—	
20	—	—	—	13,2	—	29	—	52	81	—	—	—	—	+40
22	—	—	—	19,8	—	32	—	57	90	—	—	—	—	
24	—	—	—	21,6	—	34	—	62	—	140	—	—	—	
27	—	—	—	24	—	40	—	70	—	158	—	—	—	
30	—	—	—	27	—	44	—	79	—	—	240	—	—	
33	—	—	—	29,6	—	48	—	86	—	—	260	—	—	
36	—	—	—	32,4	—	52	—	94	—	—	—	374	—	
39	—	—	—	35	—	56	—	102	—	—	—	405	—	
42	—	—	—	48	—	60	—	109	—	—	—	—	550	

Условные обозначения: d – диаметр нарезаемой резьбы, мм; $\Delta M_{кр}$ – допускаемое отклонение крутящего момента, %.

4.5. Поправочный коэффициент K_m в зависимости от обрабатываемого материала

Материал	Коэффициент K_m
Сталь углеродистая 30, 40 и 45:	
нормализованная	1
улучшенная	1,2
Сталь углеродистая A11	0,85
Сталь легированная:	
нормализованная	1,1
улучшенная	1,3
Чугун серый, бронза	0,75
Латунь	0,55
Алюминиевые сплавы	0,4

Регулировку крутящего момента проводят путем вращения гайки 10 ключом для регулировки крутящего момента, гайка после этого обязательно должна быть зафиксирована замковым кольцом 11 (см. рис. 4.2) в кожухе 9. Рекомендуемые значения крутящего момента $M_{кр}$ приведены в табл. 4.4. Поправочные коэффициенты K_m в зависимости от обрабатываемого материала – в табл. 4.5.

При определении настраиваемого крутящего момента $M_{кр}$ необходимо учитывать, что он должен быть больше момента сил резания $M_{рез}$, но меньше момента $M_{п}$, при котором возникает поломка метчика. Рекомендуется обычно настраивать патроны на величину $M_{кр}$, превышающую момент сил резания на 5...40 % в зависимости от диаметра резьбы.

Для упрощения настройки осевых размеров инструмента применяются патроны с регулируемым хвостовиками.

На рис. 4.4 показана конструкция патрона, предназначенного для нарезания резьбы метчиками М6–М16 в сквозных и глухих отверстиях, который выпускается Краснодарским заводом слесарно-монтажного инструмента.

В корпусе 1 размещено устройство осевой компенсации, состоящее из муфты 2, шариков 3, пружин 4 и 5.

Корпус 1, муфта 2 и хвостовик 6 с гайкой 13 крепится при помощи пальца 7. Шарики 3 служат для передачи крутящего момента и являются направляющими качения осевого перемещения муфты в корпусе.

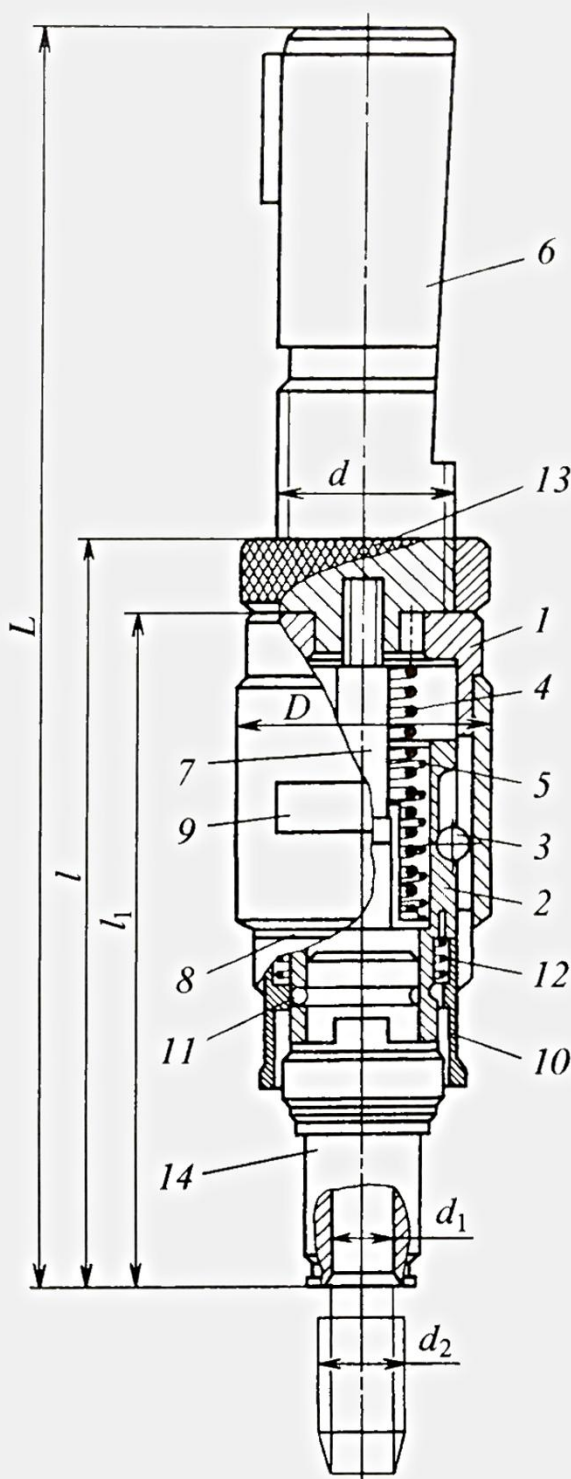


Рис. 4.4. Патрон с цилиндрическим регулируемым хвостовиком

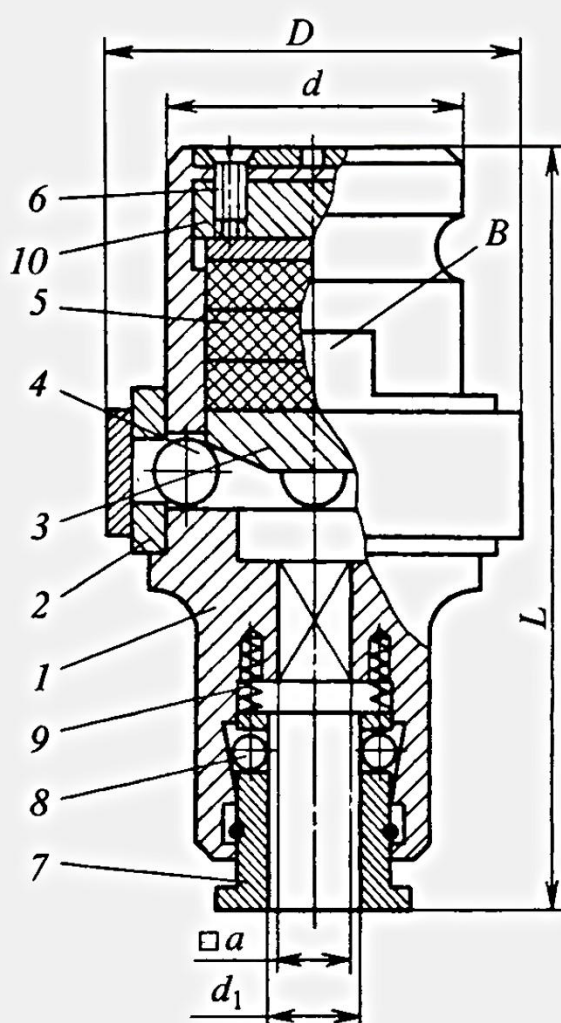


Рис. 4.5. Сменный метчикодержатель

Для предохранения шариков от выпадания на корпус 1 установлена обойма 9, зафиксированная при помощи кольца 8.

На конце муфты 2 имеется замковое устройство для метчикодержателя 14, состоящее из замка 10, шариков 11 и пружины 12.

Осевая компенсация "растяжения" реализуется в патроне тогда, когда шаг нарезаемой метчиком резьбы больше, чем рабочая подача станка. В этом случае метчик вместе с метчикодержателем 14 и муфтой 2 выдвигается из корпуса 1, скользя по шарикам 3.

При выводе метчика из резьбового отверстия пружина 4 осуществляет возврат муфты 2 в исходное положение. При осевом перемещении шарики 3 перекатываются по пазам корпуса 1.

Осевая компенсация "сжатия" реализуется в патроне тогда, когда прекращается перемещение (осевое и вращательное) метчика (например, заедание метчика по резьбе, упор в дно отверстия), а рабочая подача и вращение патрона продолжают. В этом случае метчик вместе с метчи-

коддержателем 14 и муфтой 2 вдвигаются внутрь корпуса 1, скользя по шарикам 3.

Предохранение метчиков от поломок при повышении допускаемой величины крутящего момента осуществляется с помощью муфты, размещенной в сменном метчикодержателе.

Сменный метчикодержатель (рис. 4.5) состоит из корпуса 1 и предохранительного устройства, которое состоит из сепаратора 2, сухаря 3, шариков 4, упругого элемента 5 из полиуретана СКУ-7 с модулем упругости 1200...1500 Н/см² и резьбовой пробки 10.

При помощи винта 6 пробка фиксируется от самоотвинчивания в процессе работы. Пробкой 10 регулируется крутящий момент, при котором срабатывает предохранительное устройство метчикодержателя.

В корпусе 1 метчикодержателя смонтировано замковое устройство для крепления метчиков, состоящее из замка 7, шариков 8 и пружин 9.

4.6. Резьбонарезные патроны (см. рис. 4.4), мм

Обозначение	d	D	L	l	l_1	d_1	d_2
191221029A	28	65	250	167...192	155	3,15...10,0	M3–M10
191221129A			270	187...212	175	6,3...12,5	M6–M16
191221030A	36			166...196	152		
191221130A	90	320	216...246	202	14,0...20,0	M18–M27	
191221141A	48	100	380	250...295	236	20,0...28,0	M30–M42

Выступы B служат для передачи крутящего момента от патрона к сепаратору 2 метчикодержателя.

Размеры патрона приведены в табл. 4.6.

Патрон предохранительный быстросменный (рис. 4.6) применяется для нарезания резьбы комплектом машинных метчиков. Метчики в патроне закрепляются с помощью быстросменных вставок 9 в гнезде державки 2. Вставки фиксируются шариками 7, которые удерживаются втулкой 8. Державка 2 цилиндрическим выступом располагается в отверстии хвостовика 7, которым патрон крепится в шпинделе станка. К хвостовику приварен фланец 4, с которым винтами 3 скреплен другой фланец 6. Между фланцами установлены распорные втулки 5 и расположено также кольцо 16 с двумя приливами, в которых размещены пальцы 13 с пружинами 14.

Натяг пружин определяется гайками 10. Пальцы действуют на рычаги 12, которые поворачиваются на осях 77. Выступы рычагов входят в пазы державки 12, передавая на державку крутящий момент от хвостовика 1. При повороте кольца 16 пальцы 13 скользят по рычагам 12, в результате чего меняется плечо действия силы пальца на рычаг 11, следовательно, сила поджима выступов рычага к державке 2.

Таким образом, вращением кольца с пальцами относительно рычагов регулируется передаваемый на державку крутящий момент. Для удобства пользования патроном величины передаваемых моментов отмечены на лимбе, нанесенном по диаметру фланца 4. Совместив нулевую риску на кольце 16 с соответствующим делением на лимбе, необходимо кольцо закрепить. В установленном положении кольцо стопорится винтом 15, поджимаясь через прихват 17 к фланцу 6.

При работе патрона, когда крутящий момент на метчике превысит допустимый (установленный по лимбу патрона), выступы рычагов 12 выйдут из пазов державки, и передача крутящего момента от хвостовика на державку прекратится. Патроны разработаны двух типоразмеров: для крепления метчиков от 3 до 10 и от 8 до 18 мм.

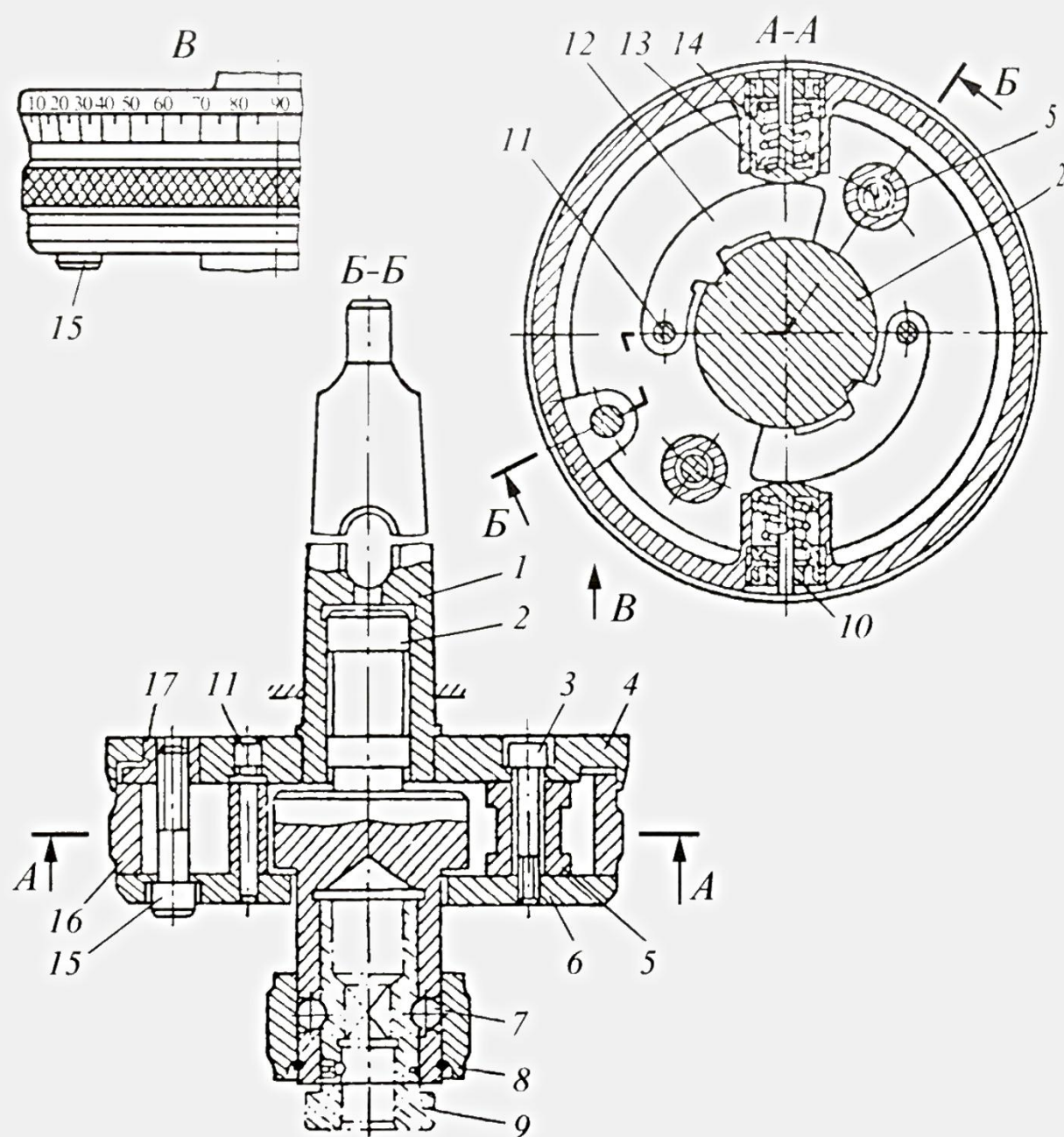


Рис. 4.6. Патрон предохранительный быстросменный

Предохранительный патрон (рис. 4.7) для нарезания резьб в глухих отверстиях метчиками М10–М20 автоматически настраивается на передаваемый крутящий момент в зависимости от размера метчика при его закреплении в патроне. Это осуществляется благодаря наличию в механизме патрона кинематического звена типа "гайка в гайке", связывающего узел крепления метчика с кулачковой предохранительной муфтой. Патрон крепится в шпинделе станка хвостовиком 3, на котором свободно установлена обойма 1. Внутри обоймы расположена ведущая полумуфта 2,

связанная шлицевым соединением с хвостовиком 3 и торцовыми зубьями с ведомой полумуфтой 6.

Ведущая полумуфта 2 находится под действием пружины 4; гайки 5 ограничивают нижнее положение ведущей полумуфты и определяют натяг пружины. Ведомая полумуфта 6 расположена в нижней части патрона. Винты 7, закрепленные в корпусе полумуфты, входят в продольные пазы обоймы 1 и предотвращают взаимный поворот полумуфты и обоймы. Узел крепления метчика состоит из кулачков 9, расположенных в торцовых пазах полумуфты 6 и находящихся под воздействием пружин 12 и конуса гайки 8.

При вращении гайки 8 кулачки под действием конуса гайки сходятся и закрепляют метчик. Снизу кулачки приняты кольцом 10, которое к торцу полумуфты 6 прикреплено винтами 11. Гайка 8 имеет две резьбы разного направления и шага; внутренней резьбой гайка связана с полумуфтой 6, а наружной – с обоймой 1.

Таким образом, при установке и закреплении метчика вращением гайки 8 смещается ведомая полумуфта 6, приближаясь или удаляясь от ведущей. Это изменяет угол зацепления кулачков в муфте, увеличивает или уменьшает предельный крутящий момент в зависимости от типоразмера метчика. Правильно отрегулированный патрон полностью исключает поломку метчиков. При увеличении на метчике крутящего момента больше настроенного полумуфта 2 вместе с хвостовиком 3 будет проворачиваться относительно полумуфты 6 и обоймы 1.

Многодисковый фрикционный предохранительный компенсирующий патрон с комплектом переходников позволяет нарезать резьбу в диапазоне от М42 до М90 (рис. 4.8, а). Патрон при нарезании резьбы обеспечивает свободное перемещение метчика при движении шпинделя с подачей большей, чем шаг резьбы. Метчик 14 в патроне отверстием хвостовика упирается в конус 13, находящийся под воздействием пружины 10.

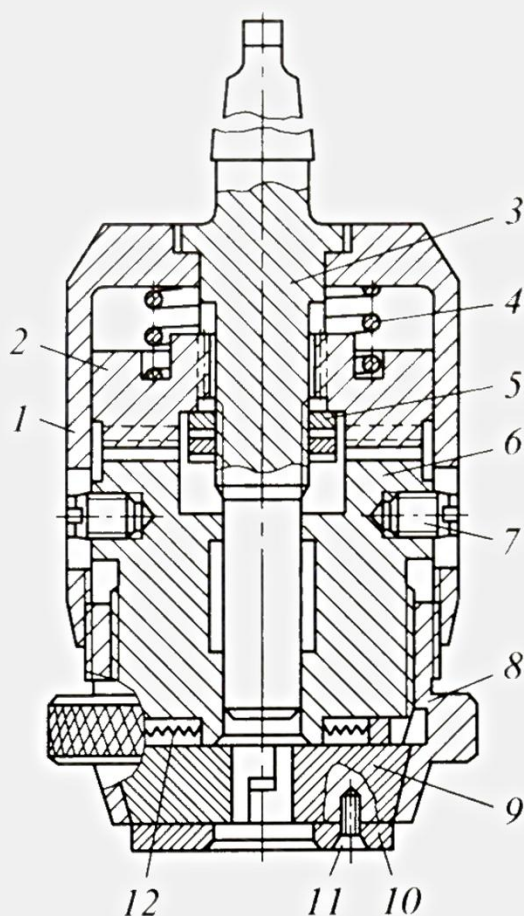


Рис. 4.7. Предохранительный патрон с автоматической настройкой на крутящий момент

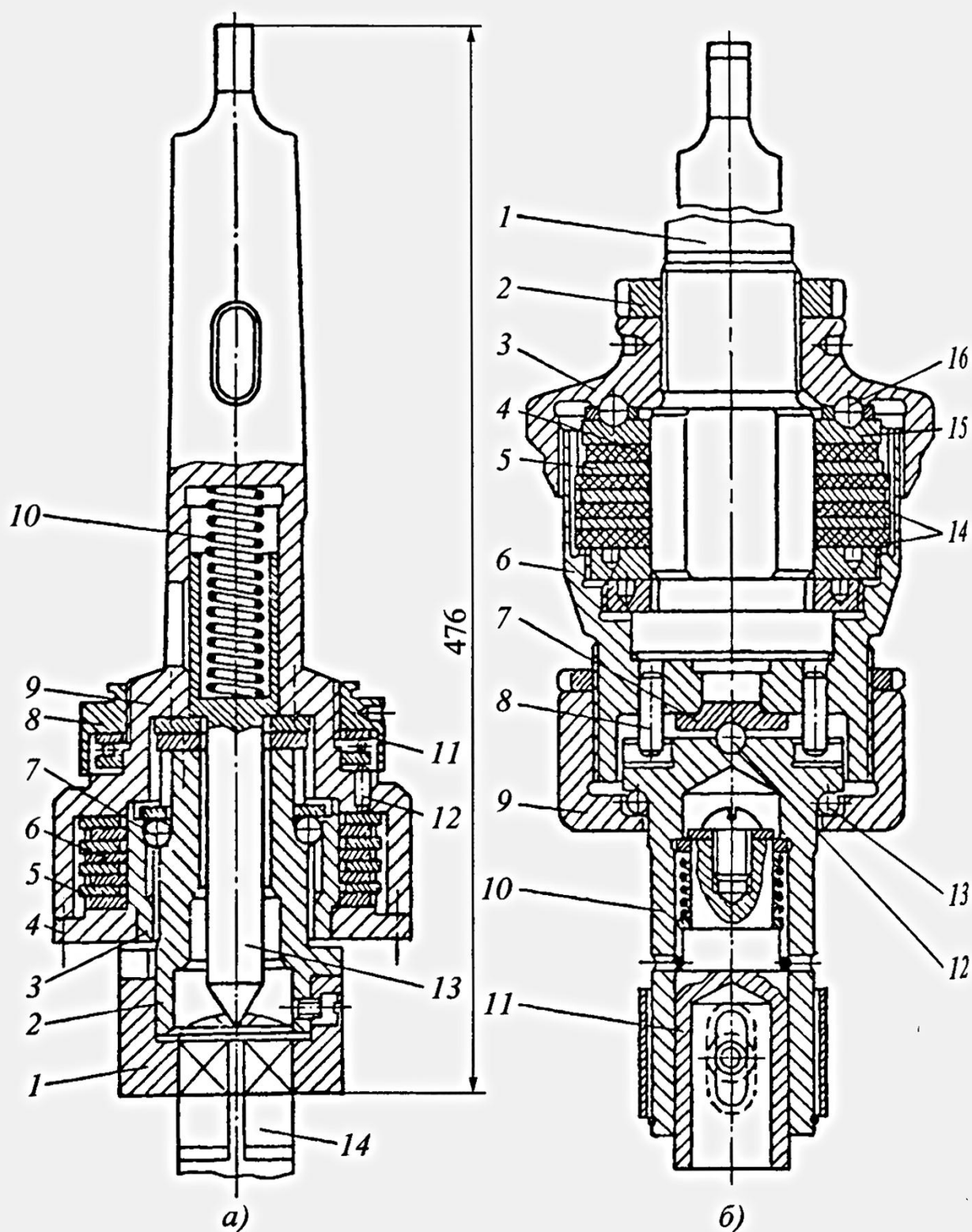


Рис. 4.8. Многодисковые фрикционные предохранительные компенсирующие патроны

Переходник 1 имеет гнездо для метчика, и винтом связан с втулкой 2, которая шариками 7, как шпонками, связана с обоймой 3. Расположенные в расточке корпуса 9 фрикционные диски образуют фрикционную муфту; диски 6 связаны с обоймой, а диски 5 — с корпусом 9. Предварительно диски поджаты фланцем 4.

Настройка патрона на требуемый крутящий момент выполняется гайкой 8, при вращении которой штифты 12 в отверстиях конуса смещаются и давят на фрикционные диски. Для уменьшения трения между гайкой и штифтами расположен упорный шарикоподшипник 11.

Плавающий предохранительный патрон с пружинным компенсатором (рис. 4.8, б) обеспечивает хорошую работу метчика, допускает "плавание" инструмента в плоскости, перпендикулярной к оси вращения, обеспечивает компенсацию несоответствия подачи шагу резьбы, предохраняет метчик от поломки при увеличении крутящего момента больше допустимого. В шпинделе станка патрон крепится хвостовиком 1, который лысками связан со стальными дисками 5 фрикционной муфты. Диски 5 находятся между фибровыми дисками 14, связанными выступами с пазами в расточке корпуса 6. Поджатие дисков и регулировка крутящего момента, передаваемого муфтой, осуществляется гайкой 3 через шарики 16, стальную шайбу 15 и резиновое кольцо 4, выполняющее роль упругого элемента. Контргайка 2 стопорит гайку 3 в заданном положении.

Метчик через переходную втулку крепится во вкладыше 11, который подпружинен и расположен в держателе 10. Держатель связан с корпусом 6. При работе патрона вращение от корпуса 6 к держателю передается через штифты 8, которые запрессованы во фланце корпуса и входят с зазором в радиальные пазы держателя. Снизу держатель поджимается к корпусу 6 крышкой 9 через шарики 13 и опирается при этом через шарик 12 на закаленную шайбу 7 во фланце корпуса.

Такое крепление держателя обеспечивает его смещение ("плавание") в плоскости, перпендикулярной к оси вращения патрона, в случае, если ось нарезаемого отверстия не совпадает с осью шпинделя станка. При нормальной работе метчика момент силы трения между дисками фрикционной муфты патрона должен быть несколько больше, чем момент силы резания. При возрастании момента на метчике вследствие затупления метчика или упора метчика в дно нарезаемого отверстия диски фрикционной муфты проскальзывают относительно друг друга, и возможность поломки метчика исключается. Вывод метчика из отверстия осуществляется переключением шпинделя станка на обратное вращение.

В случаях биения шпинделя, несоосности поверхностей направляющих втулок, неточности в изготовлении патронов, а также когда нарезание резьбы не следует непосредственно за сверлением и последующая установка обрабатываемой детали не обеспечивает совпадения осей инструмента и нарезаемого отверстия, применяют плавающие патроны. Они позволяют метчику свободно перемещаться параллельно самому себе и легко самоцентрироваться по отверстию, ось которого при установке оказалась смещенной относительно оси шпинделя.

На рис. 4.9 показан патрон, обеспечивающий "плавание" инструмента в плоскости, перпендикулярной к оси вращения, и компенсацию несоответствия подачи шагу резьбы. Вращение от оси хвостовика 1 через пальцы 3 передается на держатель 6 и вкладыш 7, в котором установлен метчик, закрепленный штифтом (сеч. А-А). Так как пальцы 3 входят

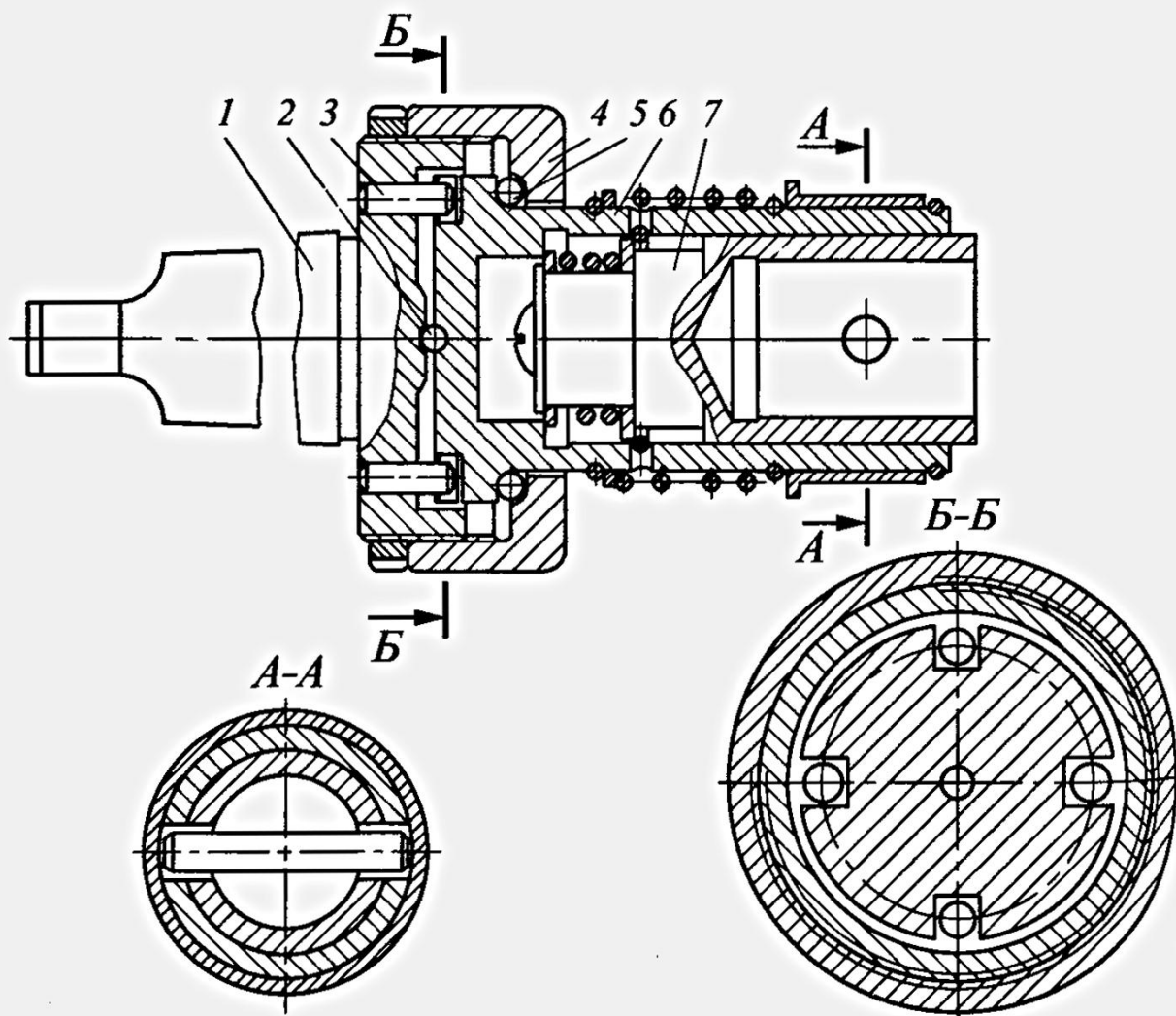


Рис. 4.9. "Плавающий" резьбонарезной патрон

в пазы держателя с зазором, а держатель, в свою очередь, установлен в отверстиях фланца хвостовика и крышки 4 также с зазором, то инструмент может "плавать" в плоскости, перпендикулярной к оси вращения. Шарики 5, упирающиеся в заплечики держателя 6, и шарик 2, упирающийся в доведенную плоскость фланца хвостовика, облегчают эту возможность.

При сборке патрона крышку 4 затягивают так, чтобы держатель 6 мог перемещаться под действием собственного веса в плоскости, перпендикулярной к оси хвостовика, на 1...1,5 мм. Во время нарезания резьбы метчик хорошо направляется обрабатываемым отверстием, если даже это отверстие несоосно со шпинделем станка или несколько отклоняется от направления его осевого перемещения. Пружинный компенсатор, установленный на конце вкладыша 7, обеспечивает дополнительное осевое перемещение метчика относительно держателя 6 и хвостовика 1.

На рис. 4.10 показан "плавающий" патрон для метчиков и плашек. Патрон используется для метчиков МЗ-М6 на резьбокалибровочном станке, но может быть применен и на револьверных станках. Патрон допускает осевое смещение и автоматическое выключение инструмента. Он имеет быстросменный зажим, что особенно необходимо при нарезании резьбы за два прохода и более. Для компенсации разницы в шаге нарезаемой резьбы и подаче инструмента предусмотрена амортизационная пружина 7 в коробке 6, соединенной с плавающей частью двумя винтами 8.

Хвостовик 1 связан штифтом 3 со стаканом 5, представляя одно целое. В отверстии хвостовика имеется храповик 4, поджимаемый пружиной 2 к муфте 9. На торце втулки — кулачки. Муфта связана качающимся

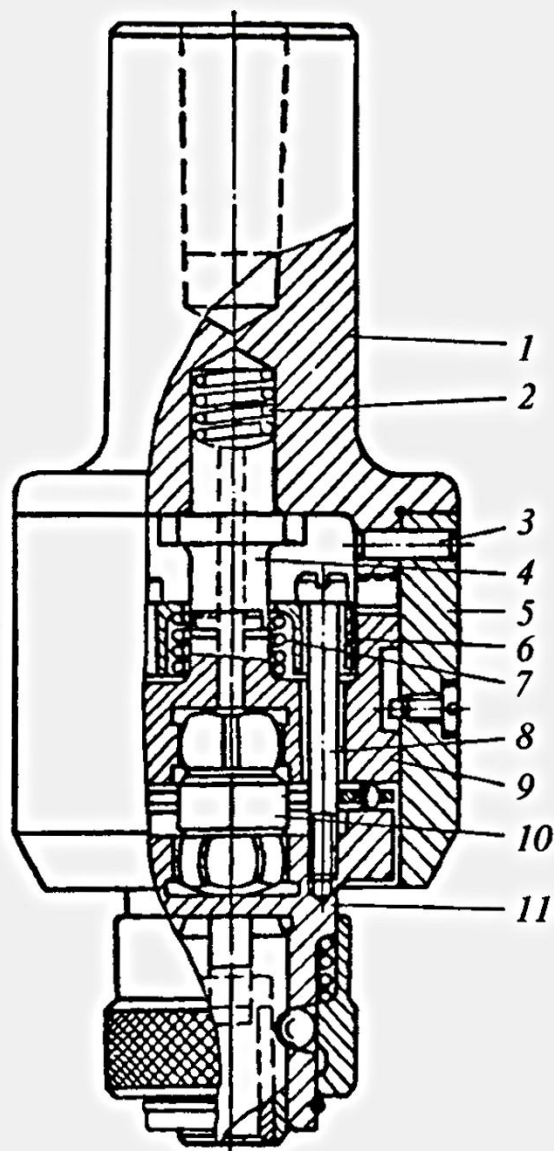


Рис. 4.10. "Плавающий" патрон для метчиков и плашек

поводком 10 с втулкой 11, которая передает вращение инструменту и может перемещаться от оси параллельно самой себе.

Во избежание среза витков резьбы и поломки метчика муфта под действием пружины 7 может перемещаться вдоль оси. При подходе револьверной головки к упору инструмент, продолжая ввинчиваться, увлекает за собой плавающую внутреннюю часть патрона до момента, когда торцовые выступы муфты расцепятся с зубцами хвостовика и метчик вместе с муфтой начнет проворачиваться, заставляя торцовый храповик прощелкивать. Обратное вращение шпинделя приведет к вывинчиванию инструмента.

Современные системы ЧПУ позволяют:

- поддерживать синхронизацию скорости подачи шпинделя и скорости его вращения на полной глубине обработки резьбы;
- избежать "перебега" метчика в конце отверстия при остановке и реверсе шпинделя (за счет точного расчета замедления вращения шпинделя для согласования момента остановки в точно запрограммированном месте).

В последнее время функция цикла "жесткого" или синхронного резьбонарезания стала стандартной опцией большинства систем ЧПУ. В связи с этим от патронов с компенсацией разности между осевой подачей и шагом нарезаемой резьбы можно отказаться. Используют жесткие резьбонарезные патроны, по конструкции аналогичные цанговым патронам или державкам для концевых фрез.

Стоимость таких патронов намного меньше стоимости патронов с компенсацией, и они более компактны. Качество обработанной резьбы зависит в большей степени от точности шпинделя станка, механизмов подачи и работы системы ЧПУ.

Жесткий резьбонарезной патрон позволяет увеличить скорость обработки в несколько раз по сравнению с патронами с механизмом компенсации. Для этого необходима более точная остановка шпинделя в конце цикла резьбонарезания без перебега, в том числе и на высоких скоростях.

Резьбофрезерование является методом, известным больше теоретически, но этот метод на современном оборудовании, имеющем возможность управления одновременно по трем координатам, проявляет все свои достоинства: простота конструкции вспомогательного инструмента (достаточно державки или высокоточного патрона), одним инструментом можно обрабатывать как правые, так и левые резьбы, как внутренние, так и наружные, независимо от диаметра резьбы. При поломке фрезы она не остается в отверстии, как метчик, а легко извлекается, так как имеет раз-

меры меньшие, чем отверстие под резьбу. Любой класс точности и характер сопряжения резьбы можно получить одним инструментом, вводя соответствующие коррективы в программу. Резьба полного профиля в глухом отверстии нарезается практически до дна, исключая необходимость сверления отверстия на 3–4 шага глубже для размещения витков резьбы неполного профиля на рабочем конусе метчика или растачивания канавки для выхода резьбы.

Резьбофрезерованием хорошо обрабатываются: отливки из серого и высокопрочного чугуна, отливки из алюминиевых сплавов, стали с пределом прочности до 1400 Н/мм^2 , коррозионно-стойкие стали и титан.

Наиболее эффективно попутное резьбофрезерование, которое обеспечивает более низкие усилия резания, лучшее стружообразование, лучшее качество обработанной поверхности и большую стойкость инструмента. Стружка при резьбофрезеровании получается очень мелкая и легко удаляется потоком охлаждающей жидкости, подаваемой в зону обработки через шпиндель станка и центральное отверстие инструмента. Инструмент хорошо работает без подачи СОЖ или при охлаждении струей сжатого воздуха.

Резьбовые фрезы из твердых сплавов (табл. 4.7) производят фирмы: Sandvik Coromant, Titex Plus, EMUGE, GÜHRING, Kennametal, DIXI и ряд других. Резьбовые фрезы с неперетачиваемыми пластинками из твердого сплава (рис. 4.11, табл. 4.8) производят: EMUGE, Kennametal, VARDEX. Резьбовые фрезы позволяют обрабатывать резьбы от М4, верхней границы применения нет.

Если длина рабочей части инструмента перекрывает глубину нарезания резьбы, то обработка производится за один проход, если длины рабочей части инструмента или сменной пластины твердого сплава недостаточно, то инструмент подается вдоль оси отверстия на величину, кратную шагу резьбы (на N шагов), и процесс повторяется. Кроме цилиндрических метрических и дюймовых резьб на обрабатывающих центрах можно фрезеровать конические резьбы конусностью 1:16 (табл. 4.9).

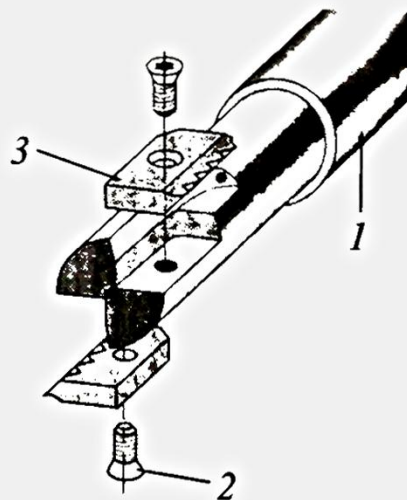
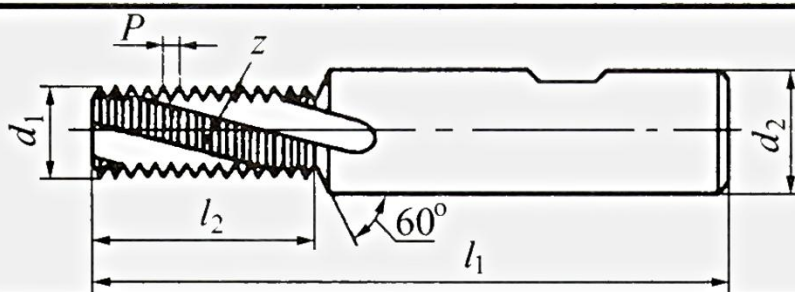


Рис. 4.11. Сборная резьбовая фреза:

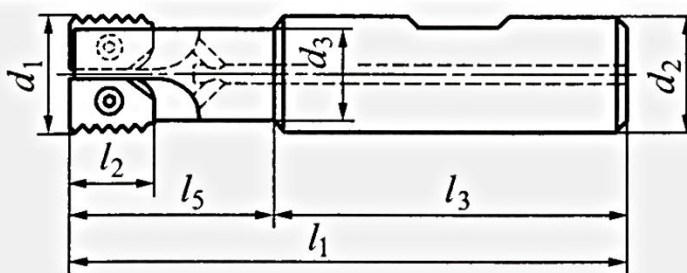
1 – корпус;
2 – винт "Торх"; 3 – сменные режущие пластины

4.7. Резьбовые фрезы твердосплавные цельные для метрической резьбы ISO, мм



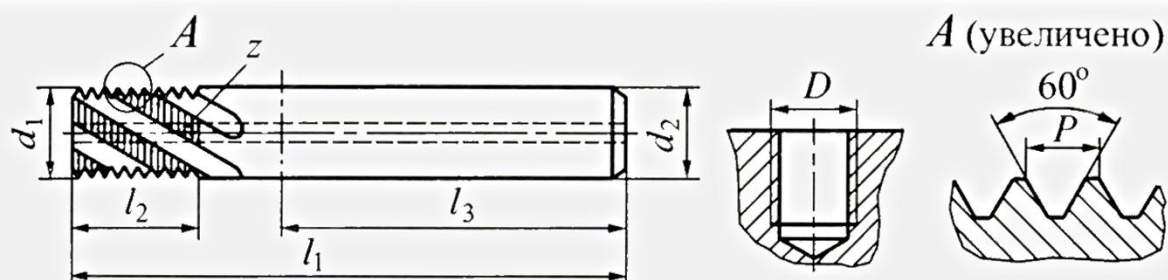
Нарезаемая резьба	Шаг резьбы P , мм	d_1	l_1	l_2	$d_2, h6$	z , шт
M4	0,70	3,2	57	8,40	6	3
M5	0,80	4,1	57	11,20	6	3
M6	1,00	4,8	63	13,00	8	3
M8	1,25	6,5	72	17,50	10	3
M10	1,50	8,2	83	21,00	12	3
M12	1,75	9,9	83	26,25	14	4
M14	2,00	11,6	92	30,00	16	4
M16	2,00	13,6	92	34,00	18	4

4.8. Резьбовые фрезы твердосплавные сборные для метрической резьбы ISO, мм



Шаг резьбы	l_1	l_2	l_3	l_5	d_1	d_2	d_3
0,5...2,5	106	15	56	50	25	25	21
3,0...3,5					27		

4.9. Резьбовые фрезы твердосплавные цельные для резьбы по стандарту ASME B1.1, мм



P	Минимальный диаметр резьбы D , дюймы	d_1	d_2	L_1	L_2	L_3	z , шт
1,058	G1/2	10	10	80	20	40	4
1,270	G1/2	10	10	80	20	40	4
	G11/16	12	12	90	25	45	4
	G7/8	16	16	100	32	48	5
	G1	20	20	115	40	50	5
1,411	G1/2	10	10	80	20	40	4
1,588	G1/2	10	10	80	20	40	4
	G11/16	12	12	90	25	45	4
	G7/8	16	16	100	32	48	5
	G1	20	20	115	40	50	5
1,814	G7/8	16	16	100	32	48	5
2,117	G11/16	12	12	90	25	45	4
	G7/8	16	16	100	32	48	5
	G1	20	20	115	40	50	5
2,540	G11/16	12	12	90	25	45	4
2,822	G11/16	12	12	90	25	45	4
3,175	G7/8	16	16	100	32	48	5
	G1	20	20	115	40	50	5
4,237	G1	20	20	115	40	50	5

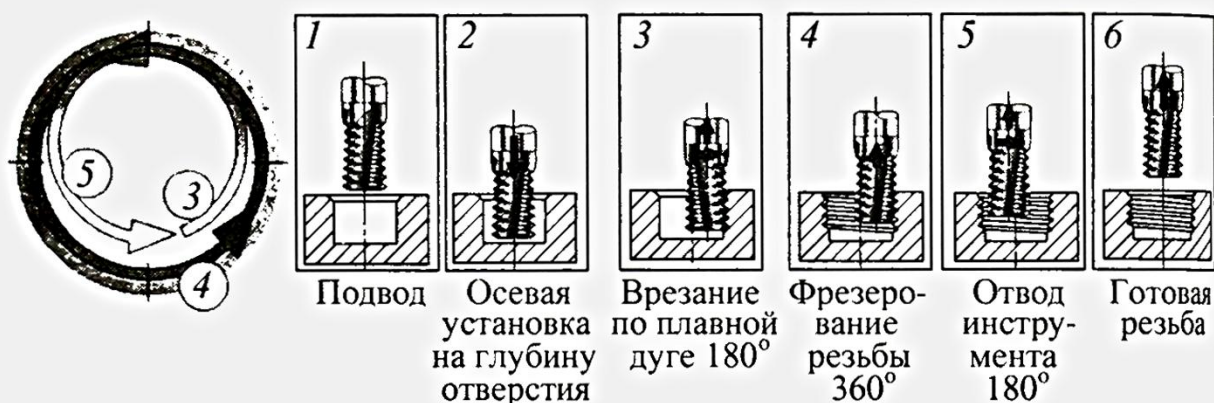


Рис. 4.12. Рабочий цикл резьбофрезерования

Составляющие цикла резьбонарезания показаны на рис. 4.12. После подвода фрезы и ее установки по оси отверстия 1, ее перемещают на глубину резьбы 2, затем происходит врезание по плавной дуге порядка 180° – 3. Затем осуществляется фрезерование профиля резьбы за один планетарный обход фрезой на 360° – 4, при этом фреза вращается с частотой до $10\,000\text{ мин}^{-1}$. Далее фреза плавно отводится по дуге 5 и выводится из отверстия 6.

Основное препятствие к возможности применения резьбовых фрез – отсутствие в системе ЧПУ функции винтовой интерполяции.

Кроме резьбовых фрез, которые предназначены только для фрезерования резьбы в предварительно просверленном отверстии, есть модификация резьбовых фрез, которые зенкеруют фаску в отверстии перед резьбофрезерованием. В этом случае одним инструментом сверлится отверстие, зенкеруется фаска и фрезеруется одновременно резьба и канавка, в которую резьба выходит (рис. 4.13).

Сверло-резьбовые фрезы повышают производительность обработки резьбовых отверстий, но размеры таких отверстий должны строго регламентироваться и полностью соответствовать размерам конкретного инструмента.

Фирма EMUGE выпускает сверло-резьбовые фрезы, а также резьбонарезные фрезы с торцовыми зубьями, которые могут работать в сплошном материале; в получающемся отверстии нарезают резьбу периферийными режущими кромками. Стружка удаляется потоком СОЖ, поступающей через центральное отверстие фрезы.

Глубина отверстия ограничивается только размерами инструмента, но по производительности этот инструмент значительно уступает сверло-резьбовым фрезам.

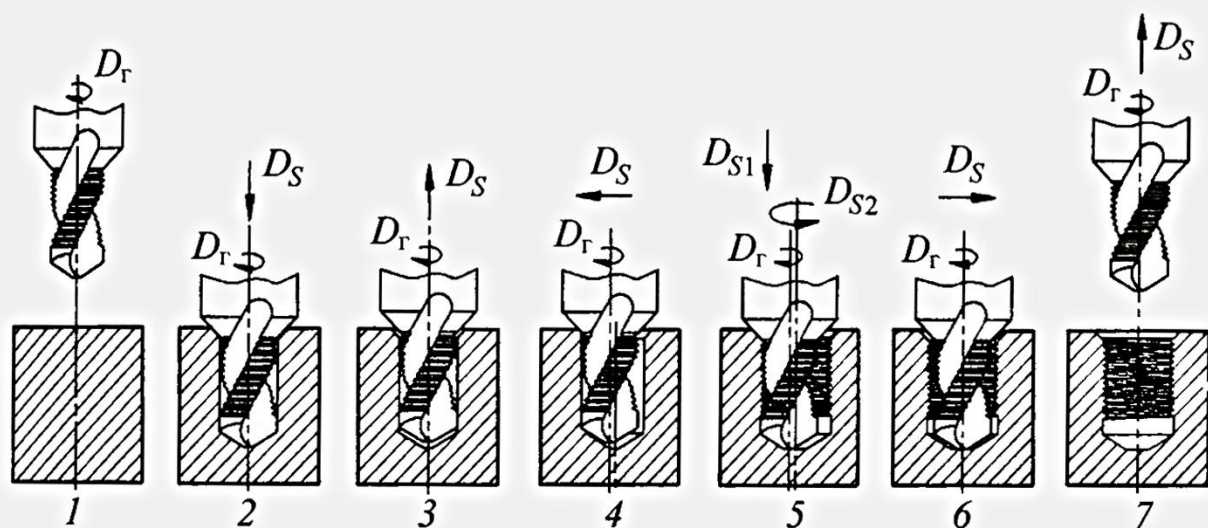


Рис. 4.13. Рабочий цикл обработки сверло-резьбовой фрезой:

1 – установка; 2 – перемещение на глубину резьбы, включая канавку для выхода резьбы; 3 – снятие фаски; 4 – плавный подвод; 5 – обработка резьбы и канавки; 6 – плавный отвод; 7 – вывод инструмента

Резьбовые фрезы всех перечисленных конструкций очень чувствительны к радиальному биению, так как при этом нарушается равномерность нагрузки на зубья, а это немедленно приводит к поломке инструмента. Наилучшие результаты дает закрепление в гидравлических патронах, имеющих радиальное биение не более 0,003 мм. Резьбовые фрезы выпускаются с хвостовиками типа HA, HB и HE по DIN 6535. При сборке и настройке инструмента на размер необходимо проверить радиальное биение его в сборе с патроном, т.к. крепление хвостовиков типа HB и HE DIN 6535 ("Weldon" и "Whistle-Notch") радиально расположенными винтами неизбежно приведет к смещению фрезы и росту ее радиального биения.

Предварительную обработку отверстий больших диаметров небольшой протяженности в корпусных деталях, как уже говорилось выше, целесообразно проводить контурным фрезерованием, чтобы снять максимальный припуск сразу и исправить дефекты литья (смещение стержней, размывы формы и т.п.). Отклонение координаты отверстия при этом находится в пределах 0,003...0,005 мм. Если при обработке стального и чугунного литья контурное фрезерование проигрывает в производительности сверлению, то при обработке легких сплавов на подачах 2000...2500 мм/мин производительность примерно одинаковая. Универсальность инструмента, когда одной фрезой обрабатываются отверстия разных диаметров, дает ощутимую выгоду и по времени (сокращается время на смену инструмента), и по затратам на инструмент.

4.2. ПАТРОНЫ ДЛЯ ПЛАШЕК

Патрон для плашек (рис. 4.14, а) состоит из направляющей оправки 1 с конусным хвостовиком и подвижной втулки-плашкодержателя 3 с пятью винтами 4 для крепления плашки. Конец рукоятки 2, ввинченной во втулку, служит шпонкой и входит в паз оправки. Оправка своим хвостовиком вставляется в отверстие пиноли задней бабки, обеспечивая тем самым хорошее центрирование плашки при нарезании резьбы. К одной оправке целесообразно иметь несколько втулок. Это позволит заранее установить и закрепить во втулках различные плашки.

Такой набор настроенных втулок даст возможность во время работы быстро заменить плашки (путем смены втулок) без лишних потерь времени на перенастройку.

Патрон, показанный на рис. 4.14, б, обеспечивает плавную работу инструмента при значительных крутящих моментах. Это достигается тем, что в шпоночном соединении корпуса 3 патрона с оправкой 4 установлены ролики 2, которые расположены на оси 6 и входят каждый в соответствующий паз корпуса. При нарезании резьбы корпус 3 вместе с метчиком смещается относительно оправки, контактируя боковыми поверхностями пазов с вращающимися роликами.

Наличие роликов резко снижает трение в соединении и обеспечивает легкость перемещения корпуса, устраняя возможность заклинивания. Винтом 1 крепится метчик. Винт 5 предохраняет корпус 3 от проворота.

Предохранительный самоперемещающийся патрон, показанный на рис. 4.12, в, прост в конструкции. В отверстии корпуса 6 патрона расположена подвижная втулка 3. На торце втулки имеются зубья, образующие в соединении с торцовыми зубьями метчикодержателя 1 торцовую зубчатую муфту. Цилиндрический штифт 5, закрепленный на втулке, входит в продольный паз корпуса. Втулка 3 пружинной 4 поджимается к метчикодержателю; сила пружины регулируется гайкой 2.

При моменте резания больше установленного зубчатая муфта расцепляется, и метчикодержатель начинает вращаться вместе с деталью.

Патрон (рис. 4.14, г) для нарезания наружных резьб диаметром 2...12 мм плашками на токарных и токарно-револьверных станках позволяет проводить настройку на заданную длину резьбы. Плашка 12 винтами 13 крепится в держателе 1, который расположен в отверстии корпуса 9, связанного резьбой с хвостовиком 8. Стопорный винт 7 фиксирует резьбовое соединение корпуса и хвостовика. Держатель 1 находится под действием пружины 5, которая одним концом упирается в расточку корпуса,

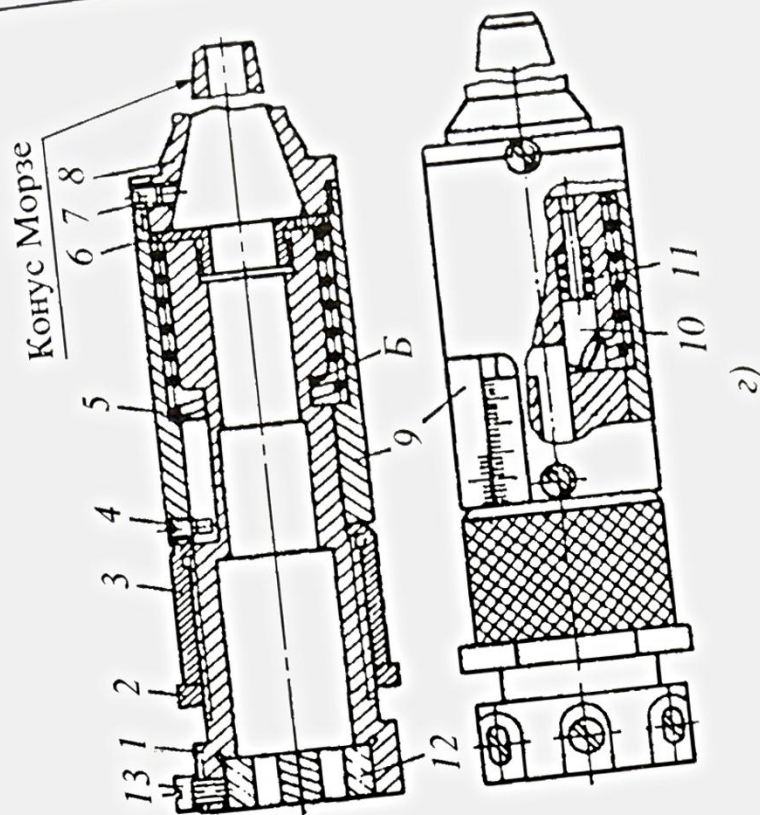
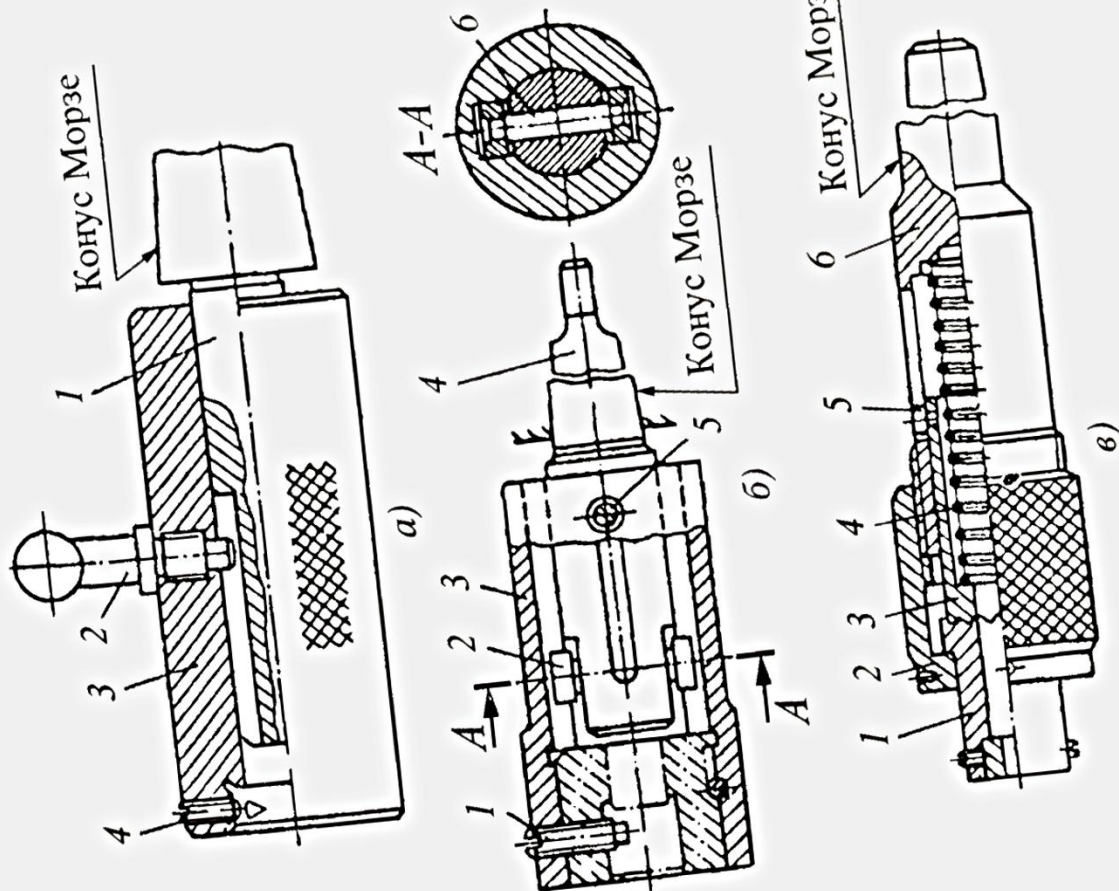


Рис. 4.14. Патроны подвижные для крепления плашек и метчиков:

а — с втулкой; б — с роликами;
в — предохранительный;
г — настраиваемый на длину резьбы



а вторым – во фланец втулки 6, соединенной резьбой с держателем. От поворота держатель удерживается винтом 4, который входит в продольный паз державки, заканчивающийся кольцевой канавкой Б.

Настройка патрона на заданную длину нарезаемой резьбы выполняется вращением гайки 3, связанной резьбой с держателем 1, причем смещение держателя относительно корпуса определяется по шкале, нанесенной на держателе. После настройки гайка 3 стопорится контргайкой 2. При работе после подвода патрона до касания плашки с нарезаемой деталью перемещение патрона прекращается, и плашка начинает резать резьбу, самозатягиваясь; держатель выдвигается из корпуса, а пружина 5 при этом сжимается. В тот момент, когда кольцевая канавка А держателя, выдвигающегося из корпуса, расположится против винта 4, нарезание резьбы прекращается, и держатель вместе с деталью начинает свободно вращаться. При вращении держателя расположенный в нем с пружиной 11 фиксатор 10 будет находить на винт 4 скошенной стороной и отжиматься. При реверсе патрона фиксатор 10 упрется в винт 4 нескошенной поверхностью и остановит держатель в положении, при котором продольный паз держателя оказывается против винта 4, при этом начинается свинчивание плашки с детали.

4.3. РЕЗЬБОНАРЕЗНЫЕ ГОЛОВКИ

Резьбонарезные головки применяют для нарезания наружной и внутренней резьбы на револьверных, токарных, сверлильных, агрегатных, болторезных станках и автоматах. По сравнению с монолитными резьбонарезными инструментами при использовании головок не требуется реверсирования (вывертывания), что сокращает цикл нарезания резьбы. Головки позволяют регулировать средний диаметр нарезаемой резьбы и допускают установку в одном корпусе различных гребенок, что делает инструмент универсальным. Резьбонарезные головки обеспечивают высокую производительность и получение резьбы среднего класса точности.

Головки выпускают трех видов: вращающиеся, невращающиеся и универсальные, работающие как с вращением, так и без вращения. Головки отличаются друг от друга способом выключения, а иногда и конструктивным оформлением. Резьбонарезные головки могут работать с принудительной подачей или самозатягиванием. При работе с принудительной подачей величина подачи должна точно соответствовать шагу нарезаемой резьбы. Для работы с самозатягиванием головка закрепляется с помощью компенсационного патрона.

Для нарезания резьб на револьверных и токарных станках используют невращающиеся резьбонарезные головки. При нарезании наружной резьбы наибольшее распространение получили винторезные головки с

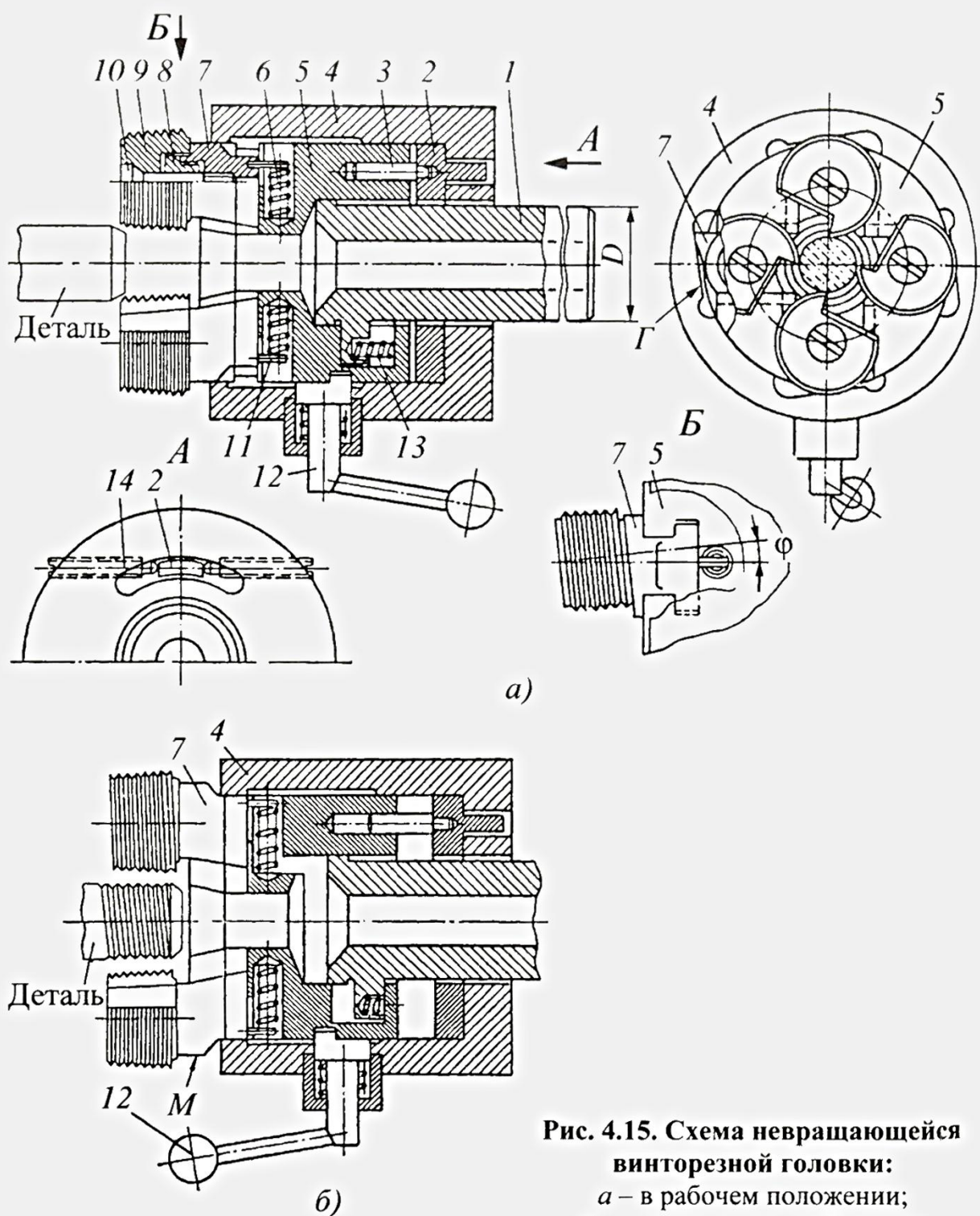
дисковыми гребенками, так как они имеют наибольшую стойкость, более просты в изготовлении и допускают большее число переточек.

Принцип устройства и работы винторезных головок в общем одинаков; в соответствии с назначением головок видоизменяется лишь конструктивное оформление узлов. Резьбообразующим элементом в головке являются четыре дисковые резьбовые гребенки 9 с кольцевыми витками и заборным конусом (рис. 4.15, а). Гребенки располагаются на специальных кулачках 7 равномерно по окружности и на равном расстоянии от центра, определяемом диаметром нарезаемой резьбы. Опорная поверхность кулачков имеет наклон, что обеспечивает расположение гребенок под углом наклона φ резьбы к оси головки. Витки каждой гребенки смещены в осевом направлении относительно витков другой гребенки на $1/4$ шага. Таким образом, гребенки определенного шага резьбы образуют комплект, в котором каждая гребенка имеет свой номер и устанавливается на определенное место в головке.

Гребенки в комплекте отличаются между собой размером F – условным расстоянием от базового торца гребенки до оси впадины резьбы, который возрастает для ряда гребенок 1, 2, 3, 4, ..., n на $1/n$ части шага. Для левой резьбы размер F соответственно уменьшается для того же ряда гребенок. Гребенки 9 на кулачках устанавливаются через специальные звездочки 8, позволяющие поворачивать гребенку на некоторый угол после перетачивания.

Крепление гребенок к кулачкам осуществляется винтами 10. Кулачки 7 расположены в Т-образных пазах корпуса 5 и находятся под воздействием пружин 6, которые упираются в штифты 11, связанные с кулачками. Пружины стремятся отвести кулачки с гребенками от центра и поджимают кулачки скошенными торцами к наклонным опорным поверхностям Γ обоймы 4, которые точно выполнены относительно центра. Поворотом обоймы относительно корпуса регулируют диаметр нарезаемой резьбы. Этот поворот осуществляется винтами 14, которые расположены в обойме и упираются в выступ кольца 2, имеющего штифт 3, входящий в отверстие корпуса 5. Поворот кольца 2 приводит к повороту корпуса с кулачками и к изменению положения опорной точки кулачков относительно наклонной опорной поверхности обоймы и, следовательно, к смещению гребенок в радиальном направлении. Настройка головки производится обычно по эталонному винту или проходному резьбовому калибру.

На станках головка закрепляется хвостовиком 1 с диаметром D . Хвостовик находится в отверстии корпуса; выступ хвостовика входит в паз корпуса. Пружина 13 поджимает корпус к хвостовику. Рукоятка 12



**Рис. 4.15. Схема невращающейся
винторезной головки:**
а – в рабочем положении;
б – с открытыми гребенками

находится в исходном положении. При нарезке резьбы подача головки равна (или больше) шагу нарезаемой резьбы. Для работы с подачей, большей, чем шаг резьбы, головка в станке должна крепиться с помощью компенсирующего патрона.

Незадолго до конца рабочего хода подачу головки прекращают. Хвостовик с обоймой останавливается, а гребенки вместе с корпусом, увлекаемые вращающейся деталью, продолжают двигаться вдоль оси детали, нарезаая резьбу (самозатягиваются). Рабочие поверхности кулачков M выходят из обоймы, и кулачки вместе с гребенками под действием пружин расходятся в радиальном направлении (см. рис. 4.15, б), при этом скосы кулачков сдвигают обойму в сторону хвостовика. С разведенными кулачками головка отводится от детали.

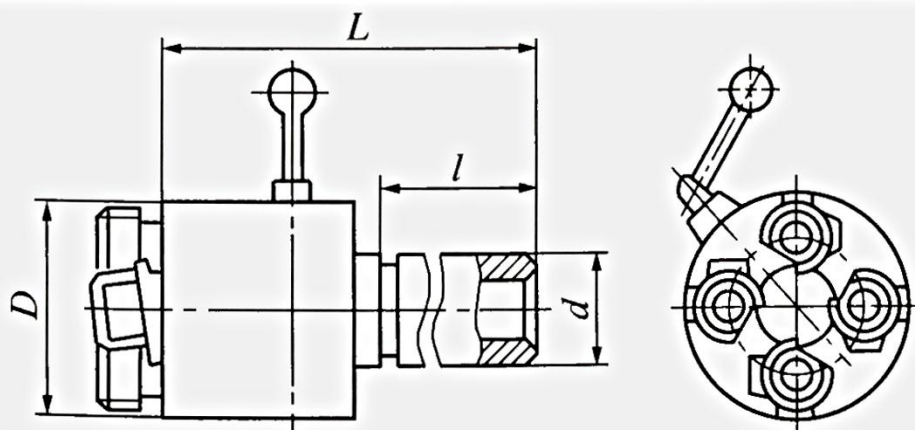
Гребенки в рабочее положение возвращаются поворотом рукоятки 12 с эксцентриком, палец которого входит в продольный паз корпуса головки. При повороте рукоятки обойма надвигается на скосы кулачков и сжимает кулачки вместе с гребенками к центру в исходное рабочее положение.

При необходимости разведение гребенок в конце рабочего хода может быть выполнено вручную поворотом рукоятки с эксцентриком без отключения подачи.

Невращающиеся винторезные самооткрывающиеся головки с круглыми гребенками подразделяются на шесть типоразмеров (табл. 4.10), обеспечивая нарезку резьбы диаметром от 4 до 90 мм и с шагом от 1,5 до 4,0 мм.

Нарезание резьб с диаметром от 1,7 до 3,5 мм может выполняться самооткрывающейся винторезной головкой, имеющей диаметр хвостовика 18 мм, наружный диаметр 40 мм и длину 110 мм. Головка обеспечивает нарезку резьб указанного диаметра с шагом от 0,35 до 0,6 мм.

4.10. Головки винтонарезные самооткрывающиеся с круглыми гребенками, мм



Окончание табл. 4.10

Обозначение	Нарезаемые резьбы		D	d	L , не более	l , не менее	Число гребенок
	Диаметр	Шаг наибольший					
1K	4...10	1,5	68	20 25	190	190	4
2K	6...14	2,0	75	25 30	210	210	
3K	9...24	3,0	105	30 38	260	260	
4K	12...24		125	45 70	305	305	
5K	24...60	4,0	155	45 70	315	315	
6K	52...90		195	80	280	280	5

Резьбонарезные головки для нарезания внутренних резьб чаще всего встречаются с призматическими гребенками, расположенными в пазах корпуса головки на одном опорном клиновидном стержне. В конце рабочего хода перемещение опорного стержня приводит к радиальному смещению (схождению) связанных со стержнем гребенок, после чего головка отводится от детали, не требуя реверсирования вращения шпинделя.

Для нарезания внутренних резьб наиболее распространенными являются самовыключающиеся резьбонарезные головки типа КБ завода "Фрезер". Головки являются универсальными, они могут работать как с вращением, так и без вращения. В револьверной головке станка или в суппорте головка устанавливается хвостовиком с диаметром D . Гребенки 2 головки расположены в радиальных пазах корпуса 6, закрытых с торца фланцем 1 (рис. 4.16).

Гребенки Г-образными выступами связаны с клином-стержнем 4, который через тягу 5 соединен с сердечником 10; в паз тяги 5 входит конец штифта 7. На сердечник действует пружина 13, стремясь сместить его в осевом направлении в сторону хвостовика головки. В сердечник 10 ввернут палец 11 с роликом 9, входящим в винтовой паз корпуса 6. Паз имеет прямой участок; на этом участке ролик находится в рабочем положении. Палец 11 входит также в фигурный вырез 20 муфты включения 12. В палец ввернута рукоятка 8 с шариковой головкой. Муфта 12 может перемещаться относительно корпуса 6 соосно с ним без проворота, так как своим продольным внутренним шпоночным пазом муфта базируется на вращающейся шайбе 19, установленной на оси корпуса 6.

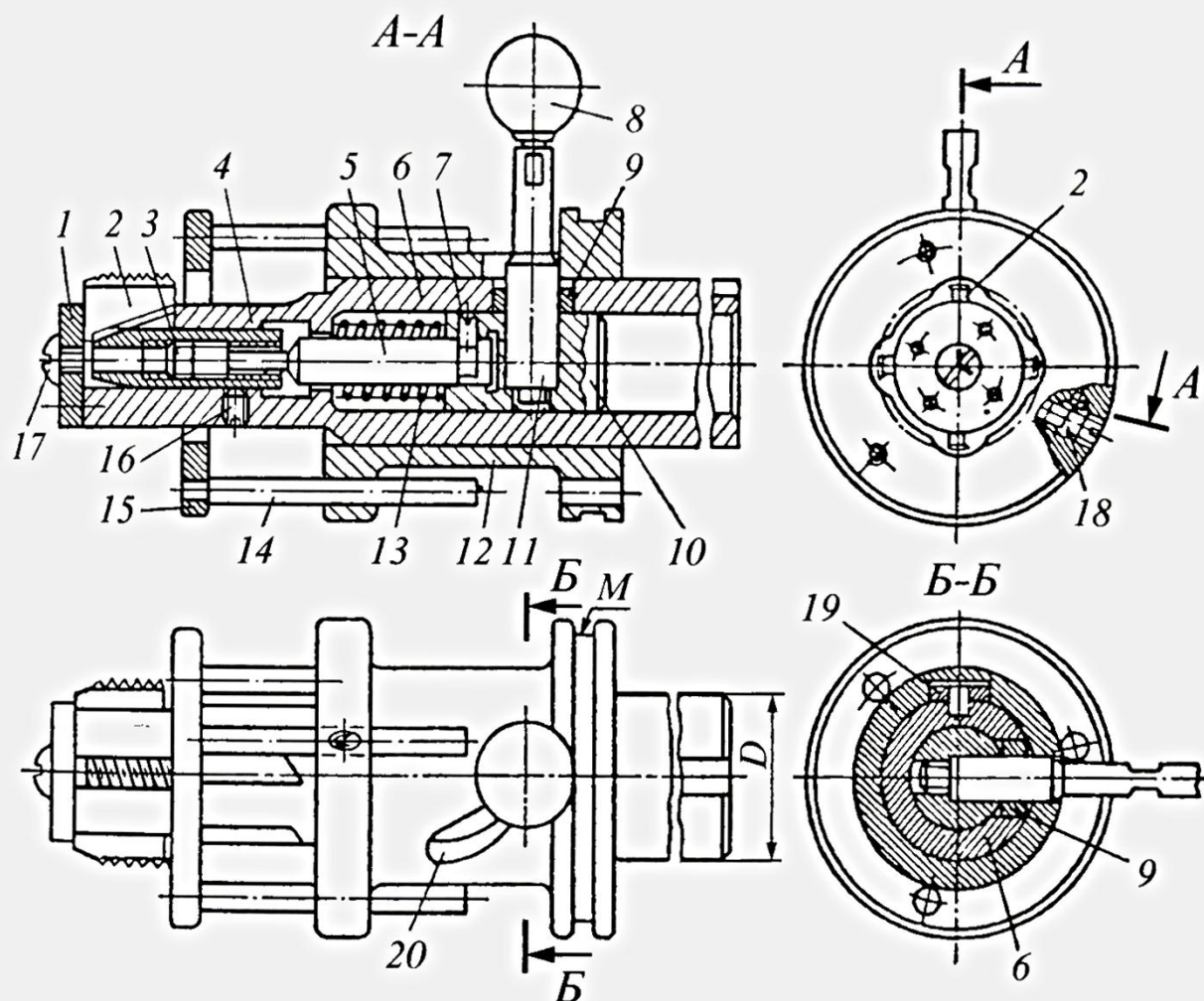


Рис. 4.16. Гайкорезная головка типа КБ

Наружные резьбообразующие кромки гребенок расположены на одном диаметре и имеют приемный конус. Для каждого размера резьбы, нарезаемой головками типа КБ, необходимо иметь соответствующие гребенки. Количество гребенок в комплекте зависит от размера головки. У каждой гребенки в комплекте резьба смещена относительно гребенки следующего номера на часть шага резьбы. Регулирование диаметра расположения режущих кромок гребенок выполняется смещением клина 4 относительно тяги 5. Это происходит, если, сняв заглушку 17 во фланце 1 и вывернув стопорный винт 3, вращать торцовым ключом тягу 5. Тяга вращается в гнезде сердечника 10, а клин перемещается в осевом направлении, так как удерживается от вращения винтом 16, входящим в паз клина.

Головка выключается автоматически или вручную. Для автоматического выключения головки может быть использована проточка М во

фланце муфты 12, в которую входит вилка (хомут) станка. Для автоматического выключения используют также кольцо 15 головки, которое через три стержня 14 связано с муфтой 12. Стержни крепятся в муфте винтами 18 после установки требуемого вылета кольца, определяемого длиной нарезаемой резьбы. В конце рабочего хода кольцо 15, дойдя до торца нарезаемой детали, остановится, вместе с ним остановится и муфта 12.

Поскольку корпус 6 продолжает перемещаться, то палец 11 под воздействием стенки наклонного выреза 20 муфты повернется вместе с сердечником 10, и ролик 9 пальца сойдет с прямого участка паза в корпусе 6 на наклонный участок этого паза. Под действием пружины 13 сердечник сместится в сторону хвостовика и через тягу 5 сместит клин 4 вправо, благодаря чему гребенки сдвигаются. После выхода гребенок из резьбы головка отводится в исходное положение.

В рабочее положение гребенки раздвигаются при смещении муфты 12 или рукоятки 8 влево, при этом ролик 9 пальца должен быть установлен на прямом участке паза корпуса 6.

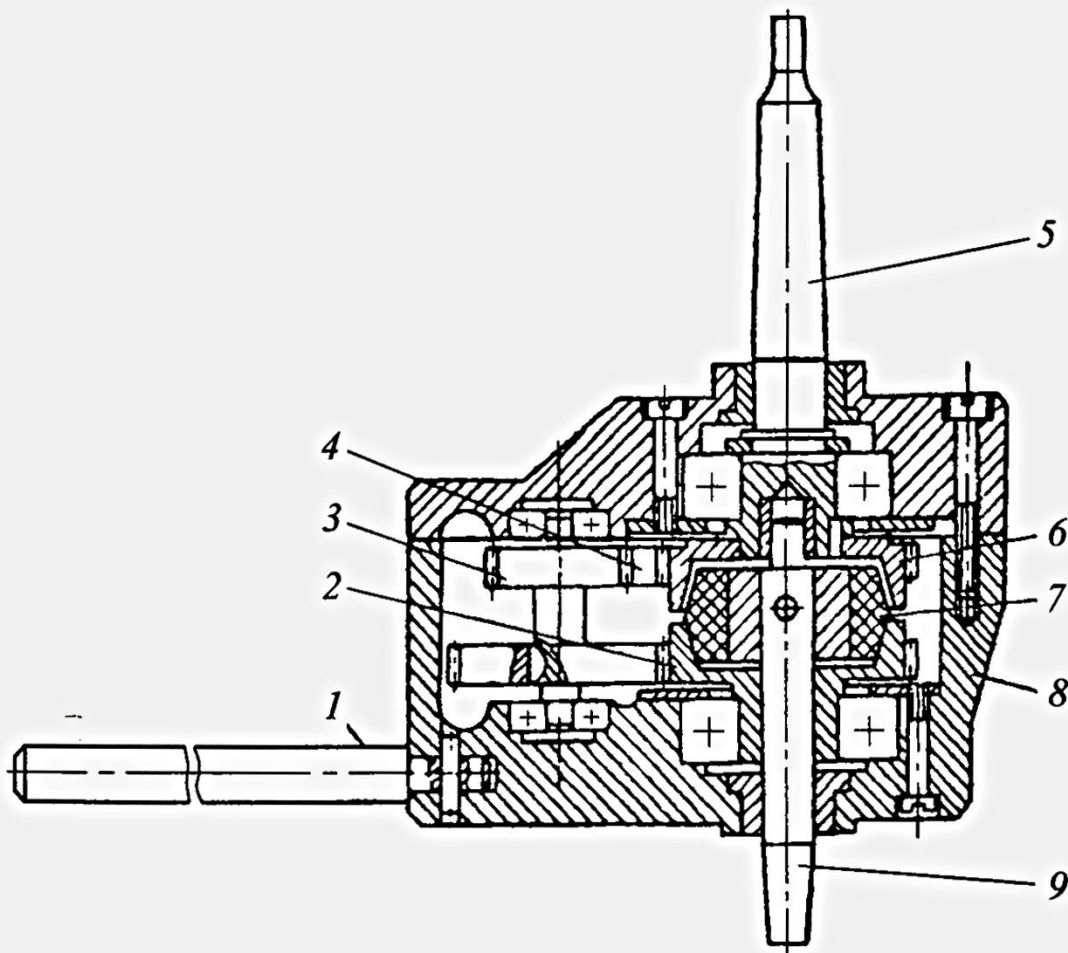
Головки КБ подразделяются на пять типоразмеров для нарезания метрической и трубной резьбы диаметром от 36 до 95 мм.

4.4. ПАТРОНЫ РЕВЕРСИВНЫЕ

Рассмотренные выше патроны применяют при нарезании резьбы на станках, снабженных устройствами для реверсирования вращательного движения шпинделей. На сверлильных станках, не имеющих реверсивных устройств, применяют реверсивные патроны. Их изготавливают в виде специальных головок, устанавливаемых на шпинделе станка.

Головка (рис. 4.17) устанавливается хвостовиком 5 в отверстии шпинделя непосредственно или через переходную втулку. На нижнем корпусе хвостовика установлено и зафиксировано от проворачивания штифтом ведущее зубчатое колесо 6, постоянно зацепленное с промежуточным колесом 4, передающим вращение двухвенцовому валу-шестерне 3. Вал-шестерня постоянно находится в зацеплении с ведомым зубчатым колесом 2, установленным на шпинделе 9 патрона.

Между двумя внутренними коническими поверхностями колес 6 и 2 закреплен на шпинделе текстолитовый фрикционный ролик 7 с двумя коническими поверхностями. Метчики закрепляются в специальных патронах, устанавливаемых на корпусе шпинделя головки.



Вид со снятой крышкой

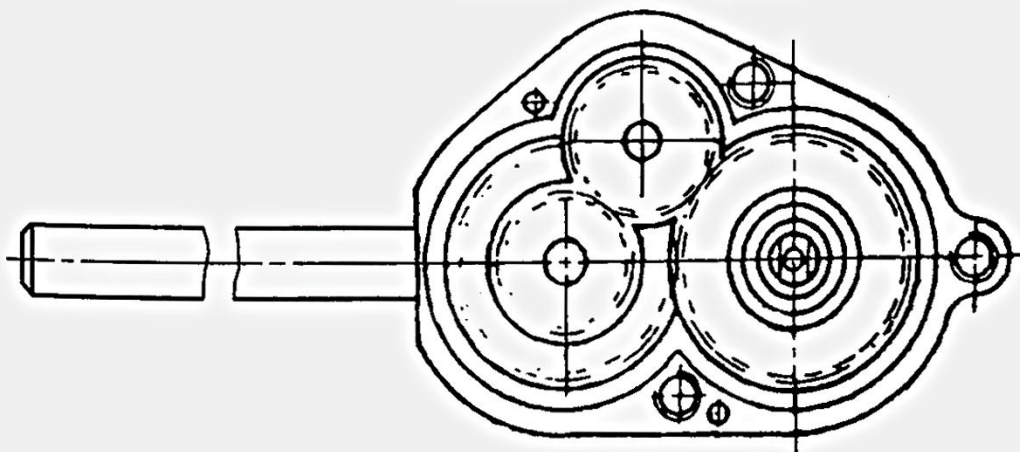


Рис. 4.17. Реверсивная головка

При нарезании резьбы вращение передается силами трения с ведущего колеса 6 на фрикционный ролик 7. При этом зубчатое колесо 2 вращается вхолостую. Закончив нарезку резьбы на определенную глубину, головку поднимают, и в это время фрикционный ролик 7 соединяется

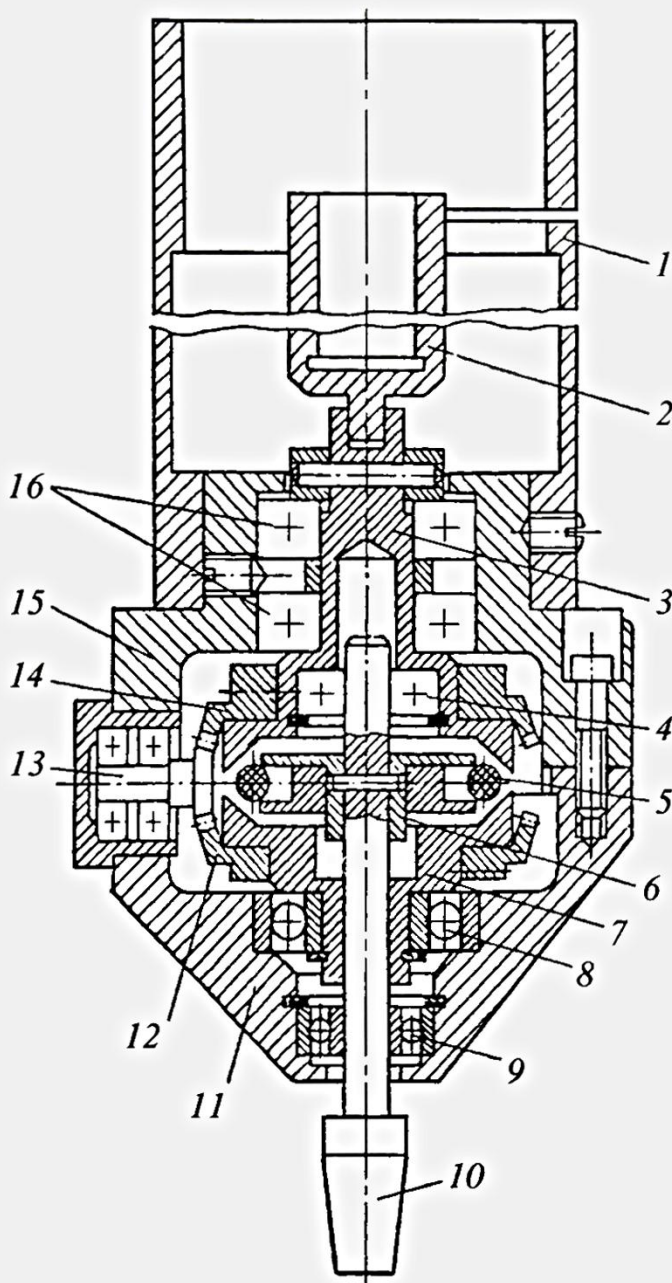


Рис. 4.18. Реверсивная головка для мелких резьб

Втулка 7, так же, как и втулка 3, имеет фланец с конусной расточкой. В центре головки в подшипниках 9 и 4 свободно установлен вал 10 с патроном для крепления метчика. На валу закреплен диск 6 с резиновым кольцом 5. Для удобства монтажа корпус головки выполнен разъемным и состоит из двух частей 75 и 11, соединяемых винтами.

При вращении шпинделя станка втулка 3 и зубчатое колесо 14 вращаются в том же направлении, что и шпиндель, а втулка 7 с той же ско-

с колесом 2. Вращение передается от станка на шпиндель головки через колеса 6, 4, 3, 2 и фрикционный ролик 7. Шпиндель с патроном и метчиком получают ускоренное обратное вращение при том же направлении вращения шпинделя станка.

Для восприятия реактивного момента при реверсировании корпус 8 снабжен специальной рукояткой 1.

Реверсивная головка для нарезания внутренних резьб малого диаметра базируется отверстием кронштейна 1 и укрепляется на пиноли станка (рис. 4.18), чашка 2 при этом соединяется со шпинделем станка. Выступ чашки входит в паз втулки 3, которая смонтирована на подшипниках 16 и вращается при вращении резьб шпинделя. Втулка 3 в нижней части имеет фланец, выполненный в виде конусной чашки, и закрепленное коническое зубчатое колесо 14, связанное через паразитные колеса 13 с коническим колесом 12. Колесо закреплено на втулке 7, смонтированной в подшипнике 8.

ростью в обратном направлении. При подаче пинали станка в направлении нарезаемого отверстия метчик, закрепленный в патроне вала 10, упирается в отверстие. Вал 10 смещается вверх и получает вращение, так как кольцо 5 диска 6 входит в соприкосновение с конусной поверхностью втулки 3. Происходит нарезание резьбы. При обратной подаче пинали станка кольцо 5 входит в контакт с конусной поверхностью втулки 7, и вал 10 вращается в направлении, обратном вращению шпинделя станка; при этом метчик вывинчивается из отверстия.

4.5. РАСЧЕТ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Расчет приводится на примере патрона с предохранительной шариковой муфтой как наиболее распространенной. Патрон (рис. 4.19) состоит из корпуса 11, в котором установлен метчикодержатель 1.

В отверстии метчикодержателя при помощи втулок винтом 3 крепится метчик. Метчикодержатель снабжен буртиком, имеющим отверстия, параллельные оси патрона, в которых размещены пальцы 13, упирающиеся левыми торцами в регулировочную гайку 2. Правые торцы пальцев выступают над торцевой плоскостью буртика и сцепляются с шариками 4, установленными в отверстиях сепаратора 6 и расположенными на том же диаметре, что и пальцы. Шарiki подпружинены пружинами 5. Сепаратор установлен на держателе и от осевого перемещения удерживается гайкой 7. Своими выступами сепаратор соединен с корпусом 11. Пружина 8, упирающаяся одним концом в шайбу 9, а другим

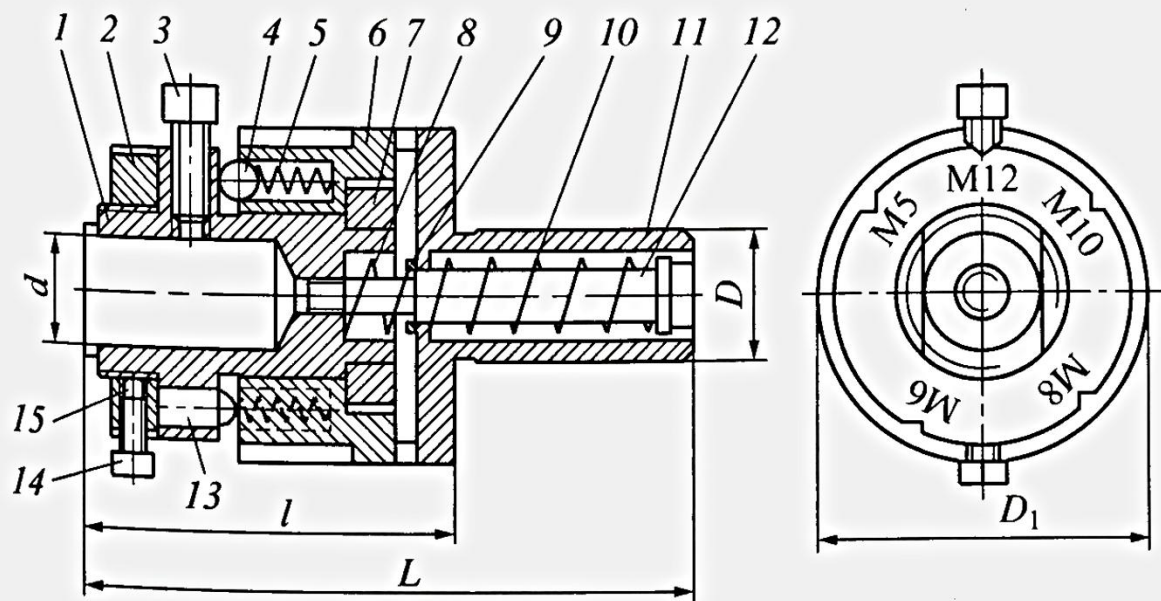


Рис. 4.19. Предохранительный резьбонарезной патрон

в гайку, обеспечивает поворот метчикодержателя в исходную позицию для нарезания. В корпусе метчикодержатель удерживается пружиной 10 при помощи винта 12. Принцип действия патрона состоит в следующем. В процессе нарезания резьбы силы резания создают на метчикодержателе крутящий момент резания, который воспринимается пальцами 13, контактирующими с шариками сепаратора. Сепаратор же от поворота удерживается своими выступами. При увеличении крутящего момента выше расчетного пальцы утапливаются, метчикодержатель начинает поворачиваться, а осевое его перемещение прекращается. При обратном вращении шпинделя инструмент вывинчивается и возвращает метчикодержатель в начальное положение.

Расчетный момент срабатывания регулируется изменением угла контакта пальцев с шариками, что достигается соответствующей установкой гайки 2. При перемещении гайки влево пальцы утапливаются, а момент срабатывания уменьшается.

Угловое положение гайки 2, соответствующее диаметру нарезаемой резьбы, рассчитывается или определяется экспериментально, а на торце гайки напротив каждого деления наносится значение диаметра резьбы. При нарезании резьбы определенного диаметра необходимо отжать винт 14, который при помощи вставки 15 стопорит гайку, повернуть ее так, чтобы деление, соответствующее диаметру резьбы, расположилось напротив указателя на метчикодержателе, и закрепить гайку.

На рис. 4.20, а приведена схема сил, действующих на шарик в процессе резания.

Крутящий момент $M_{кр}$, при котором произойдет проворачивание метчикодержателя, определяется из уравнения сил и моментов:

$$P_{пр} - N \sin \alpha + fN \cos \alpha - fN_1 = 0; \quad (4.1)$$

$$M_{кр} - (N \cos \alpha - fN \sin \alpha) \frac{d}{2} m - f_1 P_{пр} \frac{d_1}{2} m = 0. \quad (4.2)$$

Совместное решение уравнений (4.1) и (4.2) дает следующую формулу, связывающую крутящий момент $M_{кр}$ и параметры патрона:

$$M_{кр} = \frac{m P_{пр} (d + f_1 d_1)}{2 \operatorname{tg} (\alpha - \rho) - 2 f}, \quad (4.3)$$

где m — количество шариков; $P_{пр}$ — сила пружины; d — диаметр расположения центров шариков и пальцев; f_1 — коэффициент трения в зоне кон-

такта гайки 7 и сепаратора 6; d_1 – средний диаметр контакта сепаратора и гайки; α – угол контакта пальца и шарика; ρ – угол трения ($\rho = \arctg f$); f – коэффициент трения в зоне контакта пальца и шарика ($f = 0,1$).

Формулу (4.3) используют для расчета параметров и размеров резьбонарезных предохранительных патронов.

При проектировании патрона рассчитывают силы пружин, действующих на шарики, и угловые положения гайки для каждого диаметра нарезаемой резьбы в пределах возможности патрона. Расчет производят по этапам. Определяют силы пружин $P_{пр}$ по предельному углу контакта пальца и шарика; углы контакта, соответствующие диаметрам нарезаемых резьб; общую длину пальца и длины выступающих частей пальцев для расчетных углов контакта; угловые положения гайки для каждого диаметра нарезаемой резьбы.

Силы пружин рассчитывается для максимального крутящего момента $M_{кр}$ и предельного угла $\alpha_{пр}$ контакта пальцев и шарика. Предельный угол контакта определяется из условия самоторможения шарика, которое по схеме (см. рис. 4.20, а) записывается в следующем виде:

$$fN \cos \alpha + fN_1 = N \sin \alpha. \quad (4.4)$$

Замена в формуле (4.4) N_1 уравнением

$$N_1 = N \cos \alpha - fN \sin \alpha,$$

дает формулу для определения $\alpha_{пр}$:

$$\alpha_{пр} = \arctg \frac{2f}{1 + f^2}. \quad (4.5)$$

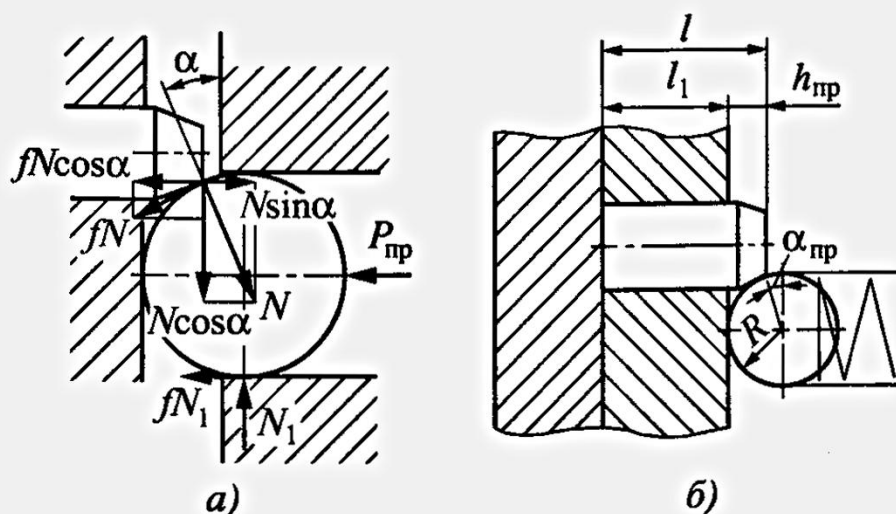


Рис. 4.20. Схемы к расчету параметров предохранительного устройства

Для повышения надежности срабатывания предохранительного устройства предельный угол контакта $\alpha_{\text{пр}}$ должен быть не менее 20° .

Крутящие моменты определяют по табл. 4.6, откуда выбирают максимальный для данного патрона $M_{\text{кр}}$.

Силу пружин находят из формулы (4.3):

$$P_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{кр}}[2\text{tg}(\alpha - \rho) - 2f]}{m(d + f_1 d_1)}. \quad (4.6)$$

Определяют углы контакта для каждой из нарезаемых резьб:

$$\alpha = \text{arctg} \left[\frac{mP_{\text{пр}}(d + f_1 d_1)}{2M_{\text{сп}}} + f \right] + \rho. \quad (4.7)$$

Для определения длины пальца расчет ведется по схеме, показанной на рис. 4.20, б.

При завинченной до упора гайке длина пальца l определяется по формуле

$$l = l_1 + h_{\text{пр}}, \quad (4.8)$$

где l_1 — длина фланца держателя (устанавливается конструктивно); $h_{\text{пр}}$ — предельная высота выступающей части пальца, соответствующая принятому предельному углу контакта:

$$h_{\text{пр}} = R(1 - \sin \alpha_{\text{пр}}). \quad (4.9)$$

Подставив значение $h_{\text{пр}}$ из формулы (4.9) в формулу (4.8), получим: $l = l_1 + R(1 - \sin \alpha_{\text{пр}})$.

При нахождении угловых положений гайки для каждого диаметра резьбы за нулевую точку принимают положение гайки, прижатой к фланцу, которое соответствует максимальному диаметру нарезаемой резьбы.

Угловые положения гайки, соответствующие определенному диаметру резьбы, определяют по формуле:

$$\beta = (360/S) \{l - [l_1 + R(1 - \sin \alpha)]\}, \quad (4.10)$$

где β — угол поворота гайки от нулевого положения; S — шаг резьбы; α — угол контакта для рассматриваемого диаметра резьбы.

На гайке 2 (см. рис. 4.19) в соответствии с подсчитанными углами наносят риски и маркируют диаметр резьбы.

Глава 5

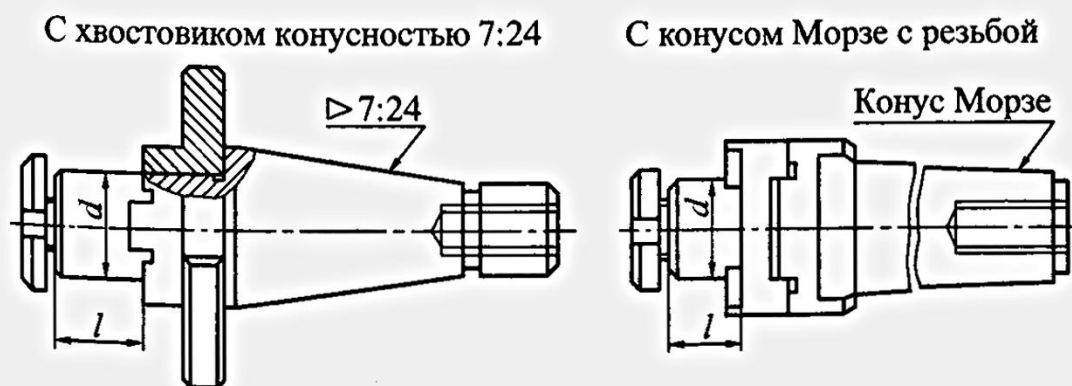
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФРЕЗ

Фрезы, как правило, устанавливают на фрезерных или расточных станках. Для установки приспособлений для фрез на фрезерных станках имеется коническое отверстие шпинделя с конусностью 7:24 или с конусами Морзе (см. табл. 1.8–1.11). Шпонки концов шпинделей выполняют с размерами по табл. 1.12. Приспособления в шпинделях таких станков обычно затягивают шомполом. Вращение передается шпонками, закрепленными в пазах на торце шпинделя и входящими в соответствующие пазы приспособления. Для закрепления приспособлений в шпинделях расточных станков с конусами Морзе и метрическими конусами (см. табл. 1.18) применяют специальные устройства с использованием окон под лапку и затяжку конуса.

5.1. ОПРАВКИ ДЛЯ НАСАДНЫХ ФРЕЗ

Оправки для насадных торцовых фрез, имеющих цилиндрическое посадочное отверстие, выполняют с хвостовиками конусностью 7:24 и с конусами Морзе (табл. 5.1). На станках с ЧПУ для этих целей используют оправки Оршанского инструментального завода (табл. 5.2). Для расточных станков со шпинделем с конусом Морзе или метрическим применяют соответствующие оправки (табл. 5.3).

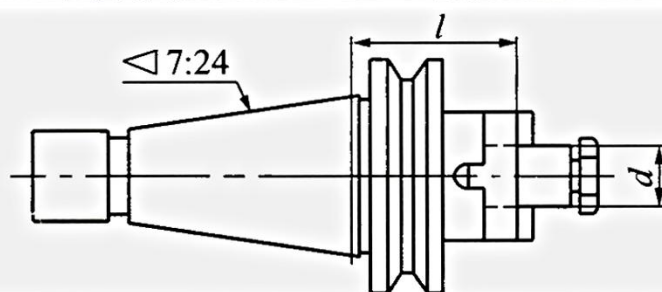
5.1. Оправки с торцовыми шпонками для фрезерных станков, мм



Окончание табл. 5.1

d	l	Конус 7:24	d	l	Конус 7:24	d	l	Конус Морзе
22	18	40	40	30	50	22	18	3
27			50	25		27		
22		50	50	32		22		4
27			40	22	27			
32	22		40	30	32	22		
32	26	50	50	25	60	40	22	
40	22		50	32		32	26	
						40	30	

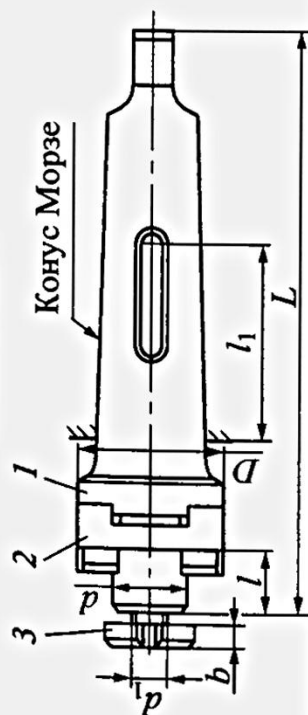
5.2. Оправки для торцовых фрез



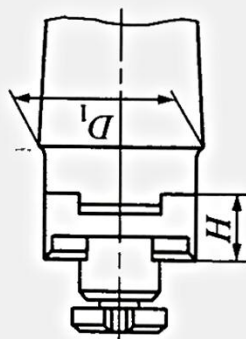
Конус 7:24	d , мм	l , мм	Конус 7:24	d , мм	l , мм
ГОСТ 25827-93 (см. табл. 1.26)			45	50	77; 167
40	22	50; 120	50	22	55; 120
	27; 32; 40	50; 150		27	55; 155
	22; 27	50; 120		32	55
45	32; 40	50; 150		40	55; 155
	50	77; 167	MAS 403 (см. табл. 1.32)		
50	22	55; 120	40	50	77; 167
	27	55; 155		22; 27	70; 120
	32	55		32; 40	70; 150
ГОСТ 25827-93 (см. табл. 1.31)			45	22; 27	70; 120
40	40	55; 155		32; 40	70; 150
	50	67; 167		50	77; 167
	22	50; 120	50	22	75; 120
	27	50; 150		27	75; 155
	32; 40	70; 150		32	75
	22; 27	50; 120		40	75; 155
45	32; 40	70; 150		50	77; 167

5.3. Оправки с торцевой шпонкой и конусом Морзе с лапкой (ГОСТ 13041-83), мм

Исполнение 1



Исполнение 2

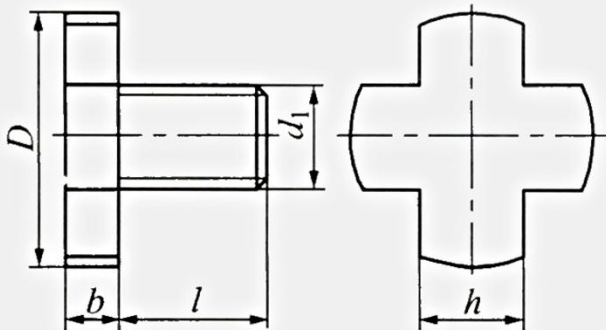


1 — корпус; 2 — поводок
(ГОСТ 13038-83); 3 — винт

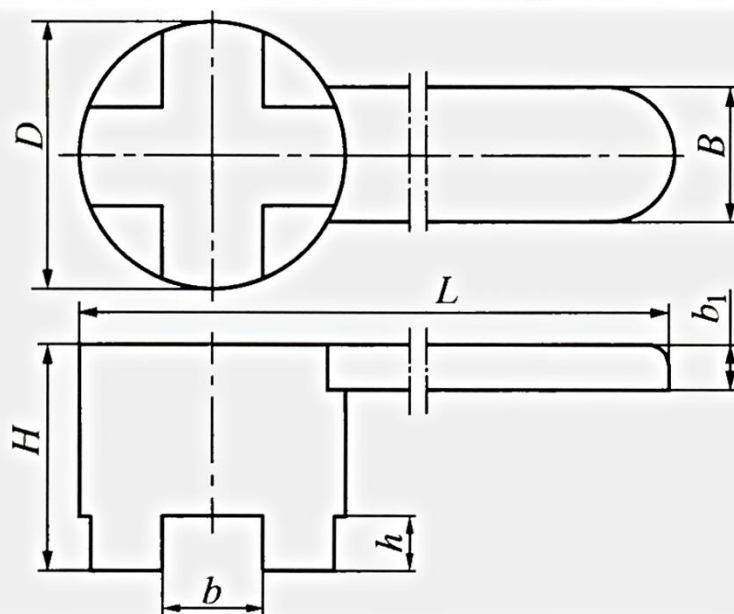
Ис- полне- ние	Обозна- чение конуса	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l</i> ₁	<i>D</i> ₁	Поводок	Винт (номинальный диаметр <i>d</i> ₁ ×высота головки винта <i>b</i>)
1	Морзе 4	22	40	165	18	58,5	—	22×18	M10×7
		27	50	175	20			27×22	M12×8
		32	60	190	22; 26; 32			32×36; 32×32	M16×9
		40	70	200	26; 32			40×36; 40×30	M20×10
	Морзе 5	27	50	210	20	63,2	—	27×22	M12×8
32		60	225	22; 26; 32	63,5	32×36; 32×32; 32; 26		M16×9	
40		70	235	26; 32		40×36; 40×30		M20×10	
50		90	245	28; 32		50×42; 50×38		M24×10	
2	Морзе 6	32	60	290	22; 26; 32	57	63,8	32×36; 32×32; 32×26	M16×9
		40	70	300	26; 32		80,4	40×36; 40×30	M20×10
1		50	90	310	28; 32	64		50×42; 50×38	M24×10
2	Метри- ческий 80	32	60	300	22; 26; 32		—	32×36; 32×32; 32×26	M16×9
		40	70	310	26; 32			40×36; 40×30	M20×10
1		50	90	320	28; 32		—	50×42; 50×38	M24×10

Рекомендуемые размеры крепежных винтов к оправкам для насадных фрез и ключей к ним приведены в табл. 5.4 и 5.5.

5.4. Крепежные винты оправок для фрез, мм

	Поса- дочный диаметр оправки	D	d_1	l	b	h
	16	20	M8	16	6	8
	22	29	M10	18	7	10
	27	35	M12	22	8	12
	32	40	M16	26	9	16
	40	52	M20	30	10	20
	50	63	M24	36		24

5.5. Ключи оправок для фрез, мм



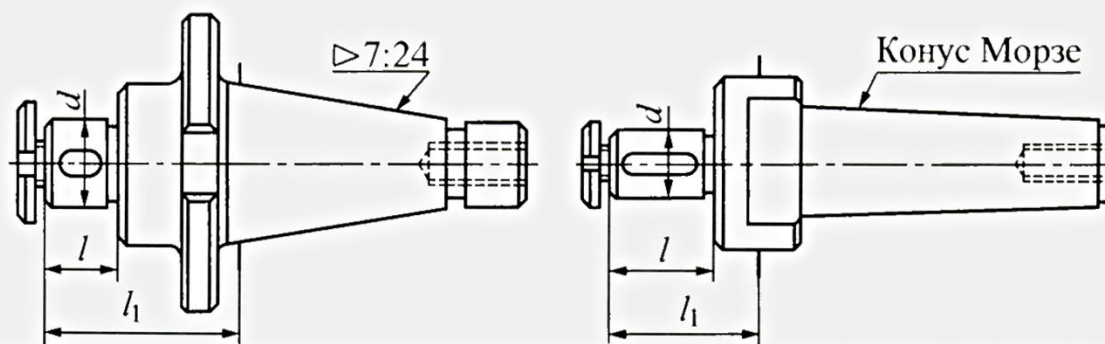
Посадочный диаметр оправки	D	H	b	h	L	B	b_1
16	20	25	8	6	210	12	5
22	28	31	10	7	240	14	6
27	35	40	12	8	270	16	8
32	40	44	16	9	300	20	
40	52	50	20	10	350	24	10
50	63	57	24		385	30	12

Оправки для различных насадных фрез (пазовых, дисковых, угловых, торцовых) выполняются с хвостовиком, имеющим конусность 7:24 и конус Морзе (табл. 5.6). Фреза базируется на цилиндрическом выступе

5.6. Оправки с продольной шпонкой для насадных фрез, мм

С хвостовиком конусностью 7:24

С конусом Морзе с резьбой



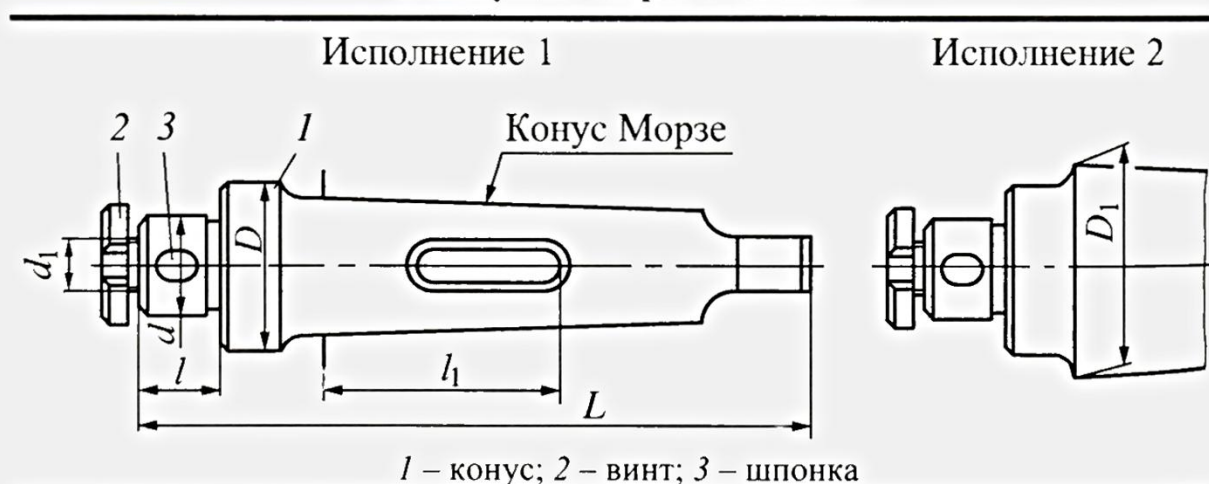
d	l	l_1	Конус 7:24	d	l	l_1	Конус Морзе	
16	16	56,6 86,6	40	16	16	31	2	
22	18	66,6 96,6				32	3	
27	22	76,6 116,6		22	18			37
32	26	86,6 146,6				27		
22	13	73,2 113,2	32	26	47			
27	22	83,2 123,2				22		
32	26	93,2 153,2	27	22				
40	28	113,2 173,2			32			26
		113,2 173,2	40	28				
		50			34	133,2 193,2		

Примечания: 1. Шпонка – см. табл. 5.7.

2. Винты – см. табл. 5.4.

с диаметром d оправки и продольным пазом устанавливается на продольной шпонке. Крепится фреза винтом с плоской головкой. При выборе оправки необходимо следить за тем, чтобы для праворежущих фрез винт имел правую резьбу, а для леворежущих – левую. В хвостовике оправки имеется резьбовое отверстие под шомпол. Оправки, хвостовик которых имеет конус Морзе, устанавливаются в гнездах шпинделей с конусностью 7:24 станков через переходные втулки. Для расточных станков также предусмотрены соответствующие оправки (табл. 5.7).

5.7. Основные размеры, мм, оправок с продольной шпонкой и конусом Морзе с лапкой



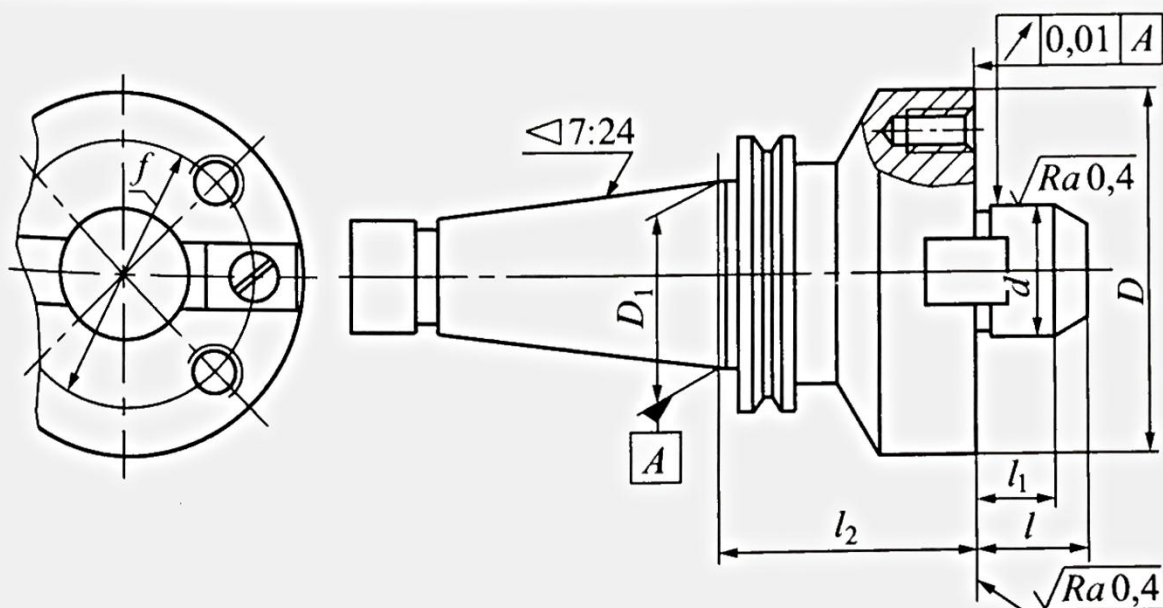
Испол- нение	Конус Морзе	d	D	L	l	l_1	D_1	Поз. 3
1	4	16	36	160	16	58,5	—	4×4×10
				175	28			4×4×22
		22		160	18			6×6×14
				180	36			6×6×32
		27	40	170	22			7×7×16
				190	45			7×7×40
		32	46	170	26			8×7×20
				210	60			8×7×56
2	5	16	36	190	16	63,5	44,7	4×4×10
		22			18			6×6×14
				210	36			6×6×32
		27	40	200	22			7×7×16
				220	45			7×7×40

Окончание табл. 5.7

Испол- нение	Конус Морзе	d	D	L	l	l_1	D_1	Поз. 3
1	5	32	46	210	26	63,5	—	8×7×20
				240	60			8×7×56
		40	56	210	28			10×8×22
				240	60			10×8×56
2	6	27	40	260	22	57,0	63,8	7×7×16
				280	45			7×7×40
		32	46	260	26			8×7×20
				300	60			8×7×56
		40	56	270	28			10×8×22
				300	60			10×8×56

Оправки для насадных торцовых фрез, центрируемых по отверстию, к станкам с ЧПУ приведены в табл. 5.8.

5.8. Оправки для насадных торцовых фрез, центрируемых по отверстию, к станкам с ЧПУ (ГОСТ 62541–85), мм



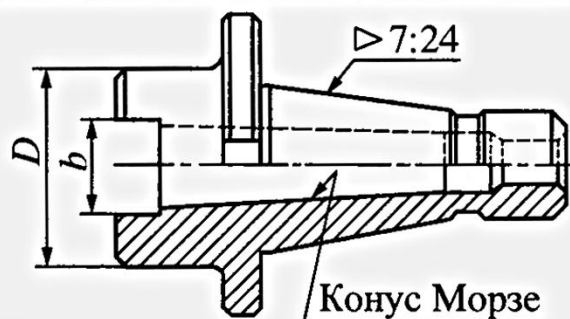
Окончание табл. 5.8

Конус 7:24	d , h6	D	l_1 , не более	l_1	l_2 , не более	f	D_1	
40	40	90	40	25	70	66,7	44,45	
50					105			170
								70
					60			130
		155				70	101,6	
						225		170
	70	177,8						
			170					

Примечание. Остальные размеры – см. табл. 1.11.

Втулки переходные с наружным конусом 7:24 и торцовым пазом (табл. 5.9) используют для установки различных фрезерных оправок и патронов, хвостовик которых выполнен с конусом Морзе и с лыской. Втулки имеют торцовый паз размером b , который должен соответствовать размеру по лыскам устанавливаемого во втулке патрона или оправки.

5.9. Втулки переходные с конусностью 7:24 и торцовым пазом для фрезерных оправок, мм

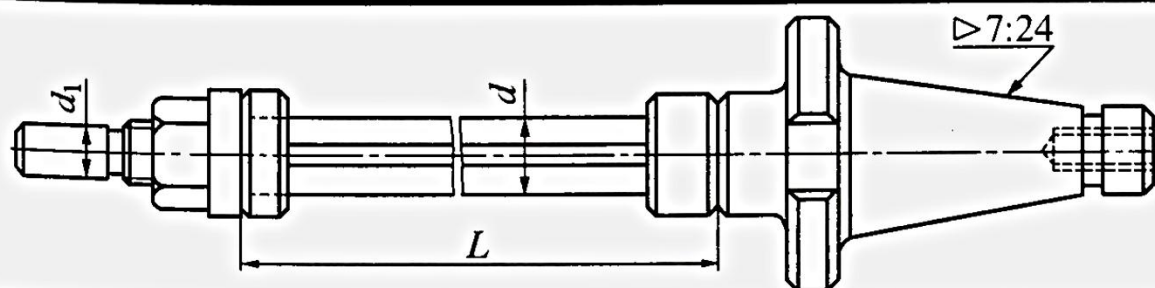


Конус 7:24	Конус Морзе	D	b
40	2	45	19
	3		24
50	4	60	32
60		70	

Оправки фрезерные центровые предназначены для установки насадных цилиндрических, дисковых, фасонных, прорезных и других фрез на горизонтально-фрезерных станках. Один конец центральной оправки крепится в гнезде шпинделя станка, а другой устанавливается в подшипнике серьги, закрепленной на хоботе станка. Для длинных оправок при работах с большими режимами резания в ряде случаев устанавливают дополнительную серьгу, обеспечивающую дополнительную (третью) опору для оправки.

Центровые оправки выполняют с различными хвостовиками и направляющими. Нормами и стандартами предусматриваются оправки с хвостовиками конусностью 7:24 (табл. 5.10) и Морзе (табл. 5.11) и с направляющими, выполненными в виде цилиндрической цапфы или с вращающейся поддерживающей втулкой (табл. 5.12). В гнезде шпинделя станка оправка затягивается шомполом. Если диаметр резьбы шомпола не совпадает с резьбой в хвостовике оправки, то применяют переходники. Как правило, фреза (или набор фрез) устанавливается на продольной шпонке оправки между кольцами и закрепляется гайкой, которая затягивает фрезу на оправке, поджимая набор к фланцу хвостовика.

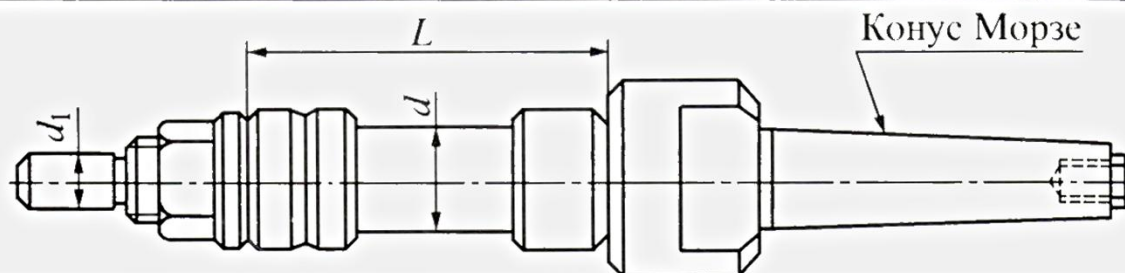
5.10. Оправки с цилиндрической цапфой и хвостовиком конусностью 7:24 для горизонтально-фрезерных станков, мм



Конус 7:24	d	d_1	Применяемость оправок по длине L						
			160	250	315	400	500	560	630
40	22	16	—	+	+	—	—	—	—
	27	20	+	+	+	+	—	—	—
	32	23	+	+	+	+	—	—	—
50	22	16	—	+	—	+	—	—	—
	27	20	—	—	+	+	+	—	—
	32	23	—	—	+	+	+	+	+
	40	29	—	—	—	+	+	+	+

Примечание. Проставочные кольца — по ГОСТ 15071-75 (в ред. 1982 г.).

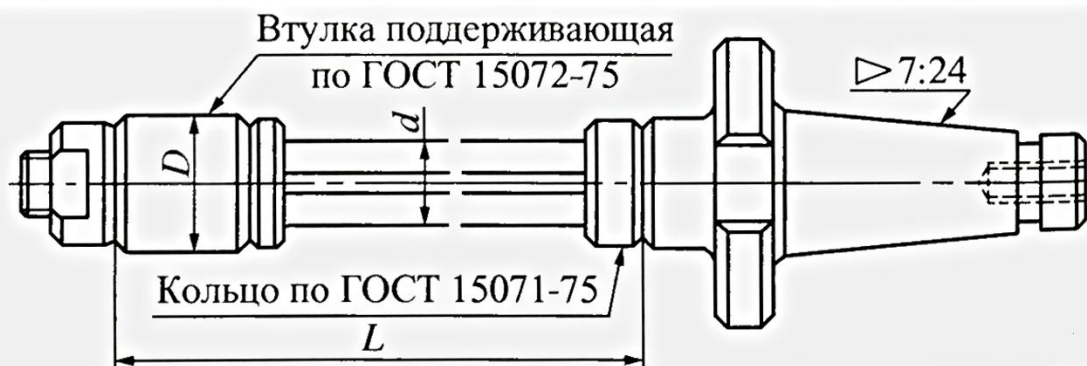
5.11. Оправки с цилиндрической цапфой и конусом Морзе, мм



Конус Морзе	d	d_1	Применяемость оправок по длине L				
			100	160	250	315	400
2	13	10	+	+	—	—	—
3	16	13	—	+	+	—	—
	22	16	—	+	+	+	—
	27	20	—	—	—	+	—
4	16	13	—	+	—	—	—
	22	16	—	+	+	+	—
	27	20	—	+	+	+	+
	32	23	—	—	—	+	+

Примечание. Проставочные кольца — по ГОСТ 15071–75 (в ред. 1982 г.).

5.12. Оправки (ГОСТ 15068–75) с поддерживающей втулкой и хвостовиком конусностью 7:24 для горизонтально-фрезерных станков, мм



Конус 7:24	d	D (втулки)	Применяемость оправок по длине L				
			400	500	630	800	1000
40	22	45, 55, 38, 42, 60	+	—	—	—	—
	27	45, 55, 71, 42, 60	+	+	—	—	—
	32	55, 71, 60	+	+	—	—	—

Окончание табл. 5.12

Конус 7:24	d	D (втулки)	Применяемость оправок по длине L				
			400	500	630	800	1000
50	27	45, 55, 71, 42, 60	+	+	—	—	—
	32	55, 71, 60	—	+	+	—	—
	40	55, 71, 60	—	+	+	+	—
	50	71, 140	—	—	+	+	+
	60	140	—	—	+	+	+

Промежуточные кольца к оправкам выполняют согласно ГОСТ 15071–75 (в ред. 1982 г.) с посадочными диаметрами d от 13 до 60 мм и толщиной B от 0,05 до 100,0 мм. При помощи колец фрезы могут быть расположены на оправке на заданном расстоянии друг от друга и от фланца хвостовика оправки. При настройке наборов фрез удобным в использовании являются промежуточные распорные регулируемые кольца, позволяющие без съема фрез с оправки обеспечить требуемое расстояние между ними с точностью 0,05 мм в диапазоне 5 мм. Кольцо состоит из двух сопряженных по резьбе колец, на которых нанесены соответствующие деления.

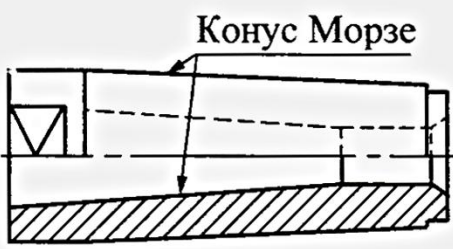
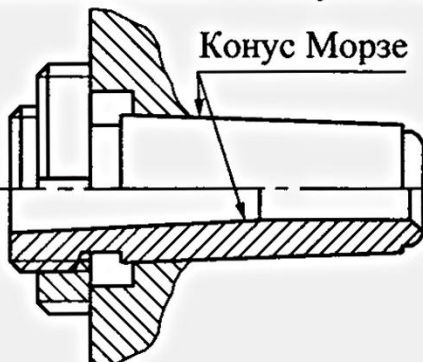
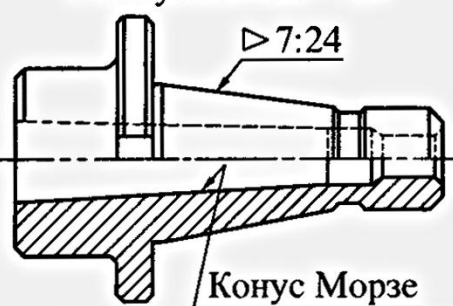
5.2. ВТУЛКИ И ПАТРОНЫ ДЛЯ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ

Втулки переходные для концевых фрез с коническим хвостовиком выполняются с наружным конусом Морзе и с конусностью 7:24 (табл. 5.13). Набор втулок позволяет устанавливать в шпинделях различных металлорежущих станков фрезы с конусами Морзе от 1 до 6. Переходные втулки (табл. 5.13) с наружным конусом Морзе выполняются в обычном исполнении и с отжимной гайкой, облегчающей съем втулки.

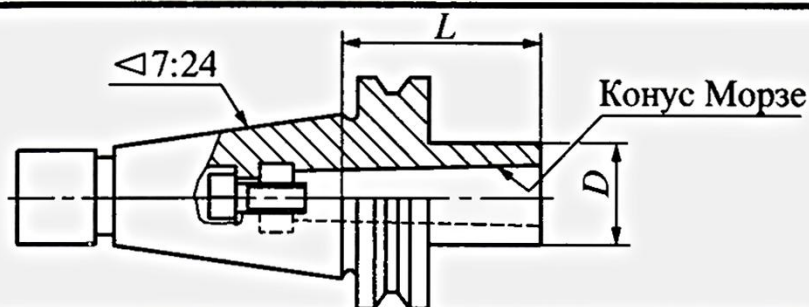
Втулки с наружным конусом 7:24 имеют фланец с пазами, которые взаимодействуют со шпонками на торце шпинделя станка. При использовании этих втулок является обязательным применение шомпола, который резьбовой частью ввинчивается в отверстие хвостовика фрезы и подтягивает фрезу вместе со втулкой к гнезду шпинделя станка.

На станках с ЧПУ концевые фрезы закрепляют во втулках с встроенным шомполом. Такие втулки поставяет по заказам Оршанский инструментальный завод (табл. 5.14).

5.13. Втулки переходные для концевых фрез с коническим хвостовиком

Наименование втулок и эскиз	Обозначение	Конус Морзе		Конус 7:24
		отвер- стия	наруж- ный	
Втулки переходные (ГОСТ 13789–68 (в ред. 1985 г.)) с конусом Морзе 	6101–0071	1	3	—
	–0072	2		
	–0073		4	
	–0074	3		
	–0075	2	5	
	–0076	3		
	–0077	4		
	–0078	3	6	
	–0079	4		
	6101–0080	5		
	Втулки переходные (ГОСТ 13792–68 (в ред. 1985 г.)) с отжимной гайкой с конусом Морзе 	6101–0091	1	
–0092		2		
–0093			4	
–0094		3		
–0095		2	5	
–0096		3		
6101–0097		4		
Втулки переходные (ГОСТ 13790–68 (в ред. 1985 г.)) с конусностью 7:24 	6103–0001	2	—	40
	–0002	3		50
	–0003			
	–0004	4		
	–0005	5		60
	–0007			
	6103–0008	6		

5.14. Втулки переходные для концевых фрез



Обозначение	Стандарт хвостовика	Конус 7:24	Конус Морзе	D	L
6103-4017	ГОСТ 25827-93 (см. табл. 1.26)	30	1	25	55
6103-4017-01			2	32	90
6103-4017-02		40	1	25	25
191.831.042			2	32	50
191.831.043			3	40	65
191.831.044			4	50	110
6103-4017-03		45	1	25	30
6103-4017-04			2	32	
6103-4017-05			3	40	40
6103-4017-06			4	50	70
6103-4017-07		50	1	25	35
191.831.052			2	32	45
191.831.053			3	40	60
191.831.054			4	50	
6103-4017-08	ГОСТ 25287-93 (см. табл. 1.31)	30	1	25	55
6103-4017-09			2	32	100
6103-4017-10		40	1	25	50
191.831.042-01			2	32	
191.831.043-01			3	40	70
191.831.044-01			4	50	110
6103-4017-11		45	1	25	50
6103-4017-12			2	32	60
6103-4017-13			3	40	70
6103-4017-14			4	50	90
6103-4017-15		50	1	25	40
191.831.052-01			2	32	60
191.831.053-01			3	40	65
191.831.054-01			4	50	85

Окончание табл. 5.14

Обозначение	Стандарт хвостовика	Конус 7:24	Конус Морзе	D	L
6103-4017-16	MAS 403 (см. табл. 1.32)	30	1	25	55
-17			2	32	100
-18		40	1	25	55
-19			2	32	50
-20			3	40	70
-21			4	50	110
-22		45	1	25	50
-23			2	32	55
-24			3	40	60
-25			4	50	90
-26		50	1	25	40
-27			2	32	50
-28			3	40	70
6103-4017-29			4	50	

Для концевых фрез с цилиндрическими хвостовиками с одной или двумя лысками применяют патроны с одним или двумя зажимными винтами (табл. 5.15). С достаточной надежностью концевые фрезы могут быть закреплены в патронах с разрезной (табл. 2.17, 2.19) или с кулачковой цангой (рис. 2.18).

При работе косозубыми концевыми фрезами возникают осевые составляющие силы резания, которые вытягивают инструмент из цангового патрона. Во избежание этого на хвостовике инструмента выполняют проточки, буртики или нарезают специальную резьбу.

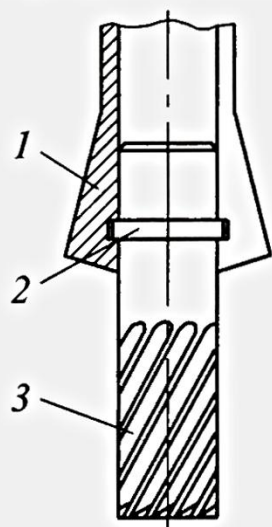


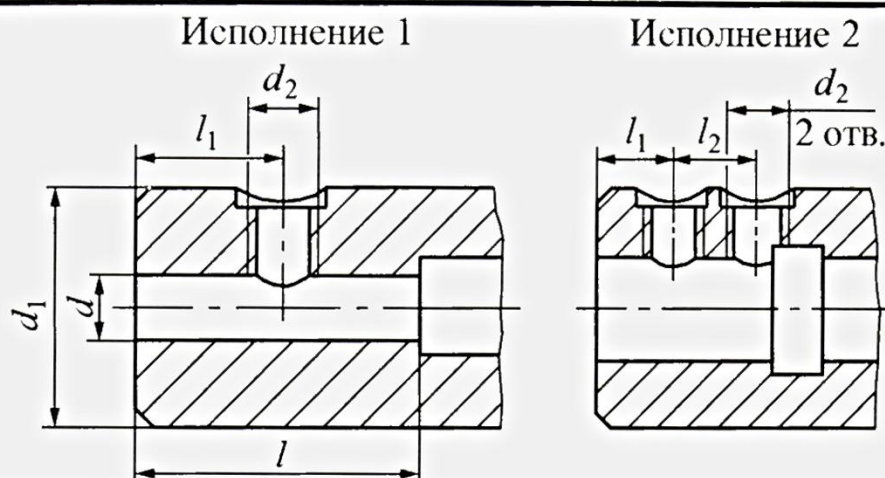
Рис. 5.1. Крепление концевой фрезы с буртиком

На рис. 5.1 показано закрепление хвостовика фрезы 3 с буртиком 2, который входит в кольцевую расточку в цанге 1. При таком закреплении возможна обработка с повышенными режимами резания.

Вариантами крепления фрез, аналогичными показанному на рис. 5.1, являются:

— установка пружинного кольца в кольцевой проточке хвостовика фрезы;

5.15. Патроны зажимные для крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком, мм



d, H5	l ± 1,0	l ₁ ± 0,5	l ₂ ± 0,5	d ₁		d ₂	
				номин.	пред. откл.		
6	35	18,0	—	25	-1,0	M6	
8				28		M8	
10	39	20,0		35		M10	
12	44	22,5		42		M12	
16	47	24,0		48		M14	
20	49	22,0		52			M16
		25,0					
25	54	24,0	25	65	M18×2		
32	58		28	72	M20×2		
40	68	27,0		90		—	
		30,0	32				
50	78	35,0	35	100	M24×2		
63	88	40,0	40	130			

– изготовление плоских лысок под углом 15...25° на хвостовике фрезы и соответствующего винта в цанге;

– установка штифта диаметром 2–3 мм в хвостовике фрезы перпендикулярно ее оси, входящего в специальную проточку в цанге;

– изготовление внутренней резьбы в цанге и наружной резьбы на хвостовике фрезы.

Конструкция патрона фирмы Fette (Германия) для закрепления концевых фрез с цилиндрическим хвостовиком и резьбой на конце показана на рис. 5.2. В корпусе патрона 1 размещается центр 2 и резьбовое кольцо 3,

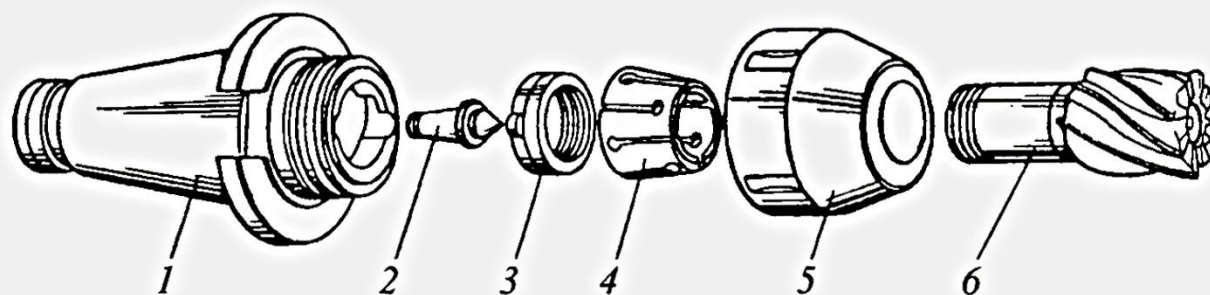


Рис. 5.2. Цанговый патрон для фрез с цилиндрическим хвостовиком с резьбой

шпоночные выступы которого входят в соответствующие гнезда корпуса. Конусная цанга 4 сопрягается с внутренней поверхностью накладной гайки 5, завернутой до упора в буртик. В процессе закрепления инструмент 6 ввертывают в резьбовое кольцо 3 до упора в центр 2, при этом кольцо, перемещаясь в осевом направлении, достигает торца цанги 4, и последняя зажимает хвостовик. Чем больше касательная составляющая силы резания в процессе работы, тем сильнее зажим хвостовика 6. Для демонтажа следует слегка отвернуть гайку 5 и свободно вывернуть инструмент 6. Для повышения точности патрона его конус окончательно шлифуют в центрах, используя в качестве одной из баз центр 2.

5.3. БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ ПАТРОНЫ

Быстродействующие патроны используют при работах, связанных с частой сменой инструмента. Патроны позволяют менять инструмент без применения шомпола, что сокращает время на замену инструмента в 2...3 раза. Конструкции патронов различны. Патрон, показанный на рис. 5.3, имеет переходный фланец 4, который винтами 6 крепится к торцу шпинделя фрезерного станка. Торцовые шпонки шпинделя входят в соответствующие пазы фланца и передают на него крутящий момент. В отверстии фланца выполнены два паза под соответствующие выступы на втулке 1, в которой винтом 5 крепится фреза. С фланцем связана гайка 2, имеющая винт 3, входящий в канавку на фланце, которая выполнена на половине окружности фланца. Винт ограничивает поворот гайки на половину окружности.

Гайка имеет два паза, аналогичные пазам фланца 4. Совместив пазы на гайке и фланце, втулку 1 с фрезой можно вставить в шпиндель. Если после этого гайку 2 повернуть по часовой стрелке, то фланец гайки войдет в проточку, имеющуюся на втулке, и гайка затянет втулку с инструментом в гнезде шпинделя станка.

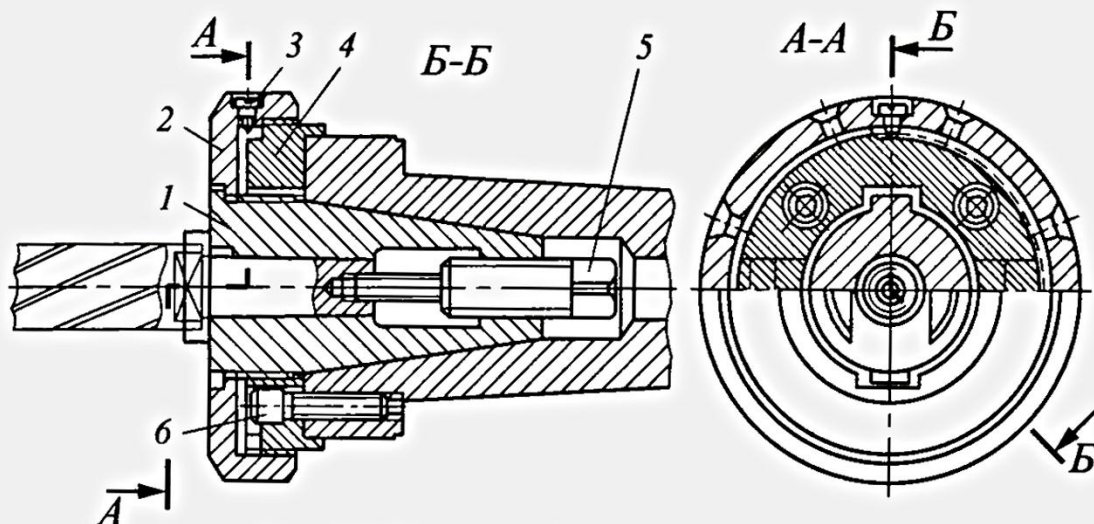


Рис. 5.3. Быстродействующий патрон

На ряде заводов получили распространение патроны, показанные на рис. 5.4.

Корпус 1 патрона закрепляется в шпинделе фрезерного станка затяжным болтом и при смене инструмента не раскрепляется. Внутренняя часть корпуса имеет конус, в который вставляется переходная втулка 3 с закрепленным в ней режущим инструментом. Оправка вместе с инструментом зажимается в корпусе поворотом гайки 4 шариками 5, входящими в ее сферическую выточку. В корпусе патрона запрессованы два штифта 2. Крутящий момент передается от шпинделя через корпус, штифты и оправку, опирающуюся своими лысками на штифты.

Инструмент освобождается и закрепляется легко и быстро снизу. Отпала необходимость взбираться на стол станка при каждой смене инструмента.

Для фрез, работающих с большим крутящим моментом, применяют аналогичные патроны с небольшим изменением конструкции: для передачи крутящего момента вместо штифтов используют выступы на переходной втулке, которые

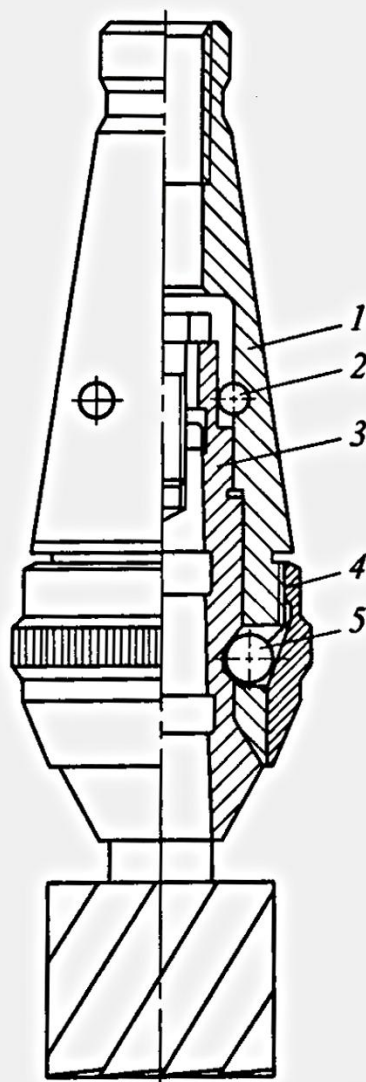


Рис. 5.4. Патрон для быстрого крепления фрез

входят в торцовые пазы корпуса патрона. Корпус патрона изготавливают с буртиком, в пазы которого входят сухари шпинделя станка. Патрон с инструментом в этом случае более надежно предохраняется от проворачивания.

Патрон "Мечта" позволяет закреплять фрезы, сверла, расточные оправки и другой инструмент. На перезакрепление инструмента в патроне требуется не более 10 с.

Патрон (рис. 5.5) состоит из корпуса 3, гайки 4, толкателя (ролика) 5, переходной втулки 2, кольца (бурта) 1 и винта 6. Внутреннее отверстие корпуса патрона имеет конус Морзе, что обеспечивает надежное крепление инструмента и в случае необходимости позволяет использовать стандартные переходные втулки. Инструмент, имеющий размер хвостовика, равный внутреннему конусу корпуса патрона, можно крепить без переходных втулок. Для этого достаточно на выступающую из патрона часть конуса хвостовика надеть кольцо, которое служит буртом для извлечения инструмента после работы.

Для закрепления в корпусе патрона переходной втулки с инструментом (блок инструмента) необходимо ввести ее внутрь так, чтобы наклонная выточка на втулке оказалась со стороны толкателя, расположенного в наклонном отверстии корпуса патрона. При вращении гайки по часовой стрелке толкатель попадает в наклонную выточку втулки и перемещает ее вдоль оси, затягивая инструмент. Дополнительно инструмент закрепляют ключом.

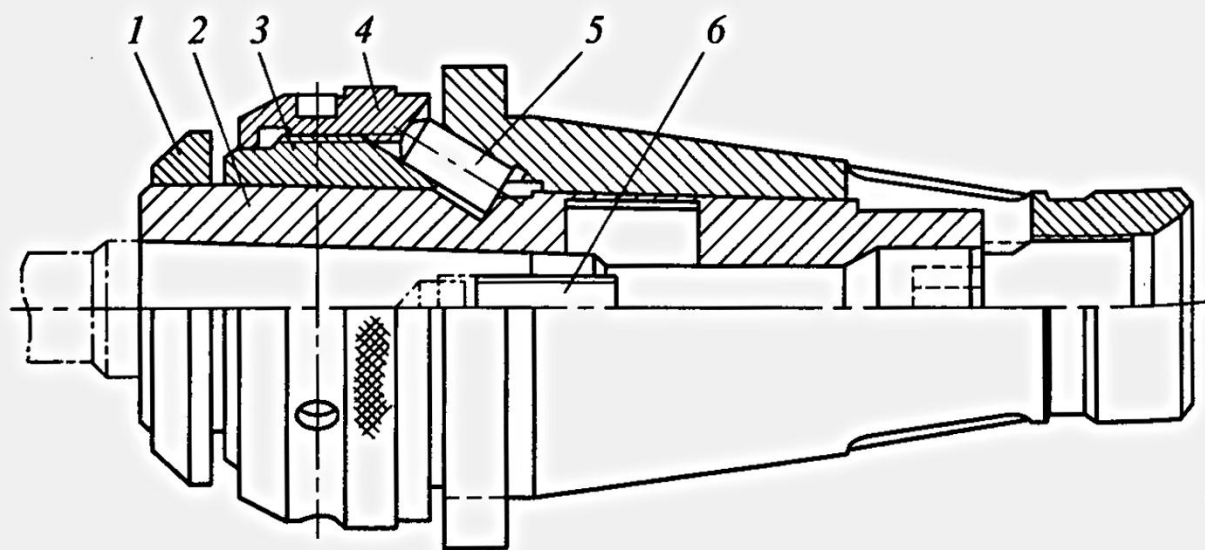


Рис. 5.5. Быстродействующий патрон "Мечта" В.Г. Моисеева

Извлекается инструмент из патрона при вращении гайки в обратную сторону. При этом она своим торцом давит на кольцо или бурт переходной втулки, сталкивая ее с мертвой точки. При вертикальном положении шпинделя станка раздается щелчок, сигнализирующий о приближении момента самопроизвольного выпадания инструмента из корпуса патрона.

Усовершенствованный патрон для крепления фрез (рис. 5.6) разработан Д.П. Колпаковым, В.Д. Ковальчуком и В.Д. Волковым.

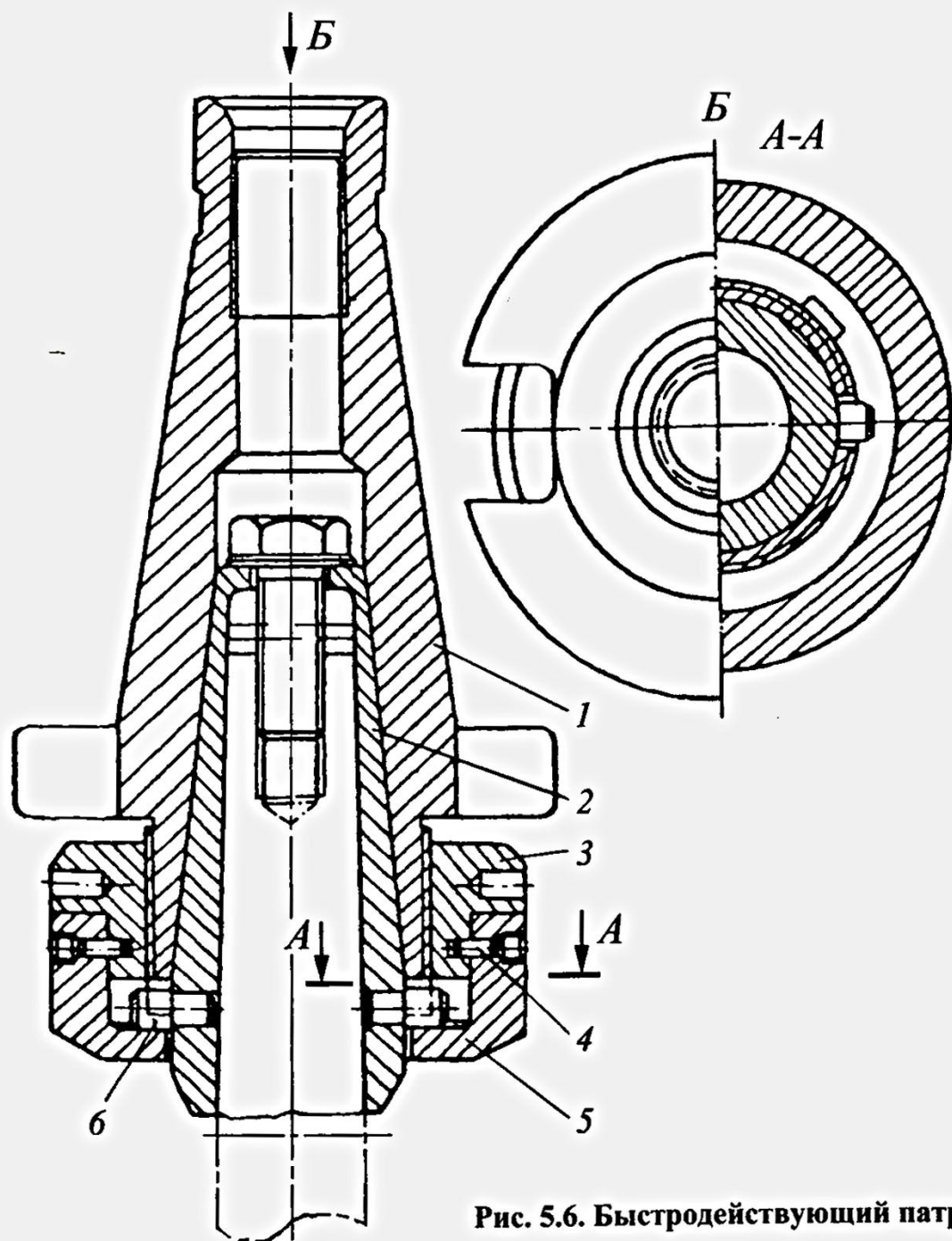


Рис. 5.6. Быстродействующий патрон

В отличие от аналогичных конструкций патрон имеет составную гайку, которая состоит из резьбовой части 3 и колпачка 5, соединенных роликами 4, входящими в кольцевую канавку резьбовой части. В колпачке профрезеровано два паза для прохода двух штифтов 6 сменной втулки 2. Сменная втулка с инструментом закрепляется гайкой путем воздействия опорной части колпачка на штифты сменной втулки. Чтобы снять инструмент, гайку поворачивают влево; торцом она давит на штифты сменной втулки, выжимая ее из корпуса 1 патрона.

В патроне закрепляется инструмент с хвостовиком с конусами Морзе 1–4. Для фрез диаметром менее 12 мм с цилиндрическим хвостовиком применяют специальные цанги, устанавливаемые вместо втулки 2.

5.4. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ФРЕЗ НА РАСТОЧНЫХ СТАНКАХ

Концевые фрезы обычно имеют хвостовик с резьбовым отверстием для затягивания инструмента шомполом через шпиндель фрезерного станка. Если такие фрезы применяют на расточных станках, шпиндель которых не имеет сквозного отверстия, используются различные конструкции патронов с аналогичным методом крепления.

На рис. 5.7 показано натяжное устройство для закрепления фрез на расточных станках. С его помощью закрепляют инструмент с хвостовиком без лапок. В хвостовик фрезы ввинчен специальный винт 1 с головкой в виде клина. Головка винта и два вкладыша 2, сквозь отверстия которых проходит зажимный винт 3, входят в паз шпинделя станка. При завинчивании зажимного винта 3 по наклонной головке специального винта 1 скользят вкладыши 2 и затягивают хвостовик фрезы в конусное

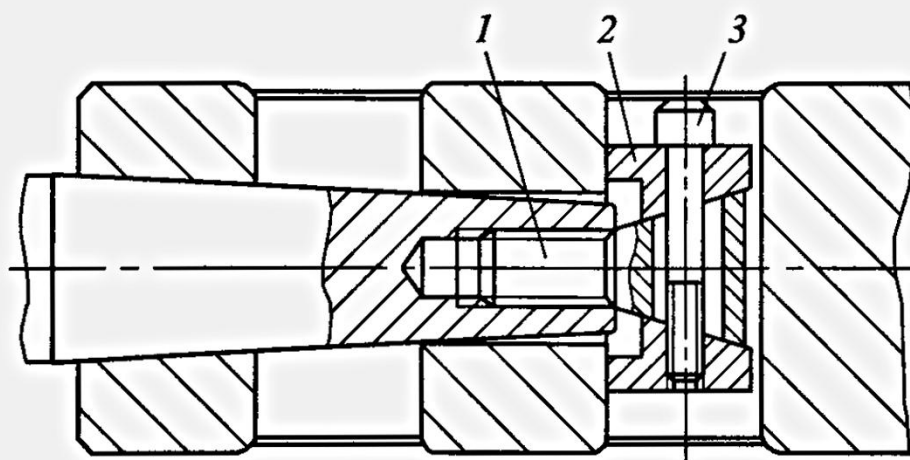


Рис. 5.7. Натяжное устройство

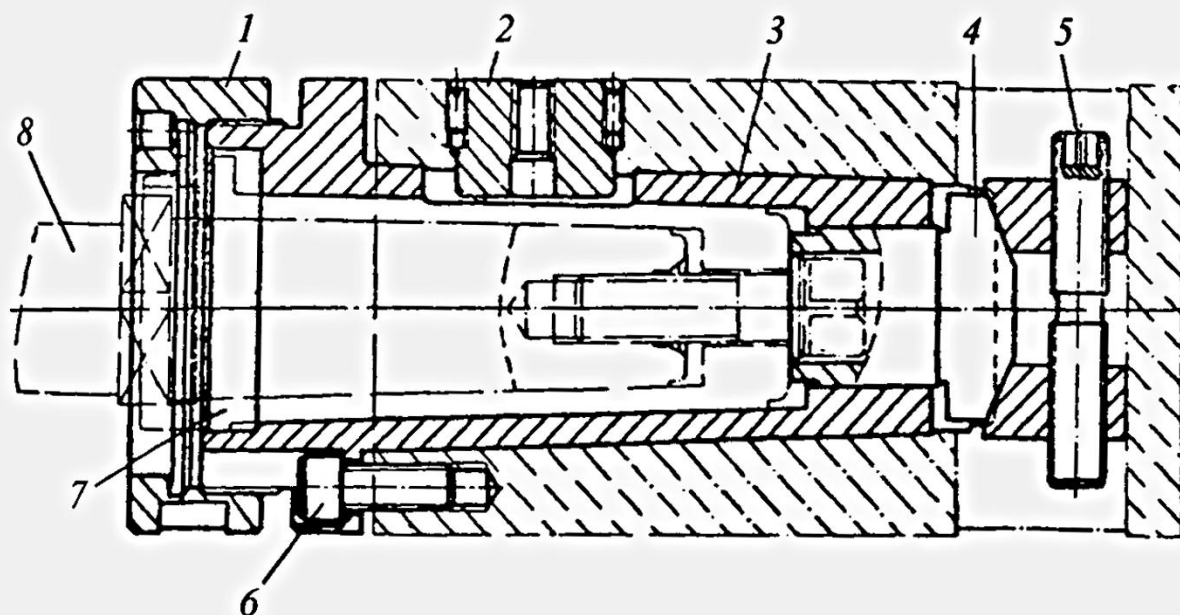


Рис. 5.8. Приспособление с бесклиновым креплением фрез

гнездо шпинделя станка. Вкладыши упираются в переднюю стенку паза шпинделя и надежно удерживают фрезы во время работы.

Бесклиновое крепление применено в приспособлении, разработанном В.В. Сегеди (рис. 5.8). В конусе шпинделя постоянно закреплена втулка 3. От осевого смещения втулка предохраняется болтом 6 от проворачивания — съемным сухарем 2. Инструмент 8 устанавливается в переходной втулке 7, закрепляемой накидной гайкой 1. Инструмент удаляют толкателем 4 при вращении винта 5, имеющим правую и левую резьбу.

Глава 6

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАСТОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА

6.1. МЕТОДЫ КРЕПЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВКИ СТЕРЖНЕВЫХ И ПЛАСТИНЧАТЫХ РЕЗЦОВ

Консольные оправки и двухопорные борштанги с направлением являются главными типами приспособлений, обеспечивающих обработку основных отверстий в корпусных деталях.

Крепление державочных резцов в гнездах оправок и борштанг выполняется нерегулируемым и регулируемым. Нерегулируемое крепление резцов применяется в тех случаях, когда нет необходимости в точной настройке резца на заданный размер. Резец при таком креплении устанавливается в гнезде и закрепляется двумя или одним винтами (рис. 6.1, а). Простейшие конструкции регулируемого крепления резцов предусматривают выдвижение резца при настройке с помощью упорных винтов, что позволяет устанавливать резцы с погрешностью, достаточной для расточки отверстий с точностью до Н9.

Упорный винт может быть установлен на оси паза (рис. 6.1, б) или под углом к пазу и резцу (рис. 6.1, в). В последнем случае регулировочное смещение резца выполняется фаской головки винта. Смещение резцов при настройке с помощью дифференциального винта (рис. 6.1, г) повышает точность регулировки, однако применение дифференциальных резьб требует повышения точности изготовления и соосности резьб. Упорный винт с проточкой, в которую входит выступ резца (рис. 6.1, д), позволяет смещать резец при настройке в обоих направлениях, что в ряде случаев является очень удобным. Большая часть видов крепления резцов в оправках и борштангах нормализована.

В некоторых видах борштанг и оправок применяются специальные резцы. Расточный резец с твердосплавной пластиной выполнен в виде резьбового стержня с отверстием, в котором на резьбе расположен винт стопорения. На торце стержня имеются два шпоночных выступа, входящих в пазы посадочного отверстия и предохраняющих резец от проворота (рис. 6.1, е). На переднем конце стержня резца 1 навинчена гайка-линь 2, снабженная делениями для точной настройки. Вылет резца на заданную

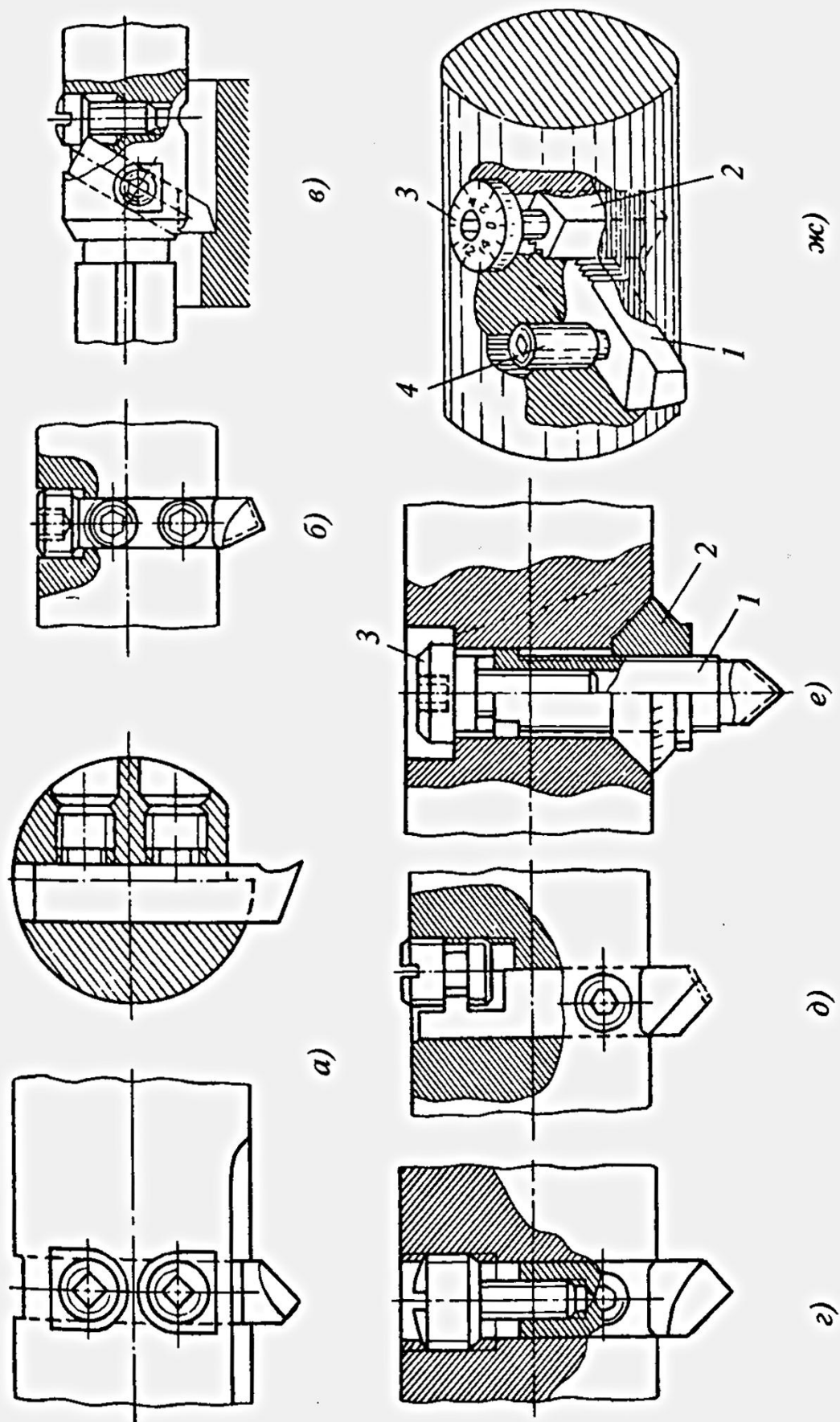


Рис. 6.1. Способы крепления резцов в оправке

резьба, на которую навинчена гайка-лимб 3 со шкалой. Державка для предотвращения проворота снабжена шпонкой 6, которая скользит по шпоночному пазу, имеющемуся в отверстии корпуса 1. Пружина 4 и толкатель 5 осуществляют постоянный прижим лимб-гайки 3 к плоскости корпуса 1. Резец 9 предварительно устанавливается в пазу державки 2 и закрепляется винтом 7, соединяющим жестко резец с державкой. Регулирование вылета резца осуществляется посредством поворота лимба-гайки на некоторый угол, соответствующий определенному числу делений лимба. Цена одного деления лимба соответствует радиальному перемещению резца на 0,01 мм. Винт 8 служит для фиксирования державки и резца в заданном положении. Предварительная настройка на размер производится вне станка на приборе, а окончательная подналадка по пробному проходу.

Оправки обеспечивают надежную точность регулирования резца при растачивании отверстий до Н7. Конструкция оправки отличается высокой жесткостью и успешно применяется при получистовом растачивании с припуском до 3...5 мм. Применение одних и тех же конструкций расточных инструментов для получистовой и чистовой обработки весьма эффективно. Основные размеры оправок представлены в табл. 6.1.

6.1. Оправки с микрометрической регулировкой вылета резца (см. рис. 6.2), мм

Диаметр растачивания $D_{\text{раст}}$	D	L	Сечение резца a
45...65	40	160	10×10
		250	
		160	
65...85	50	300	12×12
		160	
85...110	63	350	12×12
		160	
110...140	80	350	16×16
		160	
140...180	100	250	20×20

Конструкция оправки с микрометрической регулировкой вылета державочного резца с помощью клиновой пары представлена на рис. 6.3. Такие оправки применяют в диапазоне диаметров 30...125 мм. В качестве режущего элемента использованы сменные трехгранные твердосплавные пластины 10, закрепленные специальным винтом 8 через тороидальное отверстие. Пластина закреплена в базирующем гнезде державки 2 круглого сечения с лысками на боковых сторонах, имеющей угловой паз, которым она контактирует с призматическим выступом на сухаре 6. Сухарь имеет на наружной цилиндрической поверхности резьбу, находящуюся в зацеплении с внутренней резьбой на обойме 4. При вращении обоймы сухарь перемещается вдоль оси и своим выступом перемещает державку в радиальном направлении. Крышка 3 крепится винтами 9 и закрывает оправку спереди. Кольцо 5 является стопорным, имеет нониусную шкалу

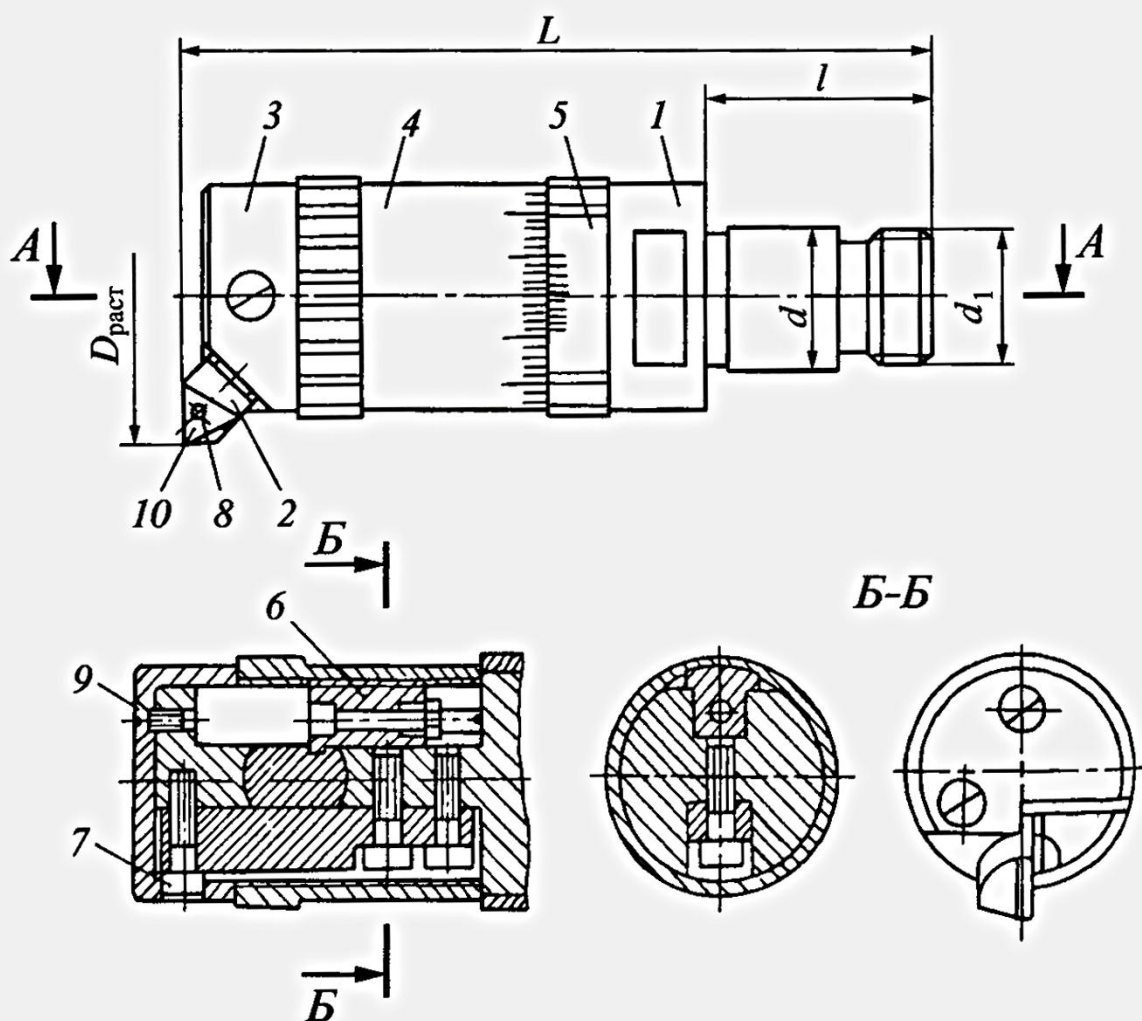


Рис. 6.3. Оправка с микрометрической регулировкой вылета резца с помощью клиновой пары

и закреплено на хвостовике 1. Все детали закалены и выполнены с высокой точностью, исключаящей зазоры. Винт 7 фиксирует детали оправки от перемещений. Основные размеры данных оправок представлены в табл. 6.2.

6.2. Оправки с микрометрической регулировкой вылета резца с помощью клиновой пары (см. рис. 6.3), мм

$D_{\text{раст}}$	L	l	$d, g5$	$d_1, 6d$
30...39	100...109	40	18	M16
38...49	115...126			
48...62	135...149	42	25	M24
60...77	160...177	45	30	M27
75...98	205...228	55	40	M36
95...124	245...275			

Двусторонние пластинчатые резцы и блоки применяют для растачивания отверстий диаметром более 40 мм. По сравнению с однолезвийным инструментом они обладают большей производительностью. Пластинчатые резцы выполняют целиком из быстрорежущей стали, а также оснащают пластинами из этой стали или из твердого сплава. Для лучшего использования и продления срока службы пластинчатые резцы изготавливают сборной конструкции, состоящей из двух частей. Такая конструкция резцов позволяет регулировать рабочий размер.

Цельный пластинчатый расточной резец показан на рис 6.4, а. Главные режущие кромки прямолинейны и наклонены к оси под главным углом в плане, выбираемом в пределах 30...60°. На калибрующей части делают обратную конусность в пределах 0,04...0,15 мм на 100 мм длины. На нерабочем торце резца делают центрирующий паз для фиксации его на оправке.

Пластинчатый резец сборной конструкции приведен на рис. 6.4, б, в. В конструкции, показанной на рис. 6.4, б, обе половины резца соединены пружиной и устанавливаются на размер винтом с коническим наконечником.

На рис. 6.4, в изображен пластинчатый резец для чистовой обработки, состоящий из двух половинок, которые снабжены рифлениями. Пластинчатый резец настраивают на размер после изнашивания путем перестановки половинок на одно или несколько рифлений относительно друг друга. Затем пластинчатый резец шлифуют на заданный размер по

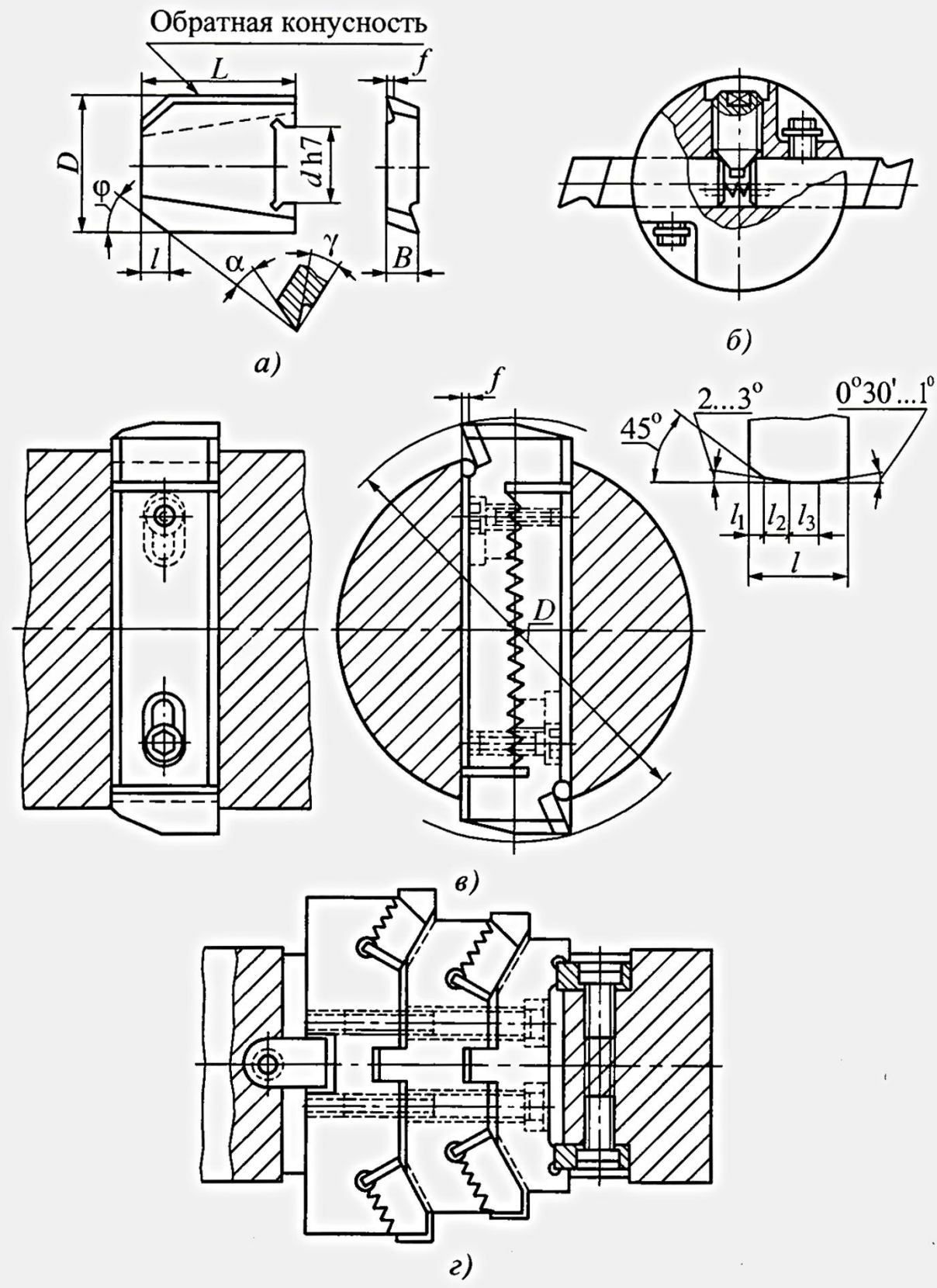
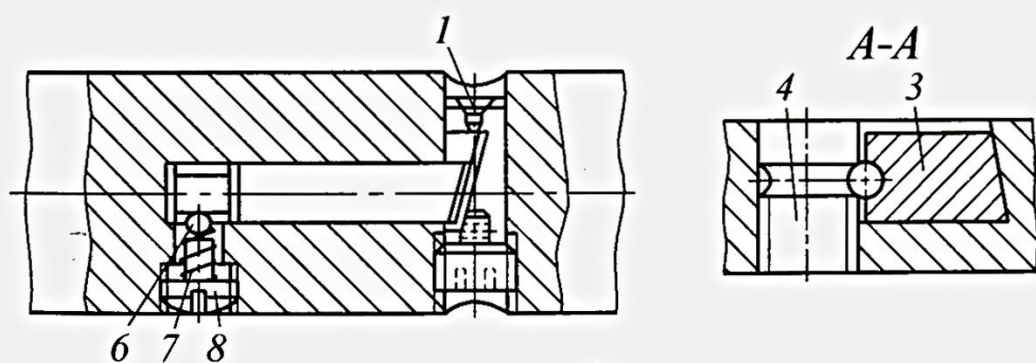
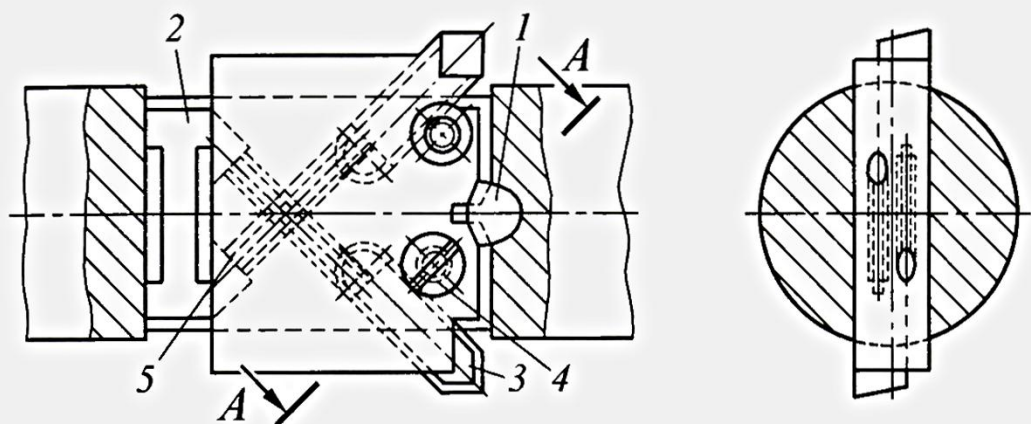
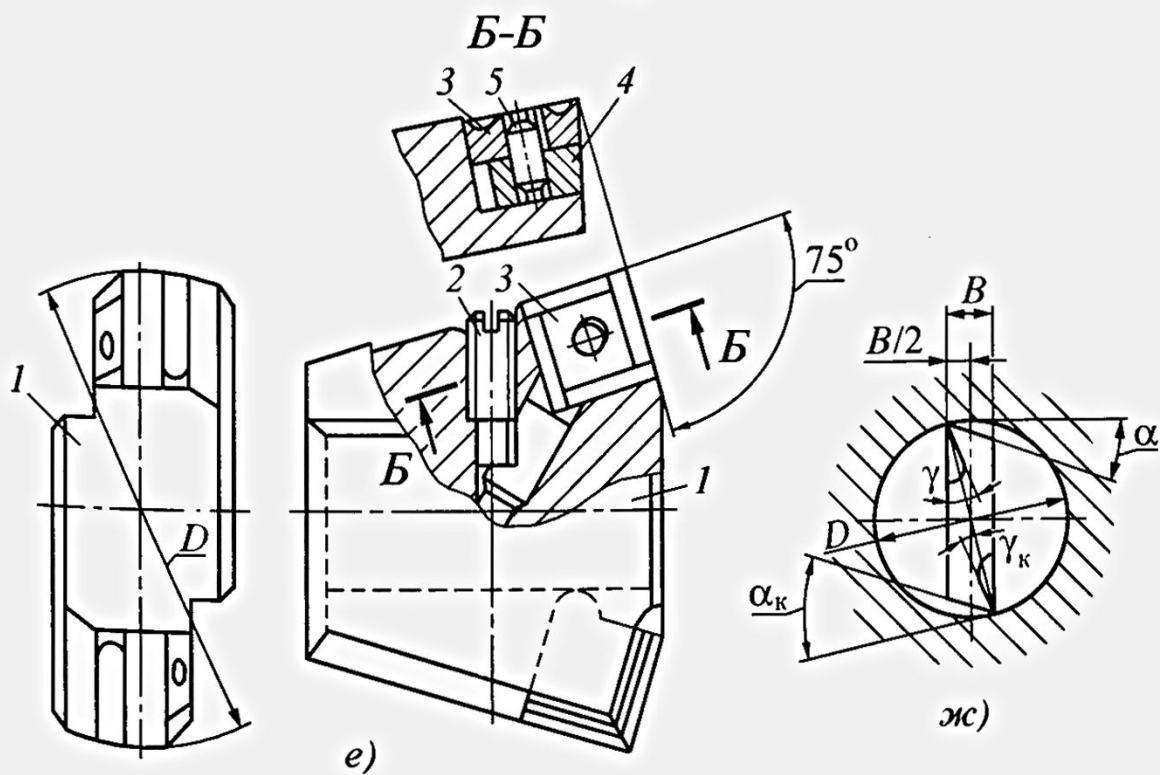


Рис. 6.4. Двусторонние



д)



е)

резцы и блоки

диаметру и затачивают. Режущая кромка пластинчатого резца состоит из четырех частей: направляющей фаски l под углом 45° , режущей части l_2 , калибрующей части l_3 и участка с обратной конусностью. По задней поверхности вдоль калибрующей части образуются цилиндрические ленточки $f = 0,2 \dots 0,5$ мм.

Расточные блоки состоят из корпуса с одной или несколькими парами регулируемых на необходимый размер резцов. Их применяют для предварительной и окончательной обработки отверстий в корпусных деталях.

Сборный расточной блок для предварительной и окончательной обработки приведен соответственно на рис. 6.4, *з* и *д*. Паз B , $H7$ блока для предварительной обработки служит для центрирования блока относительно оси отверстия. Рифления позволяют переставлять вставки для восстановления необходимого диаметра при переточках. Блок для окончательной обработки крепят в расточной оправке штифтом 1 , который с помощью конического скоса прижимает блок через вкладыш 2 к оправке. Вкладыш 2 ускоряет смену блока, для этого выдвигают штифт, выталкивают вкладыш и блок свободно вынимают из гнезда оправки. Трапецевидные ножи 3 входят в пазы корпуса, и их крепят в нем винтом 4 . Вылет ножа регулируют винтом 5 . Для предохранения блока от выпадания в нерабочем положении предусмотрен шарик 6 с пружиной 7 и предохранительным винтом 8 .

Конструкция расточного блока с многогранными твердосплавными пластинами (рис. 6.4, *е*) состоит из корпуса 1 , двух четырехгранных пластин 3 , двух подкладок 4 и крепежных деталей 2 и 5 . Этот блок применяют при растачивании отверстий диаметром $50 \dots 150$ мм.

При установке в обрабатываемом отверстии вершина пластинчатого резца смещена относительно оси отверстия (рис. 6.4, *ж*), поэтому углы γ и α_k будут отличаться от углов γ и α , полученных при заточке пластины

$$\gamma_k = \gamma - \Delta; \alpha_k = \alpha + \Delta,$$

где Δ определяют из выражения $\sin \Delta = B/2$.

Типы крепления пластинчатых резцов в оправках приведены на рис. 6.5. Резец 1 (рис. 6.5, *а*) устанавливают в паз оправки, снабженный лысками, на которые заходят заплечики пластины с посадкой $H7/g6$. Крепят резец клином 4 . Недостатком этой конструкции является быстрое изнашивание оправки по лыскам вследствие нажима на них заплечиков пластинчатого резца. На рис. 6.5, *б* показано крепление резца 1 с помощью клина 4 , прижимающего резец к центрирующему штифту 2 . Другой

вариант этого крепления приведен на рис. 6.5, в. Резец 1 имеет полукруглый паз, в который входит центрирующий выступ вкладыша 3. Точное фиксирование и закрепление резца обеспечивается коническим штифтом 4. Укрепление гайкой 5 и контргайкой 6 (рис. 6.5, г) надежно, но сложно в изготовлении. На рис. 6.5, д показано крепление винтом 7 с торца оправки. В конструкции на рис. 6.5, е резец 1 крепят с помощью вкладыша 8, упирающегося в коническую часть винта 9. Винт 10 предохраняет вкладыш от выпадания при вынимании резца. На рис. 6.5, ж представлено плавающее крепление пластинчатого резца 1 в оправке 11. Этот способ широко применяют при крепении чистовых пластинчатых резцов. Резец устанавливают в пазу с посадкой H7/h6 по ширине B и длине L , он может самоустанавливаться по подготовленному под чистовое растачивание отверстию. Плунжер 12 служит для предохранения пластинчатого резца от выпадания из оправки в нерабочем положении.

Применение пластинчатых резцов уменьшает разбивку отверстия в процессе обработки и улучшает качество обработки.

Расточные головки обеспечивают большую производительность по сравнению с другими расточными инструментами. Их широко применяют в автоматизированных производствах, в том числе на станках с ЧПУ.

Прогрессивным инструментом являются регулируемые однолезвийные расточные сборные головки, оснащенные сменными многогранными твердосплавными пластинами.

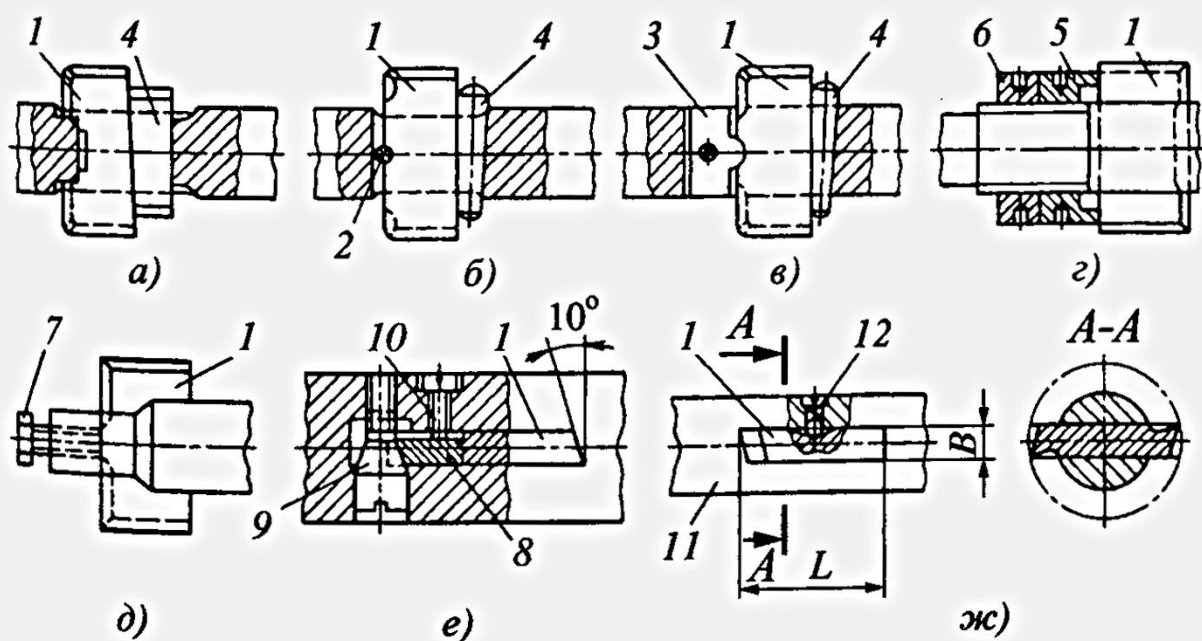


Рис. 6.5. Крепление пластинчатых резцов

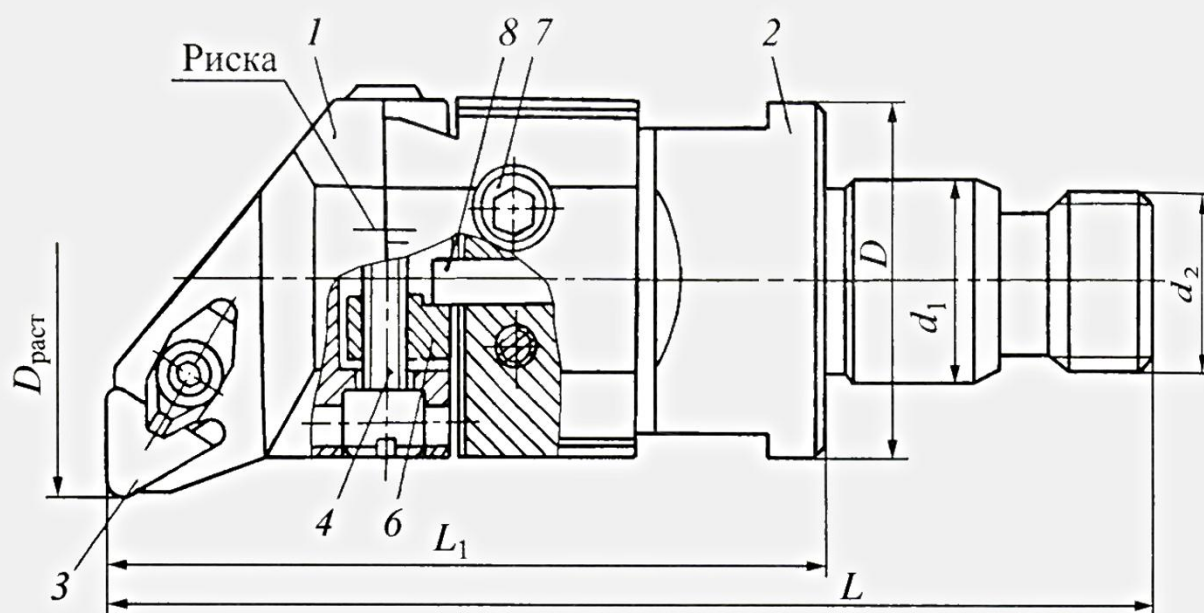


Рис. 6.6. Однозубая расточная головка для растачивания отверстий диаметром 30...150 мм

На рис. 6.6 показана конструкция однозубых расточных головок для растачивания отверстий в диапазоне 30...150 мм. Головки состоят из корпуса 2, на передней части которого имеется угловой паз типа "ласточкин хвост". В пазу по точной посадке размещена державка 1, которая имеет возможность радиального перемещения. В базирующем гнезде державки закреплена сменная многогранная твердосплавная пластина 3 трехгранной или четырехгранной формы с задними углами. Крепление пластины в зависимости от ее конструкции осуществляют с помощью прихвата и винта или винтом через отверстие в пластине. Применяют плоские пластины при обработке чугуна или пластины со стружколомающим порошком при обработке стали.

Геометрические параметры режущей пластины: угол в плане $\varphi = 90^\circ$ (при трехгранной пластине) и 75° при четырехгранной пластине, передний угол $\gamma = 0^\circ$, задний угол $\alpha = 8...10^\circ$.

Корпус головки снабжен регулировочным винтом 4. По винту 4 перемещается ползушка 6, служащая упором для державки 1. При вращении винтом 4 ползушка 6 воздействует на штифт 8, а державка 1 перемещается в радиальном направлении и тем самым обеспечивается точная настройка головки на требуемый размер обработки. После установки на требуемый размер державка 1 жестко фиксируется в пазу вследствие упругой деформации корпуса 2 при затягивании винтом 7. Для создания возможности деформации паза типа "ласточкин хвост" корпуса имеют

продольную прорезь. Корпус и державка закалены до 32...40 HRC. Настройка головки на размер обработки производится на специальном приборе типа БВ2015. Точность настройки, доступная в производственных условиях, составляет $\pm 0,01 \dots \pm 0,02$ мм, в зависимости от диаметра и опыта оператора.

Данную конструкцию однозубых сборных расточных головок можно успешно применять как однолезвийный инструмент для всех видов растачивания, т.е. чернового, получистового и чистового. При черновой расточке припуск должен быть достаточно равномерным. Чрезмерно большие ударные нагрузки при расточке такими головками не рекомендуются.

Головка конструкции ВНИИинструмента для обработки отверстий диаметром свыше 130 мм представлена на рис. 6.7. Для увеличения диаметра растачивания в этой конструкции введена дополнительная деталь — кронштейн 4, размещенная между корпусом 2 и резцедержателем 1 с помощью соединения типа "ласточкин хвост". Штифты 3 и 7 служат жестким упором от радиального перемещения деталей. При наладке головки на

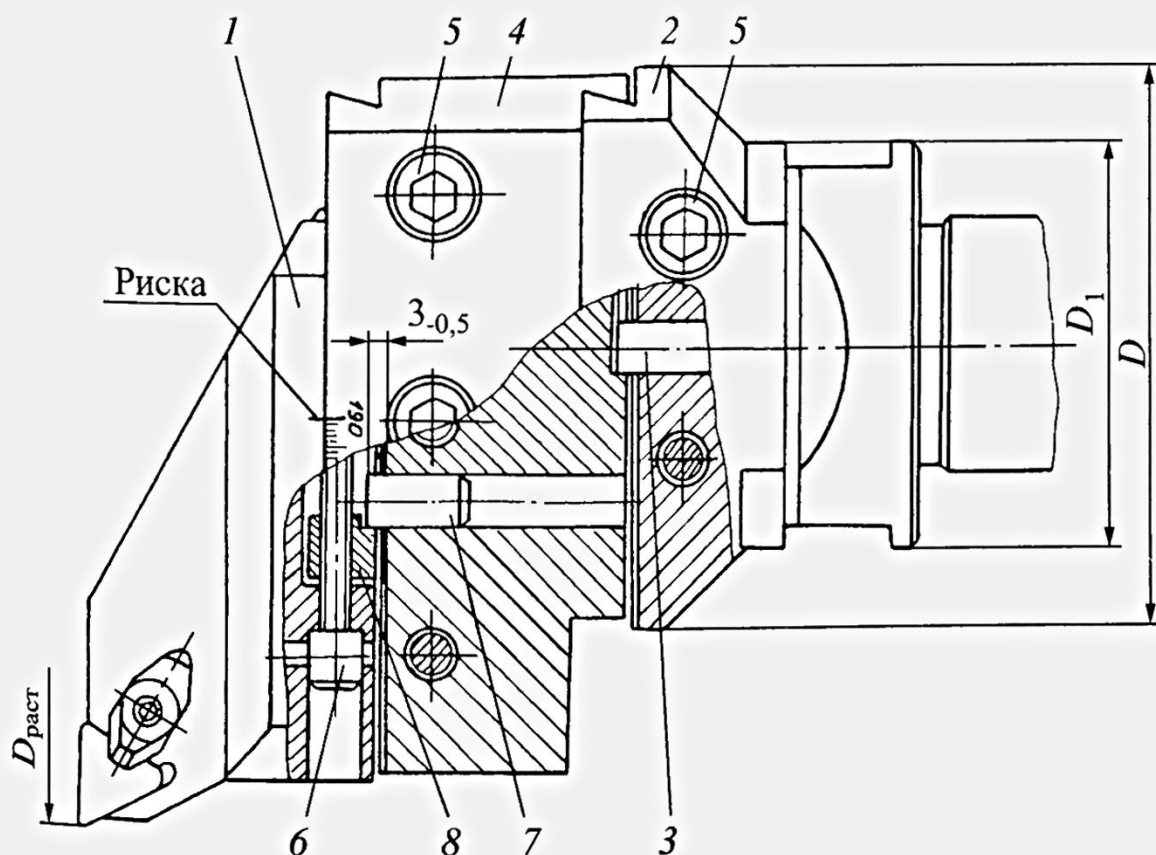


Рис. 6.7. Однозубая расточная головка для растачивания отверстий диаметром свыше 130 мм

требуемый диаметр растачивания резцедержатель 1 перемещается относительно кронштейна 4 вдоль направляющих посредством винта 6 и ползушки 8, аналогично головке, показанной на рис. 6.6. Винты 5 служат для закрепления соединений "ласточкин хвост".

Для более производительной обработки отверстий с пониженными требованиями к точности положение оси рационально применение расточных головок, имеющих два радиально расположенных режущих зуба. В этом случае подача может быть увеличена в 2 раза по сравнению с однозубыми головками.

Оснащение двухзубых расточных головок сменными твердосплавными многогранными пластинами значительно упрощает эксплуатацию головок, так как исключаются переточки после изнашивания и сохраняется длина головки. Помимо этого применение пластин с новыми формами передней поверхности решает вопрос со стружкоформированием при обработке стали.

Конструкция двухзубых головок (рис. 6.8), разработанных ВНИИ-инструментом, состоит из корпуса 2, у которого на передней части выполнен угловой паз типа "ласточкин хвост" (угол 30°). В пазу расположены две державки 1, имеющие возможность перемещаться в радиальном направлении под действием регулировочных винтов 4, воздействующих через штифты, запрессованных в державке. Закрепление державки в требуемом положении осуществляется вследствие упругой деформации корпуса.

Головки оснащены сменными многогранными пластинами 3 из твердого сплава, которые расположены в базирующих гнездах и закреплены или прихватом, или винтом через центральное отверстие, в зависимости от типа применяемых пластин.

Крепление пластин на двухзубых головках аналогично креплению на однозубых головках.

Двухзубые расточные головки могут выполняться с двумя вариантами державок и схем резания при растачивании. Первый вариант, при котором вершины режущих трехгранных или четырехгранных пластин находятся на равном расстоянии от оси и подача на оборот равномерно распределяется между двумя зубьями головки. Второй вариант — для трехгранных пластин или ромбических. В этом случае вершины режущих пластин расположены на разных расстояниях от оси головки и глубина резания разделена между двумя режущими лезвиями (главный угол в плане равен 90°). Подача на оборот равна подаче на зуб. Головки оснащены твердосплавными пластинами с задними углами. При этом режущие торцовые кромки пластины располагаются в единой плоскости. Геометрические параметры режущих зубьев следующие: главный угол в плане при трехгранных пластинах $\varphi = 90^\circ$, при четырехгранных $\varphi = 75^\circ$. Задний угол $\alpha = 7^\circ$, передний $\gamma = 0^\circ$.

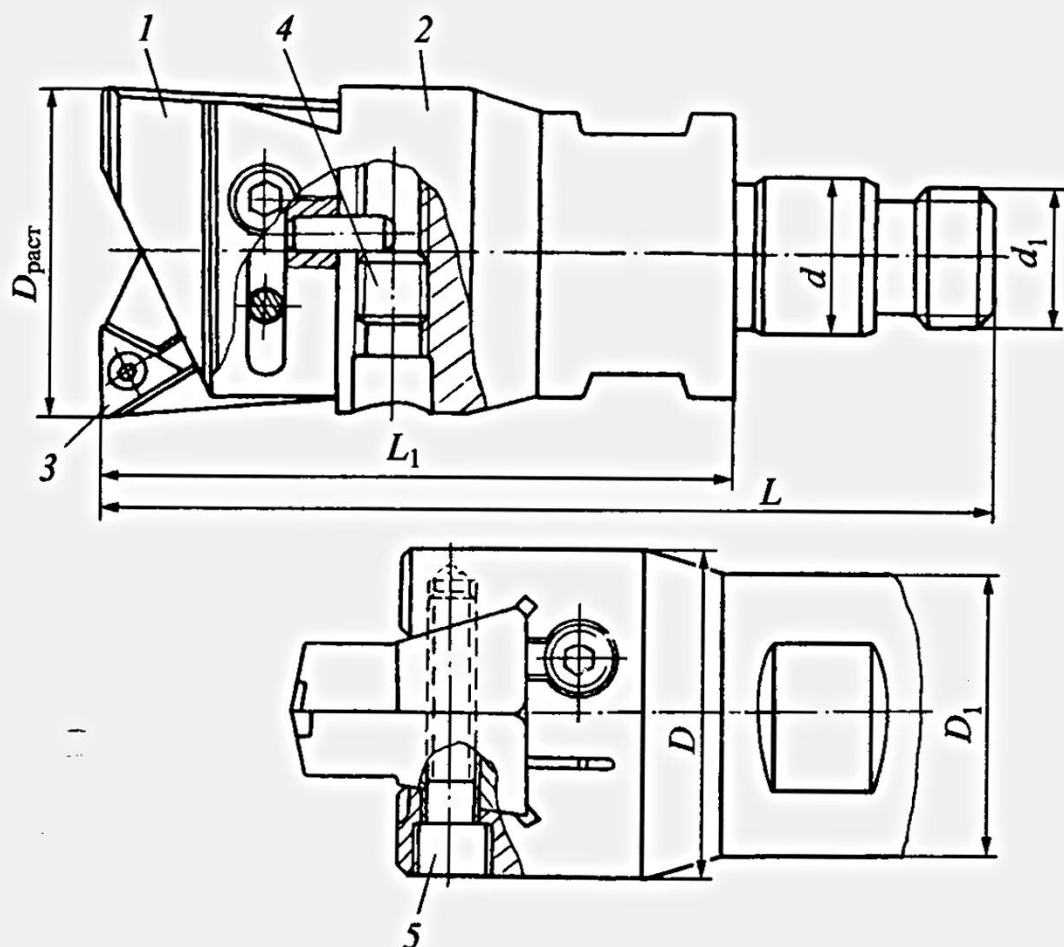


Рис. 6.8. Двухзубая расточная головка со сменными твердосплавными пластинами

Марки сплавов режущих пластин аналогичны тем, которые применяются при точении. Рекомендуется применение пластин с износостойким покрытием. Режимы резания при применении расточных головок с механическим креплением твердосплавных пластин могут быть увеличены на 30...50 % по сравнению с подобными инструментами с напаянными пластинами из твердого сплава.

Ряд описанных выше конструкций головок (см. рис. 6.6–6.8) имеют специальную конструкцию хвостовика с наружной резьбой, позволяющего точно и жестко свинчивать головки с оправками, изготовленными для каждого конкретного станка.

Конструкция и основные размеры такого резьбового соединения представлены на рис. 6.9 и в табл. 6.3.

Для принятого резьбового соединения, состоящего из модулей 1 и 2, характерно наличие следующих элементов: наружные диаметры модулей D ; направляющие цилиндрические участки диаметром d , длиной l ; резьбовые участки длиной l_1 ; диаметром d_1 и торцы T .

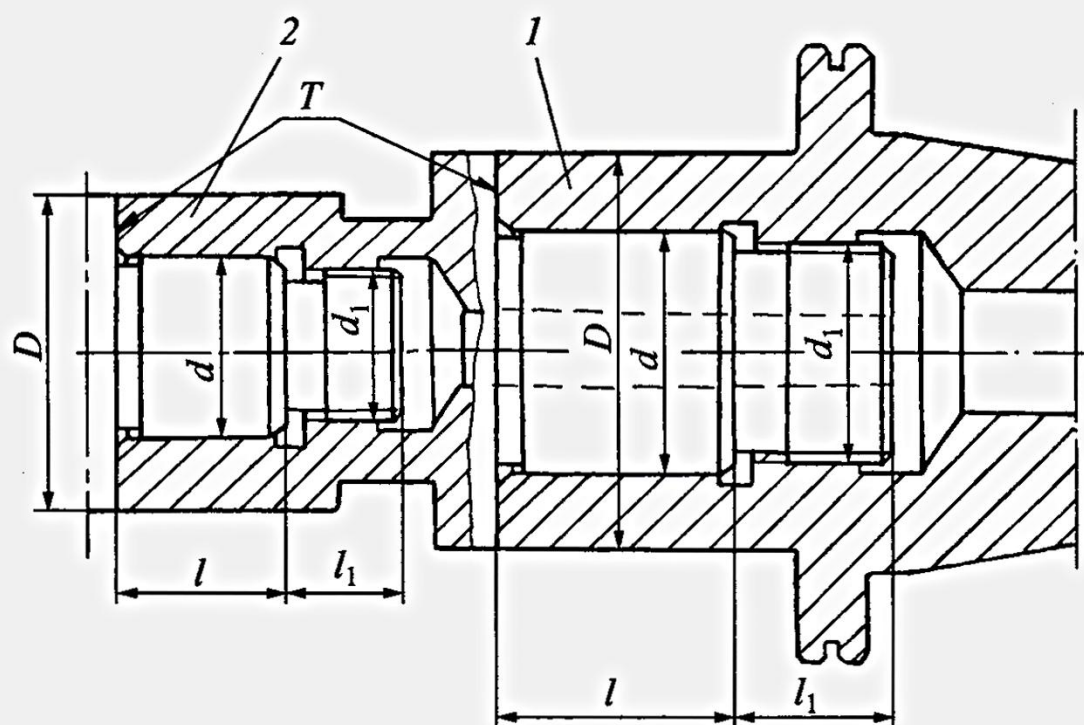


Рис. 6.9. Конструкция резьбового соединения расточных головок с оправками

6.3. Резьбовое соединение головок и модулей (см. рис. 6.9), мм

$D, h8$	$d, \frac{H6}{g5}$	d_1	l	l_1
32	18	M16×2	16	14
40	25	M24×3	24	16
50	30	M27×3	27	18
63	40	M36×4	40	26
80	50	M48×5	42	28

Наружный диаметр D модуля выбран по предпочтительному ряду и определяет все остальные размеры соединения, которые приняты исходя из конструктивных соображений и прочности. Резьба d_1 предназначена только для создания силы свинчивания и передачи крутящего момента, поэтому она выполняется с зазором по среднему диаметру. Торцы T должны плотно прилегать в рабочем положении, так как от этого зависит изгибная жесткость соединения.

Все рабочие поверхности кроме резьбового соединения должны быть закалены (57...60 HRC) и шлифованы. По сравнению с другими известными конструкциями соединения модулей описанное соединение наиболее простое и технологичное.

В целях обеспечения повышенной жесткости резьбового соединения необходимо собирать его с крутящим моментом 10...30 Н·м. Сборку и разборку инструмента с описанной конструкцией резьбового соединения проводят в специальном приспособлении. Преимуществом сменных расточных головок является возможность широкой унификации инструмента для различных станков в масштабах предприятия.

Одно- и двухрезцовые блоки Оршанского инструментального завода закрепляются в универсальных оправках с конусами 40 и 50 конусностью 7:24 (рис. 6.10, табл. 6.4). Оправки с цилиндрическим хвостовиком имеют длину $L = 200$ мм, диаметр оправки $d = 38$ мм, вылет $l = 100$ мм и $b = 24$ мм.

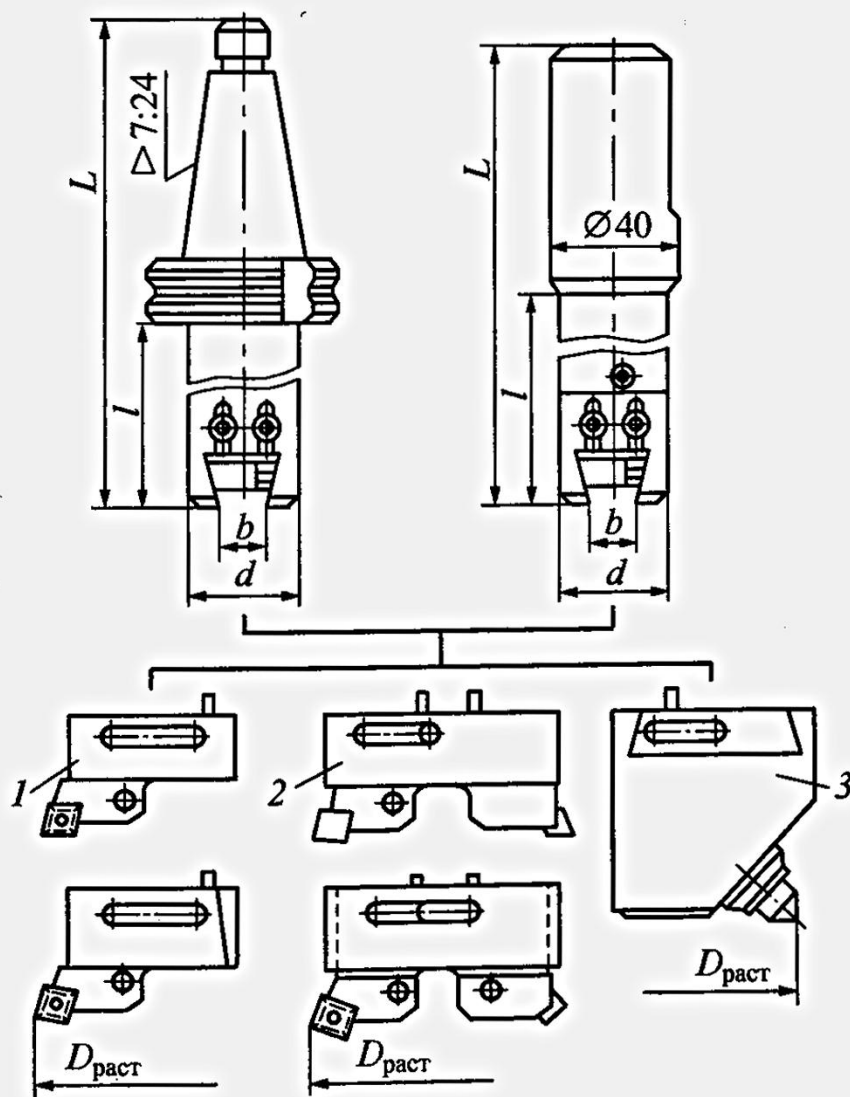


Рис. 6.10. Сборный расточный инструмент

6.4. Размеры универсальных оправок, мм (см. рис. 6.10)

$D_{\text{раст}}$	d	L	l	b	Хвостовик
От 40 до 63	38	250	156,6	24	Ø40
Св. 63 до 100	60	250	156,6	32	
» 100 » 135	95	275	181,6	50	
От 40 до 63	38	282	155	24	Конус 7:24 № 40
Св. 63 до 100	60	265	138,2	32	
		425	298,2		
» 100 » 170	95	300	173,2	50	
		425	298,2		
» 170 » 240	125	300	173,2		
		425	298,2		
От 63 до 100	60	500	373,2	32	Конус 7:24 № 50
Св. 100 до 170	95	425	298,2	50	
		500	373,2		
» 170 » 240	125	425	298,2		
		500	373,2		

Оправки имеют паз типа "ласточкин хвост" с углом 75° , в котором может быть закреплен расточной блок: однорезцовый 1, двухрезцовый 2 или с микрометрической регулировкой 3. Однорезцовые и двухрезцовые блоки предназначены для растачивания отверстий диаметром $D_{\text{раст}} = 40 \dots 240$ мм.

Однорезцовый блок (рис. 6.11) оснащен ромбическими (исполнение 1) или квадратными (исполнение 2) сменными твердосплавными пластинами 4, которые закреплены в ножах 1 с помощью L-образного рычага 3. Пластина 4 опирается на подкладку 5, закрепленную в ножке 1 пружинной втулкой 6. Винт 2 приводит в движение L-образный рычаг. Размеры однорезцового блока приведены в табл. 6.5. Аналогично устроены двухрезцовые блоки.

Блок расточной с микрометрической регулировкой (рис. 6.12) предназначен для чистового растачивания отверстий диаметром $D_{\text{раст}} = 40 \dots 240$ мм в корпусных деталях из сырых, нормализованных и улучшенных сталей, серых чугунов, цветных металлов и сплавов. Цена деления лимба – 0,02 мм на диаметр; цена деления нониуса – 0,002 мм. В корпусе 3 блока

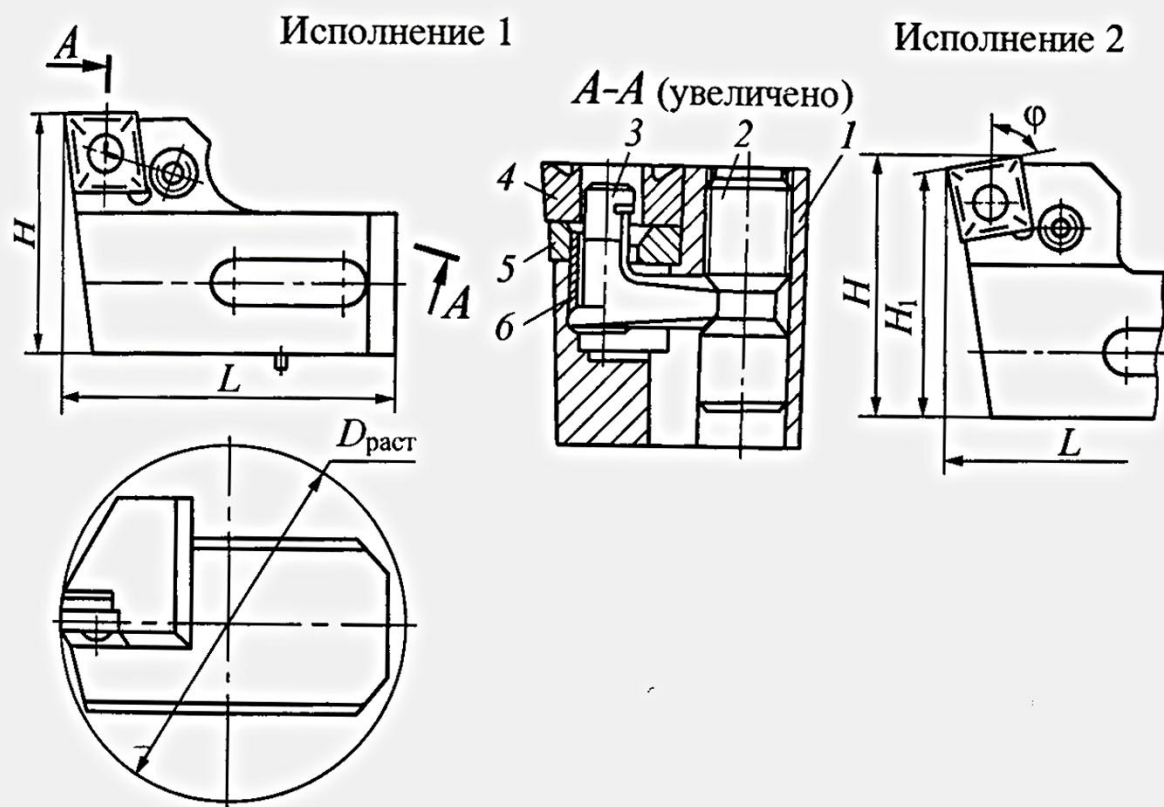


Рис. 6.11. Однорезцовый расточный блок

6.5. Однорезцовый блок, мм (см. рис. 6.11)

$D_{\text{раст}}$	$\varphi, ^\circ$	L	H	H_1	Исполнение
От 40 до 63	90	39	39,5	—	1
	75			36,2	2
Св. 63 до 100	90	61,5	44,5	—	1
	75			41,2	2
» 100 » 135	90	97,5	54,5	—	1
	75			51,6	2
» 135 » 170	90	115		—	1
	75			51,6	2
» 170 » 240	90	159		—	1
	75			51,6	2

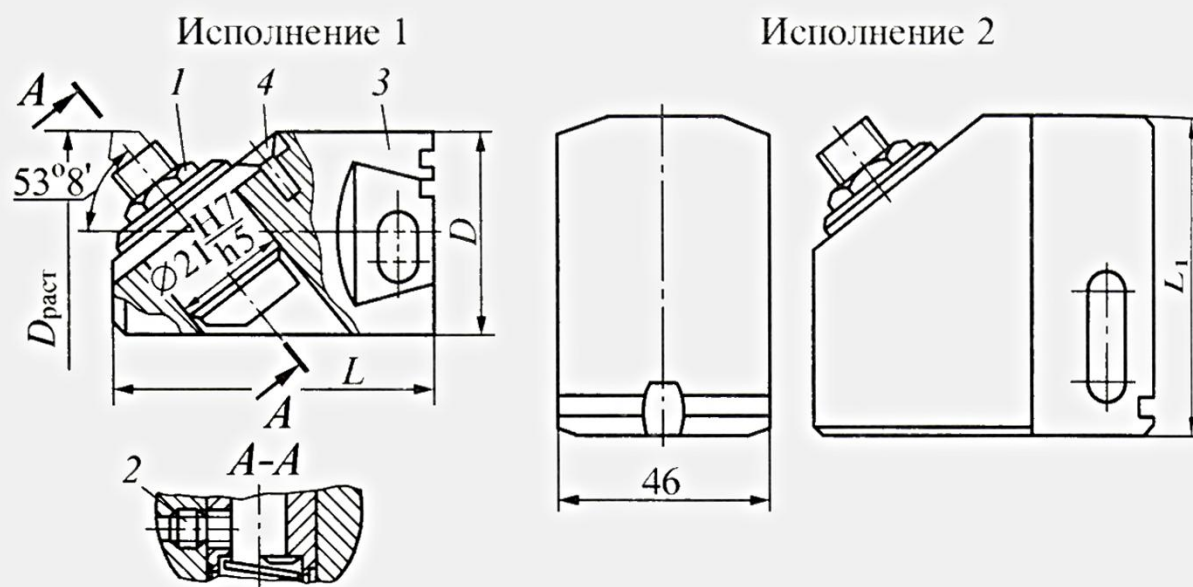


Рис. 6.12. Расточный блок с микрометрической регулировкой

с помощью винтов 4 установлена резцовая вставка 1 со сменным напайным резцом. Резец с державкой диаметром 8 мм закрепляется во вставке 1 винтом 2. Размеры блока с микрометрической регулировкой приведены в табл. 6.6.

6.6. Блоки с микрометрической регулировкой, мм (см. рис. 6.12)

$D_{\text{раст}}$	D	L	L_1	Исполнение
От 40 до 63	38	65	—	1
Св. 63 до 100	60	70		
» 100 » 135	—	65	92	2
» 135 » 170			126	
» 170 » 240			162	

6.2. ОПРАВКИ, РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛИ И БОРШТАНГИ

Оправки расточные с коническими хвостовиками Морзе и с конусностью 7:24 с креплением державочных резцов под углами 45, 60 и 90° регламентированы ГОСТ 21222 – ГОСТ 21226–75 (в ред. 1983 г.).

Для крепления расточных резцов с цилиндрическим хвостовиком служат расточные патроны с поперечным перемещением резцедержателя. На рис. 6.13 показана конструкция патрона, выпускаемого Оршанским инструментальным заводом. Регулировка положения резца, закрепляемого в цилиндрическом отверстии резцедержателя 3 через переходную

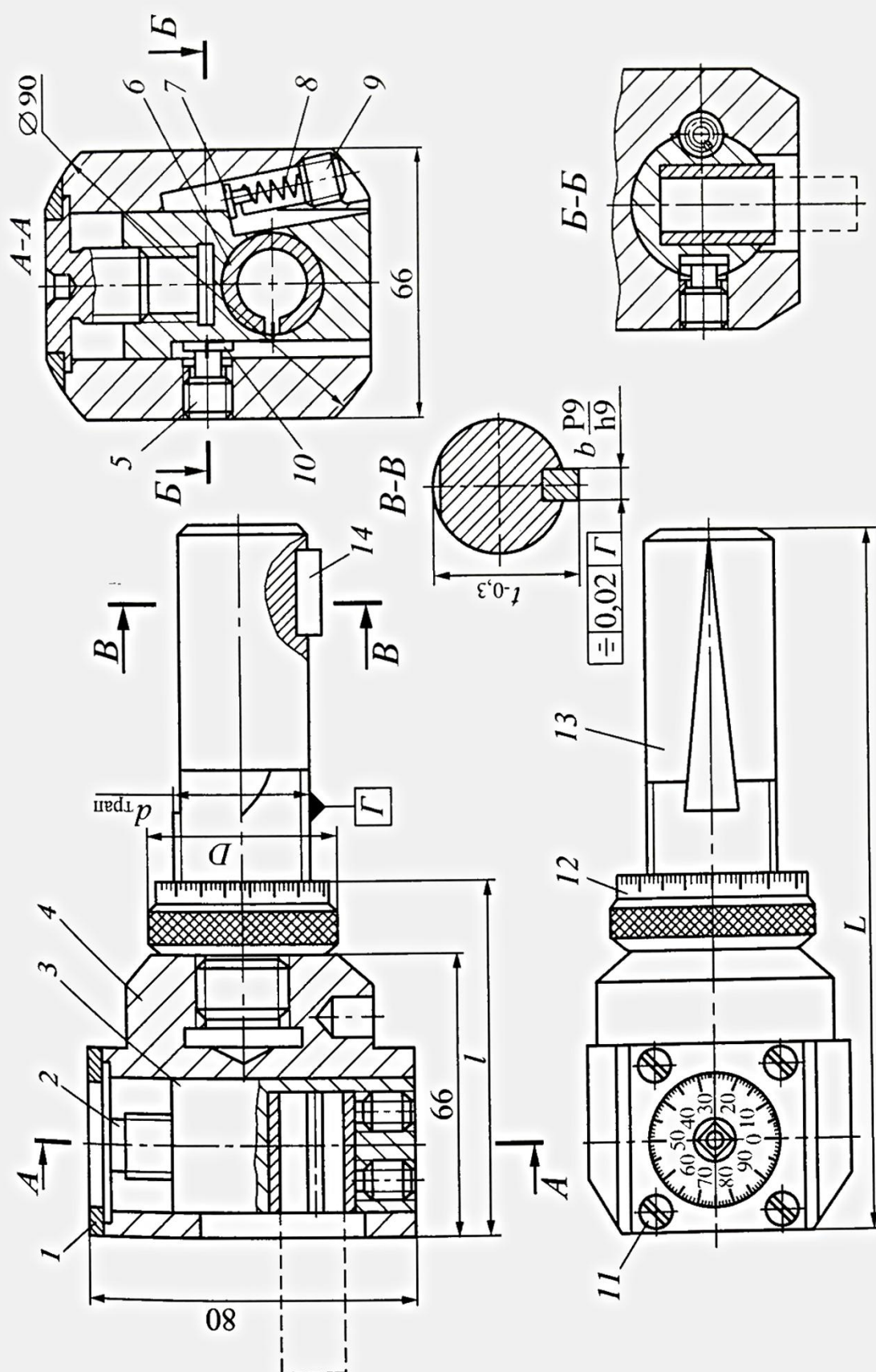


Рис. 6.13. Расточный патрон

штулку 6, осуществляется вращением микрометрического винта 2, установленного без осевого люфта в корпусе 4 с помощью крышки 7 и винтов 11. Для устранения зазоров в резьбовом соединении предусмотрена пружина 8, которая через прокладку 7 создает постоянный поджим резцедержателя 3 вдоль оси винта 2. Величина силы поджима определяется положением винта 9. После регулировки положения резца резцедержатель 3 фиксируется относительно корпуса 4 винтом 5 через прокладку 10. Диапазон регулировки – 15 мм, диаметр растачивания зависит от размеров резца и рекомендуется в пределах 5...45 мм.

Хвостовики патрона выполняют привертными для упрощения изготовления. Цилиндрический хвостовик 13 с трапецеидальной резьбой, шпонкой 14 и гайкой 12 позволяет регулировать расстояние от вершины резца до торца шпинделя станка. Предусмотрены также конические хвостовики с конусами Морзе 3 и 4 и с конусностью 7:24 по ГОСТ 25827–83 и MAS 403 (см. табл. 1.26, 1.31 и 1.32).

Для точной подачи режущих кромок на координатно-расточных станках с ЧПУ применяют конструкции расточных оправок, в которых резец перемещается при помощи эксцентрика (рис. 6.14). Корпус 1 имеет конусный хвостовик для крепления в шпинделе станка и эксцентрическую расточку, в которую входит оправка 2. На оправке закреплено червячное колесо 3, которое приводится в движение червяком 4. На корпусе установлена обойма 5, а на оправке – диск 6.

Подналадку резца производят в следующем порядке. Устанавливают предварительный вылет резца. Затем освобождают винт 7, благодаря чему можно повернуть оправку с диском на необходимый угол (до 90°). Так как оправка вращается вокруг оси, не совпадающей с осью корпуса (эксцентриситет 0,25 мм), то вершина резца будет смещаться в радиальном направлении от центра станочного шпинделя, в котором закреплена расточная оправка.

По достижении необходимого смещения резца, определяемого по шкале на цилиндрической поверхности обоймы, винт зажимают. Расточные оправки с эксцентриковой подачей резца используют при подналадке положения резцов с целью компенсации его равномерного износа.

В корпусных деталях требуется обрабатывать торцовые кольцевые площадки вокруг основных отверстий на внутренних сторонах стенок. В автоматическом цикле обработка таких поверхностей осуществляется патронами с радиальным перемещением резца (рис. 6.15). Механизм работает следующим образом. Корпус патрона 11 имеет хвостовик, который закрепляется в шпинделе станка. Резец 1, вращающийся вместе с патроном и шпинделем станка, вводится в отверстие обрабатываемой

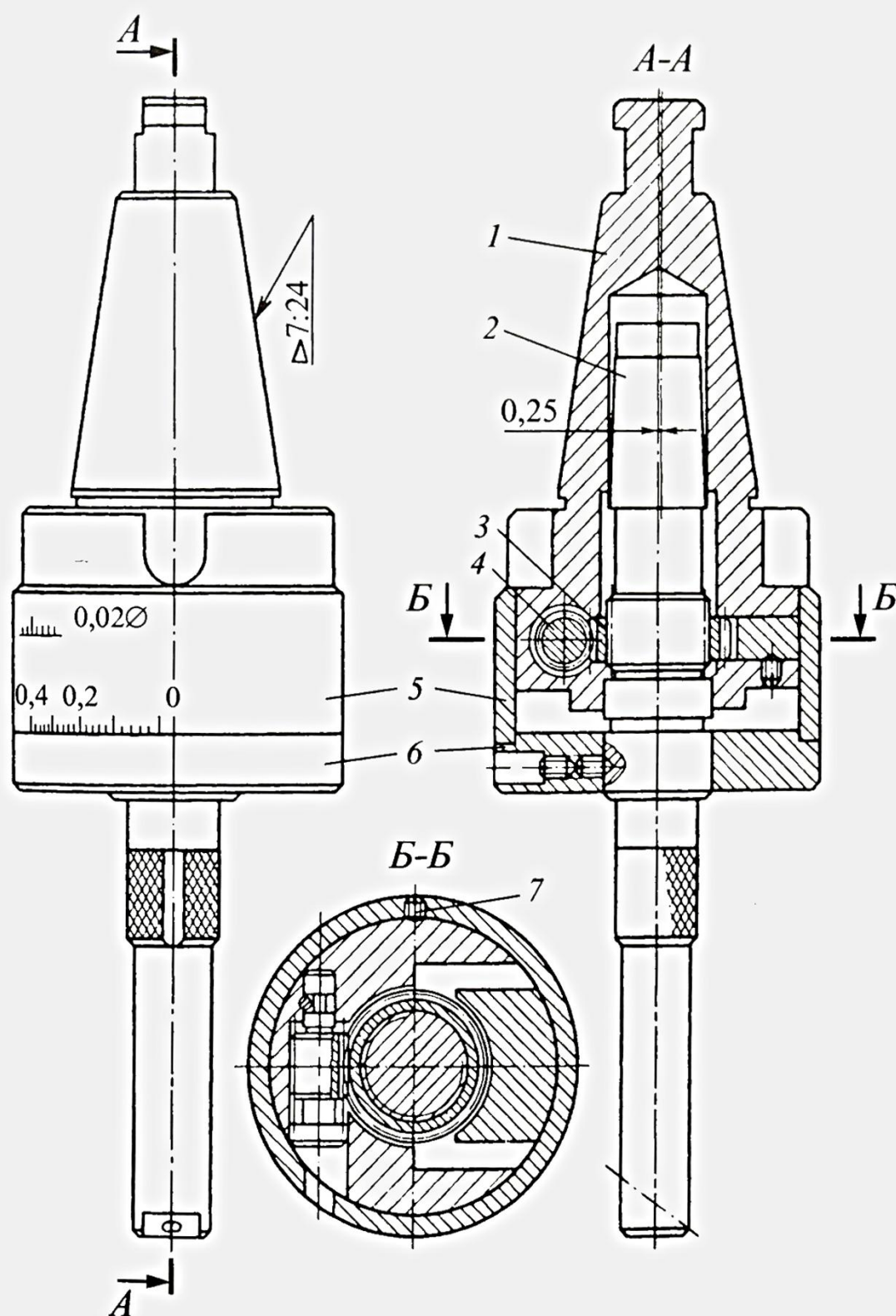


Рис. 6.14. Расточные оправки с эксцентриковой подачей резца

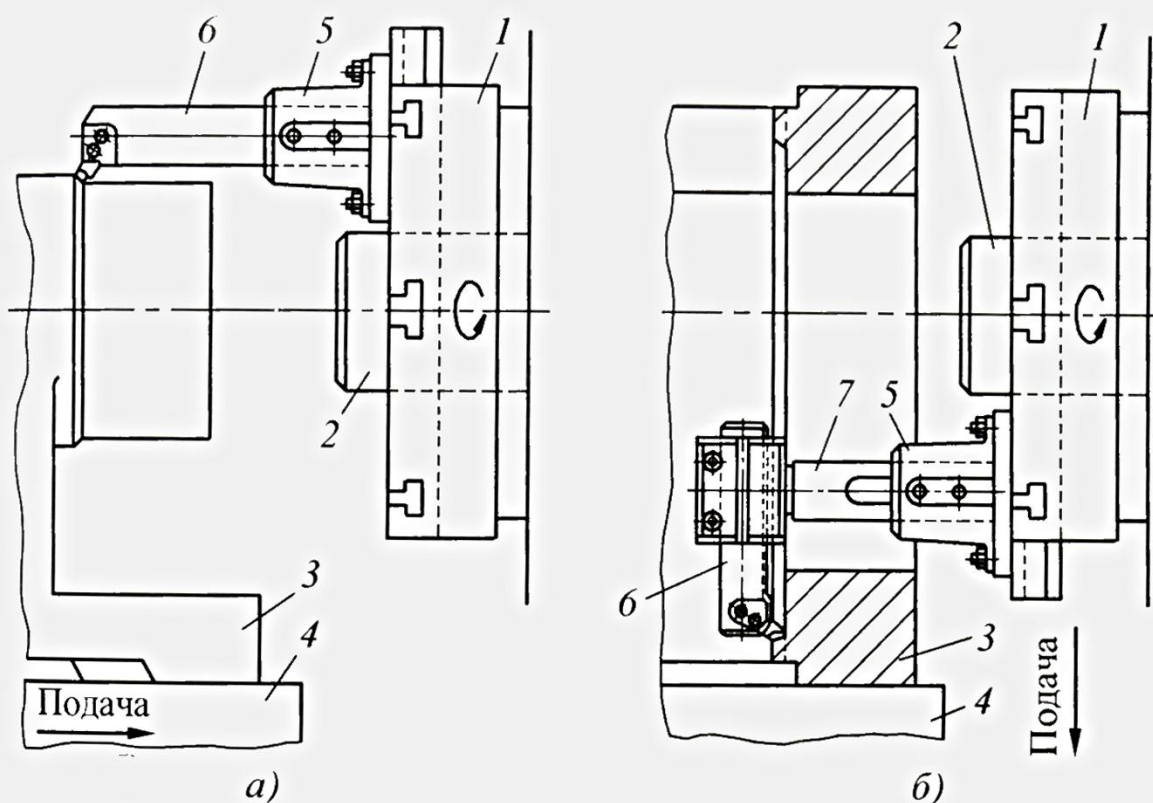


Рис. 6.16. Обточка (а) и подрезка заднего торца (б) деталей с помощью консольных борштанг:

1 – планшайба; 2 – шпиндель; 3 – деталь; 4 – стол станка; 5 – стойка; 6 – борштанга; 7 – державка

6.7. Борштанги для растачивания и обтачивания, мм (см. рис. 6.17)

D	l	D_1	L	Сечение резца
60	150	80	450	20×20
			700	
80	200	100	500	25×25
			800	
100	250	120	600	32×32
			1000	
120	300	140	700	
			1000	

В отверстии корпуса борштанга с резцом размещена на шпонке. Вылет борштанги может быть отрегулирован. В отверстии корпуса борштанга крепится двумя винтами.

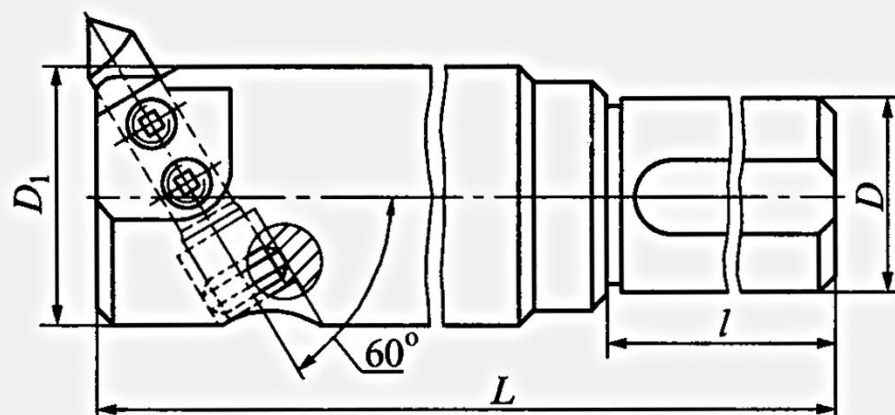


Рис. 6.17. Борштанга для растачивания и обтачивания

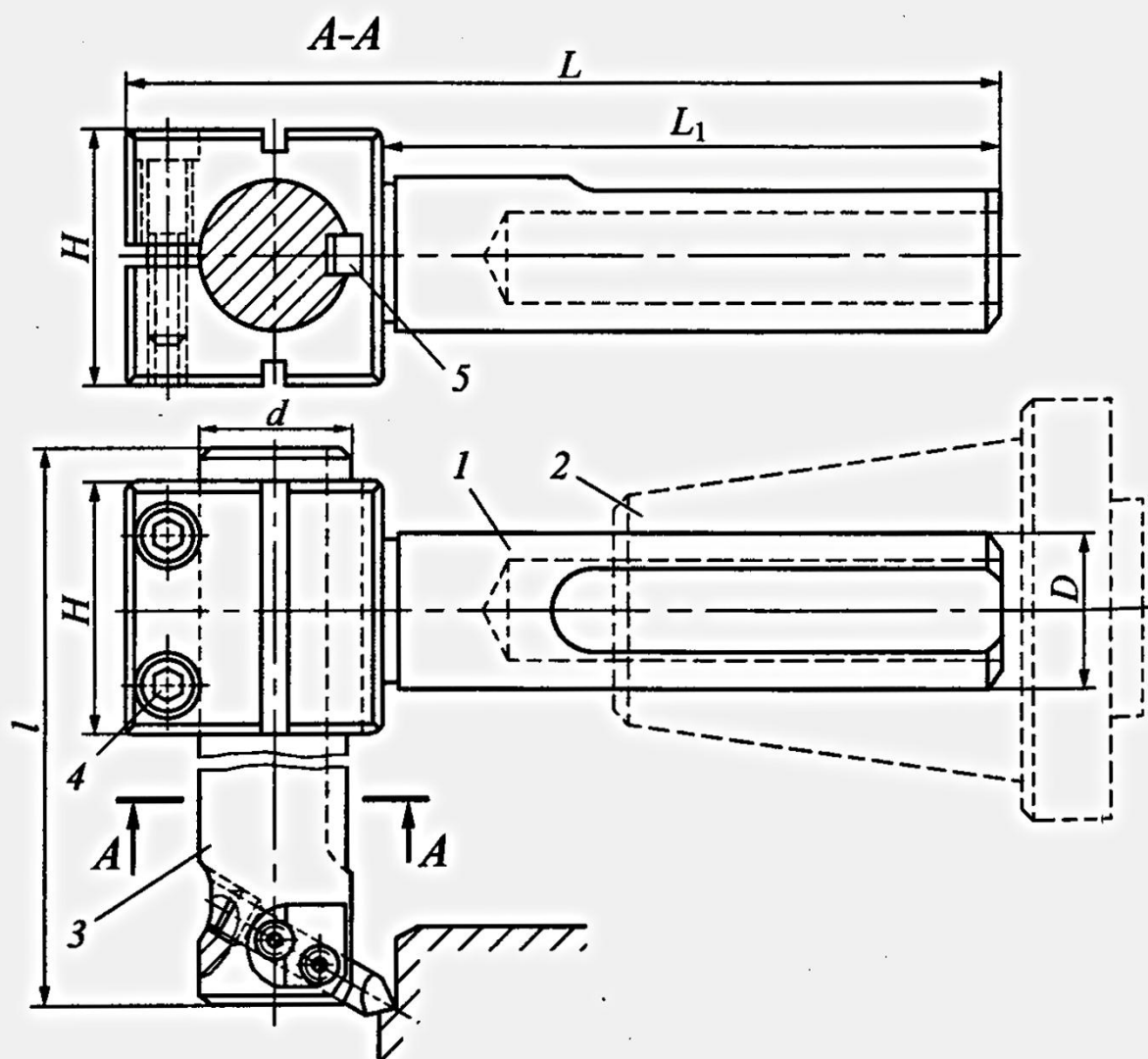


Рис. 6.18. Державка для задней подрезки торцов

6.8. Державки для задней подрезки торцов, мм (см. рис. 6.18)

D	L	L_1	H	$d \times l$	Сечение резца
60	350 600	250 500	90	60×250	16×16
80	450 800	350 700			
100	500 1000	370 870	115	800×300	20×20
120	800 1000	660 860	120		

6.9. Стойки выносные, мм (см. рис. 6.19)

A	L	b	D	A	L	b	D
112	110	12	60	210	200	22	80
116	150	18		230			
140	200	18	80	250	230	28	100
146				315	250		
150				370	300	36	120

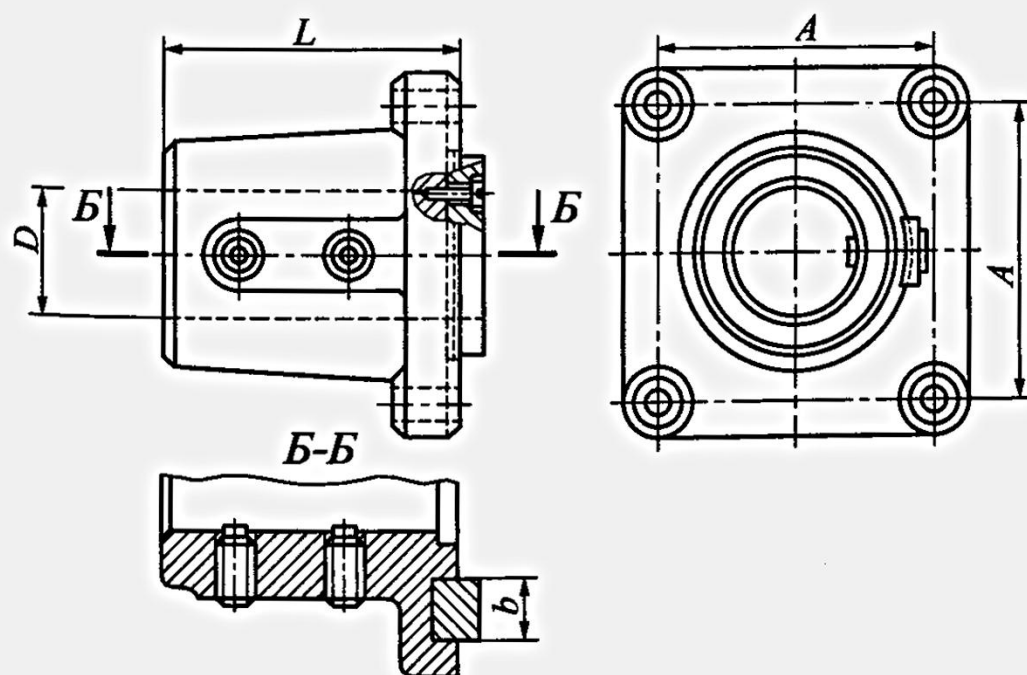


Рис. 6.19. Выносная стойка

Суппорты шпиндельные "летучие" для подрезки торцов и растачивания канавок (рис. 6.20 и табл. 6.10) используют в тех случаях, когда на станке нет планшайбы с радиальным суппортом. Суппорт "летучий" коническим хвостовиком 4 крепится в гнездо выдвижного шпинделя

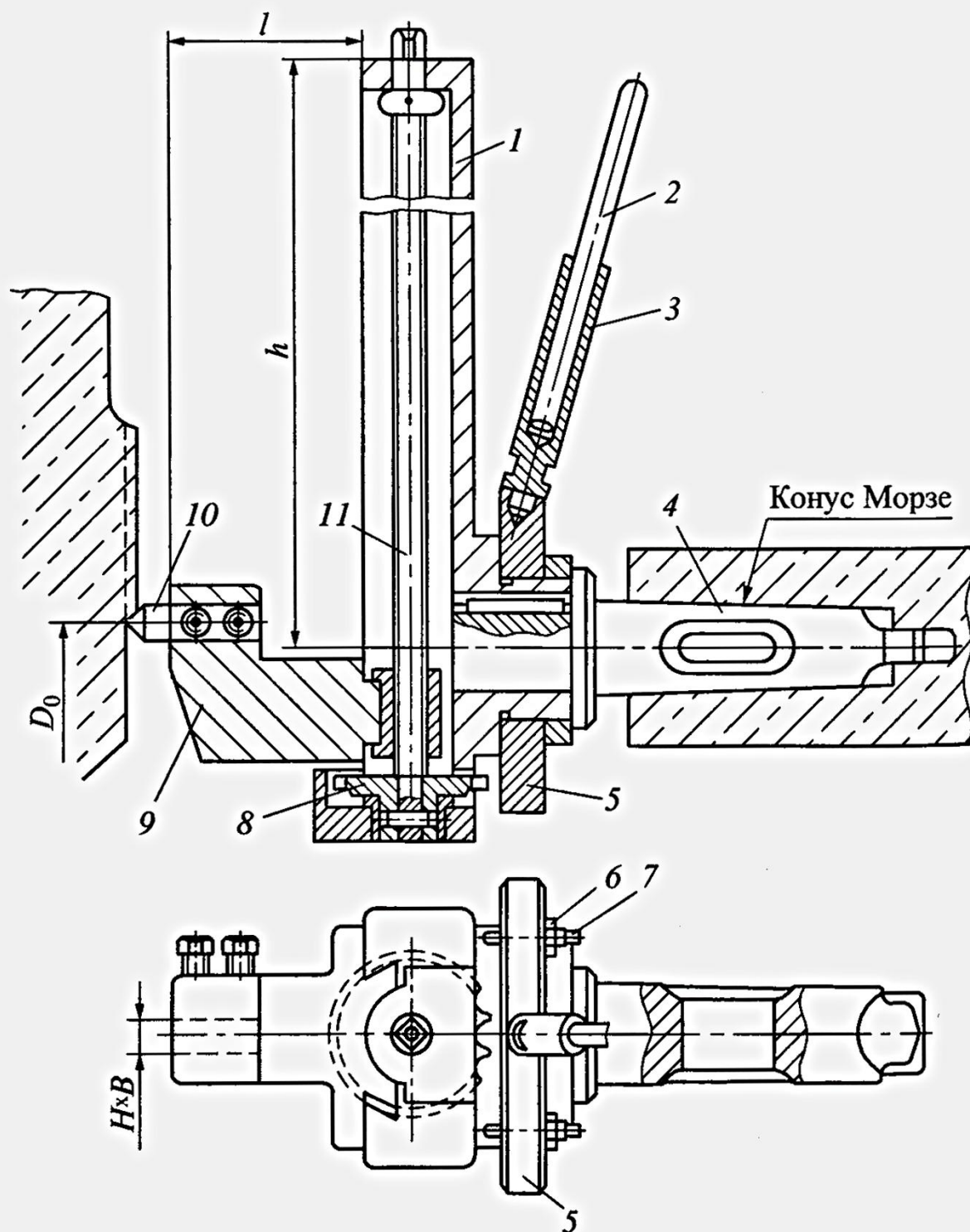


Рис. 6.20. Шпиндельный суппорт

расточного станка и имеет винтовой механизм для автоматической радиальной подачи резца 10, который закрепляется винтами в гнезде резцедержателя 9. Резцедержатель направляющей расположен в пазу корпуса 1, установленного на шпонке на хвостовике 4 и закрепленного на нем. Резцедержатель гайкой связан с винтом 11, на конце которого укреплен звездочка 8. При повороте звездочек резцедержатель смещается в радиальном направлении по направляющей корпуса.

6.10. Суппорты шпиндельные, мм (см. рис. 6.20)

$D_{\text{раст}}$	h	l	$H \times B$	Конус
24...525	250	90	16×16	Морзе 5
10...830	425	111	20×20	Метрический 80
8...1055	500	140	32×32	Метрический 120

На цилиндрической шейке корпуса расположено кольцо 5, имеющее рукоятку 3 с вставленным в нее деревянным стержнем 2. Кольцо на шейке хвостовика расположено свободно и остается неподвижным при вращении суппорта, если оно удерживается рукояткой. По диаметру кольца расположены четыре винта 7 с цилиндрическими головками, вылет которых из кольца может быть отрегулирован. Винты стопорятся гайками 6.

При работе суппорта, когда корпус его вращается вместе со шпинделем станка, кольцо 5 удерживают от вращения рукояткой, упирая стержень 2 в стол станка или деталь. Если применить стержень невозможно, то вместо рукоятки ввертывают рым-болт, который тросом прикрепляют к столу станка, удерживая тем самым кольцо от вращения. Звездочка 8 поочередно входит в контакт с цилиндрическими концами винтов 7, перемещаясь при этом на некоторый угол и поворачивая винт 11, смещающий резцедержатель с резцом.

Таким образом, в процессе работы резец подается прерывисто, ступенями. Величина подачи резца за один оборот зависит от угла поворота звездочки. Максимальную подачу резец получает в случае, если в контакт с зубьями звездочки вводятся все четыре винта 7 на кольцо 5 и звездочка поворачивается на угол четыре раза за один оборот суппорта. Минимальное смещение резцедержателя по направляющим будет при использовании для поворота звездочки лишь одного винта 7.

Борштанги с направлением применяют при обработке отверстий, расположенных друг от друга на больших расстояниях. Наиболее часто

используют борштанги, один конец которых крепится в шпинделе, а другой имеет опору в люнете задней стойки станка. В этом случае борштанга (рис. 6.21, а) имеет конический хвостовик и направляющую часть. Универсальные борштанги, имеющие конические хвостовики разных размеров с двух сторон (рис. 6.21, б), можно использовать на двух различных станках. При работе такой борштангой на станке используется лишь один хвостовик борштанги, а второй хвостовик цилиндрической частью входит в отверстие втулки люнета задней стойки.

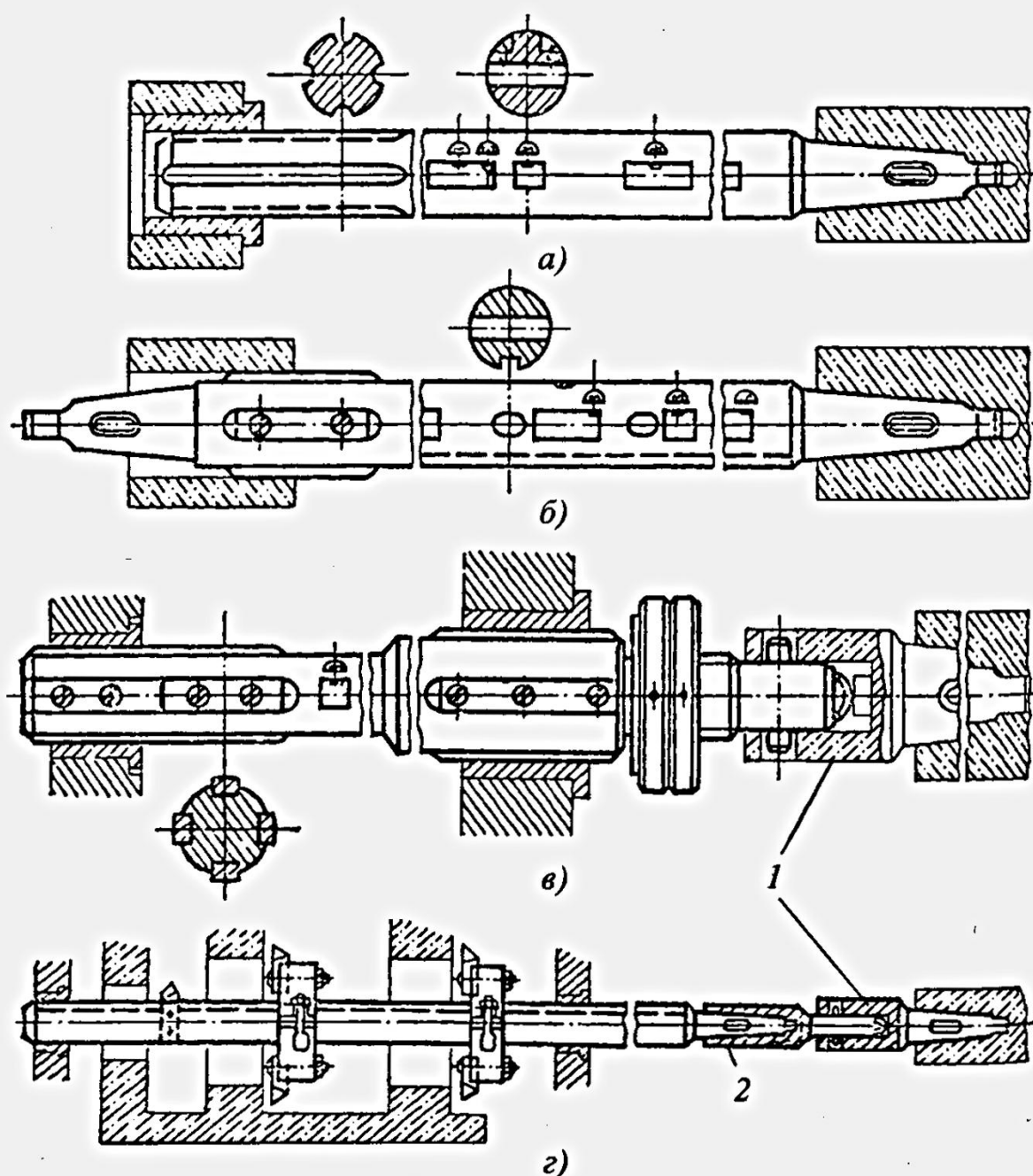


Рис. 6.21. Борштанги с направлением

Борштанги для работы с кондукторами в ряде случаев имеют две опоры в направляющих втулках кондуктора. Такие борштанги (рис. 6.21, в) имеют хвостовик со штифтом и соединяются со шпинделем станка посредством поводкового патрона 1. При несоответствии диаметра хвостовика борштанги диаметру отверстия патрона применяют переходную поводковую втулку 2. Если применяемая борштанга имеет конический хвостовик, то с поводковым патроном ее соединяют с помощью переходной втулки с коническим отверстием (рис. 6.21, г). Переходные втулки применяют для соединения с поводковым патроном разверток, работающих в кондукторе с двумя опорными направляющими втулками. Патроны поводковые, втулки переходные поводковые и втулки переходные с конусным отверстием (рис. 6.22 и табл. 6.11) стандартизованы.

Борштанги с направляющей частью являются специальным вспомогательным инструментом, который обычно проектируется вместе с расточным приспособлением. Однако размеры диаметров, конструкции направляющих частей борштанг, передние концы борштанг, конструкция крепления пластинчатого инструмента в гнездах борштанги стандартизованы, а ряд других элементов нормализован. Обычно диаметры борштанг и расточных оправок соответствуют следующему ряду: 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 126, 160, 200, 250 и 300 мм.

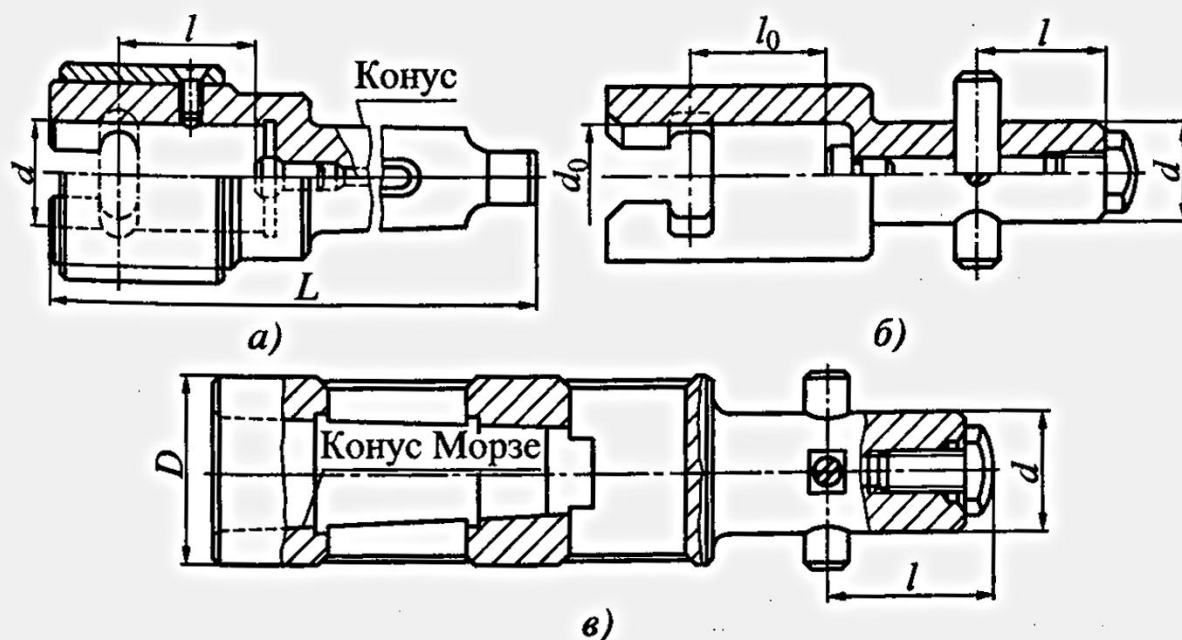


Рис. 6.22. Патроны поводковые (а), втулки переходные поводковые (б) и втулки переходные с конусным отверстием (в)

6.11. Патроны поводковые и втулки переходные, мм (см. рис. 6.22)

Патроны поводковые				Втулки переходные поводковые с цилиндрическим отверстием				Втулки переходные с конусом Морзе						
d	l	L	Конус		d	l	d_0	l_0	d	l	D	Конус Морзе		
25	38	200	Морзе	4	32	42	25	38	25	38	36	3		
		240		5	45	48					48	4		
32	42	210		4	60	55	32	42	32	42	36	3		
		245		5	45	48					48	4		
45	48	265		6	70	62					63	5		
		325		5	60	55					48	4		
60	55	285		6	70	62	45	48			45	48	48	4
		345		5	60	55							63	5
70	62	370		80	80	75	60	55	45	48			48	4
		380		80	80	75							70	62
80	75	390	Метрический	80	80	75	70	62						

Борштанги всех размеров имеют квадратные (или цилиндрические) окна для установки резцов и микрометрических блоков. Наряду с квадратными окнами в борштангах делают прямоугольные окна для плавающих пластин и двусторонних плоских резцов. Окна выполняются перпендикулярно к оси борштанги и симметрично этой же оси. Впереди окон в ряде случаев рекомендуется делать пазы продолговатой формы, позволяющие вводить в них штихмассы, используемые для измерения диаметров обрабатываемого отверстия, не снимая борштанги со станка.

Борштанги с размером более 70 мм имеют сквозной шпоночный паз для фиксации разъемных расточных блоков или суппортов с радиальной подачей резца. Некоторые борштанги, предназначенные для обработки глухих или ступенчатых отверстий и для подрезки торцовых поверхностей, имеют по концам резьбу для установки упорных ограничительных гаек (рис. 6.21, в) или цилиндрические отверстия для установки винтовых упоров.

6.3. ТОЧНОСТЬ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И ПОДАТЛИВОСТЬ РАСТОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА

Точность обработки отверстий растачиванием в значительной степени зависит от точности позиционирования вершины режущего лезвия резца относительно обрабатываемой детали. При обработке вращающимся

инструментом положение резца определяется конструкцией и точностью изготовления присоединительных поверхностей. Источником погрешностей позиционирования являются относительные биения присоединительных поверхностей, перекосы в соединениях вследствие наличия в них радиальных и угловых зазоров, отклонений от правильной геометрической формы.

Применение теоретико-вероятностного метода [см. формулу (1.3)] позволяет рассчитать погрешность установки расточного инструмента с известными погрешностями изготовления или, наоборот, установить требования к точности присоединительных поверхностей, задавшись требованием и к точности установки инструмента (табл. 6.12).

6.12. Допускаемое биение расточных оправок после установки в шпинделе и их допускаемая податливость

Вид инструмента	Допускаемое биение, мм	Допускаемая податливость, мкм/Н
Расточные оправки для предварительной обработки диаметром, мм:		
20...80	0,030	0,153
80...180	0,030	0,110
Расточные оправки для чистовой обработки диаметром, мм:		
40...80	0,005	0,115
80...180	0,010	0,073

Пример. Расчет биения $2e_{\Sigma}$ оправки длиной $l = 250$ мм, закрепленной в шпинделе расточного станка (рис. 6.23). Биение конического отверстия шпинделя станка класса точности П у торца составляет 0,008 мм, на вылете 300 мм – 0,010 мм, т. е. допускаемый перекося равен 0,001 мм на 300 мм длины.

Погрешность изготовления конических поверхностей с конусностью 7:24 принимаем по степени точности АТ7 (ГОСТ 19860–93), что соответствует максимальной разнице углов внутреннего и наружного конусов $16''$ и значению перекося в коническом соединении 0,0025 мм на вылете 100 мм (см. табл. 1.2).

По формуле (1.4) и данным табл. 1.1 определяем значение $k_{\Sigma} = 1,11$. Биение оправки находим по формуле (1.3). Данные для расчета приведены в табл. 6.13,

$$2e_{\Sigma} = \frac{2}{1,11} \sqrt{(1 \cdot 0,83 \cdot 1,1)^2 + (4 \cdot 1 \cdot 1,17)^2 + (5 \cdot 1,51 \cdot 2,5)^2} = 35,1 \text{ мкм.}$$

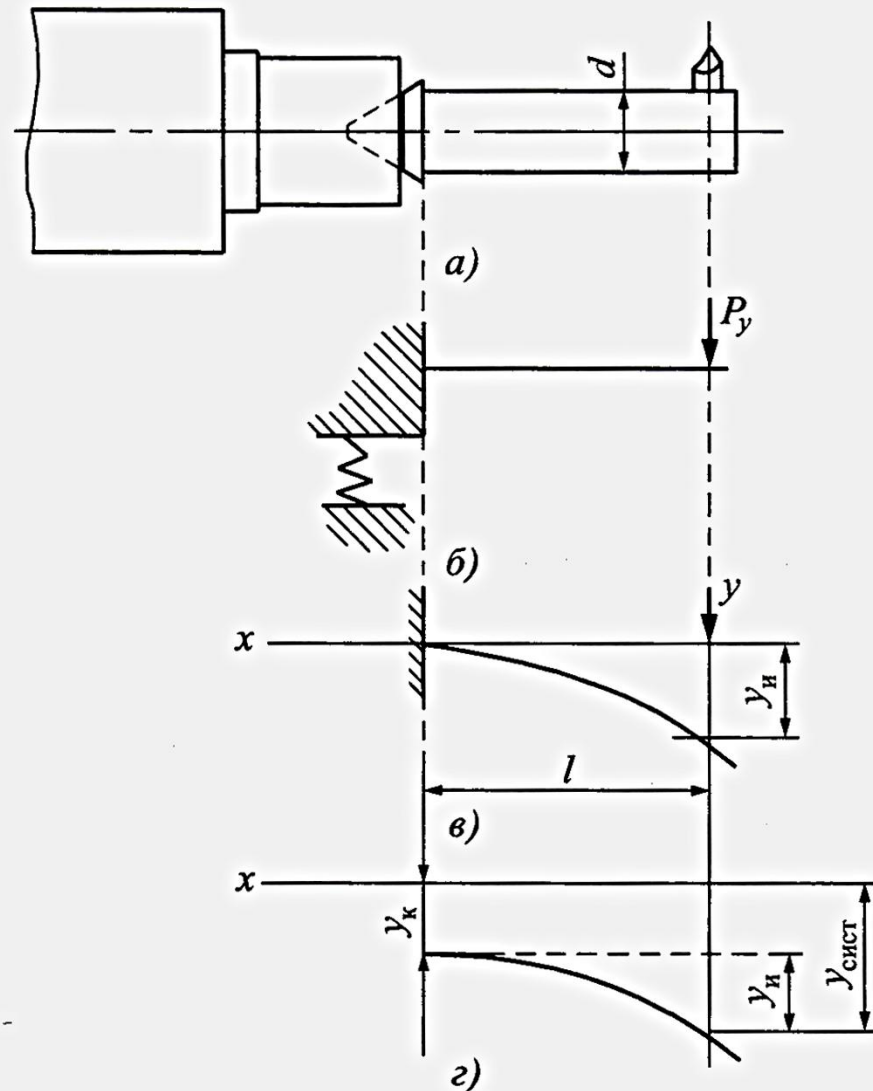


Рис. 6.23. Схемы закрепления оправки в шпинделе станка (а), ее нагружения составляющей силы резания (б), стрелы прогиба (в) и стрелы прогиба совместно с контактными деформациями в стыке (г)

6.13. Данные для расчета величины биения оправки, закрепленной в шпинделе станка

Биение	Ошибка	e_i^* , мкм	k_i	A_i
Шпинделя от перекоса оси	Угловая	1 (300)	1,1	0,83
Конического отверстия шпинделя	Векторная		1,17	1
Расточной оправки от перекоса при установке конуса с конусностью 7:24	Угловая	5 (100)	1,51	2,5

* В скобках приведена длина, мм, на которой измеряют биение e_i .

Биение $2e_z$ расточной оправки составляет 0,035 мм на вылете 250 мм от торца шпинделя, что больше величины, указанной в табл. 6.12. Анализ размерной цепи показывает, что необходимо повысить точность изготовления конуса 7:24 оправки для предварительной обработки до степени точности АТ6, а для чистовой обработки до степени точности АТ4 (ГОСТ 19860–93).

В результате воздействия силы тяжести, дисбаланса масс, воздействия сил резания расточной инструмент деформируется. Деформация расточного инструмента регламентируется допускаемой податливостью, т.е. величиной деформации в точке приложения силы, отнесенной к величине этой силы. Допускаемая податливость расточного инструмента приведена в табл. 6.12.

Деформация системы "шпиндельный узел–оправка" равна сумме двух величин (см. рис. 6.23):

$$y_{\text{сист}} = y_{\text{и}} + y_{\text{к}}, \quad (6.1)$$

где $y_{\text{и}}$ – деформация при изгибе оправки; $y_{\text{к}}$ – упругое перемещение оправки в результате деформаций контактирующих поверхностей в месте соединения (см. формулу (1.5)).

Стрела прогиба (упругая деформация) консольной оправки (см. рис. 6.23)

$$y_{\text{и}} = \frac{P_y l^3}{3EI}, \quad (6.2)$$

а податливость

$$\delta_{\text{и}} = \frac{y_{\text{и}}}{P_y} = \frac{l^3}{3EI}, \quad (6.3)$$

где P_y – составляющая силы резания, Н; l – вылет оправки, мм; E – модуль продольной упругости материала оправки (для углеродистой стали $E = 2,1 \cdot 10^2$ ГПа); I – момент инерции сечения тела оправки (для круглого сечения $I = 0,05d^4$).

Пример. Расчет перемещения режущей кромки в точке приложения нагружающей силы P_y (см. рис. 6.23) с учетом контактной податливости в коническом соединении оправка–шпиндель. Деформацию оправки определяем по формуле (1.6).

$$y_{\text{сист}} = \frac{P_y l^3}{3EI} + P_y \theta_1 10^{-6} l^2.$$

Принимаем, что точность изготовления конуса 50 конусностью 7:24 соответствует степени точности АТУ; диаметр оправки $d = 40$ мм; вылет оправки $l = 250$ мм; $P_y = 1$ кН. Подставляем эти значения в формулу (6.1)

$$y_{\text{сист}} = \frac{1 \cdot 250^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^3 \cdot 0,05 \cdot 40^4} + 1 \cdot 0,35 \cdot 10^{-6} \cdot 250^2 = \\ = 0,00019 + 0,02188 = 0,022 \text{ мм.} \quad (6.4)$$

Податливость системы $\delta_{\text{сист}} = 0,022$ мкм/Н.

Для оправок, в которых установлен резец с микрометрической регулировкой (см. рис. 6.1, *е*), целесообразно учитывать контактные деформации (в мкм) опорной поверхности регулировочной гайки y_r и в резьбовом соединении гайки со стержнем резца y_p :

$$y_r = (0,4 + 120F + 0,004Rz - 0,0016 \text{ HRC})(10g)^{2/3}, \quad (6.5)$$

где F – площадь контакта, м^2 ; Rz – параметр шероховатости поверхности, мкм; g – удельное давление на контактирующих поверхностях, МПа; HRC – твердость материала по Роквеллу;

$$y_p = (3,3/d_p - 0,07)P_y, \quad (6.6)$$

где d_p – наружный диаметр винта, мм; P_y – составляющая силы резания, Н.

Пример. Определим контактную деформацию резцовой вставки при площади контакта опорной поверхности гайки с соответствующей поверхностью оправки $F = 5 \text{ см}^2$, параметре шероховатости этих поверхностей $Rz = 2,5$ мкм, диаметре микрометрического винта $d_p = \text{M12}$,

60 HRC и $g = \frac{P_y}{F} = \frac{1000}{5 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^6 = \text{Н/м}^2 = 2 \text{ МПа}$. Тогда деформация

этого соединения составит по формуле (6.5)

$$y_r = (0,4 + 120 \cdot 5 \cdot 10^{-4} + 0,004 \cdot 2,5 - 0,0016 \cdot 60) \cdot (2 \cdot 10)^{2/3} = 33 \text{ мкм} \\ = 0,033 \text{ мм.}$$

Контактную деформацию резьбового соединения микрометрического винта с гайкой определяют по формуле (6.6):

$$y_p = (3,3/12 - 0,07)1000 = 10 \text{ мкм} = 0,01 \text{ мм.}$$

Суммарное перемещение $y_{\text{общ}}$ режущей кромки в случае деформации консольной расточной оправки с микрометрической вставкой в направлении составляющей силы резания $P_y = 1$ кН:

$$y_{\text{общ}} = y_{\text{сист}} + y_r + y_p = 0,022 + 0,033 + 0,01 = 0,065 \text{ мм}$$

или податливость $S = 0,065$ мкм/Н, что удовлетворяет требованиям табл. 6.12.

Глава 7

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Конструкция приспособления для крепления инструмента на станках с ЧПУ состоит из двух основных элементов: поверхности для установки на станке и присоединительных поверхностей для установки режущего инструмента. Устройства, осуществляющие автоматическую смену инструмента и его крепление на станке, определяют конструкцию хвостовика, который должен быть одинаковым для всех приспособлений к данному станку.

7.1. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Для токарных станков с revolverными головками разработаны различные системы базирования и крепления приспособлений.

Типовой резцедержатель с цилиндрическим хвостовиком (см. табл. 1.31) и с перпендикулярным открытым пазом под резцы различных типов приведен на рис. 7.1. Для установки резца на высоте центров служит подкладка 2. Крепление резца осуществляется с помощью винтов и прижимной планки 3. Подача смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в зону

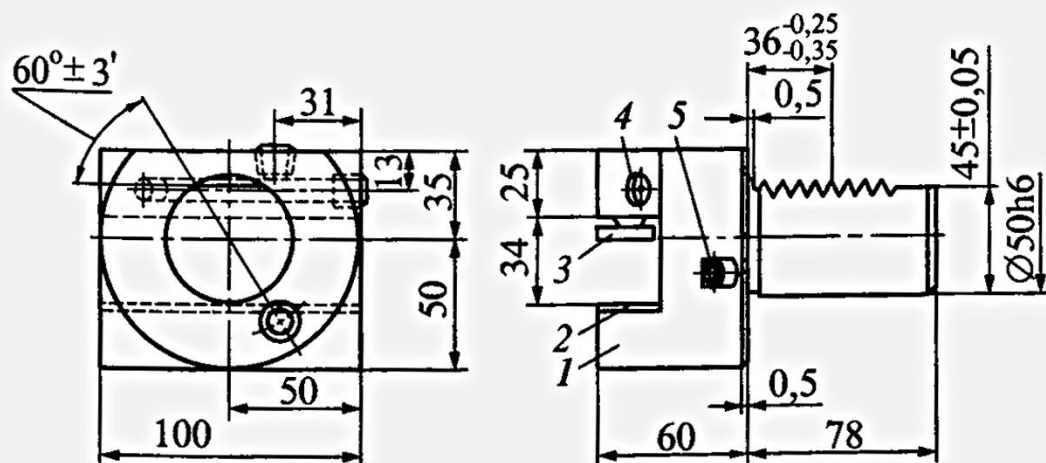


Рис. 7.1. Типовой резцедержатель

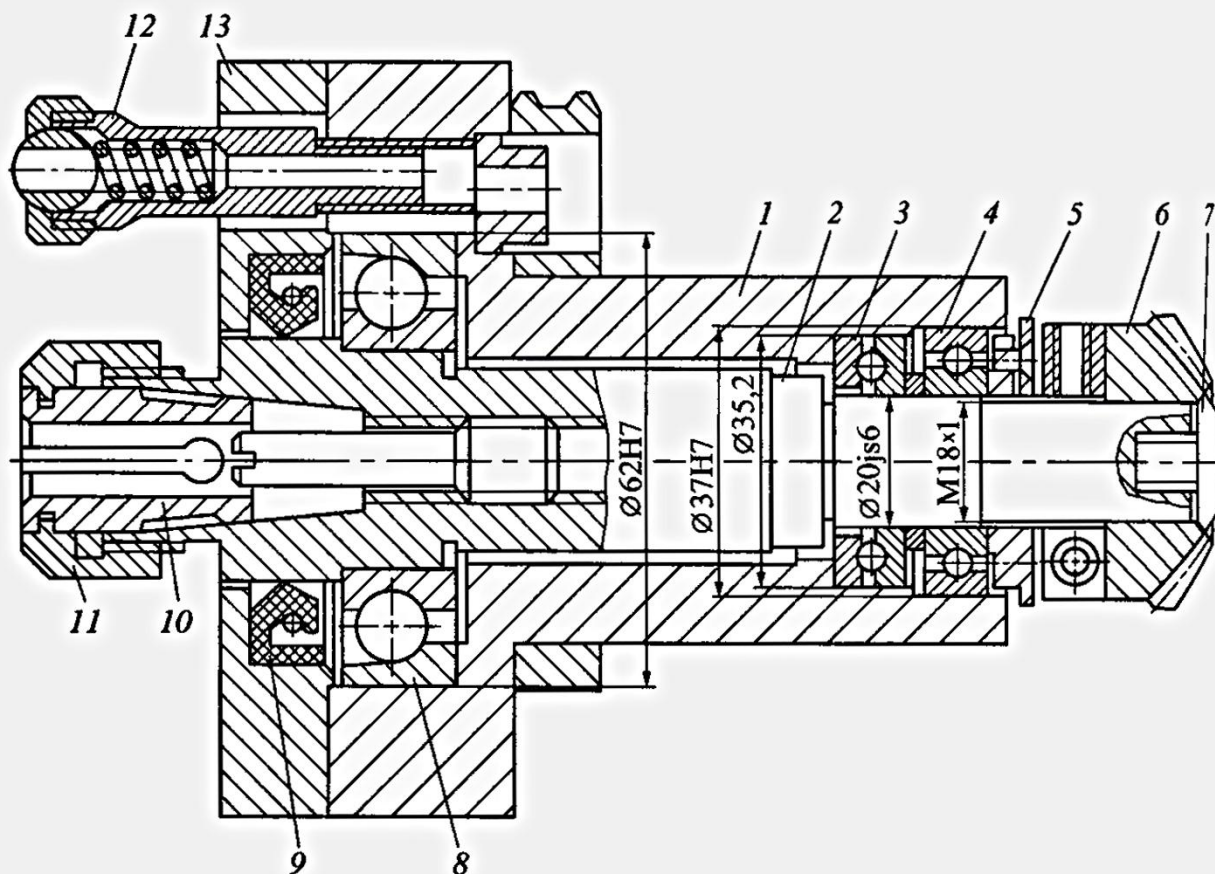


Рис. 7.2. Головка для вращающегося инструмента

резания осуществляется через канал в корпусе 1, образованный пересекающимися отверстиями и заканчивающийся шариком 4, позволяющим регулировать направление подачи СОЖ. Винт 5 служит для регулировки положения резца. Резцедержатель закрепляется в револьверной головке за цилиндрический хвостик при помощи клина, имеющего рифления, смещенные относительно рифлений хвостовика. В результате резцедержатель прижимается к револьверной головке силой до 4 кН.

На многооперационных токарных станках с ЧПУ, предназначенных кроме точения еще и для сверлильно-фрезерной обработки, применяют головки с вращающимся шпинделем, в которых закрепляют сверла, метчики и другой инструмент, необходимый для обработки отверстий, не лежащих на оси вращения заготовки.

Головка с цанговым зажимом (рис. 7.2) состоит из корпуса 1 и шпинделя 2, установленного в подшипниках 3, 4 и 8, натяг которых обеспечивается пружинящей гайкой 5. Уплотнение подшипника 8 со стороны рабочей зоны осуществляется манжетой 9, расположенной в крышке 13. После регулировки осевого положения муфты 6, через которую передается крутящий момент, она фиксируется винтом 7. Для крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком используются гайка 11 и цанга 10. Подача СОЖ в зону резания осуществляется с помощью сопла 12.

7.2. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СВЕРЛИЛЬНО-ФРЕЗЕРНО-РАСТОЧНЫХ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ СТАНКОВ

При работе на сверлильно-фрезерно-расточных многооперационных станках с ЧПУ без вмешательства оператора применяют специальные приспособления, обеспечивающие автоматизацию вспомогательных операций (установку и регулировку режущего инструмента для обработки торцов отверстий, расположенных внутри замкнутого пространства заготовки; подналадку расточных резцов по данным пробных проходов при обработке точных отверстий; удаление стружки с инструмента и детали; дозированную подачу СОЖ).

Приспособление для автоматического обратного зенкерования (рис. 7.3) включает в себя корпус 11, к которому прикреплен фланец 12. В корпусе закреплен сменный хвостовик 3, в котором на оси 14 размещен поворотный резец 13. На хвостовик 3 по шпонке 4 одета сменная обойма 1, которая с помощью гайки 5 присоединяется к ползуну 6, имеющему возможность во взаимодействии с пружиной 7 перемещаться по цилиндрической посадке H7/g6 вдоль оси зенковки. На ползуне 6 расположена втулка 8, на которой равномерно размещены шесть шипов 9. Шипы 9 входят в пазы фланца 12, имеющего на торце 12 зубьев, между которыми расположены впадины в виде полуцилиндров с радиусом, равным радиусу шипов. Против зубьев фланцев 12 расположены со смещением (15°) зубья венца 10.

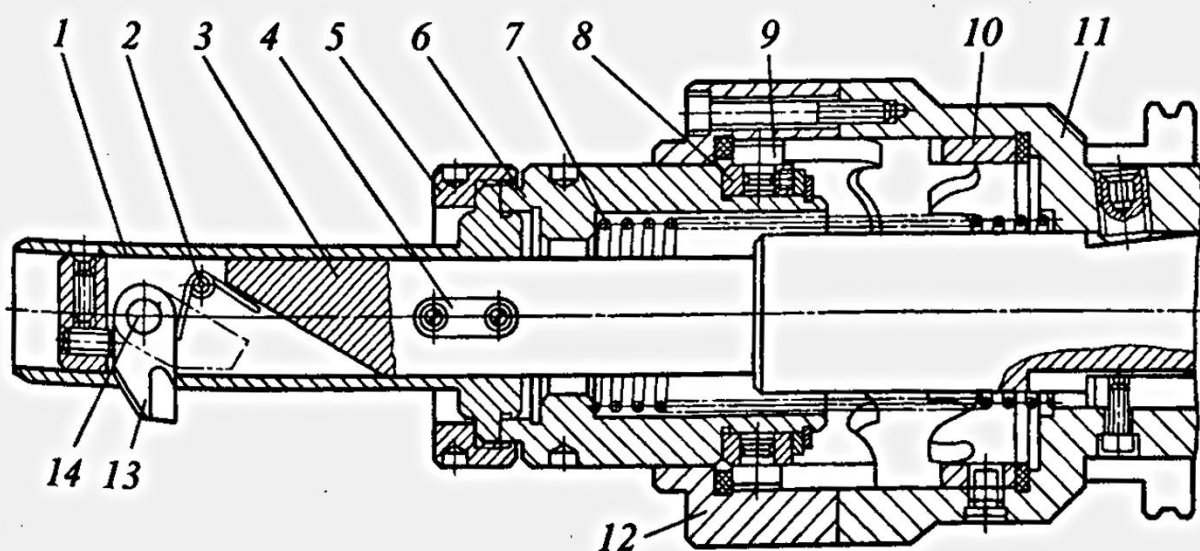


Рис. 7.3. Приспособления для автоматического обратного зенкерования

В рабочем положении режущая кромка резца 13 расположена перпендикулярно оси вращения приспособления и удерживается в этом положении пружиной 2. После окончания подрезки торца приспособление перемещают в направлении обрабатываемой детали; после того как гайка 5 упрется в деталь, ползун 6, сжимая пружину 7, перемещает шипы 9 до их выхода из пазов фланца 12.

Зубья венца 10 направляют шипы 9 во впадины фланца 12 и все подвижные части приспособления фиксируются в крайнем, ближнем к корпусу 11 положении. При этом обойма 1 поворачивает (сжимая пружину 2) резец 13 вокруг оси 14 и удерживает его в пазу хвостовика 3. В таком положении обойма 1 может быть извлечена из отверстия обрабатываемой детали.

Для подрезки следующего торца приспособление вводят в отверстие с упором в деталь до тех пор, пока шипы 9 не перейдут из впадины в пазы фланца 12. Обойма 1 переместится в крайнее, дальнее от корпуса 11 положение, и резец 13 под действием пружины 2 выдвинется из окна обоймы.

Фирмой Вакует (Италия) разработано приспособление для растачивания подналадкой резца по данным измерений. В приспособлении, построенном по модульному принципу, используется регулируемая головка с микрометрической регулировкой с клиновым механизмом (см. рис. 6.3).

Схема приспособления ВФВ приведена на рис. 7.4. Оправка 1 устанавливается в шпинделе 2 при помощи конуса 7:24. На корпусе оправки имеется кольцо 16 с рифлениями для отсчета числа оборотов шпинделя с помощью бесконтактного датчика 7. На оправке расположено коническое колесо 8, во впадины зуба которого может входить палец 6 стопорного устройства. Стопорное устройство работает от пневмоцилиндра двойного действия, который управляется двухпозиционным трехходовым прямым клапаном с приводом от электромагнита (на рисунке не показан). Команда на электромагнит поступает от системы ЧПУ станка. Давление воздуха должно быть в пределах 40...60 кПа с тем, чтобы толкающая сила не превышала 160 Н.

Поршень 5 имеет площадь поверхности прямого усиления $3,14 \text{ см}^2$, а обратного – $2,3 \text{ см}^2$. Поршень снабжен регулировочной гайкой, необходимой для установки пальца 6 таким образом, чтобы он, входя во впадину колеса 8, находился там с зазором 0,05...0,15 мм.

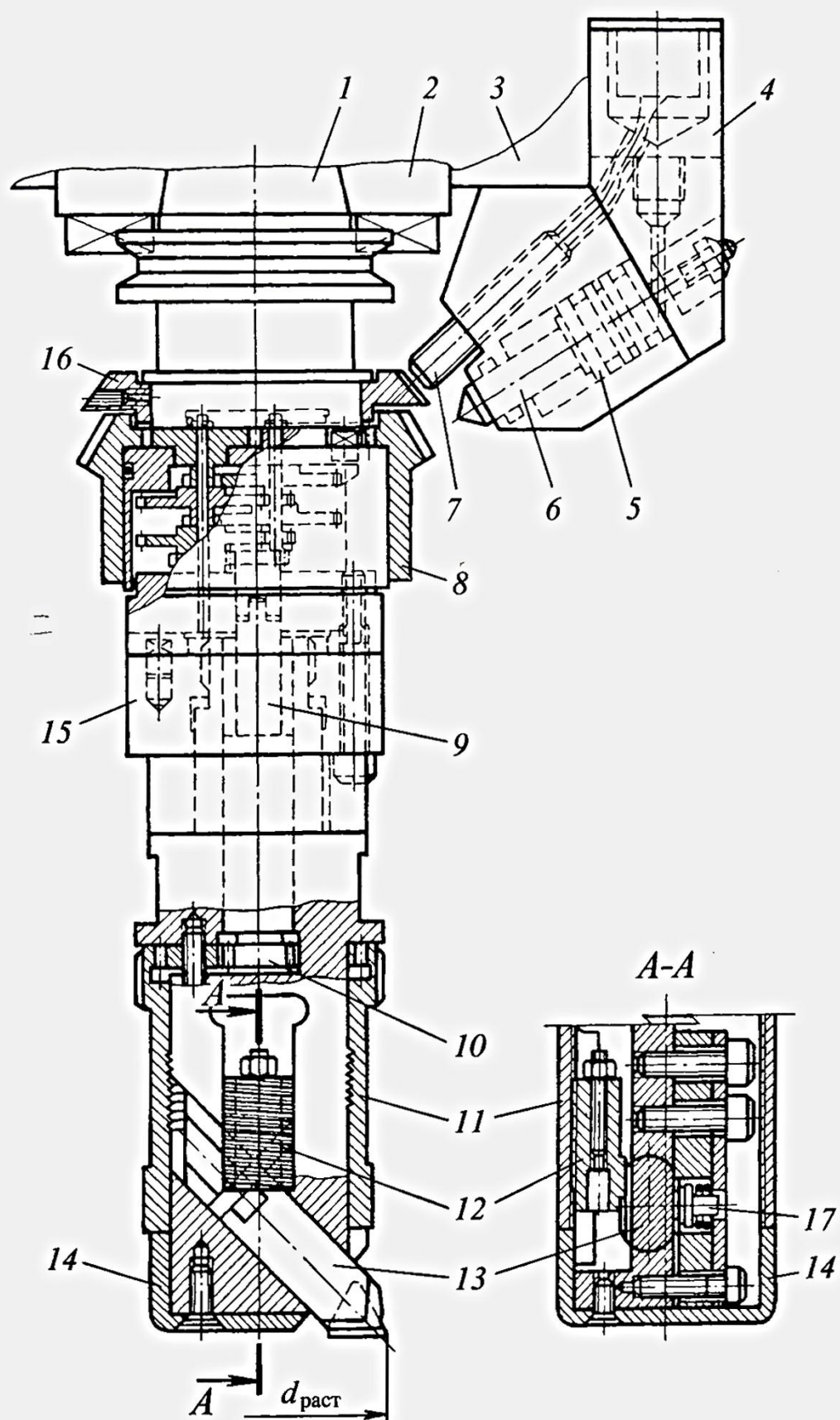


Рис. 7.4. Приспособление ВФВ с автоматической подналадкой резца

Пневмоцилиндр с поршнем 5 и бесконтактный индуктивный датчик 7 располагаются в общем корпусе 4, устанавливаемом на шпиндельной бабке 3.

Подналадка положения резца 13 осуществляется после измерения обработанного отверстия. По команде устройства ЧПУ палец 6 входит во впадину колеса 8. Отсчет числа оборотов шпинделя, необходимого для выдвижения резца на величину коррекции размера, осуществляется при частоте вращения шпинделя 4 с^{-1} .

Вращение шпинделя 2 через двухступенчатую дифференциальную передачу с остановленным колесом 8 кинематически преобразуется во вращение стержня 9, который через передачу 10 вращает обойму 11, на которой нарезана внутренняя резьба. При вращении обоймы 11 сухарь 12 с наружной резьбой перемещается вдоль оси и своим выступом выдвигает резец 13.

Для исключения зазоров резец 13 прижимается к сухарю 12 упругим упором 17. Механизм перемещения резца закрывается крышкой 14.

При необходимости замены резца или перемещения на несколько миллиметров необходимо ослабить винты в переходнике 15 с тем, чтобы стержень 9 вышел из зацепления с выходным валом дифференциальной передачи. После этого для замены резца следует повернуть обойму 10 до полного выдвижения резца внутрь головки, после чего возможно его извлечение. При значительном изменении размера обработки обоймы 11 вращают до необходимого выдвижения резца, пользуясь градуированной шкалой с ценой деления 0,02 мм.

На рис. 7.5 показано приспособление Autobore, применяемое для компенсации износа, разработанное формой De Vlieg (США). При срабатывании ползуна 6 (ход 3...5 мм) фиксатор 5 через шестерню дифференциального ходового винта 8 вызывает его поворот на определенный угол. Вследствие этого гайки 4 и 10 перемещаются относительно друг друга на незначительное расстояние в осевом направлении. Гайка 4 опирается через установочный винт 3 на пластину 2 гибкого шарнира. Фланец для присоединения расточных оправок, пластины 9 и 2 и корпус 7 посредством рифлений соединены между собой и образуют параллелограмм, который при осевом перемещении гайки 4 деформируется и вызывает параллельное смещение фланца 1. Каждый ход ползуна 6 вызывает перегиб оси расточной оправки, закрепленной на фланце 1, относительно оси корпуса 7. На определенном вылете этот перегиб реализуется в изменении радиуса вращения вершины расточного резца. Для установленных фирмой размеров один ход ползуна 6 вызывает изменение диаметра обрабатываемого отверстия на 0,005 мм.

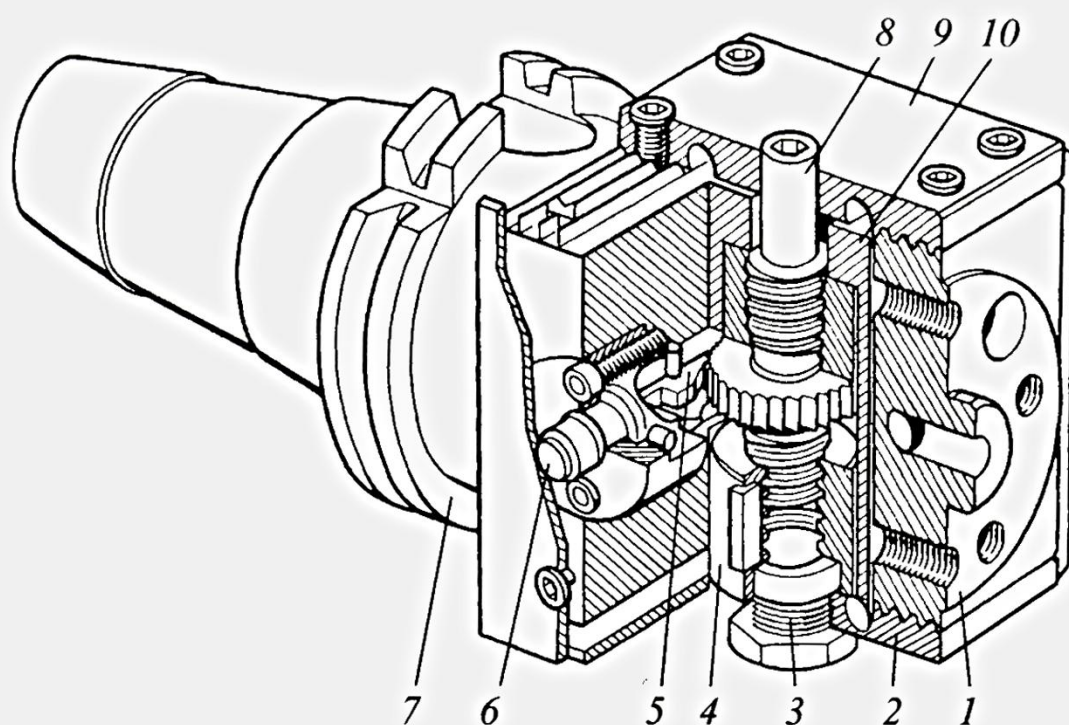


Рис. 7.5. Приспособление с автоматической подналадкой резца фирмы De Vlieg

Для осуществления автоматической коррекции положения режущих кромок в шпиндель станка автоматически устанавливается электронный измерительный щуп, который измеряет отверстие. Размер отверстия сообщается в систему управления станком, которая по заданному алгоритму рассчитывает требуемое число ходов ползуна 6.

Посредством пневматического устройства на ползун 6 подается заданное количество импульсов для перемещения расточной оправки с резцом на требуемое расстояние.

Глава 8

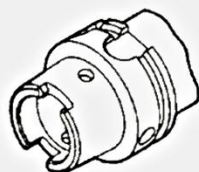
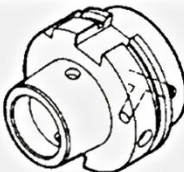
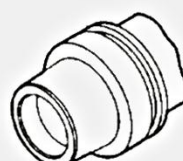
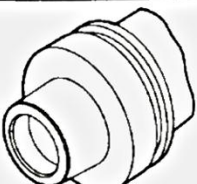
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО РЕЗАНИЯ

При скорости резания порядка $20\,000\text{ мин}^{-1}$ из-за действия центробежных сил в 80 % случаев происходит раскрепление стандартных соединений типа конусов Морзе и конусностью 7:24, предварительно затянутых в статике с обычными усилиями. Поэтому применяют оптимизированные конструкции инструментальной оснастки, рассчитанные непосредственно для высокоскоростной обработки (ВСО).

8.1. КРЕПЛЕНИЕ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ИНСТРУМЕНТА

Для крепления инструмента в шпинделях высокоскоростных станков разработана серия стандартов DIN 69893 на хвостовики с обозначением HSK, что является аббревиатурой немецкого названия Hohlschäfte Kegel (полый конический хвостовик). Стандарты DIN 69893 включают в себя 6 типов хвостовиков 35 типоразмеров (табл. 8.1). В России хвостовики по DIN 69893-1 внедрены в виде ГОСТ Р 51547-2000 (рис. 8.1 и табл. 8.2).

8.1. Типы хвостовиков HSK, их типоразмеры и номера стандартов

										
HSK-A	HSK-B	HSK-C	HSK-D	HSK-E	HSK-F					
Обозначение типа хвостовика HSK	Обозначение типоразмера									Номер стандарта DIN
	25	32	40	50	63	80	100	125	160	
A	—	+	+	+	+	+	+	+	+	69893-1
B	—	—	+	+	+	+	+	+	+	69893-2
C	—	+	+	+	+	+	+	—	—	69893-1
D	—	—	+	+	+	+	+	+	—	69893-2
E	+	+	+	+	+	—	—	—	—	69893-5
F	—	—	—	+	+	+	—	—	—	69893-6

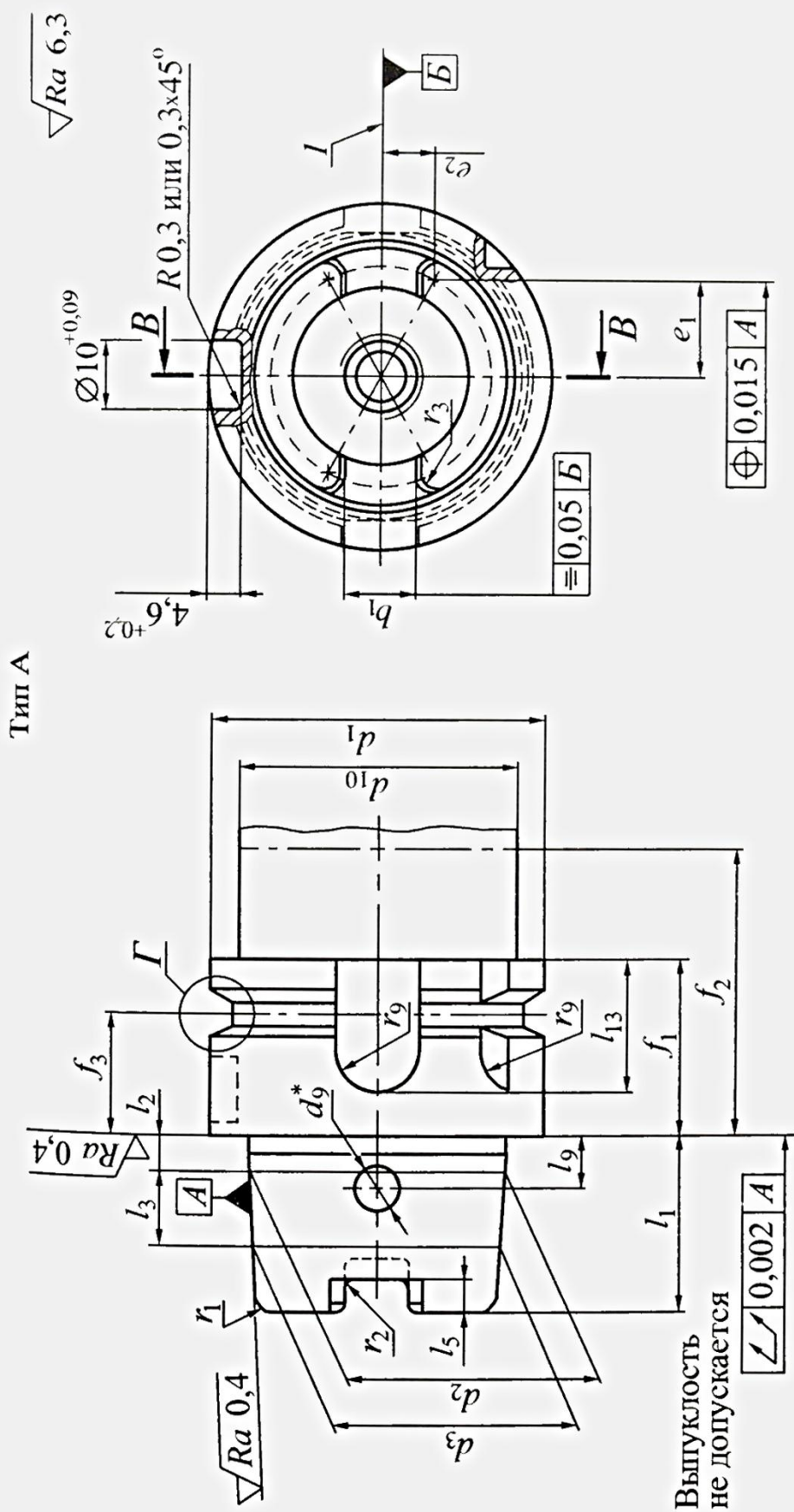


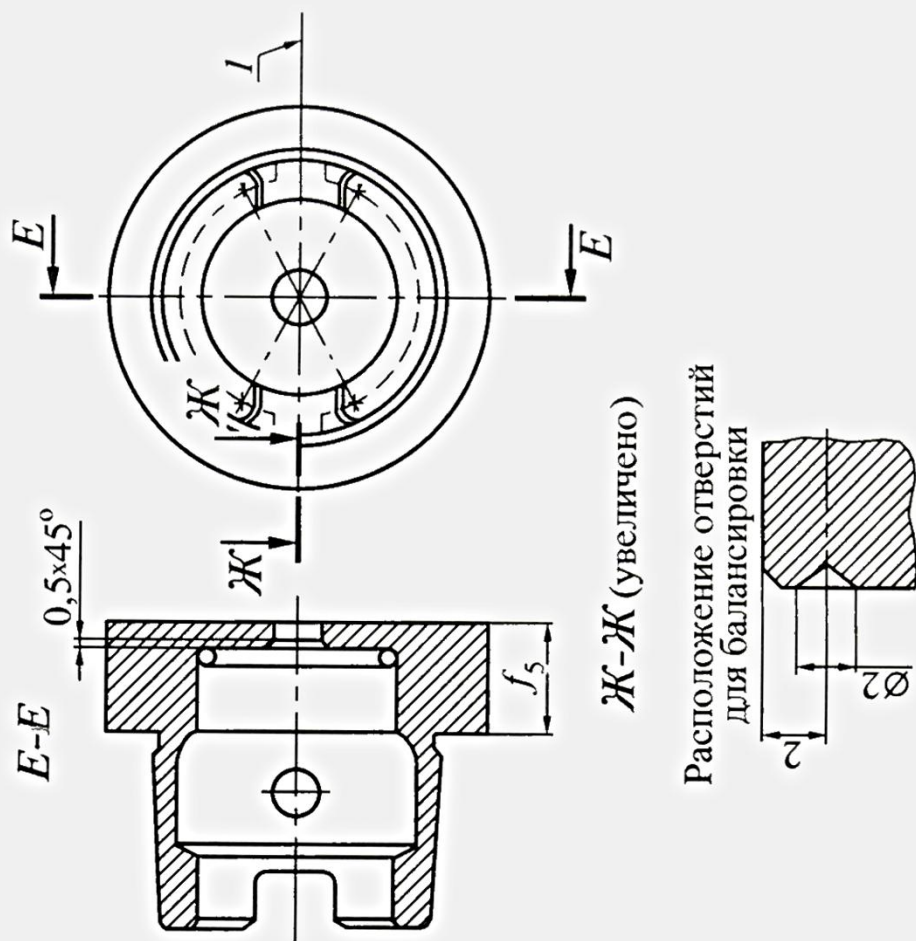
Рис. 8.1. Хвостовики инструментов полые конические HSK (начало):

l – плоскость расположения режущей кромки инструмента;

2 – допуск на смещение отверстий для подвода СОЖ $\pm 1^\circ$

* Наружная фаска не менее $0,5 \times 45^\circ$

Тип С



Ж-Ж (увеличено)

Расположение отверстий для балансировки

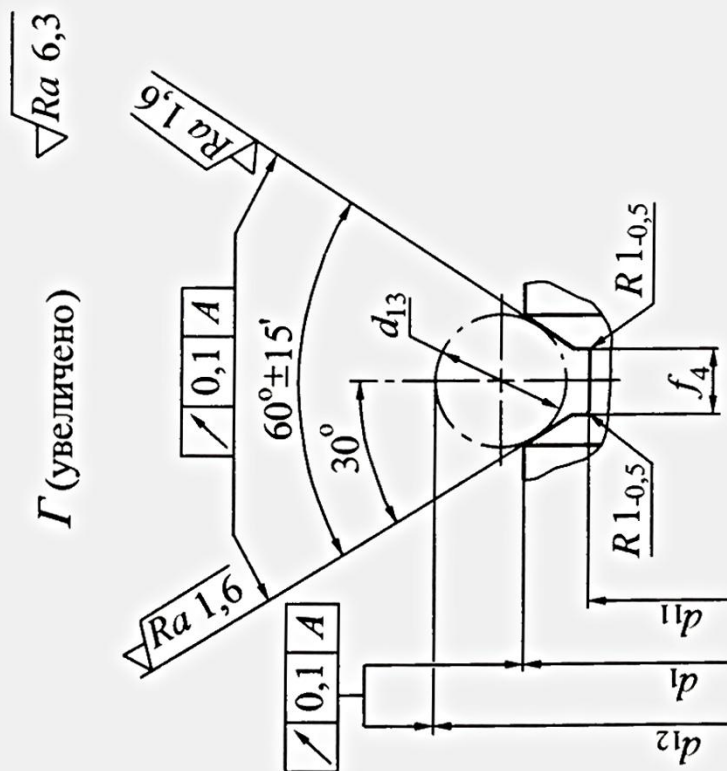


Рис. 8.1. Окончание

8.2. Хвостовики инструментов полые конические типа HSK. ГОСТ Р 51547-2000 (см. рис. 8.1)

Размеры, мм

Основные размеры	$b_1 \pm 0,04$	$b_2, H10$	$b_3, H10$	$d_1, h10$	d_2		d_3	
					номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.
32	7,05	7	9	32	24	+0,007 +0,005	23,27	+0,005 +0,003
40	8,05	9	11	40	30	+0,007 +0,005	29,05	+0,005 +0,003
50	10,54	12	14	50	38	+0,009 +0,006	36,90	+0,006 +0,003
63	12,54	16	18	63	48	+0,011 +0,007	46,53	+0,007 +0,003
80	16,04	18	20	80	60	+0,013 +0,008	58,10	+0,008 +0,003
100	20,02	20	22	100	75	+0,015 +0,009	72,60	+0,009 +0,003
125	25,02	25	28	125	95	+0,018 +0,011	91,95	+0,011 +0,004
160	30,02	32	36	160	120	+0,018 +0,011	116,00	+0,011 +0,004
Основные размеры	$d_4, H10$	$d_5, H11$	d_6	d_7 , не более	$d_8 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,1 \end{pmatrix}$	d_9	d_{10} , не более	$d_{11} \begin{pmatrix} 0 \\ -0,1 \end{pmatrix}$
32	17	21,0	19	4,2	17,4	4,0	26	26,5
40	21	25,5	23	5,0	21,8	4,6	34	34,8
50	26	32,0	29	6,8	26,6	6,0	42	43,0
63	34	40,0	37	8,4	34,5	7,5	53	55,0
80	42	50,0	46	10,2	42,5	8,5	67	70,0
100	53	63,0	58	12,0	53,8	12,0	85	92,0
125	67	80,0	73	14,0	—	—	105	117,0
160	85	100,0	92	16,0	—	—	130	152,0

Продолжение табл. 8.2

Основные размеры	$d_{12} \begin{pmatrix} 0 \\ -0,1 \end{pmatrix}$	d_{13}	$d_{14}, f8$	d_{15}	d_{16}	e_1^{*1}	e_2^{*1}	$f_1 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,1 \end{pmatrix}$	f_2 , не менее	$f_3 \pm 0,1$	$f_4 \begin{pmatrix} +0,15 \\ 0 \end{pmatrix}$	f_5		
32	37,00	4	6	3,5	M10×1	8,905	4,903	20	35	16	2,00	10,0		
40	45,00		8	5,0	M12×1	11,081	5,903							
50	59,30	7	10	6,4	M16×1	13,997	7,648	26	42	18	3,75	12,5		
63	72,30		12	8,0	M18×1	18,110	9,150							
80	88,80		14	10,0	M20×1,5	22,073	11,898							
100	109,75		16	12,0	M24×1,5	27,561	14,888							
125	134,75		18	14,0	M30×1,5	35,580	18,388	29	45	20	3,75	16,0		
160	169,75		20	16,0	M35×1,5	44,538	22,888					31	47	22
Основ- ные разме- ры	$h_1 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,2 \end{pmatrix}$	$h_2 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,3 \end{pmatrix}$	$l_1 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,2 \end{pmatrix}$	l_2	l_3	$l_4 \begin{pmatrix} +0,2 \\ 0 \end{pmatrix}$	$l_5 \begin{pmatrix} +0,2 \\ 0 \end{pmatrix}$	$l_6, js10$	$l_7 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,1 \end{pmatrix}$	$l_8 \begin{pmatrix} +0,3 \\ 0 \end{pmatrix}$	$l_9 \pm 0,1$	$l_{10} \begin{pmatrix} 0 \\ -0,3 \end{pmatrix}$	l_{11}	l_{12}
32	13,0	9,5	16	3,2	7,3	5,0	3,0	8,92	8,0	0,8	5,0	6	20,0	2,5
40	17,0	12,0	20	4,0	9,5	6,0	3,5	11,42			6,0	8	21,5	
50	21,0	15,5	25	5,0	11,0	7,5	4,5	14,13	10,0	1,0	7,5	10	23,0	3,0
63	26,5	20,0	32	6,3	14,7	10,0	6,0	18,13			9,0	12	24,5	
80	34,0	25,0	40	8,0	19,0	12,0	8,0	22,85	12,5	1,5	12,0	14	26,0	
100	44,0	31,5	50	10,0	24,0	15,0	10,0	28,56			15,0	16	28,0	
125	55,5	39,5	63	12,5	30,5	19,0	12,0	36,27	16,0	2,0	—	18	30,0	3,5
160	72,0	50,0	80	16,0	40,0	23,0	16,0	45,98				20	32,0	

Окончание табл. 8.2

Основ- ные раз- меры	l_{13}	r_1	$r_2 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,2 \end{pmatrix}$	$r_3 \pm 0,02$	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	Уплотнительное кольцо * ²
32	12	0,6	1,0	1,38	4	0,4	0,5	1,0	2	3,5	16 × 1
40		0,8		1,88	5		1,0			4,5	18,77 × 1,78
50	19	1,0	1,5	2,88	6	0,5	1,5	1,5	3	6,0	21,89 × 2,62
63	21	1,2			8	0,6				8,0	29,82 × 2,2
80	22	1,6	2,0	3,88	10	0,8	2,5	1,5	3	9,0	36,09 × 3,53
100	24	2,0		4,88	12	1,0				10,0	47,6 × 3,53
125		2,5	2,5	5,88	16	1,2	—	5,0	—		
160		3,2		7,88	20	1,6					

*¹ Расчетные значения координат для размеров r_3 и b_1 .*² Количество колец зависит от используемых систем и в комплект поставки не входит.

Пример условного обозначения конического полого хвостовика типа А с номинальным размером 50:

Хвостовик HSK – А50 ГОСТ Р 51547–2000.

То же, типа С с номинальным размером 50: Хвостовик HSK – С50 ГОСТ Р 51547–2000.

Примечания: 1. Допускается изготовление хвостовиков типа HSK без отверстия для подвода СОЖ.

2. Допускается изготовление хвостовиков формы С без отверстий для балансировки.

3. Неуказанные радиусы закруглений 0,2 мм.

Для хвостовиков HSK-A установлены следующие предельные значения частот вращения, мин⁻¹:

HSK-A32 – до 50 000; HSK-A63 – до 25 000;

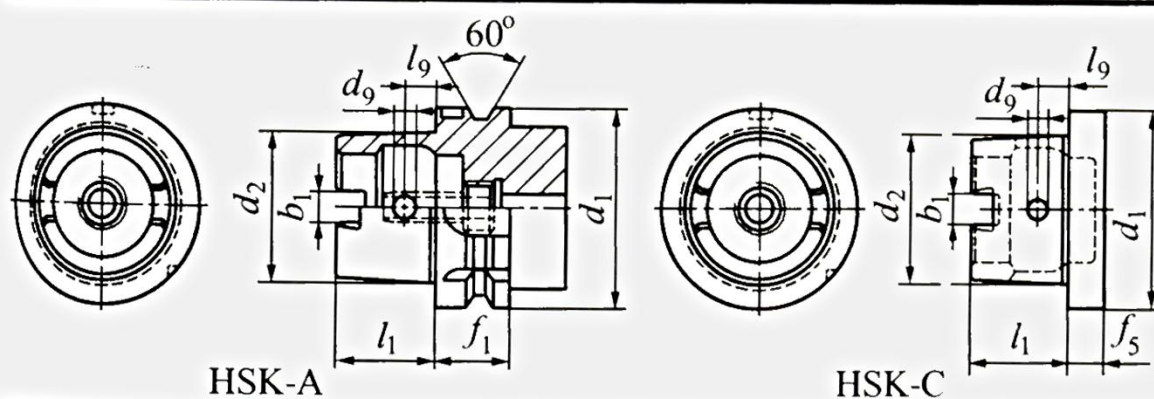
HSK-A40 – до 42 000; HSK-A80 – до 20 000;

HSK-A50 – до 30 000; HSK-A100 – до 16 000.

В настоящее время стандартизованы хвостовики HSK типов А и С (табл. 8.3) и В, D (табл. 8.4). Стандарты для Е и F (табл. 8.5) приняты предварительно, хотя именно они являются наиболее подходящими для ВСО.

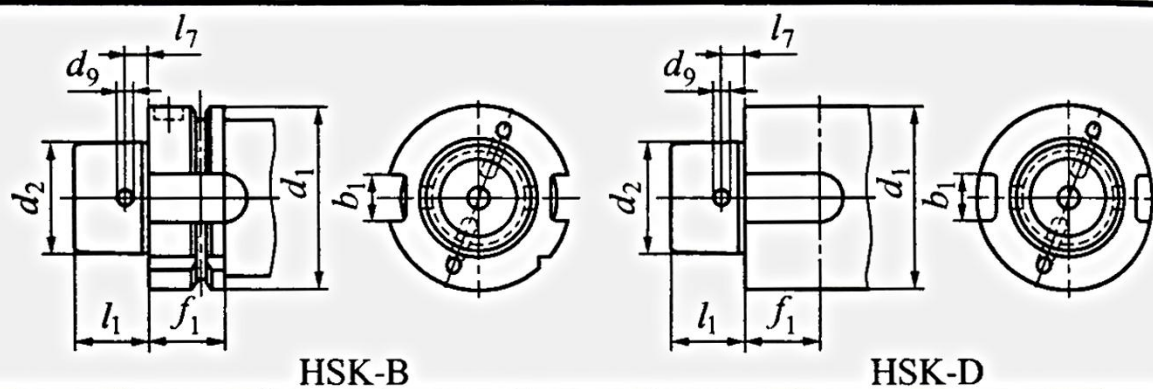
Сопоставление размеров хвостовиков HSK и с конусом 7:24 по DIN 69871 приведено в табл. 8.6.

8.3. Размеры, мм, хвостовиков HSK типов А и С



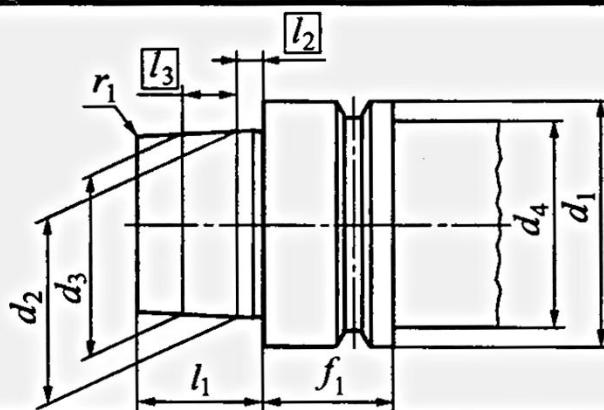
	32	40	50	63	80	100	125	160
d_1	32	40	50	63	80	100	125	160
d_2	24	30	38	48	60	75	95	120
l_1	16	20	25	32	40	50	63	80
b_1	7,05	8,05	10,54	12,54	16,04	20,02	25,02	30,02
d_9	4,0	4,6	6,0	7,5	8,5	12,0	—	—
l_9	5,0	6,0	7,5	9,0	12,0	15,0	—	—
f_1	20	20	26	26	26	29	29	31
f_5 , не менее	10	10	12,5	12,5	16	16	—	—

8.4. Размеры, мм, хвостовиков HSK типов В и D



	HSK-B				HSK-D			
d_1	40	50	63	80	100	125	160	
d_2	24	30	38	48	60	75	95	
l_1	16	20	25	32	40	50	63	
b_1	10	12	16	18	20	25	32	
d_9	4,0	4,6	6,0	7,5	8,5	—	—	
l_7	5,0	6,0	7,5	9,0	12,0	—	—	
f_1	20	25	26	26	29	29	31	

8.5. Размеры, мм, хвостовиков HSK типов E и F



Обозначение хвостовика	d_1	d_2	d_3	d_4	f_1	l_1	l_2	l_3
HSK-E25	25	19	18,5	20	10	13	2,5	8,5
HSK-E32	32	24	23,27	26	20	16	3,2	7,3
HSK-E40	40	30	29,05	34	20	20	4,0	9,5
HSK-E50	50	38	36,90	42	26	25	5,0	11,0
HSK-F50	50	30	29,05	42	26	20	4,0	9,5
HSK-E63	63	48	46,53	53	26	32	6,3	14,7
HSK-F63	63	38	36,90	53	26	25	5,0	11,0
HSK-F80	80	48	46,53	67	26	32	6,3	14,7

8.6. Сопоставление размеров хвостовиков

Хвостовик по DIN 69871	HSK-A/C по DIN 69893/1	HSK-B/D по DIN 69893/2
—	HSK 40	HSK 50
SK 30	HSK 50	HSK 63
SK 40	HSK 63	HSK 80
SK 45	HSK 80	HSK 100
SK 50	HSK 100	HSK 125

В большинстве перечисленных операций необходим большой вылет режущей части инструмента относительно торца шпинделя. Так как центробежные силы возрастают с ростом частоты вращения, то на большом вылете при смещении центра масс относительно оси вращения эти силы способны деформировать инструмент и исказить траекторию его движения.

Инструмент с большой массой может вызвать появление осевой составляющей центробежной силы, сопоставимой с силой закрепления инструмента в шпинделе. Может произойти раскрепление инструмента, нарушение его базирования, потеря жесткости и даже разрушение.

Основные элементы хвостовика HSK (рис. 8.2):

- кольцевая канавка под автооператор – 1;
- индексирующая канавка для ориентации инструмента в автооператоре – 2;
- шпоночные канавки для шпонок инструментального магазина – 3;
- место для расположения кодового элемента – 4;
- резьба под втулку для СОЖ – 5;

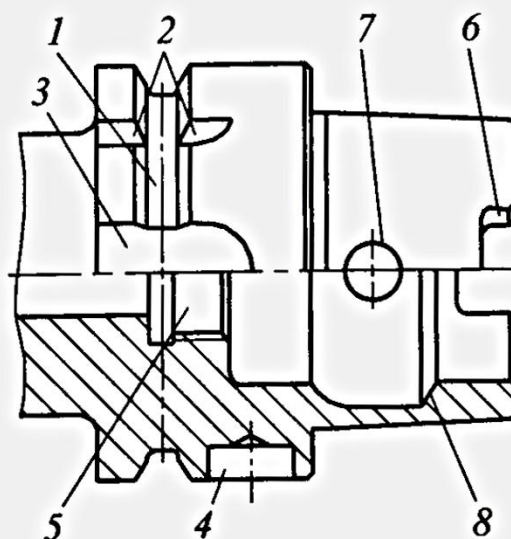


Рис. 8.2. Основные элементы хвостовика HSK

- шпоночные канавки для шпонок внутри шпинделя – 6;
- радиальное отверстие для зажимных устройств ручного закрепления – 7;
- кольцевая коническая расточка для кулачков зажимного устройства – 8.

Принцип закрепления таких хвостовиков в автоматическом режиме представлен на рис. 8.3. Инструмент 1 с хвостовиком HSK закрепляется кулачками 3 в шпинделе 2 с помощью тяги 5 и подвижной нажимной втулки 7. Возврат кулачков 3 в положение разжима осуществляется пакетом пружин 4. Крутящий момент передается через торец хвостовика шпонками 6. При большой частоте вращения центробежные силы, действующие на кулачки 3, усиливают эффект закрепления.

Для ручного закрепления инструмента с хвостовиком HSK, например в переходном патроне (рис. 8.4), используют специальные муфты, кулачки 1 которых раздвигаются винтом 2 и стягивают инструмент 3 и переходной патрон 4. При этом осевая сила F_a и радиальная сила F_r образуют суммарную зажимную силу F_z , создающую необходимый натяг в соединении инструмента 3 с переходным патроном 4. Силовое замыкание по конической и торцевой поверхностям достигается за счет точного изготовления номинального диаметра конуса.

Использование соединения на базе хвостовиков HSK позволяет исключить фреттинг-износ конусов шпинделей и уменьшить вибрации режущей части, что приводит к существенному повышению режимов резания.

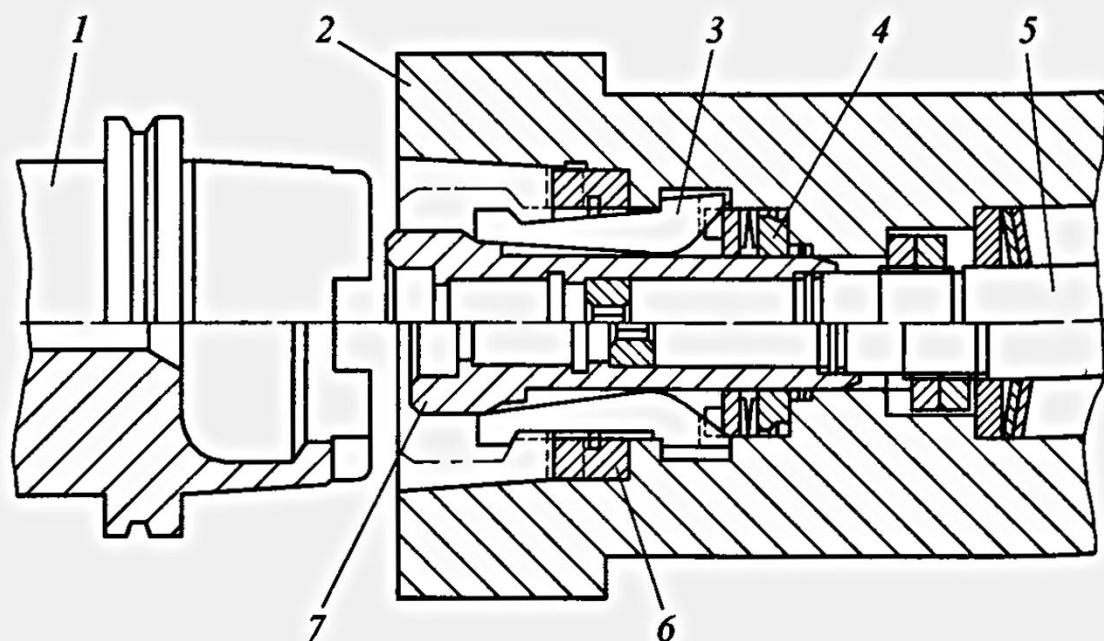


Рис. 8.3. Автоматическое закрепление хвостовика HSK

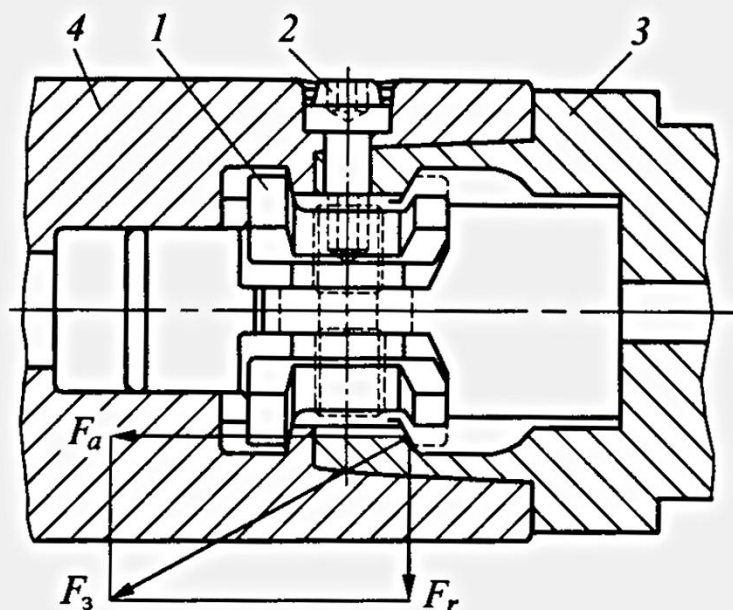


Рис. 8.4. Ручное закрепление хвостовика HSK

При растачивании стали резцами, оснащенными керметом, замена закрепления расточной оправки с конусом 7:24 на закрепление с конусом HSK (рис. 8.5) приводит к возможности повышения скорости резания в 4 раза.

При фрезеровании стали (рис. 8.6) твердосплавной концевой четырехзубой фрезой диаметром 16 мм, закрепленной во втулке с хвостовиком с конусом 7:24, обработка может производиться на скорости резания

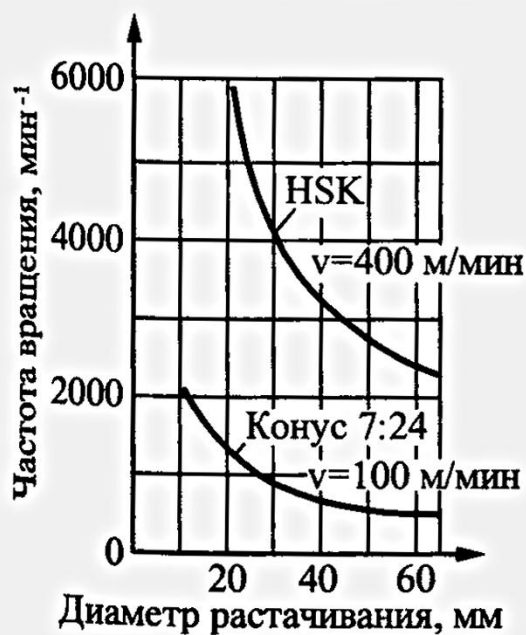


Рис. 8.5. Допускаемые частоты вращения при растачивании стали резцами, оснащенными керметом

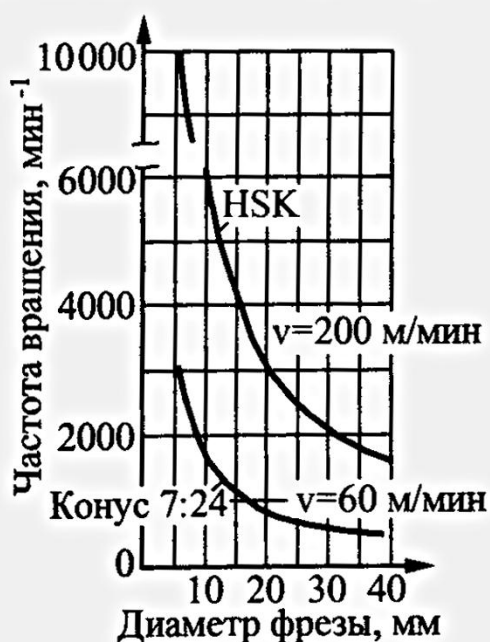


Рис. 8.6. Допускаемые частоты вращения при фрезеровании стали твердосплавными фрезами



Рис. 8.7. Износ концевых твердосплавных фрез диаметром 16 мм

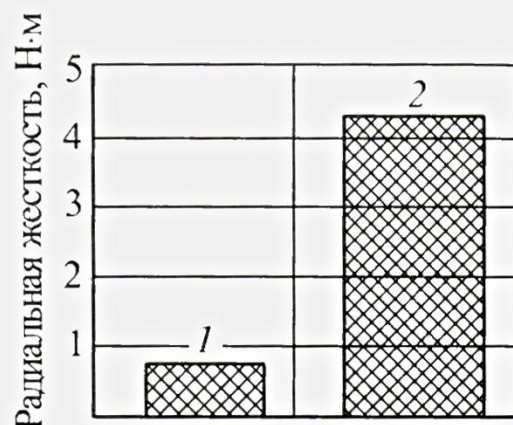


Рис. 8.8. Сравнение радиальной жесткости хвостовиков: 1 — конус 7:24; 2 — HSK

$v = 60$ м/мин ($n = 1200$ мин⁻¹) и при подаче $S_m = 500$ мм/мин. Эта же фреза, закрепленная с помощью хвостовика HSK, может работать на скорости $v = 200$ м/мин и $S_m = 2000$ мм/мин, имея преимущество в стойкости в 2...3 раза (рис. 8.7).

Высокие частоты вращения и небольшие крутящие моменты шпинделей высокоскоростных станков определяют использование инструментов диаметром 2...10 мм с цилиндрическим хвостовиком. Требуемая точность установки таких инструментов обычно лежит в пределах 1...3 мкм на вылетах 50...150 мм.

Радиальная и осевая жесткости являются наиболее важными техническими характеристиками хвостовика инструмента, так как они определяют предел безвибрационной работы. Исследования, выполненные в Аахенском техническом университете (Германия), по сравнению конусов 7:24 и HSK показали, что радиальная жесткость соединения HSK в 5 раз выше, чем у инструмента с хвостовиком с конусом 7:24 при сопоставимых размерах (рис. 8.8).

Повышенная жесткость означает, что система станок — инструмент характеризуется более высокой собственной частотой, а это позволяет повысить дорезонансные частоты вращения шпинделя. Также более высокая жесткость позволяет повысить точность обработки и улучшить качество обрабатываемой поверхности.

Поскольку осевой контакт между фланцем хвостовика HSK и торцом шпинделя является неопределенным, то обеспечивается очень большой запас величины осевой жесткости. Это гарантирует фиксирование положения инструмента во время выполнения операций растачивания, что важно во время сверления, когда осевые силы особенно велики. Же-

сткость хвостовика HSK в направлении "из шпинделя" также выше, чем у хвостовиков с конусом 7:24, поскольку осевая сила закрепления у хвостовиков HSK в 2 раза больше для соизмеримых размеров, а также из-за более высокого трения в конусе 1:10 с эффектом самоторможения. Таким образом, сопротивление вытягиванию из шпинделя в случае HSK более высокое, чем для конуса конусностью 7:24.

Крутильная жесткость хвостовика HSK сопоставима с такой же жесткостью конуса 7:24. Это достигается благодаря шпонкам в комбинации с двумя поверхностями трения или только двух поверхностей трения. Первая поверхность образуется при контакте конусов шпинделя и хвостовика; вторая – при контакте торца шпинделя с торцом фланца хвостовика HSK.

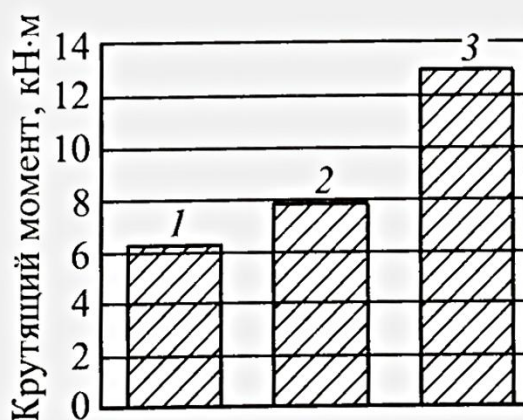
Пользователь может выбирать один из трех вариантов закрепления для обеспечения крутильной жесткости:

- хвостовики HSK типа А и С – средние крутящие моменты, средние и высокие частоты вращения;
- хвостовики HSK типа В и D – высокие крутящие моменты, средние и высокие частоты вращения;
- хвостовики HSK типа Е и F – низкие крутящие моменты, сверхвысокие частоты вращения.

Результаты испытаний передаваемого крутящего момента представлены на рис. 8.9.

Фреттинг-износ инструмента и повторяемость базирования при использовании хвостовиков HSK определяется одновременностью контакта между хвостовиком и приемником шпинделя вдоль конуса и по упорам. Эластичная деформация конусной стенки хвостовика делает такой контакт возможным. Как показано на рис. 8.10, точность базирования в радиальном и осевом направлениях находится в пределах 0,002 мм.

Рис. 8.9. Предельный передаваемый крутящий момент соединениями с хвостовиками:
1 – конус 7: 24; 2 – HSK-A100;
3 – HSK-B125



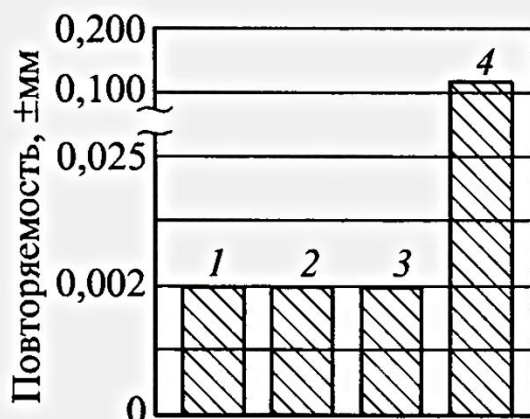


Рис. 8.10. Повторяемость позиционирования инструмента:
в радиальном направлении с хвостовиками: 1 – HSK; 2 – конус 7:24;
в осевом направлении с хвостовиками: 3 – HSK; 4 – конус 7:24

Хвостовики с конусом 7:24 дают сравнимую точность в радиальном направлении. В осевом направлении точность установки колеблется от 0 до 0,10 мм. Осевая режущая сила также влияет на повторяемость в осевом направлении при использовании конусов 7:24, что приводит к уменьшению точности торцового фрезерования.

С точки зрения срока службы важно, что хвостовик с конусом 7:24 при ВСО приводит к износу передней части шпинделя в виде раструба. Если проводится обработка при частоте вращения шпинделя свыше 8000 мин^{-1} , то стенки шпинделя деформируются больше, чем хвостовик с конусом 7:24. В результате хвостовик перемещается в осевом направлении в шпиндель. Это перемещение изменяет положение кромки инструмента в направлении оси Z, что впоследствии ухудшает условия автоматической смены инструмента.

Такого рода проблемы не возникают с хвостовиками HSK. Двойной контакт на конусе и торце определяет устойчивое положение кромки инструмента независимо от скорости вращения шпинделя. Хвостовик HSK расширяется в радиальном направлении быстрее, чем стенки шпинделя. Эта особенность конструкции гарантирует постоянный контакт между стенками шпинделя и державки инструмента на малых и больших скоростях обработки.

Ход инструмента и время его смены связаны друг с другом. Малые масса и момент инерции хвостовика HSK и короткая длина его конуса способствуют уменьшению времени смены инструмента. Сравнение по этому показателю показано на рис. 8.11. Для сравниваемых хвостовиков с конусом 7:24 и HSK расчетный диаметр последнего составляет около половины по отношению к конусу 7:24. Кроме того, HSK не требует зажимного грибка, что еще более уменьшает ход инструмента с хвостовиком HSK при его замене.

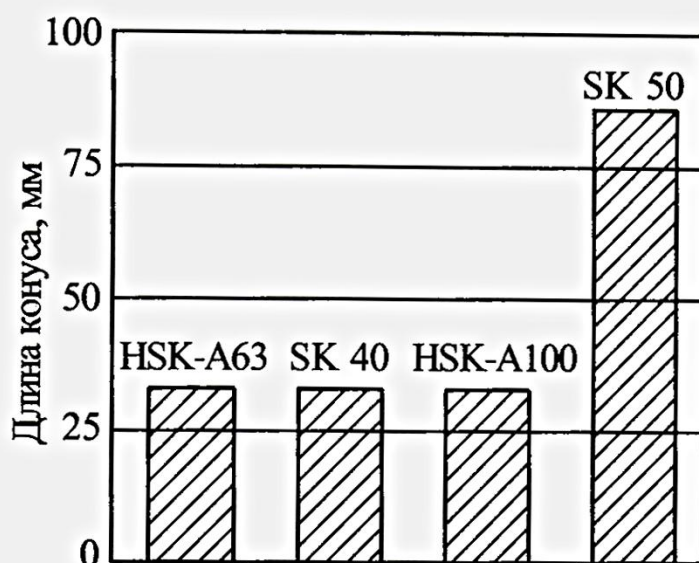


Рис. 8.11. Сравнение длин хвостовиков HSK и конусов 7:24

Шесть различных типов хвостовиков HSK и внутренних конусов шпинделя могут обеспечить широкий диапазон производственных режимов. Типы А и С используются для стандартных вариантов обработки (А – при автоматической и С – при ручной смене инструмента). Типы В и D предназначены для больших передаваемых моментов и для неподвижных соединений (например, на токарных станках). Тип В предназначен для автоматической смены инструмента (АСИ), D – для ручной смены. Типы Е и F рекомендуются для низкомоментных, сверхвысокооборотных режимов с АСИ, так как являются полностью симметричными и представляют собой сбалансированные инструменты.

Масса инструментов с хвостовиками HSK меньше, чем сравнимых с ними инструментов с конусом 7:24, поскольку хвостовик HSK является пустотелым и имеет конус короче по длине. В случаях, когда передняя часть инструментального блока тяжелее хвостовика HSK, центр масс располагается ближе к передней части инструмента, что создает большой опрокидывающий момент $M_{опр}$ при АСИ.

Сравнивая хвостовики HSK с конусом 7:24, необходимо учитывать, что меньший вес хвостовика HSK не является преимуществом при балансировке, особенно для несимметричных типов А и С.

Внутренний подвод охлаждающей жидкости может быть обеспечен в обоих случаях как в хвостовике HSK, так и в хвостовике с конусом 7:24. В последнем варианте используют "зажимной грибок" с отверстием для жидкости. В хвостовиках HSK типа А и С используют подачу охлаждающей жидкости через сопло. В хвостовиках типа В и D выполняют каналы для подвода жидкости с обходом зажимного механизма. Хвостовики

вик HSK-F не дает возможности подвести охлаждение. Однако этот хвостовик рекомендуется использовать главным образом для деревообработки, где не возникает необходимость в охлаждении.

На частотах вращения, превышающих $20\,000\text{ мин}^{-1}$ из-за асимметрии каналов подвода охлаждающей жидкости и из-за наличия жидкости во внутренних каналах, может нарушиться балансировка сборки шпиндель-державка. В таких условиях рекомендуется переходить на внешний подвод охлаждающей жидкости.

Стоимость инструментов с хвостовиками HSK выше, чем инструментов с конусом 7:24, поскольку первые изготавливаются с более жесткими допусками. Измерительные средства, применяемые при изготовлении хвостовиков HSK, как правило, стоят на порядок дороже, чем средства для контроля конусов 7:24.

Имеется ряд недостатков хвостовиков HSK по сравнению с хвостовиками с конусом 7:24. Хвостовики HSK требуют значительно более внимательного отношения к чистоте поверхностей хвостовика. Для установки хвостовика в шпиндель необходимо убедиться в отсутствии стружки или других частиц на стыкуемых поверхностях. Загрязнения могут ухудшить как жесткость, так и точность закрепления. Необходимость очистки является прямым следствием перехода к более высоким технологиям обработки.

Слишком высокие изгибающие нагрузки, которые при большом вылете могут быть обусловлены даже относительно малыми усилиями, ведут к появлению на хвостовике HSK-A трещин в зоне радиуса перехода к зажимной фаске с радиусом перехода r_3 (рис. 8.12) или в сквозном отверстии под ключ. Геометрия конусного хвостовика в этих местах ослаблена, что обусловлено конструкцией. Скручивающие перегрузки являются причинами трещин на радиусе поводкового паза r_2 или около него.

После закрепления инструмента в соединении конуса HSK-A и шпинделя возникают контактные напряжения. Из-за различной высоты поводковых выступов и соответствующей различной глубины поводковых пазов получаются две встречные кривые, характеризующие изменение величины контактных напряжений на всей поверхности (рис. 8.13).

Хвостовик HSK-A как бы "шатается" в шпинделе из-за этого расширения. В результате возникает зазор между фланцем хвостовика и шпинделем, а это может привести к потере радиальной ориентации и, следовательно, к неточностям при изготовлении и возможному повреждению из-за несбалансированности инструмента.

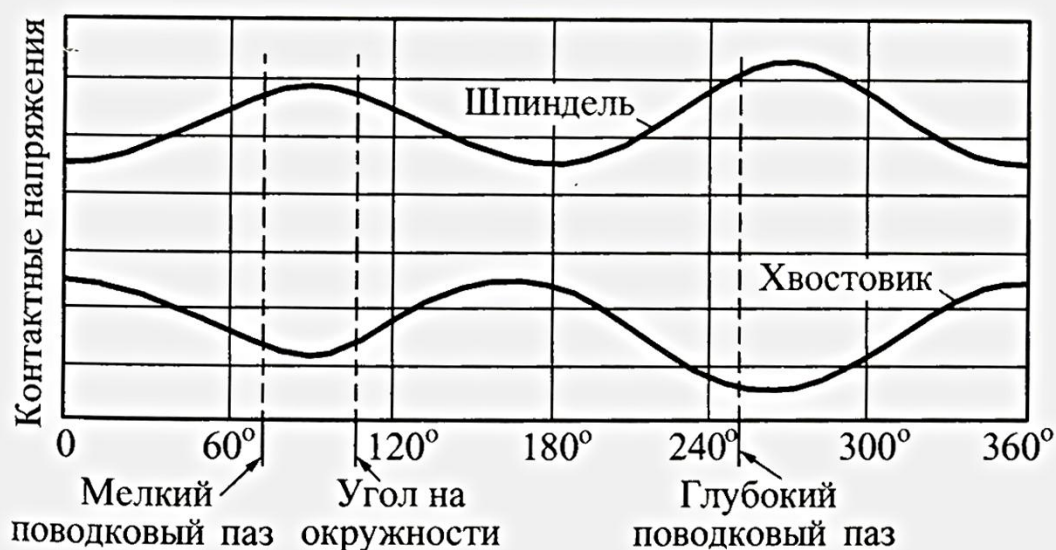
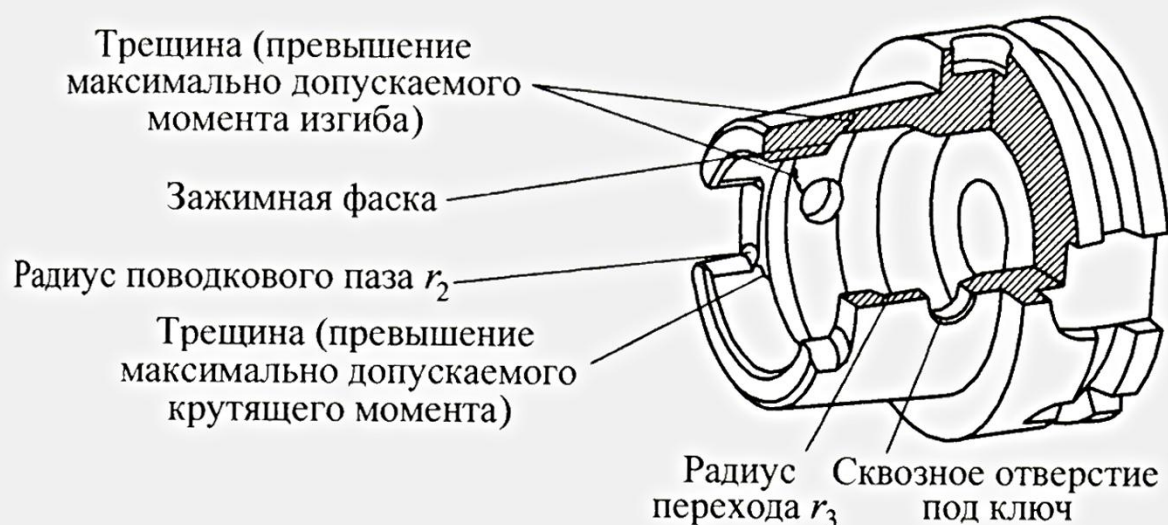


Рис. 8.13. Изменение контактных напряжений в соединении хвостовика HSK-A и шпинделя при частоте вращения 7500 мин^{-1} на расстоянии 2 мм от торца

По причине более жестких технических условий, предъявляемых к хвостовикам HSK, их износ влияет на рабочие характеристики хвостовика и шпинделя в значительно большей степени, чем на соединениях с конусами 7:24. Многим потребителям требуется приобретать измерительные системы для периодического контроля состояния станков и инструмента. Рабочий персонал также должен быть обучен работе с инструментом, имеющим хвостовики HSK.

Высокие точность и жесткость, широкий диапазон размеров хвостовиков HSK дают возможность конструировать модульные (агрегатированные) системы инструмента, которые обеспечивают результирующую жесткость, близкую к жесткости цельного инструмента. Соединения модулей осуществляют с помощью кулачков (см. рис. 8.4) либо с помощью резьбовых устройств (рис. 8.14). Силовое замыкание и эффективность зажимного механизма обеспечивают устойчивые, свободные от вибрации рабочие характеристики модульного инструмента.

Большинство фирм-производителей предлагают инструмент с хвостовиком HSK в модульном исполнении, включающем в себя узлы, которые позволяют использовать обычный режущий инструмент. По мере стандартизации инструментов с хвостовиками HSK будет сокращаться применение обычного инструмента.

В целях стандартизации режущего инструмента разработан стандарт DIN 6594, который охватывает геометрические параметры сверл с хвостовиками HSK типов A и C и внутренним подводом охлаждающей жидкости; другой стандарт DIN 6597 устанавливает геометрические параметры токарных и расточных державок с хвостовиками HSK типов A, B, C и D и внутренним подводом охлаждающей жидкости; стандарт DIN 6598 определяет обозначения патронов в зависимости от их размеров и условий резания.

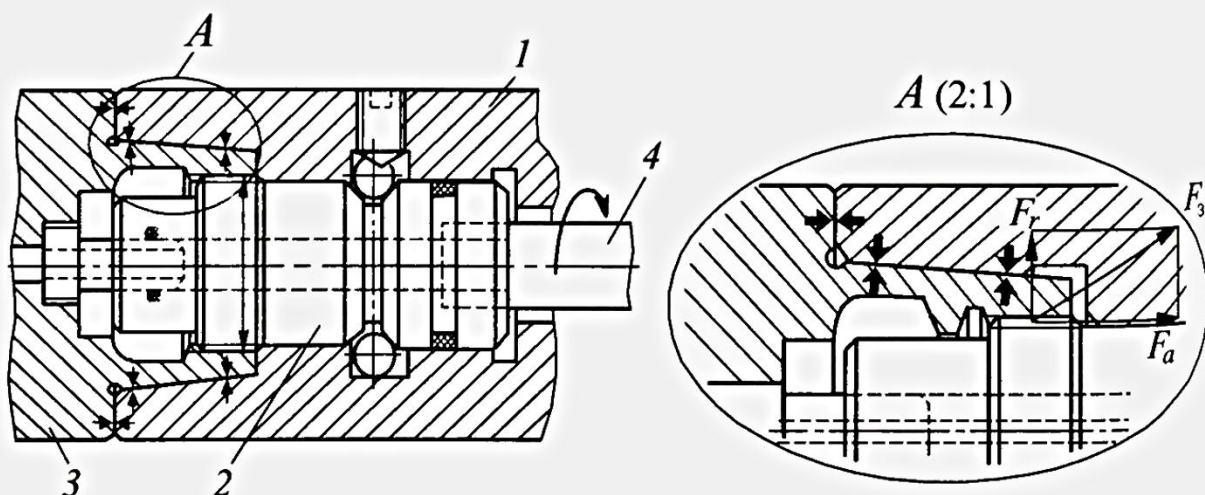


Рис. 8.14. Соединение модулей с хвостовиками HSK с помощью резьбы:

1 – патрон; 2 – винт с цилиндрической резьбой;
3 – хвостовик HSK; 4 – ключ

8.2. ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗАЖИМНЫХ ПАТРОНОВ

Для высокоскоростного фрезерования применяют несколько типовых конструкций (рис. 8.15).

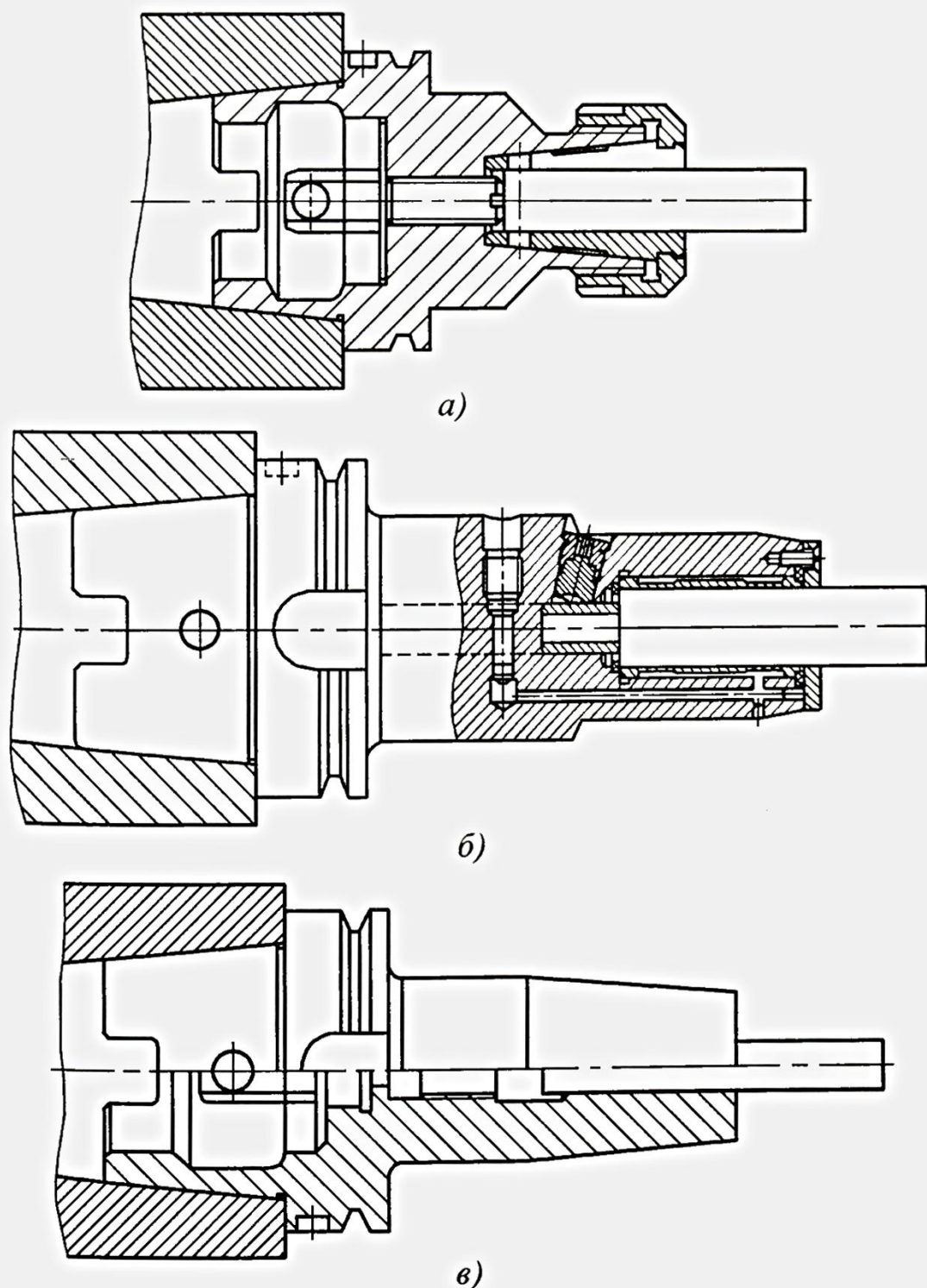


Рис. 8.15. Типовые конструкции зажимных патронов:
а – цанговый патрон; б – гидравлический патрон; в – патрон с "термозажимом"

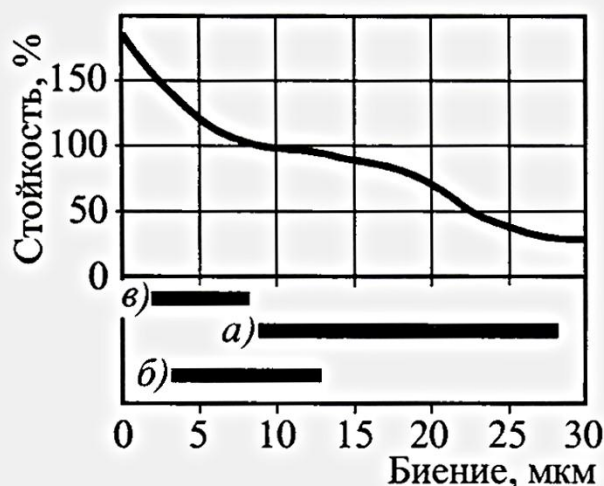


Рис. 8.16. Зависимость стойкости инструмента от его биения:
а-в — см. рис. 8.15

Цанговые патроны давно применяют для крепления фрез с цилиндрическим хвостовиком. Их конструкции приведены в главе 5. Для высокоскоростной обработки детали цангового патрона изготавливают с особо высокой точностью с тем, чтобы максимальное биение контрольной оправки по результатам 20 измерений на вылете 50 мм не превышало 0,03 мм (рис. 8.16).

Гидравлические патроны. В корпусе 1 патрона (рис. 8.17) выполнены полости 6 и каналы 4, которые заполнены специальной гидравлической жидкостью. Плунжер 2, управляемый винтом 8, создает гидравлическое давление, которое деформирует мембрану 5, в результате чего происходит закрепление цилиндрического хвостовика инструмента, положение которого предварительно регулируется регулировочным винтом 3, перемещаемым от поворота винта 7.

Передаваемый гидравлическим патроном крутящий момент $M_{кр}$ сопоставим по величине с этим параметром цангового патрона (рис. 8.18).

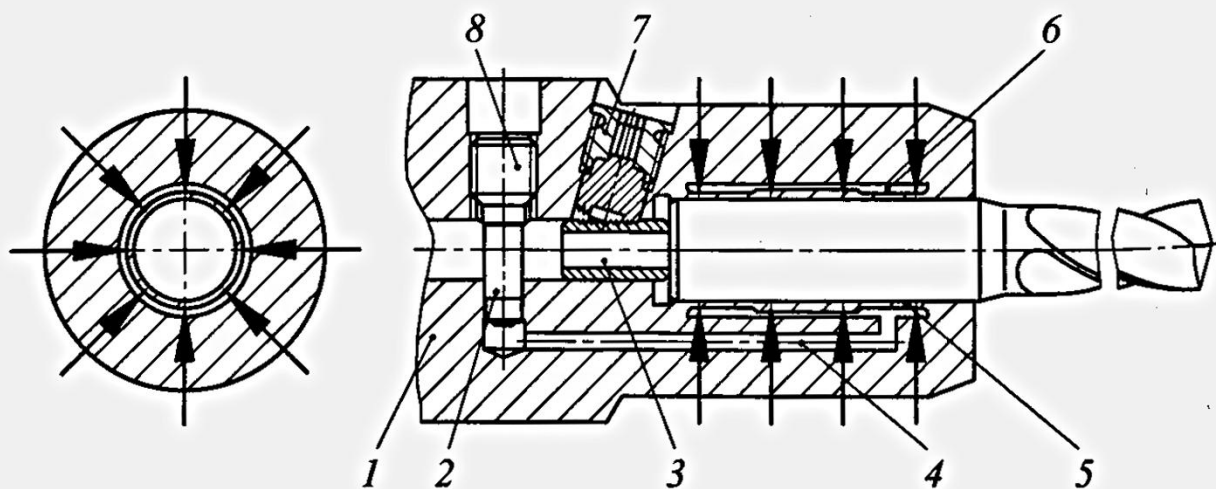


Рис. 8.17. Схема гидравлического патрона

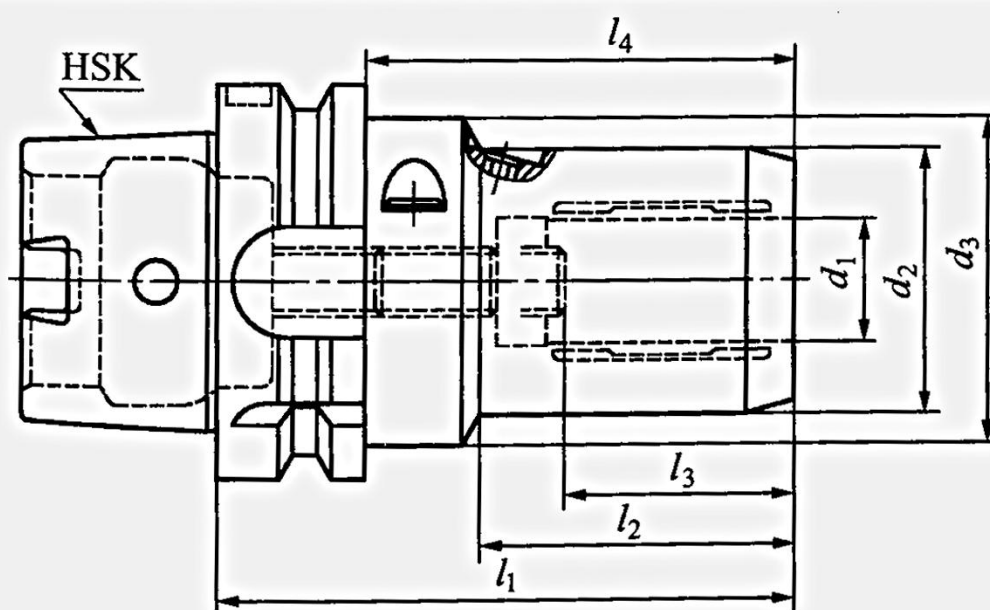


Рис. 8.18. Зависимости крутящего момента $M_{кр}$:

- 1 – от диаметра закрепляемого хвостовика;
2 – справочно – момент сил резания при фрезеровании

Основные размеры гидравлических патронов приведены в табл. 8.7.

8.7. Основные размеры, мм, гидравлических патронов



Окончание табл. 8.7

HSK	d_1	d_2	d_3	l_1	l_2	l_3	l_4	$M_{\text{зат}},$ Н·м	Диапазон зажима, мкм
50A	6	25,7	40	80	35	27	54	12	25
	8	27,7			36			30	31
	10	29,7		85	41	31	58	40	36
	12	31,6		90	47	36	64	70	39
63A	6	25,7	50	80	33,0	27	54	12	25
	8	27,7			33,5			30	31
	10	29,7		85	39,0	31	59	40	36
	12	31,6		90	44,5	36	64	70	39
	14	33,6			46,0			100	46
	16	37,6		95	51,5	39	69	135	52
	18	39,6			52,0			180	59
	20	41,6		100	58,0	41	74	220	62
	25	49,6		120	51,0	46	94	500	82
	32	59,6		125	59,0	50	99	700	105

Патроны с "термозажимом" применяются для соединения по "горячей" посадке, хорошо известной как посадка с натягом типа H7/p6, H7/n6, образуемой при соединении нагретых деталей, например, бандажей колесных пар.

Действие патронов с термозажимом основано на том, что при нагревании посадочное отверстие увеличивается в диаметре.

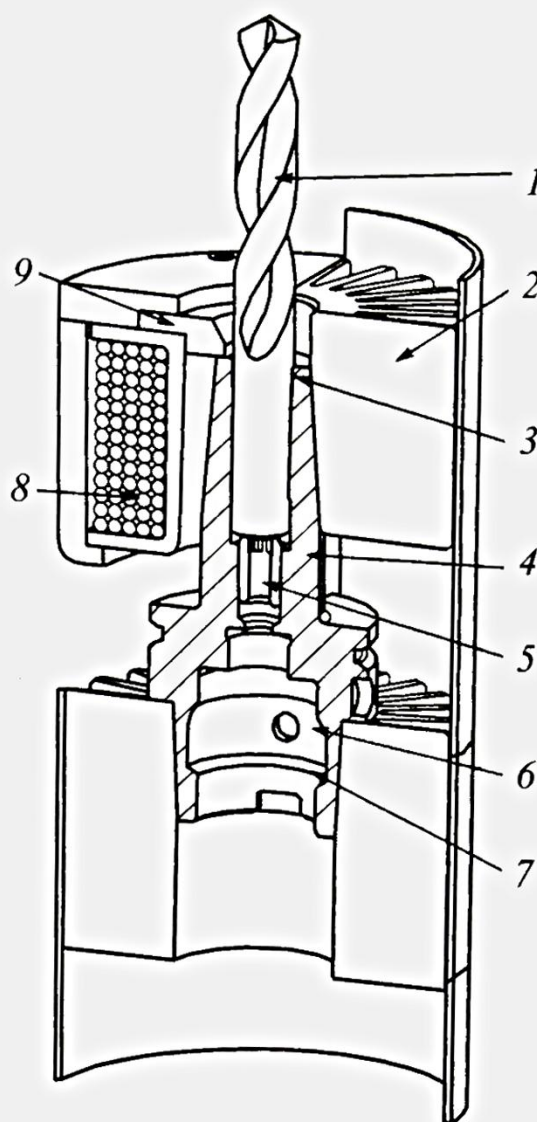
Одним из практических вариантов использования "горячих" посадок является нагрев патронов токами высокой частоты (ТВЧ).

В специальных устройствах (рис. 8.19) производится нагрев патрона с помощью индукционной катушки. Одна и та же индукционная катушка используется для инструмента с хвостовиком диаметром от 3 до 32 мм. Время разогрева 3...5 с, охлаждение – 30 с, если применяется специальное охлаждение. Устройства могут быть оборудованы для групповой подготовки инструмента.

Концентрированное магнитное поле, изменяющееся с высокой частотой, создает вихревые токи в материале патрона, что обеспечивает

Рис. 8.19. Схема устройства для "термозажима":

- 1 – зажимаемый инструмент;
- 2 – радиатор воздушного охлаждения;
- 3 – расточка для снятия "краевого" эффекта;
- 4 – патрон;
- 5 – регулировочный винт;
- 6 – хвостовик патрона типа HSK;
- 7 – заплечики для АСИ на станке;
- 8 – индукционная катушка;
- 9 – специальный отражатель



короткое время нагрева узкой зоны зажима. Из-за высокой скорости нагрева передача тепла в хвостовик инструмента очень незначительна. Это дает возможность извлекать твердосплавный инструмент из патрона так же хорошо, как и инструмент из стали с коэффициентом теплового расширения, одинаковым с материалом патрона.

Хвостовик закрепляемого инструмента вставляется в расширенное отверстие патрона (рис. 8.20, а). При охлаждении до комнатной температуры диаметр отверстия патрона возвращается к нормальному размеру, при этом возникают очень большие зажимные усилия (рис. 8.20, б). Если закрепление осуществляется в диапазоне упругих деформаций материала патрона, то оно может быть повторено многократно (до 5000 раз).

При раскреплении инструмента в зоне, ограниченной участком сопряжения патрона и хвостовика закрепляемого инструмента, нагревание до температуры 300...350 °С возможно менее чем за 10 с (рис. 8.21).

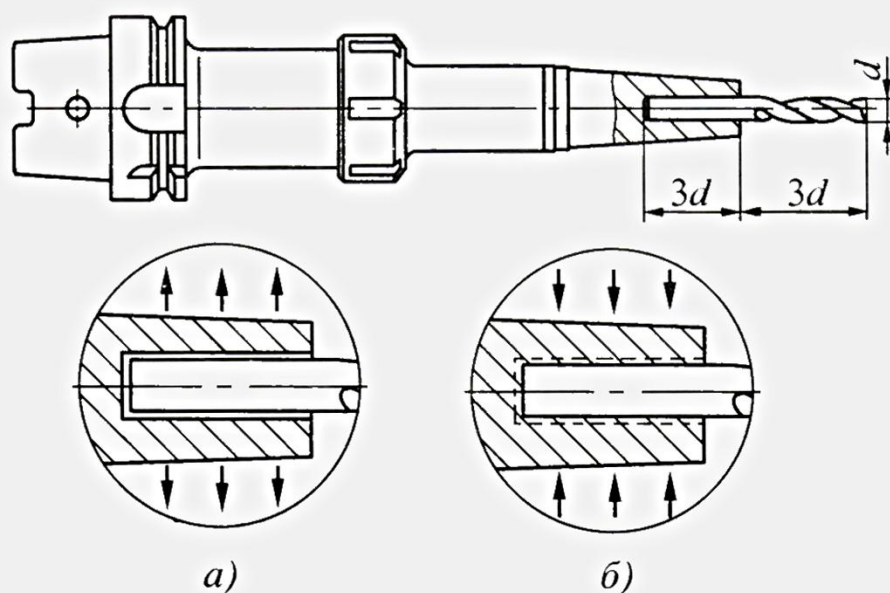


Рис. 8.20. Закрепление инструмента в патроне с "термозажимом":
а – нагрев; б – охлаждение

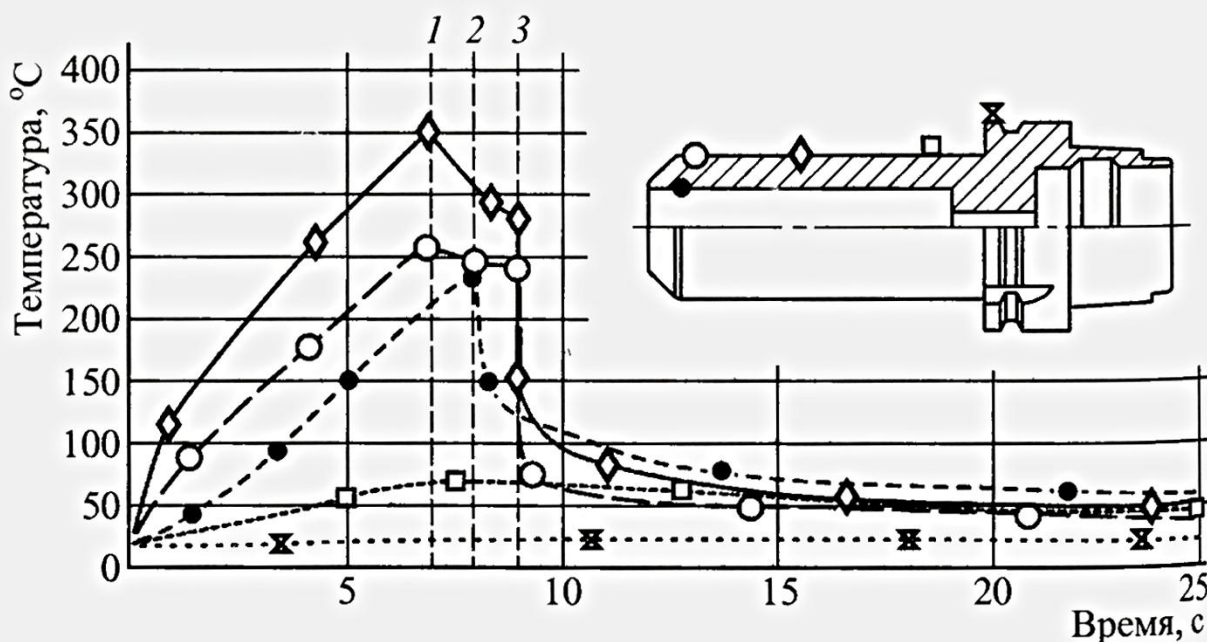


Рис. 8.21. Изменение температуры патрона за цикл "термозажима":
1 – начало нагрева; 2 – закрепление инструмента; 3 – начало охлаждения

После извлечения режущего инструмента патрон охлаждается достаточно быстро, чему способствует относительно большая масса патрона. Инструмент при этом практически не нагревается.

Удерживающие силы, возникающие в результате охлаждения патрона с термозажимом, значительно больше, чем в других известных сис-

темах закрепления, поэтому по уровню вибраций образующаяся система закрепления равноценна цельному инструменту той же конфигурации. Точность установки по параметру концентричности при таком методе почти аналогична цельному инструменту. Перемещение закрепленного инструмента вдоль оси вращения при фрезеровании, которое является серьезным недостатком цанговых патронов, практически исключается при закреплении по "горячей" насадке.

В случае сборки с нагревом патрон (охватывающая деталь) должен быть нагрет до температуры t_{d_2} , °C:

$$t_{d_2} = \frac{N_{\max} + S_{сб}}{\alpha d_2} + t_{сб}, \quad (8.1)$$

где $S_{сб}$ – минимально необходимый зазор для сборки, м; $N_{\max}$ – максимально допускаемый натяг, м; $t_{сб}$ – температура помещения сборки, °C; α – коэффициент линейного расширения материала патрона при нагреве, 1/°C; d_2 – наружный диаметр патрона, м.

Экономически целесообразно подвергать патроны многократному монтажу-демонтажу, поэтому возникающие деформации должны быть упругими и не должны переходить в область упругопластических.

С другой стороны, посадка должна иметь такой натяг, чтобы обеспечить надежность закрепления, т.е. отсутствие перемещения режущего инструмента под действием внешних нагрузок.

Исходя из первого условия, необходимо ограничить натяг величиной $N_{\max}$, при которой еще отсутствуют пластические деформации. Исходя из второго условия, создают натяг $N_{\min}$, требуемый для передачи внешних нагрузок.

Для определения размеров патрона с "термозажимом" (рис. 8.22) по заданному значению внешних нагрузок $M_{кр} \leq 0,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$ и $P_0 \leq 2 \text{ кН}$ и номинальному размеру соединения $d_{н.с}$ определяют требуемое удельное контактное давление p , Н/м²:

$$[p] = \frac{2M_{кр}}{\pi d_{н.с}^2 l f_{тр}}, \quad (8.2)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, стремящийся повернуть инструмент относительно втулки, Н·м; l – длина контакта сопрягаемых поверхностей, м; $f_{тр}$ – коэффициент трения при установившемся процессе распрессовки; $d_{н.с}$ – номинальный диаметр сопряжения, м.

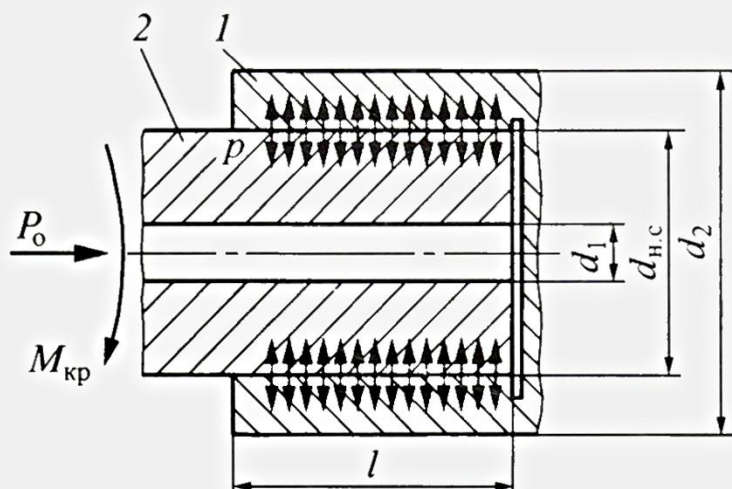


Рис. 8.22. Схема соединения патрона 1 и инструмента 2

По значениям p определяется величина минимального требуемого натяга $N_{\min}$, м, при условии, что $d_1 = 0$:

$$[N_{\min}] = [p] d_{\text{н.с}} \left(\frac{C_2}{E_2} \right) + \gamma_{\text{ш}} + \gamma_t + \gamma_{\text{ц}}, \quad (8.3)$$

где $C_2 = 1 + \left(\frac{d_{\text{н.с}}}{d_2} \right)^2 / \left(1 - \left(\frac{d_{\text{н.с}}}{d_2} \right)^2 \right)$; $\gamma_{\text{ш}}$ — поправка, учитывающая смятие шероховатостей контактных поверхностей при первичном закреплении:

$$\gamma_{\text{ш}} = 1,2(Rz_1 + Rz_2), \quad (8.4)$$

Rz_1 — высота микронеровностей на поверхности охватываемой детали;
 Rz_2 — высота микронеровностей на поверхности охватывающей детали;
 γ_t — поправка, учитывающая различие рабочей температуры инструмента $\Delta t_{d_{\text{н.с}}}$ и температуры патрона Δt_{d_2} :

$$\gamma_t = d_{\text{н.с}} (\alpha_1 \Delta t_{d_{\text{н.с}}} - \alpha_2 \Delta t_{d_2}), \quad (8.5)$$

α_1, α_2 — коэффициенты линейного расширения материалов инструмента;
 $\gamma_{\text{ц}}$ — поправка, учитывающая ослабление натяга под действием центробежных сил при вращении инструмента:

$$\gamma_{\text{ц}} = \frac{v^2 d_{\text{н.с}} \rho}{64} \left(\frac{3 + \mu}{E_2} \right), \quad (8.6)$$

где v — окружная скорость на наружной поверхности патрона, м/с; ρ — плотность материала, кг/м³; E_2 — модуль упругости охватывающей детали, ГПа; μ — коэффициент Пуассона (0,25...0,3).

Далее определяется максимально допускаемое удельное контактное давление $[p_{\max}]$, при котором еще отсутствует пластическая деформация, Н/м²:

$$[p_{\max}] = 0,58\sigma_{\tau 2} \left[1 - \left(\frac{d_{\text{н.с}}}{d_2} \right)^2 \right], \quad (8.7)$$

где $\sigma_{\tau 2}$ – предел текучести материала втулки, Н/м².

После этого находят величину наибольшего расчетного натяга $N'_{\max}$, м, и величину максимально допускаемого натяга $[N_{\max}]$ с учетом поправок к величине $N'_{\max}$:

$$N'_{\max} = [p_{\max}] d_{\text{н.с}} \left(\frac{C_2}{E_2} \right); \quad (8.8)$$

$$[N_{\max}] = N'_{\max} (\gamma_{\text{у.д}} + \gamma_{\text{ш}} + \gamma_t), \quad (8.9)$$

где $\gamma_{\text{у.д}}$ – коэффициент, учитывающий рост давления у торца патрона.

На основе рассчитанных величин минимально требуемого и максимально допускаемого натягов могут быть выбраны соответствующее поле допуска и посадка с соблюдением условий $N_{\max} \leq [N_{\max}]$, $N_{\min} > [N_{\min}]$.

Далее можно определить необходимую температуру нагрева t_{d_2} патрона по формуле (8.2).

Так как стандартные фрезы имеют цилиндрические хвостовики с диаметром $d_{\text{н.с}}$ по нормальному ряду размеров и с размером $d_1 = 0$, то наружный диаметр d_2 может быть оптимизирован исходя из соотношения d_2 и $d_{\text{н.с}}$, удовлетворяющего нижеприведенным условиям.

При "термозажиме" расширение патрона и инструмента происходит не свободно, поэтому возникают тепловые напряжения, которые зависят от наружных и внутренних размеров системы по соотношениям:

$$\sigma_r = \frac{kA}{2} \left(\ln \frac{b}{r} - \frac{a^2}{r^2} \frac{b^2 - r^2}{b^2 - a^2} \ln \frac{b}{a} \right) - \frac{k}{2r^3} \frac{(b^2 - r^2)(r^2 - a^2)}{a^2 + b^2} (C_1 \cos \theta + D_1 \sin \theta); \quad (8.10)$$

$$\tau_r = -\frac{k}{2r^3} \frac{(b^2 - r^2)(r^2 - a^2)}{a^2 + b^2} (C_3 \sin \theta + D_1 \cos \theta); \quad (8.11)$$

$$\sigma_\theta = \frac{kA}{2} \left(\ln \frac{b}{r} - \frac{a^2}{r^2} \frac{b^2 + r^2}{(b^2 - a^2)} \ln \frac{b}{a} \right) - \frac{k}{2r^3} \frac{4a^2 r^2 - (3r^2 - b^2)(r^2 + a^2)}{a^2 + b^2} (C_3 \cos \theta + D_1 \sin \theta), \quad (8.12)$$

где $k = \frac{E_2}{(1-\mu)}$, ГПа; $b = d_2/2$ – наружный радиус, м; $a = d_{н.с}/2$ – внутренний радиус, м; r – текущий радиус, мм; A – длина окружности радиуса a , м; C_3 и D_1 – константы интегрирования; θ – угол поворота текущего радиуса r .

Положительные тепловые напряжения на внутренней поверхности патрона соответствуют условию зажима хвостовика инструмента.

Для определения знака тепловых напряжений на внутренней поверхности патрона в выражениях (8.10), (8.11) и (8.12) вместо текущего радиуса r принимают радиус внутренней поверхности цилиндра a , тогда

$$\sigma_{\theta=360^\circ}^{r=a} = \pi k a \left[\ln \frac{b}{a} \left(1 + \frac{b^2 + a^2}{b^2 - a^2} \right) + 1 \right] - \frac{k}{a} \frac{b^2 - a^2}{b^2 + a^2}. \quad (8.13)$$

Расчет тепловых напряжений σ_θ на внутренней поверхности патрона от величин внутреннего диаметра $d_{н.с}$ и наружного диаметра d_2 показывает, что тепловые напряжения в такой системе не имеют отрицательных значений. Более того, имеется максимум тепловых напряжений и соответствующих сил, определяемый соотношением $d_2/d_{н.с} = 3,0 \dots 3,8$.

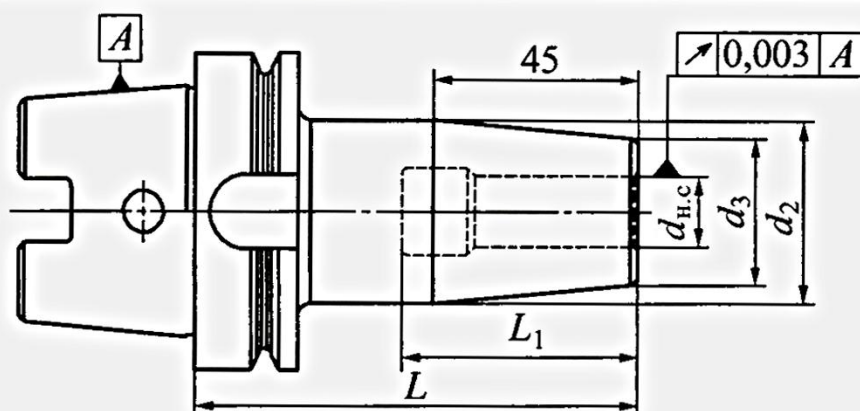
При заданной величине контактного давления $p_{\max}$ толщина стенки патрона u определяется по формуле

$$u = \frac{\alpha_2 E_2 t d_2}{p_{\max}}, \quad (8.14)$$

тогда $d_2 = d_{н.с} + 2u$.

На основании этих расчетов предложены размеры переходной втулки, приведенные и в табл. 8.8.

8.8. Рекомендуемые размеры, мм, патронов для "термозажима"



$d_{н.с}$ Р6	d_2	d_3	L_1	L для хвостовиков			
				HSK 32	HSK 40	HSK 50	HSK 63
6	27	20	36	70	80	80	80
8						85	85
10	34	24	42	—	90	90	90
12			47			95	95
14	48	27	50	—	—	100	100
16						115	115
18	68	33	52	—	—	120	120
20						—	—
25	85	44	58	—	—	—	—
32						—	—

Примечание. Размеры d_2 и d_3 сгруппированы для унификации.

Основные параметры нагрева патрона токами ТВЧ:

1. Толщина нагреваемого слоя l_1 .
2. Время нагрева t .
3. Удельная мощность нагрева (не более 500 Вт/см^2), необходимая для нагрева патрона на заданную глубину за время $5 \dots 10 \text{ с}$.
4. Частота тока.
5. Температура нагрева t_{d_2} (до $300 \dots 350 \text{ }^\circ\text{C}$).

Соотношения между основными параметрами нагрева представлены на рис. 8.23.

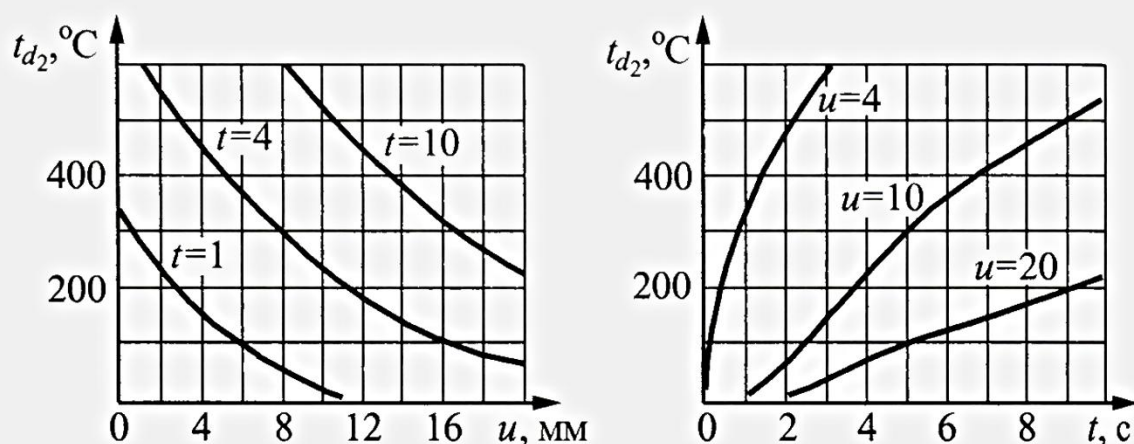


Рис. 8.23. Соотношения между основными параметрами нагрева

При заданной толщине стенок u оптимальная с точки зрения КПД установки ТВЧ частота тока $F, \text{с}^{-1}$, определяется по формуле

$$F = \frac{P_{\max}}{ud_2} 8,6 \cdot 10^5. \quad (8.15)$$

Конфигурацию нагретого слоя определяют по геометрическим размерам индуктора и по соотношению между удельной мощностью и длительностью нагрева. В одном и том же индукторе и при одной и той же частоте тока можно получить совершенно различные очертания нагретого слоя, варьируя длительность нагрева.

На рис. 8.24 показана форма нагретого слоя боковой поверхности патрона 1 с вставленным хвостовиком 2 при высоте индуктора $h_i = l - 2S_{\text{сб}}$. При этом нагретый слой имеет толщину l_1 на длине соединения h_i .

Чтобы получить большое значение отношения длины активной части проводника индуктора к его ширине и тем самым обеспечить высокий КПД нагрева системы, необходимо использовать многovitковые конструкции (рис. 8.25).

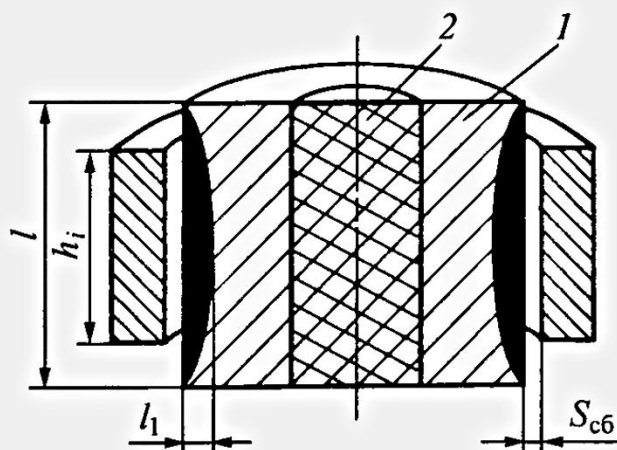
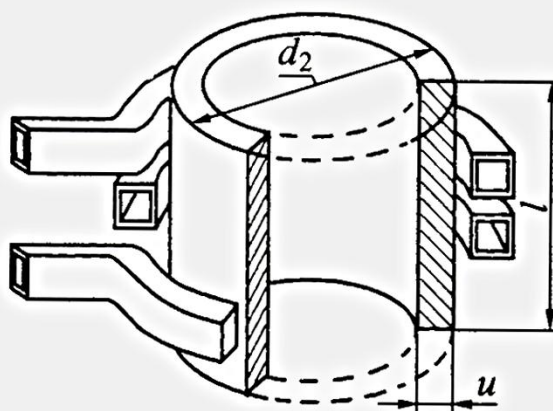


Рис. 8.24. Форма нагретого слоя в зависимости от соотношения размеров индуктора и нагреваемой сборки патрон – инструмент

Рис. 8.25. Нагрев патрона многовитковым индуктором



Крутящий момент $M_{кр}$, передаваемый патроном с "термозажимом", зависит от величины натяга в соединении патрон – инструмент и от длины соединения (рис. 8.26).

Очень важной характеристикой патронов в современных условиях обработки на станках с ЧПУ являются их габариты. Это связано с тем, что высокоскоростная обработка в основном ведется твердосплавными концевыми фрезами и сверлами диаметром 8...16 мм, собственный вылет которых составляет 32...150 мм. В то же время комплексная обработка требует жесткого закрепления инструмента в труднодоступных местах (рис. 8.27).

Система сменных наладок, закрепляемых с помощью "термозажима" (табл. 8.9), позволяет удлинять инструмент практически до любой необходимой длины с высокой жесткостью.



Рис. 8.26. Зависимость передаваемого крутящего момента от величины натяга в соединении патрон – инструмент диаметром 25 мм

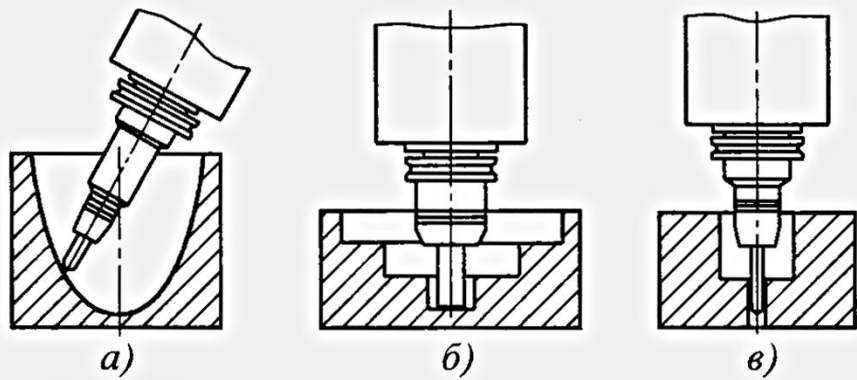
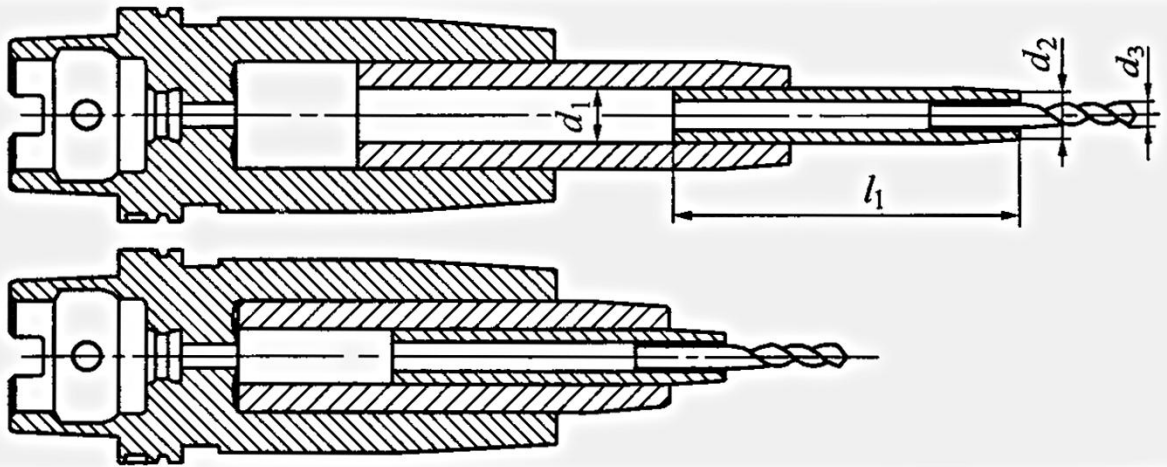


Рис. 8.27. Обработка в труднодоступных местах:
а и б – концевыми фрезами; в – сверлами

8.9. Основные размеры сменных наладок для патрона с "термозажимом", мм



d_1	d_2	d_3	l_1	d_1	d_2	d_3	l_1
12	8	3; 4	160	25	19	8	160
16	10	3; 4; 5; 6			20	10; 12; 14	
					22	16	
20	14	5; 6; 8		32	27	10; 12; 14; 16; 20	

8.3. БАЛАНСИРОВКА ИНСТРУМЕНТА

Балансировка инструмента в сборе приобретает особое значение при рабочих частотах вращения шпинделя более 4000 мин^{-1} . Например, производители мотор-шпинделей указывают нормы динамической балансировки инструмента, при несоблюдении которых они снимают с себя гарантийные обязательства.

Дисбаланс инструмента снижает работоспособность станка из-за того, что вызывает: а) повышенную нагрузку на подшипники шпинделя; б) повышенный износ подшипников; в) шумовые помехи; г) нежелательные вибрации для соседних узлов станков; д) снижение срока службы шпиндельного узла и станка в целом.

Процесс балансировки улучшает распределение массы в инструментальной наладке, что позволяет ей вращаться с минимальной суммой несбалансированных центробежных сил. Впрочем, сбалансировать инструментальную наладку до такой степени, когда вся ее несбалансированная масса уравновешена, невозможно.

Международная организация по стандартизации разработала стандарт ISO 1940/1, а Американский национальный институт стандартов — стандарт S2.19–1989, которые являются документами, определяющими степень балансировки. В обоих стандартах используется «G-система» точности балансировки и даются рекомендации о достижимых пределах и практическом использовании. Например, класс точности балансировки G2,5 означает, что скорость вибрации не должна превышать 2,5 мм/с.

По определению ISO, процесс балансировки состоит из двух операций, а именно, из определения (измерения) дисбаланса и его коррекции при необходимости.

Дисбаланс вызывает появление центробежной силы, которая влияет на плавность вращения шпинделя. Для компенсации действия центробежной силы симметрично дисбалансу располагают уравновешивающую массу с тем, чтобы сумма всех действующих центробежных сил стремилась к нулю.

Дисбаланс системы шпиндель — инструмент смещает центр ее тяжести на определенное расстояние от оси вращения. Это смещение называют остаточным эксцентриситетом или эксцентриситетом центра масс (рис. 8.28). Чем больше масса системы, тем большим может быть остаточный дисбаланс.

Следует находить компромисс между технической необходимостью и экономической целесообразностью балансировки. Например, бесполезно проводить балансировку инструментальной наладки для высокоскоростной обработки, если она устанавливается в шпинделе с большим отклонением от соосности.

Поскольку расстояние e обычно неизвестно, то сначала на балансировочной машине определяется действительная величина дисбаланса, которая далее уменьшается с помощью сверления отверстий, фрезерования лысок или установки противовесов на выбранном компенсационном

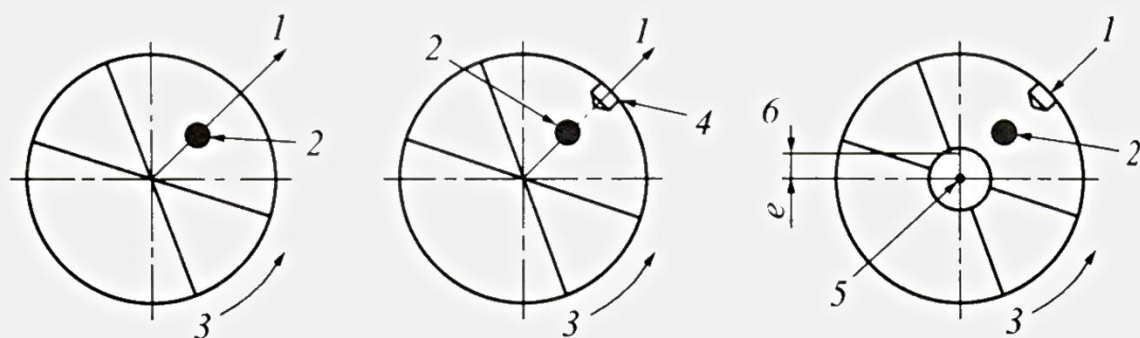


Рис. 8.28. Схема возникновения дисбаланса:

1 – центробежная сила; 2 – дисбаланс; 3 – направление вращения;
4 – балансировочное отверстие; 5 – ось вращения; 6 – остаточный эксцентриситет

радиусе (рис. 8.29). Приемлемое значение максимального остаточного эксцентриситета задается заказчиком, по его величине оценивается трудоемкость процесса балансировки.

Центробежная сила F , Н, возникающая в результате вращения несбалансированной массы m , кг, определяется по формуле

$$F = D\omega^2, \quad (8.16)$$

где D – величина дисбаланса (кг·м), возникающего в результате вращения несбалансированной массы m с угловой скоростью ω , с^{-1} . Величина дисбаланса D рассчитывается по формуле

$$D = me, \quad (8.17)$$

где e – эксцентриситет центра тяжести несбалансированной массы m относительно оси вращения, мкм или г·мм/кг.

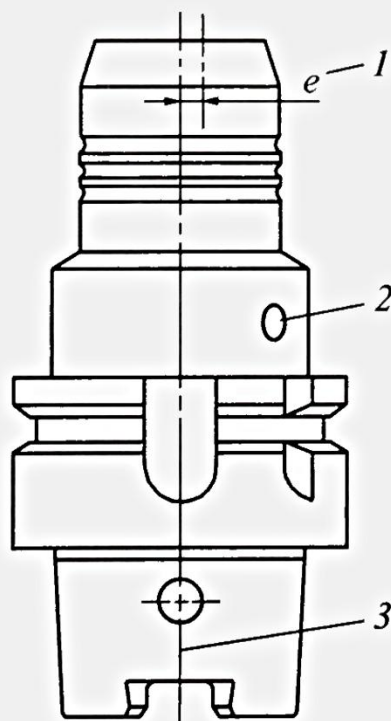


Рис. 8.29. Схема балансировки базисного агрегата:

1 – остаточный эксцентриситет e оси, проходящей через центр масс, относительно оси вращения;
2 – балансировочное отверстие;
3 – ось вращения e

Угловая скорость шпинделя ω подсчитывается по формуле

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}, \quad (8.18)$$

где n – частота вращения шпинделя, мин^{-1} .

Например, центробежная сила F для инструмента, имеющего дисбаланс $D = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}$, на частоте вращения $n = 15\,000 \text{ мин}^{-1}$ составляет 616,8 Н.

Компенсационная масса m_k для балансировки определяется из соотношения

$$m_k = \frac{e_{\max} m}{r}, \quad (8.19)$$

где $e_{\max}$ – максимальный эксцентриситет, определяемый в зависимости от точности балансировки G (рис. 8.30); r – радиус, на котором устанавливается компенсационная масса m_k , мм.

Пример 1. Определение максимального остаточного эксцентриситета $e_{\max}$.

Масса инструмента $m = 0,8 \text{ кг}$, частота вращения шпинделя $n = 30\,000 \text{ мин}^{-1}$. Назначенный класс точности балансировки $G1$. По рис. 8.30 определяем, что $e_{\max} = 0,315 \text{ мкм}$.

Пример 2. Определение компенсационной массы m_k .

Масса инструмента $m = 1,2 \text{ кг}$, частота вращения шпинделя $n = 15\,000 \text{ мин}^{-1}$. Класс точности балансировки – $G6,3$. Максимальный остаточный эксцентриситет $e_{\max} = 4 \text{ г} \cdot \text{мм}/\text{кг}$. На корпусе патрона радиусом $r = 32 \text{ мм}$ необходимо установить компенсационную массу:

$$m_k = \frac{4 \text{ г} \cdot \text{мм} \cdot 1,2 \text{ кг}}{\text{кг} \cdot 32 \text{ мм}} = 1,5 \text{ г}.$$

Постоянные источники дисбаланса создаются конструкцией или возникают в процессе производства. При смене инструмента в этом случае дисбаланс не меняется. На вспомогательном инструменте дисбаланс возникает из-за асимметричных углублений в приводных шпоночных пазах, расточек в оправках, а также из-за ориентирующего углового паза на фланцах конусов 7:24 и конусов HSK-A. На режущих инструментах дисбаланс возникает из-за различия в глубине и длине стружечных канавок, из-за лысок на хвостовиках, при использовании однолезвийных инструментов и т.п. Такой дисбаланс можно устранить до некоторой степени за счет адаптации конструкции или предварительной балансировки инструмента изготовителем.

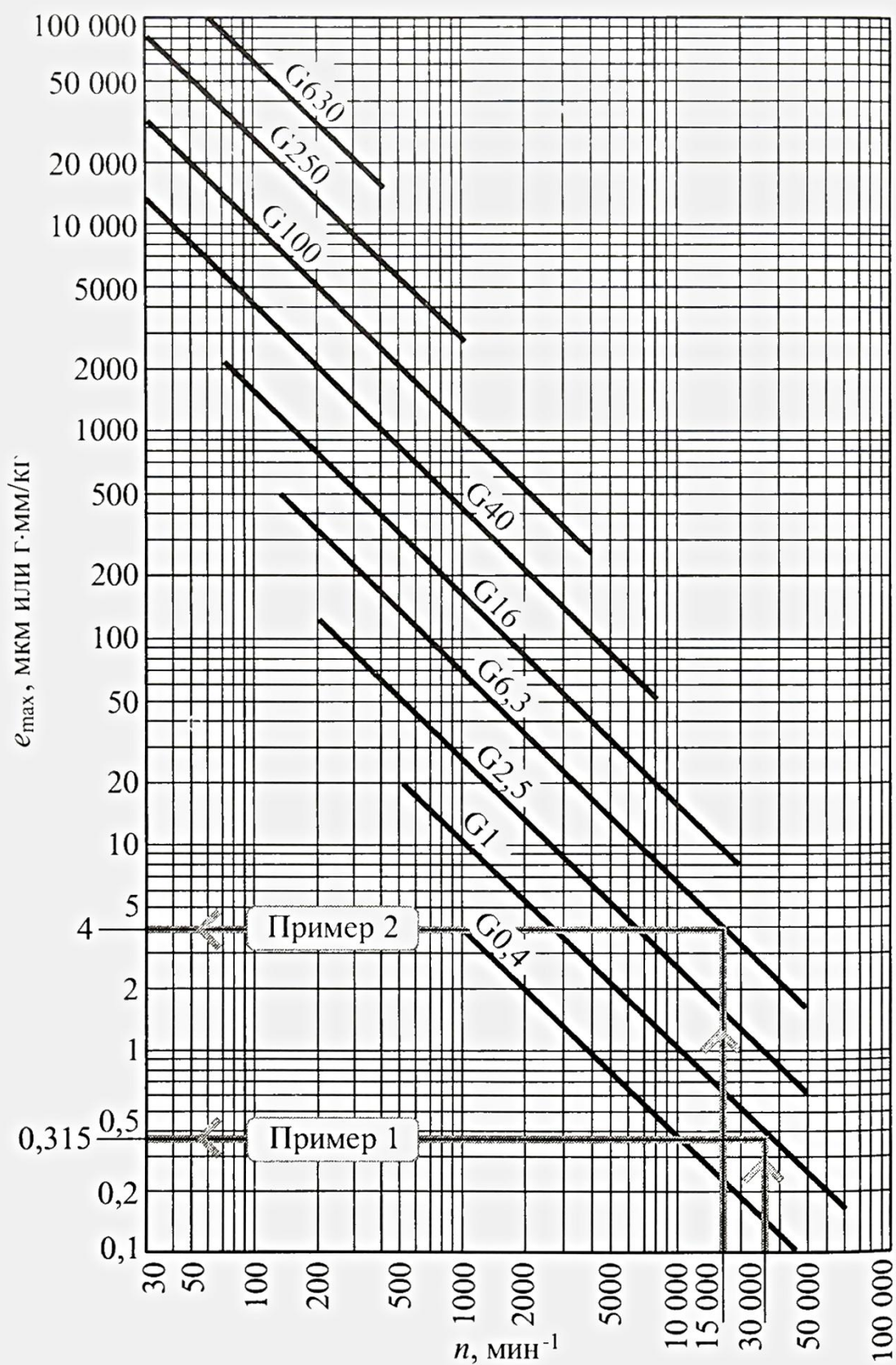


Рис. 8.30. Номограмма для определения максимального остаточного эксцентриситета $e_{\max}$

Переменные источники дисбаланса изменяют его величину при сборке и смене инструмента. К ним относятся цанги и зажимные гайки, которые занимают новое положение при ослаблении и повторном затягивании, зажимные винты, ввернутые на различную глубину, и т.п. Такой дисбаланс может корректировать только пользователь.

Основные указания по качеству балансировки:

1. Оправки (державки) с конусом 7:24 имеют воспроизводимую точность центрирования 5...10 мкм при смене в шпинделе. Это ограничивает качество предварительной балансировки.

2. Оправки HSK имеют воспроизводимую точность центрирования 1...3 мкм и, следовательно, более подходят для предварительной балансировки.

3. Патроны с "термозажимом" и "TRIBOS-R" могут быть подвергнуты 100%-ной предварительной балансировке, так как не имеют подвижных элементов.

4. Гидравлические патроны могут быть предварительно сбалансированы, так как они зажимают хвостовики инструмента, выполненные не грубее 6-го квалитета точности, однако это состояние может измениться, если меняется уровень гидравлической жидкости или положение зажимающего винта-плунжера.

5. Цанговые патроны для сверл и фрез можно сбалансировать для рабочих частот вращения примерно до $10\,000\text{ мин}^{-1}$; для более высоких рабочих скоростей необходима встроенная система балансировки.

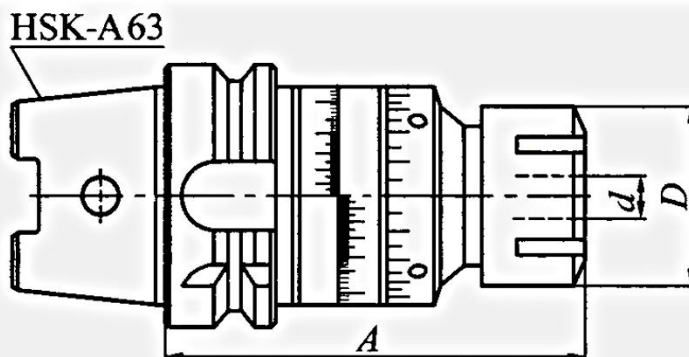
Так как окончательная балансировка производится в сборе с режущим инструментом, то даже идеально сбалансированный патрон все равно приходится подвергать доработке; поэтому предпочтение отдают вспомогательным инструментам, имеющим встроенный механизм балансировки, несмотря на то, что они значительно дороже.

Наиболее часто встречается механизм, состоящий из двух колец, имеющих дисбаланс, надетых на корпус оправки и имеющих возможность поворачиваться относительно оправки и между собой (табл. 8.10 и 8.11). При проведении балансировки кольца поворачиваются на определенный угол по отношению друг к другу и патрону до устранения дисбаланса и в этом положении фиксируются. Два компенсационных кольца позволяют устранить статический дисбаланс при частотах вращения до $20\,000\text{ мин}^{-1}$.

На практике необходимо производить балансировку в одной или двух плоскостях, поскольку дисбаланс – это сочетание статического дисбаланса (когда ось центра масс смещена параллельно оси вращения) и дисбаланса момента от пары сил (ось центра масс наклонена относительно

8.10. Цанговые патроны с встроенным механизмом балансировки

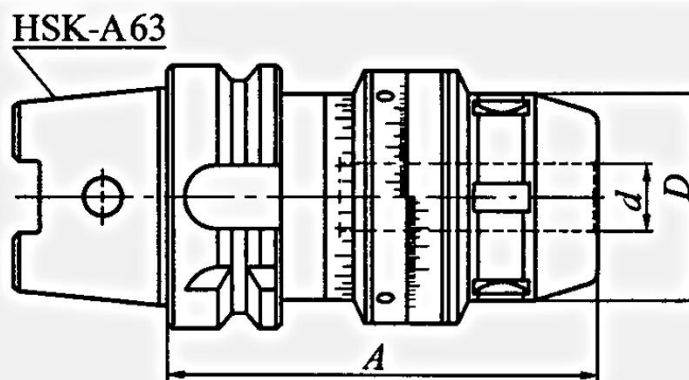
Размеры, мм



d	D	A
0,5...10	28	100; 160
0,5...16	42	

8.11. Фрезерные патроны с встроенным механизмом балансировки

Размеры, мм



d	D	A
10	50	100
20	60	110

оси вращения) с преобладанием одного или другого вида дисбаланса. Такое распределение дисбаланса называется динамическим дисбалансом.

Достижимое качество балансировки (остаточный дисбаланс) на стационарных балансировочных машинах ограничивается влиянием трех факторов.

1. Разрешающая способность балансировочных машин:
 - вертикальные балансировочные машины с собственным шпинделем – приблизительно 0,5...1 г·мм (подавляющее большинство машин для балансировки инструментальных оправок);
 - горизонтальные балансировочные машины без собственного шпинделя – приблизительно 0,1...0,2 г·мм.
2. Погрешность системы зажима балансировочной машины.
3. Повторяемость центрирования инструментальной наладки в переходной втулке балансировочной машины:
 - для конуса 7:24 – 5...10 мкм;
 - для конуса HSK – 1...3 мкм.

В результате для наладки с конусом HSK 32 массой 0,3 кг класс точности балансировки не может быть лучше 0,45 г·мм, а для наладки с конусом HSK 100 массой 6 кг – 18 г·мм (соответственно G0,4 и G16 при частоте вращения 10 000 мин⁻¹).

Обеспечить классы точности балансировки лучше вышеуказанных величин практически невозможно.

Кроме того, после установки и закрепления инструмента на станках создается дополнительный дисбаланс за счет:

- а) системы зажима инструмента – 10...20 г·мм;
- б) погрешности установки – 1...20 г·мм;
- в) остаточного дисбаланса шпинделя при обработке – 5...20 г·мм.

Рекомендации по балансировке инструмента приведены в табл. 8.12.

При обработке с очень большим объемом снимаемой стружки, например при изготовлении из алюминия крупноразмерных авиационных деталей, несмотря на исключительно высокую расходуемую на резание мощность, нагрузка на шпиндельные опоры от сил, возникающих из-за дисбаланса, не является преобладающей. Следовательно, в диапазоне достигаемых при черновой обработке частот вращения 15 000...24 000 мин⁻¹ класс точности балансировки в интервале G6,3–G8,0 является вполне достаточным.

При чистовой обработке с высокими требованиями к качеству получаемой поверхности и к допускам на размеры необходимо, по возможности, свести к минимуму деформации, приведенные к вершине инструмента, вызываемые центробежными силами. Класс точности балансировки G6,3 при частоте вращения инструмента 10 000 мин⁻¹ соответствует остаточному эксцентриситету e порядка 6 мкм, а при 20 000 мин⁻¹ – 3 мкм. Поэтому в этом случае требуется обеспечивать соблюдение по меньшей мере класса точности G6,3. При финишной обработке не исключена необходимость и более высоких классов точности балансировки. В этом случае балансировку инструментальных наладок после их смены следует производить непосредственно в шпинделе станка.

8.12. Рекомендации по балансировке инструмента

Вылет инструмента	Частота вращения, мин ⁻¹				
	1 —→	5000 —→	10 000 —→	20 000 —→	≥30 000
$L \geq 2D$	Предварительная балансировка в одной плоскости	Предварительная балансировка в двух плоскостях	Предварительная балансировка изготовителем в двух плоскостях; балансировка с режущим инструментом в одной плоскости	Предварительная балансировка изготовителем в двух плоскостях; балансировка с инструментом в двух плоскостях	Предварительная балансировка изготовителем в двух плоскостях; компенсация, встроенная в шпиндель станка
$L \leq 2D$	Балансировка не требуется	Предварительная балансировка в одной плоскости	Предварительная балансировка в двух плоскостях	Предварительная балансировка изготовителем в двух плоскостях; балансировка с инструментом в одной плоскости	Предварительная балансировка изготовителем в двух плоскостях; компенсация, встроенная в шпиндель станка

Глава 9

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО РЕЗАНИЯ

При высокопроизводительном точении и фрезеровании с большими глубиной и шириной резания на современных многооперационных станках, как правило, используется инструмент с большими вылетами. Вылеты увеличены из-за необходимости применять универсальный инструмент. Универсальность достигается за счет агрегатирования инструмента [9], когда на суппорте или в шпинделе станка устанавливают унифицированные державки (базисные агрегаты), а в них закрепляют сменные наладки: переходники, удлинители и режущие части. Из-за больших вылетов возрастает биение, больше проявляется динамический дисбаланс. При обработке с большой шириной резания возрастает склонность к вибрациям.

Все это, наряду с большой мощностью резания, выдвигает повышенные требования к силовым характеристикам инструментальной оснастки.

9.1. ТРЕБОВАНИЯ К ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКЕ

Высокопроизводительное фрезерование пазов и уступов характеризуется режимами резания, приведенными в табл. 9.1. Для фрезерования стали с 180...280 НВ на указанных режимах требуется значительная мощность (рис. 9.1).

9.1. Режимы высокопроизводительного фрезерования концевыми фрезами

Обрабатываемый материал	Твердость, НВ	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/мин, при диаметре фрезы, мм			
			25	32	40	50
Р	Малоуглеродистая сталь	≤180	150...200	100...140	100...140	100...140
			150...200	180...220	180...220	200...250
	Углеродистая сталь;	180...280	120...200	100...140	100...140	120...150
			120...200	120...180	120...180	150...200
	легированная сталь	280...350	120...160	80...120	80...120	100...150
			120...160	100...140	100...140	120...180

Окончание табл. 9.1

Обрабатываемый материал		Твердость, НВ	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/мин, при диаметре фрезы, мм			
				25	32	40	50
Р	Высоколегированная сталь	200...280	80...120	80...120	80...120	100...150	100...150
			80...120	100...140	100...140	120...180	120...180
М	Коррозионно-стойкая сталь	≤200	80...140	50...90	50...90	50...90	50...90
			80...140	80...120	80...120	100...140	100...140
К	Чугун	$\sigma_B \leq 450$ Н/мм ²	120...160	180...220	180...220	200...250	200...250
			120...160	200...250	200...250	240...280	240...280

Для высокопроизводительного наружного точения, точения по контуру и для подрезки торцов резцами с хвостовиками HSK типов А и С для автоматической смены на многооперационных токарных станках назначаются режимы резания, указанные в табл. 9.2. Рекомендуемые площади сечения удаляемой стружки для пластин форм CNM и DNM с длиной режущей кромки 12...15 мм достигают 2,5 мм². Соответствующие объемы Q стружки на указанных режимах требуют от главного привода станка мощности не менее 25 кВт.



Рис. 9.1. Мощность, потребляемая для высокопроизводительного фрезерования стали (230 НВ): 25; 32; 40 и 50 – диаметр фрезы

9.2. Режимы высокопроизводительной токарной обработки

Обрабатываемый материал	Твердость, НВ	Обработка	Скорость резания, м/мин
Р	≤ 180	Финишная	150...350
		Чистовая	200...300
		Получистовая	150...250
	180...280	Финишная	150...300
		Чистовая	250...250
		Получистовая	120...220
М	≤ 200	Финишная	100...150
		Чистовая	80...120
		Получистовая	70...120
К	$\sigma_B \leq 350 \text{ Н/мм}^2$	Финишная	180...300
		Чистовая	160...250
		Получистовая	150...240

При высокопроизводительном сверлении напайными и цельными твердосплавными сверлами на режимах, указанных в табл. 9.3, сопротивление резанию при обработке коррозионно-стойкой стали с твердостью 220 НВ на скорости 60 м/мин характеризуется следующими потребляемой мощностью (рис. 9.2), крутящим моментом (рис. 9.3) и осевой нагрузкой (рис. 9.4).

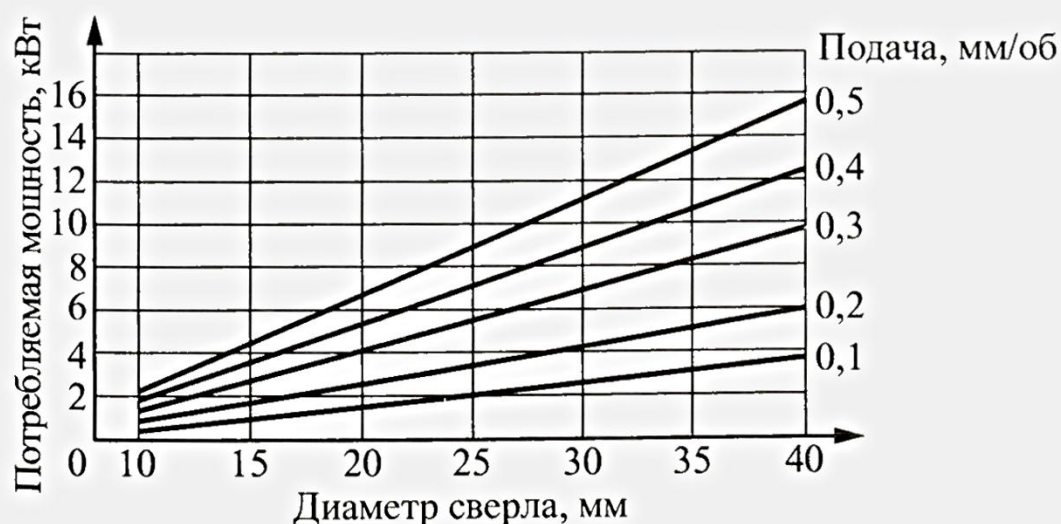


Рис. 9.2. Мощность, потребляемая для высокопроизводительного сверления

9.3. Режимы высокопроизводительного сверления

Обрабатываемый материал	Твердость, НВ	Диаметр сверла, мм					
		Св. 8,0 до 13,0		Св. 13,0 до 18,0		Св. 18,0 до 40,0	
		Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об
Р	Малоуглеродистая сталь	40...65	0,20...0,30	50...70	0,25...0,35	60...85	0,25...0,35
	Углеродистая сталь; легированная сталь	180...280	0,20...0,30	45...70	0,25...0,35	55...80	0,25...0,35
		280...350	0,20...0,30	40...60	0,20...0,30	45...65	0,20...0,30
М	Коррозионно-стойкая сталь	180...220	0,20...0,27	25...45	0,20...0,30	30...50	0,25...0,35
К	Чугун	$\sigma_B \leq 350$ Н/мм ²	0,25...0,35	50...80	0,30...0,40	60...90	0,35...0,45
	Ковкий чугун	$\sigma_B \leq 450$ Н/мм ²	0,20...0,30	45...70	0,25...0,35	55...80	0,25...0,35
	Жаростойкий сплав	—	0,05...0,12	15...25	0,10...0,20	20...30	0,10...0,20
S	Титановый сплав	—	0,10...0,17	20...35	0,15...0,25	30...40	0,20...0,30

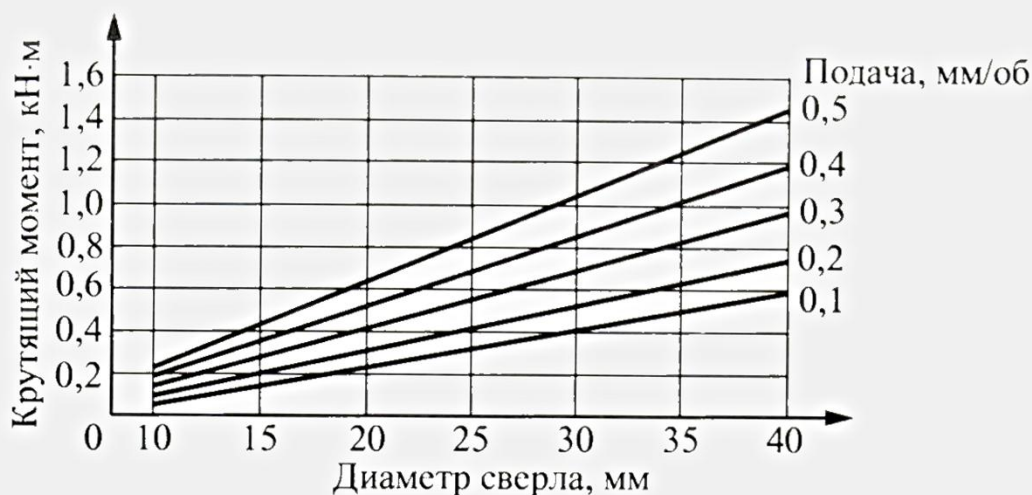


Рис. 9.3. Крутящий момент при высокопроизводительном сверлении

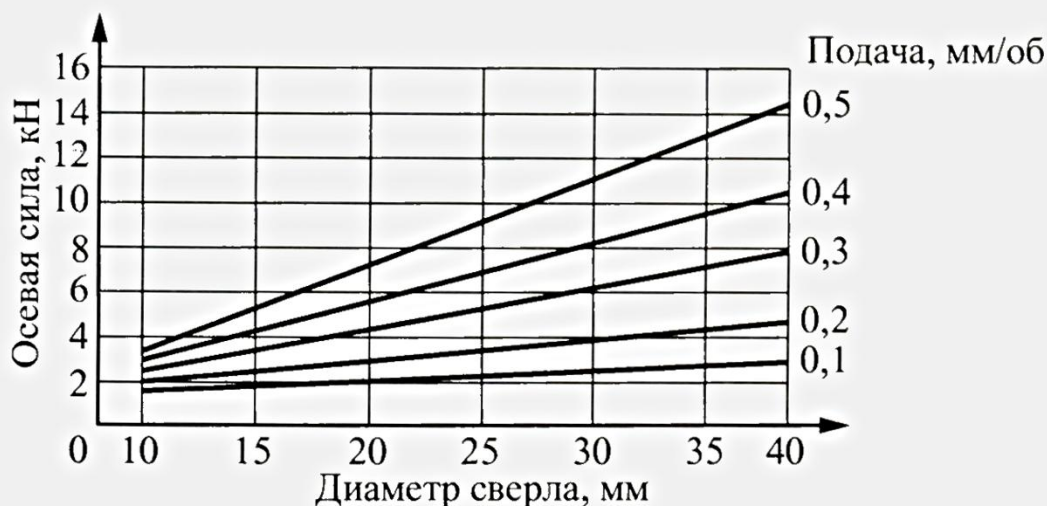


Рис. 9.4. Осевая сила при высокопроизводительном сверлении

Анализ приведенных сведений позволяет сформулировать основные требования к инструментальной оснастке для крепления высокопроизводительного режущего инструмента.

1. Диапазон диаметров зажимаемых цилиндрических хвостовиков должен как минимум охватывать размеры от 8 до 32 мм.
2. Крутящий момент, передаваемый зажимным патронам для цилиндрических хвостовиков фрез и сверл должен быть не менее 1600 Н·м.
3. Зажимной патрон должен удерживать цилиндрический хвостовик инструмента от перемещения осевой силой резания до 14 кН.

Автоматически сменяемые токарные резцы, закрепляемые в унифицированных державках многооперационных станков, должны иметь хвостовики с посадочным диаметром 50...63 мм и передавать крутящий момент, создаваемый силой резания P_z не менее 0,6...1,0 Н·м.

9.2. КРЕПЛЕНИЕ ОСЕВОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

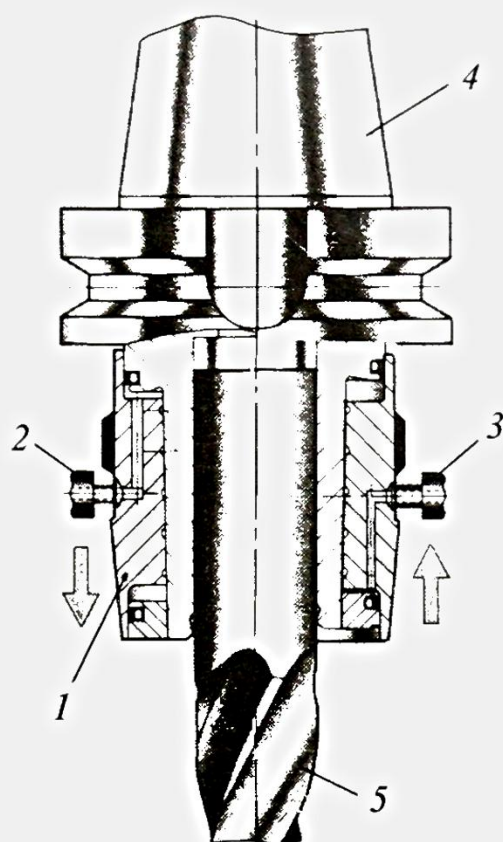


Рис. 9.5. Схема действия патрона "Cogo Grip"

Принцип работы патрона "Cogo Grip" (рис. 9.5) основан на деформации стенок корпуса 4. Для этого втулка 1 конусным отверстием с очень маленькой конусностью под действием высокого давления гидравлической жидкости, подаваемой через штуцер 3, перемещается вверх к хвостовику патрона. Из-за большого самоторможения втулки 1 патрон "Cogo Grip" может работать на очень высоких частотах вращения без опасности самораскрепления инструмента (рис. 9.6). Однако если в патроне "Cogo Grip" применяются переходные втулки и сменные цанги, то частота вращения патрона должна быть ограничена 8000 мин^{-1} .

Для раскрепления инструмента давление подается к штуцеру 2 (см. рис. 9.5).

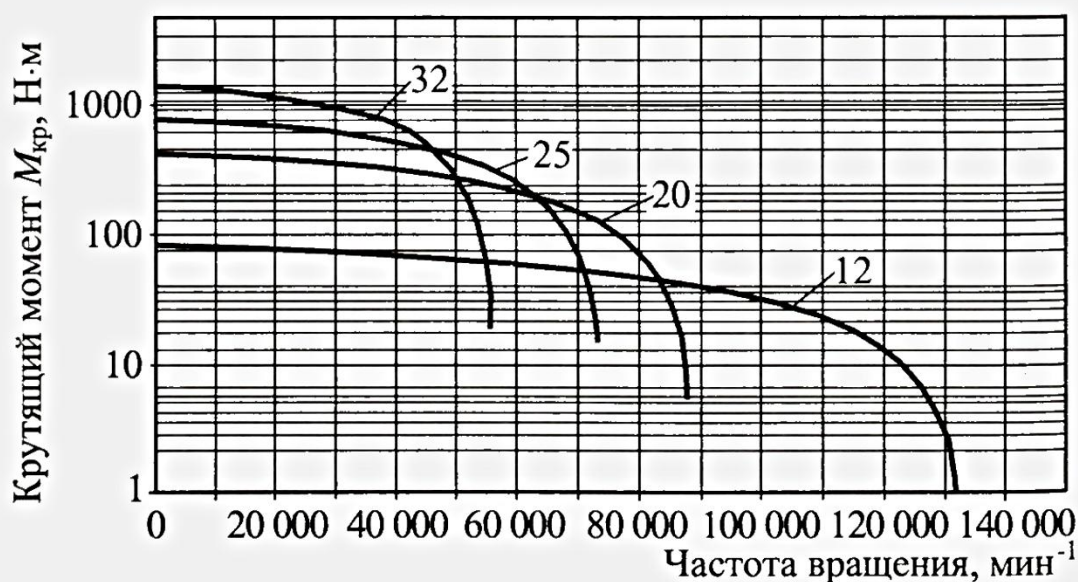


Рис. 9.6. Зависимость передаваемого крутящего момента $M_{кр}$ от частоты вращения патрона "Cogo Grip":
12; 20; 25 и 32 – диаметры закрепляемых хвостовиков

В патронах "TRIBOS-R" для крепления цилиндрических хвостовиков используется идея патента Германии № 19827109 фирмы Fritz Schunk GmbH & Co. RG.

Разъемное соединение деталей по этому патенту осуществляется следующим образом (рис. 9.7).

Для соединения деталей *a* и *b* деталь *b* посредством радиальных сжимающих сил *F* упруго деформируется таким образом, чтобы деталь *a* получила возможность входить в деталь *b*. После ввода одной детали в другую, когда деформированная деталь в результате снижения или снятия усилий сжатия повторно упруго деформируется, получают соединение с натягом. Деталь *b* представляет собой полый корпус с расположенными внутри него по окружности вырезами *c*, которые, в свою очередь, с помощью срединных отверстий *d* образуют сегменты *e* корпуса, служащие в качестве зажимных элементов. Линии действия сил *F* сжатия лежат в срединных плоскостях отверстий *d*, так что при упругой деформации детали *b* сегменты *e* корпуса радиально перемещаются в области вырезов *c* в зависимости от направления воздействия сил *F* сжатия и расположения сегментов *c* корпуса на деформируемой детали *b*.

Практически это соединение реализуется за счет шлифования внутреннего отверстия при сжатии наружной поверхности патрона "TRIBOS-R" силами *F*. После снятия сжатия упругие свойства материала патрона возвращают ему исходное положение, при котором внутреннее отверстие приобретает "РК-профиль". Закрепление инструмента в патроне "TRIBOS-R" осуществляется в 4 этапа.

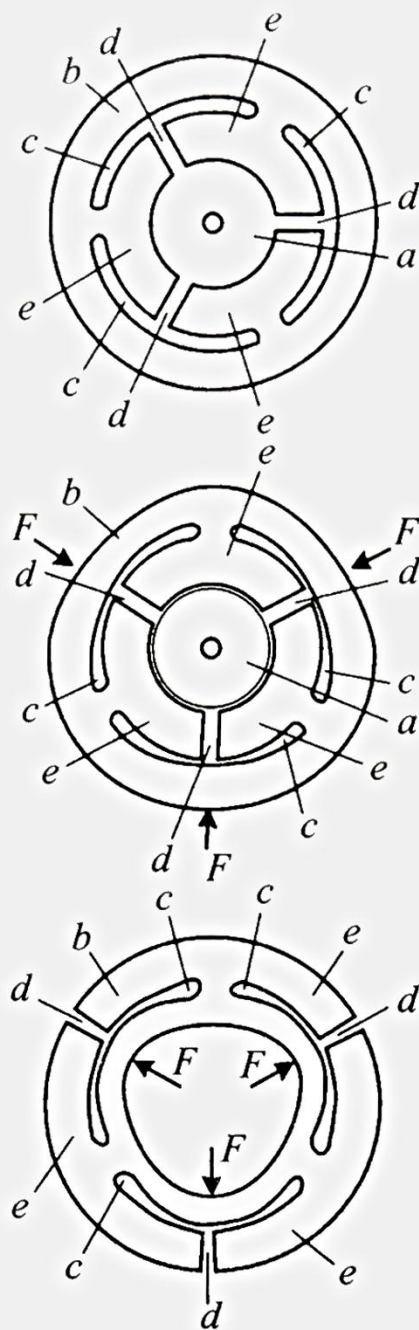


Рис. 9.7. Разъемное соединение деталей (патент Германии № 19827109)

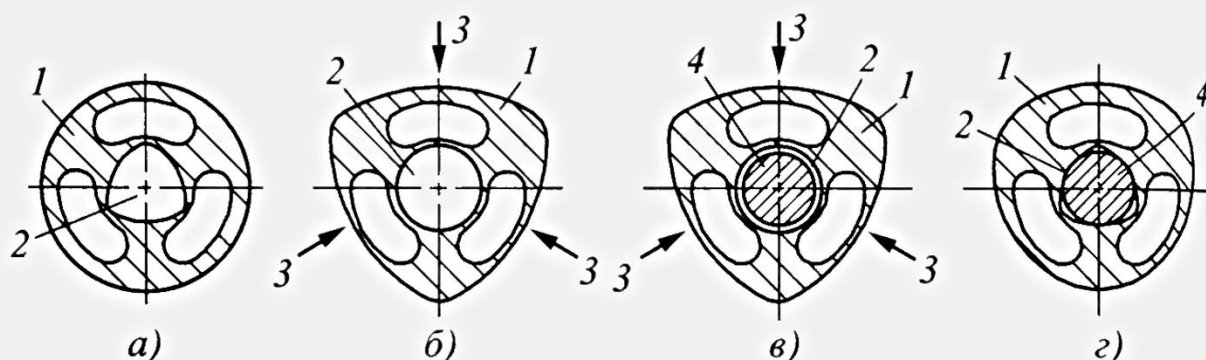


Рис. 9.8. Этапы закрепления инструмента в патроне "TRIBOS-R"

1. В нерабочем состоянии посадочное отверстие корпуса патрона 1 с механически деформируемым корпусом имеет форму тригона 2 (рис. 9.8, а).

2. После приложения деформирующих сил 3 к наружной поверхности корпуса патрона 1 посадочное отверстие 2 приобретает форму окружности постоянного радиуса (рис. 9.8, б).

3. В образовавшееся цилиндрическое отверстие 2 может быть вставлен хвостовик инструмента 4 (рис. 9.8, в).

4. После снятия деформирующего воздействия сил 3 посадочное отверстие 2 стремится вернуться к форме тригона и зажимает хвостовик инструмента 4 (рис. 9.8, г).

Роликовые патроны также применяются для высокопроизводительного резания. В них сила закрепления создается за счет заклинивания игольчатых роликов 3 (рис. 9.9) между гайкой 5 и конической наружной поверхностью корпуса 1. Закаленные стальные ролики укладываются в латунный сепаратор 4 в шахматном порядке в три ряда. Сепаратор фиксируется на корпусе 1 запорными кольцами 2, 6 и 7. Как правило, размещают 126 роликов диаметром 2 мм и длиной 10 мм. При размещении роликов под углом $1,5...2^\circ$, огибающая их поверхность образует гиперболоид (конструкция Шухова), который при вращении гайки дополнительно деформирует корпус 1, создавая более равномерный зажим. Конструктивные элементы сборки роликового патрона показаны на рис. 9.10.

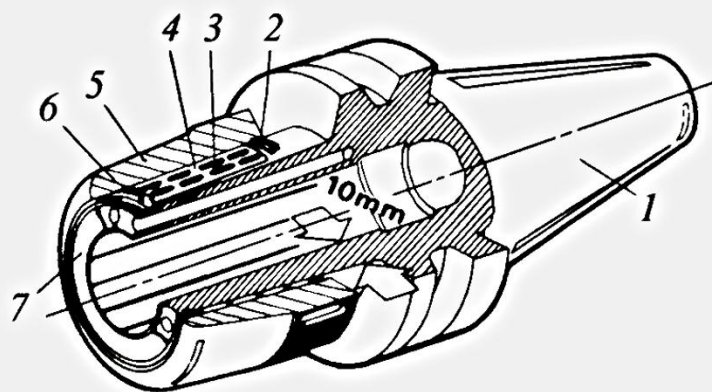
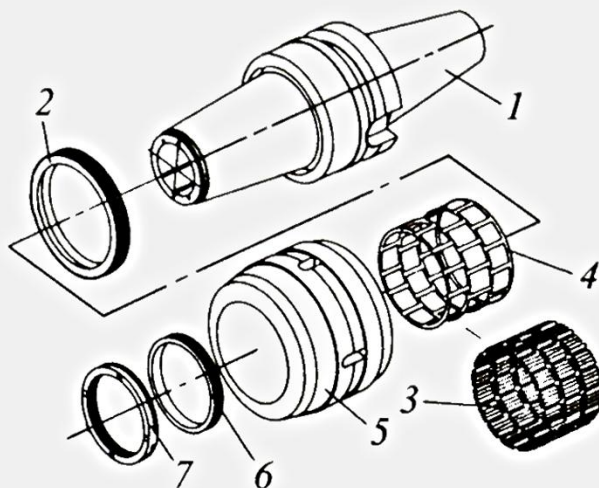


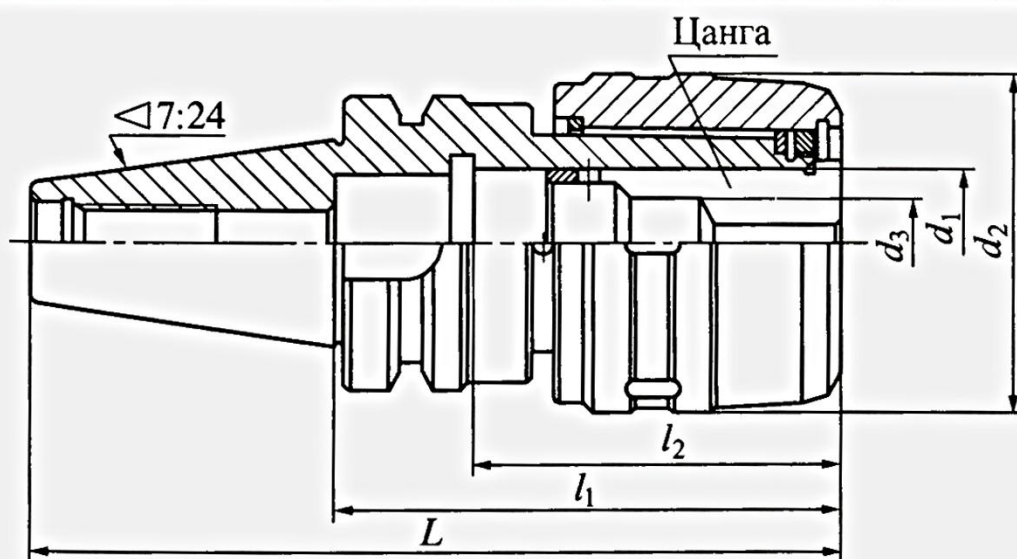
Рис. 9.9. Устройство роликового патрона

Рис. 9.10. Конструктивные элементы роликового патрона: обозначения см. рис. 9.9



Для универсальности в роликовом патроне применяют сменные накладки – разрезные цилиндрические цанги (рис. 9.11 и табл. 9.4). В случае уменьшения длины L_1 активного зажима пропорционально уменьшается величина передаваемого крутящего момента $M_{кр}$ (рис. 9.12, а).

9.4. Основные размеры, мм, роликовых патронов



Конус 7:24	d_1	d_2	d_3	L	l_1	l_2
30	20	55	6; 8; 10; 12; 16	145,4	75	55
				160,4	90	
	25	60	6; 8; 10; 12; 16; 20	145,4	75	
				160,4	90	

Окончание табл. 9.4

Конус 7:24	d_1	d_2	d_3	L	l_1	l_2
40	20	55	6; 8; 10; 12; 16	172,4	80	55
				192,4	100	
				207,4	135	
	25	60	6; 8; 10; 12; 16; 20	172,4	80	
				192,4	100	
	32	73	6; 8; 10; 12; 16; 20; 25	182,4	90	65
				197,4	105	
				227,4	135	
50	20	55	6; 8; 10; 12; 16	244,8	105	55
				289,8	150	
	25	60	6; 8; 10; 12; 16; 20	244,8	105	
				274,8	135	
50	32	73	6; 8; 10; 12; 16; 20; 25	274,8	135	65
				304,8	165	
	42	95	10; 12; 16; 20; 25; 32	249,8	110	90
				274,8	135	
				304,8	165	

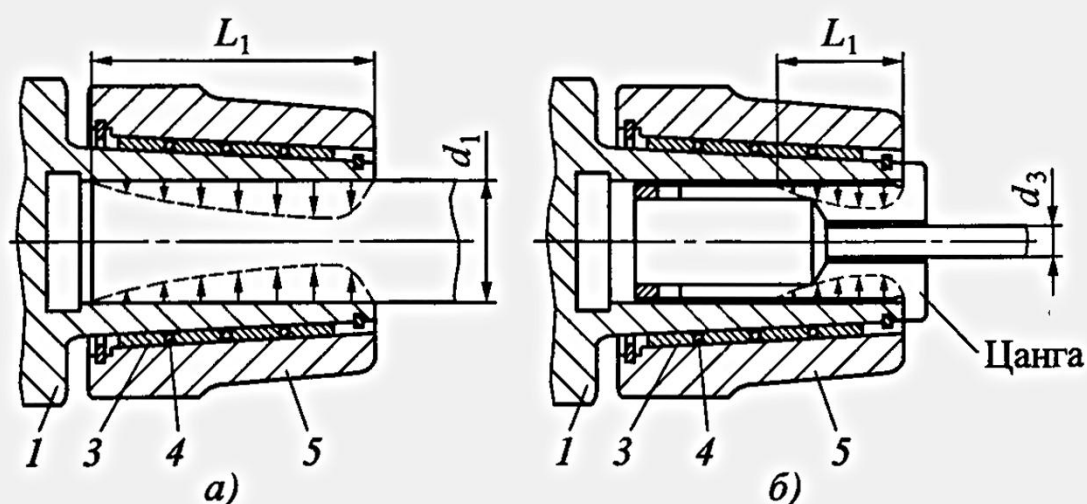


Рис. 9.11. Деформация корпуса (а) роликового патрона и закрепленной в нем цилиндрической цанги (б): обозначения см. рис. 9.9

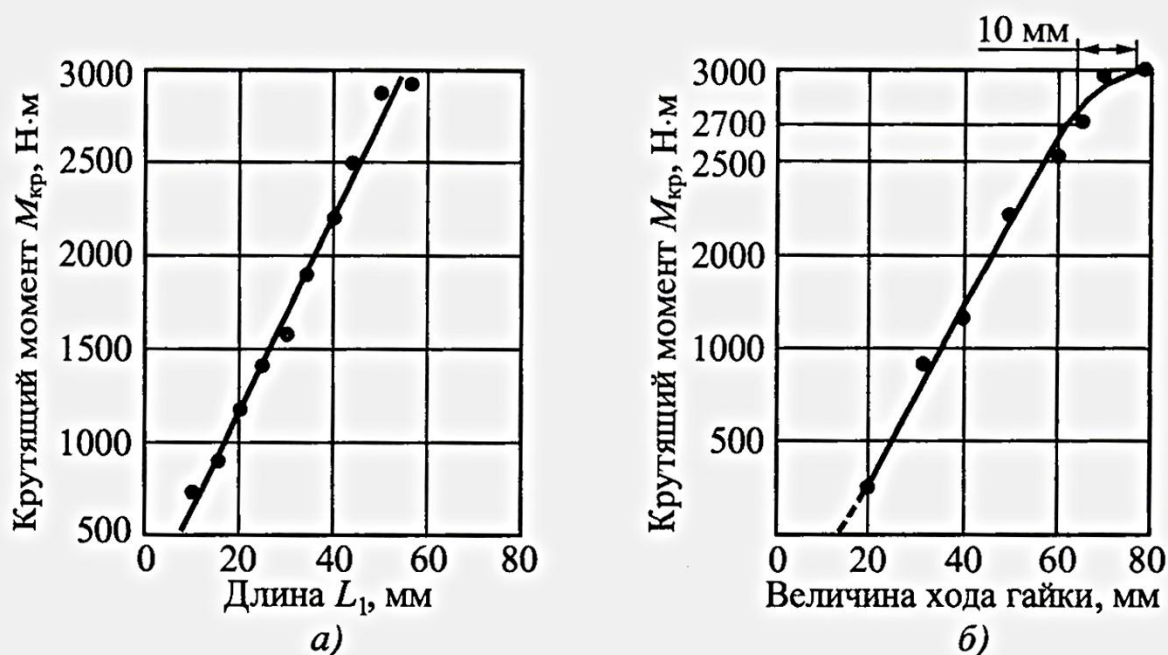


Рис. 9.12. Зависимость для роликового патрона с номинальным диаметром $d_1 = 32$ мм крутящего момента $M_{кр}$:
 а – от длины активного зажима L_1 ; б – от величины хода гайки

На передаваемый крутящий момент $M_{кр}$ в роликовых патронах существенно влияет величина поворота гайки, измеренная по дуге наружного диаметра d_2 (см. табл. 9.4). Как показано на рис. 9.12, б, при повороте по дуге длиной более 60 мм (более 1/4 оборота) прирост крутящего момента замедляется и на дуге 10 мм составляет всего 300 Н·м. Зависимость крутящего момента $M_{кр}$ от величины номинального диаметра d_1 роликового патрона показана на рис. 9.13, а от диаметра d_3 посадочного отверстия в сменной цанге – на рис. 9.14.

Сравнение зажимных патронов различных конструкций (рис. 9.15) показывает, что необходимое для эксплуатации патрона "TRIBOS-R" монтажное устройство полностью автономно и не требует подведения энергии от внешнего источника. Отпадает также необходимость в охлаждающем устройстве для "термозажима". В одном и том же инструментальном патроне можно закреплять твердосплавные и быстрорежущие инструменты, а передаваемые ими крутящие моменты значительно превосходят требуемые для обработки. В отличие от цангового патрона в системе "TRIBOS-R" отсутствуют подвижные детали, что делает ее механически нечувствительной, крепление является полностью безызносным и не требует проведения каких-либо операций по поддержанию этой системы в исправности. Еще одним положительным свойством системы "TRIBOS-R" является то, что зажимное устройство выполнено цельным и симметричным.

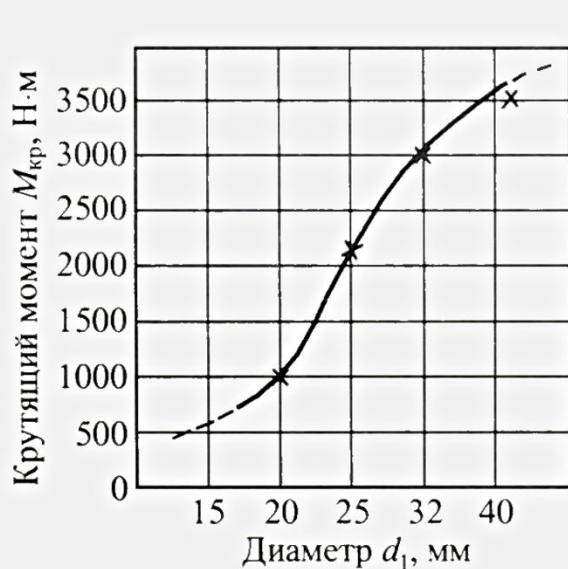


Рис. 9.13. Зависимость крутящего момента $M_{кр}$ от номинального диаметра d_1

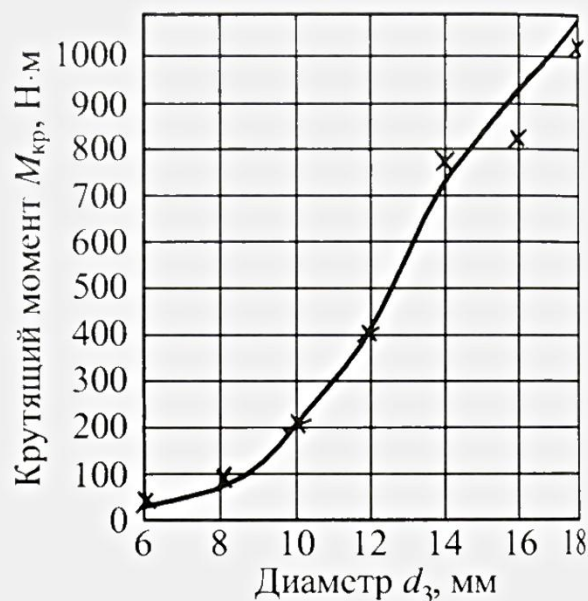


Рис. 9.14. Зависимость крутящего момента $M_{кр}$ роликового патрона со сменной цангой с наружным диаметром 32 мм от ее внутреннего диаметра d_3

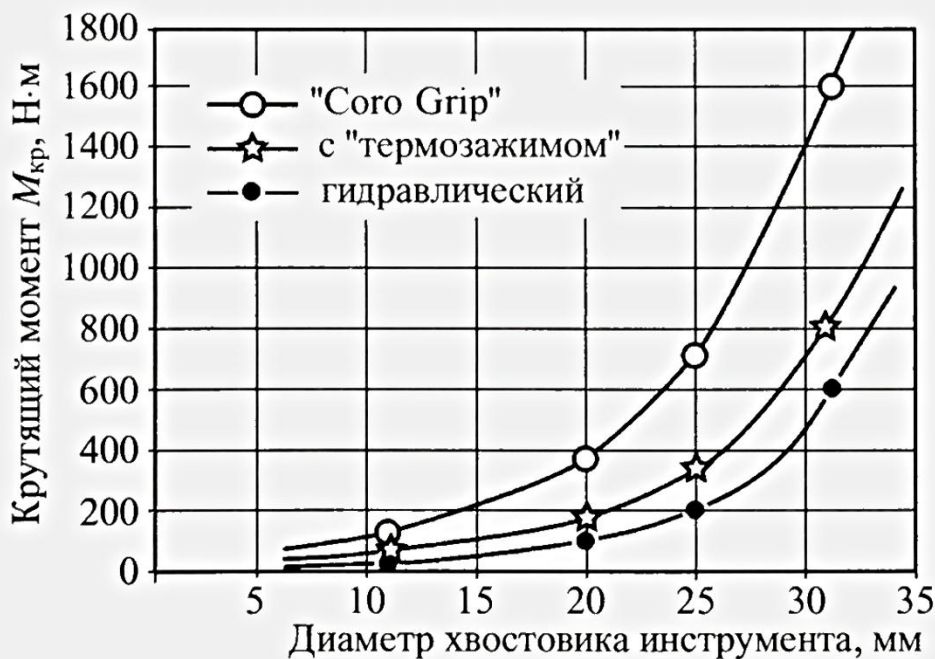


Рис. 9.15. Зависимость крутящего момента $M_{кр}$ от диаметра закрепленного хвостовика

Деформация многоугольного профиля (см. рис. 9.8) происходит так же, как и у гидравлического разжимного патрона в границах упругой деформации стали, ниже границы предела текучести, что исключает появление структурных изменений в материале корпуса.

Связанные с внедрением патронов "TRIBOS-R" первоначальные инвестиции на 30...50 % ниже, чем при внедрении системы "термозажима", а по сравнению с другими системами, не нуждающимися в специальных зажимных устройствах, система "TRIBOS-R" в связи с небольшой ценой патрона окупается после внедрения первых 6 патронов.

Сравнение патрона "TRIBOS-R", патрона с односторонним прижимом винтами и патрона с "термозажимом" показало, что система "TRIBOS-R" обеспечивает большую стойкость режущего инструмента при высокопроизводительной обработке (табл. 9.5).

9.5. Сравнение патронов разных конструкций

Параметр	Патрон		
	"TRIBOS-R"	с односторонним зажимом	с "термозажимом"
Длина патрона, %	100	77,7	102,8
Стойкость инструмента, выраженная длиной резания, %	100	55,0	77,7
Жесткость	100	88,2	95,8
Величина, обратная моменту инерции	100	50,8	48,1

Серьезным недостатком патронов "TRIBOS-R" является уникальность технологии их изготовления, что не позволяет воспроизводить их в цехах инструментальных предприятий.

Положительной чертой патрона "Coro Grip" является то, что в нем можно закреплять хвостовики с более широкими допусками, чем в других патронах, вплоть до H7.

Основные размеры других конструкций инструментальной оснастки, применяемой для высокопроизводительного резания, приведены в табл. 9.6–9.11.

9.6. Оправки для торцовых фрез

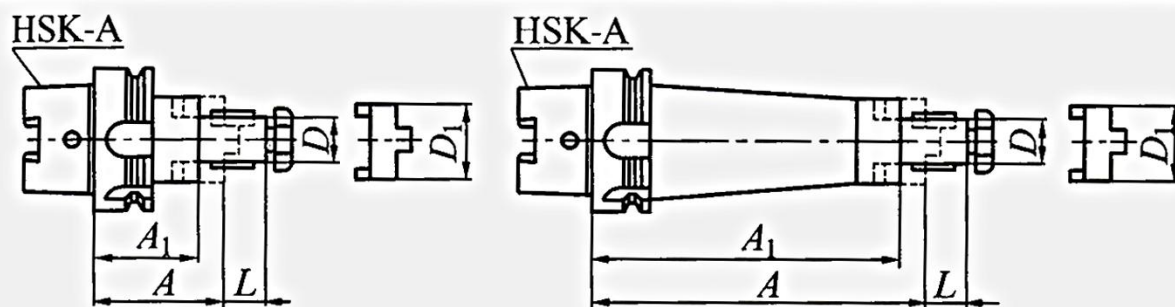
Размеры, мм

Б (увеличено)

HSK-A	<i>D</i>	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₃	<i>A</i>	<i>L</i>	<i>M</i>
50	16	40	—	50	17	—
	22	50		60	19	
	27	60			21	
	32	70			24	
63	16	40	—	50; 150	17	—
	22	50			19	
	27	60		60; 160	21	
	32	78			24	
	40	89	66,7		27	M12
100	16	40	—	50; 160	17	—
	22	50			19	
	27	60			21	
	32	78			24	
	40	89	66,7		27	M12
	50	98	—	70	30	—
	60	130	101,6			M16

9.7. Оправки для торцовых и дисковых фрез

Размеры, мм



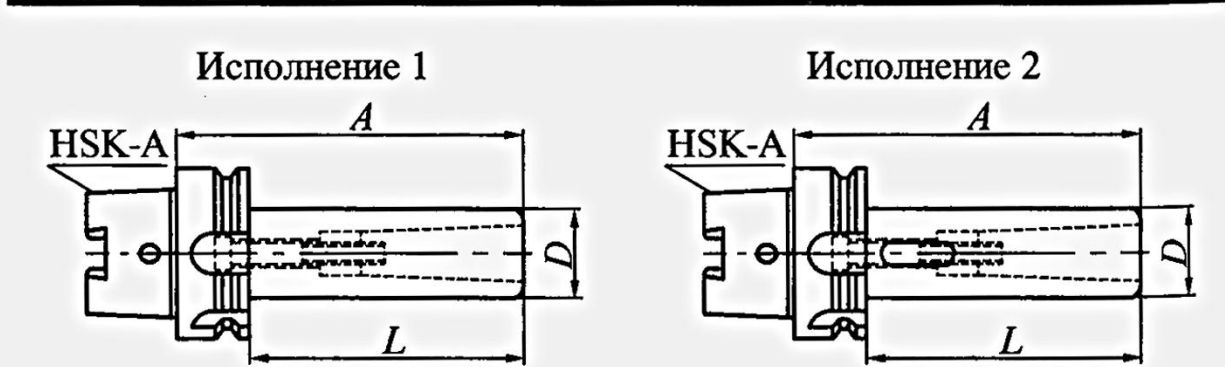
HSK-A	D	D_1	A	A_1	L
50	16	32	50	40	17
			100	90	
	22	40	50; 150	38	19
	27	48	65	53	21
			100	88	
	32	58	65	51	24
			100	86	
63	16	32	60	50	17
			100	90	
			160	150	
	22	40	60	48	19
			100	88	
			160	148	
	27	48	60	48	21
			100	88	
			160	148	
	32	58	60	46	24
			100	86	
			160	146	
	40	70	70	56	27
			100	86	
			160	146	

Окончание табл. 9.7

HSK-A	D	D_1	A	A_1	L
100	16	32	60	50	17
			100	90	
	22	40	60	48	19
			100	88	
	27	48	60	48	21
			100	88	
	32	58	60	46	24
			100	86	
	40	70	70	56	27
			100	86	
	50	90	80	64	30

9.8. Втулки переходные с конусом Морзе

Размеры, мм



HSK-A	Конус Морзе	Исполнение	D	A	L
50	1	2	25	100	74
	2		32	120	94
	3		40	140	114
	1	1	25	100	74
	2		32	120	94
	3		40	140	114

Окончание табл. 9.8

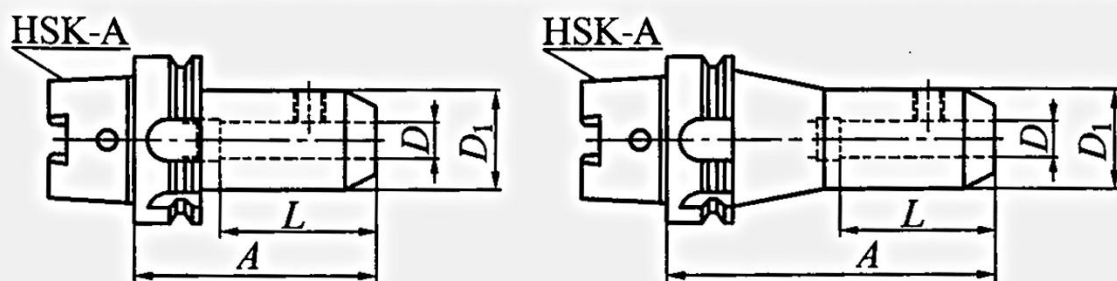
HSK-A	Конус Морзе	Исполнение	D	A	L
63	1	2	25	100	74
	2		32	120	94
	3		40	140	114
	4		48	160	134
	1	1	25	100	74
	2		32	115	89
	3		40	135	109
	4		48	160	134
100	1	2	25	110	81
	2		32	120	91
	3		40	150	121
	4		48	170	141
	5		63	200	171

Примечания: 1. Исполнение 1 – для фрез.

2. Исполнение 2 – для сверл и фрез.

9.9. Державки для цилиндрических хвостовиков с лыской

Размеры, мм



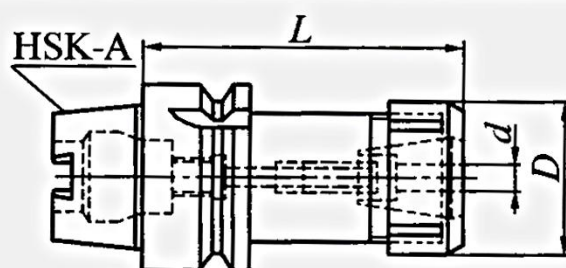
HSK-A	D	D_1	A	L
50	6	25	65	35
		18	120	
	8	28	65	
		22	120	
	10	35	65	39
		30	120	

Окончание табл. 9.9

HSK-A	D	D_1	A	L
50	12	42	80	44
		35	120	
	14	44	80; 120	47
	16	48		
	18	50		
	20	52		
	25	65	105	54
63	6	25	65	35
	8	26		
	10	35		
	12	42	80	44
	14	44		
	16	48		
	18	50		
	20	52		
	25	65	110	54
	32	72		58
100	6	25	80; 120	35
		18	160	
	8	28	80; 120	
		22	160	
	10	35	60; 120	39
		30	160	
	12	42	80; 120	44
		35	160	
	14	44	80; 120; 160	47
	16	48	100	
		42	160	
	18	50	100; 160	
	20	52	100	49
		45	160	
	25	65	100; 160	54
	32	72		58

9.10. Патроны цанговые

Размеры, мм

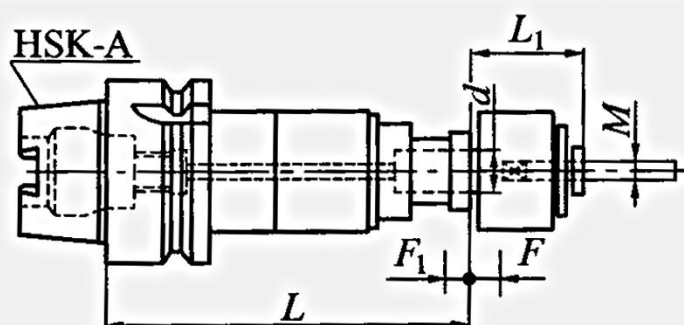


HSK-A	d	D	L
63	2...12	42	100
	5...25	63	120
80 =	2...12	42	100
	5...25	63	120
	20...40	85	150
100	2...12	42	110

Примечание. Комплект цанг поставляется по заказу.

9.11. Патроны резьбонарезные

Размеры, мм



HSK-A	M	d	L	F	F_1	L_1
50	M3...M12	19	125	15	5	41
	M14...M24	32	150	20	8	61
63	M3...M12	19	125	15	5	41
	M14...M24	32	150	20	8	61

Окончание табл. 9.11

HSK-A	M	d	L	F	F_1	L_1
80	M3...M12	19	125	15	5	41
	M14...M24	32	150	20	8	61
	M27...M42	50	200	25	10	83
100	M3...M12	19	125	15	5	41
	M14...M24	32	150	20	8	61
	M27...M42	50	200	25	10	83

Примечания:

1. Осевая компенсация: F – растяжение, F_1 – сжатие.

2. Комплект сменных резьбонарезных головок поставляется по заказу.

9.3. ОСНАСТКА МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Дальнейшее развитие инструментальной оснастки для токарных многооперационных станков с ЧПУ привело к замене стандартных резцов, закрепляемых в резцедержателях, на специальные конструкции (рис. 9.16).

Важным преимуществом такого решения является возможность применения одних и тех же конструкций хвостовиков инструмента как на токарных, так и на фрезерно-сверлильно-расточных операциях (рис. 9.17).

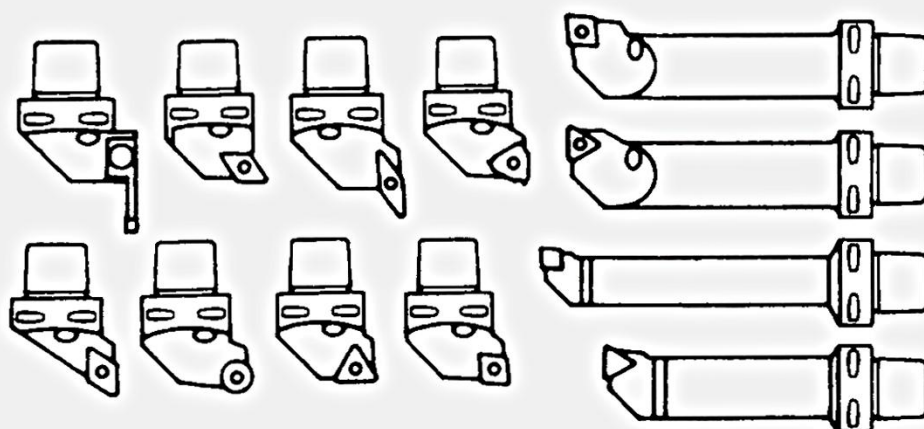


Рис. 9.16. Специальные конструкции проходных, канавочных и расточных резцов для закрепления в резцедержателях токарных станков

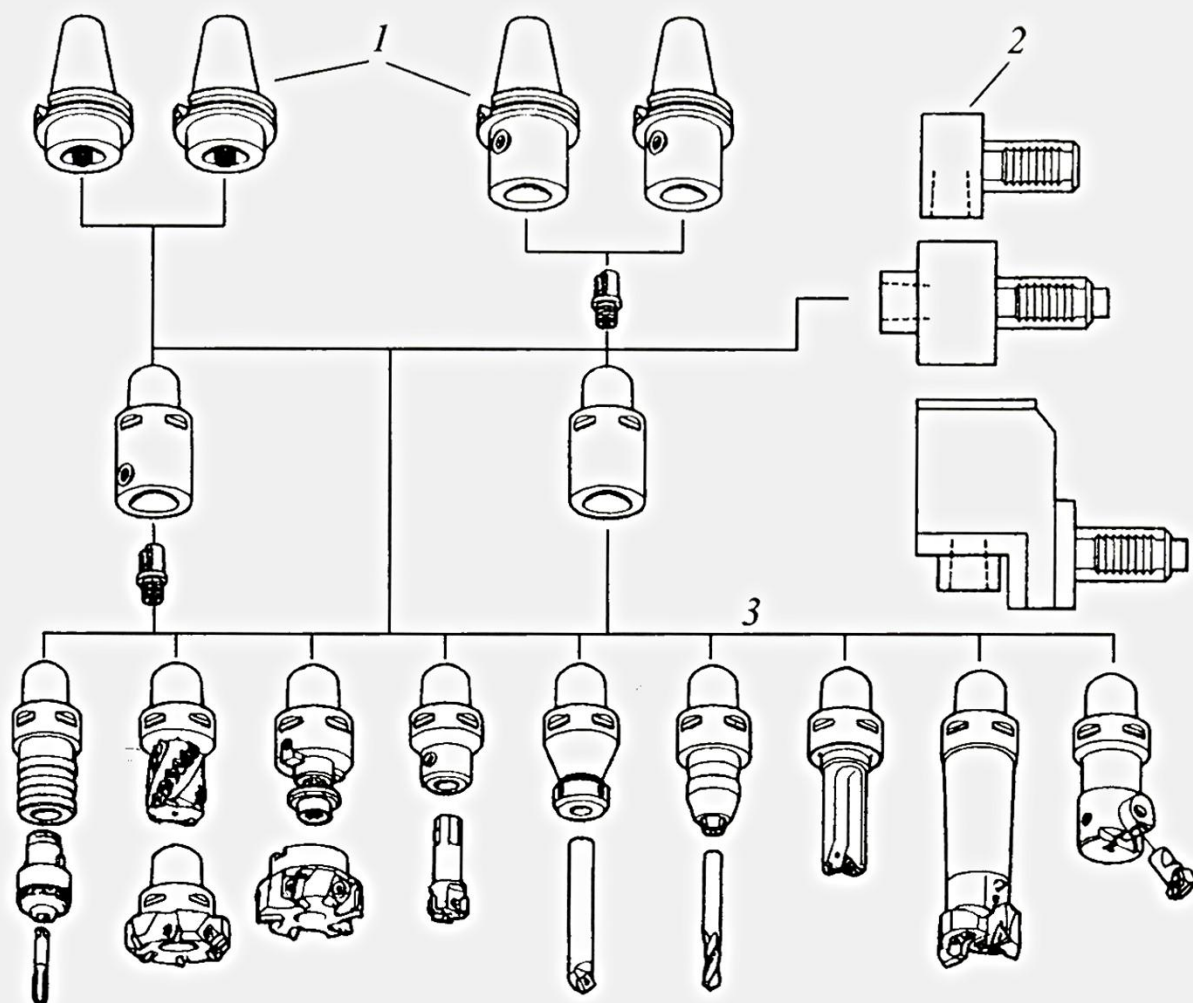


Рис. 9.17. Применение специальных конструкций патронов 1 и резцедержателей 2 для вращающегося инструмента 3

В качестве базирующих в специальных конструкциях используют конические хвостовики конусностью 1:10 или 1:20 с размерами фланца для торцового контакта по нормальному ряду (рис. 9.18). Это приближает эти конструкции к инструментальной оснастке с хвостовиками HSK и обеспечивает дальнейшую унификацию инструмента. В настоящее время унифицированы конструкции проходных (рис. 9.19), канавочных и расточных резцов, сверл и других инструментов. Сравнение размеров специальных конструкций и стандартных проходных резцов с главным углом в плане $\varphi = 95^\circ$ приведено в табл. 9.12.

Система "Coromant Capto" фирмы Sandvik Coromant (Швеция) основана на применении хвостовика, имеющего в сечении трехгранную форму с радиусными скруглениями (рис. 9.20). Такое соединение получило название "РК-профиль" и отличается от обычных конических соединений

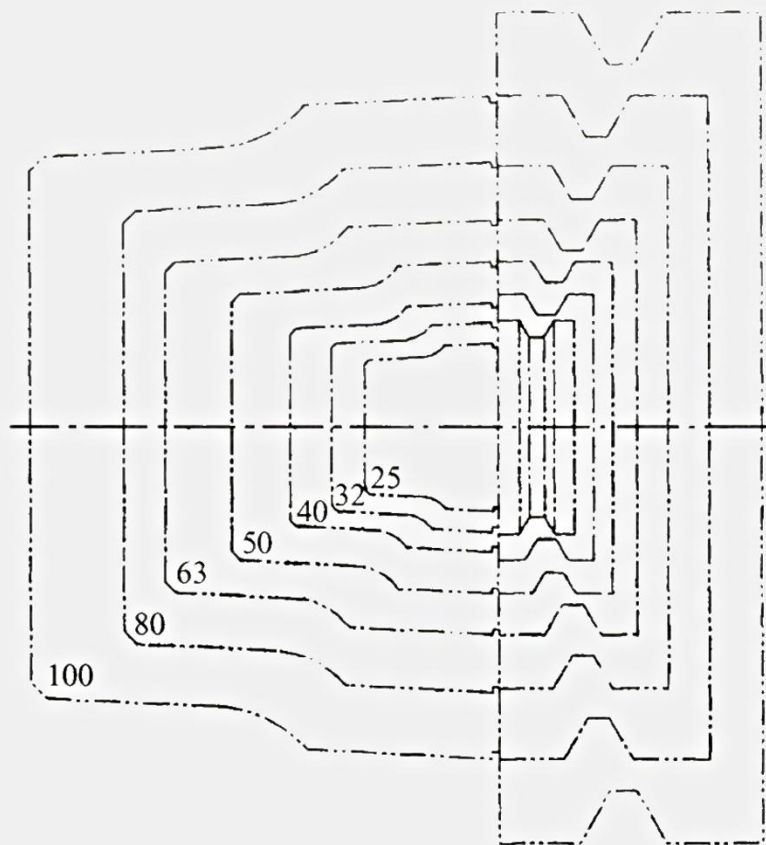


Рис. 9.18. Типоразмерный ряд хвостовиков специальных конструкций

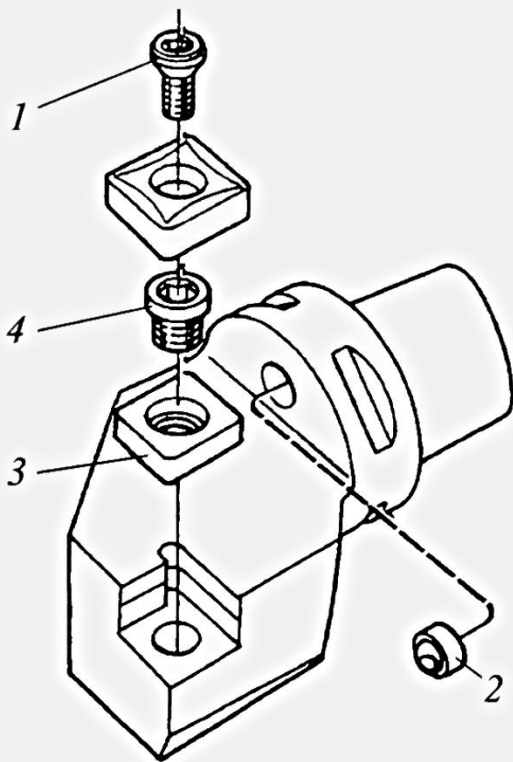
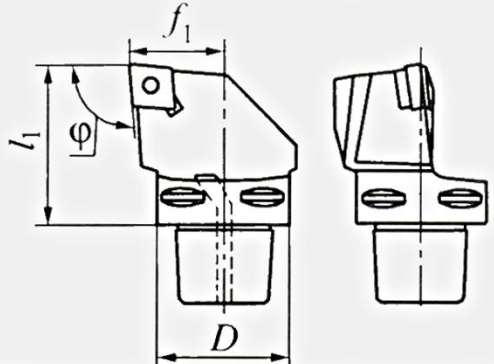
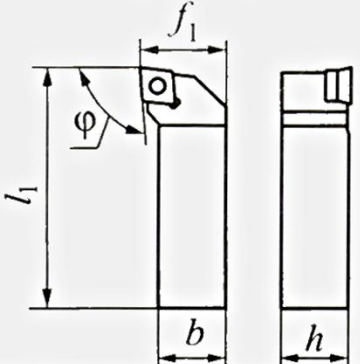


Рис. 9.19. Унифицированная конструкция проходного резца SCLC с пластиной ССМТ, закрепленной винтом:

1 – винт; 2 – втулка для подвода СОЖ;
3 – подкладка; 4 – резьбовая втулка

9.12. Сравнение размеров, мм, специальных конструкций и стандартных проходных резцов SCLC с $\varphi = 95^\circ$

Специальная конструкция				Стандартный резец				
								
l	D	f_1	l_1	l	b	f_1	h	l_1
9	32	22	40	9	12	16	12	80
	40	27	50		16	20	16	100
	50	35	60		20	25	20	125
	63	45	65					
12	32	22	40	12	20	25	20	125
	40	27	50					
	50	35	60		25	32	25	150
	63	45	65					

Обозначение: l – длина режущей кромки пластины.

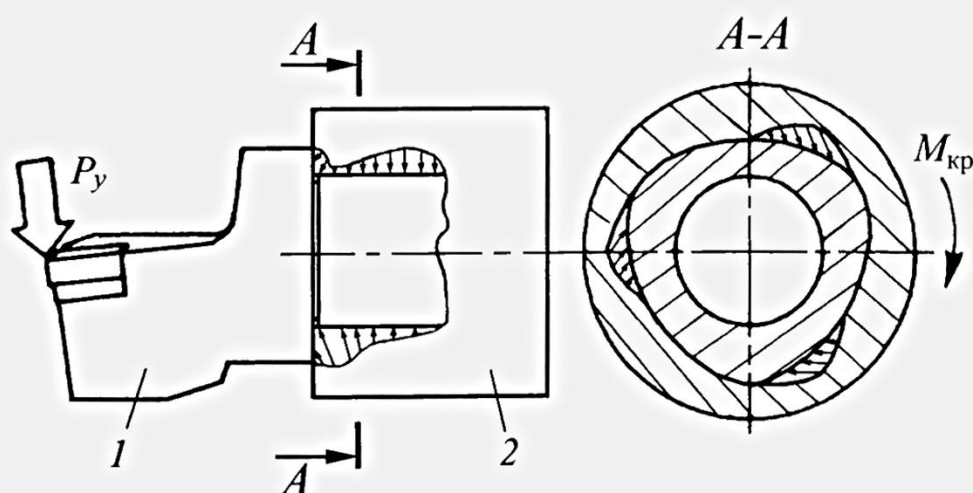


Рис. 9.20. Конструкция соединения в системе "Coromant Capto":
1 – резец; 2 – резцедержатель

следующими преимуществами: а) повышенной жесткостью и надежностью крепления; б) равномерным распределением напряжений при передаче крутящего момента $M_{кр}$; в) более высокой жесткостью при нагружении силой резания P_y при сопоставимой массе резцов. Также соединение является хорошим крутильным демпфером при обработке прерывистых поверхностей.

В системе "Coromant Capto" принято следующее кодирование хвостовиков с диаметрами фланца 32 мм (код С3), 30 мм (код С4), 50 мм (код С5), 63 мм (код С6) и 80 мм (код С8).

Этими хвостовиками резцы 1 и другие специальные конструкции базируются и закрепляются в резцедержателях 2 (рис. 9.21). На первом этапе закрепления (рис. 9.21, а) тяга 3 с сегментами 4 входит в отверстие хвостовика. После перемещения в обратном направлении тяга 3 своей тороидальной поверхностью раздвигает сегменты 4 до их взаимодействия с расточкой специального профиля. Дальнейшее перемещение тяги 3 приводит к упругой деформации хвостовика и к контакту торцовых поверхностей его фланца и резцедержателя (рис. 9.21, б). При соединении модулей используется также резьба 5 (рис. 9.21, а), в которую вворачивается стягивающий болт.

При ручной смене инструмента с хвостовиками "Coromant Capto", например в резцедержателях по ГОСТ 24900–81, для перемещения тяги 3 (см. рис. 9.21) применяется эксцентриковый зажим (рис. 9.22), когда тяга перемещается путем поворота кулачка.

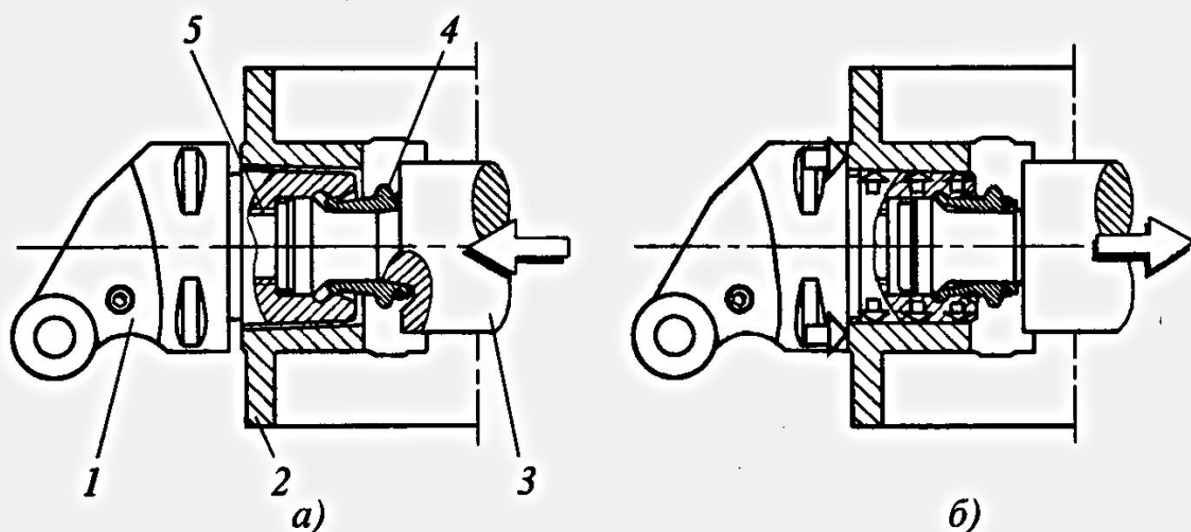
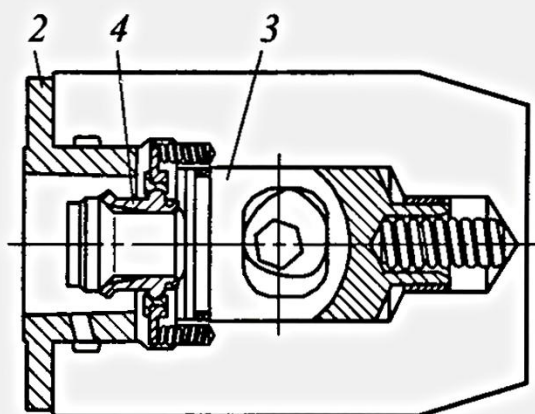


Рис. 9.21. Схема закрепления хвостовика инструмента "Coromant Capto":
1 – резец; 2 – резцедержатель; 3 – тяга; 4 – сегмент; 5 – резьба

Рис. 9.22. Устройство ручного закрепления хвостовиков "Coromant Capto"
(обозначения – см. рис. 9.21)



При автоматической смене используются специальные держатели с гидромеханическим закреплением хвостовиков "Coromant Capto" (рис. 9.23 и табл. 9.13). К фланцу 1, служащему для фиксации держателя в револьверной головке, присоединяется цилиндр 2, в котором размещается тяга 3.

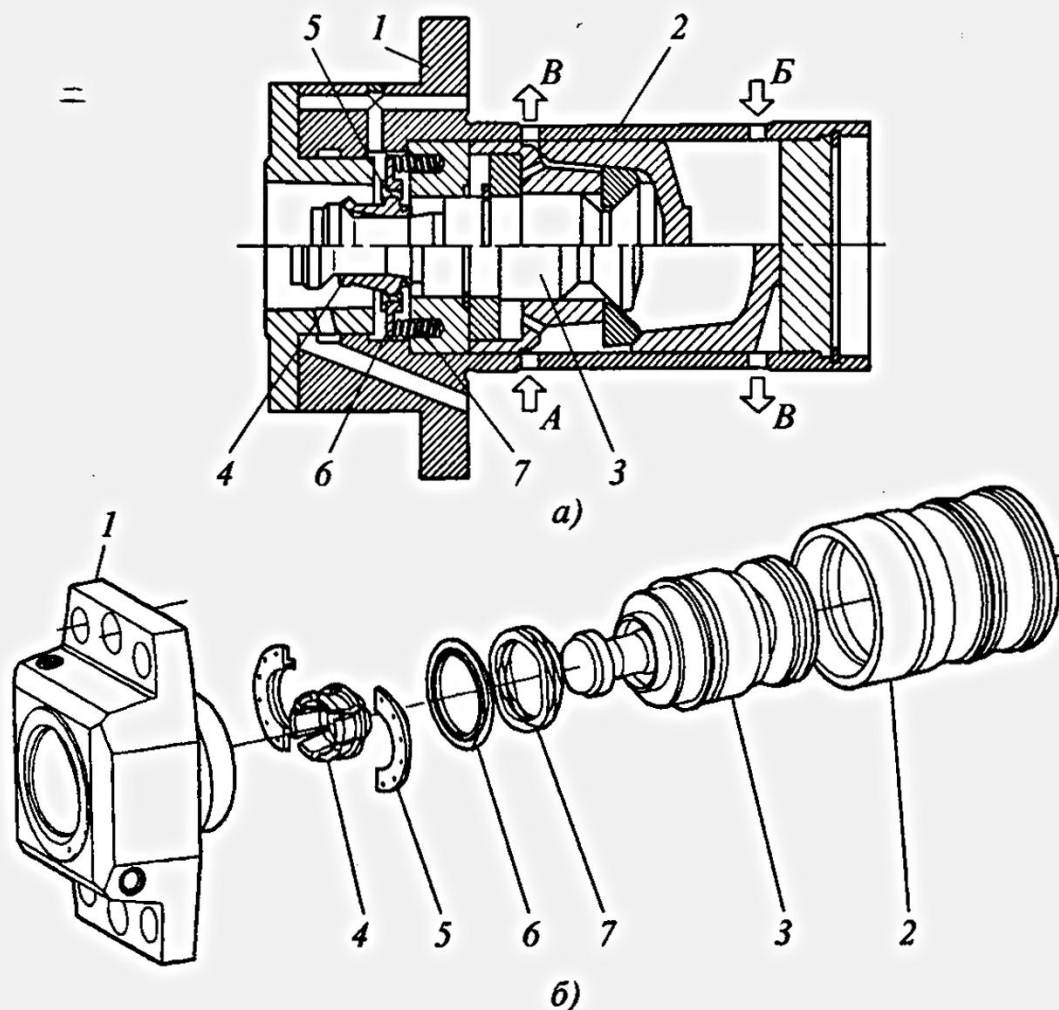
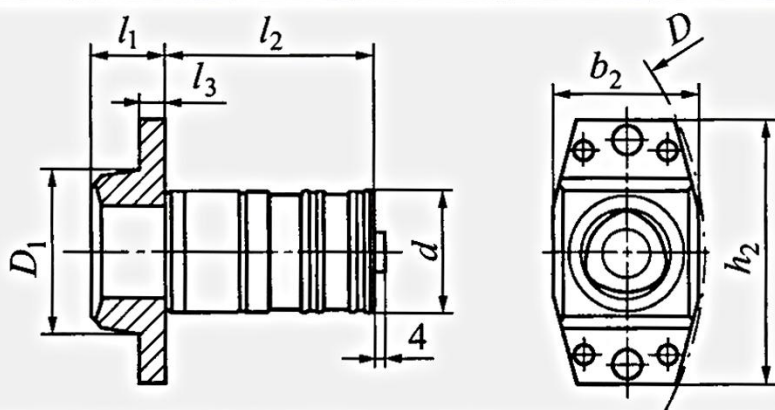


Рис. 9.23. Держатель с гидромеханическим закреплением хвостовиков "Coromant Capto":
а – держатель в сборе; б – детали

На тяге 3 с помощью полуколец 5 устанавливаются сегменты 4, подпружиненные кольцом 6 или шестью цилиндрическими, или одной плоской пружиной 7. При подаче масла по стрелке *Б* (рис. 9.23, *а*) тяга 3 с сегментами 4 перемещается в отверстие хвостовика "Coromant Capto", после подачи масла по стрелке *А* тяга 3 раздвигает сегменты 4 и закрепляет инструмент. Стрелками *В* показаны каналы отвода масла.

9.13. Основные размеры, мм, держателя с гидромеханическим закреплением хвостовиков "Coromant Capto"



Код	b_2	D_1	D^*	h_2	l_1	l_2	l_3	d
С4	48	56	260	96	25	74	10	42
С5	64	70	300	112	35	88	12	55
С6	84	90	400	143	40	105	16	70
С8	100	110	500	180	50	120	20	90

* Минимальный диаметр револьверной головки для встраивания держателя.

Если в базовом держателе с ручным или автоматическим закреплением резцовая головка по какой-то причине не установлена, то шлифованные высокоточные посадочные поверхности следует защищать от загрязнения и повреждения, используя заглушки. Заглушки рекомендуется применять и во время хранения базовых держателей на складе.

Заготовки "Coromant Capto" для самостоятельного изготовления специального режущего инструмента поставляются с окончательно обработанными посадочными поверхностями хвостовика, прошедшими термообработку и шлифовку. Передняя часть заготовки позволяет легко произвести механическую обработку, так как изготавливается из стали типа 25ХМ4 с твердостью 270...325 НВ, допускающей последующую закалку и отпуск. Термическая обработка после механической обработки выполняется путем частичного индукционного нагрева (рис. 9.24).

Для обеспечения твердости только поверхностного слоя применяют индукционную закалку токами высокой частоты, а для объемной закалки рекомендуется применять токи средней частоты. Максимальная твердость, которую можно получить, не более 50 HRC при следующих режимах термообработки: температура закалки – 840...870 °С, охлаждение со средней скоростью в соляной ванне, отпуск – 75 мин при температуре 200 °С.

Для установки инструмента "Coromant Capto" в шпинделях станков с ЧПУ фрезерной и сверлильно-расточной групп применяют специальные переходники для шпинделей с конусом HSK, основные размеры которых приведены в табл. 9.14.

Наряду с "Coromant Capto" широко распространена специальная конструкция "KM WIDAFLEX", созданная совместно фирмами Kennametal (США) и WIDIA (Германия).

Аналогичная конструкция под названием "Maxiflex UTS" выпускается фирмой CERATIZIT (Люксембург). В частности, система "TIZIT Maxiflex UTS-MIY" поставляется для оснащения токарно-фрезерных станков "Mazak Inte-grex" типоразмеров 100, 200, 300, 400, Y и SY японской станкостроительной фирмы Yamazaki Mazak. Применение инструмента "Maxiflex UTS" обеспечивает существенную экономию площадей, занимаемых станками. Высокая повторяемость положения режущих кромок позволяет сократить количество измерительных переходов.

Закрепление хвостовиков "KM WIDAFLEX" осуществляется автоматически или вручную. Схематически процесс ручного закрепления показан на рис. 9.25.

В положении "раскрепление" запорный стержень 5 посредством гидравлического толкателя (по стрелке) или путем поворота эксцентрика 4 перемещается в направлении резца 1. Шарики 2, свободно размещенные в выталкивателе 7, попадают в углубления запорного стержня и не препятствуют размещению хвостовика резца 1 в коническом отверстии резцедержателя 6.

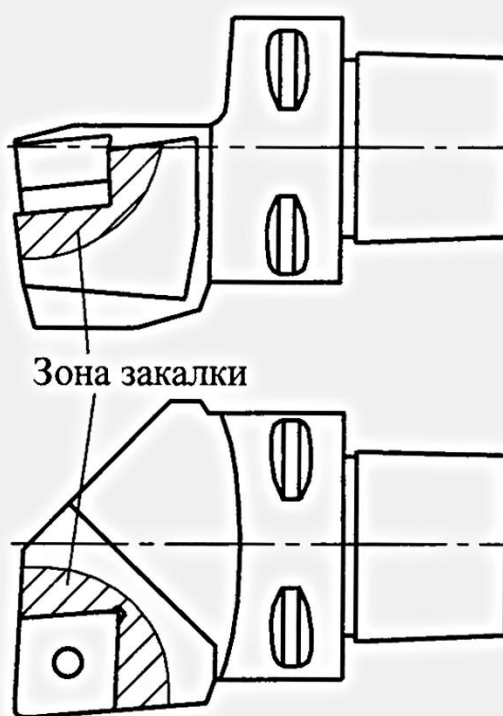
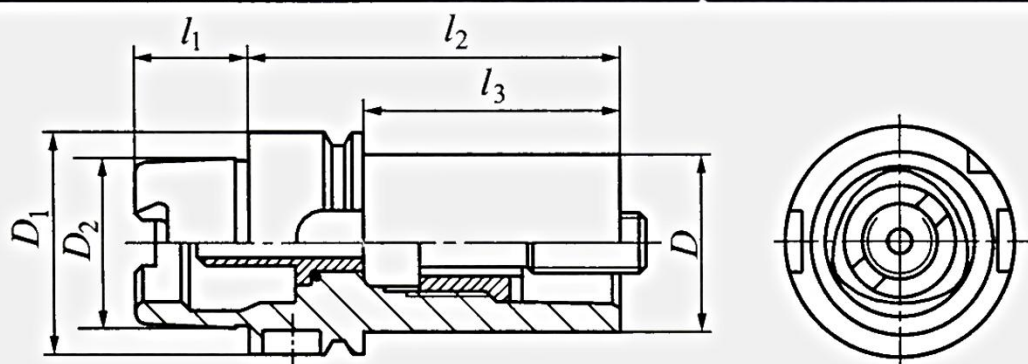


Рис. 9.24. Термообработка заготовок инструмента

9.14. Конструкция переходника для крепления инструмента "Coromant Capto" в шпинделях с конусом HSK, мм



Конус шпинделя по DIN 69893 HSK-A	Код хвостовика "Coromant Capto"	D	D_1	D_2	l_1	l_2	l_3
40	C3	32	40	30	20	65	45
50		32	50	38	25	75	49
63		32	63	48	32	75	49
80		32	80	60	40	80	54
100		32	100	75	50	80	51
50	C4	40	50	38	25	80	54
63		40	63	48	32	80	54
80		40	80	60	40	90	64
100		40	100	75	50	90	61
63	C5	50	63	48	32	90	64
80		50	80	60	40	95	69
100		50	100	75	50	100	71
80	C6	63	80	60	40	110	84
100		63	100	75	50	110	81
100	C8	80	100	75	50	120	91

Для перехода в положение "закрепление" необходимо или повернуть эксцентрик 4 на 140° , или отвести гидравлический толкатель. Сила закрепления создается пакетом тарельчатых пружин 3. В результате запорный стержень 5 своими скосами выталкивает шарики 2 в отверстия диаметром d_5 (табл. 9.15). За счет наклона этих отверстий происходит подтяжка хвостовика резца 1 на торец резцедержателя 6. Окончательная сила закрепления определяется пакетом пружин 3.

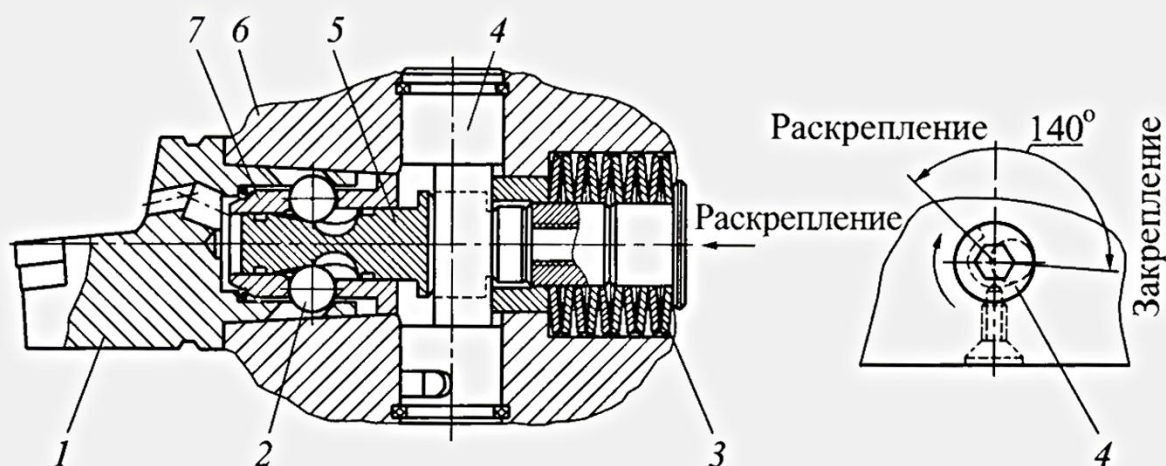
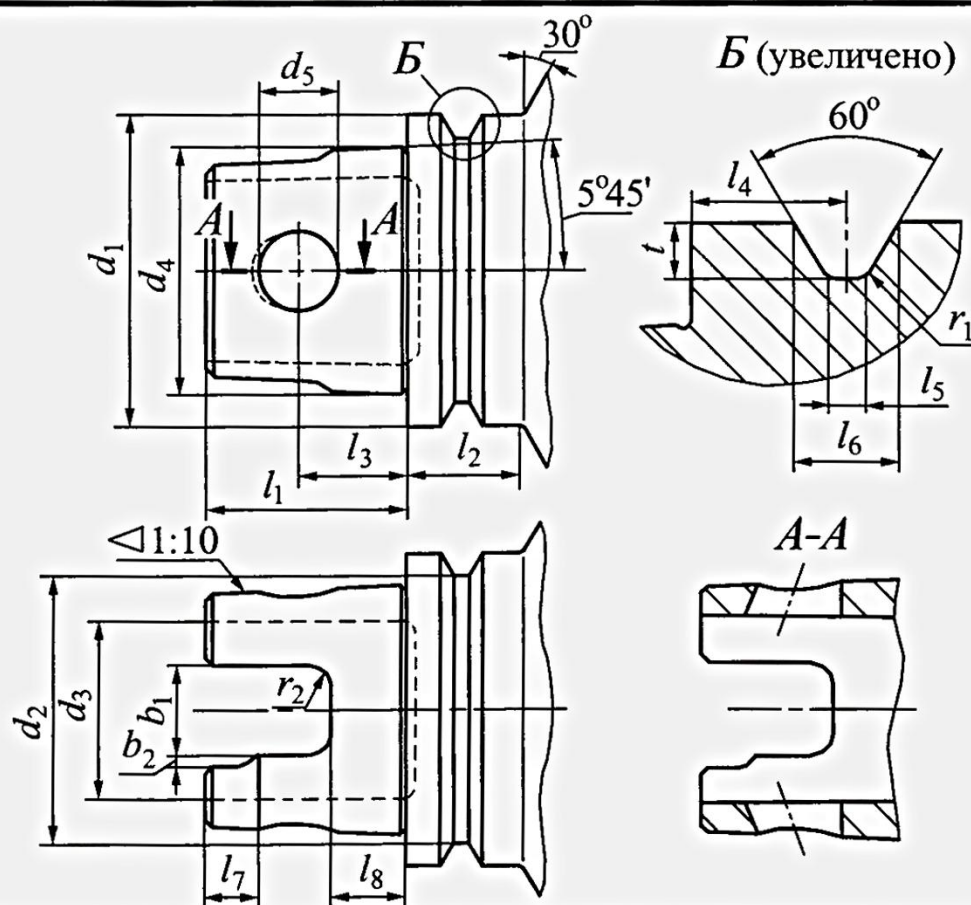


Рис. 9.25. Устройство "quick lock" для закрепления хвостовиков "KM WIDAFLEX"

Существенно важно, что хвостовик, имеющий прорез шириной b_1 (см. табл. 9.15), упруго деформируется, что гарантирует полный контакт по всем коническим поверхностям.

9.15. Основные размеры, мм, хвостовика "KM WIDAFLEX"



Окончание табл. 9.15

d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	l_1	l_2 , не более	l_3	$l_4 \pm 0,1$
25	22,00	14,3	20	6,5	16	8	7,9	4,5
32	26,96	17,7	24	7,5	20	10	10,8	4,9
40	36,90	21,0	30	9,5	25	12	13,6	5,9
50	42,70	28,2	40	12,5	32	16	17,2	8,9
63	55,70	35,2	50	14,5	40	18	22,4	9,9
80	72,70	48,0	64	18,0	45	20	25,0	11,0
100	92,70	62,0	82	20,0	50	22	26,7	11,0

d_1	l_5	l_6	l_7	l_8	b_1	b_2	t	r_1	r_2
25	2,25	2,8	4,0	5,5	8,2	1,0	1,50	0,5	3,0
32	2,25	2,8	4,8	8,0	9,0	1,5	1,50	0,5	3,0
40	2,25	2,8	6,0	11,0	10,0	2,0	1,50	0,5	4,0
50	3,75	5,8	8,5	12,0	14,0	2,0	3,65	1,0	4,0
63	3,75	5,8	9,3	18,0	16,0	2,0	3,65	1,0	4,0
80	3,75	5,8	10,0	18,5	20,0	2,5	3,65	1,0	6,0
100	3,75	5,8	13,0	19,0	24,0	2,5	3,65	1,0	6,0

Рассмотренные специальные конструкции хвостовиков "Coromant Capto" и "KM WIDAFLEX" предназначены для работы в самых различных условиях. На рис. 9.26 показаны характерные области нагрузок для чистовой (F), получистовой (M), легкой черновой (LR), черновой (R) и тяжелой черновой обработки (HR). Для обработки легированных сталей резцами с твердосплавной ромбической СМП с главным углом в плане

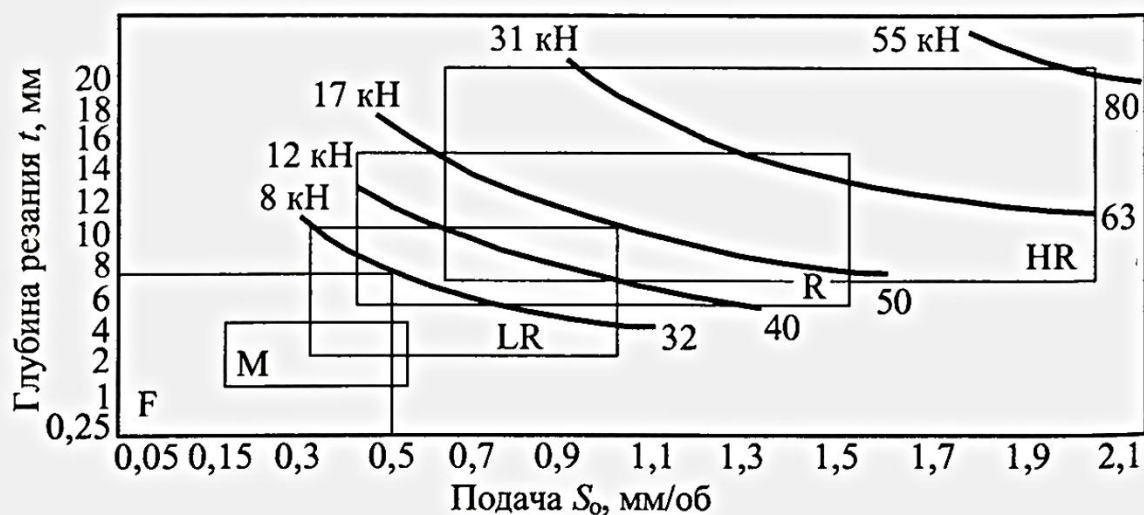


Рис. 9.26. Диапазоны режимов резания в пределах максимальной силы резания P_y в зависимости от размера специального хвостовика

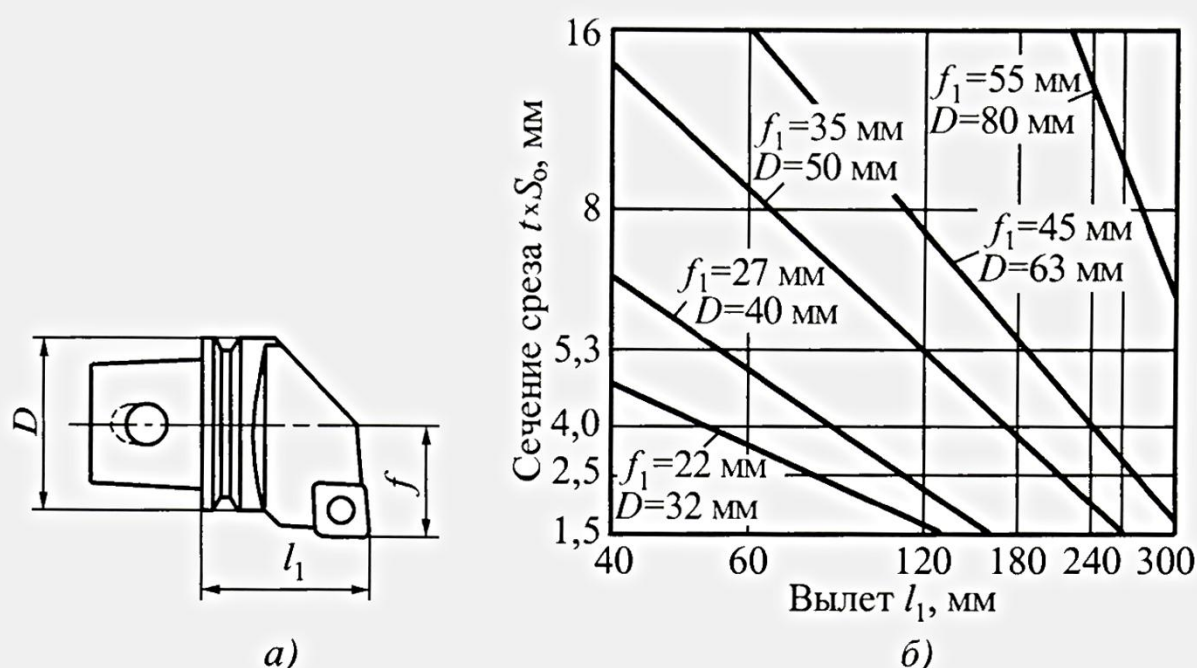


Рис. 9.27. Зависимость сечения среза $t \times S_0$ при точении специальными конструкциями резцов от их вылета L :
 а – резец; б – диаграмма зависимости

$\varphi = 95^\circ$ максимальная сила резания P_y для хвостовика с размером 32 имеет значение (с запасом на ее рост по мере износа режущей кромки) порядка 8 кН и соответствует $t = 7,5$ мм и $S_0 = 0,5$ мм/об. Из рис. 9.26 следует, что инструмент с хвостовиком типоразмера 32 можно без ограничений использовать для чистовой (F) и получистовой (M) обработки. Для легкой черновой обработки (LR) этот инструмент применяется ограниченно.

На выбор режимов резания специальными конструкциями резцов влияет вылет инструмента из резцедержателя. На рис. 9.27 показано, как необходимо уменьшить площадь сечения среза ($t \times S_0$), если по условиям наладки необходим удлиненный инструмент.

Проводились сравнительные испытания резцов с хвостовиками Capto C5 и HSK 50-A на крутильную жесткость.

Измерялось перемещение Δ в точке вершины проходного резца (см. рис. 9.27 и табл. 9.12) с координатами $f_1 = 35$ мм и $l_1 = 60$ мм под действием статической силы, имитирующей составляющую P_y силы резания.

Испытания показали (рис. 9.28), что для резцов с хвостовиком HSK-A50 уже при силе $P_y = 6$ кН, характерной для средних режимов точения (зоны M и LR на рис. 9.26), начинается существенное падение крутильной жесткости. При значении $P_y = 17$ кН, максимально допускаемом для "Coromant Capto C5", перемещение вершины резца с хвостовиком HSK-A50 в 4 раза больше, чем резца с хвостовиком "Coromant Capto C5". Это означает, что

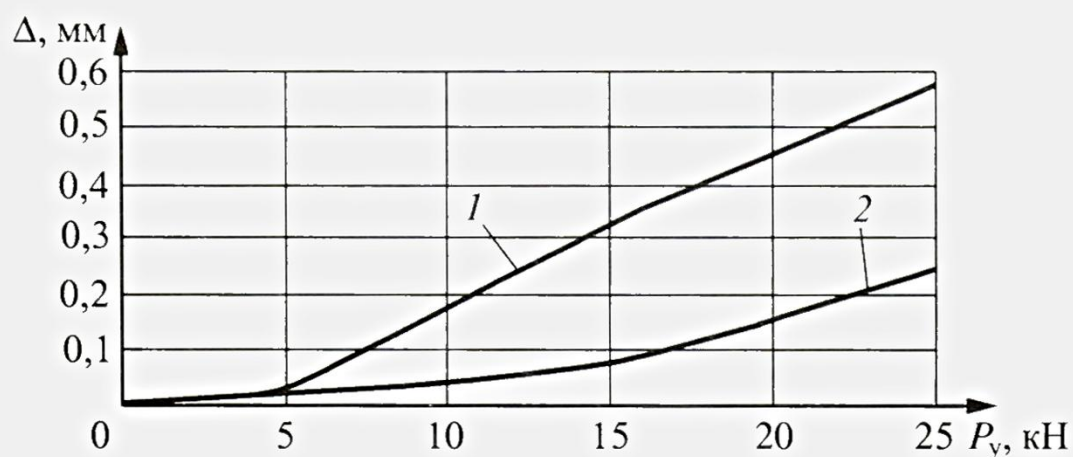
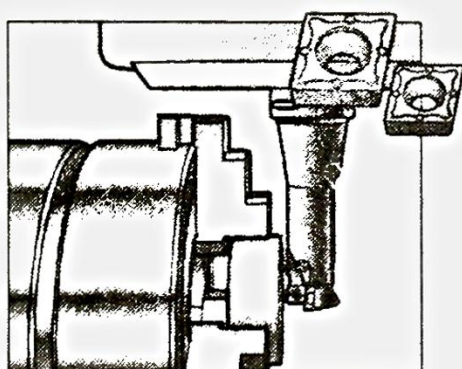
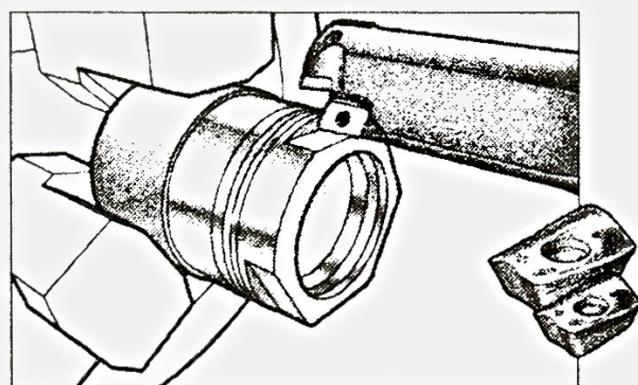


Рис. 9.28. Зависимость перемещения Δ вершины резца под действием силы резания P_y :

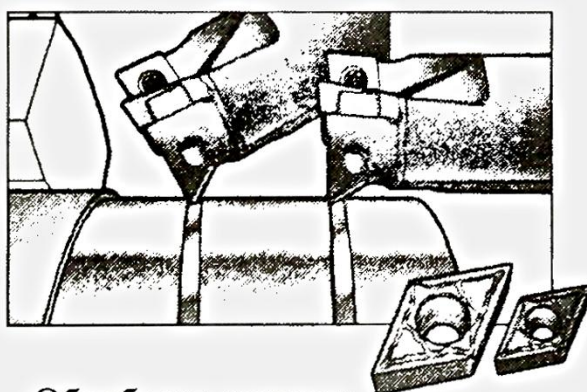
1 – с хвостовиком HSK-A50; 2 – с хвостовиком «Capto C50»



Точение и подрезка торца

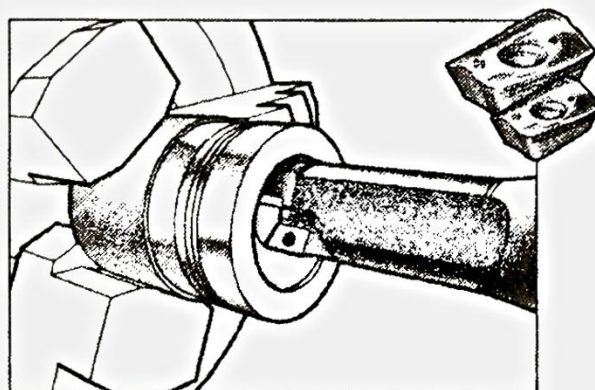


Фрезерование уступов и плоскостей



Обработка канавок

а)



Расфрезерывание отверстий

б)

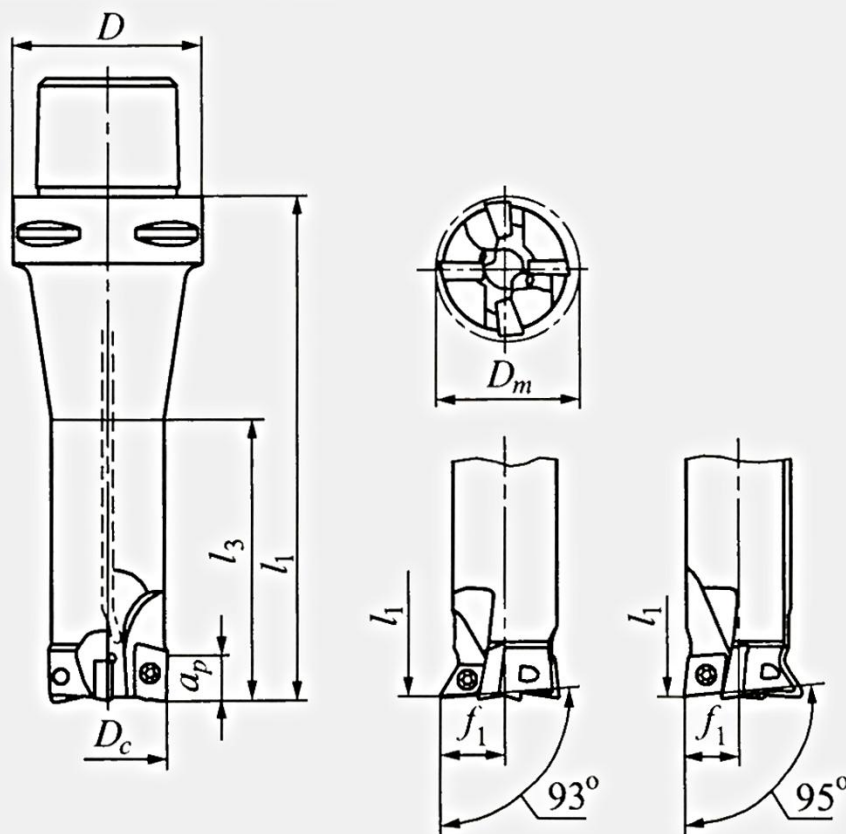
Рис. 9.29. Примеры применения многоцелевого инструмента "CoroPlex MT":
а – для токарных операций; б – для фрезерных

хвостовики HSK нецелесообразно применять для высокопроизводительного резания, оставив за ними область высокоскоростной обработки, для которой они и создавались.

Различные формы режущих кромок на одной державке позволяют значительно сократить время перемещения узлов станка, необходимое для смены инструментов, так как обеспечивают выполнение разных операций одним инструментом, ранее требовавших несколько инструментов, без необходимости его смены в магазине станка. Все это способствует резкому увеличению производительности. В качестве примера рассматривается multifunctional токарно-фрезерный инструмент "CoroPlex MT".

Две различные режущие пластины, попарно установленные на державке с хвостовиком "Coromant Capto", фирмы Sandvik Coromant позволяют использовать "CoroPlex MT" как токарный инструмент (рис. 9.29, а) и после поворота на 90° – как фрезерный (рис. 9.29, б). При этом токарный инструмент обеспечивает 4 токарных операции: точение, подрезку торцов, растачивание и прорезку канавок. Основные размеры "CoroPlex MT" приведены в табл. 9.16.

9.16. Основные размеры, мм, "CoroPlex MT"



Окончание табл. 9.16

Длина режущей кромки	Обозна- чение Сарто	D_c	Число зубьев	D_m , не менее	D	l_1	l_3	f_1	a_p
11	C5	32	2	—	50	130	78,5	—	10
9			1	35		129,3	77,8	15,4	8
7						128,9	77,4	15,4	6
11	C6	32	2	—	63	165	78,5	—	10
9			1	35		164,3	77,8	15,4	8
7						163,9	77,4	15,4	6
18	C6	40	2	—	63	165	90,1	—	17
12			1	43		164,4	89,5	19,0	11
11						163,9	89,0	19,2	10
18	C8	40	2	—	80	200	90,1	—	17
12			1	43		199,4	89,5	19,0	11
11						198,9	89,0	19,2	10

Примечание. Передний угол $\gamma = 0^\circ$; угол наклона режущей кромки $\lambda = -5^\circ$.

9.4. СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Для повышения производительности за счет сокращения времени, затрачиваемого на базирование и закрепление заготовок, на станках с ЧПУ применяют специальный автоматически сменяемый вспомогательный инструмент, классификация которого приведена на рис. 9.30.

Угловая односторонняя головка с углом $\alpha = 45^\circ$ представлена на рис. 9.31. На хвостовике 1 размещена коническая шестерня 6, которая находится в зацеплении с шестерней 10, которая закреплена на шпинделе 8 с конусом Морзе 3. Закрепление инструмента в шпинделе 8 осуществляется путем вращения гайки 11 и осевого перемещения болта 12. Узел шпинделя 8 фиксируется в корпусе головки 5 крышкой 7 и проставкой 9. Необходимая жесткость головки достигается применением радиально-упорных подшипников, размещенных в стакане 4 и закрытых крышкой 3. Регулировка положения оси шпинделя 8 относительно шпоночных пазов хвостовика 1 осуществляется поворотом кольца 16 с размещенным

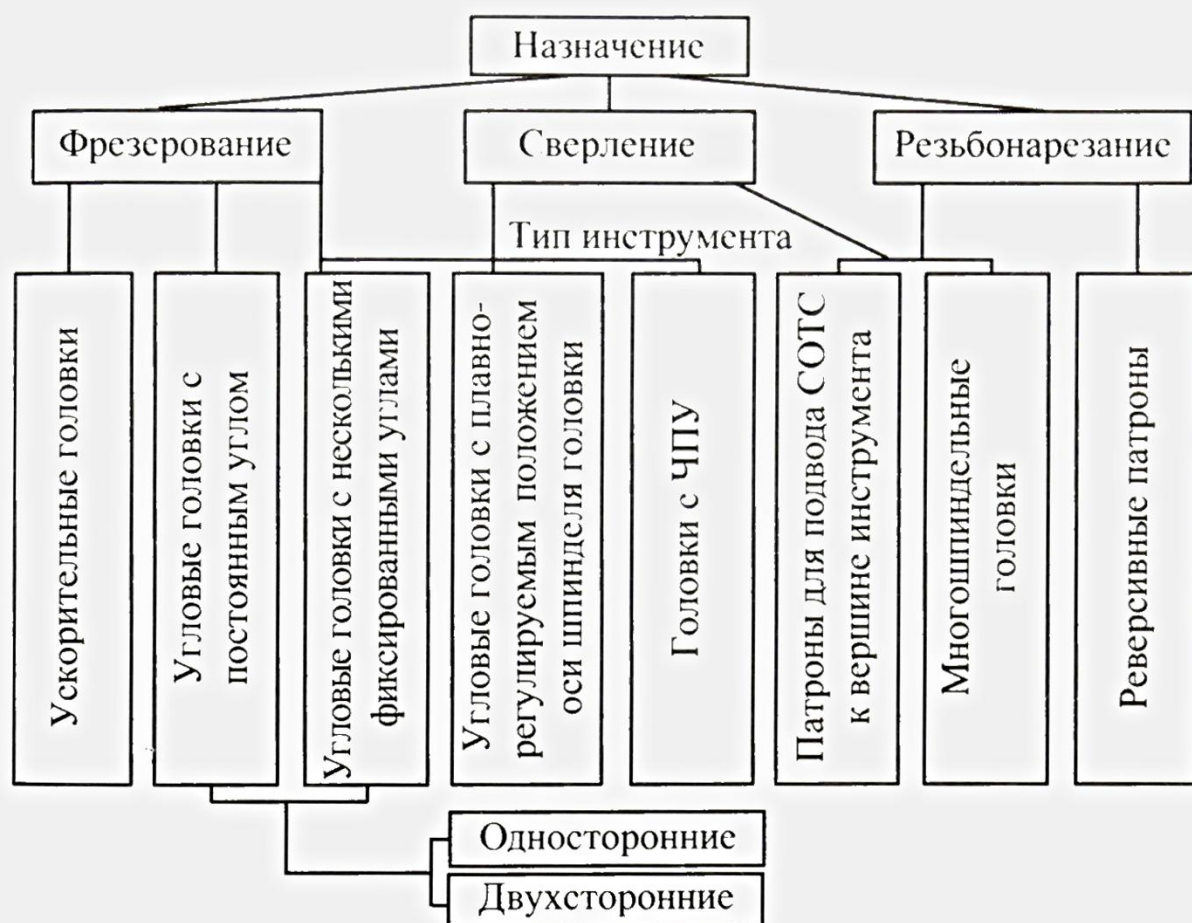


Рис. 9.30. Классификация специального вспомогательного инструмента

в нем упором 14, который предназначен для соединения с позиционирующим блоком, расположенным на шпиндельной бабке. Во время входа хвостовика 1 в коническое отверстие шпинделя станка ползун 15 после контакта с позиционирующим блоком перемещается по упору 14, сжимая пружину 13. При этом поводок 17, размещенный в кольце 2, выходит из зацепления с ползуном 15; корпус 5 останавливается в заданном положении, а хвостовик 1, вращаясь, передает крутящий момент на шпиндель 8. По окончании работы шпиндель станка останавливается в определенном угловом положении. Пружина 13 выталкивает ползун 15, и в результате корпус 5 оказывается в необходимом исходном положении.

Повышение производительности может быть достигнуто применением многшпиндельных головок для концентрации переходов сверления и резьбонарезания.

Многшпиндельные головки имеют, как правило, два, три или четыре шпинделя, вращение которых осуществляется с той же частотой, что и вращение шпинделя с сохранением направления вращения. Основные размеры многшпиндельных головок показаны на рис. 9.32.

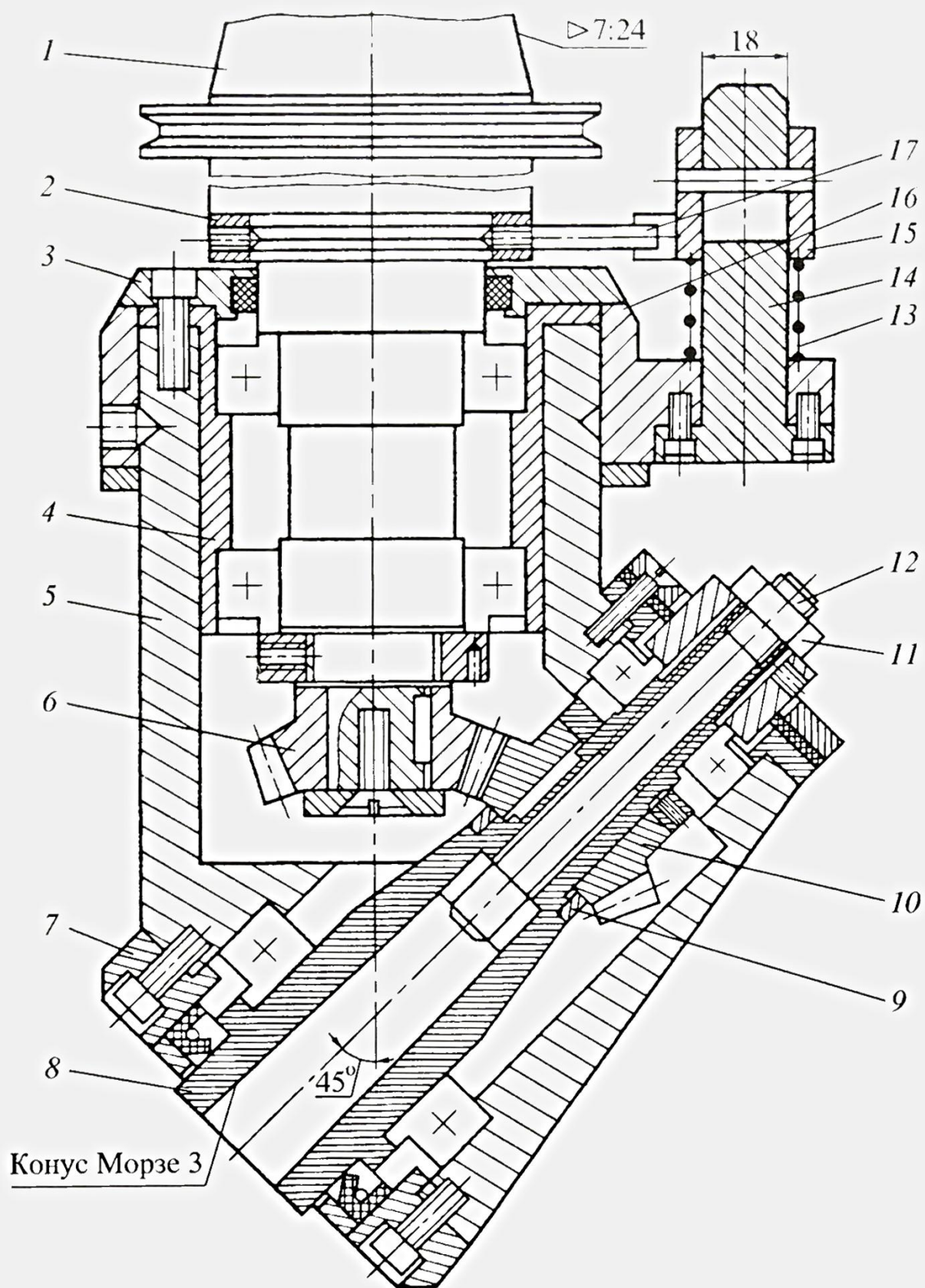


Рис. 9.31. Сменная угловая головка

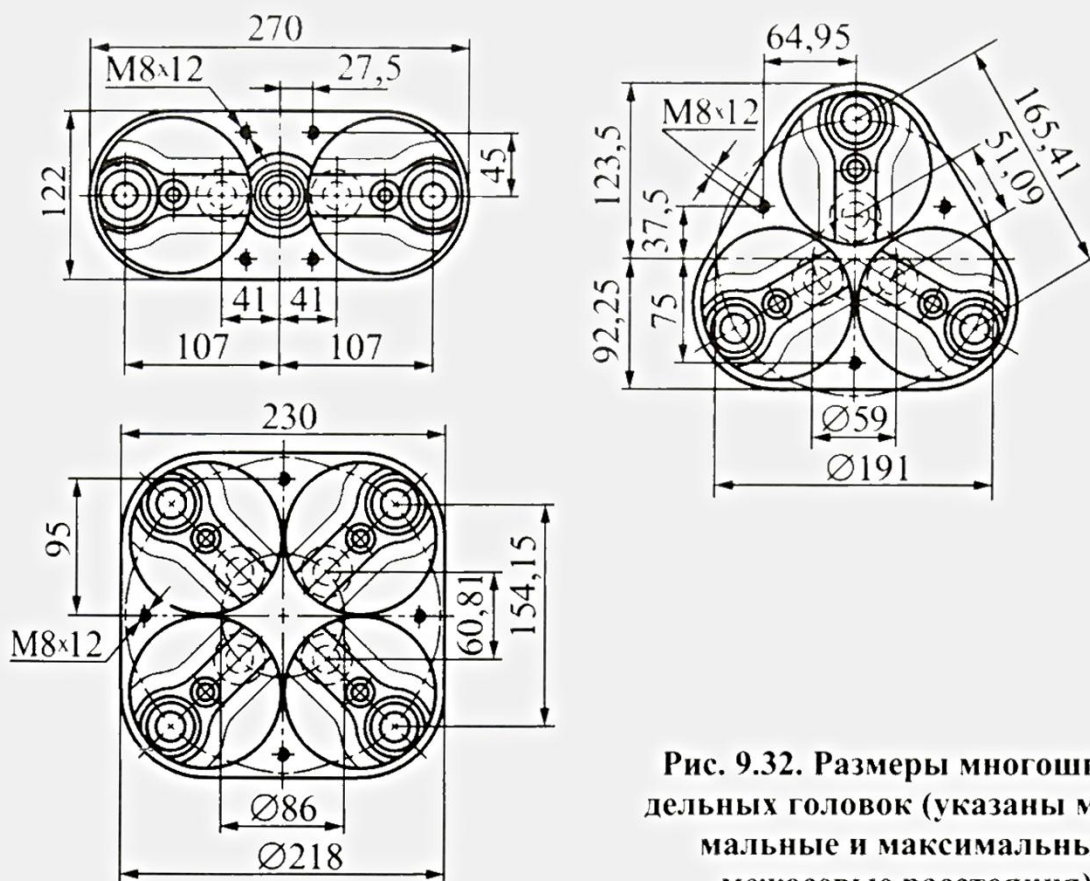


Рис. 9.32. Размеры многошпиндельных головок (указаны минимальные и максимальные межосевые расстояния)

Во всех головках применяются сменные унифицированные цанги с размерами 1...16 мм и специальные быстросменные втулки с встроенными предохранительными муфтами для крепления метчиков для нарезания резьбы М3...М24.

Для автоматического закрепления головок в шпинделе станка необходимо его автоматическое присоединение к специальному стопорному блоку, расположенному на шпиндельной бабке, который выполняет функцию ориентирования головок по углу, передает крутящий момент для силовых головок, стыкует систему подачи СОТС станка с соответствующим инструментом, останавливает корончатое колесо планетарной передачи ускорительных головок и т.д.

Блок 1 устанавливается на шпиндельной бабке 2 с помощью винтов и штифтов (рис. 9.33). Шпиндель 3 своими шпонками передает крутящий момент на первичный вал конической передачи фрезерной головки (см. рис. 9.31), а корпус головки с вторичным валом удерживается от вращения стопорным блоком через упор 14.

При автоматической смене патронов для подвода СОТС стопорный блок 1 имеет точное отверстие с уплотнением, куда на глубину не менее 6 мм входит трубка-упор 2 (рис. 9.34). Упор 2 должен не доходить до торца шпинделя на величину C_1 . Расстояние A для различных моделей

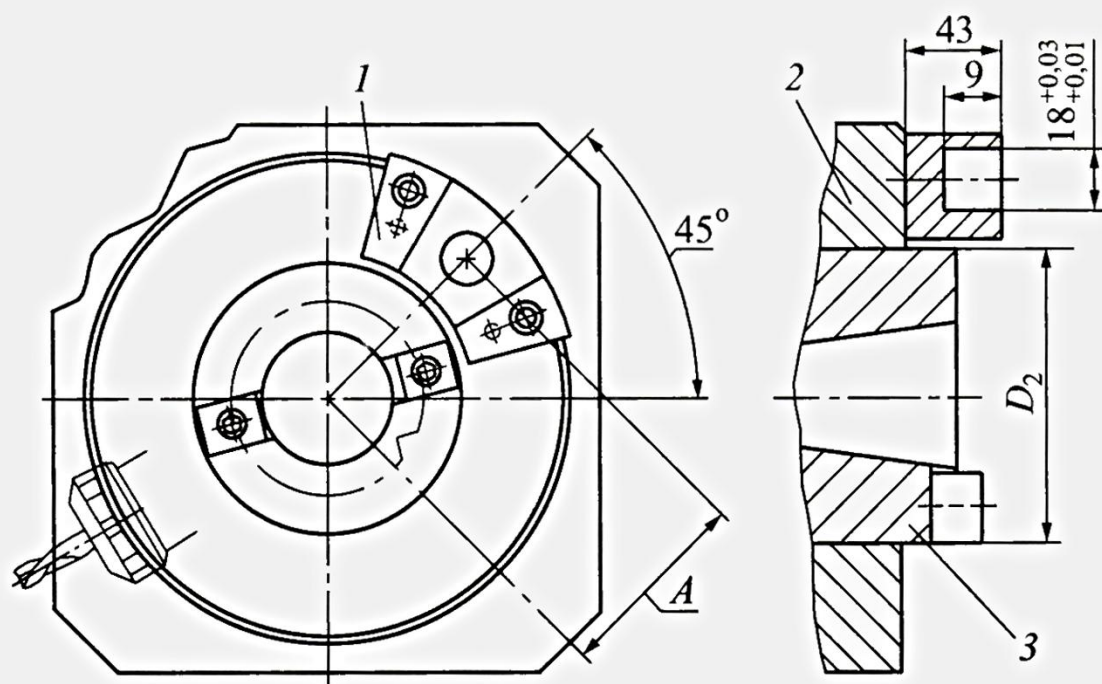


Рис. 9.33. Расположение стопорного блока для фрезерных головок (размеры A и D_2 – см. табл. 9.17)

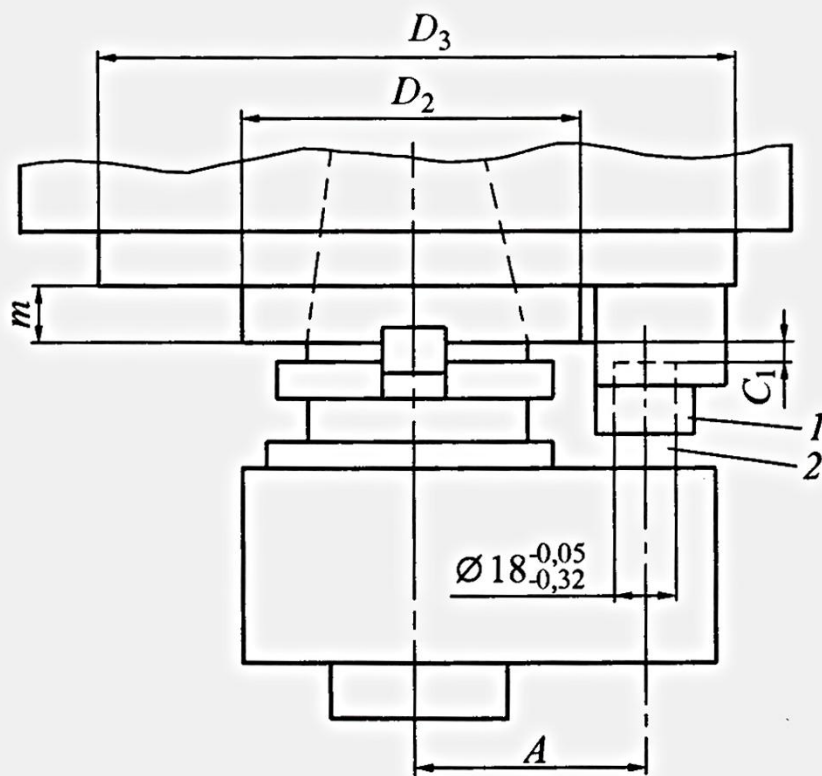


Рис. 9.34. Расположение стопорного блока для патронов с подводом СОТС

станков колеблется. У станков с конусом 40 в большинстве случаев $A = 65$ мм, а с конусом 50 – $A = 85$ мм. Размеры концов шпинделей для установки патронов с подводом СОТС приведены в табл. 9.17.

**9.17. Присоединительные размеры концов шпинделей
для подвода СОТС, мм**

Конус 7:24	$A \pm 0,02$	D_2	D_3	m	C_1
40	65	93	170	16	5
45	80	107	200	18	3
50	85	133		19	2

Размеры стопорных блоков – см. рис. 9.35.

При высокопроизводительном резании важной является проблема оперативного отвода стружки для исключения ее повторного перерезания. Для фрезерования применяют устройства автоматического отвода стружки (рис. 9.36) с вакуумным отсосом. Особенностью является охлаждение масляным туманом.

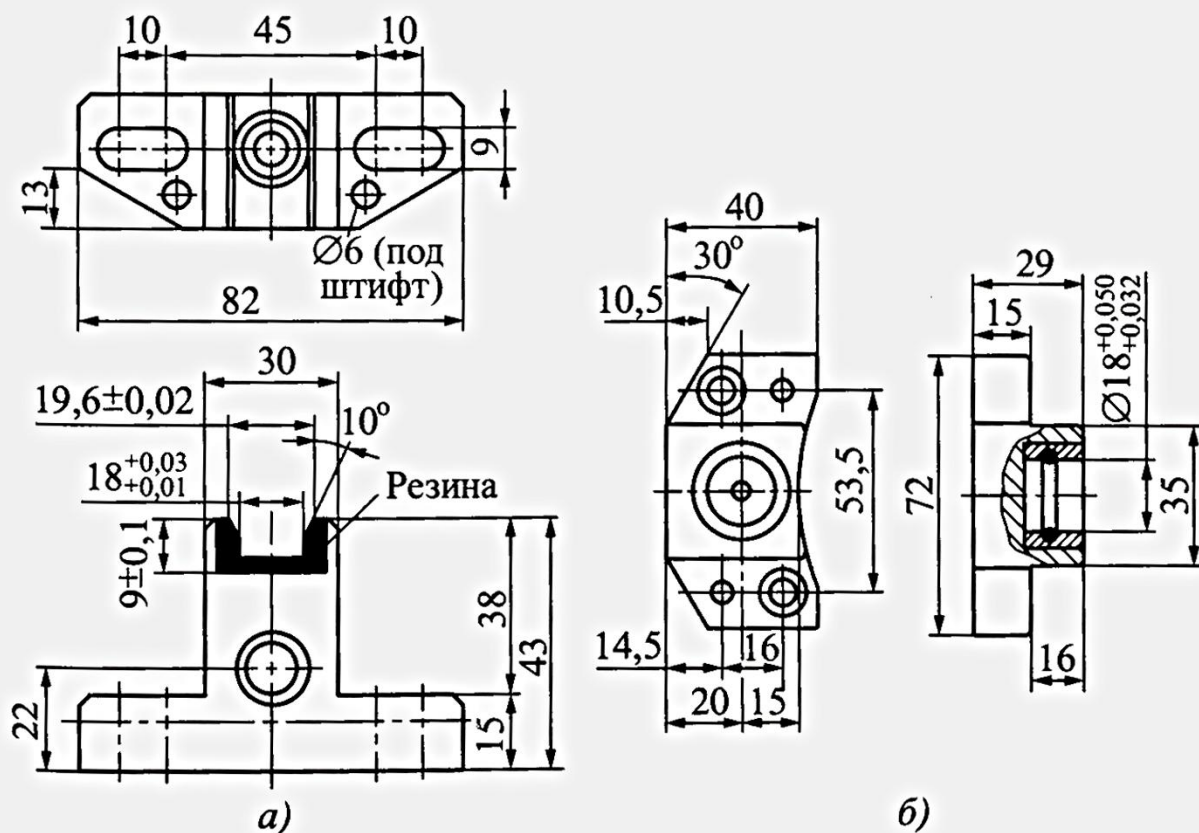


Рис. 9.35. Размеры стопорных блоков:
а – для головок; б – для патронов

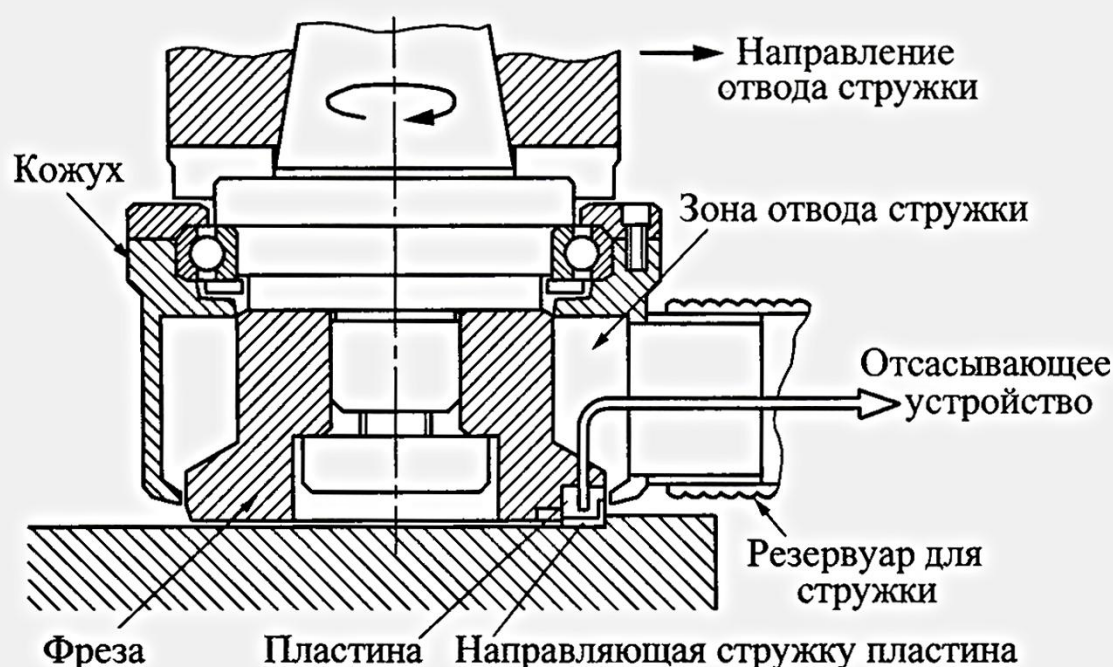


Рис. 9.36. Устройство автоматического отвода стружки при фрезеровании

При отсутствии вакуумного отсоса применяют специальные оправки, с помощью которых стружка отводится в сборник благодаря центробежной силе, создаваемой фрезой (рис. 9.37 и табл. 9.18).

9.18. Основные размеры оправок с центробежным отводом стружки во время фрезерования, мм

D_1	Хвостовик оправки	D_2	D_3	D_4	D_5 , не более	l_1	l_2	a_p , не более	H_1	H_2	H_3		
80	BT40	88	115	18	152	70	65	5,5	33,7	151	50		
	BT50				182		80			154			
100	BT40	108	133		173	90	65			5,5	33,7	164	63
	BT50				182		80					173	
125		BT50	133		160	201						92,5	

После сверления большого количества глухих отверстий, стружку из них удаляют с помощью специального устройства, подключаемого к промышленному пылесосу (рис. 9.38) через специальный разъем 1. Подвод сменного наконечника 5 к детали осуществляется при подаче 4...6 м/мин.

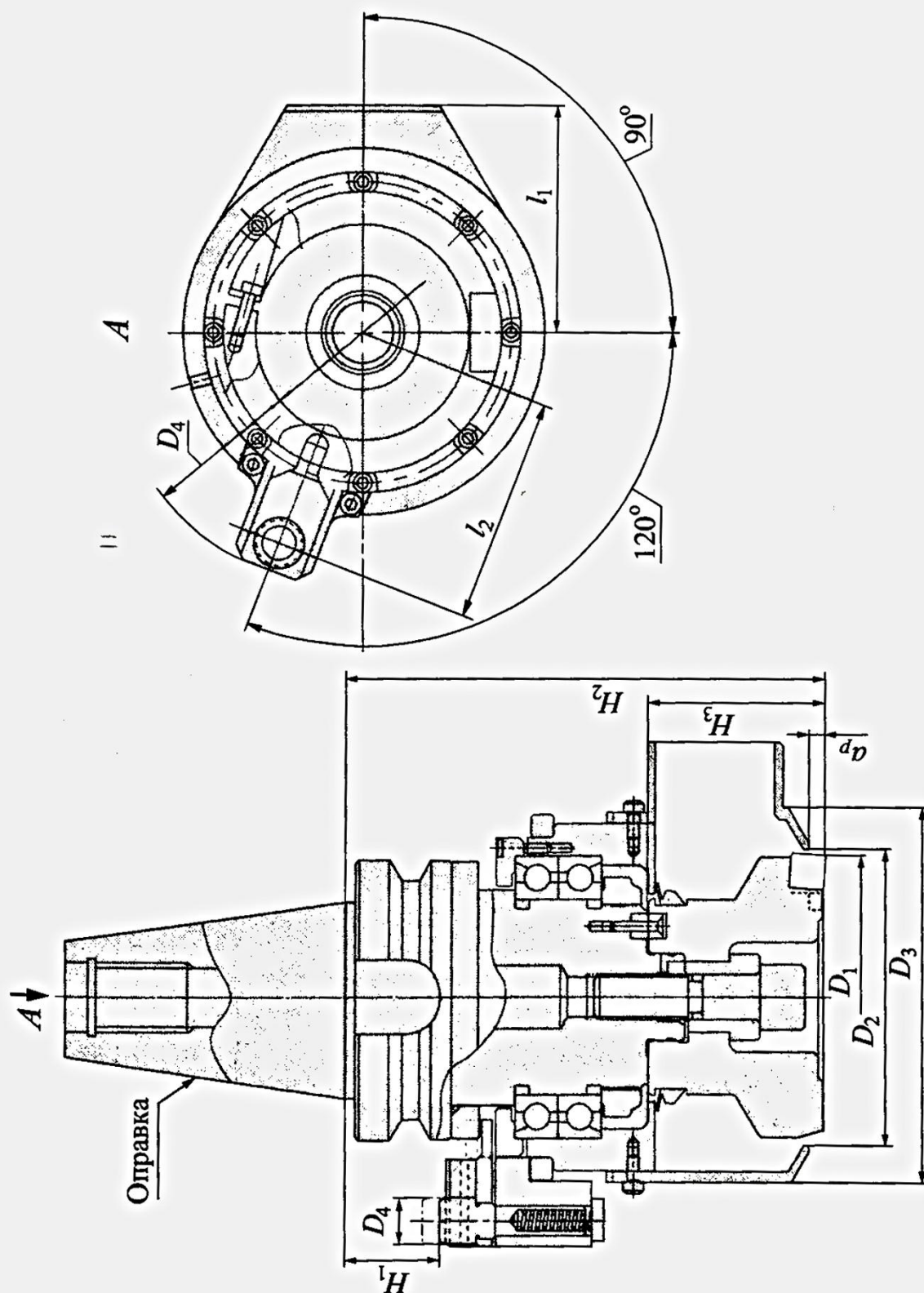
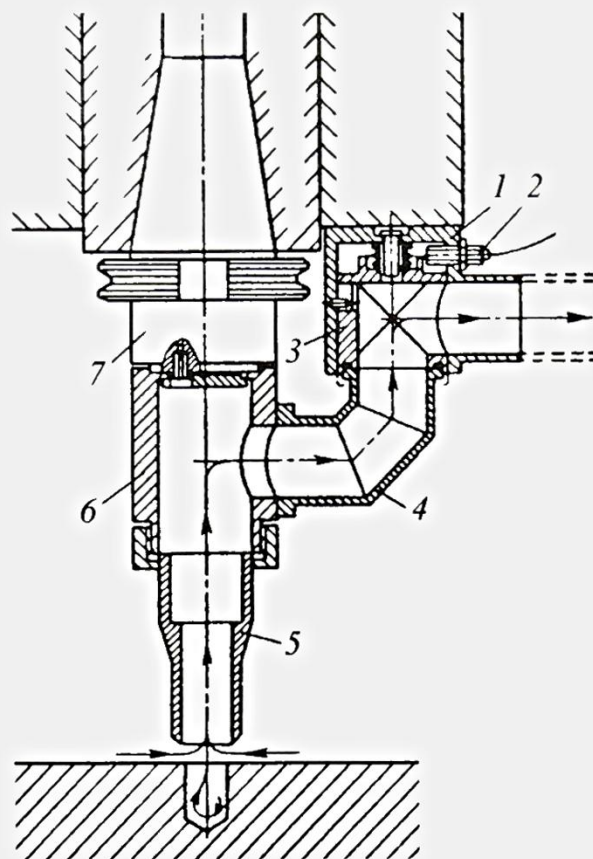


Рис. 9.37. Специальная оправка для торцовых фрез для центробежного отвода стружки

Рис. 9.28. Устройство для удаления стружки после сверления



После упора в деталь наконечника 5 стакан 6 перемещается относительно хвостовика 7 и через трубу 4 перемещает плунжер 3 разъема 1 до срабатывания конечного выключателя 2, который подает команды на прекращение подачи устройства отсоса к детали и на включение пылесоса.

Глава 10

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПОДАЧИ СОТС В ЗОНУ РЕЗАНИЯ

В решающей степени уменьшение теплообразования в зоне обработки, повышение работоспособности режущего инструмента и производительности обработки и улучшение качества поверхностного слоя обработанных деталей зависят от способов и техники подачи СОТС в рабочее пространство станка и непосредственно в зону обработки. Способ подачи СОТС характеризуется совокупностью признаков, определяющих условия транспортирования СОТС от устройства подачи к зоне контакта режущего инструмента с заготовкой (табл. 10.1).

10.1. Способы подачи СОТС при обработке заготовок лезвийными инструментами

№	Способ подачи
1	Свободно падающей струей (поливом)
2	Под давлением через сопловые насадки (напорной струей)
3	В распыленном состоянии (в виде струи воздушно-жидкостной смеси)
4	Через каналы в инструменте с выходом в зону резания под давлением
5	Через каналы в инструменте без выхода в зону резания
6	Контактное смачивание
7	Периодическая подача на инструмент перед обработкой (в распыленном состоянии, из масленки и др.)

Из указанных способов контактное смачивание и периодическую подачу СОТС на инструмент применяют в единичных случаях.

Области применения остальных 5 способов приведены в табл. 10.2.

10.2. Области применения способов подачи СОТС при обработке лезвийными инструментами

Операция	Способы подачи (номер по табл. 10.1)		
	предпочти- тельные	приме- няемые	ограниченно применяемые
Токарная обработка поверхностей:			
наружных	1; 2	3	4; 5
внутренних	1	3	2; 4; 5
Сверление, рассверливание, зенке- рование, развертывание	4	1; 3	2
Глубокое сверление	4; 2	—	—
Резьбонарезание:			
метчиками и плашками	4	1	—
фрезами	1	3	—
Фрезерование	1	3	2; 4
Зубонарезание	1	3	2
Протягивание	2; 4	1; 3	—

10.1. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТКРЫТОЙ ПОДАЧИ СОТС

При подаче поливом СОТС направляют под давлением 0,02... 0,03 МПа в зону контакта режущего клина лезвийного инструмента с заготовкой по передней или задней поверхности. При подаче СОТС на переднюю поверхность инструмента резко уменьшается ее температура, мало изменяется теплоотвод в заготовку и почти не меняются температура задней поверхности. При подаче СОТС на заднюю поверхность режущего инструмента снижается температура как на его задней, так и на передней поверхности, но не так эффективно, как при подаче СОТС на переднюю поверхность. При одинаковых условиях теплоотдачи подача СОТС сверху на переднюю поверхность инструмента в 1,6...2 раза эффективнее подачи жидкости на его заднюю поверхность. Эффективность подачи СОТС поливом также зависит от размеров, формы и траектории струи.

Некоторые часто применяемые конструкции сопел показаны на рис. 10.1. В зависимости от условий обработки формируют струи круглого (при точении, сверлении, развертывании и др.) или прямоугольного (при фрезеровании, зубофрезеровании и зубодолблении, точении и др.) сечения.

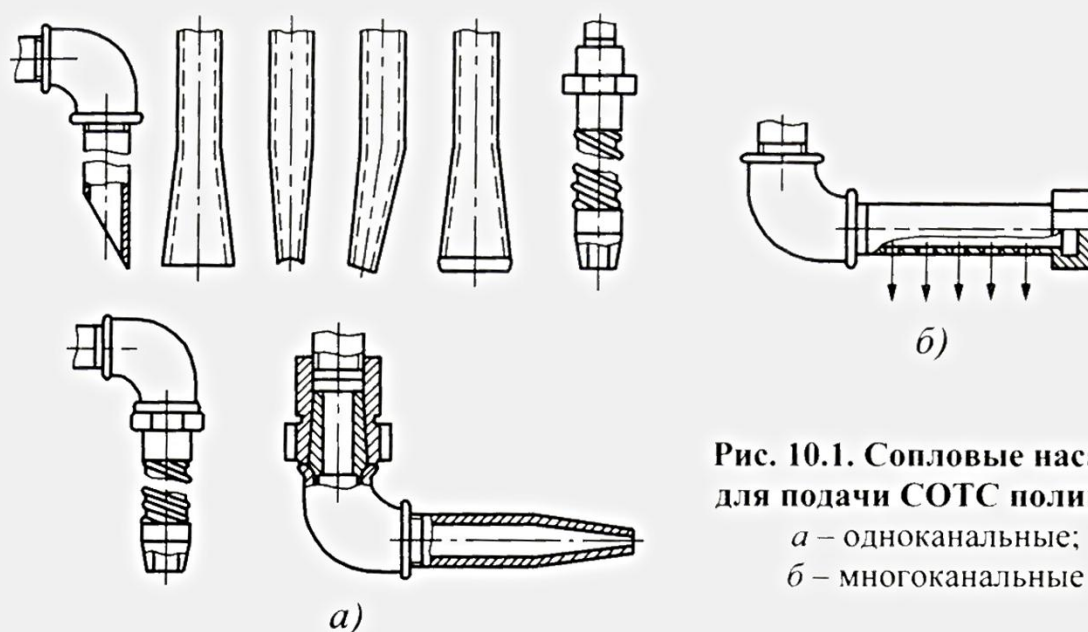


Рис. 10.1. Сопловые насадки
для подачи СОТС поливом:

а – одноканальные;
б – многоканальные

Для сложных инструментов и многоинструментальной обработки осуществляют многоканальную подачу СОТС. В любом случае струя жидкости должна перекрывать всю зону контакта инструмента с заготовкой (табл. 10.3). Подвод СОТС должен быть непрерывным: в первую очередь на нагретые участки инструмента, а затем на стружку и заготовку.

10.3. Нормы расхода и направление струи СОТС, подаваемой поливом

Вид обработки	Тип СОТС*	Расход СОТС, л/мин	Направление струи СОТС
Точение: черновое чистовое	В	10...20	Сверху на снимаемую стружку в месте отделения ее резцом
	М	7...8	
	В	8...15	
Сверление	В	4...16	Вдоль по оси отверстия
Зенкерование	В	5...15	
	М	5...10	
Развертывание	В	6...10	
	М	4...6	
Нарезание резьбы метчиками и плашками	М	2...3	Сверху на режущие кромки метчика, на заготовку впереди плашки

Окончание табл. 10.3

Вид обработки	Тип СОТС*	Расход СОТС, л/мин	Направление струи СОТС
Резьбофрезерование	М	4...6	Сверху на зубья фрезы в зону резания плоской струей, омывающей фрезу по всей длине
Фрезерование: черновое чистовое	В М	7...30 10...30	Сверху плоской струей, омывающей фрезу по всей длине
Зубообработка	М	8...30	На инструмент плоской струей, омывающей активную часть инструмента
Протягивание поверхностей: внутренних	В, М	8...15	Одновременно в зону входа протяжки в заготовку и выхода из заготовки
наружных	М, В	10...25	Сверху или сбоку в зону обработки

* В и М – соответственно водная или масляная СОТС.

Подача СОТС напорной струей применяется с целью увеличения расхода СОТС через зону обработки и вымывания из этой зоны стружки. Разновидностью такой подачи СОТС под давлением является струйно-напорный способ: тонкую струю направляют в зону контакта режущей кромки инструмента с обрабатываемой заготовкой со стороны задней грани лезвия (рис. 10.2). Различают подачу СОТС высоконапорной струей под давлением не менее 1,5 МПа через сопла с выходными отверстиями диаметром до 0,8 мм и низконапорной струей под давлением 0,05...0,20 МПа через сопла с отверстиями диаметром 2...5 мм. Струю жидкости располагают строго в плоскости резания на расстоянии $\sim 1/3$ глубины резания от вершины режущей кромки. Наилучшие показатели обработки обеспечиваются при скорости струи 40...60 м/с и толщине потока жидкости 0,015...0,018 мм.

При большой длине омываемой части режущей кромки применяют сопла со щелевидными выходными отверстиями. Расстояние от выходного

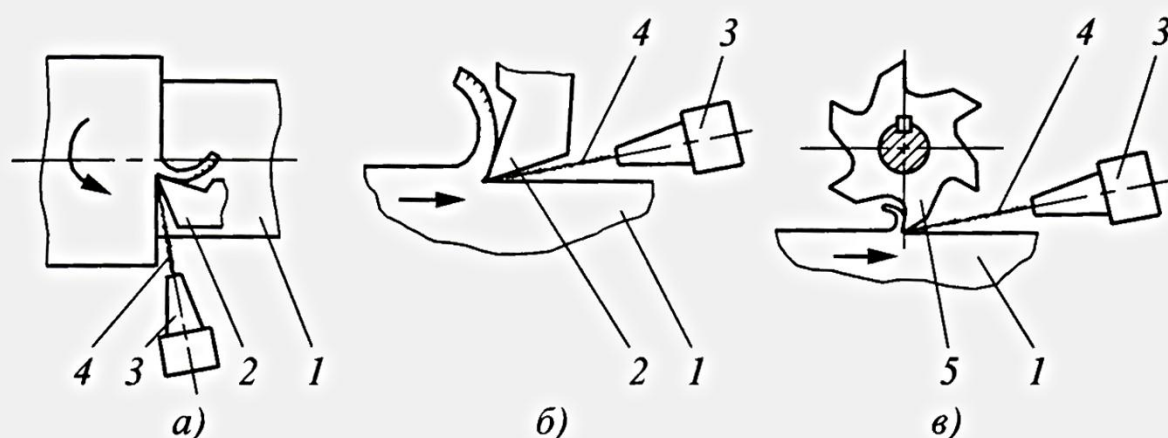


Рис. 10.2. Схемы подачи СОТС струйно-напорным способом:

а – точение; *б* – строгание; *в* – фрезерование; 1 – обрабатываемая заготовка; 2 – резец; 3 – сопло; 4 – СОТС; 5 – фреза

отверстия сопла до режущей кромки в вертикальном направлении должно быть минимально возможным, но в любом случае не более 80...120 мм.

Подачу СОТС высоконапорной струей комбинируют иногда с поливом со стороны стружки и передней грани резца. При этом стойкость режущего инструмента повышается на 20...25 % по сравнению с применением только напорной струи.

Высоконапорная подача водной СОТС (под давлением 70...380 МПа) в зону контакта стружки с передней поверхностью лезвия резца (диаметр сопла 0,135...0,35 мм, расход СОТС 2,25...3,7 л/мин) обеспечивает повышение производительности обработки до 10 раз и более, а также улучшает дробление стружки.

Подача СОТС в распыленном состоянии получила распространение в связи с ужесточением экологических требований. Для реализации этого способа станки оснащают установками, в которых образуется воздушно-жидкостная смесь, и соплами для формирования и направления в зону резания струи этой смеси (рис. 10.3). Преимуществом способа является весьма малый расход СОТС: до 10 г/мин водной и 0,1 г/мин масляной, что исключает необходимость сбора, очистки и разложения отработавшей СОТС в отличие от других способов. Это существенно отражается на уменьшении доли затрат на СОТС в себестоимости продукции. Этот способ рекомендуется на операциях, при которых по тем или иным причинам подача СОТС другими способами невозможна (табл. 10.4). По сравнению с "сухой" обработкой при подаче распыленных СОТС стойкость режущего инструмента повышается до 2 раз, уменьшаются шероховатость обработанной поверхности и температурные деформации заготовок.

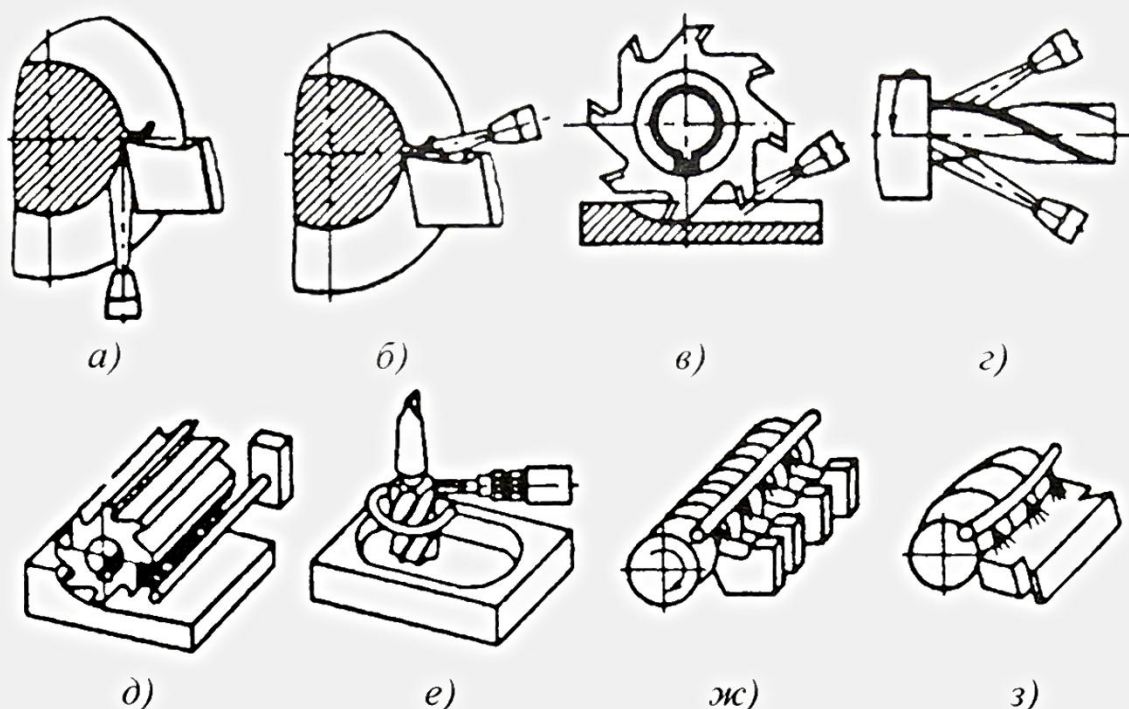


Рис. 10.3. Схемы установки одноканальных (а–г) и многоканальных (д–з) сопел для подачи распыленных СОТС

На станках с ЧПУ для резьбонарезания применяют периодическую подачу масляных СОТС из специальных масленок-дозаторов.

Дозатор для подачи масляной СОТС (рис. 10.4) позволяет ввести масло в отверстие или в другие зоны, которые требуют смазки и где СОТС, имеющаяся на станке, не пригодна для этих механических операций. Вместительность дозатора составляет 400, 600 и 800 см³, а доза масла может регулироваться от 0 до 2 см³.

10.4. Рекомендации по применению распыленных СОТС

Вид обработки	Масло И-20А(И-12А)		1,5%-ная эмульсия	
	Инструмент			
	быстро-режущий	твердо-сплавный	быстро-режущий	твердо-сплавный
Точение (на токарных и карусельных станках с ЧПУ)	4	1; 3; 4	1–4; 6	2–6
Фрезерование (на фрезерных станках, станках с ЧПУ, многоцелевых станках)	4	3; 4	1–4; 6	1–3; 6

Окончание табл. 10.4

Вид обработки	Масло И-20А(И-12А)		1,5%-ная эмульсия	
	Инструмент			
	быстро- режущий	твердо- сплавный	быстро- режущий	твердо- сплавный
Строгание (на строгальных станках)	—	1	1; 2	2
Сверление, зенкерование, развертывание, резбонарезание (на агрегатных станках и станках с ЧПУ)	1; 4	1; 3; 4	1; 3; 4; 6	3
Вихревое резбонарезание*	—			1
Обработка лезвийными инструментами сверхтвердых материалов	1; 5		—	

*Эффективен комбинированный способ одновременной подачи в зону резания распыленного масла и эмульсии.

Примечание. Обозначения материала заготовки: 1 — стали; 2 — чугуны; 3 — коррозионно-стойкие стали и жаропрочные сплавы; 4 — цветные металлы; 5 — алюминий и сплавы на его основе; 6 — пластмассы и органическое стекло.

Дозатор (рис. 10.4, а) состоит из хвостовика 1 для установки в шпинделе станка, который соединяется с емкостью 2. В емкости 2 установлен перепускной клапан 9 с запорной иглой 8, который функционирует как в вертикальном (рис. 10.4, б) положении, так и в горизонтальном (рис. 10.4, в) положении, однако в последнем случае необходима ориентация дозатора по углу вращения шпинделя. Из камеры 7 масло поступает в наконечник 3, в котором находится плунжер 4 с шариковым клапаном 5. При наличии масла в камере 7 дозатор со скоростью 4...6 м/мин приближается к детали до упора форсункой 10. При этом плунжер 4 перемещается в наконечнике 3, создавая давление в камере 7. При таком давлении срабатывает шариковый клапан 5 и порция масла выбрасывается в зону предстоящей обработки. Сменные привертные форсунки 10 имеют различную форму впрыска СОТС для достижения наилучшего эффекта.

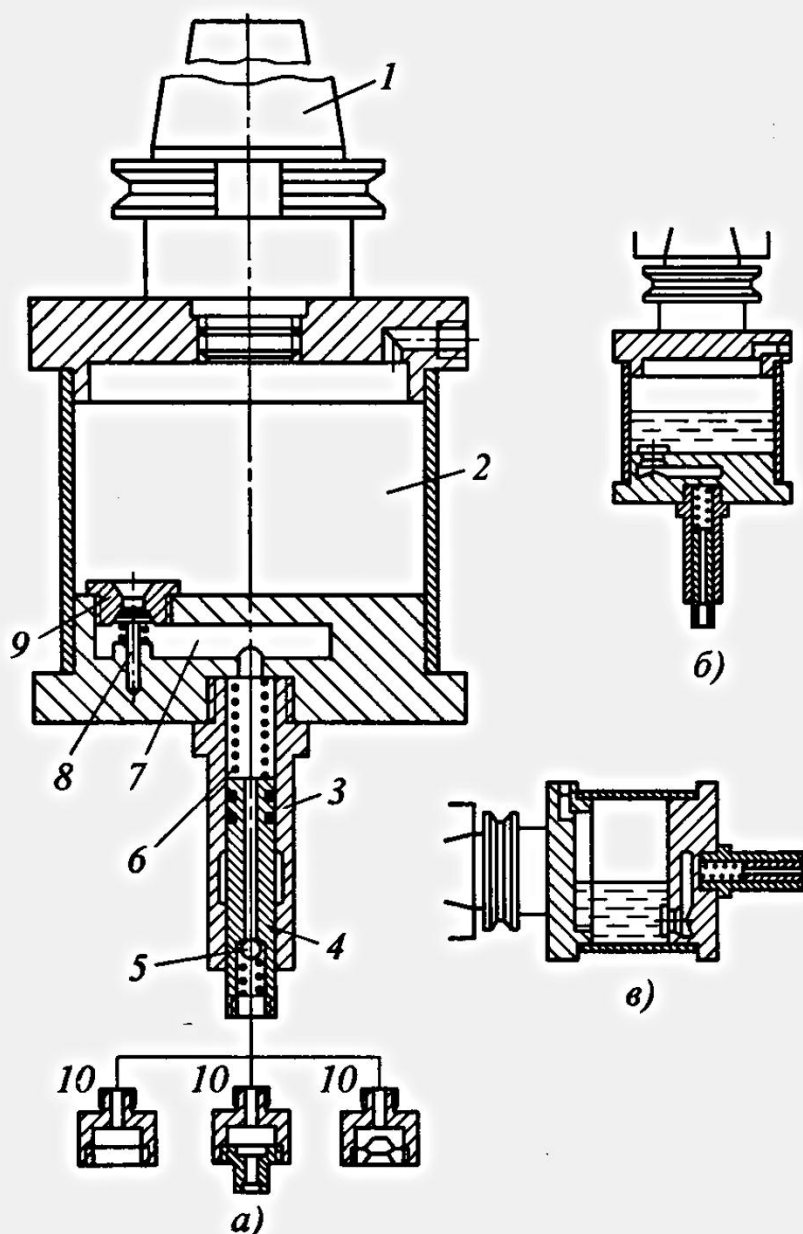


Рис. 10.4. Дозатор
для подачи
масляной СОТС

После впрыска дозатор отводится от детали и плунжер 4 под действием пружины 6 возвращается в исходное положение, работая при этом как поршень насоса. В камере 7 создается разрежение, клапан 8 открывается и камера 7 заполняется. Количество масла определяется величиной хода плунжера 3. При максимальном ходе 15 мм обеспечивается подача 2 см^3 масла.

На токарных станках с ЧПУ, в том числе с автоматической сменой инструмента для подачи СОТС напорной струей применяют регулируемые сопла в виде шариков, встроенных в державки стандартных резцов (рис. 10.5, а) и в резцовые головки со специальными хвостовиками (рис. 10.5, б).

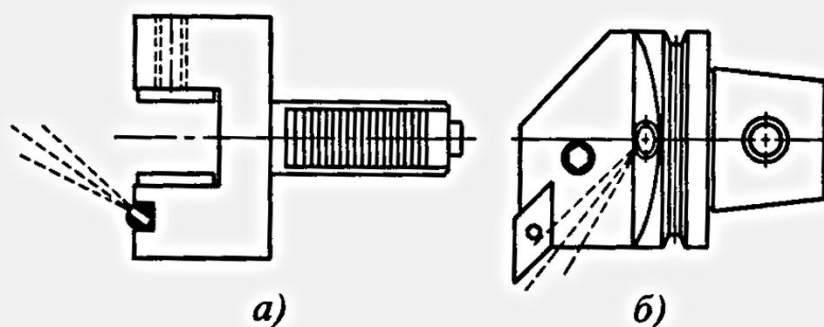


Рис. 10.5. Подача СОТС напорной струей через встроенные регулируемые сопла

Основные размеры встраиваемых сопел приведены в табл. 10.5.

10.5. Основные размеры встраиваемых сопел, мм

	d	d_1	l	M	$\alpha, ^\circ$
	6	3	5	2,5	30
	8	5	6,5	3,5	
	10		8	4	
	12	7	9	5	40
	14	9	11	6	

Примечание. Угол α характеризует диапазон регулировки положения шарика 1 в корпусе 2.

10.2. ОСНАСТКА ДЛЯ ПОДВОДА СОТС ПО ВНУТРЕННИМ КАНАЛАМ ИНСТРУМЕНТА

Подача СОТС через каналы в инструменте получила широкое распространение главным образом при обработке отверстий осевым инструментом (сверлами, зенкерами, развертками, протяжками, метчиками) и фрезами, оснащенными дополнительными каналами, в условиях автоматизированного производства. Применение этого способа обеспечивает не только подачу СОТС в зону резания, но и удаление стружки.

Характеристики подачи СОТС через каналы в инструменте приведены в табл. 10.6.

10.6. Характеристики подачи СОТС по каналам в инструменте

Вид обработки	Давление, МПа	Расход, л/мин
Сверление	0,2...0,5	10...20
Глубокое сверление	до 10	до 200
Сверление кольцевыми сверлами	0,8...5	20...1200
Развертывание	0,2...0,5	10...15
Зенкерование	0,2...0,5	10...20
Резьбонарезание метчиками	0,2...0,3	5...10
Протягивание	0,3...1	10...50

Для подвода СОТС к режущим кромкам вращающихся сверл, оснащенных твердосплавными пластинами, разработаны специальные патроны, конструкция которых позволяет осуществлять их автоматическую смену на станках с ЧПУ с автоматической стыковкой с системой подачи СОТС станка (см. рис. 9.34 и табл. 9.17).

Патрон устроен следующим образом (рис. 10.6). Хвостовик 1 с конусом 7:24 имеет в передней части цилиндрическое отверстие диаметром d ,

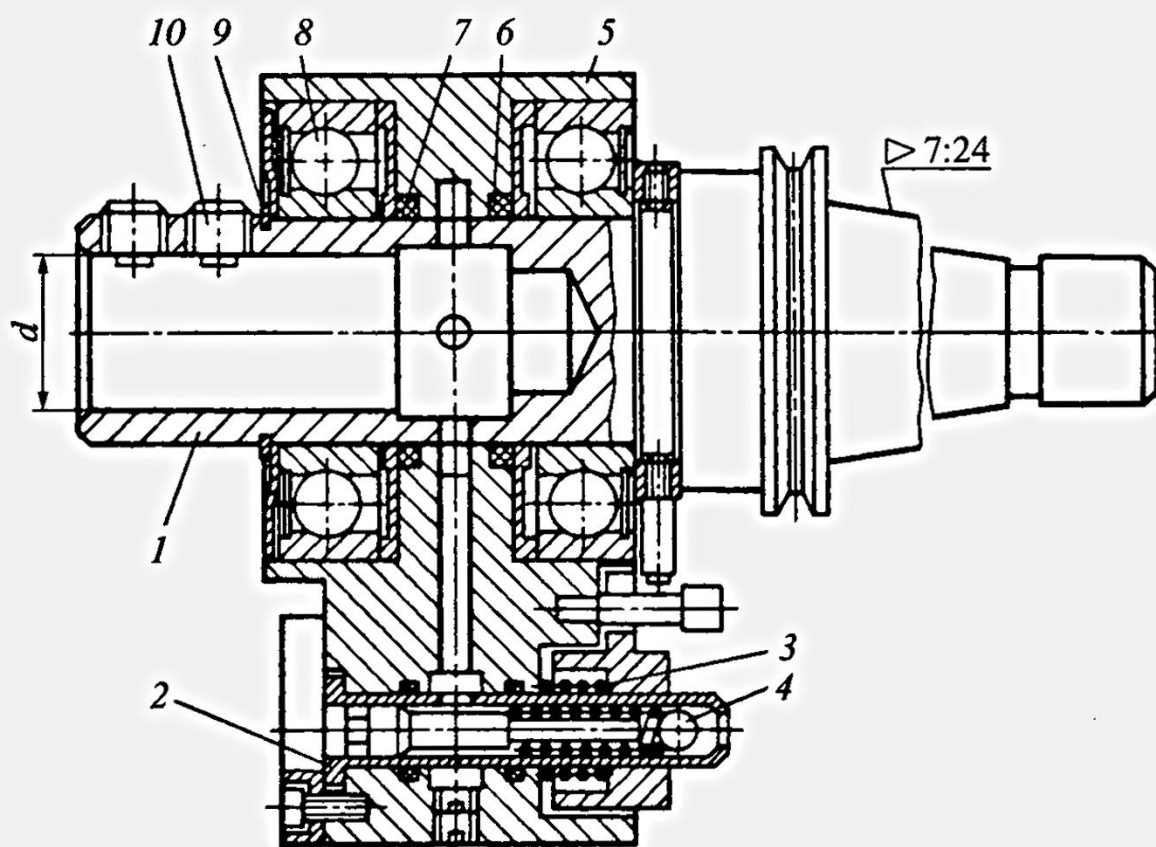


Рис. 10.6. Патрон для подвода СОТС к вращающемуся инструменту

в котором винтами 10 может закрепляться инструмент с цилиндрическим хвостовиком.

На хвостовике патрона запорным кольцом 9 закрепляется корпус 5, в котором размещены подшипники 8, прокладки 6 и 7, и упор 2 в сборе с устройством, обеспечивающим его подпружиненный ход.

После закрепления хвостовика 1 в шпинделе станка упор 2 входит в позиционирующий блок станка и соединяется с каналом СОТС. Под давлением 0,3 МПа СОТС поступает в отверстие упора 2 и открывает шариковый клапан, состоящий из пружины 3 и шарика 4. Через отверстие в упоре 2 и отверстие в корпусе 5 СОТС подводится к полости корпуса в отверстие в хвостовике 1, откуда поступает в хвостовик сверла и затем по каналам в корпусе сверла к режущим кромкам.

После включения вращения шпинделя хвостовик 1 вращается совместно с ним, а корпус 5, остановленный упором 2, остается в постоянном положении относительно бабки станка. Для повышения надежности патрона введены подшипники качения 8. Их защита от СОТС обеспечивается прокладками 6 и 7 из тефлона.

Патрон для крепления эжекторных сверл (рис. 10.7) позволяет выполнять на токарных станках скоростное сверление глубоких отверстий с отводом стружки через отверстие внутренней трубы. Наружный стебель 2 устройства закреплен гайкой 7 в корпусе 4. Корпус хвостовиком 5 устанавливается в отверстие пиноли задней бабки или специальной стойки, связанных с суппортом для обеспечения машинной подачи сверлу 1. Полое сверло, закрепленное резьбовым хвостовиком в наружном стебле,

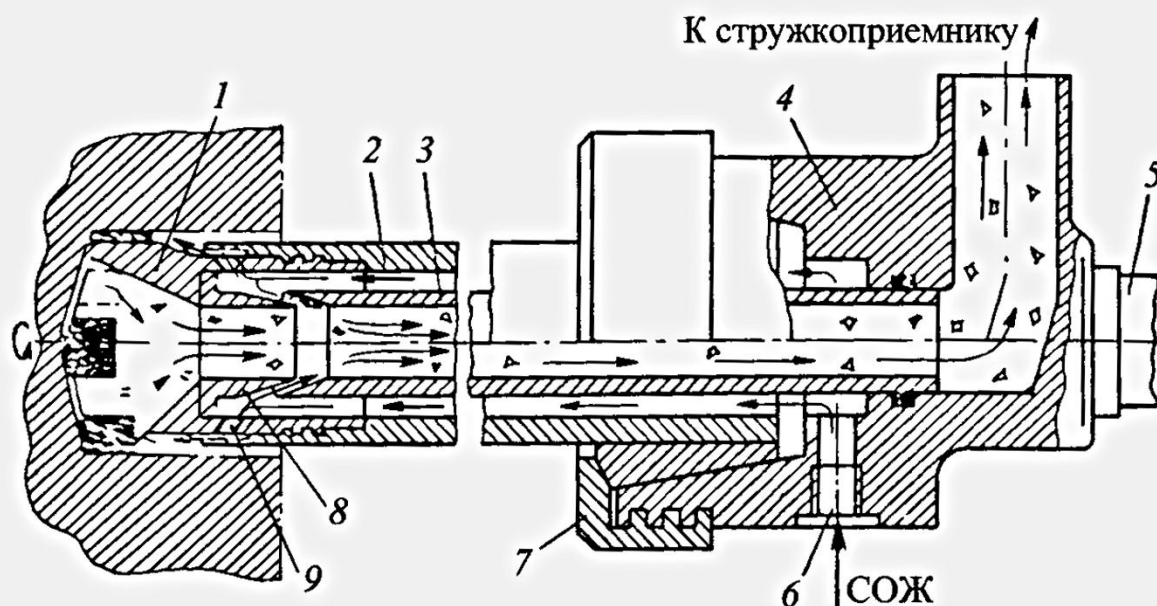


Рис. 10.7. Схема патрона для подвода СОТС к эжекторным сверлам

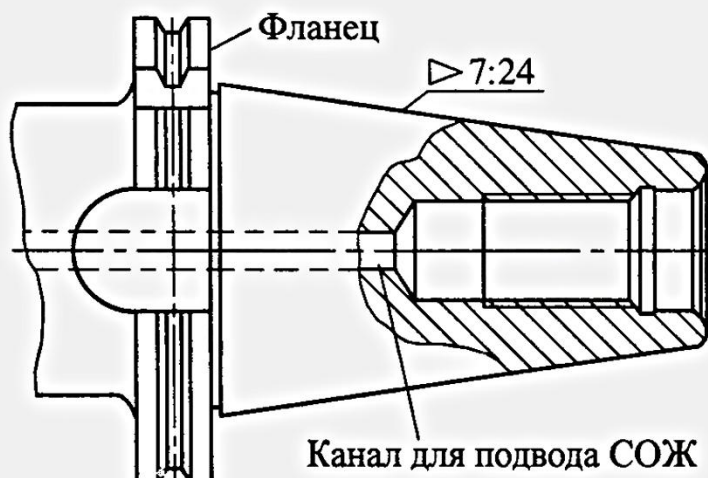


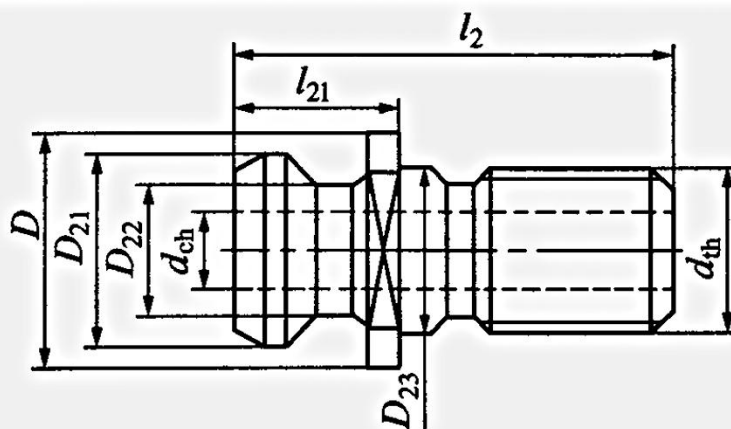
Рис. 10.8. Хвостовик инструмента с конусом 7:24

имеет внутри коническую насадку 8, которая с конусом соосной внутренней трубы 3 образует эжекторный (струйный) насос.

СОТС, которая подается от насосной станции станка через патрубок 6 и зазор между наружным стеблем 2 и внутренней трубой 3, в зоне струйного насоса разделяется на два потока. Один поток, пройдя отверстия 9 в корпусе сверла, подается в зону резания, а второй обеспечивает работу струйного насоса, создающего отсос СОТС вместе со стружкой из зоны резания и транспортирование стружки по отверстию внутренней трубы в стружкоприемник. В патроне используется лабиринтное кольцевое уплотнение, что позволяет подавать СОТС с давлением до 8 МПа.

На станках с ЧПУ с подачей СОТС через центральные отверстия шпинделей с внутренними конусами 7:24 применяют полые болты ("захватные болты"), которые служат для затягивания хвостовика инструмента в шпинделе (табл. 10.7). Конфигурация хвостовика показана на рис. 10.8.

10.7. "Захватные болты" для хвостовиков инструмента по ИСО 7388/2, мм



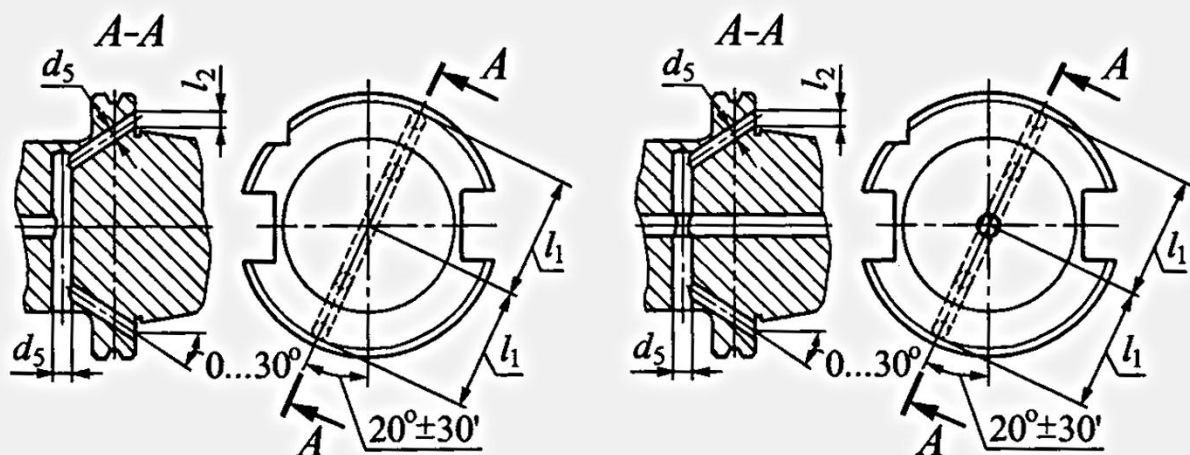
Окончание табл. 10.7

Тип болта	Конус 7:24	D_{21}	D_{22}	D_{23}	D_1	d_{ch}	l_2	l_{21}	d_{th}
А	40	19	14	17	23	7	54	26	M16
	50	28	21	25	36	11,5	74	34	M24
В	40	18,85	12,95	17	22,5	7,35	44,5	16,4	M16
	50	29,1	19,6	25	37	11,5	65,5	25,55	M24

Для подачи СОТС через шпиндели с конусами 7:24 во фланцах хвостовиков инструмента просверливают специальные каналы (табл. 10.8).

10.8. Размеры каналов для подвода СОТС в хвостовиках инструмента по DIN 69871, мм

С подачей СОТС через фланец

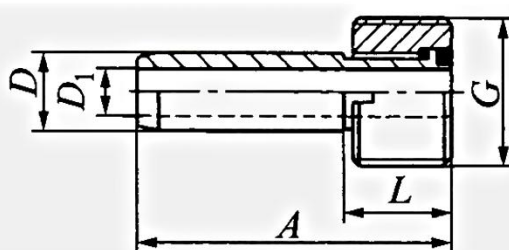
С подачей СОТС через фланец
или сквозное отверстие
в хвостовике

Конус 7:24	$l_1 \pm 0,1$	l_2 , не более	d_5
30	21	5	4
40	27	5	4
45	35	6	5
50	42	7	6

Подача СОТС через хвостовики HSK осуществляется с помощью специальных трубок, устанавливаемых в резьбовые отверстия хвостовиков (рис. 10.9). Размеры трубок приведены в табл. 10.9, а ключи для их установки – в табл. 10.10.

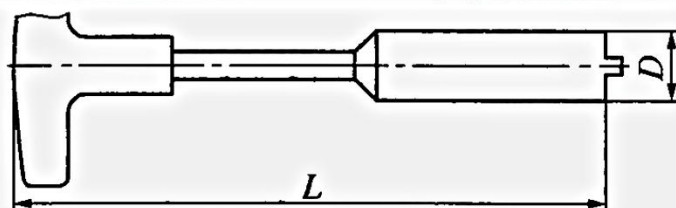
Пример подачи СОТС путем комбинации способа подвода по внутренним каналам через хвостовик HSK и способа подачи напорной струей через сопловую насадку специальной оправки показан на рис. 10.10.

10.9. Трубки для подвода СОТС от шпинделя внутрь инструмента с полыми хвостовиками HSK, мм



Обозначение HSK	G	$D, h5$	D_1	A	L
50	M16×1	10	6,4	35,0	9,5
63	M18×1	12	8,0	38,5	11,5
100	M24×1,5	16	12,0	46,5	15,5

10.10. Ключи для установки трубок для подвода СОТС в хвостовики HSK, мм



Обозначение HSK	D	L
50	15	150
63	17	152
100	22	158

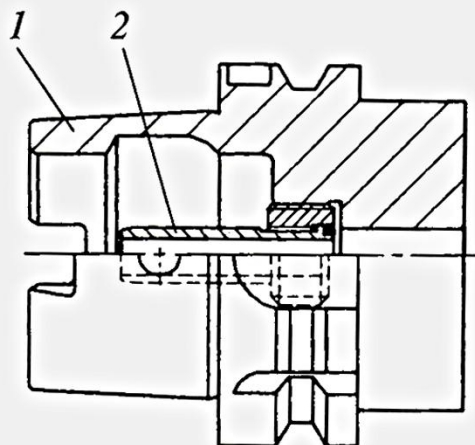


Рис. 10.9. Трубки подвода СОТС через хвостовик HSK:
1 – хвостовик; 2 – трубка

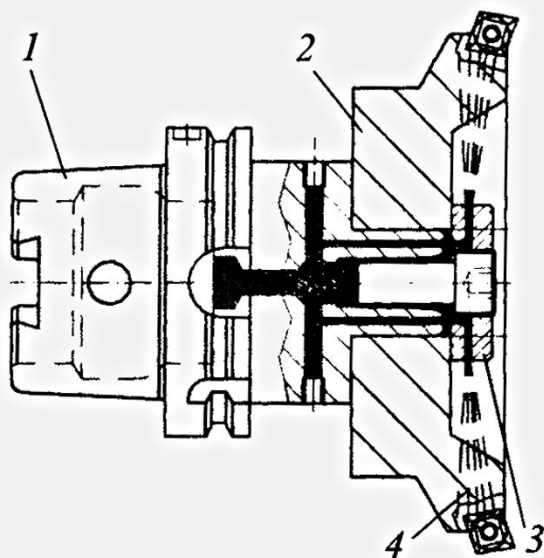


Рис. 10.10. Подача СОТС к режущим пластинам торцевой фрезы:
1 – оправка с хвостовиком HSK;
2 – фреза; 3 – сопловая насадка-шайба;
4 – струя СОТС

10.3. ОСНАСТКА ДЛЯ РЕЗАНИЯ С ОГРАНИЧЕННОЙ ПОДАЧЕЙ СОТС

Метод обработки резанием, основанный на использовании минимальных количеств СОТС, подаваемой непосредственно к режущим кромкам инструмента позволяет в значительной мере уменьшить ее расход. С уменьшением расхода СОТС достигаются многие преимущества: улучшается экологическая обстановка на предприятии; облегчается переработка стружки; уменьшается расход электроэнергии; в ряде случаев возрастает срок службы инструмента; уменьшаются эксплуатационные расходы, в том числе расходы, связанные с устранением загрязнений со стороны СОТС.

За рубежом этот метод сокращенно называется MMS (Minimal Mengen Schmierung). По методу MMS в зону резания обычно вводится от 5 до 50 см³ смазочного вещества в час (при глубоком сверлении – до 120 см³/ч), что во многих случаях обработки позволяет устранить отмеченные выше недостатки "сухого" резания, практически обеспечить режимы и параметры обработки, сопоставимые с результатами при обильной подаче СОТС, а в ряде случаев – даже превзойти их. Метод MMS обычно применяется при высокоскоростной обработке, когда смазочное вещество испаряется от высокой температуры, так что обрабатываемая деталь, инструмент и стружка остаются сухими.

Основные компоненты метода MMS показаны на рис. 10.11.

Проблемы, возникающие при использовании MMS, заключаются в следующем.

1. Затрудняются удаление и транспортировка стружки из рабочего объема станка (ранее это было функцией СОТС).

2. Для каждого инструмента необходима конкретная дозировка малых количеств СОТС и его доставка непосредственно в место отделения стружки.

Для дозировки смазочного материала обычно используются поршневые дозирующие насосы, впрыскивающие в воздушный поток определенное количество смазки, пропорциональное длине хода и частоте движения поршня, которые уточняются экспериментально и, как правило, управляются устройством ЧПУ. Дозирующий насос обеспечивает доставку СОТС с точностью до $5 \text{ см}^3/\text{ч}$. Доставка смазочного материала непосредственно в место отделения стружки осуществляется струей воздуха, образующей аэрозоль, которая поступает путем или внешнего, или внутреннего подвода. Известен способ дозирования путем изменения сечения трубки, всасывающей масло, за счет чего регулируется количество СОТС, увлекаемое воздушным потоком.

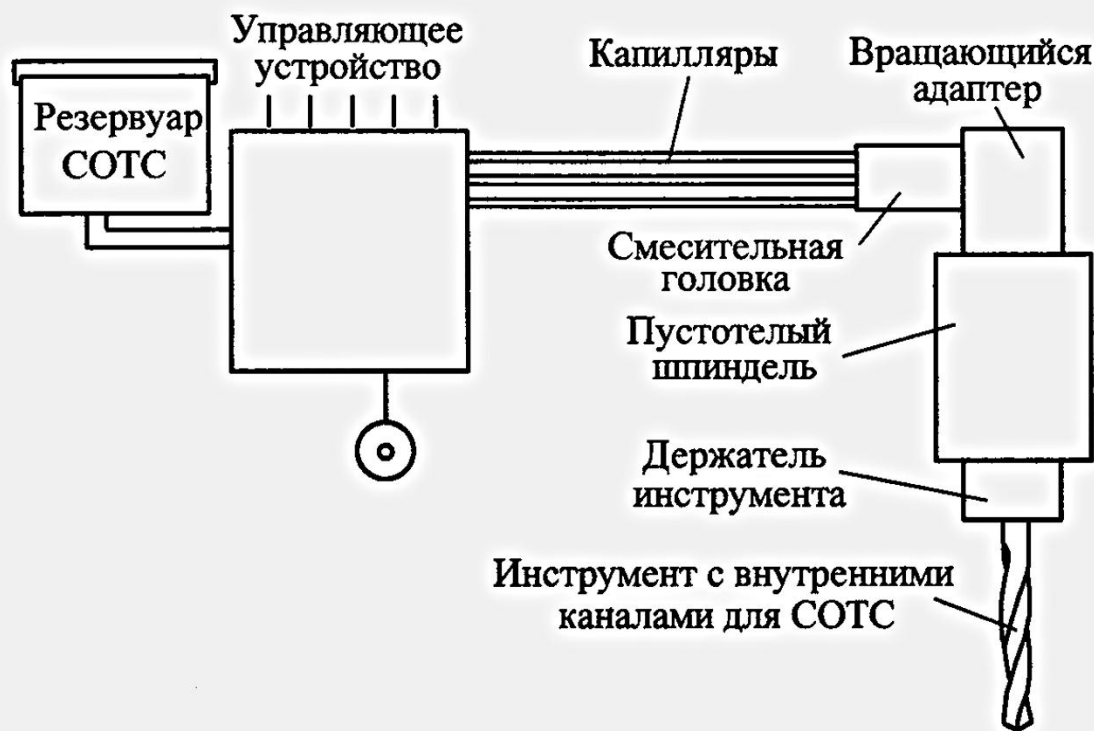


Рис. 10.11. Основные компоненты метода MMS для инструментов с внутренними каналами для подвода СОТС

Внешний подвод осуществляется регулируемыми по положению соплами. Этот метод конструктивно прост, не требует модернизации шпиндельного устройства и может быть легко применен практически на каждом станке. Учитывая малое количество подаваемого смазочного материала сопла необходимо точно направлять струю аэрозоля к месту контакта режущих кромок инструмента с заготовкой, что требует регулировки их положения при изменении типа или длины инструмента. Этот метод подвода MMS неприменим при глубоком сверлении, неэффективен при фрезеровании внутренних полостей деталей, глубоких карманов и других труднодоступных поверхностей. Практически он используется на станках с редкой сменой инструментов при обработке простых открытых поверхностей и неприменим на многооперационных станках. При внешнем подводе рекомендуется использование в составе аэрозоля сравнительно крупных капель смазочного вещества с размерами от 3 до 30 мкм.

На рис. 10.12 показаны устройства для дозированного внешнего подвода СОТС.

На магнитной стойке 1 укреплен воздушный трубопровод 2, в который подается СОТС или из автономного бачка 5 (емкостью несколько литров), или из бачка 4, установленного непосредственно на трубопроводе. СОТС выбрасывается из трубопровода сжатым воздухом 7 с давлением 0,3...0,9 МПа. Количество выбрасываемого СОТС регулируется установочным винтом, а ее периодичность осуществляется либо вручную с помощью механического клапана 8, либо автоматически с помощью генератора 6. При этом СОТС может выбрасываться в виде капель (рис. 10.13, а) или в виде распыленной струи (в случае использования дополнительного штуцера 3) (рис. 10.13, б). Кроме того, в случае использования двух автономных устройств данная конструкция может осуществлять очистку сжатым воздухом рабочего пространства (рис. 10.13, в).

Внутренний подвод смазочного материала значительно эффективнее внешнего подвода и используется на всех известных в настоящее время обрабатывающих центрах, рассчитанных на MMS. На рис. 10.14 представлен патрон с масляным резервуаром, позволяющий реализовать внутренний подвод СОТС в соответствии с методом MMS. Масляный резервуар рассчитан на 8 ч работы. Этот метод подвода связан с некоторыми эксплуатационными трудностями.

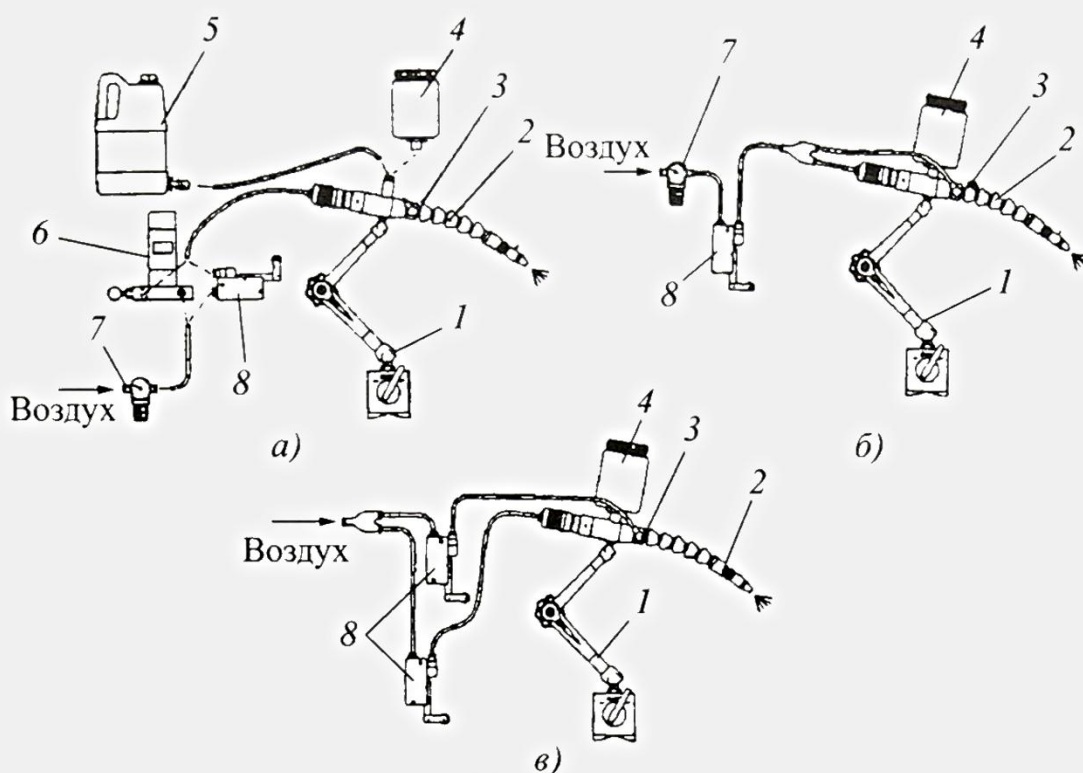


Рис. 10.12. Модификации устройства для дозированного подвода СОТС:
 1 – стойка; 2 – трубопровод; 3 – штуцер; 4 – бачок; 5 – дополнительный бак;
 6 – дозирующее устройство; 7 – редуктор; 8 – клапан-регулятор

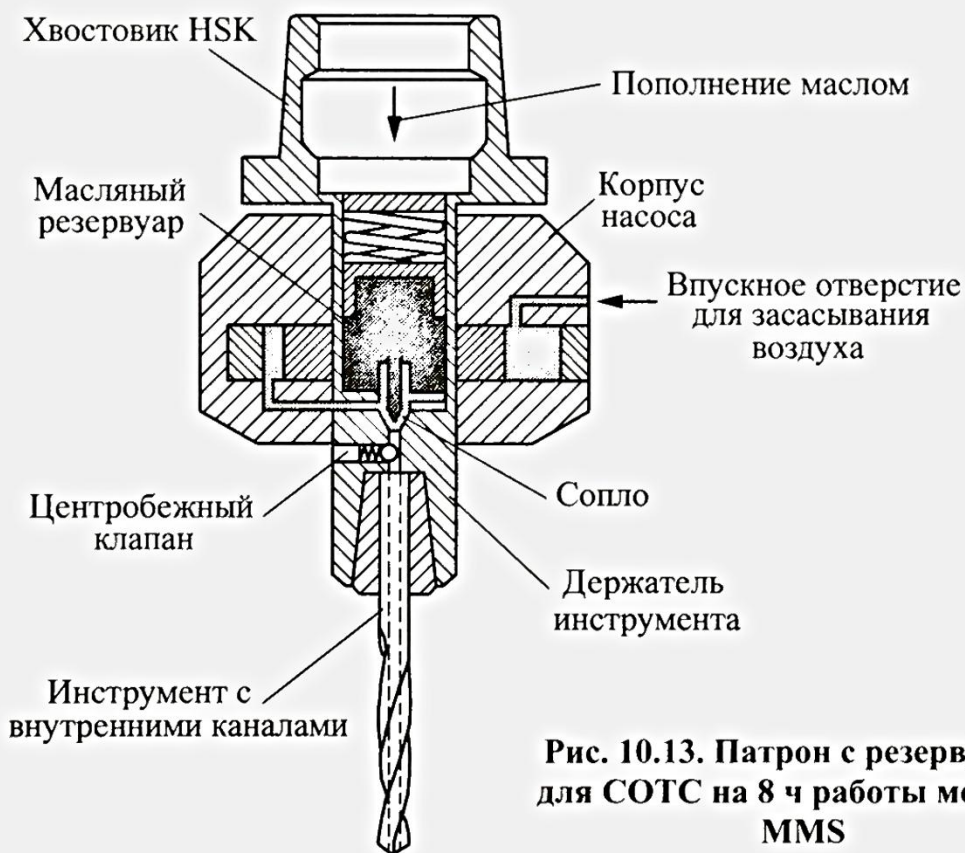


Рис. 10.13. Патрон с резервуаром для СОТС на 8 ч работы методом MMS

Подвод смазочного материала осуществляется через вращающийся шпиндель и автоматически сменяемый специальный инструмент, который имеет каналы для подвода СОТС по методу MMS к режущим кромкам. На современных станках с частотой вращения шпинделя $10\ 000 \dots 12\ 000 \text{ мин}^{-1}$, особенности на высокоскоростных, где эти частоты достигают $20\ 000 \dots 30\ 000 \text{ мин}^{-1}$, возникает опасность расслоения аэрозоля под воздействием центробежных сил с оседанием частиц смазки на стенках каналов. Поэтому особое внимание уделяется оптимальной подаче СОТС через хвостовик инструмента.

Разработана система подачи СОТС, специально приспособленная для MMS. При этом важна геометрическая форма цилиндрического хвостовика режущего инструмента, так как от нее также зависит надежность подачи СОТС.

В ходе проведения большого количества экспериментов с хвостовиками различной геометрии найдена оптимальная форма цилиндрического хвостовика с конической фаской на торце, который имеет ряд преимуществ при использовании метода MMS:

- а) отсутствуют завихрения в потоке СОТС;
- б) минимальный объем "паразитного" пространства;
- в) простота обслуживания;
- г) недорогое производство.

Также проведен детальный анализ динамики подачи СОТС. В результате разработана новая система подачи СОТС с цельной приемной трубкой (устойчивой к коррозии) и винтом регулирования MMS (рис. 10.14).

Монтаж устройства для подачи СОТС по методу MMS показан на рис. 10.15, а основные размеры трубки MMS для коротких патронов с "термозажимом" – в табл. 10.11.

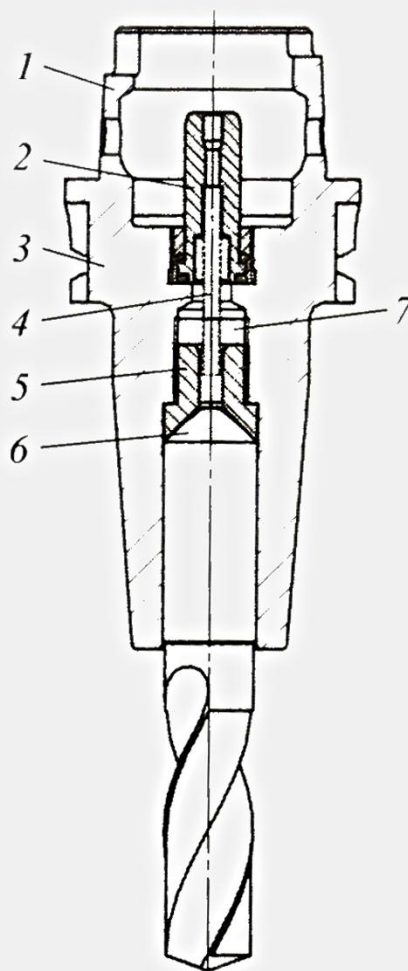


Рис. 10.14. Устройство подвода СОТС по методу MMS:

- 1 – хвостовик HSK; 2 – трубка MMS; 3 – патрон для "термозажима" инструмента; 4 – тонкостенная коррозионно-стойкая трубка; 5 – винт регулировки длины; 6 – коническая фаска на хвостовике инструмента; 7 – "паразитное" пространство

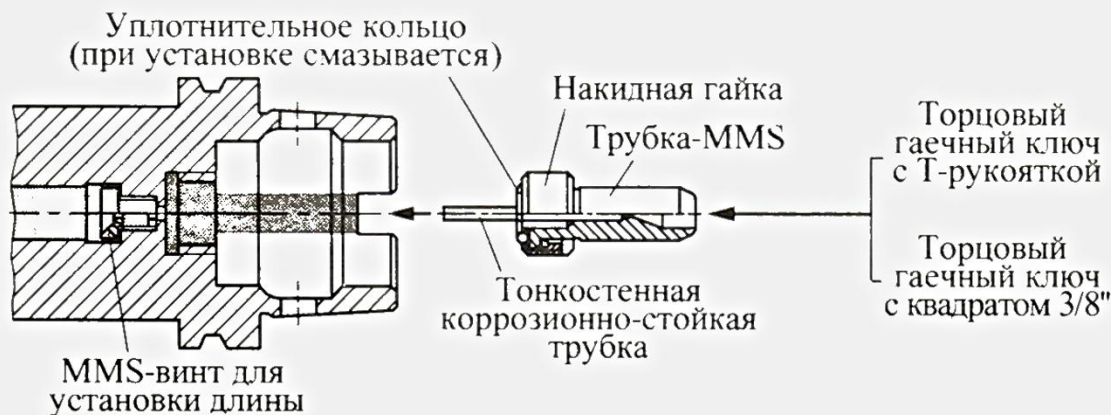
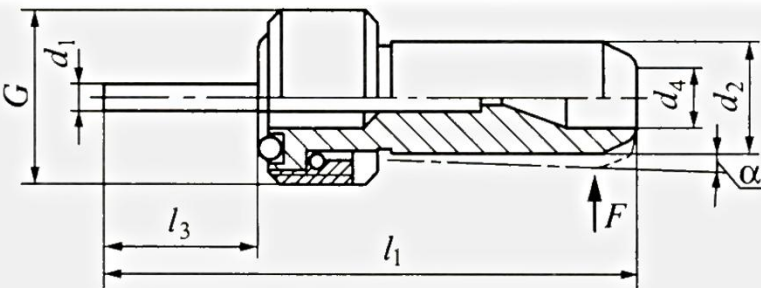


Рис. 10.15. Монтаж патрона для работы по методу MMS

10.11. Основные размеры трубки MMS, мм



Обозначение HSK	d_1	d_2	d_4	l_1	l_2	G	$\alpha, ^\circ$	$F, \text{Н}$
50	2,5	10	4,0	55,4	22,7	M16×1	1,3	6
63		12		56,7	20,5	M18×1		
100		16		63,9	20,1	M24×1,5	1,4	7

Основными требованиями к монтажу устройств для подачи СОТС по методу MMS являются:

- а) приемное отверстие в хвостовике HSK должно быть чистым и свободным от стружек и дефектов;
- б) уплотнительное кольцо предварительно смазывается;
- в) устройство для подвода СОТС (трубка MMS, накидная гайка и два уплотнительных кольца) при помощи торцевого ключа устанавливается по центру патрона с хвостовиком HSK (см. рис. 10.15);
- г) при установке устройства для подачи СОТС по методу MMS обязательно обратить внимание на то, чтобы тонкостенная трубка устанавливалась по центру в винт регулировки длины и не имела дефектов (не отгибалась);
- д) трубка MMS вворачивается и затягивается с определенным моментом затяжки;
- е) трубка, подводящая СОТС, проверяется на качание под действием силы F в пределах угла α (см. табл. 10.11).

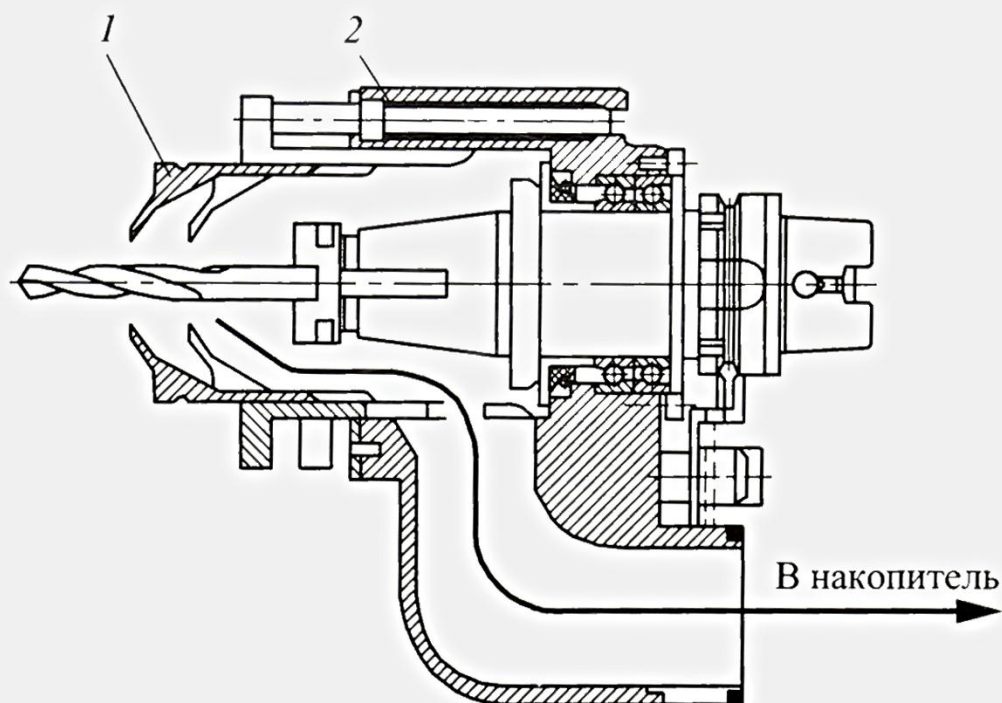


Рис. 10.16. Устройство для удаления стружки при сверлении по методу MMS:

1 – кожух; 2 – пружина

На станках, не разработанных специально для MMS, удаление стружки с обрабатываемой детали и узлов станка и ее перемещение в сборник или транспортер осуществляется вакуумным отсосом.

На рис. 10.16 показано устройство для удаления стружки при сверлении, которое работает следующим образом. Кожух 1 с помощью регулировочного винта устанавливается на определенное расстояние от обрабатываемой заготовки. Если расстояние между кожухом и заготовкой уменьшается, то из-за разницы давлений снаружи и внутри кожуха последний перемещается от заготовки. В случае увеличения расстояния между кожухом и заготовкой кожух перемещается в сторону заготовки под действием пружины 2. Таким образом, зазор между кожухом и обрабатываемой заготовкой поддерживается постоянным автоматически. В процессе резания образующаяся стружка засасывается в накопитель. В накопителе стружка попадает в сепаратор, отделяющий СОТС, после чего стружка собирается в бункере.

10.4. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЖИДКИХ СОТС

Помимо жидких СОТС, за которыми в практике сохраняется название СОЖ, в качестве смазывающе-охлаждающих сред применяют аэрозоли и газообразные СОТС.

Газообразные СОТС применяют при лезвийной обработке заготовок в тех случаях, когда по условиям выполнения технологического процесса

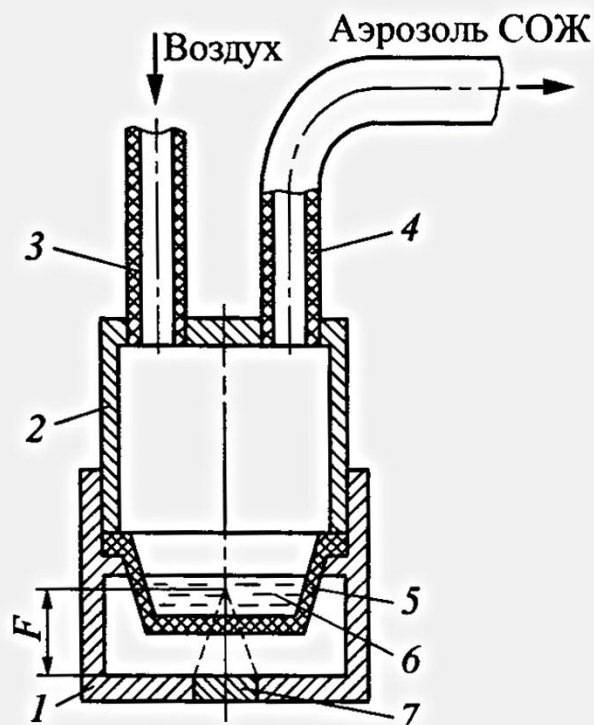


Рис. 10.17. Схема устройства для подачи СОТС в виде мелкодисперсной аэрозоли

не допускается использование жидких продуктов (например, при обработке в сборе опорных шеек роторов электромашин). Минимальный расход СОТС обеспечивается при подаче их в виде воздушно-жидкостной смеси (аэрозоли).

Устройство подачи СОТС в виде мелкодисперсной аэрозоли (рис. 10.17) содержит промежуточный 1 и верхний 2 сосуда, образующие камеру распыления, в которой располагается сосуд 5 для распыляемой жидкости. На дне промежуточного сосуда 1 закреплен пьезопреобразователь 7. С верхним сосудом 2 соединены трубки 3 и 4 соответственно для подачи в камеру сжатого воздуха и нагнетания аэрозоли в зону обработки. После заполнения сосуда 5 жидкостью 6 до

высоты F , расположенного несколько выше фокусного расстояния пьезопреобразователя 7, на последний подается сигнал от ультразвукового генератора и жидкость распыляется благодаря кавитации. При наложении колебаний на поверхность струи, возникающей вследствие фонтанирования СОЖ, возбуждаются капиллярные волны, а капли аэрозоля образуются в результате их отрыва от гребней волн.

Другим вариантом применения газообразных СОТС является электростатическое охлаждение лезвийного инструмента. Путем подачи в зону резания ионизированного и озонированного воздуха удастся уменьшить температуру рабочей части резца до $110...115^{\circ}\text{C}$ при точении заготовок из коррозионно-стойких сталей и других труднообрабатываемых материалов. Обладая значительно большей по сравнению с СОЖ проникающей способностью, ионизированный и насыщенный озоном охлажденный воздух способен оказать определенное влияние на процессы контактного взаимодействия инструмента и материала обрабатываемой заготовки.

Принцип действия устройств для электростатического охлаждения показан на рис. 10.18. Ионизация потока воздуха проводится в сопле с помощью коронного разряда. Сопло (рис. 10.18, а) состоит из иглы 4, изолированной от втулки 1, и корпуса 3 пластмассовым патрубком 2. Втулка через корпус сопла, металлический рукав и корпус блока питания

соединена с клеммой "земля". С выхода блока питания через провод на иглу подается высоковольтное напряжение. Втулка выполнена таким образом, чтобы создать между кончиком иглы и втулкой максимально симметричное электрическое поле, что способствует устойчивому коронному разряду в этой зоне.

В блоке питания (рис. 10.18, б) создается высоковольтное импульсное напряжение, которое и подается на иглу 4.

В сопло подается очищенный воздух под давлением до 0,6 МПа, содержащий масло с концентрацией из расчета 1...2 капли на 1 м³ воздуха.

Выбор варианта установки сопла зависит от различных факторов: характера износа режущего инструмента, возможности монтажа в зоне резания и др.

При установке сопла необходимо обеспечить направление его в зону резания и расстояние от торца сопла до зоны резания 15...25 мм.

На рис. 10.19 показаны примеры использования принципа электростатического охлаждения в конкретных конструкциях.

При абразивной обработке применяют замороженные технологические среды (ЗТС). Это позволяет повысить режущую способность круга в 1,3...1,5 раза при шлифовании заготовок из стали и одновременно уменьшить шероховатость шлифованной поверхности на 30...50 % по сравнению с обработкой при подаче той же СОТС поливом в зону обработки.

ЗТС подают в зону обработки в процессе шлифования обычно в виде бруска, который одновременно касается поверхностей круга и обрабатываемой заготовки (рис. 10.20).

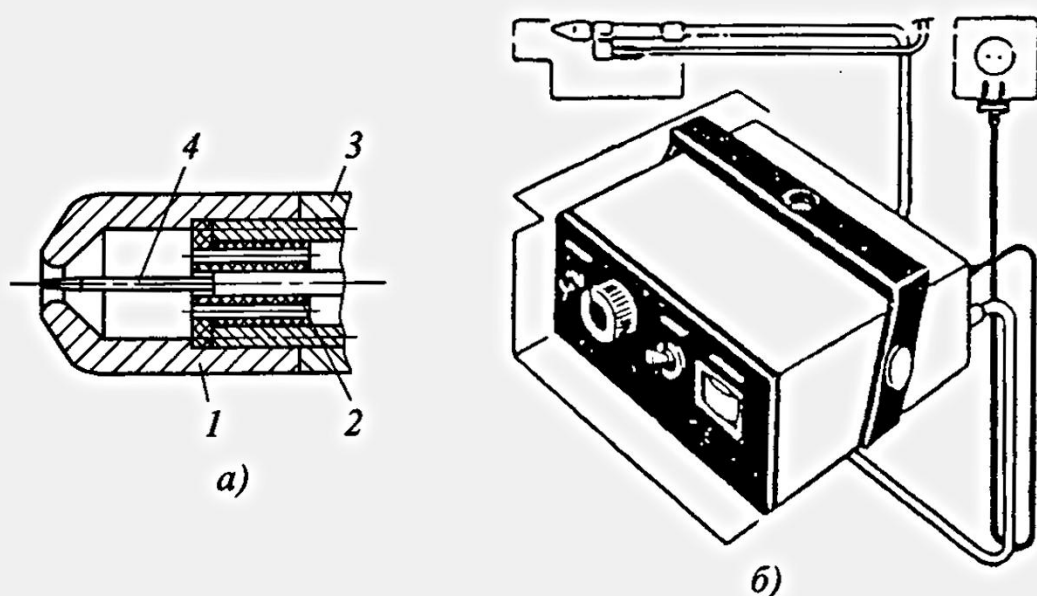


Рис. 10.18. Устройство для электростатического охлаждения:
а – сопло; б – блок питания; 1 – втулка; 2 – патрубок; 3 – корпус; 4 – игла

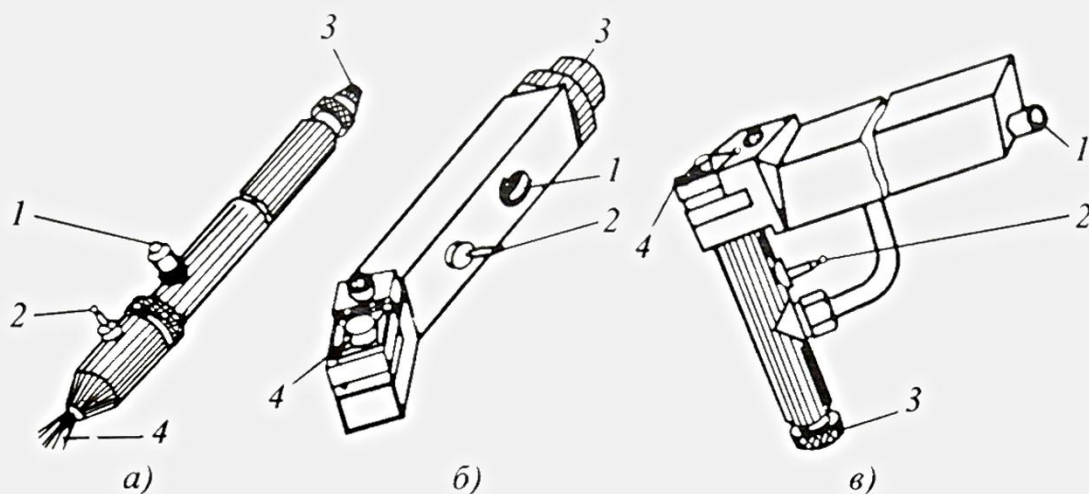


Рис. 10.19. Устройства для электростатического охлаждения:

а – универсальное для автономного размещения на станке; *б* – размещаемое в державке токарного инструмента; *в* – для подачи ионизированного воздуха на заднюю поверхность токарного резца; 1 – входной патрубок для сжатого воздуха; 2 – электрод; 3 – регулировочный вентиль; 4 – сопло для подачи ионизированного воздуха

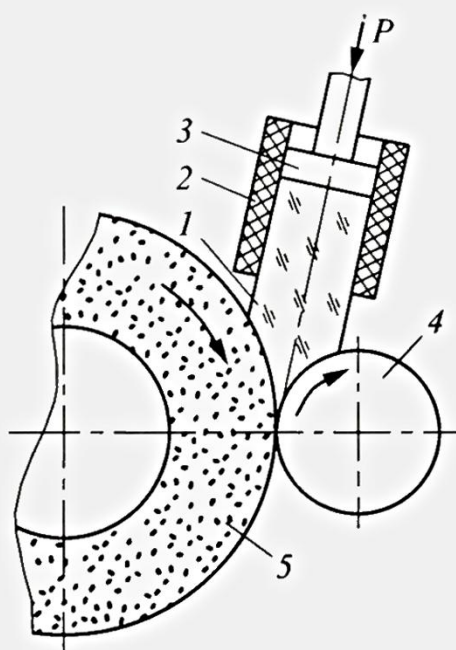


Рис. 10.20. Схема подачи ЗТС на операции круглого наружного шлифования:

1 – ЗТС; 2 – цилиндр;
3 – поршень; 4 – заготовка;
5 – шлифовальный круг

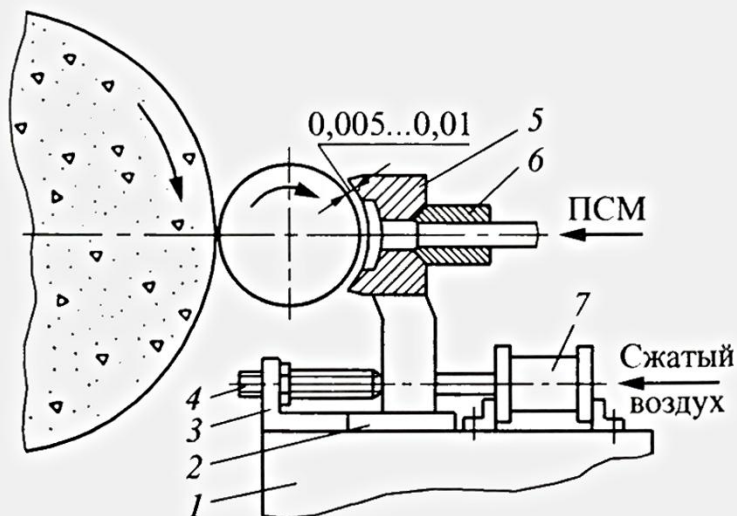


Рис. 10.21. Схема подачи ПСМ:

1 – основание; 2 – направляющая; 3 – стойка;
4 – винт; 5 – гидростатическая опора; 6 – канал подвода ПСМ; 7 – пневмоцилиндр

Пластичные смазки (ПСМ) подают под давлением к заготовке при круглом наружном шлифовании путем подачи ПСМ через гидростатическую опору (рис. 10.21). Регулирование зазора и расхода ПСМ осуществляется винтом 4. При подаче ПСМ через отверстие в башмаке 5 под давлением 0,3 МПа возникает гидростатическое давление в зазоре между поверхностями заготовки и башмака. Расход ПСМ при этом очень мал, но возрастает по мере съема припуска с обрабатываемой заготовки.

Список литературы

1. **Инструментальное** обеспечение автоматизированного производства: учеб. для машиностроит. спец. вузов / В.А. Гречишников, А.Р. Маслов, Ю.М. Соломенцев и др. М.: Высш. шк., 2001. 271 с.: ил.
2. **Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н.** Оснастка для станков с ЧПУ: справ. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1990. 512 с.
3. **Металлорежущие** инструменты: учеб. для вузов по спец. "Технология машиностроения", "Металлорежущие станки и инструменты" / Г.Н. Сахаров, О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой и др. М.: Машиностроение, 1989. 328 с.
4. **Рывкин Г.М.** Инструментальная оснастка для автоматизированного производства. М.: Машиностроение, 1962, 146 с.
5. **Самонастраивающиеся** зажимные механизмы: справ. / под ред. Ю.Н. Кузнецова. Киев-София: Техніка-Техника, 1988. 222 с.
6. **Фрумин Ю.Л.** Комплексное проектирование инструментальной оснастки. М.: Машиностроение, 1987. 343 с.
7. **Справочник** конструктора-инструментальщика / под общ. ред. В.А. Гречишникова и С.В. Кирсанова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2006. 542 с.
8. **Боровский Г.В., Григорьев С.Н., Маслов А.Р.** Справочник инструментальщика / под общ. ред. А.Р. Маслова. 2-е изд. испр. М.: Машиностроение, 2007. 464 с.
9. **Григорьев С.Н., Кохомский М.В., Маслов А.Р.** Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: справ. / под ред. А.Р. Маслова. М.: Машиностроение, 2006. 544 с. (Б-ка инструментальщика).
10. **Смазочно-охлаждающие** технологические средства и их применение при обработке резанием / под общ. ред. Л.В. Худобина. М.: Машиностроение, 2006. 544 с.: ил.

СПРАВОЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Маслов Андрей Руффович

**ПРИСПОСОБЛЕНИЯ
ДЛЯ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО
ИНСТРУМЕНТА**

Редактор *Д.А. Елисеев*
Переплет художника *Т.Н. Галицыной*
Корректор *М.Я. Барская*
Инженер по компьютерному
макетированию *Н.И. Смольянина*

Сдано в набор 09.04.2008 г. Подписано в печать 21.07.2008 г. Формат 60 × 88 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 19,6. Уч.-изд. л. 20,0.

Тираж 1000 экз. Заказ 1320

Ордена Трудового Красного Знамени ОАО "Издательство "Машиностроение",
107076, Москва, Стромьинский пер., 4. www.mashin.ru

Оригинал-макет изготовлен в ООО "Издательство Машиностроение"

Отпечатано в ГУП ППП "Типография "Наука" РАН,
121099, Москва, Шубинский пер., 6

ISBN 978-5-217-03439-0



9 785217 034390