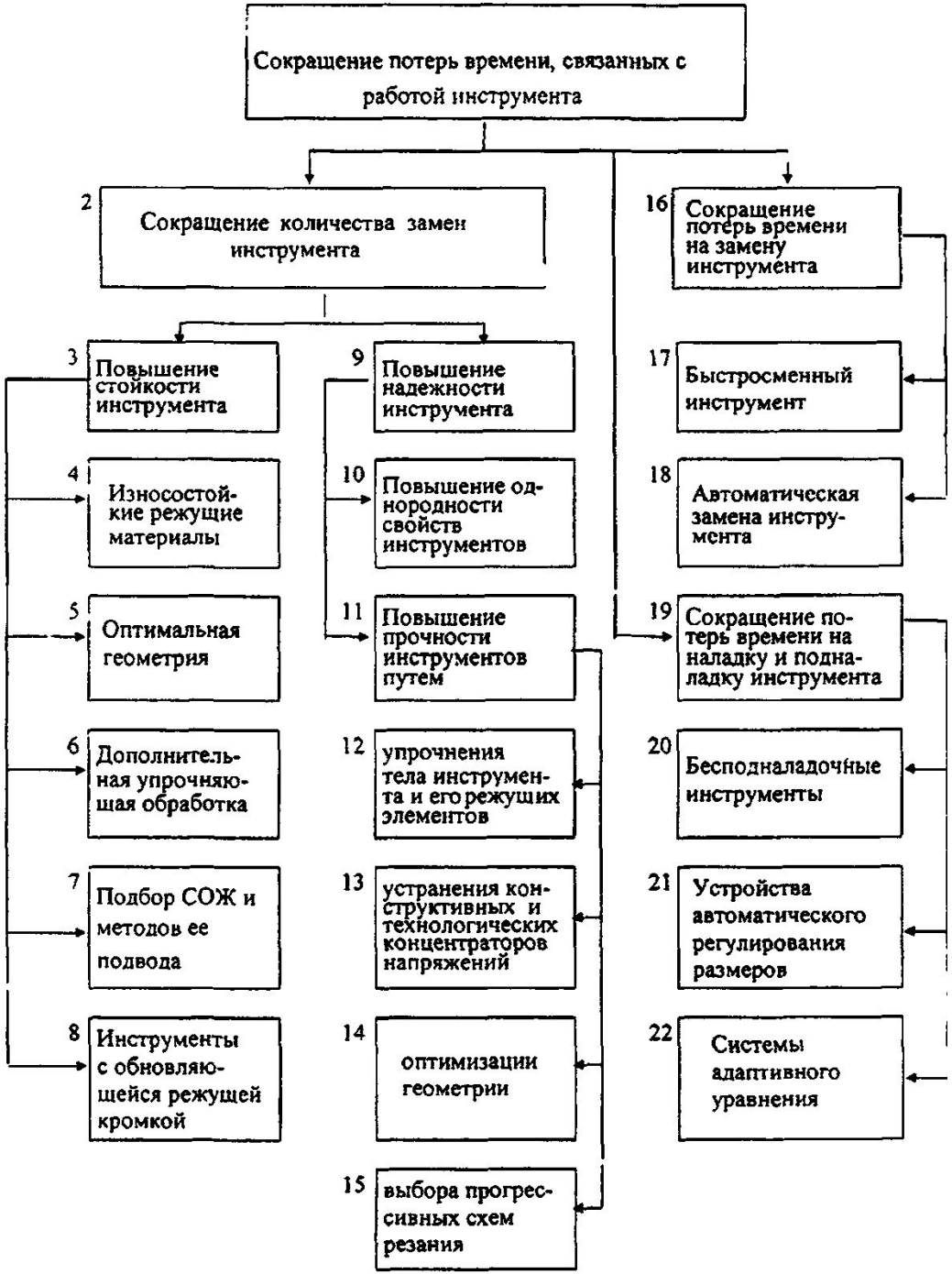
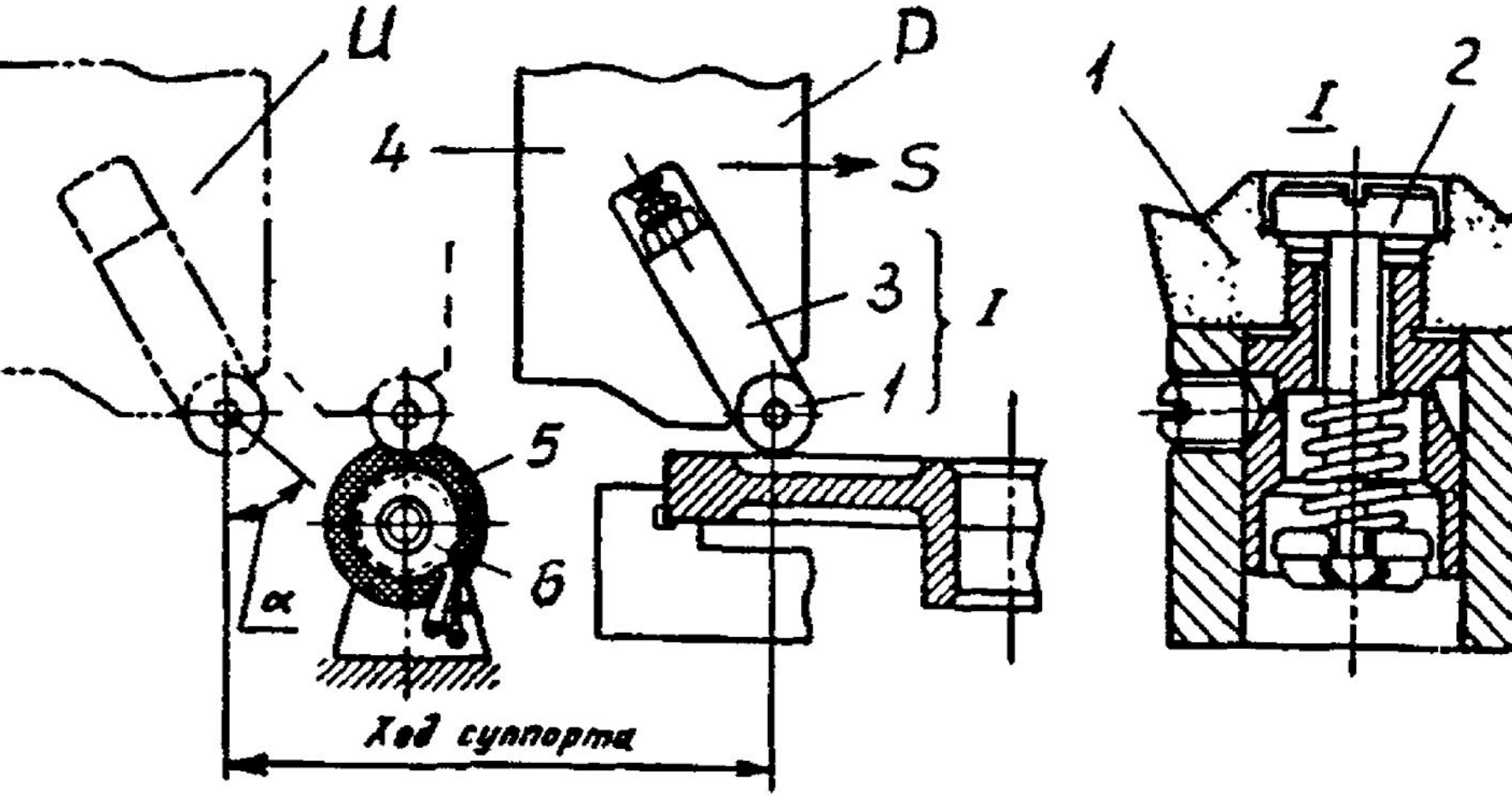
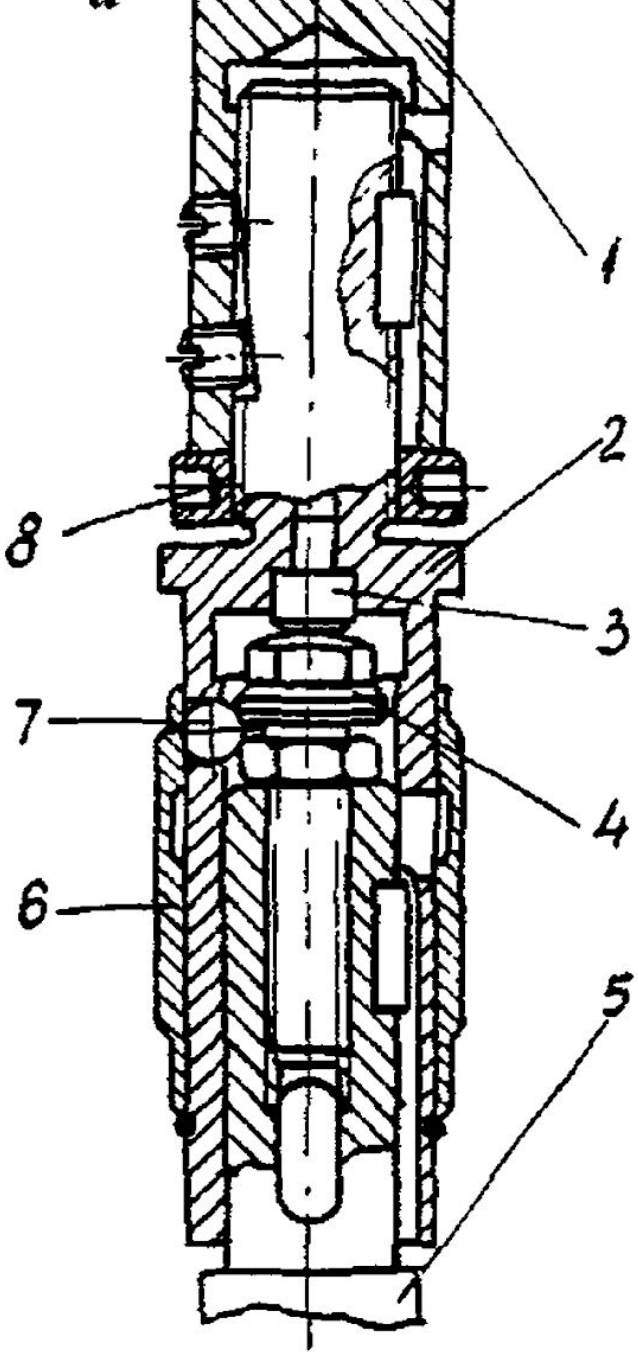



*Рис. 1.88.* Методы сокращения потерь времени




*ис 1 89* Схема обновления режущей кромки резца с круглой тверд
ной пластиной



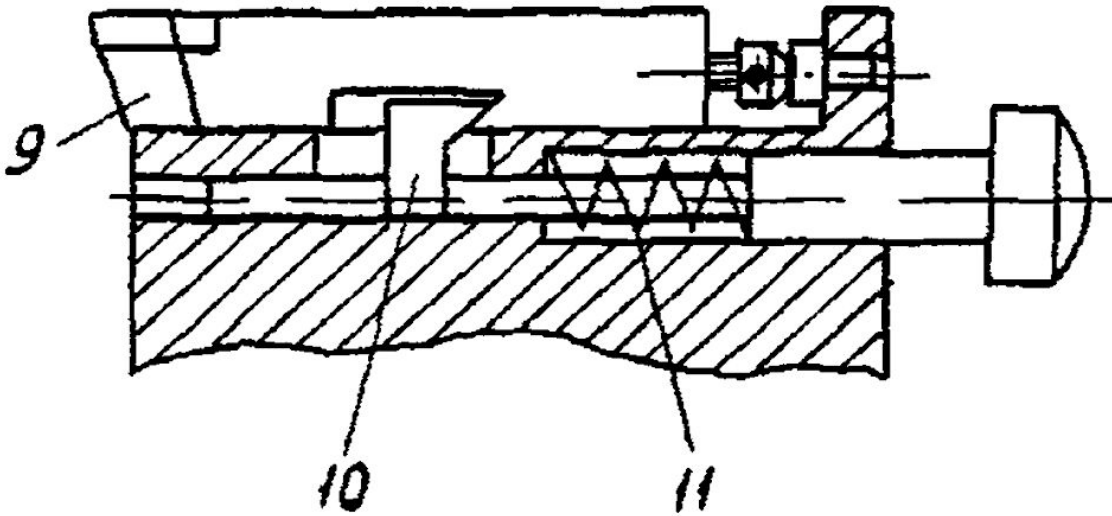




*Рис 1.90* Схемы быстросменного крепления: *а* — стержневых инструментов; *б* — резцов. *1* — шпиндель станка, *2* — корпус быстросменного патрона, *3* — упорная пята; *4* — регулировочный винт; *5* — переходная оправка; *6* — муфта, *7* — запорный шарик; *8* — установочная гайка, *9* — резец; *10* — фиксатор с тягой; *11* — пружина

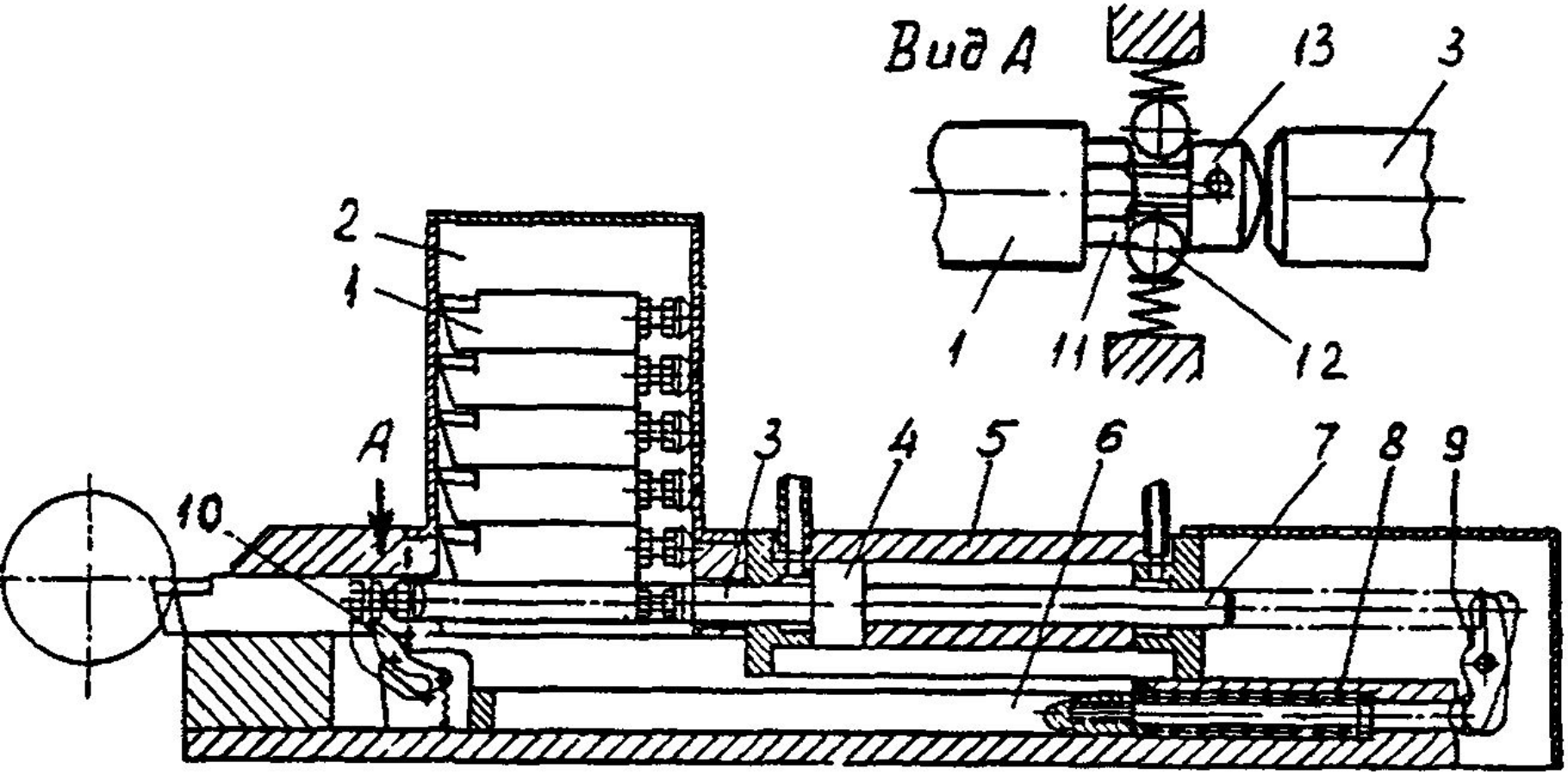



*Рис 1 91* Устройство автоматической замены резцов

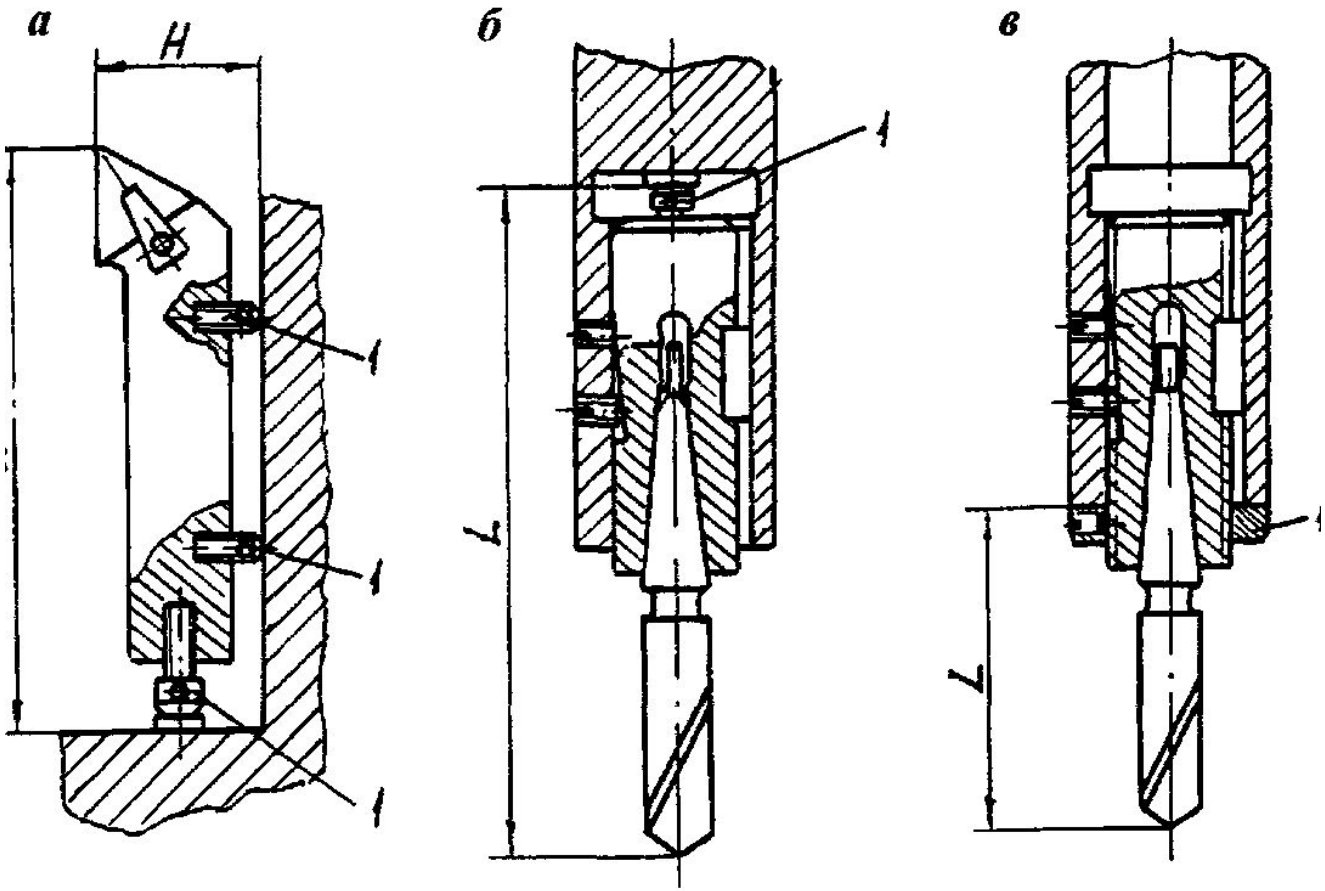
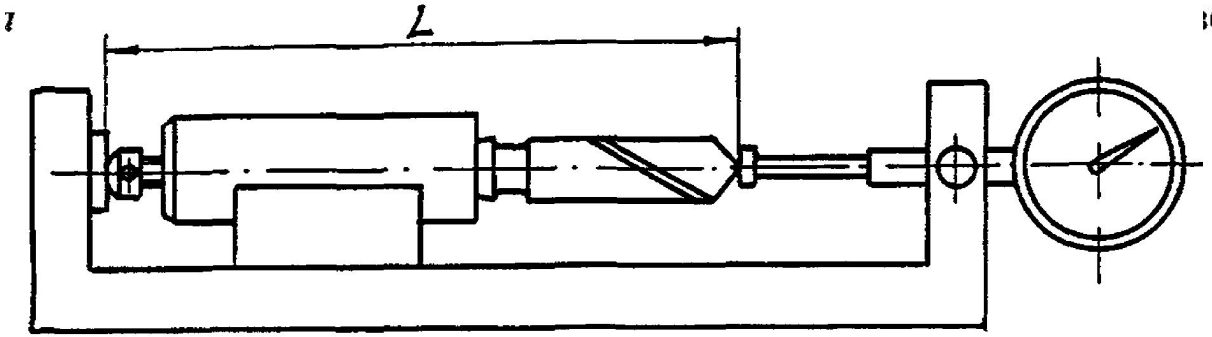



Рис 1.92 Бесподналадочные инструменты, настраиваемые элементами *1* (винт, гайка) на размеры обработки вне станка по координатам *L* и *H*.



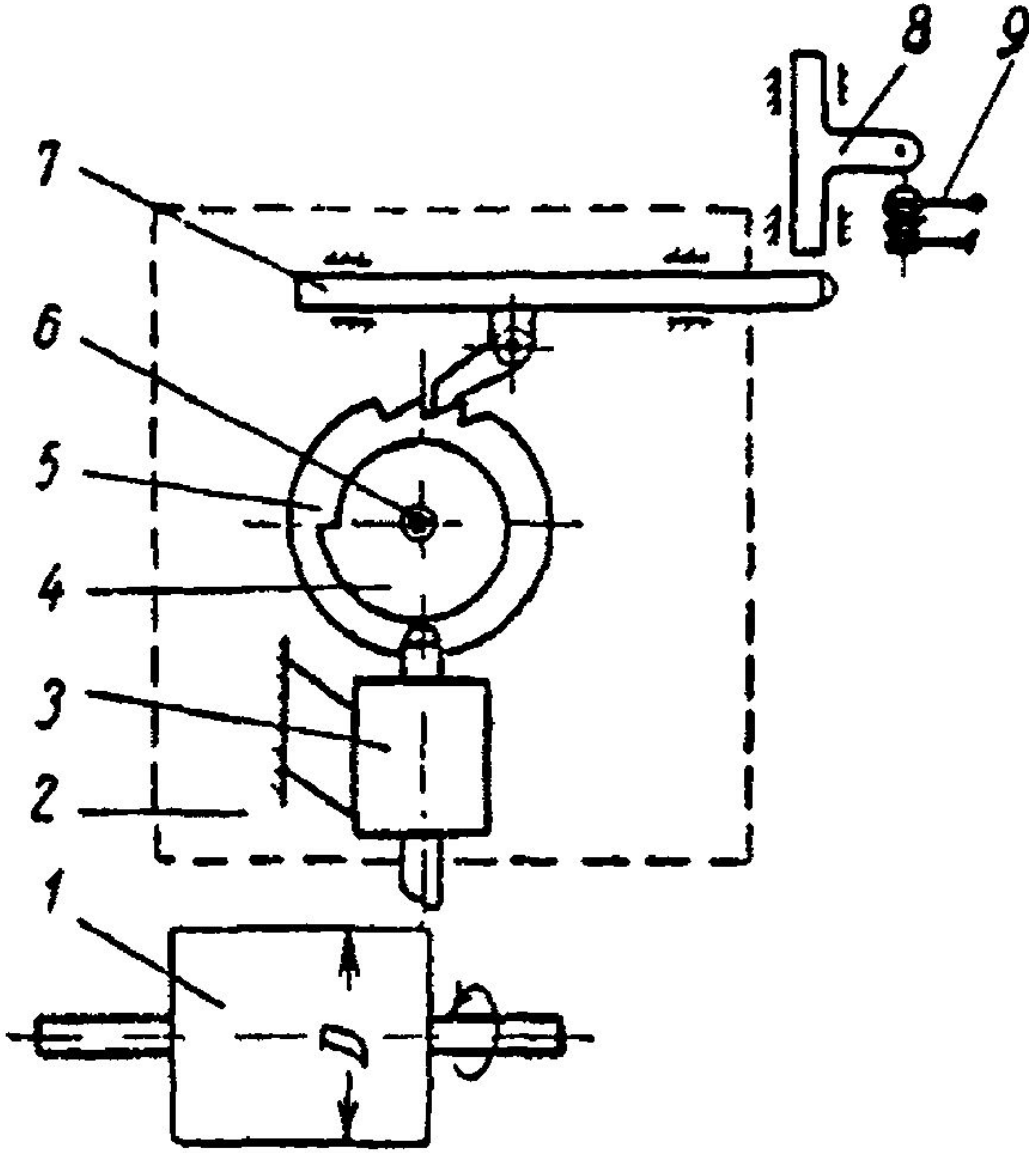
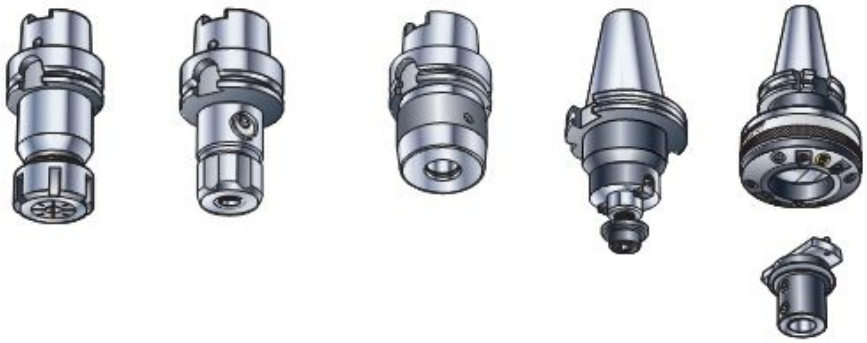
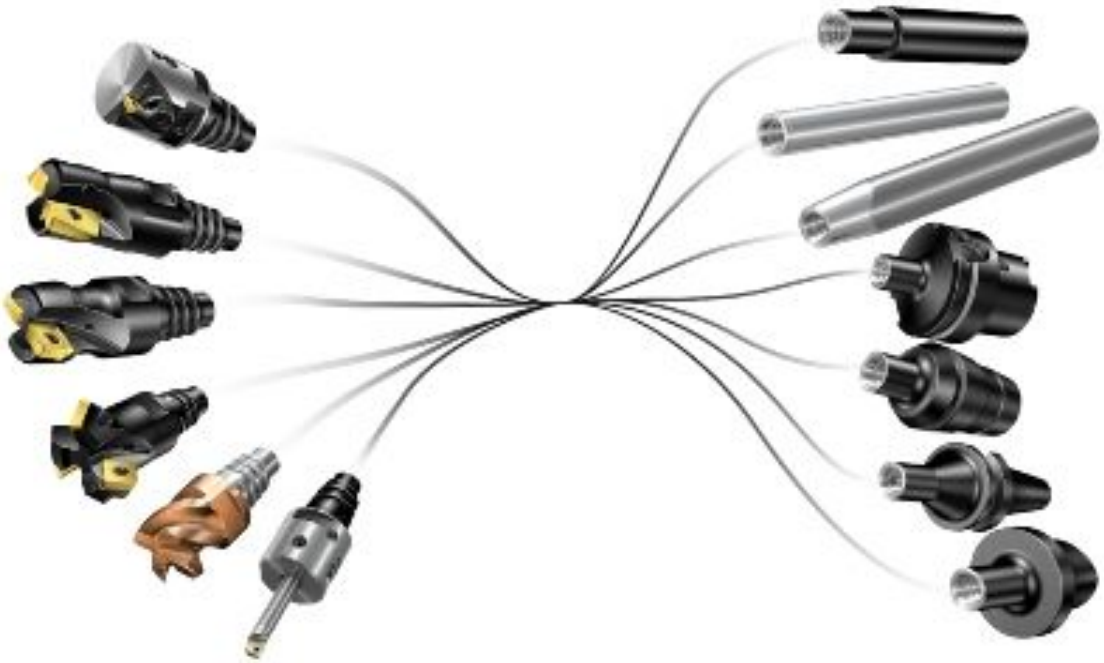



*Рис. 1.94.* Механизм для автоматического регулирования резца на размер

## Модульная инструментальная оснастка

## Цельная инструментальная оснастка





Стальной хвостовик

Хвостовик из тяжёлого металла

Цельный твердосплавный хвостовик

- CoroMill® 390
- CoroMill® 490
- CoroMill® 495
- CoroMill® 316

- CoroBore® 824 XS

HSK

Цанга ER

Конус ISO

Coromant Capto®

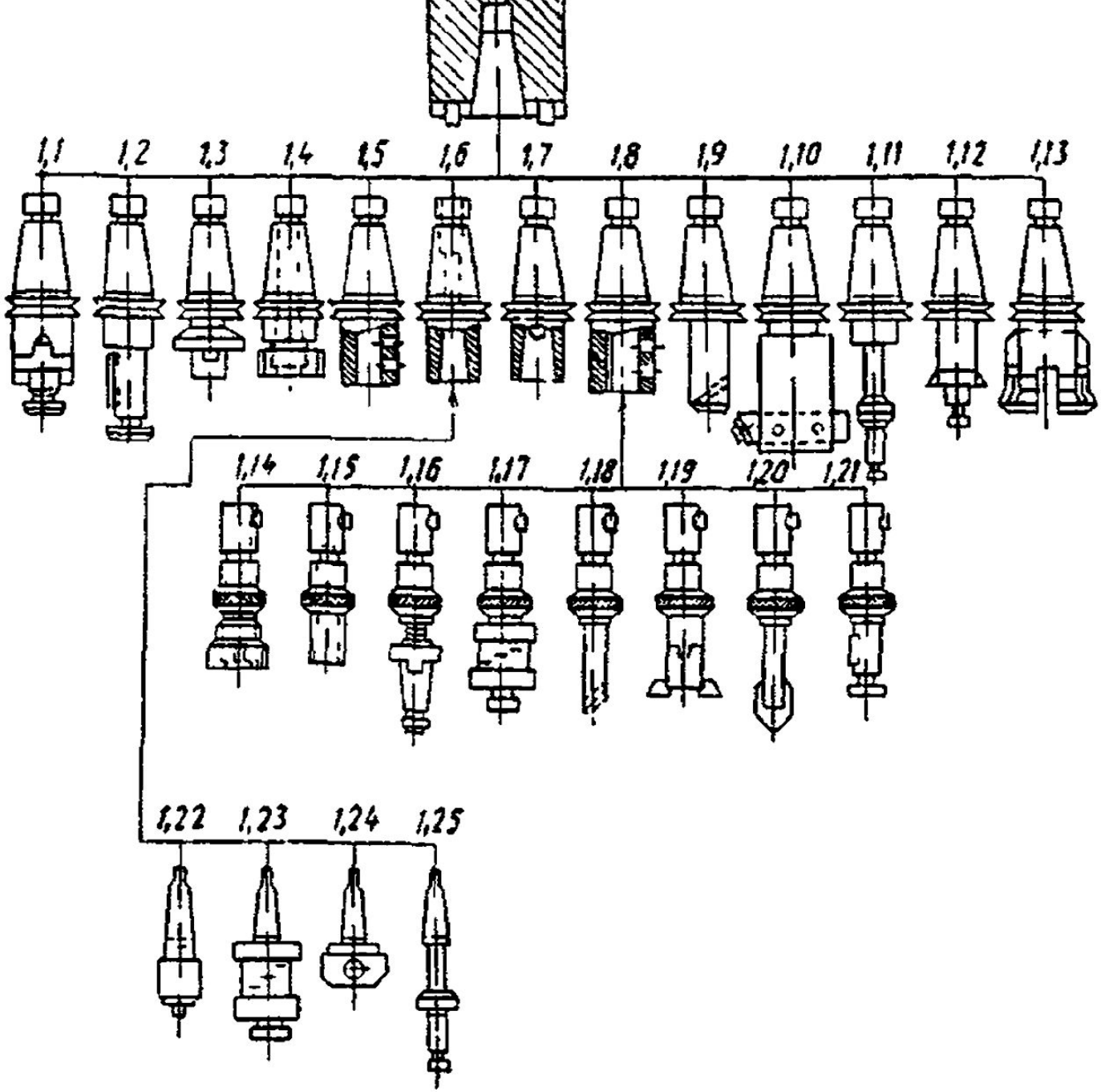
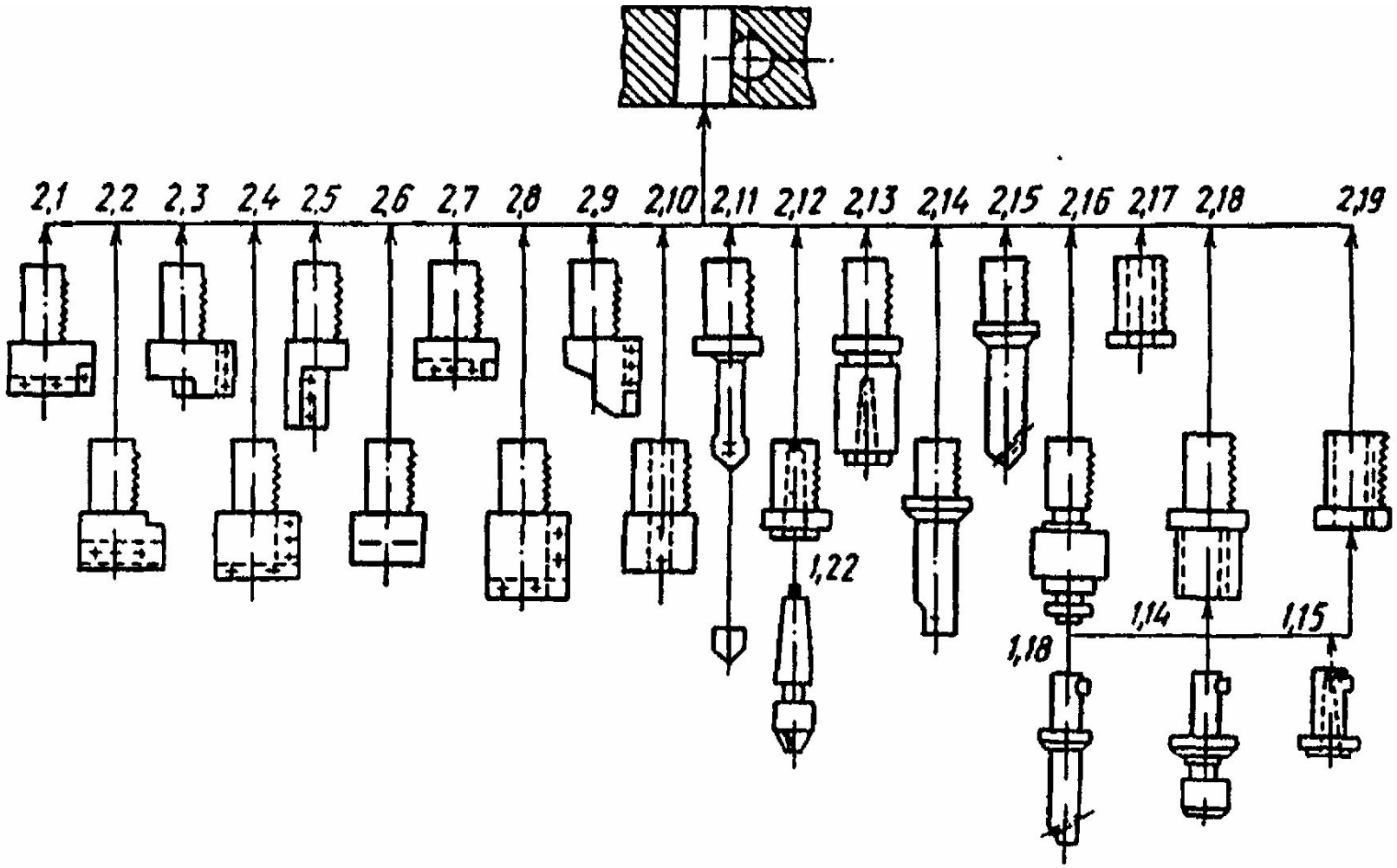
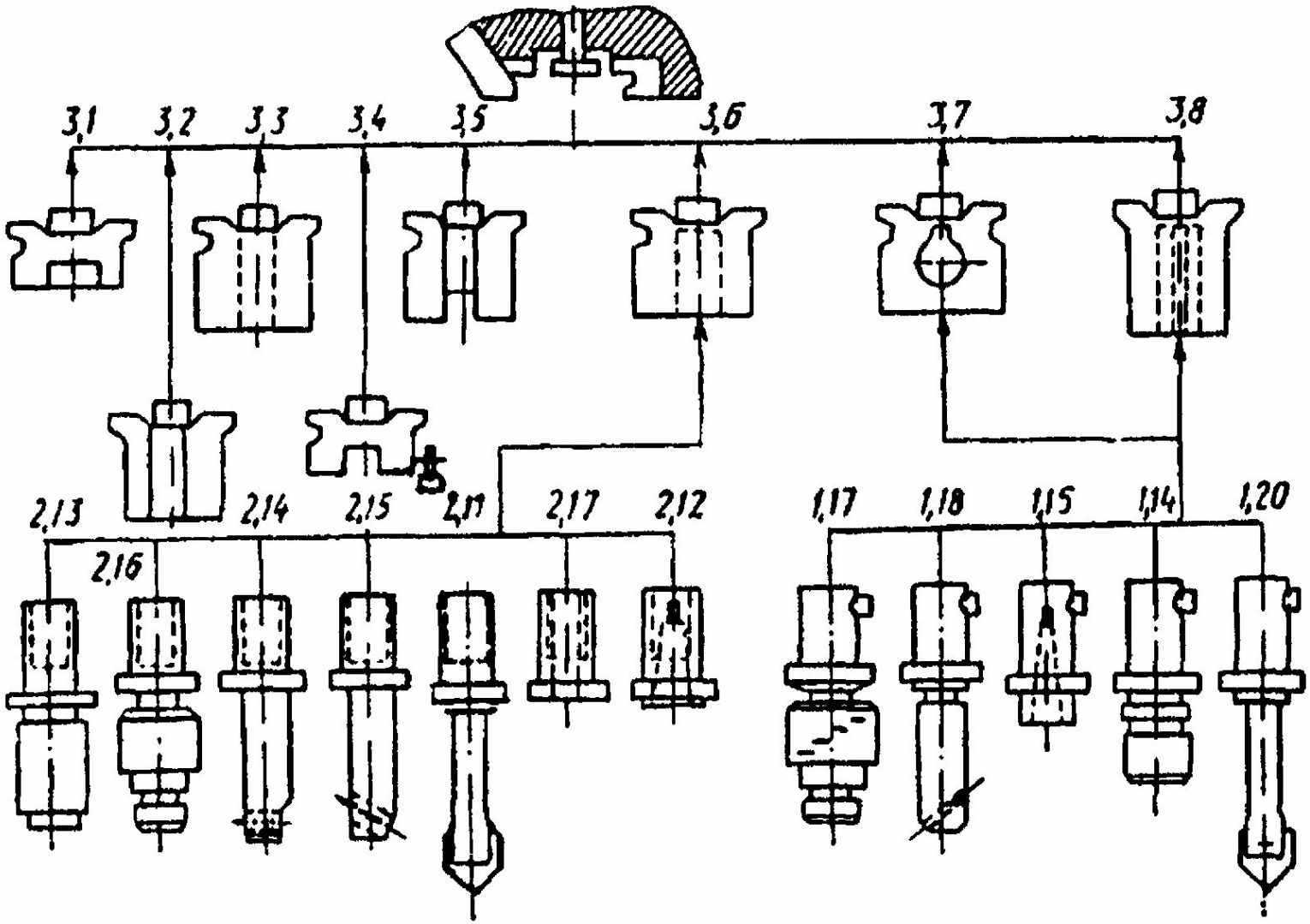





Рис. 1.06. Подконструкторский вспомогательный инструментарий для фрезерных


2,1
2,2
2,3
2,4
2,5
2,6
2,7
2,8
2,9
2,10
2,11
2,12
2,13
2,14
2,15
2,16
2,17
2,18
2,19
1,22
1,14
1,15
1,18


3,1
3,2
3,3
3,4
3,5
3,6
3,7
3,8
2,13
2,14
2,15
2,11
2,17
2,12
2,16
1,17
1,18
1,15
1,14
1,20

## Базовые держатели Coromant Capto

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| ISO 7388/1<br>ISO 30<br>ISO 40<br>ISO 45<br>ISO 50 | ISO 7388/1<br>BIG-PLUS<br>ISO 40<br>ISO 50 | DIN 69871<br>Форма B<br>ISO 40<br>ISO 50 | MAS BT<br>ISO 30<br>ISO 40<br>ISO 50 | MAS BT<br>BIG-PLUS<br>ISO 40<br>ISO 50 | MAS BT<br>Форма B<br>ISO 40<br>ISO 50 | HSK 63-A/C<br>HSK 100-A/C |

### Coromant Capto/ Varilock

### Переходники Coromant Capto

### Переходники Coromant Capto

Радиальное крепление

### Антивибрационная фрезерная оправка

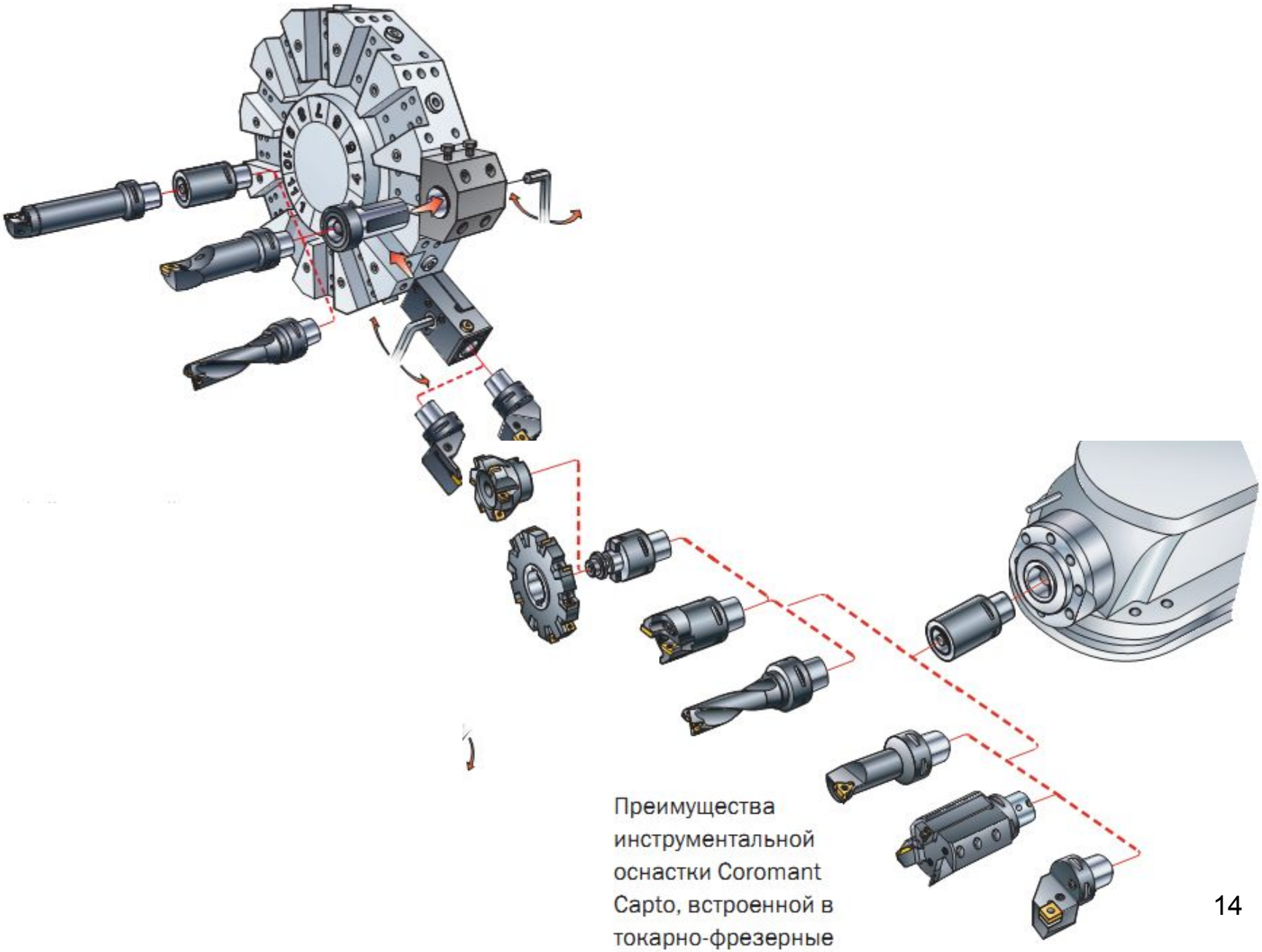
## Инструменты с хвостовиками Coromant Capto

Silent Tools™

Фрезы CoroMill 390
Фрезы CoroMill
Фрезы CoroMill 790
Сверла Coromant U
Расточные оправки

## Патроны Coromant Capto

| Для торцевых фрез | Торцевых/ Дисковых | Патрон CoroGrip | Патрон HydroGrip | Цанговый патрон |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |



Преимущества инструментальной оснастки Coromant Capto, встроенной в токарно-фрезерные

## Оснастка для основного шпинделя

Оправка комбинированная для насадных фрез и фрез с продольной шпонкой

Оправка универсальная для инструмента с конусом Морзе по DIN 228A/B

Оправка Weldon универсальная для инструмента с хвостовиками по DIN 1835B/E

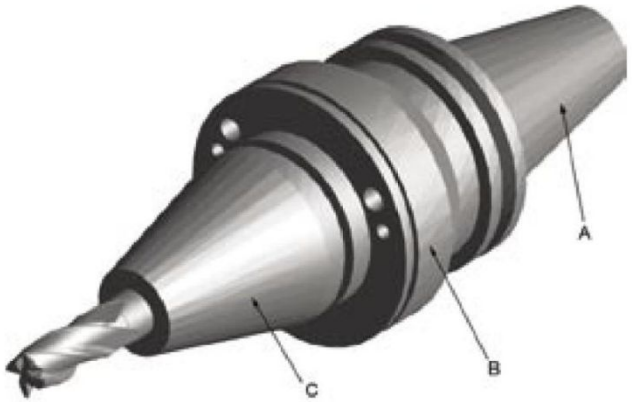
Держатель унифицированный под инструмент с конусом ISO50

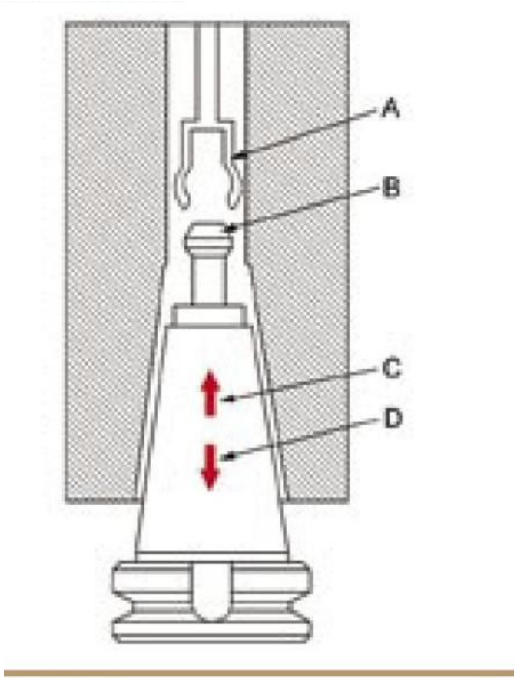
Резцедержатель для расточных резцов с наружным и внутренним подводом СОЖ

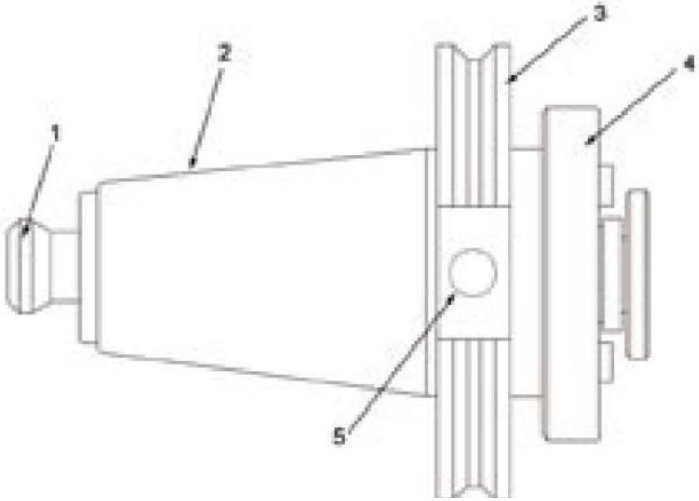
## Оснастка для план-суппорта

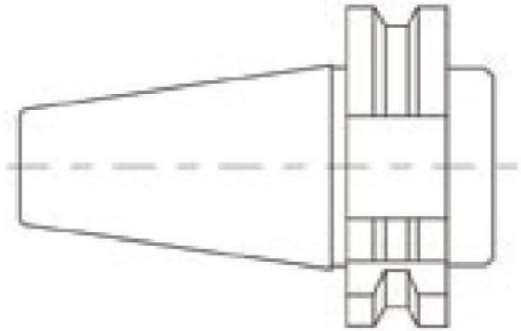
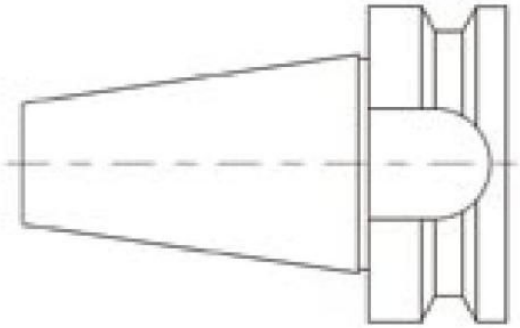
Универсальный резцедержатель для резцов с сечением 20x20

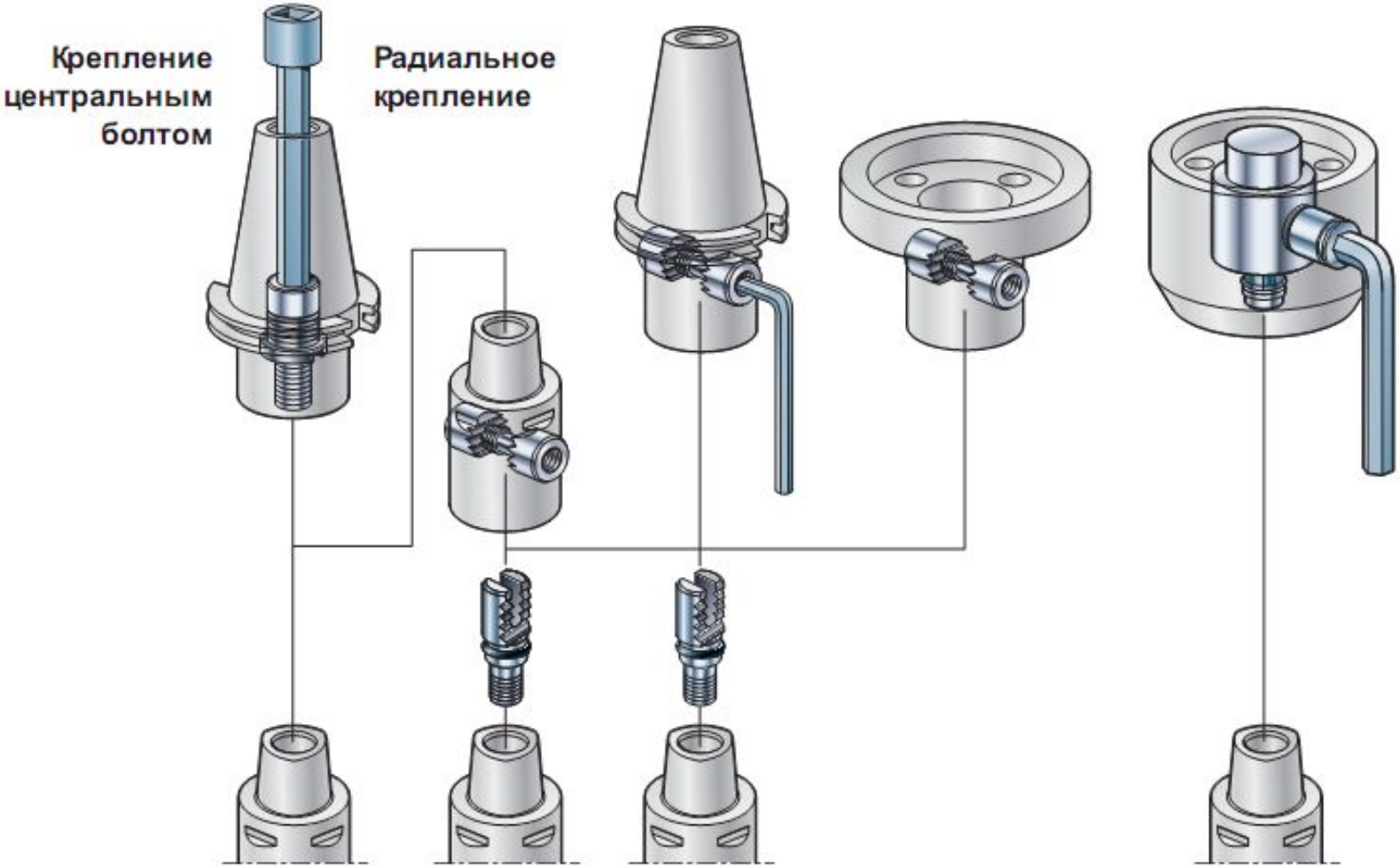
Резцедержатель для расточных резцов



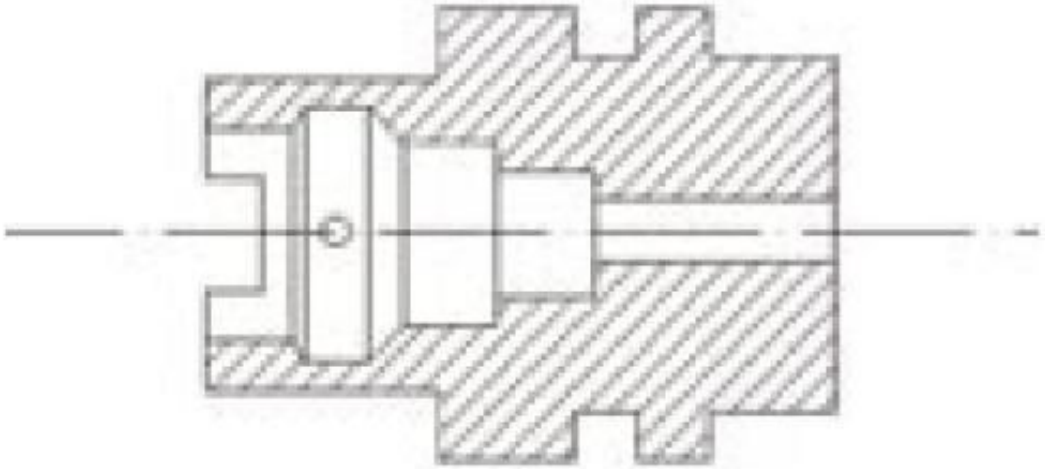



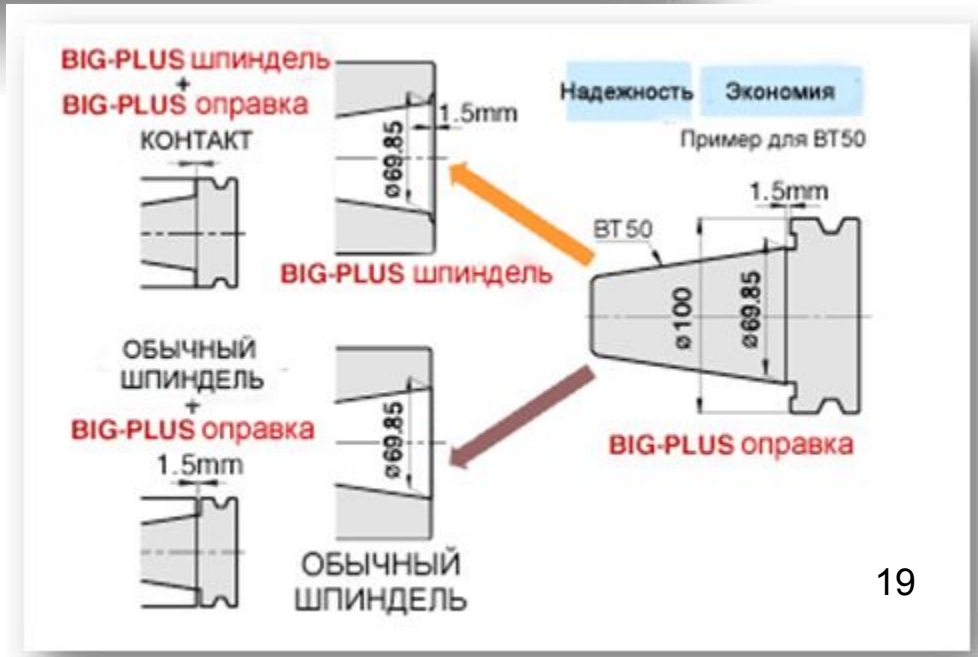

| DIN 69871 V-образный фланец | MAS/BT-фланец |
|---|---|
|  |  |

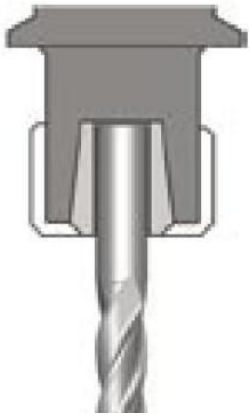
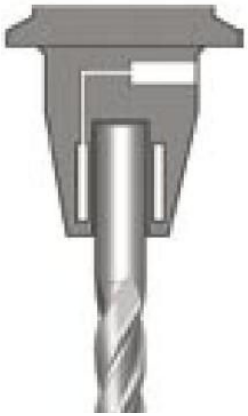

Крепление центральным болтом
Радиальное крепление

DIN 69893-1. ХВОСТОВИК HSK С КОНТАКТОМ ПО ТОРЦУ; ТИП А И С

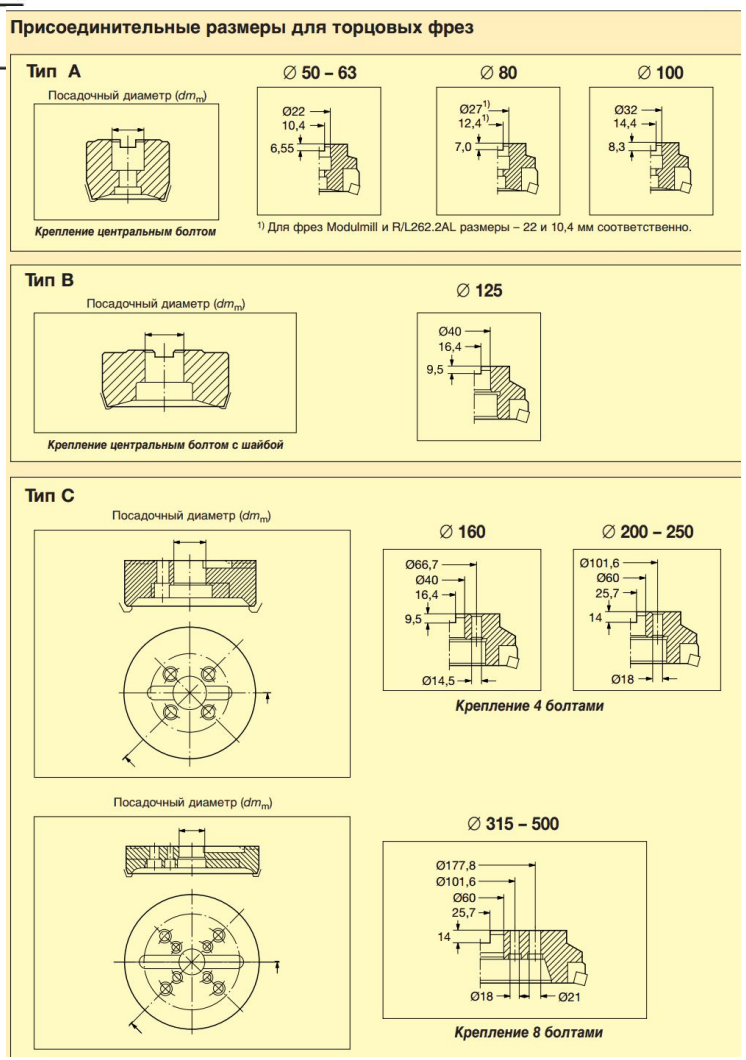


Перемещение по оси Z во время вращения(для BT40)
BIG-PLUS
Обычный
Эффект термической деформации исключен
Перемещение вершины(мкм)
60
50
40
30
20
10
0
0 1 5 10 15 20 25 30
Частота x 1000 об/мин
BIG-PLUS
Обычный
20,000об/мин
0.02 мм
Для теста был использован станок вертикальной компоновки


BIG-PLUS шпиндель
+
BIG-PLUS оправка
КОНТАКТ
1.5mm
ø69.85
BIG-PLUS шпиндель
Надежность
Экономия
Пример для BT50
1.5mm
BT50
ø100
ø69.85
BIG-PLUS оправка
ОБЫЧНЫЙ ШПИНДЕЛЬ
+
BIG-PLUS оправка
1.5mm
ø69.85
ОБЫЧНЫЙ ШПИНДЕЛЬ

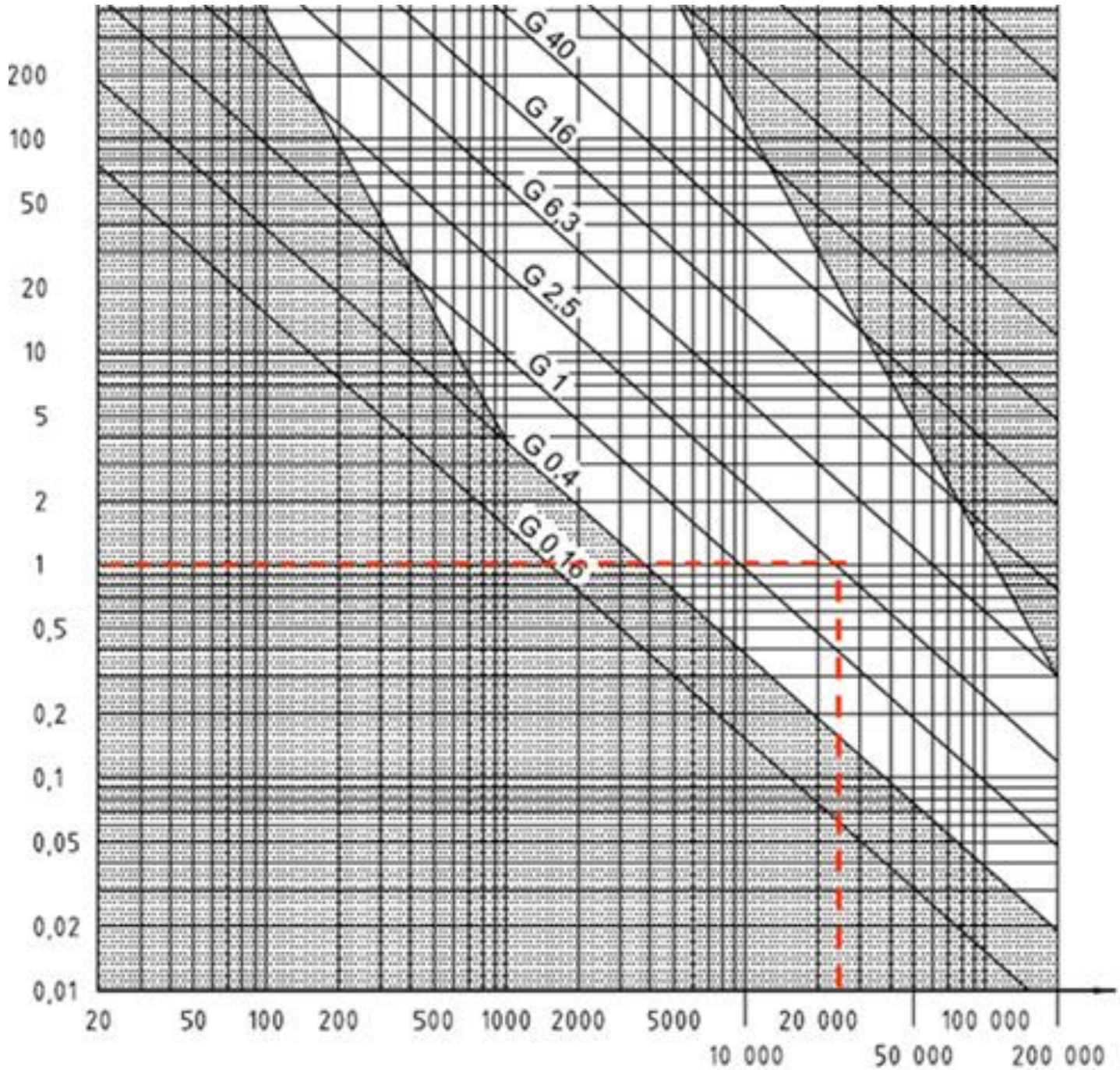
| Цанговый патрон по DIN 6388, DIN 6499 | Гидропластовый патрон | Термозажимной патрон |
|---|---|---|
|  |  | |

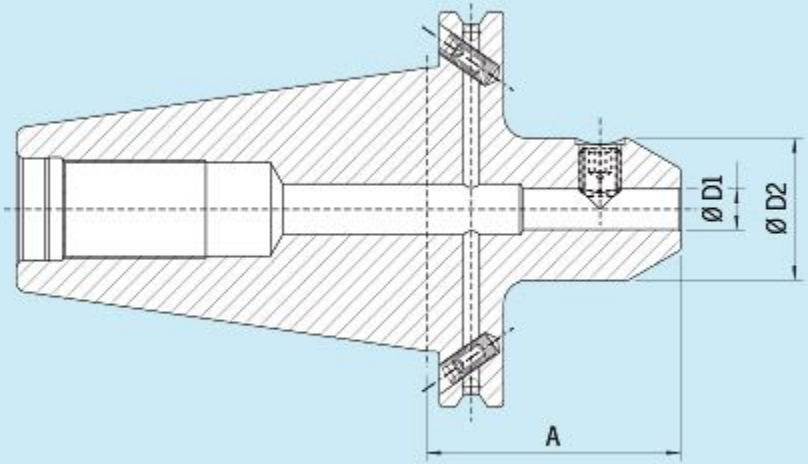
| Weldon, DIN 1835 B | Whistle Notch, DIN 1835 E |
|---|---|
| | |

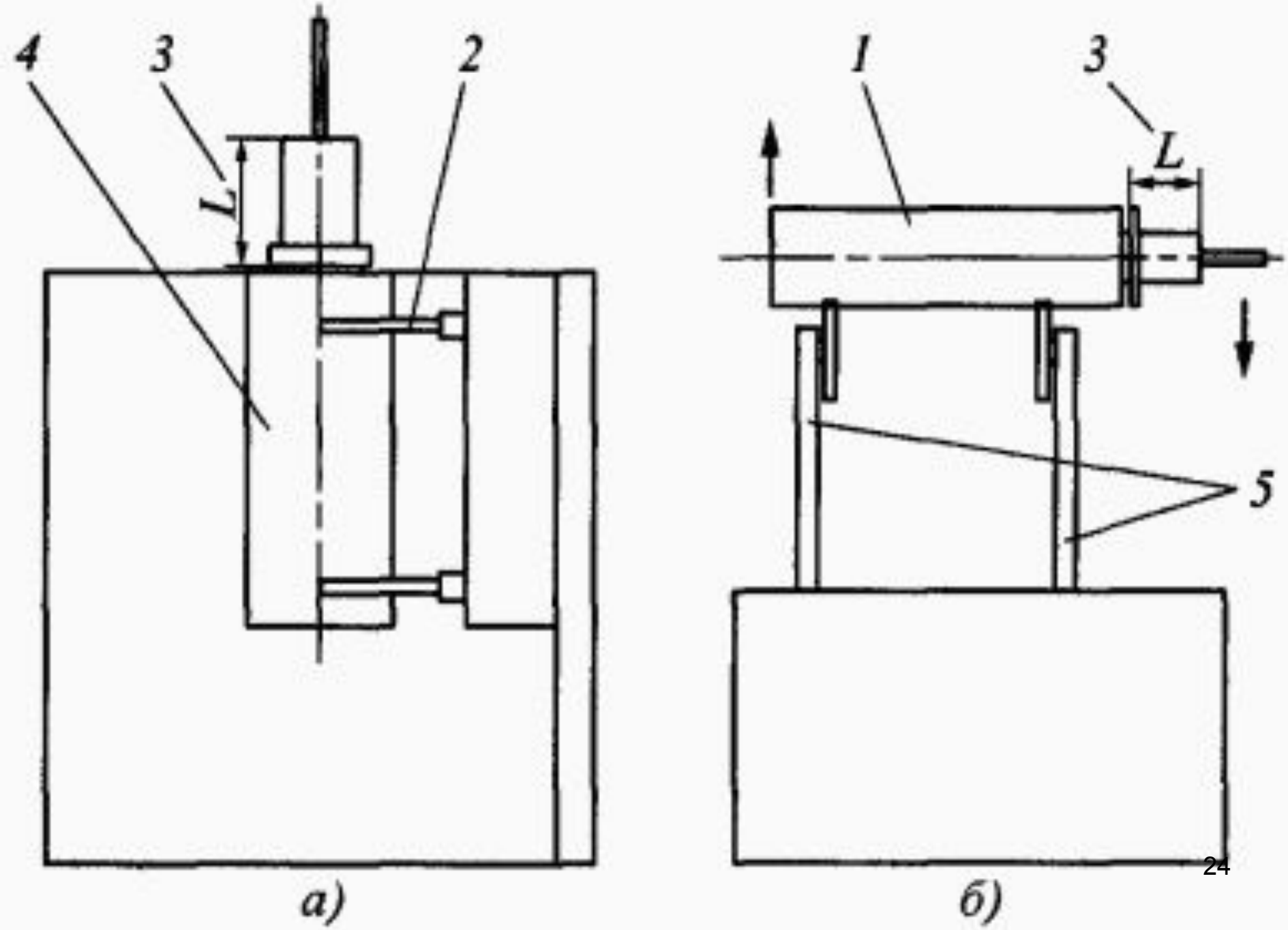


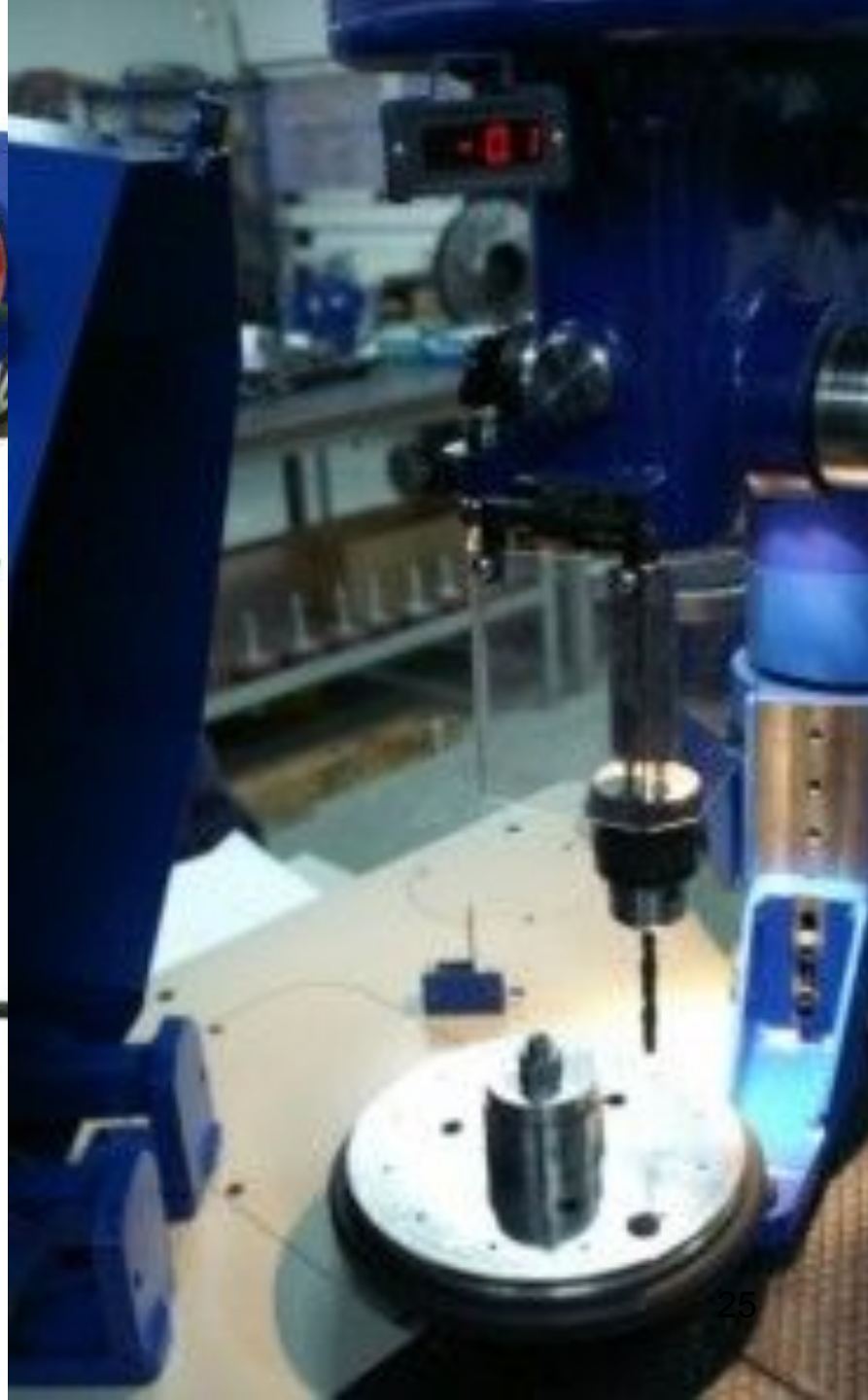
## Классы точности балансировки по ГОСТ 22061-76

| Класс точности балансировки | $D_y = e_{cm}\omega_{max}$, мм/с | | Типы роторов |
|---|---|---|---|
| | наименьший | наибольший | |
| 1 | 0,16 | 0,40 | Шпиндели, шлифовальные круги, роторы электродвигателей прецизионных шлифовальных станков |
| 2 | 0,40 | 1,00 | Приводы шлифовальных станков |
| 3 | 1,00 | 2,50 | Турбины. Приводы металлообрабатывающих станков. Роторы средних и крупных электродвигателей со специальными требованиями. Роторы небольших электродвигателей |
| 4 | 2,50 | 6,30 | Барабаны центрифуг, вентиляторы. Части станков общего назначения. Роторы обычных электродвигателей |
| 5 | 6,30 | 16,00 | Приводные валы со специальными требованиями |
| 6 | 16,00 | 40,00 | Приводные валы |
| 7 | 40,00 | 100,00 | Двигатели грузовых автомобилей |
| 8 | 100,00 | 250,00 | Узлы коленчатого вала |
| 9 | 250,00 | 630,00 | То же |
| 10 | 630,00 | 1600,00 | То же |
| 11 | 1600,00 | 4000,00 | То же |
| 12 | 4000,00 | 10000,00 | Применяется факультативно |

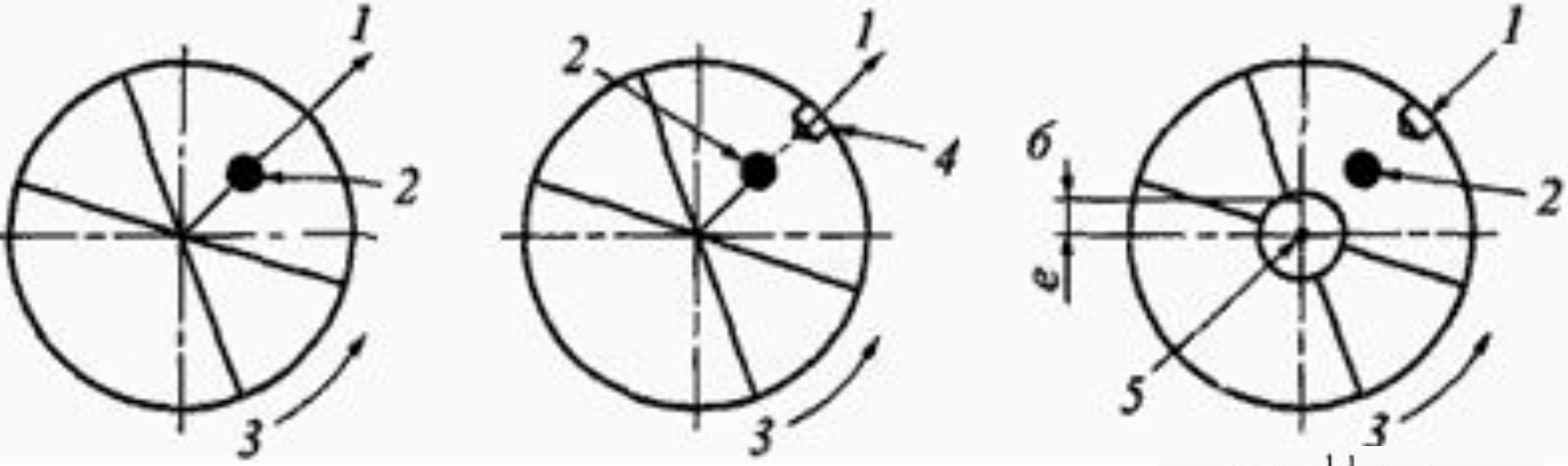

G 40
G 16
G 6,3
G 2,5
G 1
G 0,4
G 0,16
200
100
50
20
10
5
2
1
0,5
0,2
0,1
0,05
0,02
0,01
20
50
100
200
500
1000
2000
5000
10 000
20 000
50 000
100 000
200 000

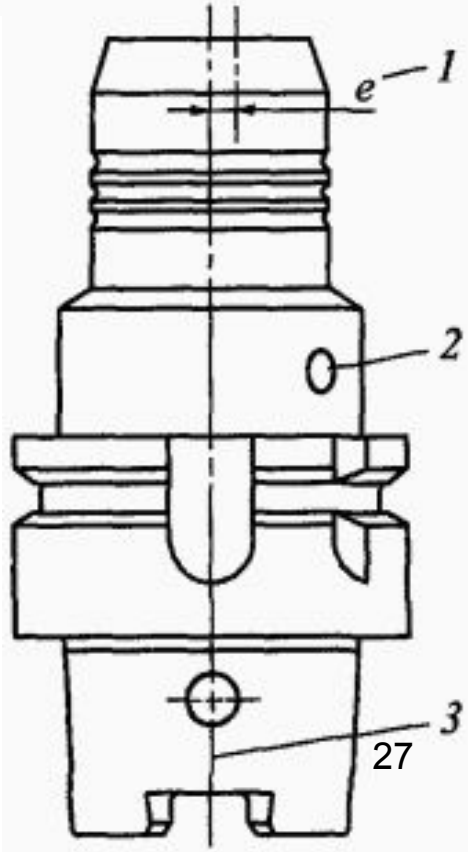

Ø D1
Ø D2
A

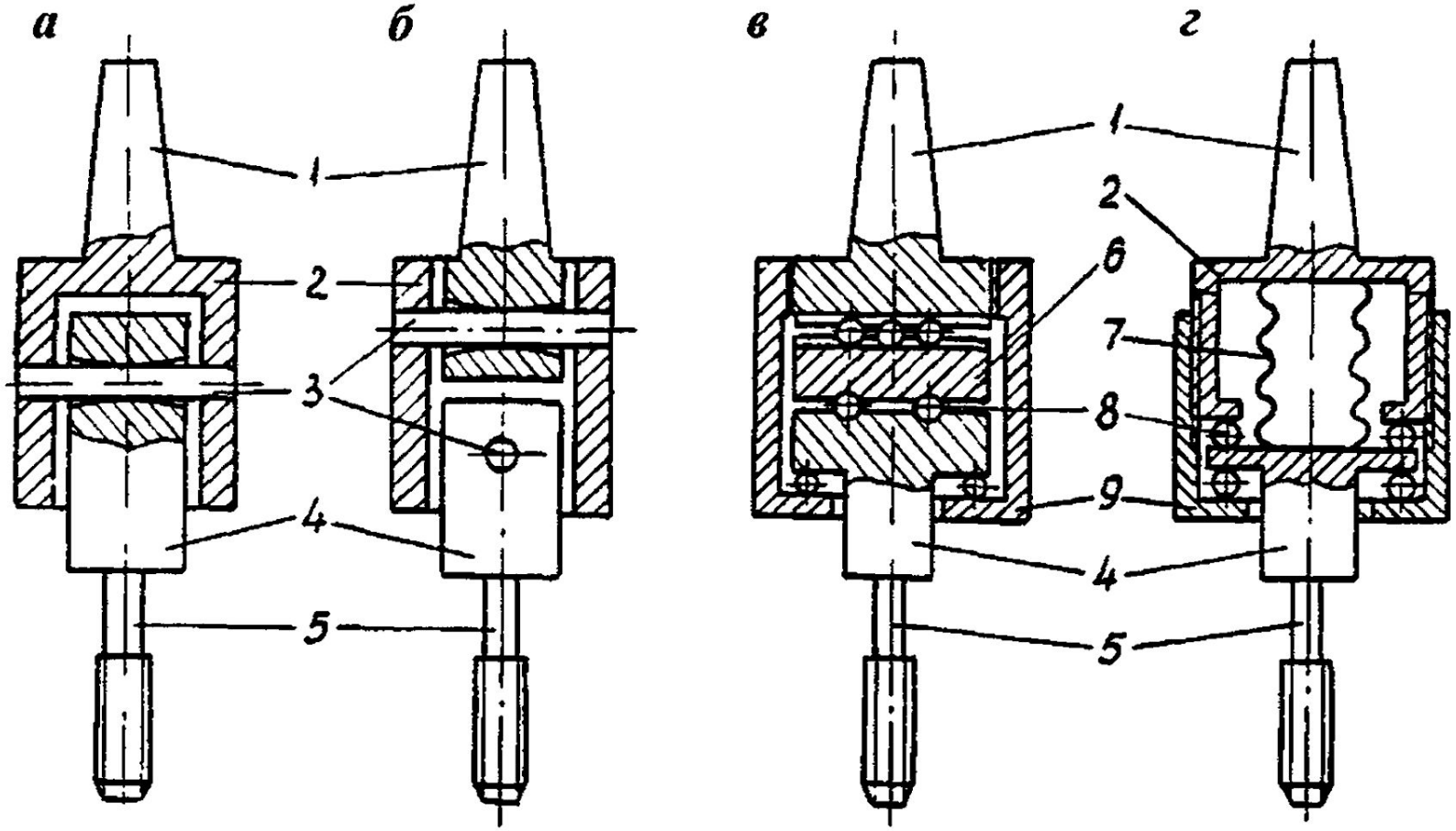

4
3
2
L
а)
1
3
L
5
б)



300
320
340
0


1
2
3
2
1
4
3
б
1
2
e
5
3

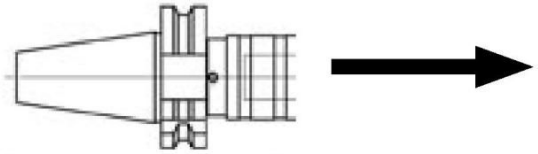

e
1
2
3


а
б
в
г
1
2
3
4
5
6
7
8
9

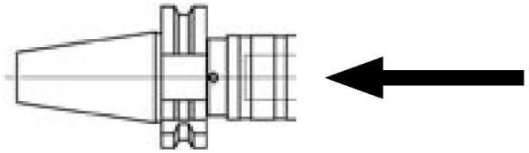
## Резьбонарезные патроны

Процесс резьбонарезания это сложный баланс между вращением и осевым перемещением инструмента. Иногда необходимо ограничивать осевое перемещение инструмента.
При плохом контроле за осевым перемещением заборные или направляющие витки метчика могут подрезать витки нарезаемой резьбы, приводя к получению прослабленной и выходящей за пределы допуска резьбы.

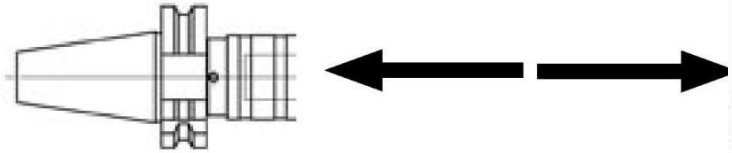
**Растяжение** – возможность свободного перемещения по оси вперед, позволяющая метчику “самозатягиваться” в обрабатываемое отверстие независимо от осевого перемещения шпинделя станка.



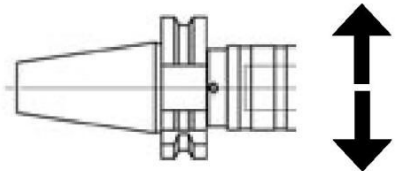
**Сжатие** - возможность свободного перемещения по оси назад, работающая как подушка и позволяющая метчику резать на своей собственной подаче, незави
подачи шпинделя станка.

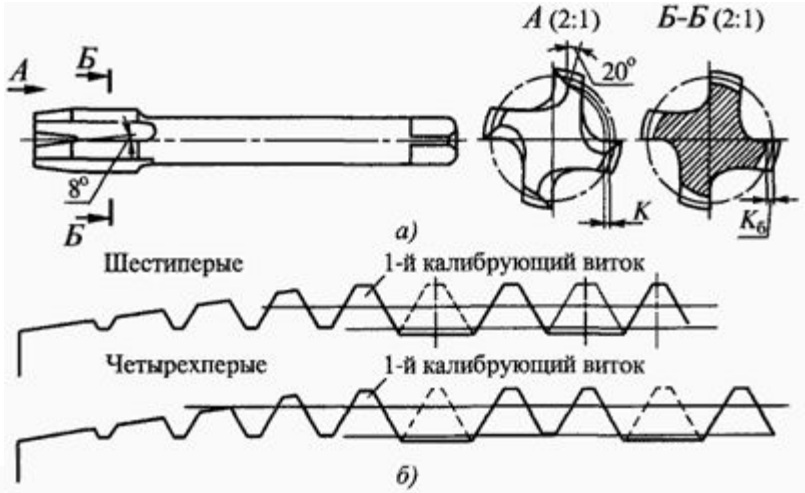


**Сжатие / растяжение** - возможность свободного перемещения по оси, п
от воздействия любых внешних сил во время обработки.



**Возможность свободного перемещения в радиальном направле**
скомпенсировать разницу в положении осей обрабатываемого отверс
станка. Не рекомендуется работать с ошибкой в положении осей.





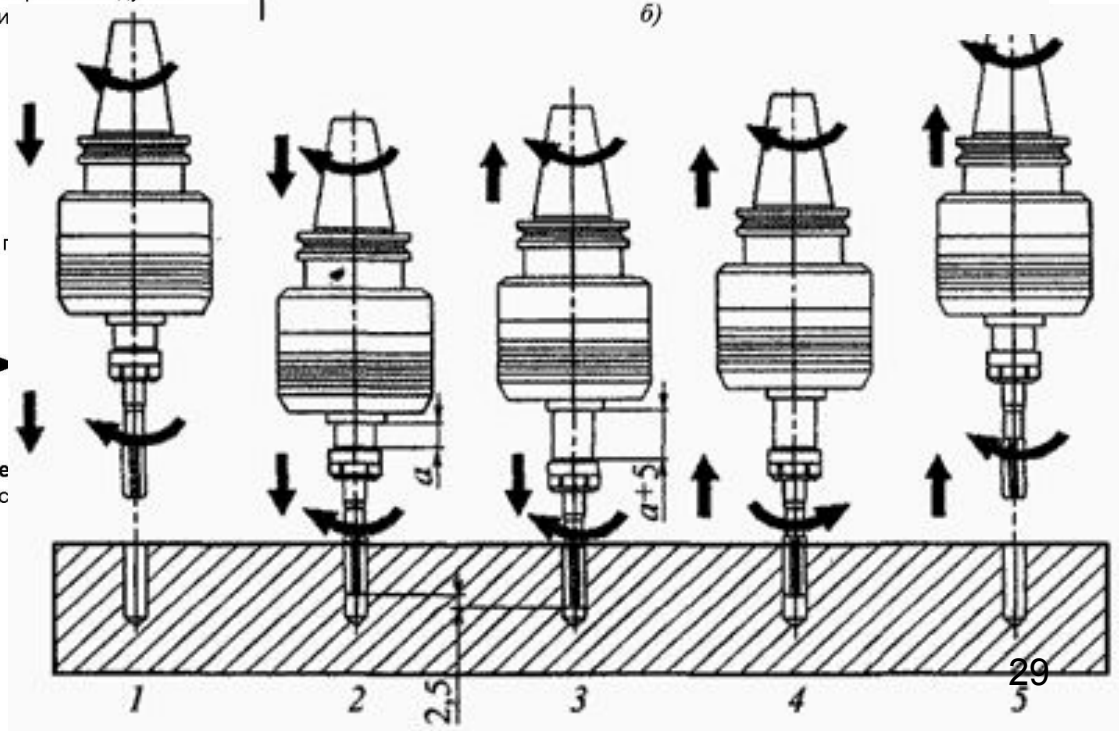



Рис. 2

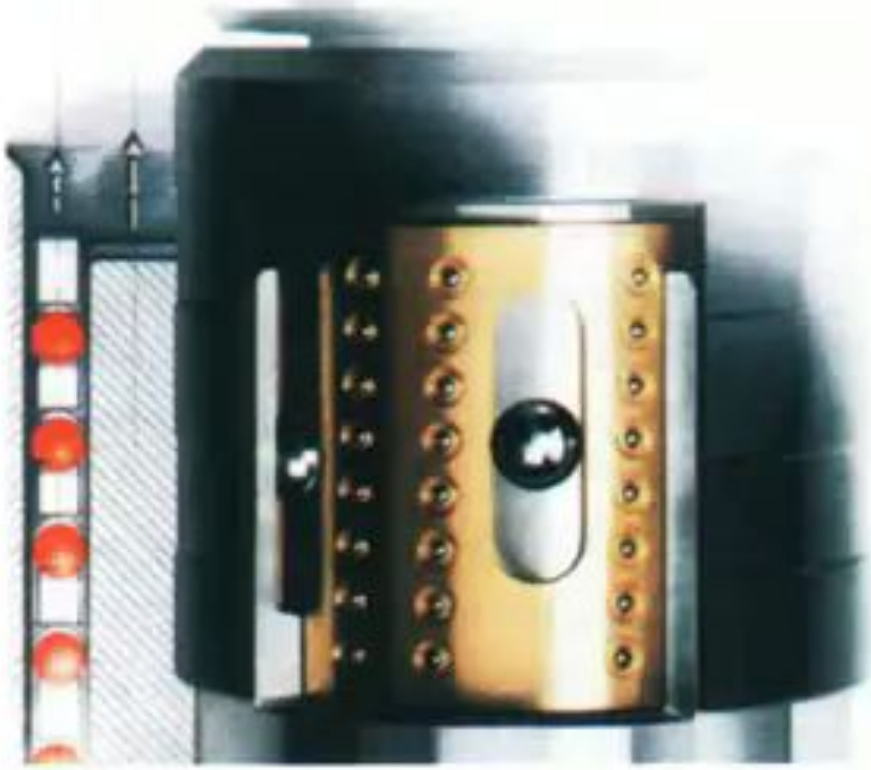


Рис. 3

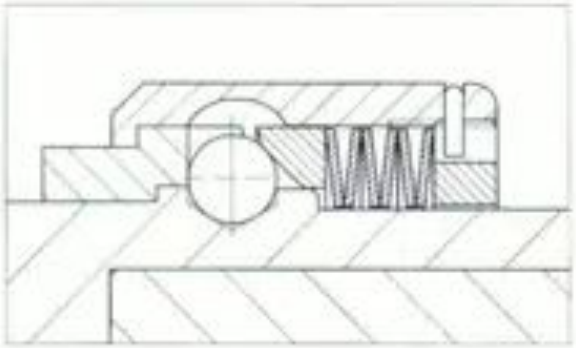


Рис. 4

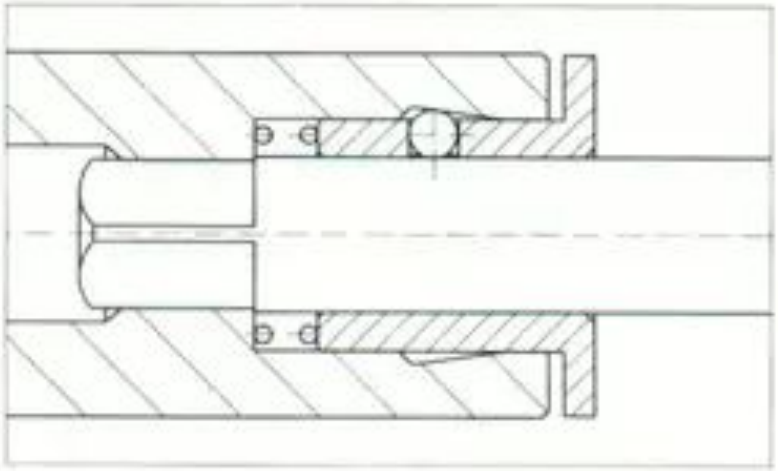
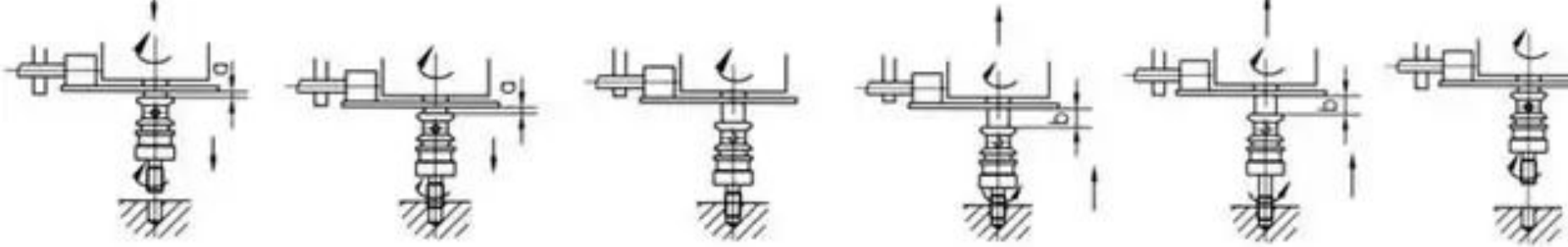
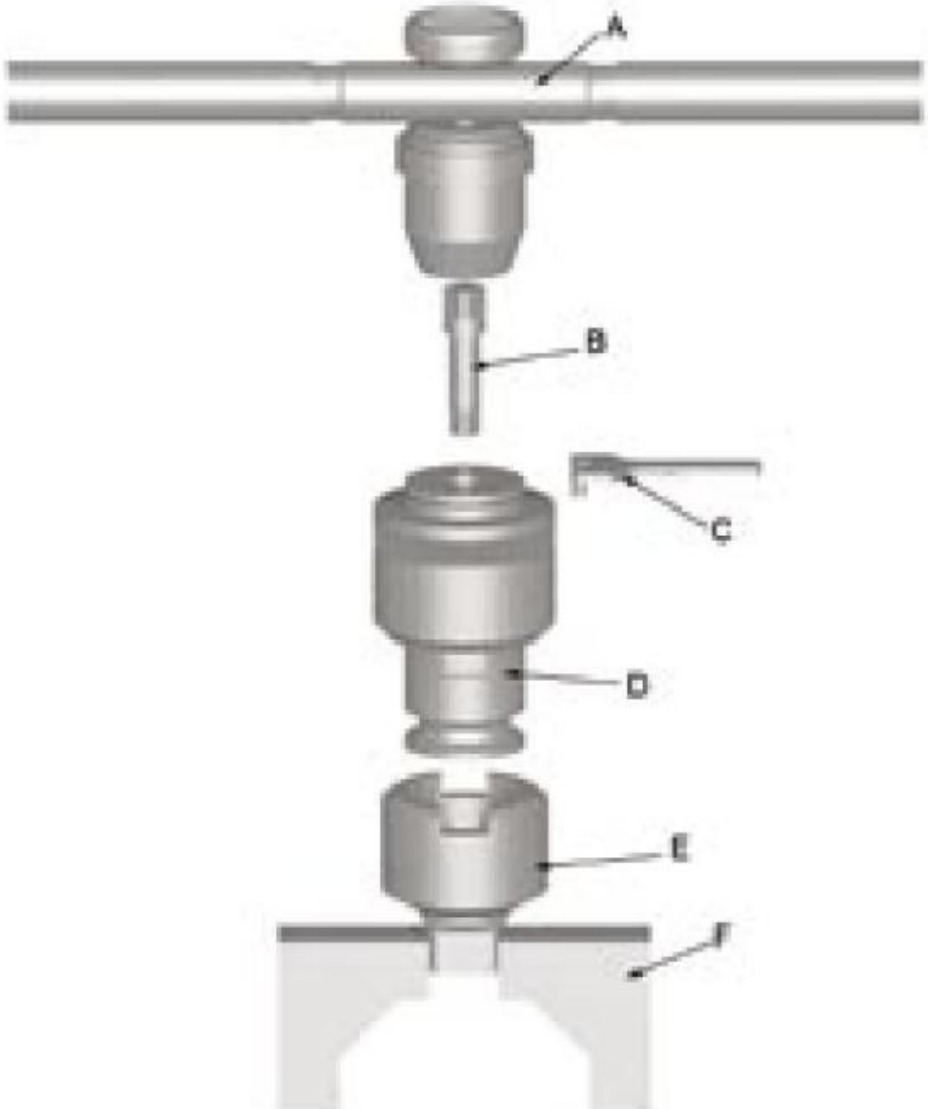


Рис. 6



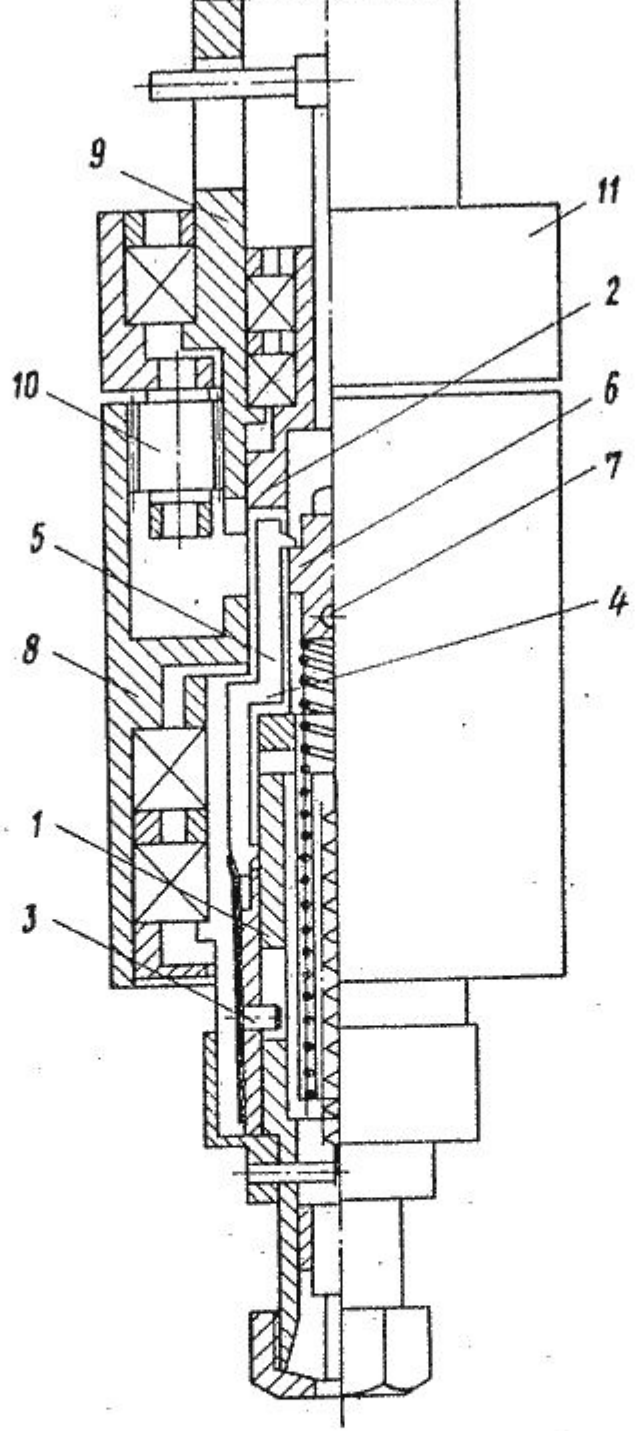



A Динамометрический ключ
B Переходник для настройки
C Ключ
D Вставка метчика с предохранительной муфтой
E Переходник с шестигранным отверстием
F Тиски

Вставки для метчиков с предохранительной муфтой настроены на следующие значе
крутящего момента, в зависимости от размера нарезаемой резьбы.

| Размер резьбы | Настроенный момент (Nm) |
|---|---|
| M3 | 0,50 |
| M3,5 | 0,8 |
| M4 | 1,20 |
| M4,5 | 1,60 |
| M5 | 2,0 |
| M6 | 4,0 |
| M8 | 8,0 |
| M10 | 16,0 |
| M12 | 22,0 |
| M14 | 36,0 |

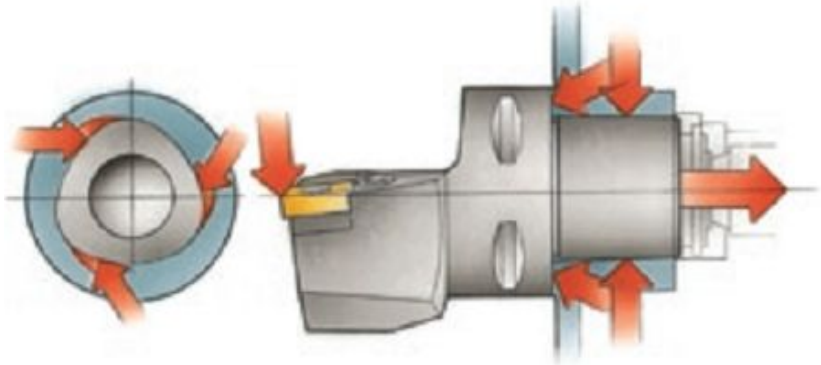
| Размер резьбы | Настроенный момент (Nm) |
|---|---|
| M16 | 40,0 |
| M18 | 63,0 |
| M20 | 70,0 |
| M22 | 80,0 |
| M24 | 125,0 |
| M30 | 220,0 |
| M33 | 240,0 |
| M39 | 320,0 |
| M45 | 480,0 |
| M48 | 630,0 |

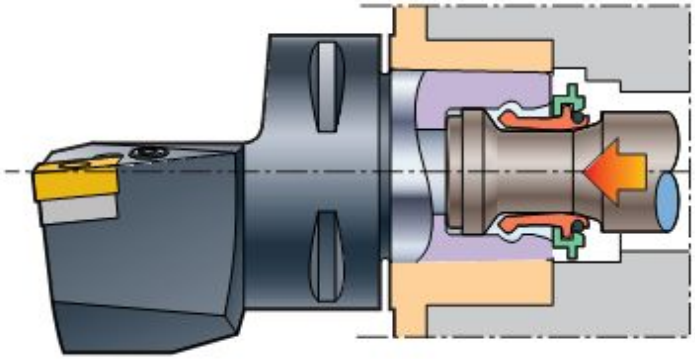

9
11
2
10
6
7
5
4
8
1
3

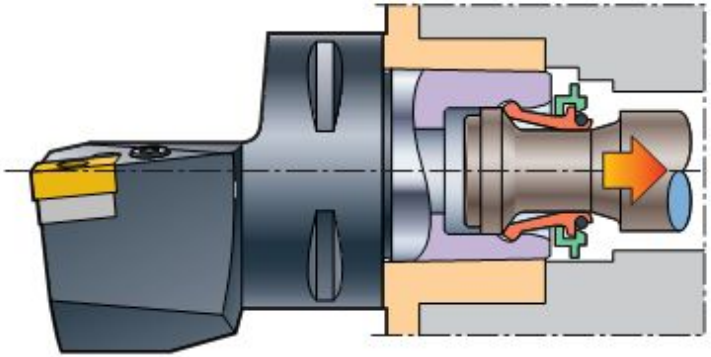
| Группы обрабатываемых материалов | | | *Kc* Удельное усилие резания N/mm² |
|---|---|---|---|
| 1. Сталь | 1.1 | Электротехническая | 2000 |
| | 1.2 | Конструкционная, в том числе цементируемая | 2100 |
| | 1.3 | Углеродистая нелегированная | 2200 |
| | 1.4 | Легированная | 2400 |
| | 1.5 | Легированная, после закалки и отпуска | 2500 |
| | 1.6 | Легированная, после закалки и отпуска | 2600 |
| | 1.7 | Легированная, закаленная | 2900 |
| | 1.8 | Легированная, закаленная | 2900 |
| 2. Нержавеющая сталь | 2.1 | Повышенной обрабатываемости | 2300 |
| | 2.2 | Аустенитная | 2600 |
| | 2.3 | Аустенитно-ферритная | 3000 |
| | 2.4 | Дисперсионно-твердеющий сплав | 3100 |
| 3. Чугун | 3.1 | С пластинчатым графитом | 1600 |
| | 3.2 | С пластинчатым графитом | 1600 |
| | 3.3 | С шаровидным графитом | 1700 |
| | 3.4 | С шаровидным графитом | 2000 |
| 4. Титан | 4.1 | Технически чистый | 2000 |
| | 4.2 | Титановые сплавы | 2000 |
| | 4.3 | Титановые сплавы | 2300 |

## Подвод СОЖ

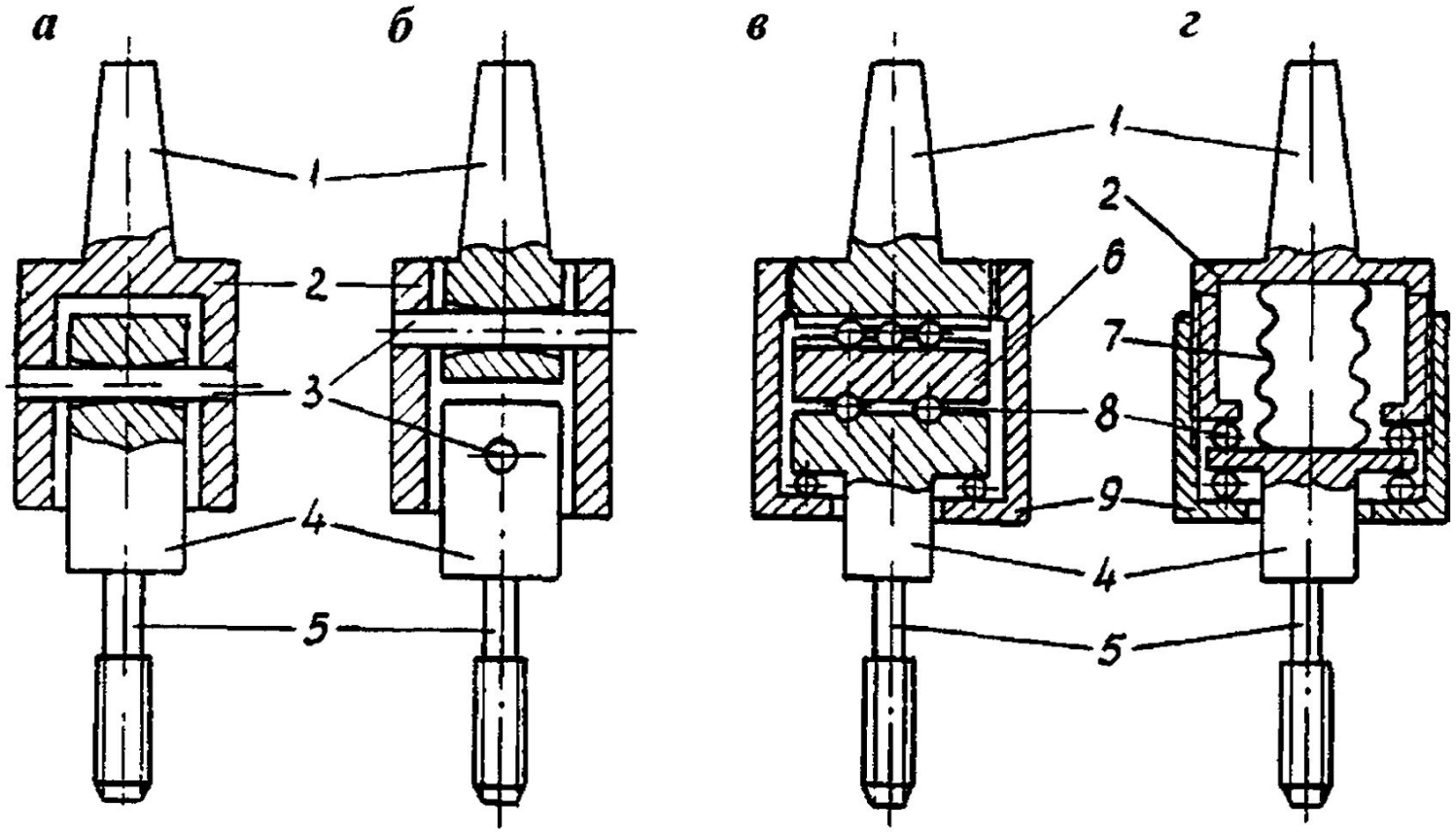
Подача СОЖ через внутренние отверстия в инструменте устраняет необходимость регулировки направления СОЖ при установке оснастки, что снижает время на переналадку. Эффективная подача СОЖ повышает стойкость пластин.







не менее 0,005 мм/м вместо качающегося патрона.



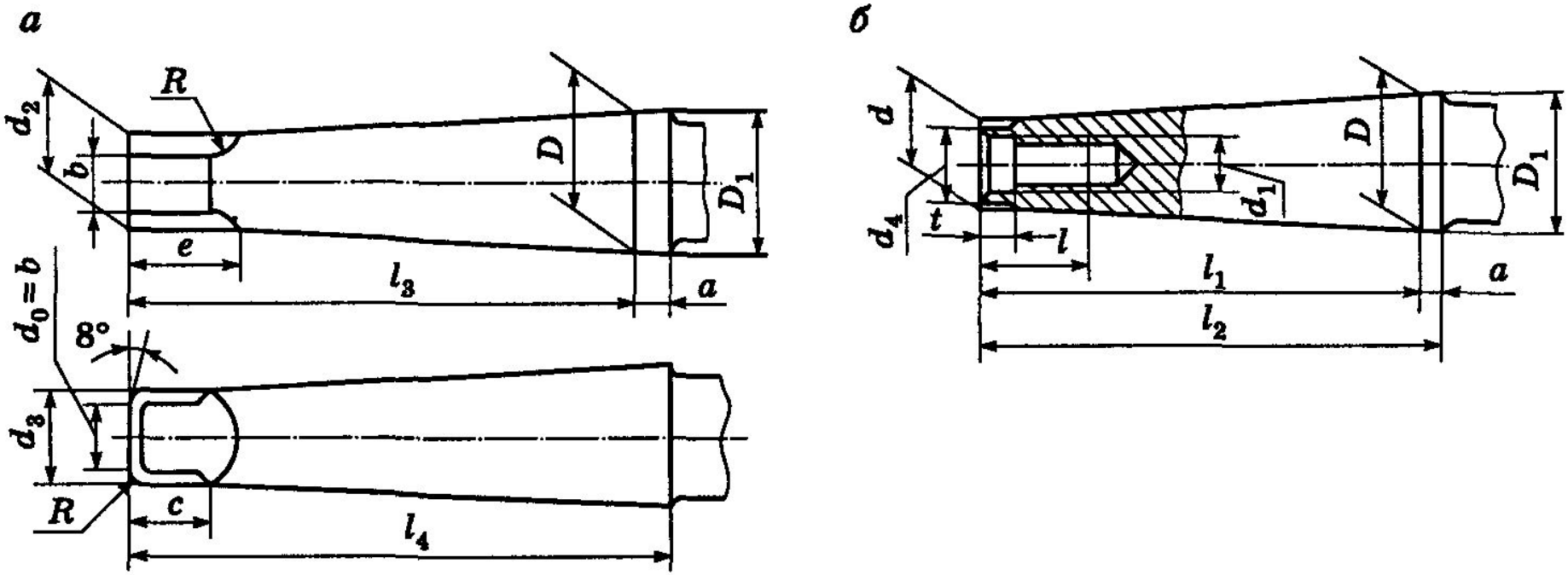
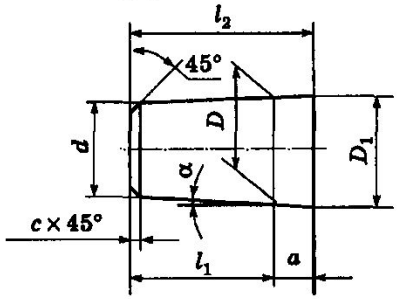



*Рис. 2.15.* **Хвостовики универсального назначения:**
***а* — с лапкой; *б* — с резьбовым отверстием**

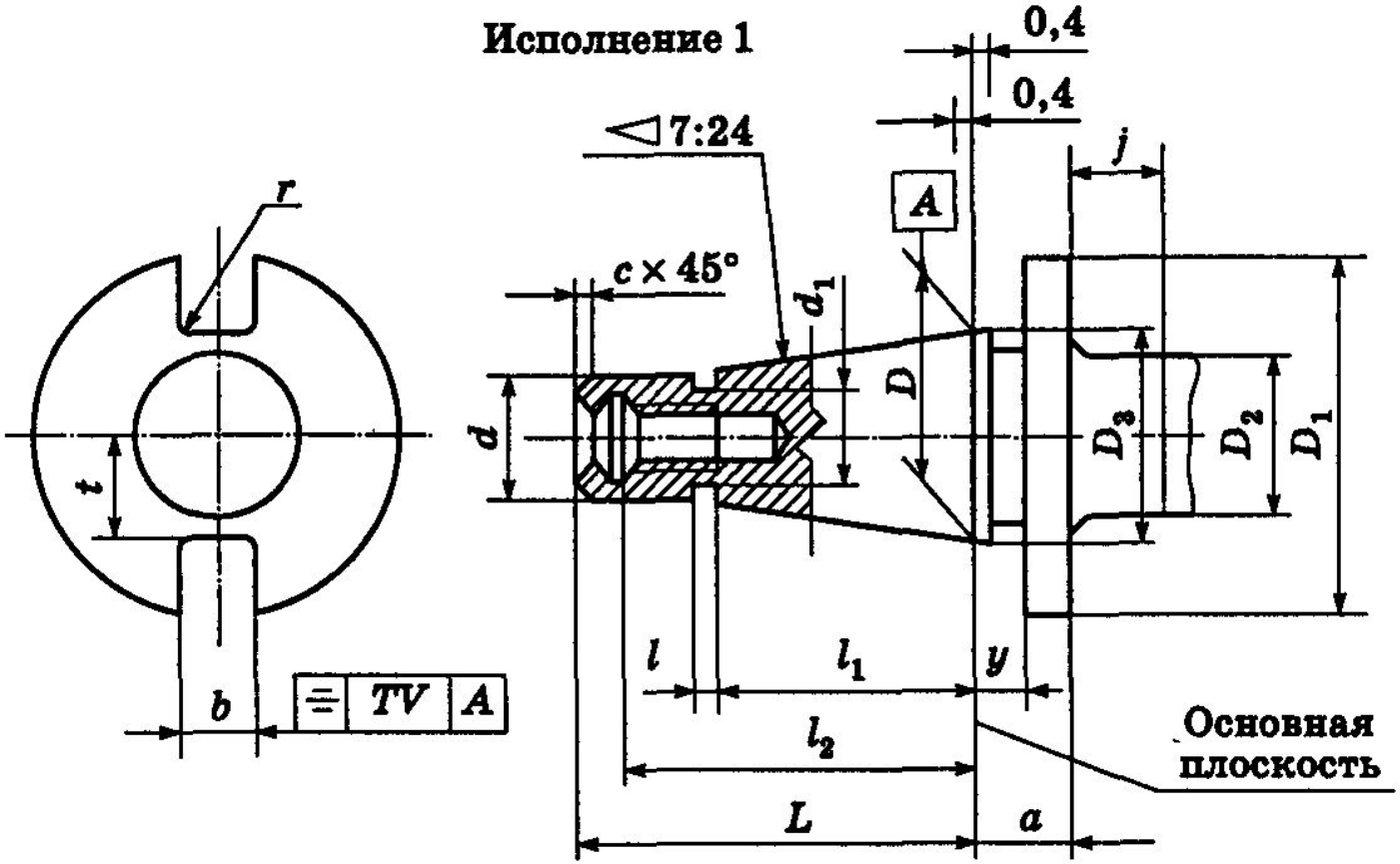
*Таблица 2.8*

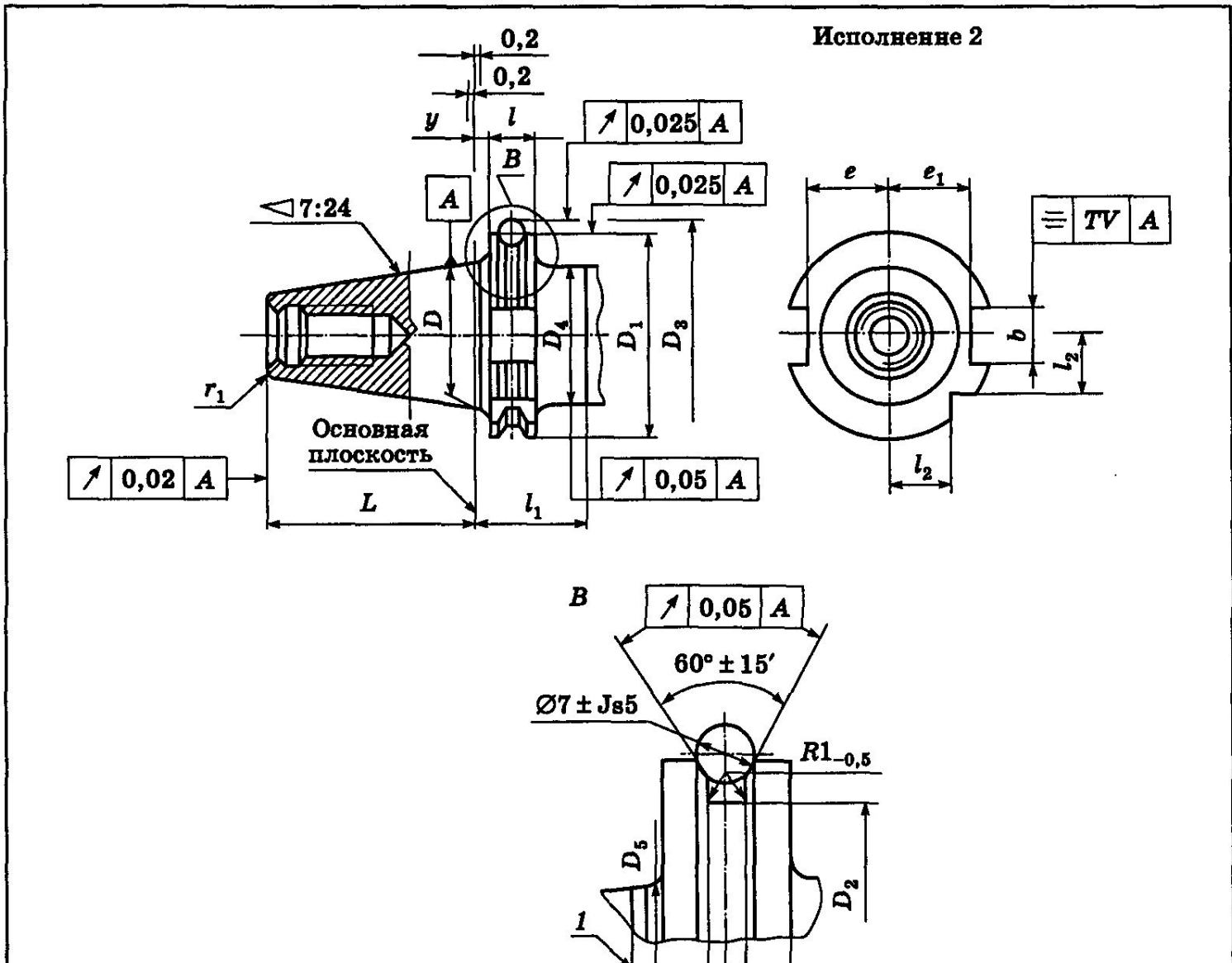
**Основные размеры конических хвостовиков укороченных, мм (ГОСТ 9953–82)**




| Конус Морзе | 0 | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Обозначение конуса | B7 | B10 | B12 | B16 | B18 | B22 | B24 | B32 | B45 |

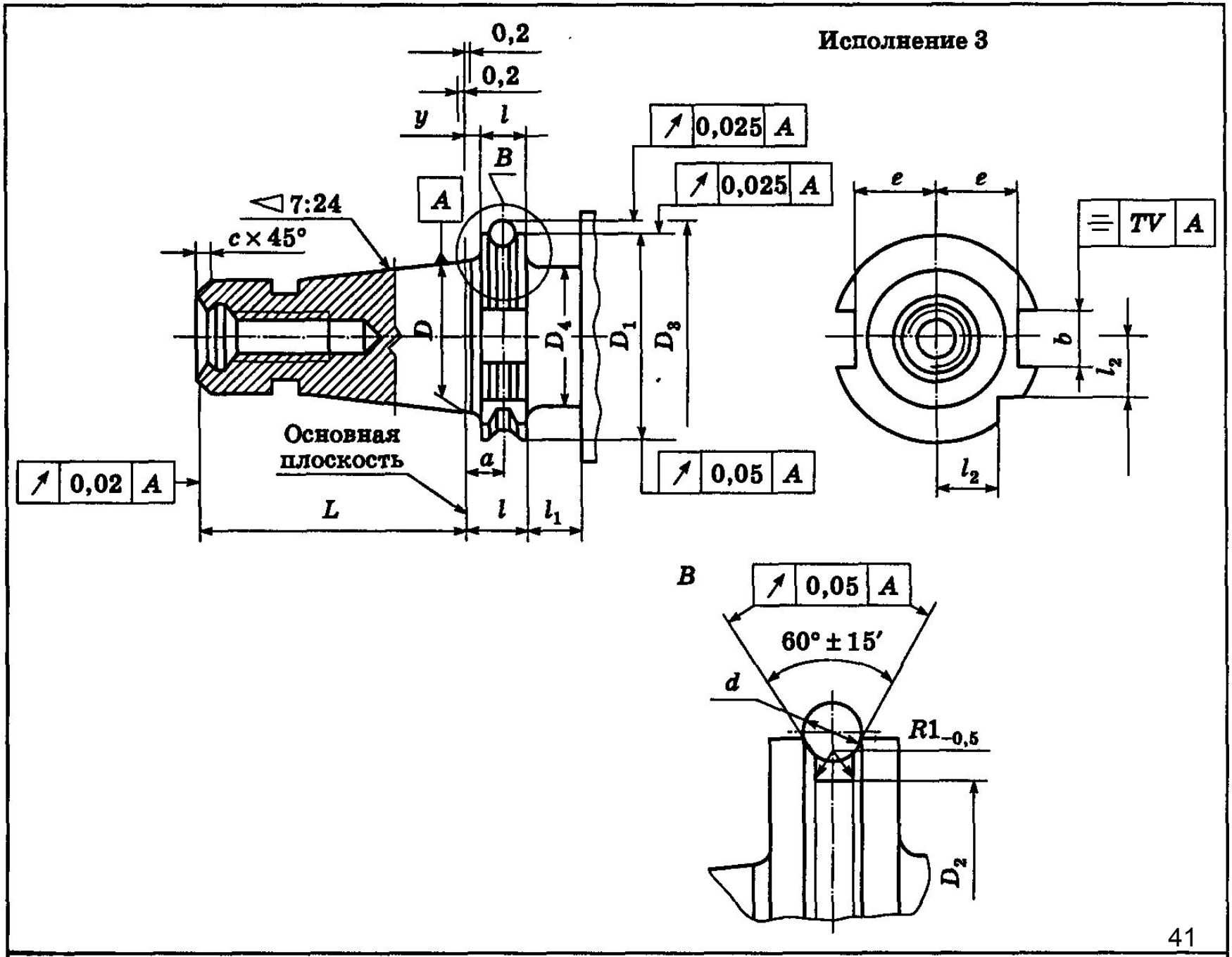
## Основные размеры концов оправок конусностью 7:24, мм (ГОСТ 25827–93)





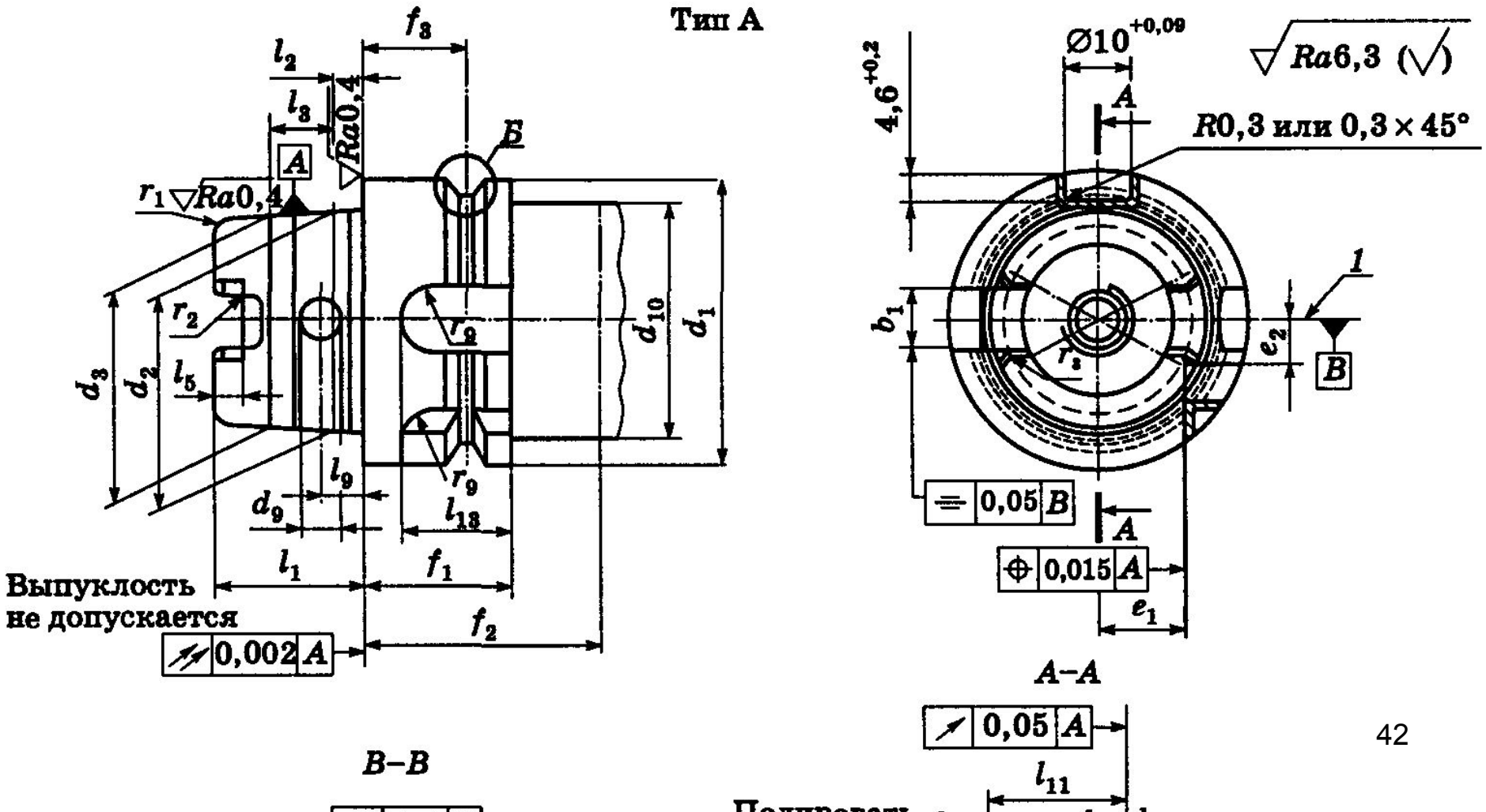



*Исполнение 2 — для автоматизированной смены инструмента*






*Исполнение 3 — для автоматизированной смены инструмента*


Тип А
$f_3$
$l_2$
$l_3$
Ra0,4
Б
A
$r_1$ Ra0,4
$r_2$
$d_3$
$d_2$
$l_5$
$r_9$
$d_{10}$
$d_1$
$l_9$
$d_9$
$l_{13}$
$l_1$
$f_1$
$f_2$
Выпуклость
не допускается
0,002 A
$4{,}6^{+0{,}2}$
$\varnothing 10^{+0{,}09}$
Ra6,3 (√)
R0,3 или 0,3 × 45°
1
$b_1$
$r_3$
$e_2$
B
0,05 B
0,015 A
$e_1$
A–A
0,05 A
$l_{11}$
B–B

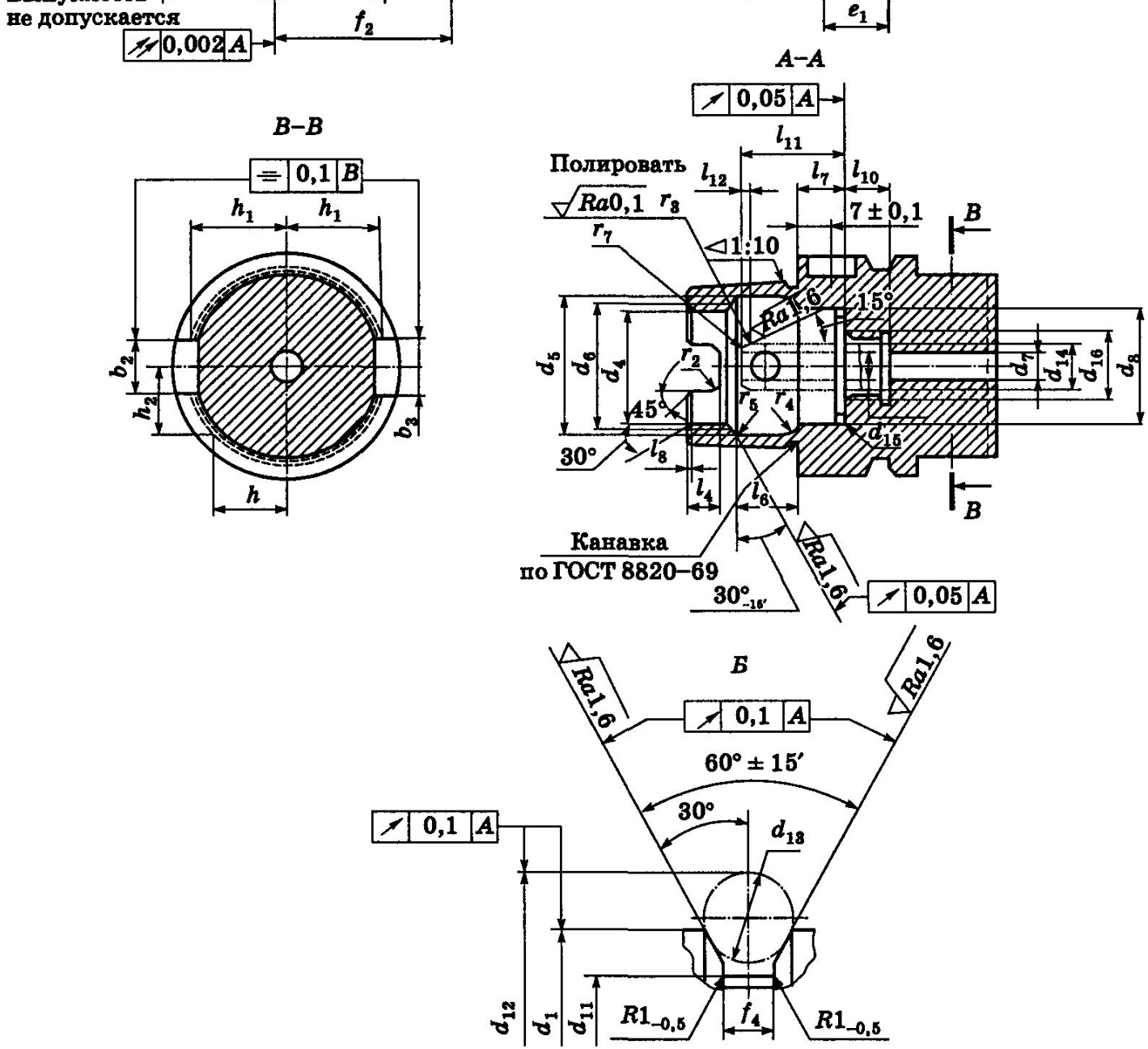
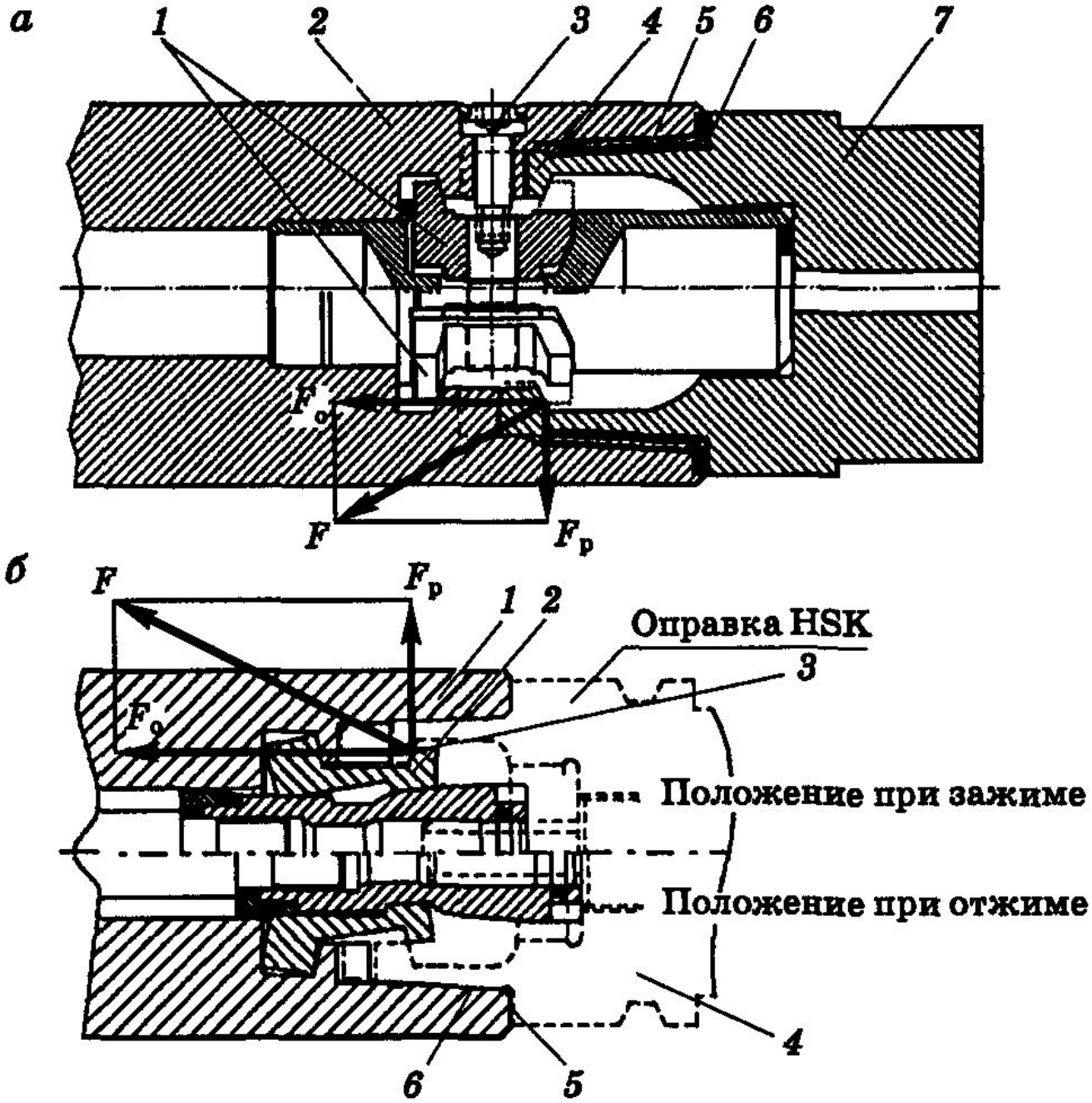



*Рис. 2.16.* Форма хвостовика HSK (тип А) для автоматической смены инструмента:
*1* — плоскость расположения вершины режущей кромки инструмента


а
1
2
3
4
5
6
7
$F_o$
F
$F_p$
б
F
$F_p$
1
2
Оправка HSK
3
$F_o$
Положение при зажиме
Положение при отжиме
4
6
5

окружности радиуса $r$ и неизменно связанная с ней, будет описывать удлиненную гипоциклоиду (рис. 2.20).

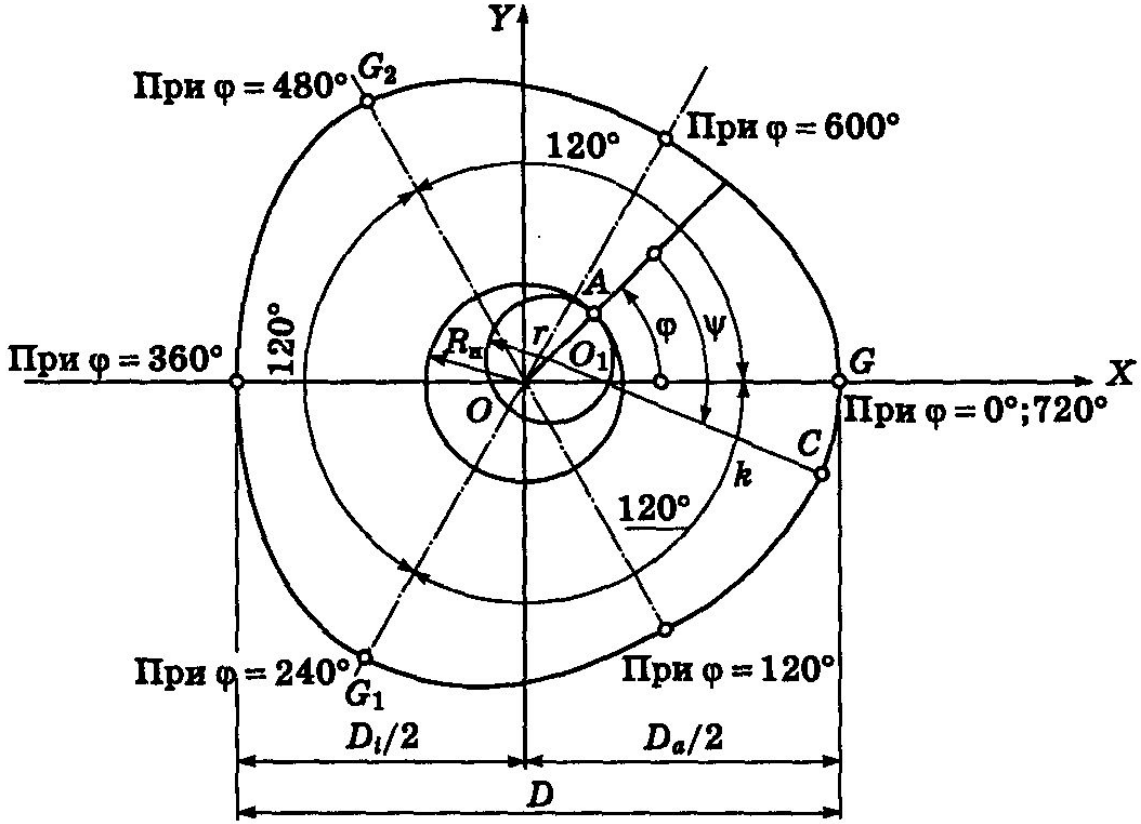
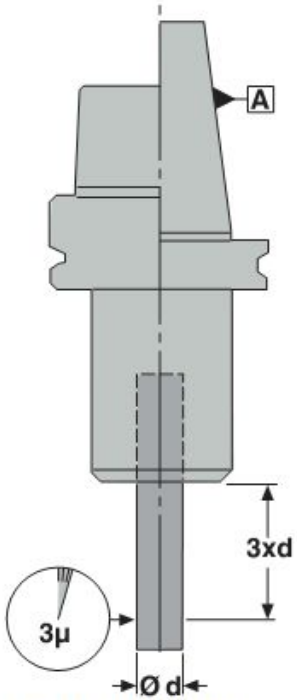
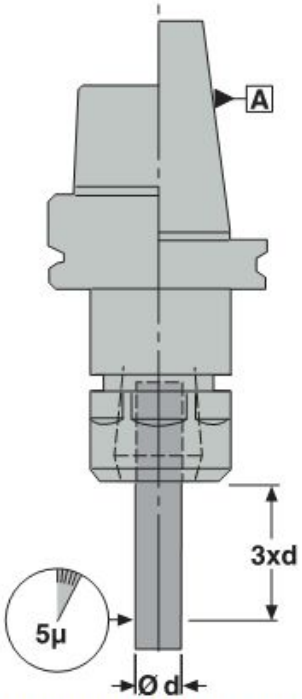



*Рис. 2.20.* Образование замкнутого гипоциклоидного контура

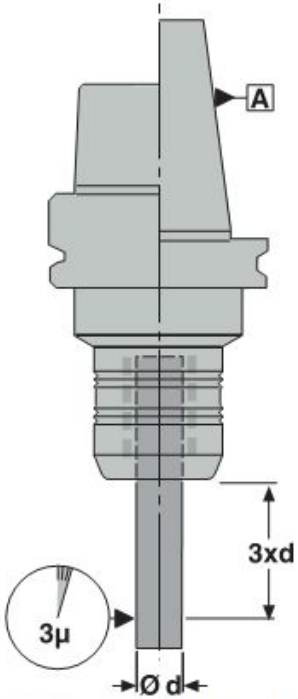
- Балансировка: Держатели подходящие для операций HSM (высокоскор. обработка) прецизионно балансированны как стандарт.
- Точность: Максимальное биение на вылете 3 x d от 3 до 5 мкм. См. ниже.
- Жёсткость.
- Большой передаваемый момент.




**Термооправки**




**Цанговые патроны типа D**



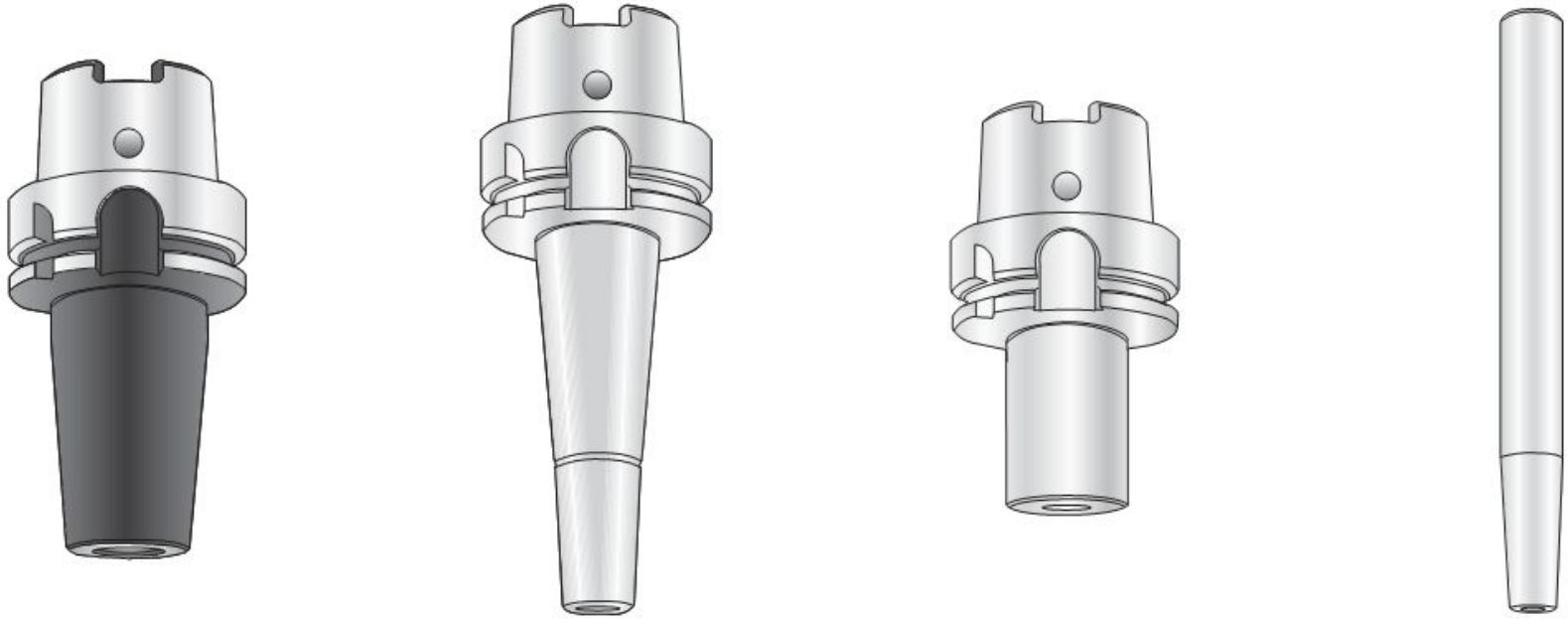

**Гидравлические патроны**

| Главные характеристики | Термооправки | Цанг. патроны типа D | Гидравлические патроны |
|---|---|---|---|
| Прециз. биение | + + + (3 мкм) | + + + (5 мкм) | + + + (3 мкм) |
| Стандартная балансировка | + + + (прециз. баланс.) | + + + (прециз. баланс.) | + + + (прециз. баланс.) |
| Передаваемый момент | + + + | + + | + + + |
| Макс. об/мин. передн. конца | до 45 000* | до 100 000* | до 40 000* |
| Жёсткость | + + + | + + | + (исключить рад. нагрузки) |
| Удал. доступ | + + + | + | + |
| Доп. оборудование | Треб. устр. для термооправок | Треб. цанги и монтаж. инстр. | Рекомендуются тест. калибры |
| Гибкость | + (удлинители) | + + + (цанги) | + + (втулки) |
| Диам. хвостовика и соотв. допуски - макс. | 3, 4, и 5 мм: h5 - 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 32 мм: h6 (h5 рекомендуется) | Цанги от 1 до 20 мм с шагом 0,5 мм: h8 | 3, 4 и 5 мм: со втулками - 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25 и 32 мм: h6 |
| Выпускающиеся типы | Типы 5603, 5801 и 5800 | Типы 5872 и LIBRAFLEX® 5872 | Тип 5834 |

+ = Хорошо, ++ = Очень хорошо, +++ = Превосходно

* Подробности см. на следующих страницах.

## Термооправки, типы переднего конца



5603 5801 5800 5801

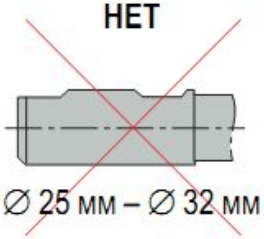
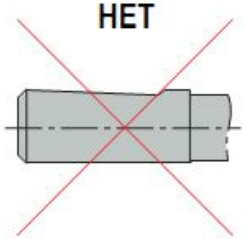
## Типы хвостовиков инструментов и допуски для термооправок.

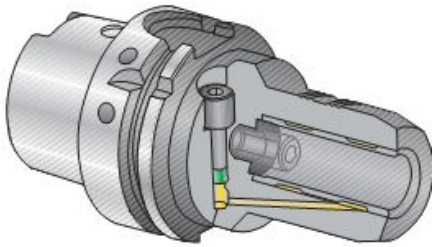
**Хвостовики инс трумента:** Цилиндр DIN 1835-1 Форма A/ DIN 6535 Форма HA.

| | |
|---|---|
| **Допуск хвосто вика:** | ∅ 3 до 5 мм макс. h5, хвостовик инструм. должен быть твёрдоспл. или из металла высокой плотности (напр. Денсимет). ∅ 6 до 32 мм макс. h6, хвостовик инструм. может быть стальным, из быстрореж. стали, твёрдоспл. или мет. высокой плотн.. Использование h5 для ∅ 6 до 32 мм обеспеч. безопас. миним. момент зажима. Убедитесь в мин. глуб. посадки l3 на стр. описания для каждого держ., которую необх. учитывать при устан. инструм. в держатель. |
| **Биение:** | Максимальное биение при измерении индикатором на вылете примерно 3 x d (d = диам. отверстия) относительно наружного конуса или хвостовика - 3 мкм. Прямое биение отверстия держателя относительно конуса или хвостовика - 3 мкм максимум . |
| **Балансир.:** | Термооправки прецизионно отбалансированы как стандарт; кроме удлинителей термооправок, которые отбалансированы предварительно. |
| **Термопрочность:** | EPB Термооправки изготовлены из термопрочной стали, гарантирующей структурную, геометрическую и размерную стабильность после многократных циклов термозажима. Максимальная приемлемая температура 400 °C. |

Хороший выбор для HSM и высокой точности. Не рекоменд. там, где есть большие рад. нагрузки из-за низкой рад. жёсткости. Внутренний поршень передаёт усилие на жидкость в камере окружающей отверстие держателя. Высокое давление равномерно прикладывается на 360° вокруг хвостовика инструмента и зажимает его. Режущие инструменты удерживаются с отличной точностью. Отверстие имеет спиральную канавку куда может собираться грязь и масло оставленные на хвостовике инструмента. Винт обеспечивающий давление должен быть полностью затянут.

**ВНИМАНИЕ: НЕ ЗАЖИМАЙТЕ ДЕРЖАТЕЛЬ БЕЗ ВСТАВЛЕННОГО В НЕГО ИНСТРУМЕНТА.**

| Цилиндр. | Weldon | Weldon | Whistle Notch |
|---|---|---|---|
| ДА | ДА | НЕТ | НЕТ |
| | |  |  |
| | ∅ 6 мм – ∅ 20 мм | ∅ 25 мм – ∅ 32 мм | | |



**Допуск хвостовика:** h6 макс.

**Балансир.:** Точная балансировка как стандарт.

| Зажим ∅ (мм) | Мин. статический передаваемый момент (Нм) | Рабочая температура | Макс. давление СОЖ | Гидро. система Макс. об/мин* |
|---|---|---|---|---|
| 6 | 20 | 10-50°C | 70 бар | 40 000 |
| 8 | 30 | | | 40 000 |
| 10 | 40 | | | 40 000 |
| 12 | 70 | | | 40 000 |
| 14 | 100 | | | 40 000 |
| 16 | 120 | | | 40 000 |
| 18 | 140 | | | 40 000 |
| 20 | 170 | | | 40 000 |
| 25 | 200 | | | 25 000 |

* Максимальные об/мин для держателей оборудованных этой системой зажима часто ограничиваются типом конуса задней части и размером.

Для обеспечения максимального передаваемого момента хвостовик инструмента и отверстие должны быть чистыми и сухими. Подходящие щётки есть в Доп. оборудовании на стр. 372.

классификации ISO (1 — группа P; 2 — группа M; 3 — группа K); вторая и третьи цифры характеризуют подгруппу применяемости, а четвертая цифра — наличие покрытия. Например, МС111 — аналог стандартного твердого сплава Т15К6, ВП3325 — аналог стандартного твердого сплава ВК8 с покрытием. Соответствие марок сплавов указано в табл. 1.9.

*Таблица 1.9*

**Соответствие марок твердых сплавов серии МС и сплавов по ГОСТ 3882–74**

| Марка твердого сплава | | Марка твердого сплава | |
|---|---|---|---|
| серии МС | по ГОСТ 3882–74 | серии МС | по ГОСТ 3882–74 |
| МС301 | ВК3 | МС131 | Т5К10 |
| МС313 | ВК6 | МС136 | Т7К12 |
| МС318 | — | МС121 | Т14К8 |
| МС312 | ВК6-М | МС111 | Т15К6 |
| МС212 | ВК6-ОМ | МС101 | Т30К4 |
| МС321 | — | МС1460 | ТТ7К12Т |
| МС347 | ВК8 | МС221 | ТТ10К8Б |
| МС241 | — | МС137 | ТТ20К9 |

Твердые сплавы выпускаются в виде стандартизованных пластин, которые припаиваются, приклеиваются или крепятся механически к державкам из ко

*Таблица 1.12*

**Марки и области применения твердых сплавов по ISO 513:2004**

| Группа сплавов | Марка сплава | Области применения |
|---|---|---|
| P | 01<br>10<br>15 | Чистовая и получистовая обработка стали и стального литья при благоприятных условиях. Рекомендуются высокие скорости резания и небольшие подачи без использования СОЖ |
| | 20<br>25 | Чистовая и получистовая обработка стали, стального литья, ковкого и модифицированного чугунов, образующих сливную стружку |
| | 30<br>35<br>40<br>50 | Черновая и получистовая обработка стали, стального литья, ковкого и модифицированного чугунов. Относительно высокие скорости резания и подачи |
| M | 10 | Чистовая и получистовая обработка жаропрочных и нержавеющих сплавов. Сравнительно высокие скорости резания и небольшие подачи |
| | 20<br>30 | Чистовая и получистовая обработка жаропрочных и нержавеющих сплавов |
| | 40 | Черновая и получистовая обработка жаропрочных и нержавеющих сплавов по корке и окалине. Рекомендуются низкие скорости резания, значительные подачи |

| Группа сплавов | Марка сплава | Области применения |
|---|---|---|
| К | 01<br>05 | Чистовая и получистовая обработка легированного чугуна, медных сплавов |
| | 10<br>15<br>20 | Чистовая и получистовая обработка серого чугуна, обработка ковкого и модифицированного чугунов |
| | 25<br>30 | Обработка чугунов и медных сплавов в неблагоприятных условиях. ные подачи |

*Таблица 1.14*

**Взаимное соответствие марок твердых сплавов**

| Марка сплава по ISO | | Марка сплава по ГОСТ 3282–74 | |
|---|---|---|---|
| Группа | Подгруппа | Без покрытия | С покрытием |
| Р | 01 | Т30К4 | — |
| | 10 | Т14К6 | — |
| | 20 | Т14К8 | — |
| | 25 | МС137 | МС1460 |
| | 30 | Т5К10, МС131 | МС2210 |
| | 40 | МС146 | — |
| М | 20 | МС221 | МС2210 |
| | 30 | ВК10-ОМ | — |
| К | 10 | ВК6-ОМ, МС313 | МС3210 |
| | 20 | МС318, ВК6, МС321 | — |
| | 30 | ВК8, ВК8М | — |

*Таблица 1.20*

**Физико-механические свойства СТМ на основе нитрида бора**

| Марка материала | Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · К) | Предел прочности при изгибе, МПа | Предел прочности при сжатии, МПа |
|---|---|---|---|
| Композит 01 | 60 | — | 2700 |
| Композит 02 | — | 400...500 | 3000 |
| Композит 05 | — | 470 | 2200 |
| Композит 09 | — | 700...1000 | 5000 |
| Композит 10 | 25 | 1000...1500 | 2000...4000 |
| Киборит | 100 | — | 2900...3200 |
| Вюрцин | 28 | 800 | — |
| Боразон | 100...135 | — | — |
| Амборит | 100 | 570 | 2730 |
| Сумиборон | 38 | — | — |

*Таблица 1.21*

**Назначение СТМ на основе кубического нитрида бора**

| Марка материала | Области применения |
|---|---|
| Композит 01 | Тонкое и чистовое точение без удара и торцовое фрезерование закаленных сталей и чугунов любой твердости, твердых сплавов (свыше 15 % Co) |
| Композит 03 | Чистовая и получистовая обработка закаленных сталей и чугунов любой твердости |
| Композит 05 | Предварительное и окончательное точение без удара закаленных сталей (HRC ≤ 55) и серого чугуна, торцовое фрезерование чугуна |

**Разновидности и области применения покрытий фирмы «Kennametal Hertel»**

| Структура | Назначение |
|---|---|
| TiN<br>Твердый сплав | Обработка жаропрочных сплавов с малыми и средними скоростями резания; покрытие PVD |
| TiN<br>TiCN<br>TiC<br>Твердый сплав | Обработка стали с малыми и средними скоростями резания; покрытие CVD |
| TiN<br>TiCN<br>TiC<br>TiCN<br>$Al_2O_3$<br>TiN<br>Твердый сплав | Обработка нержавеющих сталей и чугунов со средними скоростями резания; покрытие CVD |
| TiN<br>$Al_2O_3$<br>TiCN<br>Твердый сплав | Обработка стали и серого чугуна, в том числе с высокими скоростями резания; покрытие CVD |
| Алмаз<br>Твердый сплав | Обработка цветных сплавов и пластмасс; покрытие CVD |
| TiN<br>TiCN<br>TiN<br>Твердый сплав | Обработка жаропрочных и титановых сплавов; обработка с высокими скоростями; покрытие CVD/PVD |

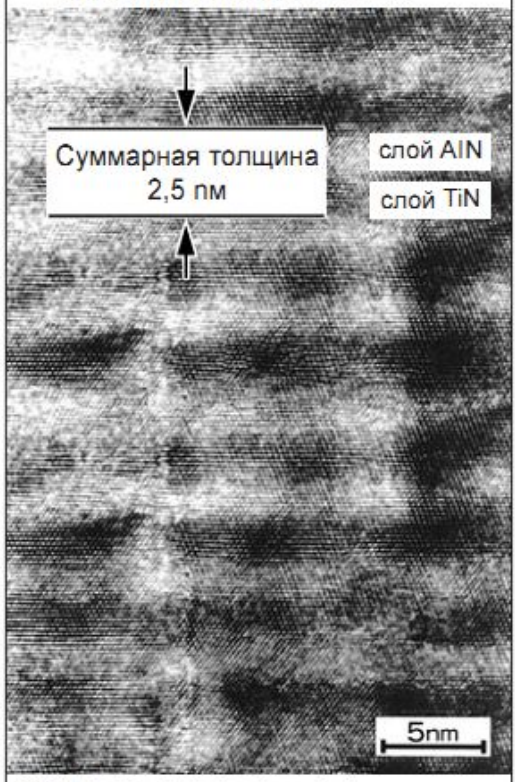
## Свойства наиболее распространенных покрытий

| Покрытие | TiAlN | TiAlCrYN | TiCN | TiN | DLC | $MoS_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Твердость, HV | 2900—3400 | 2800—3200 | 2800—3100 | 2000—2500 | 4000—7000 | 30—40 |
| Оптимальная толщина, мкм | 1—5 | 1—5 | 1—5 | 1—6 | 1—2 | 1—10 |
| Уровень внутренних напряжений, ГПа/мкм | 1—2 | 1—2 | 1—2 | 1—2 | 2—6 | 0,1—1 |
| Коэффициент трения при сухом резании углеродистой стали | 0,3—0,4 | 0,3—0,4 | 0,3—0,4 | 0,4—0,6 | 0,02—0,1 | 0,05—0,1 |
| Максимальная рабочая температура (стойкость к окислению), °С | 800 | 950 | 400 | 500 | 250—350 | 400 |
| Стойкость к абразивному изнашиванию | +++ | ++ | ++ | + | ± | – |
| Стойкость к адгезионному изнашиванию | +++ | +++ | + | ++ | ± | +++ |

## ■ Достоинства

- Твердость сопоставимая с CBN
- Увеличенный срок службы инструмента благодаря повышенной жесткости покрытия ZX, по сравнению с другими TiCN (Hv2700) и TiAlN (Hv3200)
- Гладкая поверхность покрытия улучшает чистоту обработки
- Широкий выбор фрезерных и сверлильных инструментов

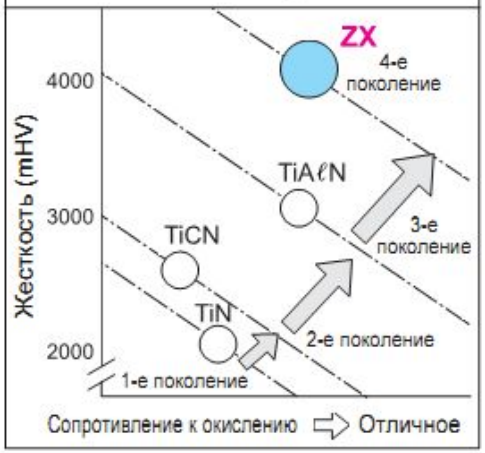
● Структура покрытия ZX



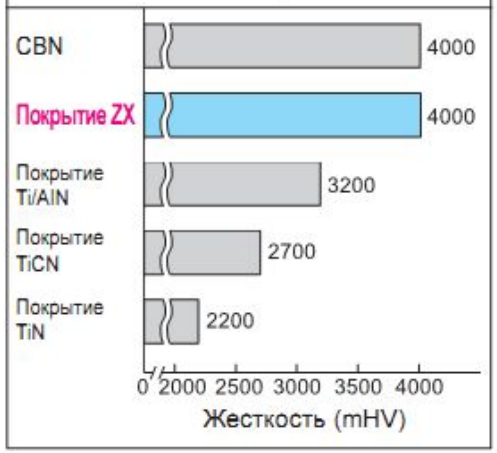

2000 слоев, составленные из сверхтонких слоев TiN и AlN

## ■ Эксплуатационные данные

● Положение покрытия ZX

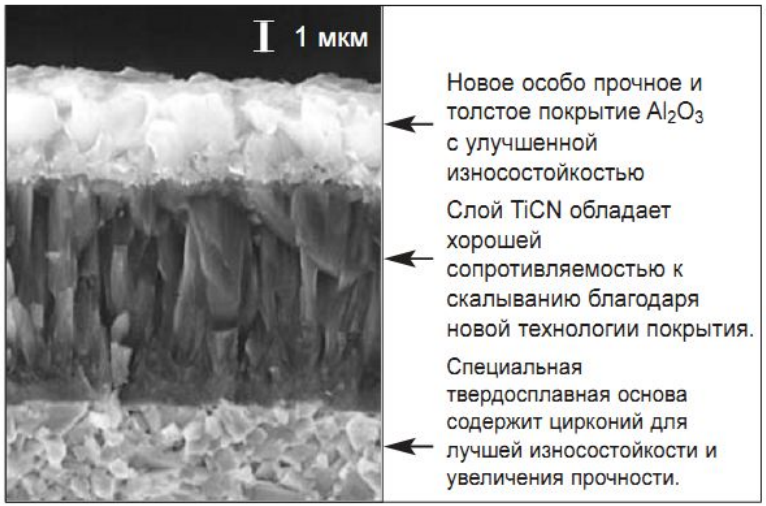


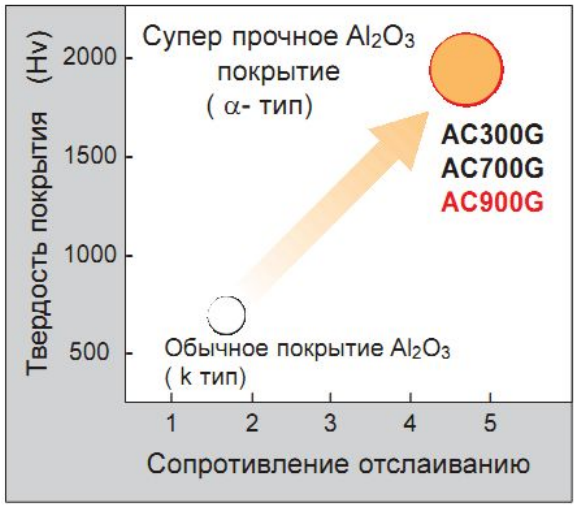

● Жесткость покрытия ZX

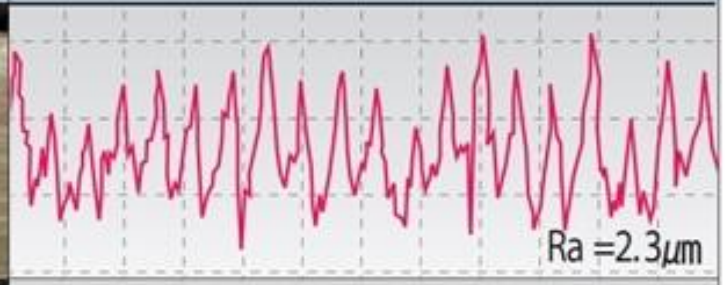


## ■ Особенности:

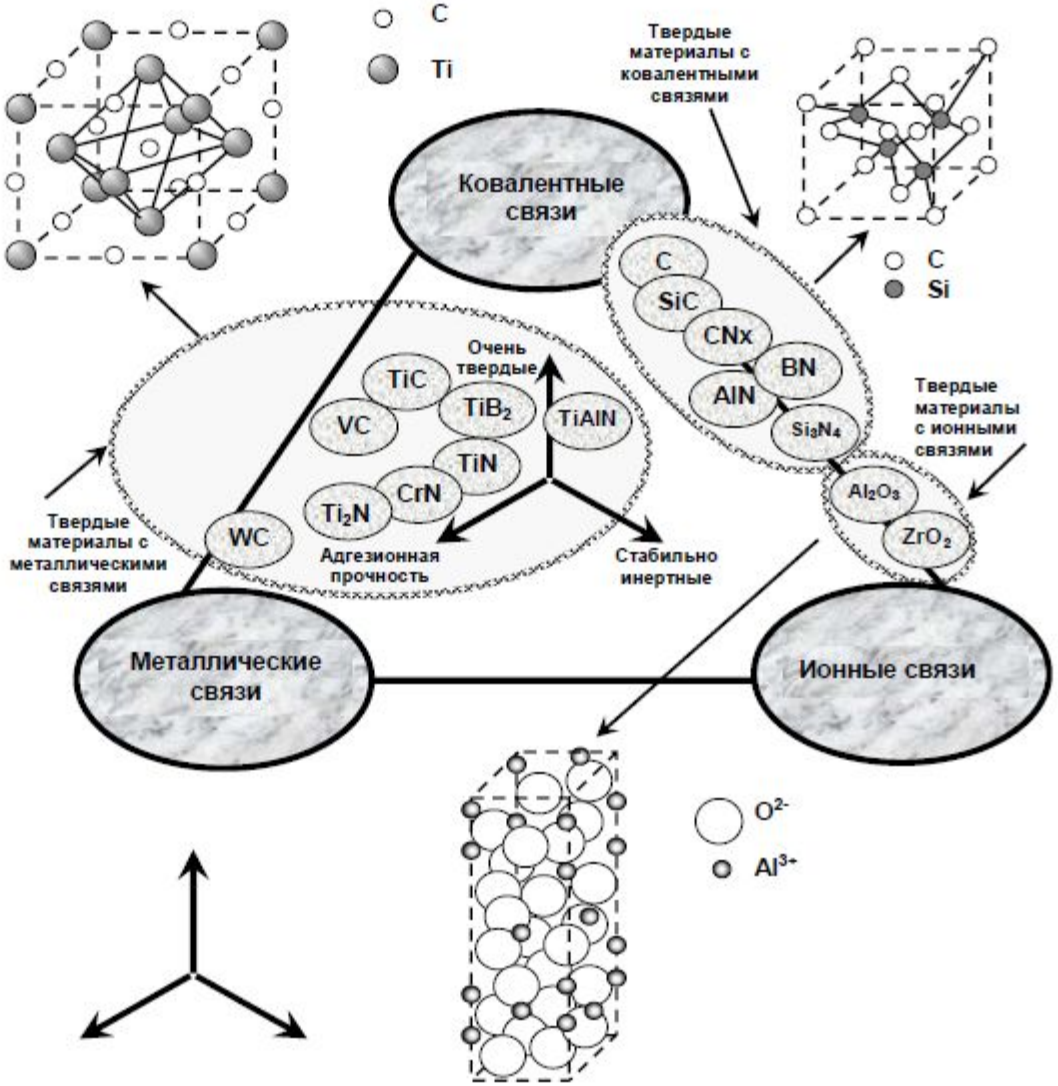
- Новый особо прочный слой покрытия $Al_2O_3$ на 30% прочнее и на 150% устойчивее к скалыванию.
- Срок службы пластины больше в два раза, по сравнению со сплавами конкурентов.
- Эффективность обработки увеличена на 50%.
- Подходит для обработки без СОЖ.




| Материал \ Вид | Задняя поверхность | Главная режущая кромка | Шероховатость обработанной поверхности |
|---|---|---|---|
| Твердый сплав | | |   |
| DLC | | | |

| Покрытие | Цвет | Хим. состав покрытия | Твердость, HV (по Виккерсу) | Толщина, мкм | Структура покрытия | Коэф. трения (по стали) | Макс. раб. температура (°C) | Наиболее подходящий инструмент |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Нитрид титана | Золотой | TiN | 2300 | 1-4 | Однослойная | 0,4 | 600 | Сверла и метчики |
| Карбонитрид титана | Серо-синий | TiCN | 3000 | 1-4 | Многослойное | 0,4 | 500 | Фрезерный инструмент |
| Алюмонитрид титана | Темно-серый | TiAlN | 3300 | 3 | с наноструктурой | 0,3-0,35 | 900 | Сверла и метчики (без СОЖ) |
| Алюмонитрид титана X | Фиолетово-серый | TiAlN | 3500 | 1-3 | Однослойное | 0,4 | 900 | Фрезерный инструмент (без СОЖ) |
| Нитрид хрома | Серебряно-серый | CrN | 1750 | 3-4 | Однослойное | 0,5 | 700 | Циркульные фрезы, ножи |
| Super-R | Медный | Ti, C, N | 2900 | 3,5-3,7 | Многослойное | 0,3-0,4 | 475 | Фрезерный инструмент |
| Super G | Серо-синий | AlCrN | 3200 | – | Однослойное | 0,35 | 1100 | Фрезерный инструмент |
| Нитрид циркония | Золотисто-желтый | ZrN | 2800 | 2-3 | Однослойное | 0,2 | 800 | Сверла, метчики, развертки |
| Dialub (Diamond-like Coating) | Черный | a-C:H | 6000 | 1,5-2 | Однослойное | 0,1-0,2 | 600 | Сверла, метчики |
| Super B | Черный | TiAlN+WC/C | 3000 | 2-6 | Многослойное пластинчатое | 0,2 | 800 | Фрезерный инструмент |
| Diamond | Светло-серый | Полукристаллический алмаз | 8000 | 6, 12, 20 | Однослойное | 0,15-0,20 | 700 | Твердосплавный инструмент, в основном фрезы |




Связь изменения в свойствах с изменением типа химических связей

*Таблица 1.*

Архитектура и параметры износостойкого комплекса на основе системы Ti-TiN-TiAlN-TiN

| Элементы покрытия | Состав, %, толщина |
|---|---|
| **Адгезионный подслой Ti** | $h_a$*= 0, 1 мкм |
| **Износостойкий слой TiAlN** | 50%Ti-50%Al;<br>$h_u$** = 2,0 мкм<br>$h_c$*** = 25 нм |
| **Промежуточный слой TiN** | $h_n$**= 1,8 мкм<br>$h_c$=15 нм |

$h_a$ *– толщина адгезионного подслоя; $h_u$,$h_n$ ** - толщина износостойкого и промежуточного; слоев; $h_c$*** – толщина субслоев износостойкого и промежуточного слоев.

*Таблица 2.*

Результаты стойкостных испытаний торцовых фрез

| Покрытие | Период стойкости Т, мин, при $h_3$ | |
|---|---|---|
| | 0,2 мм | 0,3 мм |
| **Контрольные фрезы** | 19 | 36 |
| **Стандартное TiN** | 43 | 60 |
| **Стандартное TiCN** | 43 | 54 |
| **Стандартное TiAlN** | 62 | 66 |
| **Стандартное TiCrN** | 44 | 58 |
| **Стандартное TiMoN** | 76 | 92 |
| **A*-Ti-TiN-(Ti,Al,Mo)N**** | 82 | 118 |
| **A*-Ti-TiN-(Ti,Al,Cr)N**** | 112 | 158 |

* - азотированный термостабилизирующий слой; ** - наноструктурированн покрытие

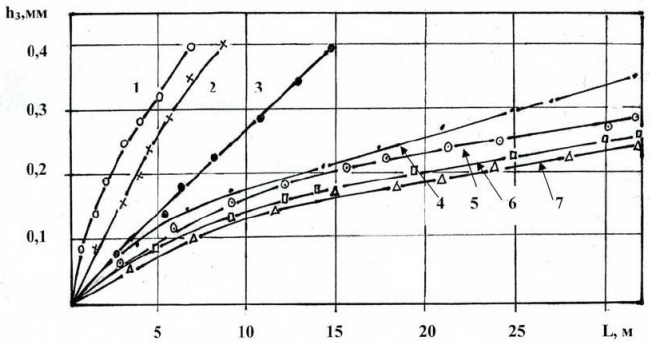
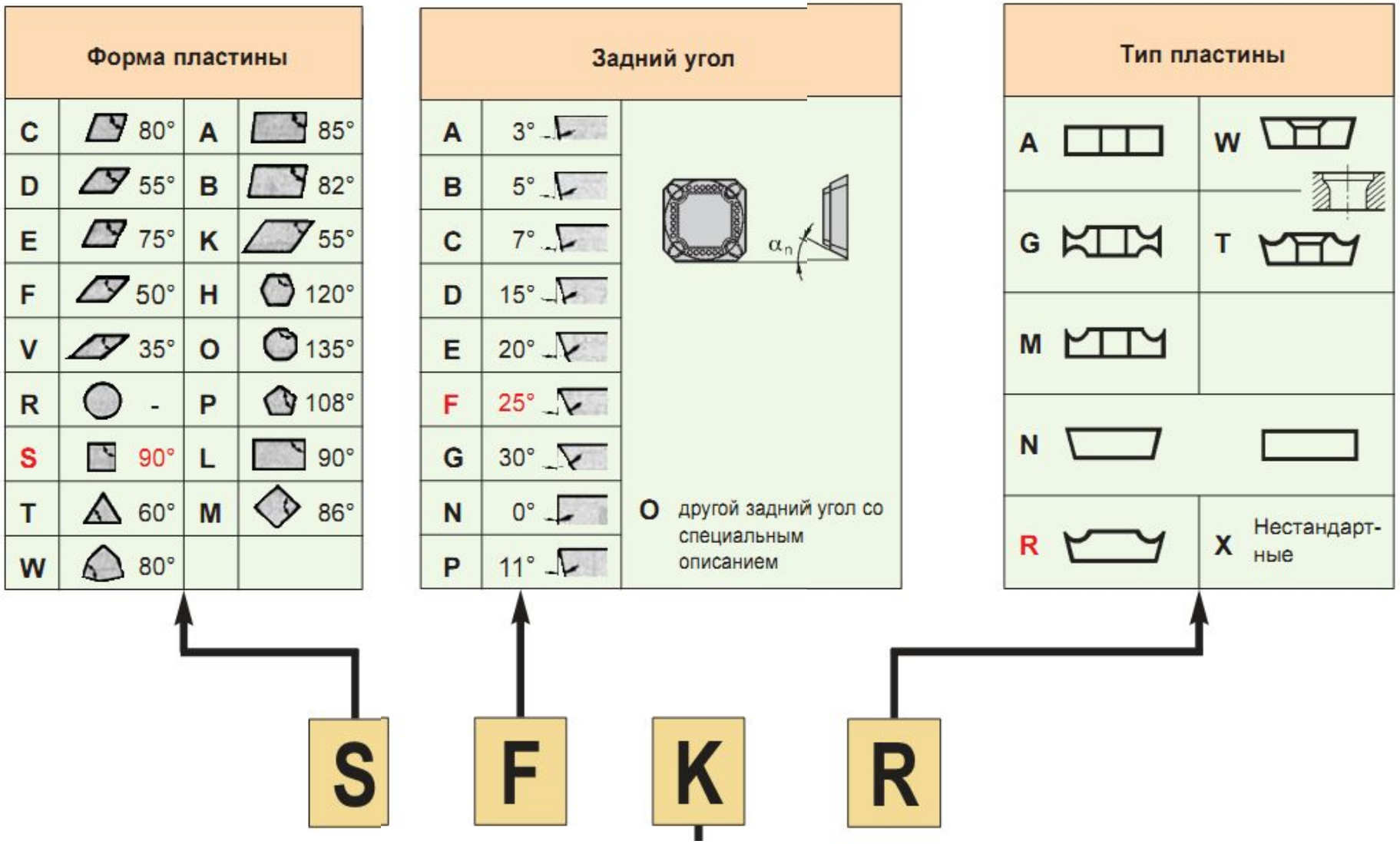
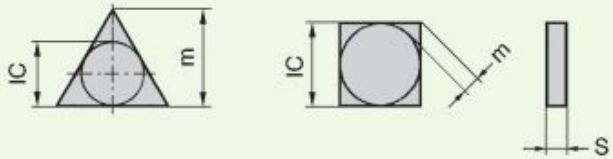



**Рисунок 2 - Зависимости фаски износа $h_3$ от длины пути резания L, полученные при встречном фрезеровании стали 40Х (НВ 200) концевыми твердосплавными фрезами (сплав ТТ8К6, Z=4; d=12 мм) с n = 560 об/мин; $S_M$ = 63 мм/мин; b = 3 мм; t = 10 мм; СОТС - 5% водная эмульсия:**

1 – контрольная фреза ТТ8К6; 2 – фреза со стандартным покрытием TiN; 3 – фреза со стандартным покрытием (Ti,Cr)N; 4 – фреза со стандартным покрытием (Ti,Al)N; 5 – фреза с наноструктурированным покрытием (Ti,Cr)N; 6 – фреза «Coronite» фирмы «Sandvik Coromant» с покрытием, полученным методом ХОП-CVD; 7 – фреза с разработанным ***ИК*** на основе наноструктурированной системы Ti-TiN-(Ti,Al)N , синтезированным при использовании процесса ФВДС.


Форма пластины
C 80°
A 85°
D 55°
B 82°
E 75°
K 55°
F 50°
H 120°
V 35°
O 135°
R -
P 108°
S 90°
L 90°
T 60°
M 86°
W 80°
Задний угол
A 3°
B 5°
C 7°
D 15°
E 20°
F 25°
G 30°
N 0°
P 11°
O другой задний угол со специальным описанием
Тип пластины
A
W
G
T
M
N
R
X Нестандарт-ные
S
F
K
R

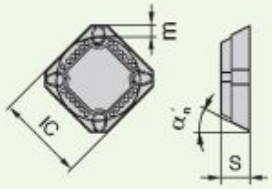
## Класс точности




IC: диаметр вписанной окружности
m: согласно схемы
s: толщина

| Класс | Допускаемое отклонение (мм) | | |
|---|---|---|---|
| | m | IC | s |
| A | ±0,005 | ±0,025 | ±0,025 |
| F | ±0,005 | ±0,013 | ±0,025 |
| C | ±0,013 | ±0,025 | ±0,025 |
| H | ±0,013 | ±0,013 | ±0,025 |
| E | ±0,025 | ±0,025 | ±0,025 |
| G | ±0,025 | ±0,025 | ±0,13 |

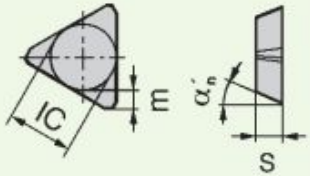
| Класс | Допускаемое отклонение (мм) | | |
|---|---|---|---|
| | m | IC | s |
| J | ±0,005 | ±0,05~ ±0,13*) | ±0,025 |
| K | ±0,013 | ±0,05~ ±0,13*) | ±0,025 |
| L | ±0,025 | ±0,05~ ±0,13*) | ±0,025 |
| M | ±0,08~ ±0,18*) | ±0,05~ ±0,13*) | ±0,13 |
| N | ±0,08~ ±0,18*) | ±0,05~ ±0,13*) | ±0,025 |
| U | ±0,13~ ±0,38*) | ±0,08~ ±0,25*) | ±0,13 |




*) Величина отклонения не зависит от размера IC пластины.

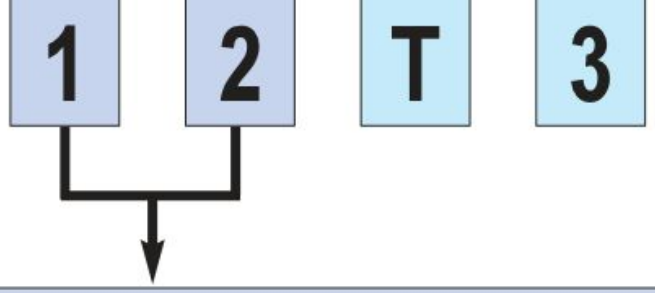
### Допускаемые отклонения для размера m

| m | S | T | C | W | V | D |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90° | 60° | 80° | 80° | 35° | 55° |
| 6,35 | ±0,08 | | | | - | ±0,11 |
| 9,525 | ±0,08 | | | | ±0,13 | ±0,11 |
| 12,7 | ±0,13 | | | | | ±0,15 |
| 15,875 | ±0,15 | | | | | ±0,18 |
| 19,05 | ±0,15 | | | | | ±0,18 |
| 25,4 | ±0,18 | | | | | |



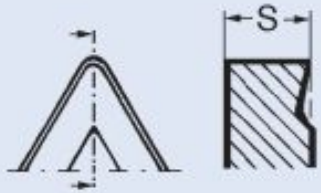

### Допускаемые отклонения для вписанной окружности (IC)

| IC | S | T | C | D | V | W | R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90° | 60° | 80° | 55° | 35° | 80° | |
| 6,35 | ±0,05 | | | | | | |
| 9,525 | ±0,05 | | | | | | ±0,05 |
| 12,7 | ±0,08 | | | | | | ±0,08 |
| 15,875 | ±0,10 | | | | | | ±0,10 |
| 19,05 | ±0,10 | | | | | | ±0,10 |
| 25,4 | ±0,13 | | | | | | ±0,10 |




| Длина режущей кромки | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Insert type / IC d (мм) | C | D | S | T | R | V | W |
| 3,97 | | | | | **06** (6,9) | | |
| 4,76 | | | | | **08** (8,2) | | |
| 5,0 | | | **05** | | | | |
| 5,56 | | | | | **09** (9,6) | | **03** (3,8) |
| 6,0 | | | **06** | | | | |
| 6,35 | **06** (6,4) | **07** (7,7) | | **06** (6,35) | **11** (11,0) | **11** (11,1) | **04** (4,3) |
| 7,94 | **08** (8,0) | | | **07** (7,94) | | | **05** (5,4) |
| 8,0 | | | **08** | | | | |
| 9,525 | **09** (9,7) | **11** (11,6) | **09** (9,525) | **09** (9,525) | **16** (16,5) | **16** (16,6) | **06** (6,5) |
| 10 | | | 10 | | | | |
| 12 | | | 12 | | | | |
| **12,7** | **12** (12,9) | **15** (15,5) | **12** (12,7) | **12** (12,7) | **22** (22,0) | | **08** (8,7) |
| 15,875 | **16** (16,1) | **19** (19,4) | **15** (15,875) | **15** (15,875) | **27** (27,5) | | **10** (10,9) |
| 16 | | | **16** | | | | |
| 19,05 | **19** (19,3) | | **19** (19,05) | **19** (19,05) | **33** (33,0) | | |
| 20 | | | **20** | | | | |
| 25 | | | **25** | | | | |
| 25,4 | | | **25** (25,4) | **25** (25,4) | | | |
| 31,75 | | | **31** (31,75) | **31** (31,75) | | | |
| 32 | | | **32** | | | | |

## Толщина

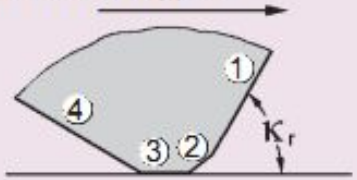



| | |
|---|---|
| 02 | s = 2,38 мм |
| 03 | s = 3,18 |
| T3 | s = 3,97 |
| 04 | s = 4,76 |
| 05 | s = 5,56 |
| 06 | s = 6,35 |
| 07 | s = 7,94 |
| 09 | s = 9,52 |

## Геометрия пластины с зачистной режущей кромкой

### Главный угол

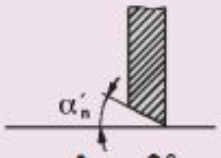
Направление подачи



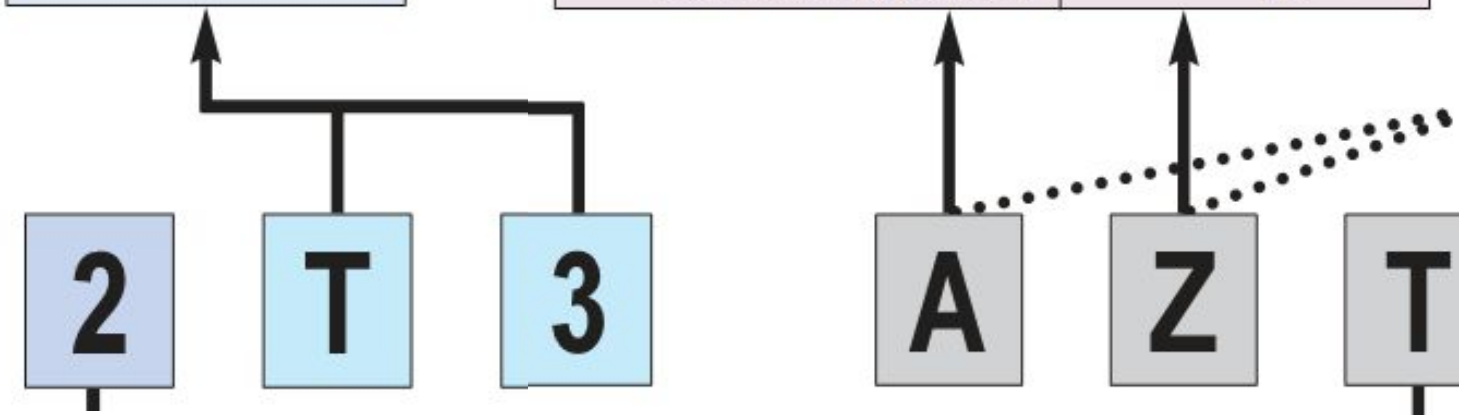

A - 45°
D - 60°
E - 75°
F - 85°
P - 90°
Z - другие

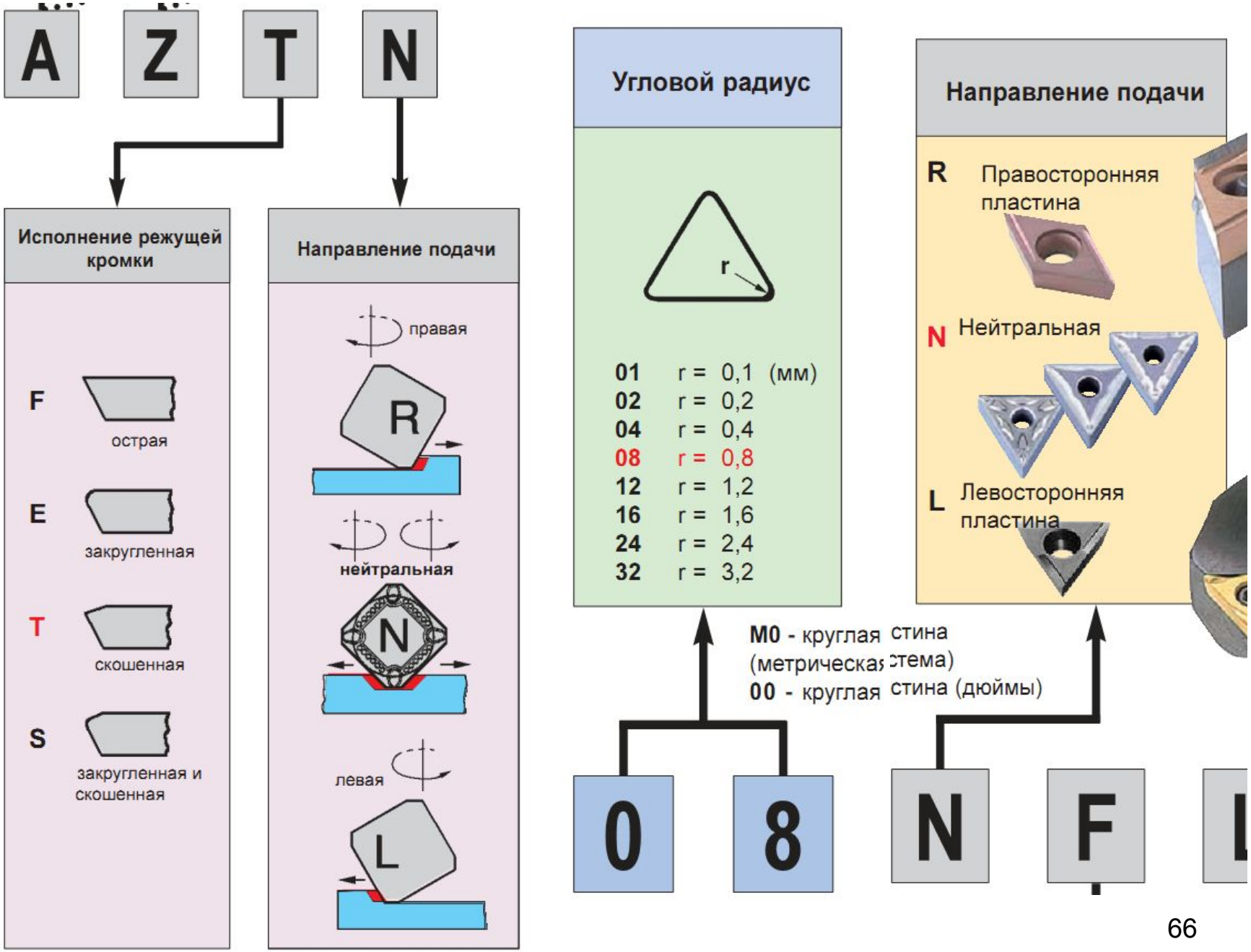
1. главнная режущая кромка
2. переходная режущая кромка
3. зачистная режущая кромка
4. вспомогательная режущая кромка

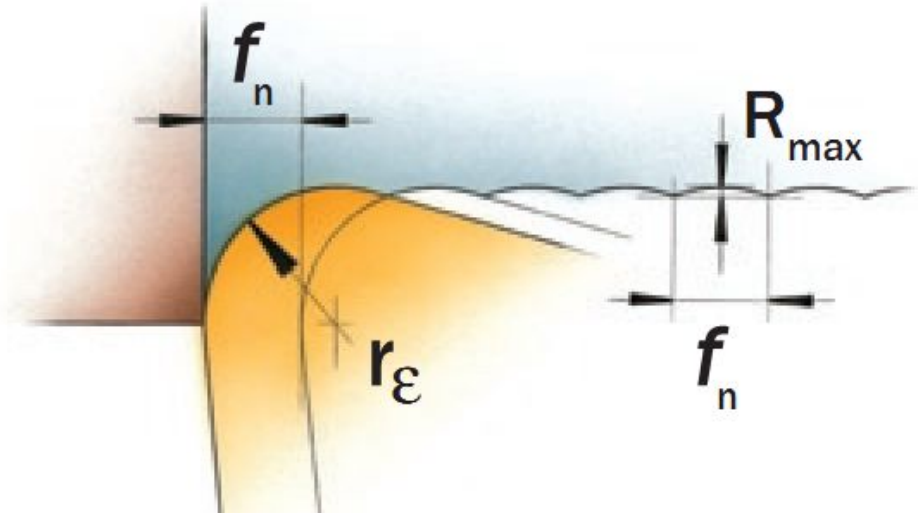
### Задний угол на зачистной кромке




A - 3°
B - 5°
C - 7°
D - 15°
E - 20°
F - 25°
G - 30°
N - 0°
P - 11°
Z - другие

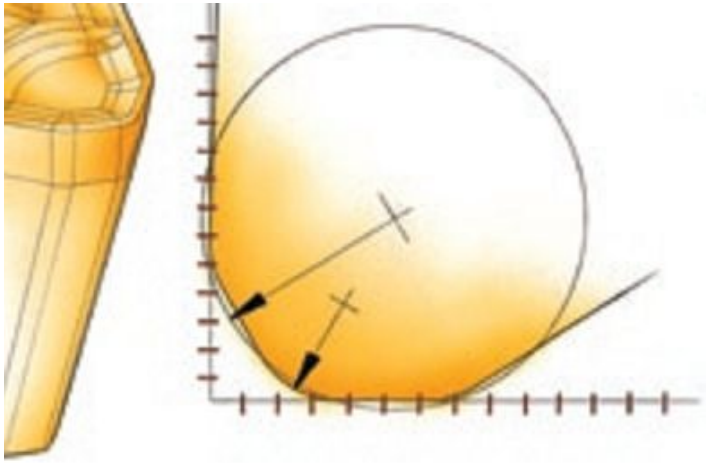


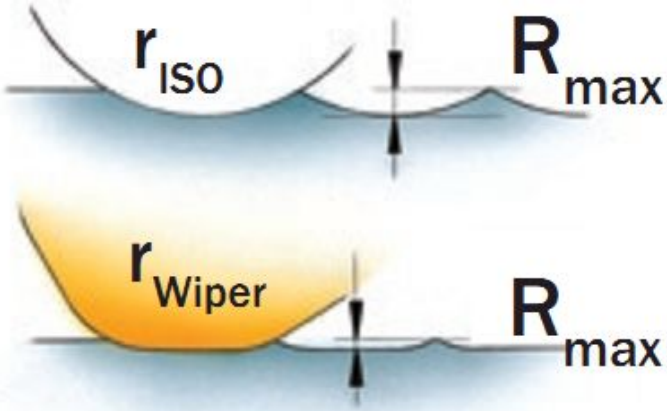

A Z T N
Исполнение режущей кромки
F
острая
E
закругленная
T
скошенная
S
закругленная и скошенная
Направление подачи
правая
R
нейтральная
N
левая
L
Угловой радиус
r
01 r = 0,1 (мм)
02 r = 0,2
04 r = 0,4
08 r = 0,8
12 r = 1,2
16 r = 1,6
24 r = 2,4
32 r = 3,2
Направление подачи
R Правосторонняя пластина
N Нейтральная
L Левосторонняя пластина
M0 - круглая стина (метрическая стема)
00 - круглая стина (дюймы)
0 8 N F



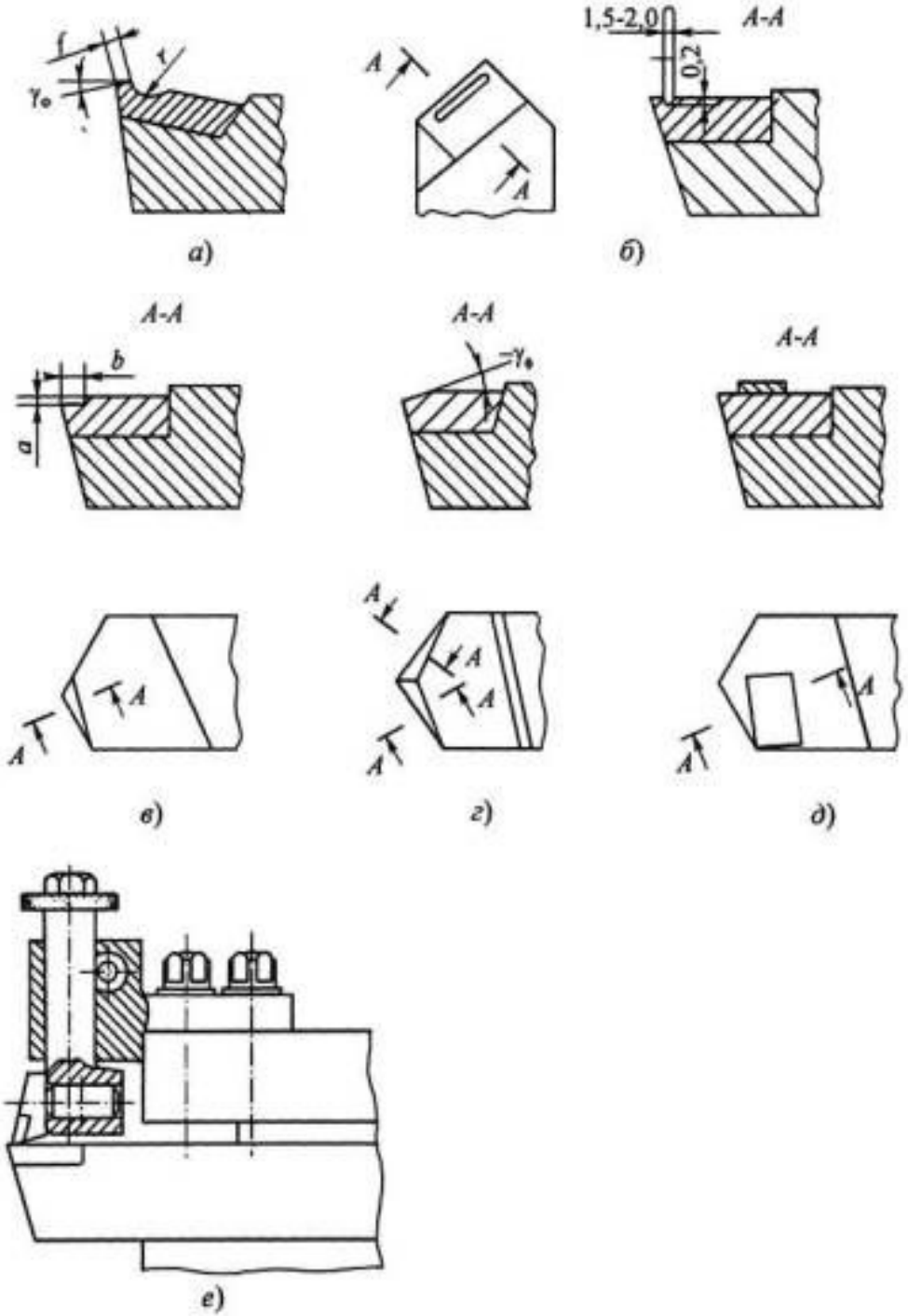

$$R_{max} = \frac{f_n^2}{8 \times r_\varepsilon} \times 1000$$

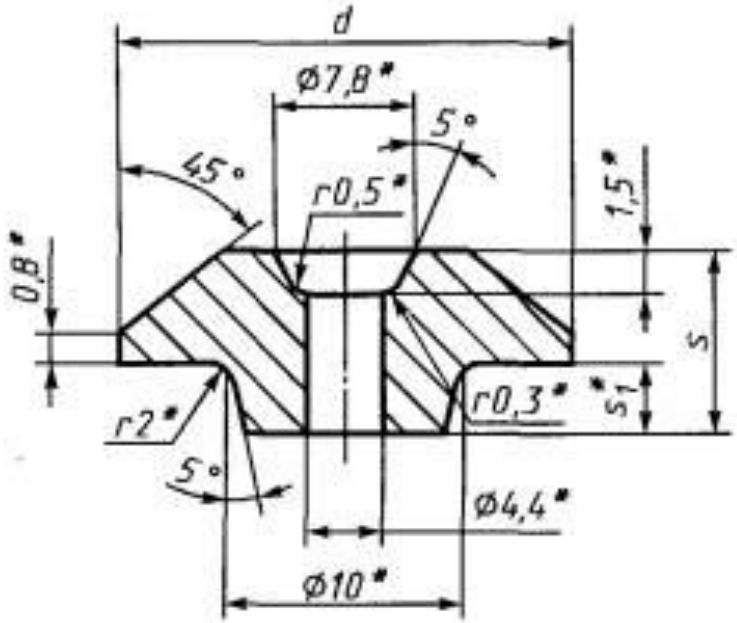
Шероховатость поверхности в основном определяется соотношением между подачей и радиусом при вершине.

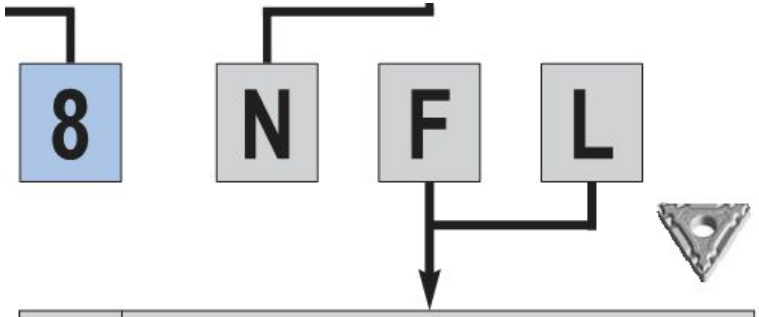





ю новую конфигурацию вершины.

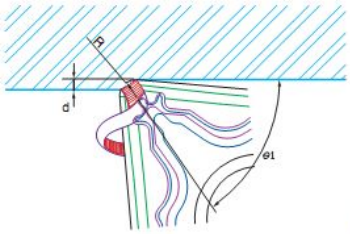

f
γ
γ₀
а)
A
A
1,5-2,0
A-A
0,2
б)
A-A
b
a
A
A
в)
A-A
γ₀
A
A
A
г)
A-A
A
A
д)
е)


d
Ø7,8*
5°
45°
r0,5*
1,5*
0,8*
S
S1*
r0,3*
r2*
5°
Ø4,4*
Ø10*



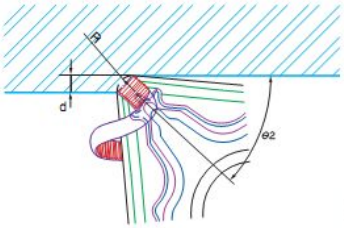

| Обозначение | Геометрия стружколома | | |
|---|---|---|---|
| _F_ | **Для финишной обработки**<br>(F) - финишная | N-FL NFL-W<br>Wiper<br>N-FA<br>N-FP<br>N-FK | R/L-FT<br>R/L-FX<br>R/L-W |
| _S_ | **Для чистовой обработки**<br>(S) - небольшие $d_{oc}$/f | N-LU NLU-W<br>Wiper<br>N-SU<br>N-SC<br>N-SF<br>N-EX N-SS | R/L-ST<br>R/L-SD |
| _G_<br>_U_ | (G) общее применение<br>**Получистовая обработка**<br>(U) универсальная | N-GU NGU-W<br>Wiper<br>N-UG<br>N-UP N-US<br>N-UX N-UZ | R/L-UM |
| _M_ | **Черновая обработка**<br>(M) средние $d_{oc}$ / f | N-MU<br>N-MX<br>N-MP | R/L-MM |
| _H_ | **Тяжелая черновая**<br>(H) большие $d_{oc}$ / f | N-HG<br>N-HP | |

# Классификация видов обработки по глубине резания



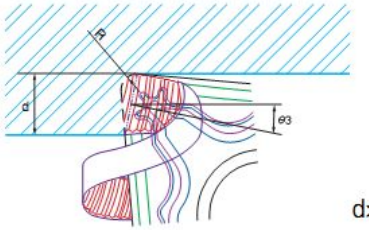

d<r

- **глубина резания меньше, чем радиус при вершине СМП**
  - глубина резания 0,5-1,5 мм-чистовая и получистовая обработка



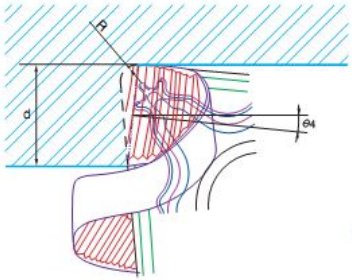

d=r

- **глубина резания равна радиусу при вершине СМП.**
  - глубина резания 0,8-2,0 мм-получистовая и черновая обработка




d>r

- **глубина резания в 2-4раза больше радиуса при вершине СМП**
  - глубина резания 1,5-4,5 мм-черновая обработка




d>>r

- **глубина резания более чем в 5 раз больше радиуса при вершине СМП**
  - глубина резания 4-6,0 мм-грубое черновое точение

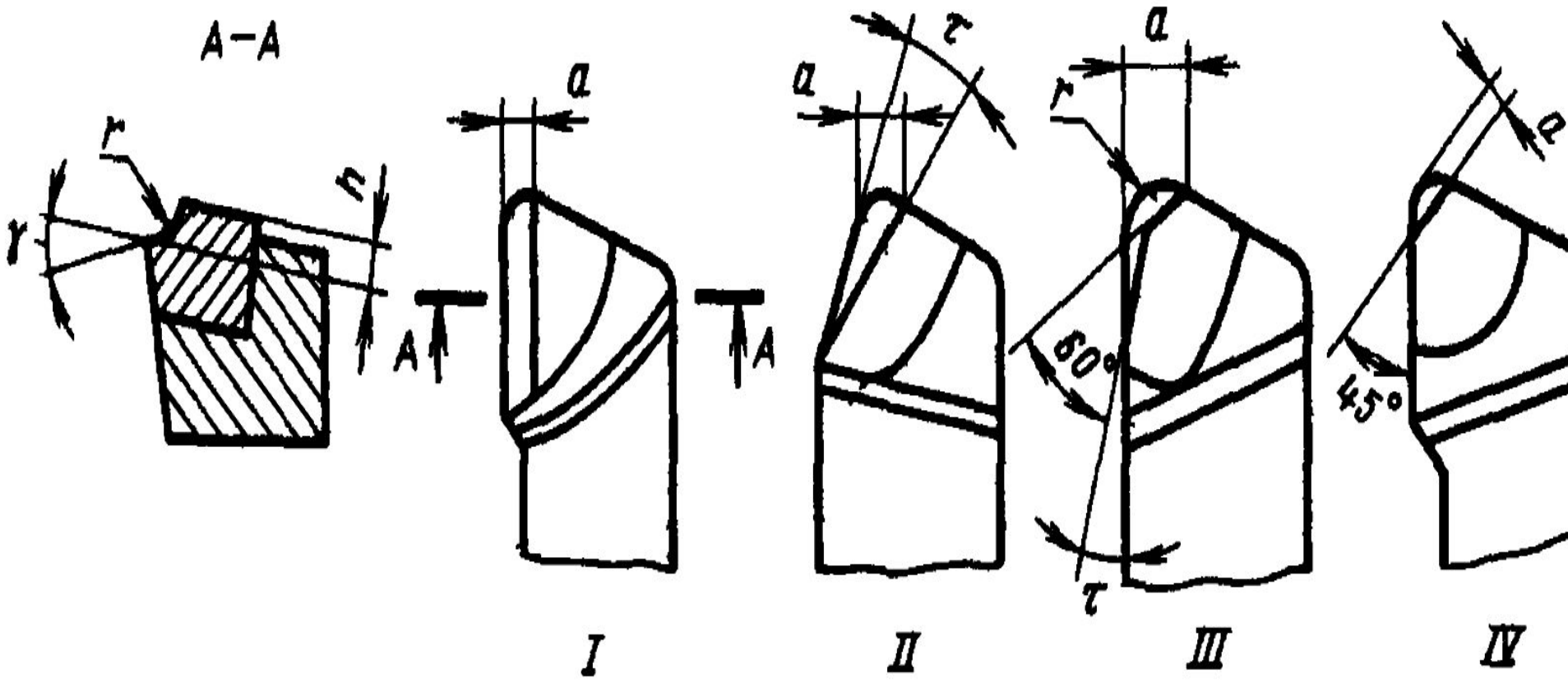



**Рис. 3.6. Типы уступов:**

*I* – при различной глубине резания в процессе точения, *II* — при растачивании, *III* — для чистового точе при средних подачах резцами с большим радиусом при вершине, *IV* — для чистового точения с глуби резания до 0,8 мм

## Параметры резцов, обеспечивающие стружколомание

| Резец | Геометрические параметры, ° | | | | $f$, мм |
|---|---|---|---|---|---|
| | $\varphi$ | $\gamma$ | $\gamma_f$ | $\lambda$ | |
| Проходной | 45 | 0 | −5 | 0 | 4* |
| | 60 | 10 | −2 | +18 | 2,5 |
| | 70 | −10 | — | +12 | 1,5** |
| Подрезной | 90 | −3 | −5 | 0 | 4 |
| | 90 | 15 | −5 | +15 | 1,5 |

* При $t \geqslant 4$ мм и $S \geqslant 0{,}3$ мм.
* При $t/s \leqslant 10$ и $S \geqslant 0{,}4$ мм.

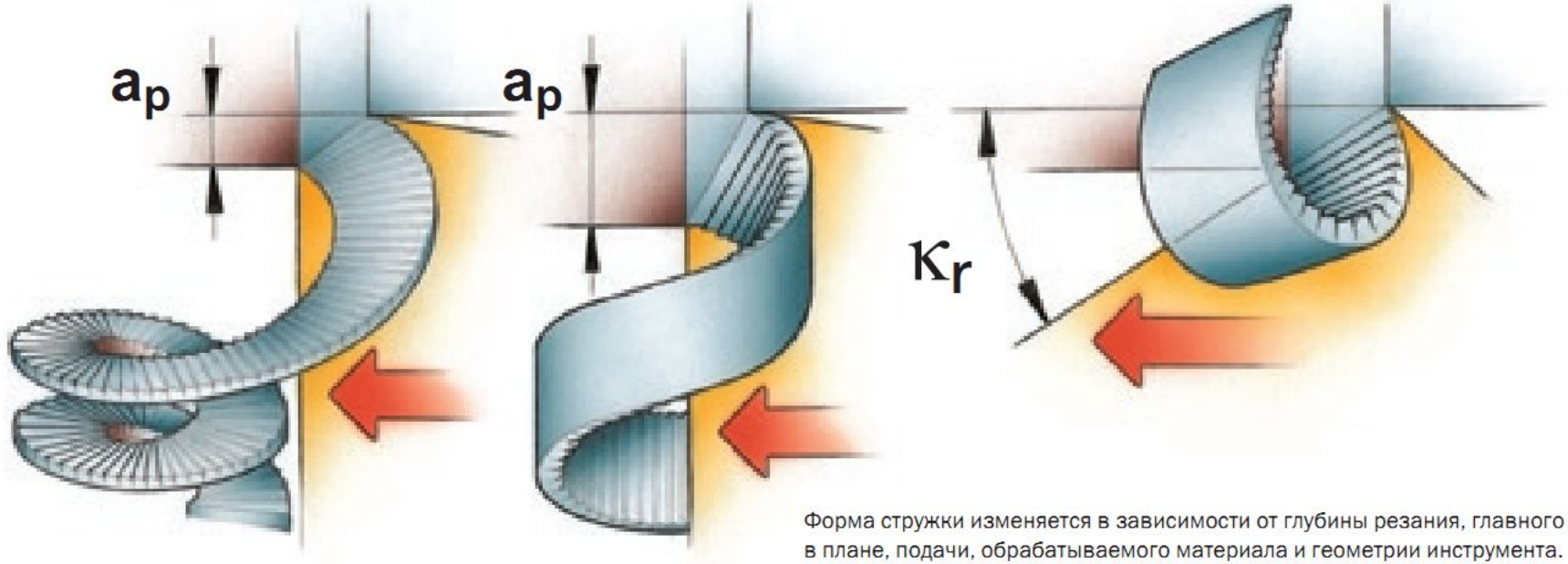
**Ширина уступа *a*, мм**

| Глубина резания *t*, мм | Подача $S_o$, мм/об | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | до 0,3 | 0,3—0,45 | 0,45—0,6 | 0,6—0,7 | 0,7—1,0 |
| До 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 |
| 1,5—6,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
| 6,0—12 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 5,5 | 6,0 |
| 12—20 | 4,0 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 |

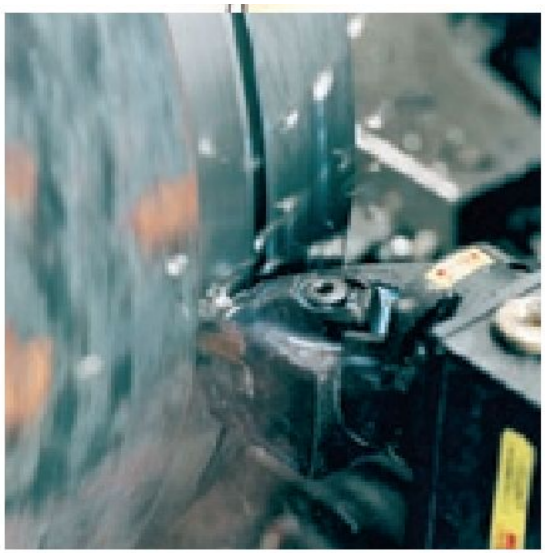
Примечание Ширина уступа *a* приведена для высоты уступа $h=0,5-0,6$ мм

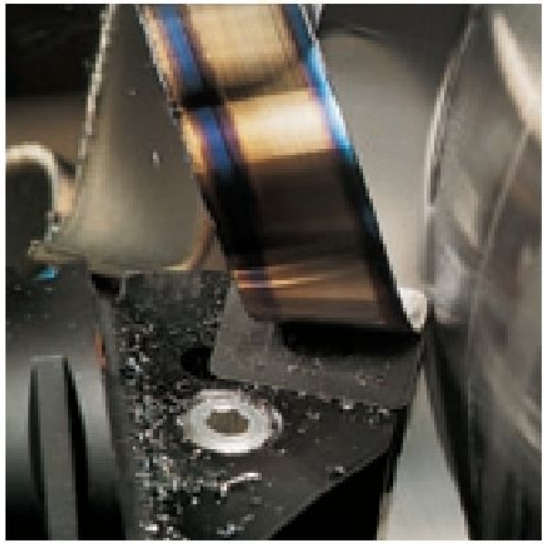
**.16. Размеры лунки, мм**

| Размер | Подача $S_o$, мм об | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,2 | 1,4 |
| Ширина лунки *B* | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 7,0 | 8,5 | 9,5 |
| Радиус скругления *R* | 2,5 | 4,0 | 5,0 | 6,5 | 9,5 | 10 |
| Глубина лунки *h* | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,95 | 1,0 | 1,2 |
| Ширина ленточки *f* | 0,2 | 0,3 | 0,45 | 0,55 | 0,6 | 0,8 |

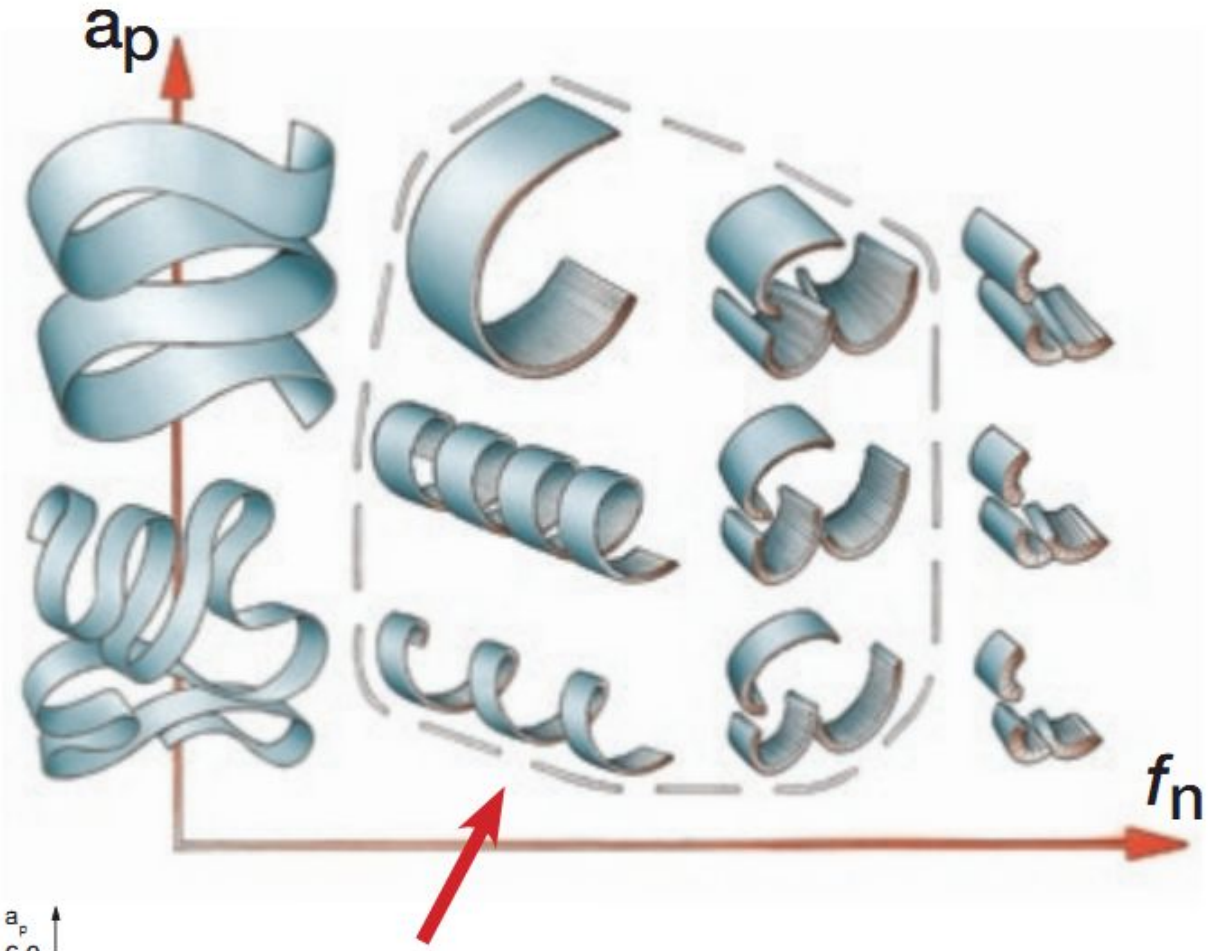


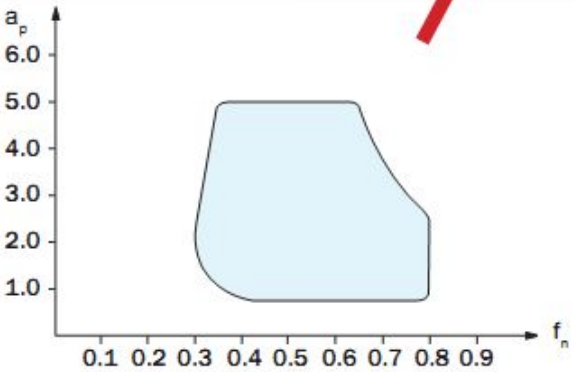

Форма стружки изменяется в зависимости от глубины резания, главного угла в плане, подачи, обрабатываемого материала и геометрии инструмента.



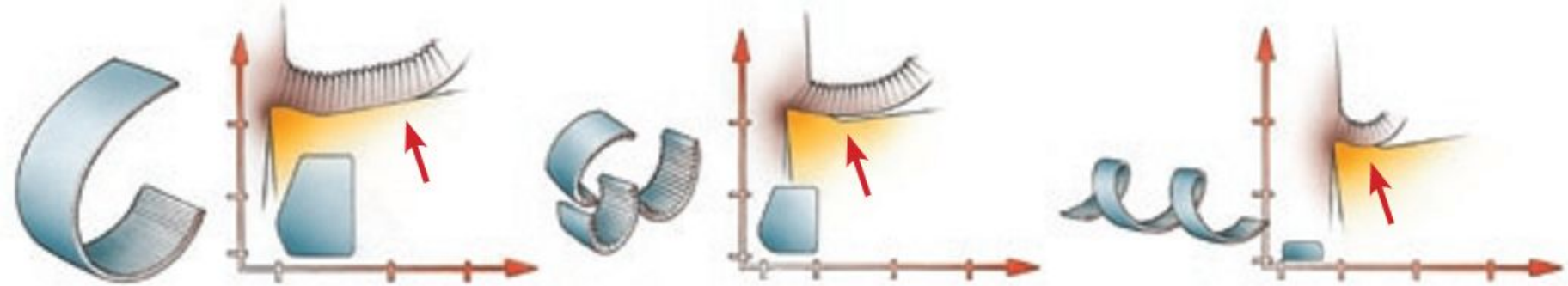


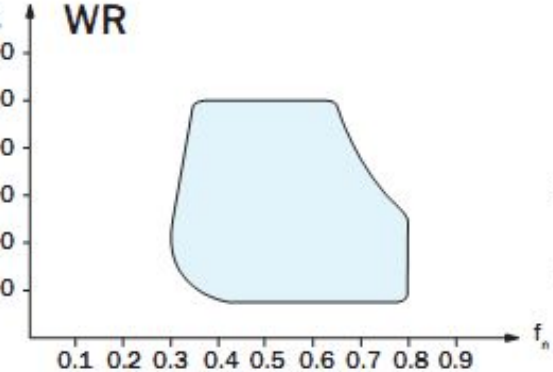
Стружка ломается в процессе резания сама (A), от соприкосновения с инструментом (B) или от соприкосновения с деталью (C).

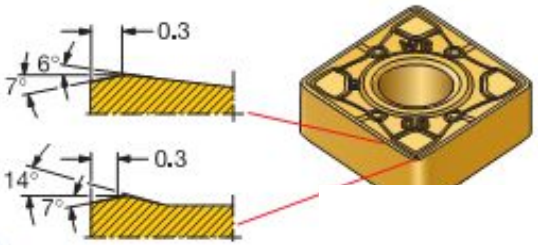


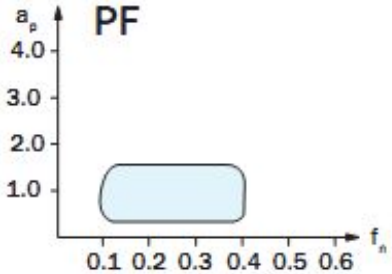

Рабочая область применения пластины, определяемая сочетанием подачи и глубины резания, обеспечивающим удовлетворительное стружколомание.

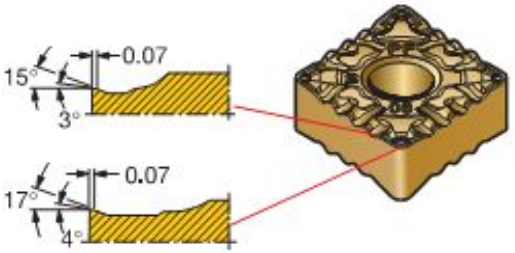


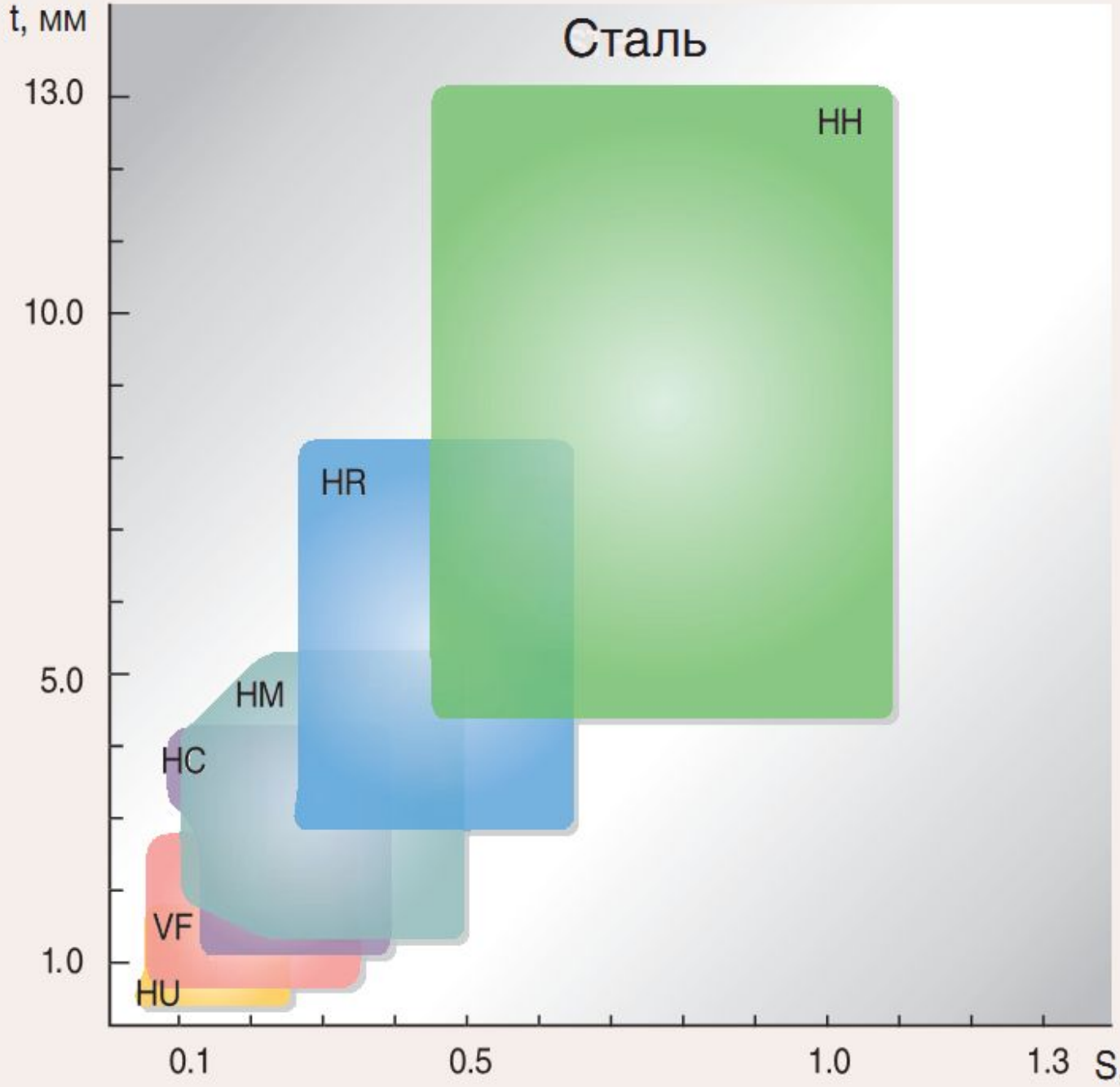


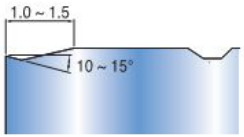
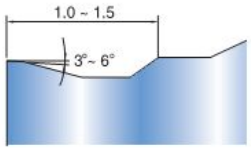
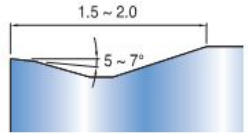
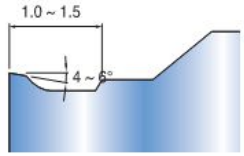
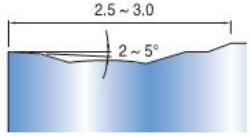
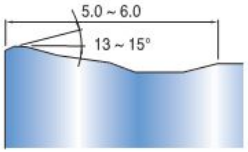
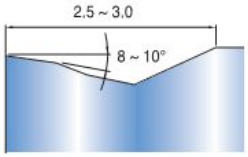
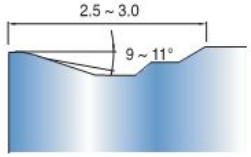
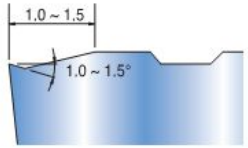




трами режимов резания.

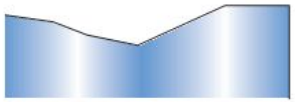


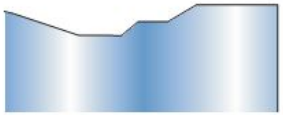

Сталь
t, мм
13.0
10.0
5.0
1.0
HH
HR
HM
HC
VF
HU
0.1
0.5
1.0
1.3
S, мм/об

| Обозначение | Передний угол | Обозначение | Передний угол | Обозначение | Передний угол |
|---|---|---|---|---|---|
| HU |  | VF |  | HC |  |
| HM |  | HR |  | HH |  |
| HA |  | HS |  | HFP |  |

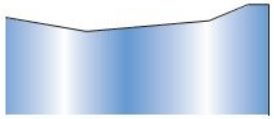
# Для обработки нержавеющей стали

| | Чистовая обработка | |
|---|---|---|
| HA | |  |

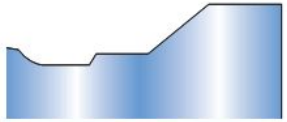
- Высокое качество обработанной поверхности.
- Препятствие наростообразованию.
- Снижение сил резания за счет положительной геометрии СМП.

| | Получистовая обработка | |
|---|---|---|
| HS | |  |

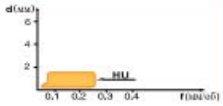
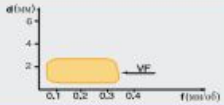
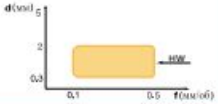
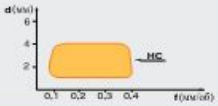
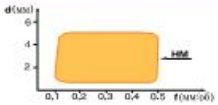
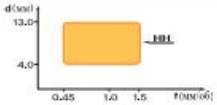
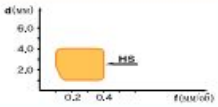
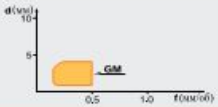
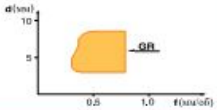
- Устойчивое стружкодробление.
- Повышение стойкости СМП за счет усиленной геометрии режущей кромки.

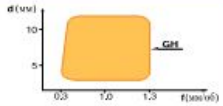
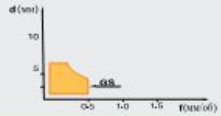
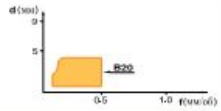
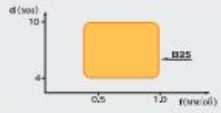
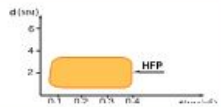
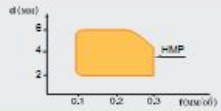
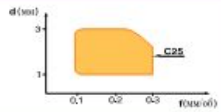
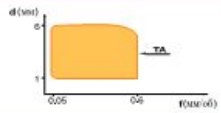
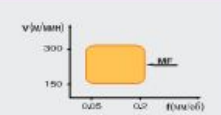
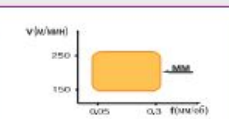
| | Универсальная обработка | |
|---|---|---|
| GS | |  |

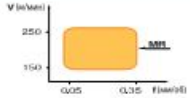
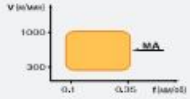
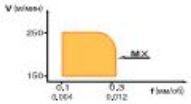
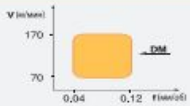
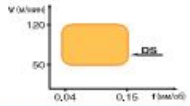
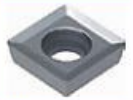
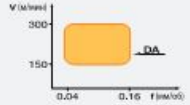
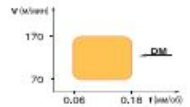
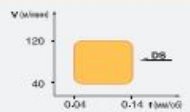
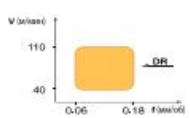
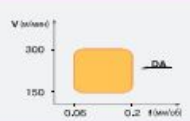
- Препятствие наростообразованию и снижение сил резания благодаря положительной геометрии СМП.
- Высокая стойкость СМП при прерывистом резании (при малых глубина резания).
- Препятствие пакетированию стружки в зоне резания.

| | Черновая обработка | |
|---|---|---|
| HM | |  |

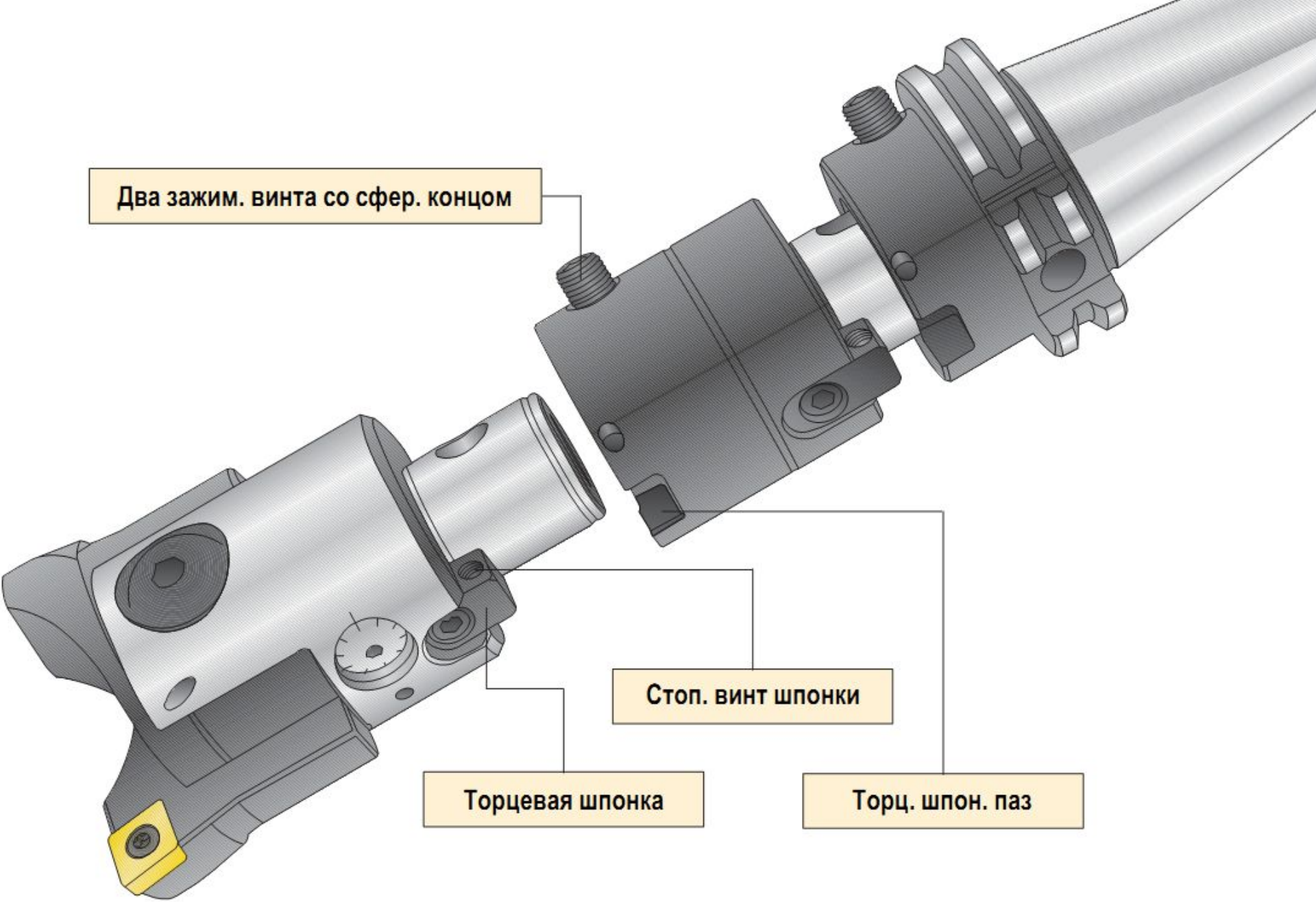
- Устойчивость к выкрашиванию режущей кромки в условиях прерывистого резания
- Снижение сил резания за счет положительной геометрии СМП
- Возможность применения в тяжелых условиях обработки

| стружколома | | стружкодробления | Рекомендации |
|---|---|---|---|
| «H» СЕРИЯ | HU |   | **Для тонкой финишной обработки**<br>- Высокая точность обработки при малых усилиях резания и устойчивое стружкодробление за счет положительной геометрии СМП.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 0.1-1.5мм f = 0.03-0.25 мм/об |
| | VF |   | **Для чистовой обработки**<br>- Устойчивое стружкодробление при различных глубинах резания.<br>- Снижение сил резания за счет специальной геометрии СМП.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 0.3-2.5 мм f = 0.012-0.10 мм/об |
| | HW |   | **Для чистовой и получистовой обработки**<br>- Новейшая высокопроизводительная зачистная геометрия.<br>- Специальная геометрия Випер позволяет увеличивать режимы резания в два раза при сохранении шероховатости поверхности.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 0.3-2.0 мм f = 0.1 -0.5 мм/об |
| | HC |   | **Для получистовой и чистовой обработки**<br>- Специально разработана для контурного точения.<br>- Устойчивое стружкодробление в широком диапазоне глубин и подач.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 0.8-4.0 мм f = 0.08-0.4 мм/об |
| | HM |   | **Для получистовой обработки**<br>- Стружкодробление в широком диапазоне работ от получистовой-чистовой до получистовой-черновой обработки.<br>- Стабильное стружкодробление при использовании на станках с ЧПУ.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 1.0-5.0 мм f = 0.1-0.5 мм/об |
| | HR | | **Для черновой обработки**<br>- Устойчивое стружкодробление при больших глубинах и высоких подачах.<br>- Высокая стойкость СМП при прерывистом резании за счет наличия упрочняющей фаски на главной и вспомогательной режущей кромках.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 2.5-7.0 мм f = 0.25-0.65 мм/об |
| | HH |   | **Для тяжелой черновой обработки**<br>- Специально разработанная режущая кромка для устойчивого стружкодробления при больших глубинах и высоких подачах.<br>- Снижение сил резания за счет специальной геометрии СМП.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 4.0-13.0 мм f = 0.45-1.5 мм/об |
| | HA | | **Для обработки легких сплавов и нержавеющих сталей**<br>- Снижение сил резания за счет положительной геометрии передней поверхности.<br>- Высокая прочность режущей кромки.<br>- Приоритетный выбор для обработки вязких и нержавеющих сталей, алюминия.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 0.8-3.5 мм f = 0.1-0.4 мм/об |
| | HS |   | **Для получистовой обработки нержавеющих сталей**<br>- Специально разработанная геометрия передней поверхности обеспечивает высокую стойкость СМП.<br>- Снижение сил резания посредством положительного переднего угла.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 1.0-4.0 мм f = 0.1-0.4 мм/об |
| «G» СЕРИЯ | GM |   | **Для получистовой и чистовой обработки**<br>- Превосходное стружкодробление для общих операций точения.<br>- Высокая стойкость СМП при прерывистом резании и высокой подачи за счет усиленной режущей кромки.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 0.7-4.0 мм f = 0.1-0.5 мм/об |
| | GR |   | **Для получистовой и черновой обработки**<br>- Работает при прерывистом резании.<br>- Предназначена для работы с высокими подачами и большой глубиной резания при обработке стали и чугуна.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 3.0-8.0 мм f = 0.3-0.8 мм/об |

| | | | |
|---|---|---|---|
| «G» СЕРИЯ | GH |   | **Для тяжелой черновой обработки**<br>• Очень широкая область устойчивого стружкодробления.<br>Упрочненная режущая кромка обеспечивает устойчивое стружкодробление при больших глубинах и подачах, устойчива к ударным нагрузкам.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 3.0-11.0 мм f= 0.3-1.3 мм/об |
| | GS |   | **Для получистовой и черновой обработки нержавеющих сталей**<br>• Специально разработанная геометрия передней поверхности для обработки нержавеющих сталей.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d =1.5-5.5 мм f = 0.15-0.5 мм/об |
| «B» СЕРИЯ | B20 |   | **Для чистовой и получистовой обработки**<br>• Специально разработанная геометрия передней поверхности для обработки чугунов.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d=1.5-4.0 мм f= 0.15-0.5 мм/об |
| | B25 |   | **Универсального применения**<br>• Устойчивое стружкодробление в широком диапазоне применения.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 4.0-10.0 мм f = 0.5-1.0 мм/об |
| «H-POSI» СЕРИЯ | HFP |   | **Для чистовой обработки**<br>• Устойчивое стружкодробление при малых глубинах резания и малой подаче.<br>• Низкие усилия резания, превосходное качество обработанной поверхности.<br>Подходят для точного растачивания<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 0.1-1.5 мм f = 0.05-0.25 мм/об |
| | HMP |   | **Для универсального применения**<br>• Устойчивое стружкодробление в широком диапазоне применения.<br>• Применима для обработки нержавеющих сталей.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 0.5-3.5 мм f= 0.05-0.4 мм/об |
| «C» СЕРИЯ | C25 |   | **Для получистовой обработки**<br>• Пригодна для прерывистого резания и обработки чугуна.<br>• Хорошее качество обрабатываемой поверхности в широком диапазоне.<br>• Применяется для наружного и внутреннего точения.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 1.0-3.0 мм f = 0.1-0.3 мм/об |
| «AK» СЕРИЯ | AK | | **Для обработки алюминия**<br>• Высокопозитивная геометрия с волнообразной полированной поверхностью обеспечивает превосходную стойкость инструмента при точении алюминия.<br>• Применяется при чистовой обработке на высоких скоростях резания.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 0.1-4.0 мм f = 0.03-0.5 мм/об |
| «TA» СЕРИЯ | TA |   | **Для обработки алюминия**<br>• Прочная режущая кромка обеспечивает превосходную стойкость при высоких скоростях резания и подач.<br>• Получистовая прерывистая обработка при высоких скоростях резания.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 1.0-6.0 мм f = 0.05 - 0.6 мм/об |
| «FUTURE MILL» СЕРИЯ | MF |   | **Для чистового фрезерования**<br>• Специально разработана для легкого фрезерования вязких материалов, таких как нержавеющая сталь и «жестких» сталей.<br>• Обеспечивает превосходную чистоту обрабатываемой поверхности при хорошей стойкости инструмента.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 0.5-5.0 мм f = 0.05-0.2 мм/об |
| | MM |   | **Для получистового фрезерования**<br>• Хорошее стружкодробление позволяет вести универсальную обработку в широком диапазоне режимов резания.<br>• Превосходная стойкость пластин.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 1.0-5.0 мм f = 0.05-0.3 мм/об |

| | | | |
|---|---|---|---|
| «FUTURE MILL» СЕРИЯ | **MR** |   | **Для чернового фрезерования**<br>- Высокая стойкость при тяжелых условиях фрезерования по корке и обдирке стального литья обеспечивается за счет упрочняющей режущей кромки.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 1.5-5.0 мм f = 0.05-0.35 мм/об |
| | **MA** |   | **Для фрезерования алюминия**<br>- Низкие силы резания за счет полированной острокромочной положительной геометрии передней поверхности препятствуют наростообразованию и обеспечивают высокое качество обрабатываемой поверхности с высокой точностью.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d = 0.5-5.0 мм f = 0.1-0.35 мм/об |
| «MX» СЕРИЯ | **MX** |   | **Для общего фрезерования**<br>- Прекрасный теплоотвод благодаря специальному дизайну стружколома.<br>- Позволяет увеличивать продуктивность обработки за счет увеличения скорости резания и глубины резания.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>d=1.0-5.0 мм f = 0.1-0.3 мм/об |
| «SP-DRILL» СЕРИЯ | **DM** |   | **Для универсального сверления**<br>- Широкое применение при сверлении стали, нержавеющей стали и чугуна.<br>- Упрочненная режущая кромка позволяет сверлить неполные отверстия.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>V = 70-170 м/мин f=0.04-0.12 мм/об |
| | **DS** |   | **Для сверления нержавеющих сталей**<br>- Применяется для сверления нержавеющих сталей, имеет острую кромку с выступами на передней поверхности для лучшего схода стружки.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>V=50-120 м/мин f = 0.04-0.15 мм/об |
| | **DA**  |   | **Для сверления алюминия**<br>- Острая режущая кромка и полированная передняя поверхность предотвращают налипание на кромку. Это обеспечивает сверление алюминия на высоких скоростях.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>V=150-300 м/мин f = 0.04-0.16 мм/об |
| «NP-DRILL» СЕРИЯ | **DM** |   | **Для универсального сверления**<br>- Широкое применение при сверлении стали, нержавеющей стали и чугуна.<br>- Упрочненная режущая кромка позволяет сверлить неполные отверстия.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>V=70-170 м/мин f = 0.06-0.18 мм/об |
| | **DS** |   | **Для сверления нержавеющих сталей**<br>- Применяется для сверления нержавеющих сталей, имеет острую кромку с выступами на передней поверхности для лучшего схода стружки.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>V=40-120 м/мин f = 0.04-0.14 мм/об |
| | **DR** |   | **Для грубого сверления в мягких сталях**<br>- Упрочненная режущая кромка позволяет сверлить в неполных отверстиях при сохранении хороших режущих качеств.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>V=40-110 м/мин f=0.06-0.18 мм/об |
| | **DA** |   | **Для сверления алюминия**<br>- Острая режущая кромка и полированная передняя поверхность предотвращают налипание на кромку. Это обеспечивает сверление алюминия на высоких скоростях.<br>Рекомендуемые режимы резания:<br>V=150-300 м/мин f = 0.06-0.2 мм/об |

Применение антивибрационной оправки при большом вылете инструмента.


Два зажим. винта со сфер. концом
Стоп. винт шпонки
Торцевая шпонка
Торц. шпон. паз

# Антивибрационный чистовой расточной инструмент

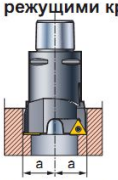
Silent Tools

| 25.0-103.5 мм | 99.5-269.5 мм |
|---|---|
| | |
| 6 x $D_c$ | 600-700 мм |
| IT7 | IT7 |
| Внутренний | |

**Coromant Capto**

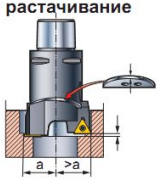
Silent Tools™

**Растачивание двумя режущими кромками**



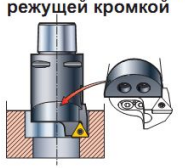

В комплект входят: 2 ползуна - резцовые вставки (1)
1 корпус (4)

**Ступенчатое растачивание**



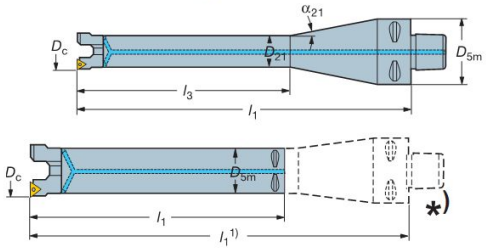

Следует применять ползуны – резцовые вставки с углом в плане 90°.
В комплект входят: 2 ползуна - резцовые вставки (1)
1 набор проставок (2)
1 корпус (4)

**Растачивание одно режущей кромкой**



В комплект входят: 1 ползун – резцова вставка (1
1 заглушк
1 корпус (

| | |
|---|---|
| Диапазон растачиваемых диаметров: | 25—101 мм |
| Глубина растачивания: | 6 x $D_c$ |
| Точность отверстия: | IT9 |
| Подвод СОЖ: | внутренний |
| Область применения: | черновое растачивание |
| Максимальная скорость вращения: | 6.000 об/мин |




*) При расточке диаметра более 56 мм на глубину 6 x Dc используется конусный удлинитель C6-391.02-50 110.

Диаметральная точность до 0.002 мм

Внутренний подвод охлаждения

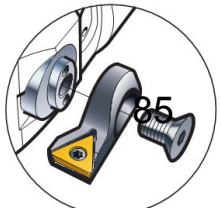
Картриджи с пластинами CoroTurn - широкий выбор пластин

TCMT 1103

TCMT

TPMT

Максимально надежная конструкция картриджа

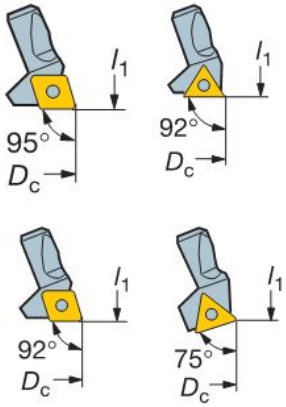


# Антивибрационный однолезвийный чистовой расточной инструмент 391.39A

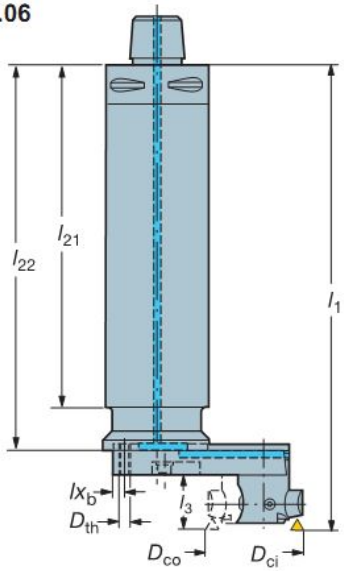
## Coromant Capto HSK A/C

| | |
|---|---|
| Диапазон растачиваемых диаметров: | 99.5-269.5 мм |
| Глубина растачивания: | 600-700 мм |
| Точность отверстия: | IT7 |
| Дискретность регулировки: | 0.01 мм |
| Подвод СОЖ: | внутренний |
| Область применения: | чистовое растачивание |

Регулировка производится только от центра к периферии




**Coromant Capto C8-391.06**

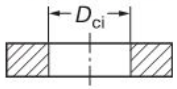



* Резьба для установки балансировочного элемента

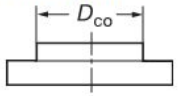
$l_1$ = программируемая длина

### Область применения

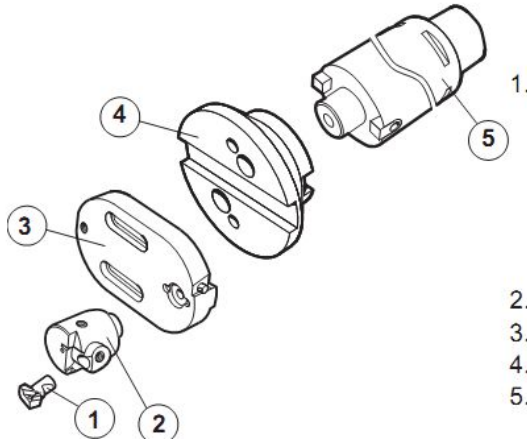
**Внутренний**




**Наружный**

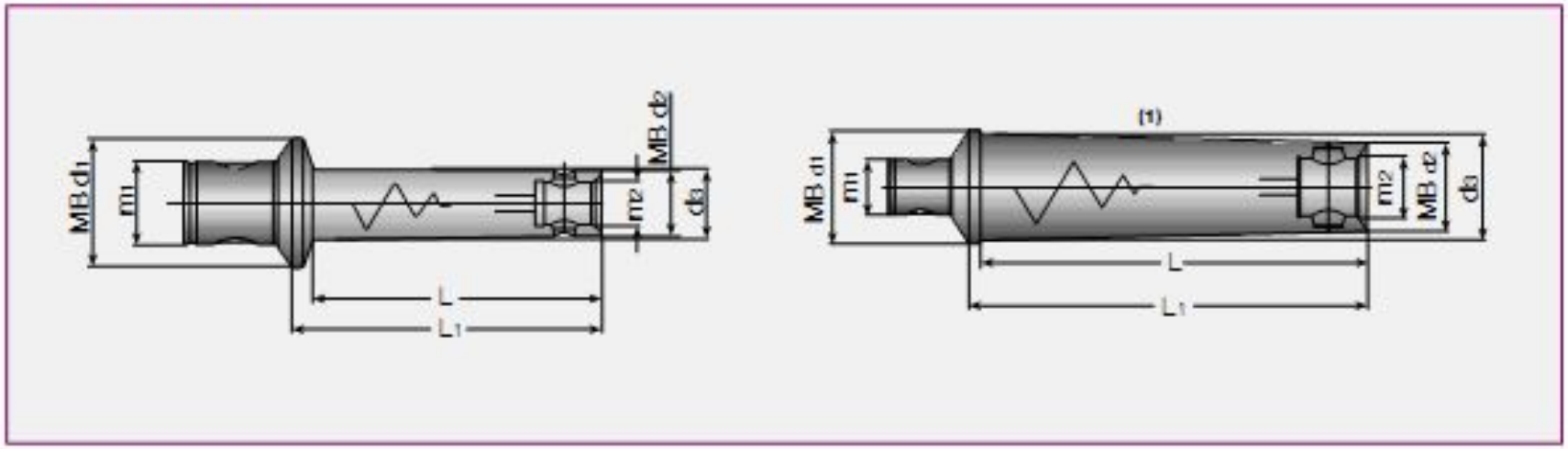



**Исполнение фрезы**




1. Резцовая вставка
   - 75° = 391.38B
     391.38K
   - 92° = 391.38A
     391.38U
   - 95° = 391.38L
2. Чистовая головка
3. Ползун
4. Корпус
5. Фрезерная антивибрационная оправка

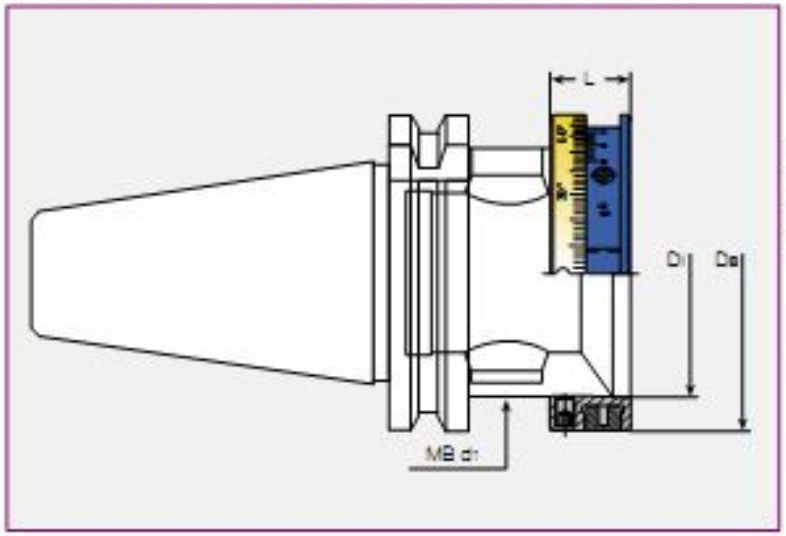
## RE-MB-MB-AVI




## RE-MB-MB-AVI Амортизаторы колебаний

| Описание | MB $d_1$ | $m_1$ | MB $d_2$ | $m_2$ | $d_3$ | L | $L_1$ | KG |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RE MB50-MB16x74-AVI | 50 | 32 | 16 | 10 | 17.5 | 65 | 74 | 0.4 |
| RE MB50-MB20x93-AVI | 50 | 32 | 20 | 13 | 21.5 | 85 | 93 | 0.5 |
| RE MB50-MB25x117-AVI | 50 | 32 | 25 | 16 | 27.0 | 110 | 117 | 0.8 |
| RE MB50-MB32x144-AVI | 50 | 32 | 32 | 20 | 35.0 | 138 | 144 | 1.4 |
| RE MB50-MB40x176-AVI | 50 | 32 | 40 | 25 | 47.0 | 170 | 176 | 2.5 |
| RE MB63-MB50x220-AVI | 63 | 42 | 50 | 32 | 60.0 | 214 | 220 | 5.6 |
| RE MB80-MB63x280-AVI (1) | 80 | 42 | 63 | 42 | 77.0 | 272 | 280 | 10.6 |

## Сменные кольца для балансировки




Кольца позволяют проводить балансировку с высокой точностью.
С помощью двух противовесов балансируется державка инструмента.
Это дешёвый и точный способ балансировки.
Преимущества применения балансировочных колец:

- Улучшенная точность и качество поверхности
- Значительное увеличение стойкости инструмента
- Значительное увеличение срока службы шпиндельных подшибников
- Снижение вибрации и шума

Назначение балансировки - улучшение распределения веса различных элементов с целью снижения центробежных сил до определённого предела при вращении шпинделя на заданной скорости.
Для державки инструмента целью балансировки является приведение начального дисбаланса к максимально допустимому уровню "G", данном в стандарте ISO 1940/1.

## MB-BL-RING Сменные кольца для балансировки

| Описание | MB d1 | De | Dl (G6) | L |
|---|---|---|---|---|
| MB 32 BL-RING | 32 | 42.0 | 31.5 | 14 |
| MB 40 BL-RING | 40 | 50.0 | 39.5 | 15 |
| MB 50 BL-RING | 50 | 63.5 | 49.5 | 16 |
| MB 63 BL-RING | 63 | 80.0 | 62.8 | 18 |

| Тип оправки | Вылет | |
|---|---|---|
| Стальные расточные оправки: | До 4 x $dm_m$ | |
| Твердосплавные оправки: | До 6 x $dm_m$ | |
| Стальные антивибрационные оправки короткого исполнения: | До 7 x $dm_m$ | SilentTools* |
| Стальные антивибрационные оправки длинного исполнения: | До 10 x $dm_m$ | SilentTools* |
| Усиленные твердосплавные антивибрационные оправки: | До 14 x $dm_m$ | SilentTools* |

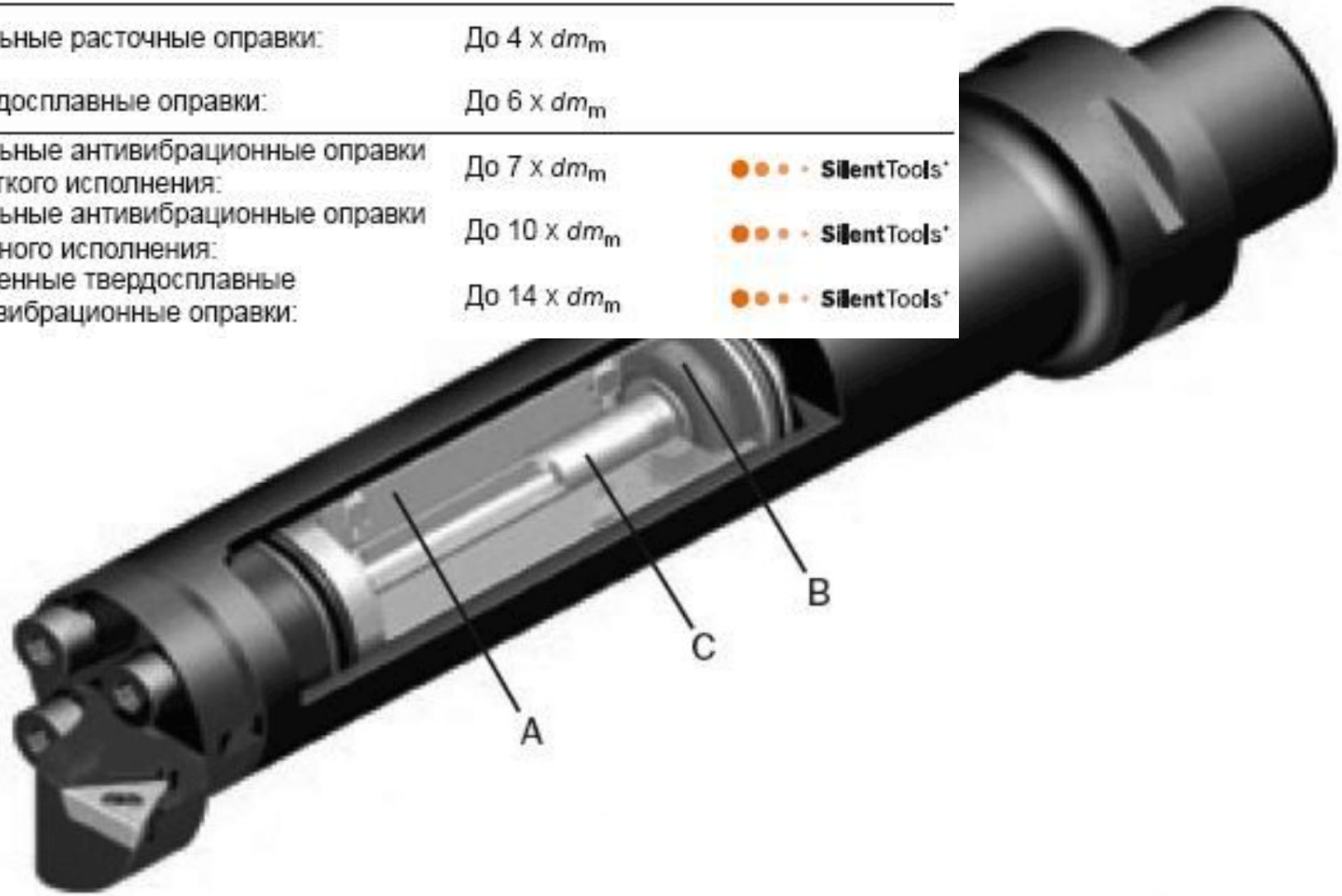



**Рис. 9. Антивибрационная оправка со встроенным демпфером**

*А-специальная вязкая жидкость; В-резиновые втулки; С-инерционное тело.*



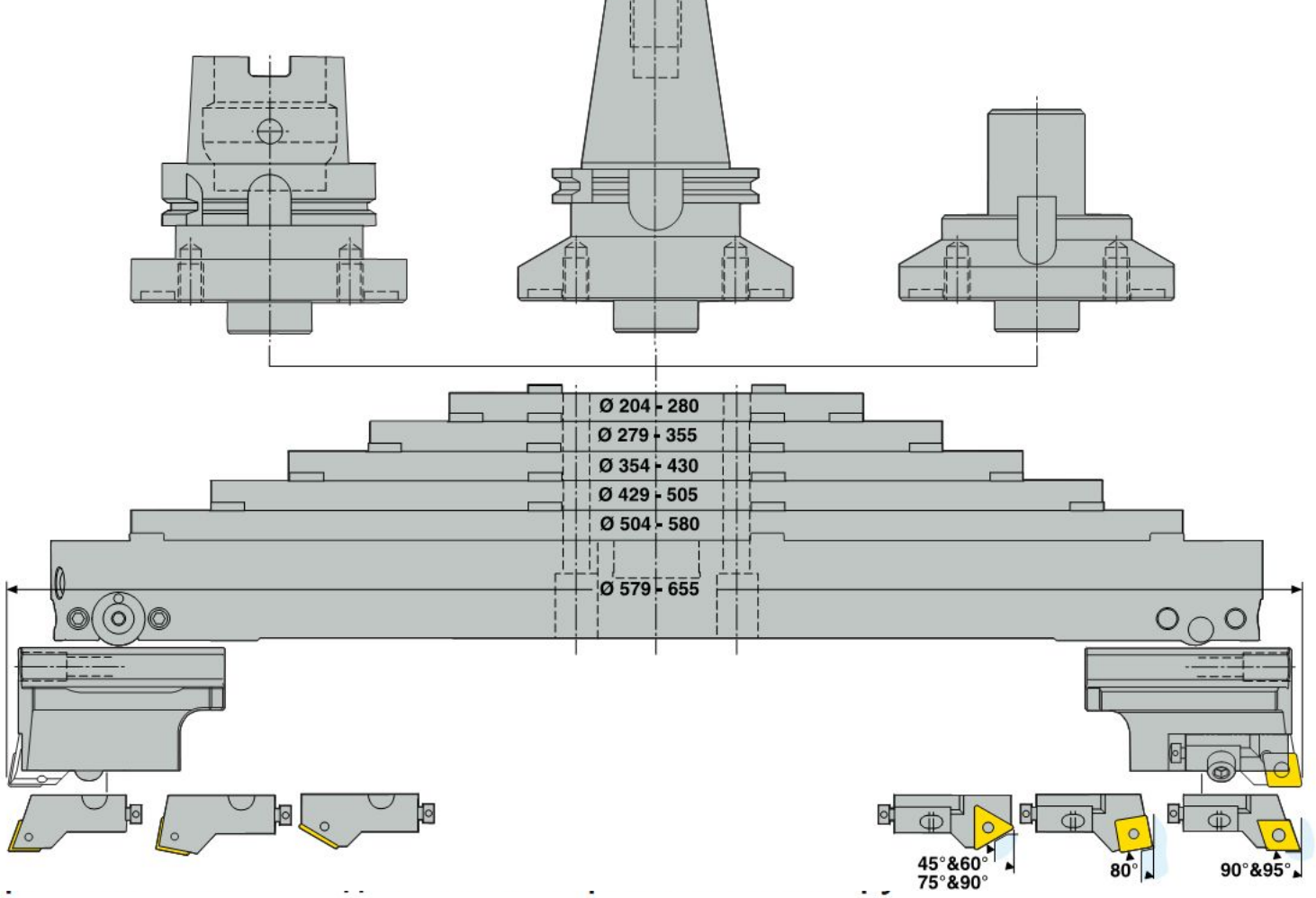
ных геометрических параметрах обеспечивает в три раза меньший прогиб под действ

ой регулировкой.

широкий ассортимент режущих
унифицированного присоедини
размера.

правок является решающим фактором успешной работы с большим вылетом.

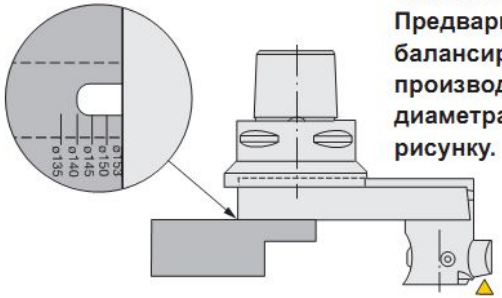
SANDVIK
Coromant



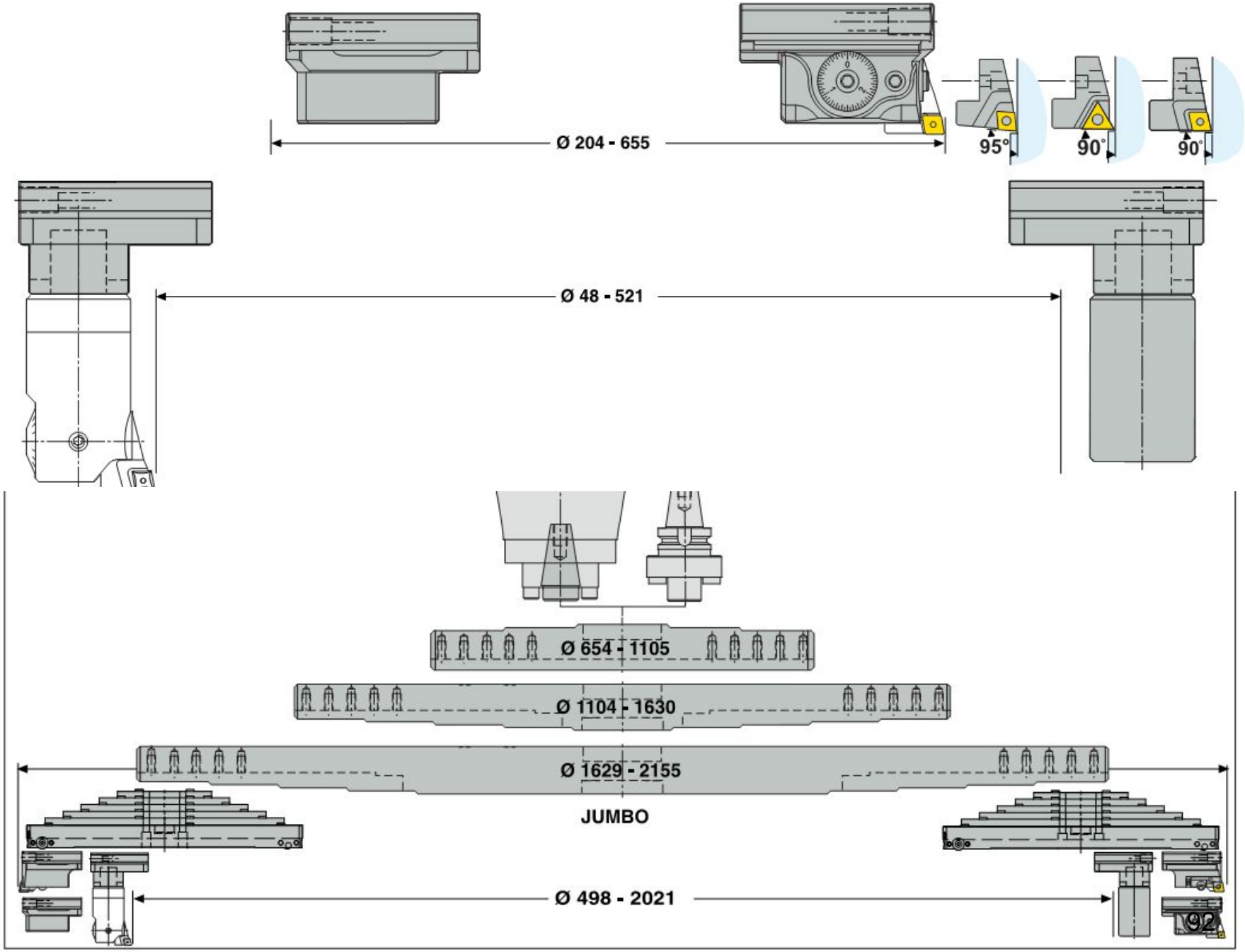

## Балан

| Диапазон диаметров<br>Внутренний<br>$D_{ci}$<br>min–max | Для ползунов | Код |
|---|---|---|
| 99.5–135.0 | 391.38A-0-096 022A | 5624 010-01 |
| 135.0–167.5 | 391.38A-0-096 022A | 5624 010-02 |
| 163.5–269.5 | 391.38A-0-160 022A | 5624 010-03 |

**Только для растачивания**



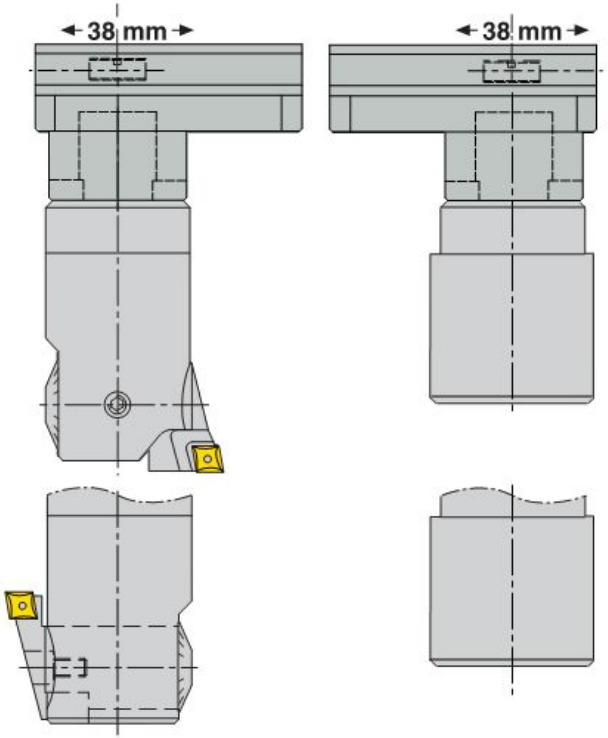

**Максимальная скорость резания: 1600 м/мин**
**Предварительная установка балансировочного элемента производится в зависимости от диаметра растачивания согласно рисунку.**


Ø 204 - 655
95°
90°
90°
Ø 48 - 521
Ø 654 - 1105
Ø 1104 - 1630
Ø 1629 - 2155
JUMBO
Ø 498 - 2021

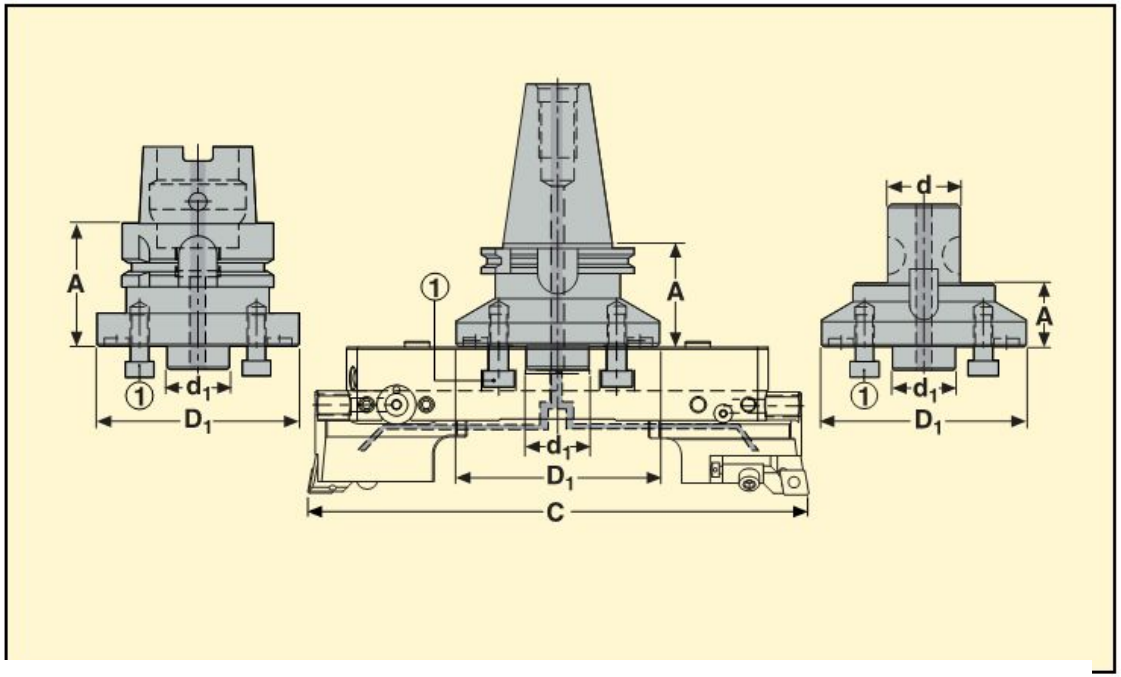
## Graflex® расточ. блоки, для обточки или обрат. расточки

Этот блок имеет охватывающее соединение Graflex® размера G5.
Любую расточную головку Graflex®, специальный инструмент или стандартный модуль Graflex® размера G5 можно установить на траверсы. См. рис., показывающий установки для обточки или обратной расточки с помощью двух расточных блоков Graflex® установленных на головку чистовой расточки (например A780 50) и противовес Graflex® (например BM050W78050).
Возможны два положения модуля Graflex® на блоке, так как он имеет 2x2 положения винта со сферическим концом и два шпоночных паза расположенных на 180°.
Блок и расточная головка имеют сквозной подвод СОЖ к режущей кромке.

Процедуры сборки и настройки, см. стр. инструкции.

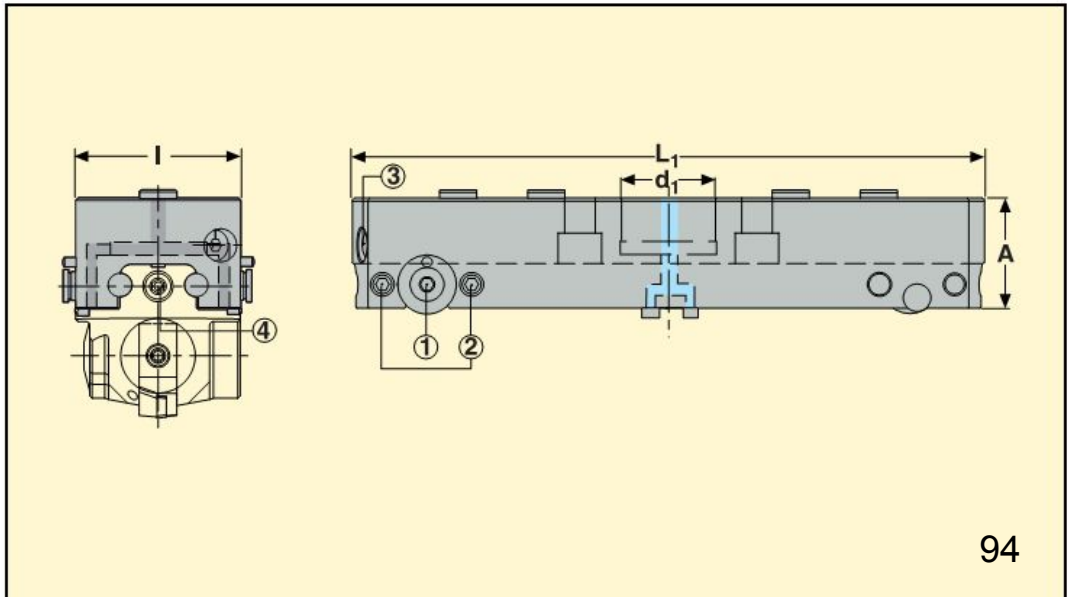


## Держатели и адаптер для траверс




- Держатели HSK и SA, подходящие для коротких сборок.
- Адаптер Graflex® для удлинённых сборок.
- Угловое положение траверсы каждые 30°.
- Поставляется с уплотнительным кольцом ∅58x3 мм.

## Траверсы



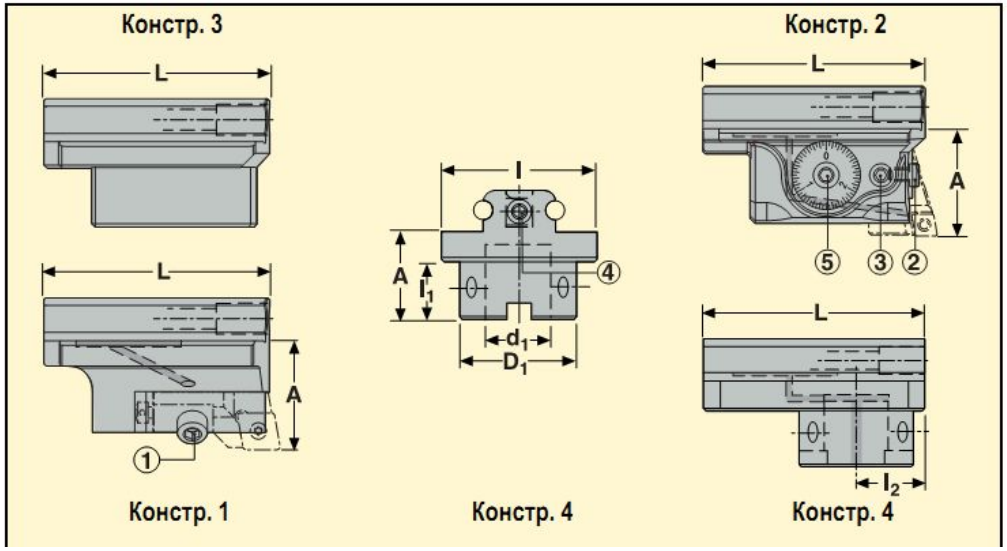

- Подача СОЖ сквозь траверсу: см. доп. части на стр. описания расточ. блоков 298.

# Траверсные расточные головки EPB

SECO

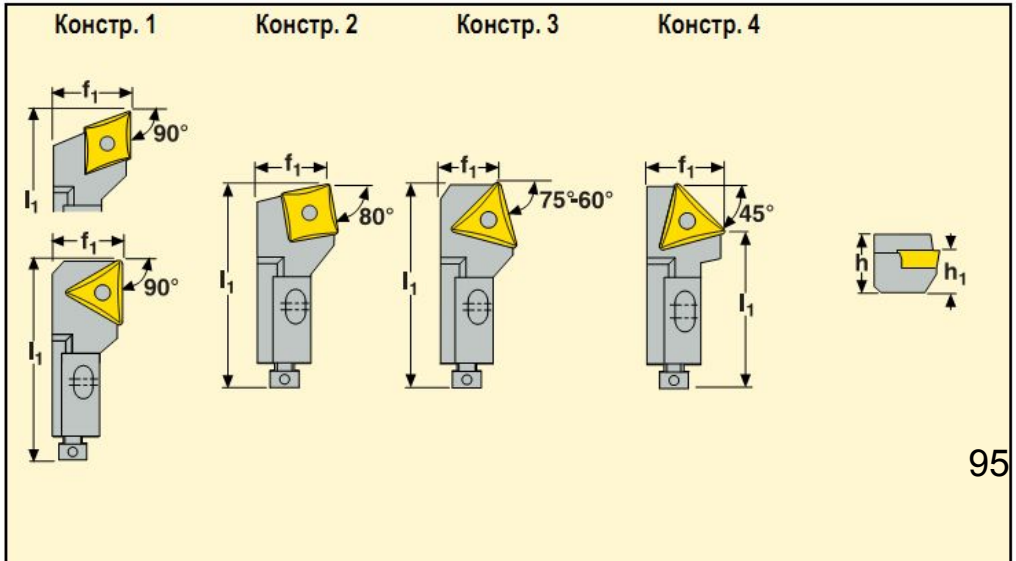
## Расточные блоки

- Для установки на траверсах.
- Подача СОЖ сквозь черновые, чистовые и расточные блоки Graflex: см. Доп. части.




## Картриджи для блока черновой расточки

- Для установки на блоке черновой расточки.



## 3 Настройка диаметра расточного блока

Примечание: перед настройкой убедитесь что базовый штифт вставлен.
3.1 Настройте расточной блок на треб. диаметр, используя винт настройки диаметра.
3.2 Симметр. настройка (те же размеры).

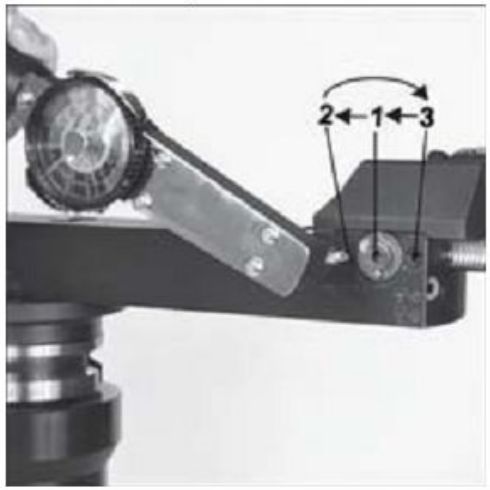
## 4 Зажим расточного блока

Примечание: перед зажимом убедитесь что базовый штифт вставлен.
Затяните три крепёжных винта, начиная с винта стопорного диска (последовательность 1, 2, 3, см. Рис. 2.4).
Убедитесь в том что момент затяжки приложен ко всем 3 винтам (3 x 20 Нм).

Рис. 2.3.1

Рис. 2.3.2

рис. 2.4




**3 x 20 Нм**

## WT System

## Coromant Capto™

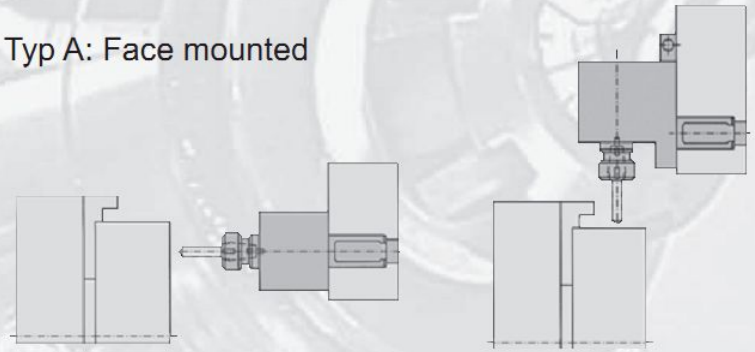
**The New Generation!**

driven tools with interchangeable

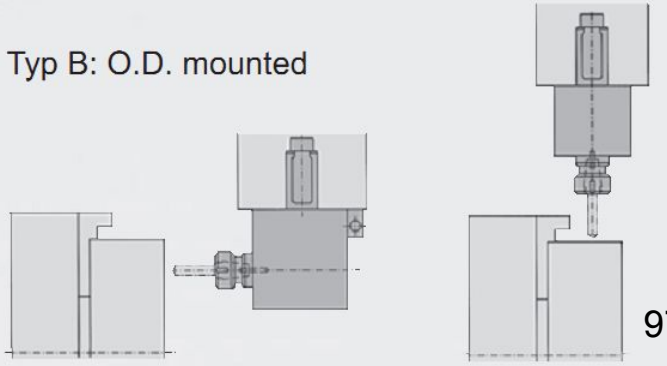
**Fastest Time Wins!**

driven tools with quick change

Typ A: Face mounted

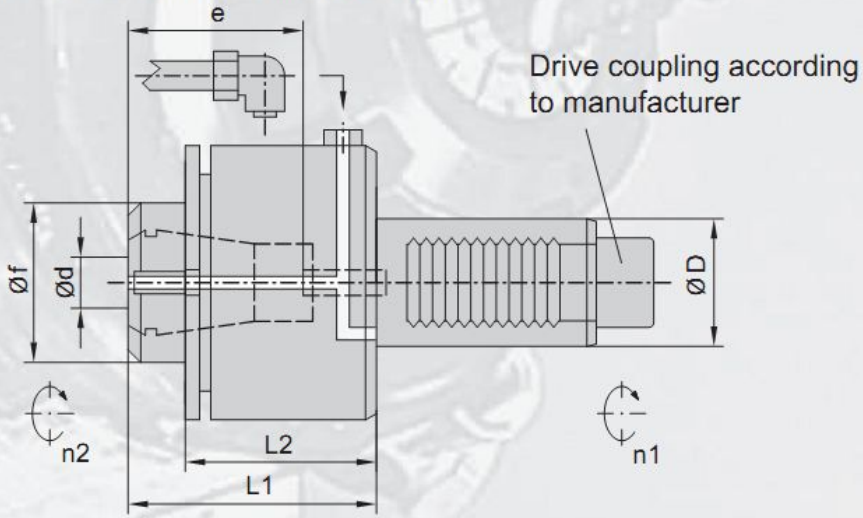


Typ B: O.D. mounted



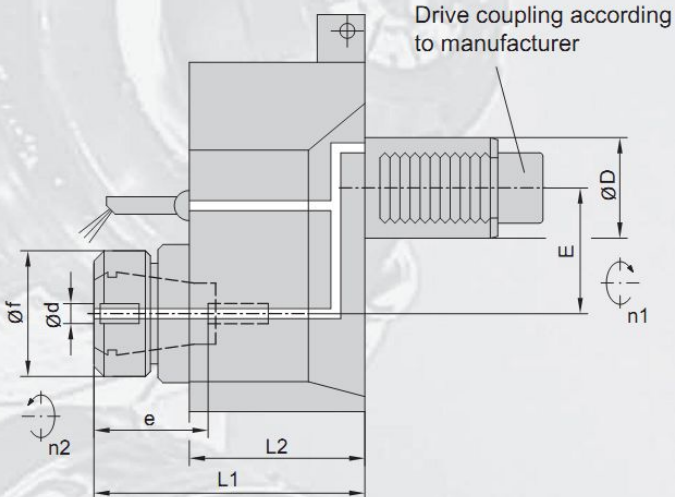
| Maschine Type | Turret specification | | | | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| | VDI ∅D | Turret Manufacturer | Type | Drive coupling | |
| Benzinger TNI, TCM | 25 | Sauter | B | DIN 5480 | |
| Boehringer NG 180, NG 200 | 40 | Sauter (L2=120) | B | DIN 5480 | Upper turret: also L2=100 mm suitable |
| Cincinnati Hawk HTC-150M | 30 | Duplomatic | A | DIN 1809 | |
| Cincinnati Hawk HTC-200M, HTC-250M | 40 | Duplomatic | A | DIN 1809 | |
| Colchester Storm II 120M, Tornado 120M | 30 | Sauter | A | DIN 5482 | |
| Colchester Storm II 220M, Tornado 220M | 40 | Sauter | A | DIN 5482 | |
| Doosan S 280M | 25 | Sauter | B | DIN 5480 | |
| Doosan S 310M, S 310SM, S 310SLM, S 240LM | 30 | Sauter (L2=85) | B | DIN 5480 | |
| Doosan S 390LM | 40 | Sauter | A | DIN 5482 | |
| Doosan Z 280TM | 40 | Sauter (L2=100) | B | DIN 5480 | |
| Doosan Z 290M, Z 290SM, Z 290SMY | 30 | Sauter (L2=85) | B | DIN 5480 | |
| Doosan Z 340SM | 30 | Sauter (L2=100) | B | DIN 5480 | |
| Doosan V 420M, V420TM, V 550M, V 550TM | 50 | Sauter | A | DIN 5480 | |
| Emag VSC 160, VSC 200, VSC 250, VL2, VL3, VL5 | 40 | Emag | B | DIN 1809 | |
| Emag VSC 315, VSC 400, VSC 500 | 50 | Emag | B | DIN 1809 | |
| Emco E 45 TCM, E 65 TCM | 30 | Sauter | A | DIN 5480 | |
| Emco ET 332 MC | 25 | Emco 332 | B | DIN 5480 | |
| Emco ET 345 II | 30<br>30 | Duplomatic<br>Duplomatic | A<br>A | DIN 1809<br>DIN 5480 | Old version<br>New version since 2004 |
| Emco ET 365 MC | 30 | Emco HT-665 | B | DIN 5480 | |
| Emco ET 500 MC | 40 | Duplomatic | A | DIN 1809 | Without sub spindle |
| Emco HT 645, HT 665 | 30 | Emco HT-665 | B | DIN 5480 | |
| Emco HT 690 | 40 | Emco HT-690 | B | DIN 5480 | |

Typ B: O. D. mounted
**Ratio = 1:1**
**Max. coolant pressure = 435 PSI (30 bar)**
(Check specified coolant pressure diagram!)



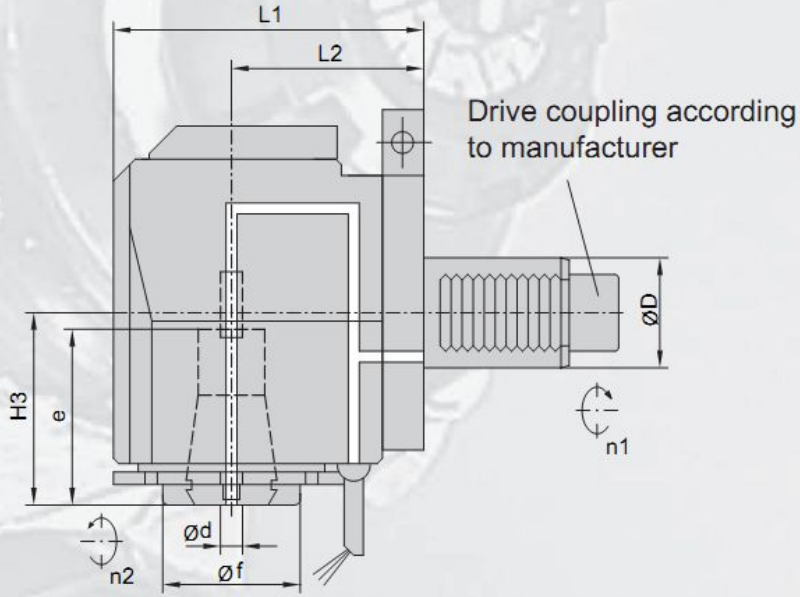
Straight offset drill/milling unit - for ER style collet
- HIGH PRESSURE -

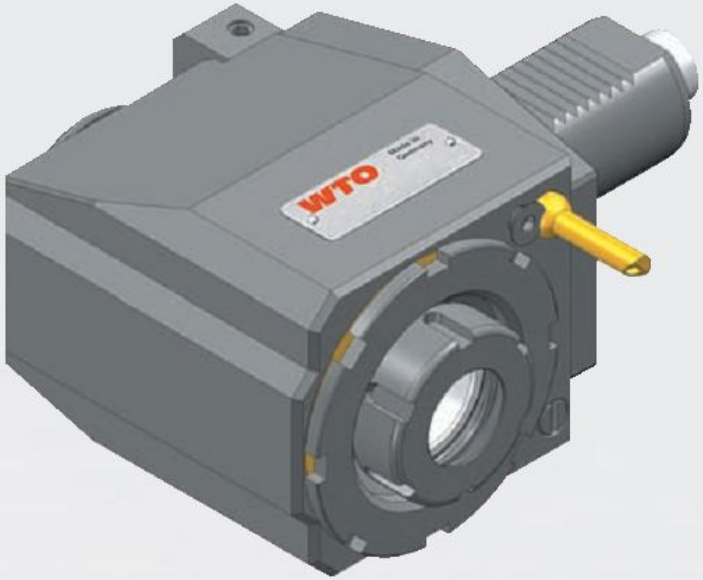
Please select suitable turret specification from the Machine Type listing!
Typ A: Face mounted
Typ B: O. D. mounted
Ratio = 1:1
Max. coolant pressure = 1160 PSI (8 0 bar)



Please select suitable turret specification from the Machine Type listing!
Typ A: Face mounted
Typ B: O. D. mounted
**Ratio = 1:1**
**Max. coolant pressure = 1160 PSI (80 bar)**

180° reversible head

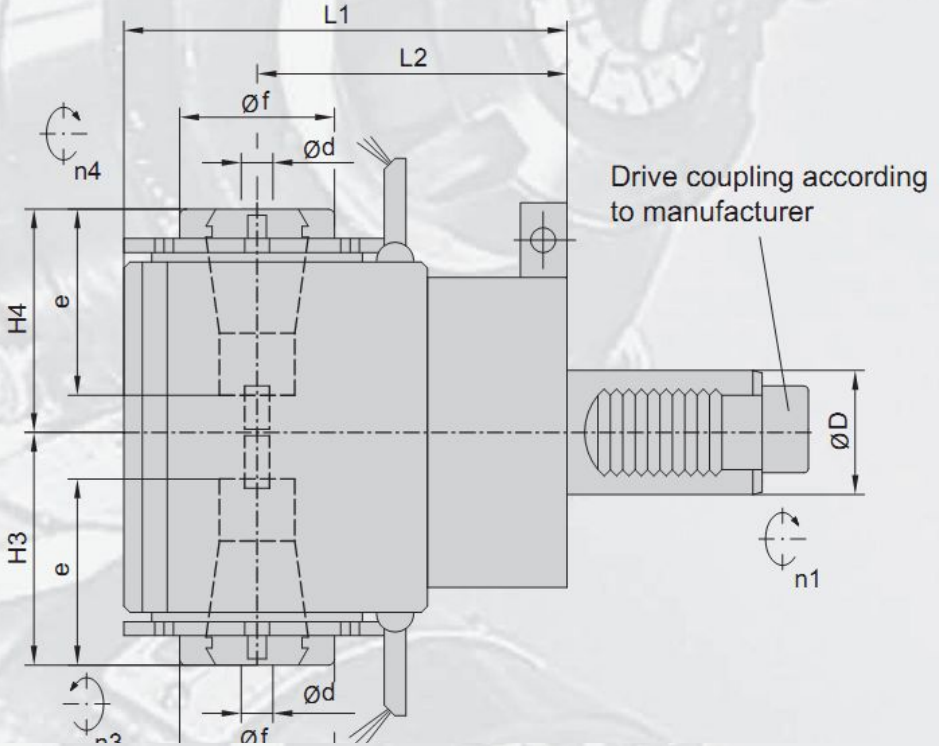


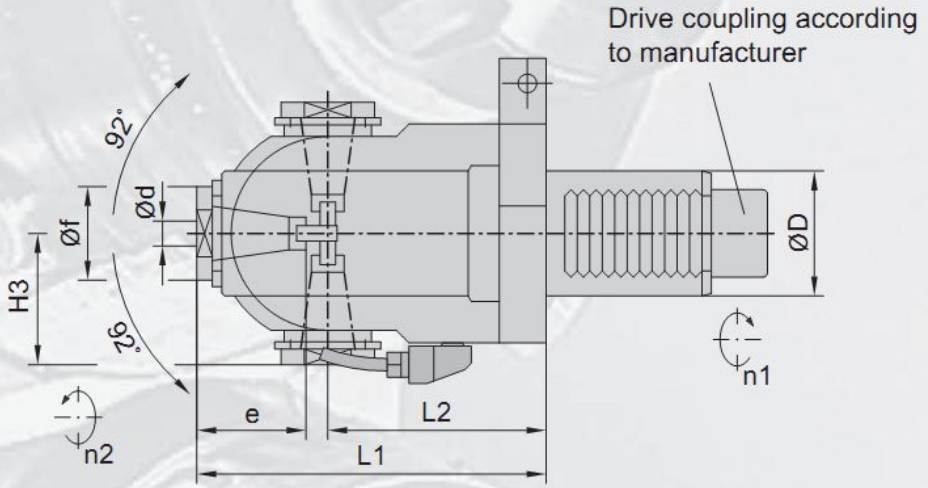



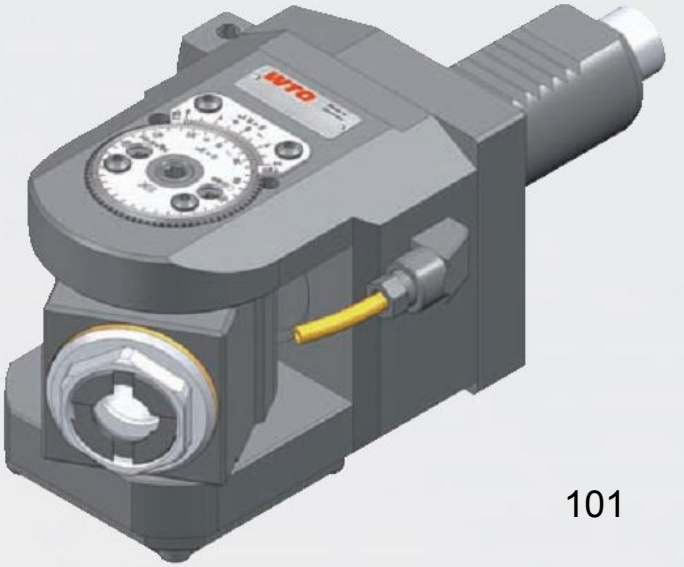

## **4105...** (IC - HP) with internal + external coolant supply

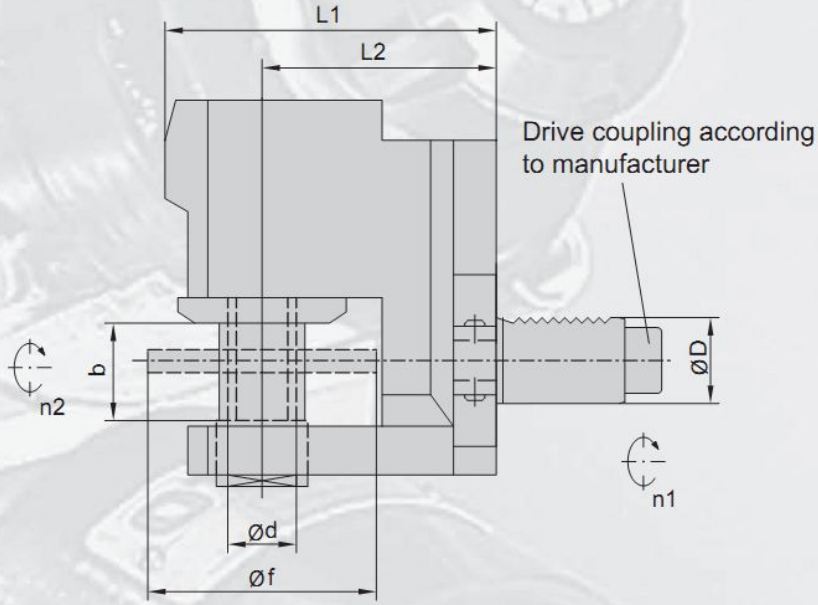
Order wrenches separately!

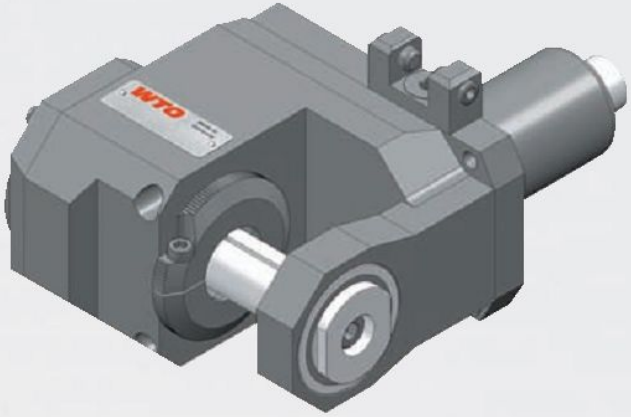
| Item No. | Turret specification | | | | Clamping System | | | | Dimensions / Data | | | | | Coolant | Wrench |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ØD | Turret manufacturer | Typ | Drive coupling | Size | Ød | e | Øf | L1 | L2 | H3 | M Nm | Ratio n1:n2 | Pressure diagram | 00675... |
| **410516013-25** | 25 | Sauter | B | DIN 5480 | ER-25A | 1-16 | 48 | 55 | 110 | 75 | 56 | 20 | 1:1 | D01013 | ...00080 |
| **410516094-30** | 30 | Baruffaldi | A | TOEM 160 | ER-25A | 1-16 | 48 | 55 | 90 | 55 | 56 | 32 | 1:1 | D01013 | 00080 |

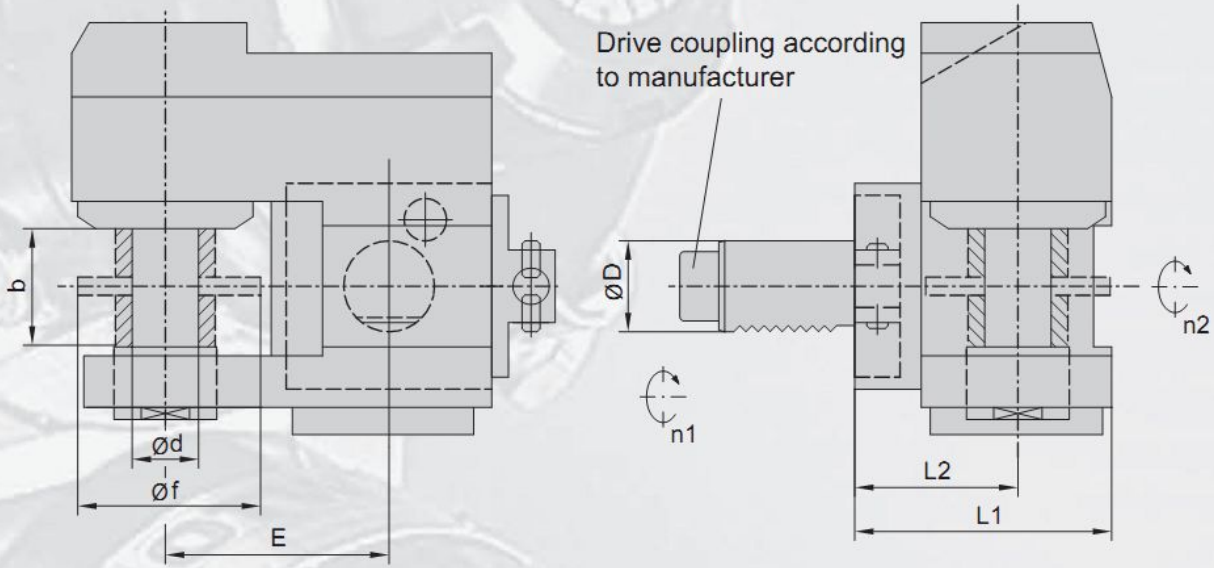

L1
L2
Øf
Ød
n4
Drive coupling according
to manufacturer
H4
e
ØD
H3
e
n1
Ød
Øf

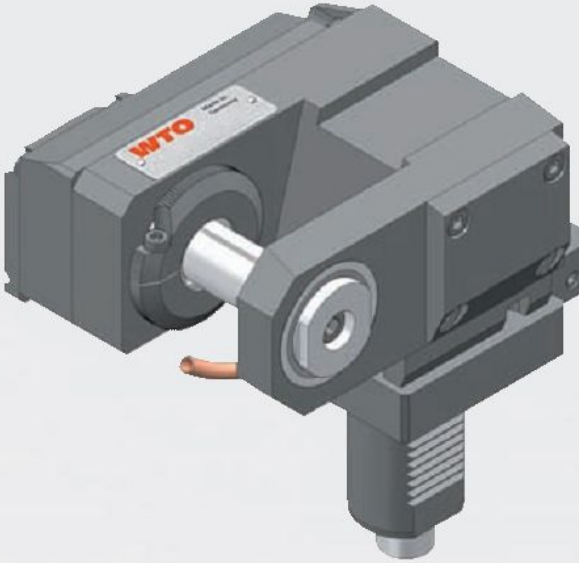

Drive coupling according
to manufacturer
92°
Ød
Øf
H3
92°
ØD
n1
n2
e
L2
L1

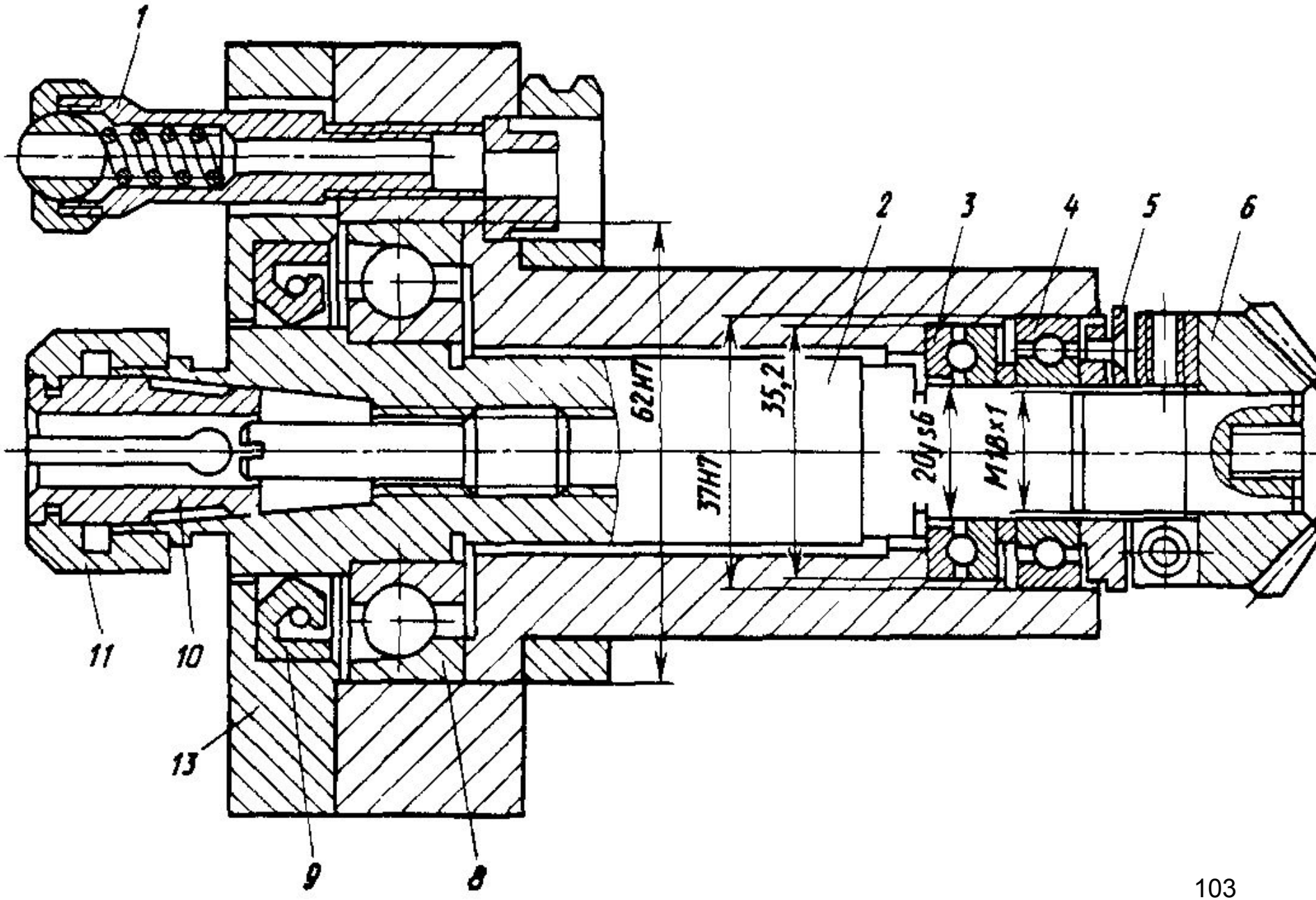


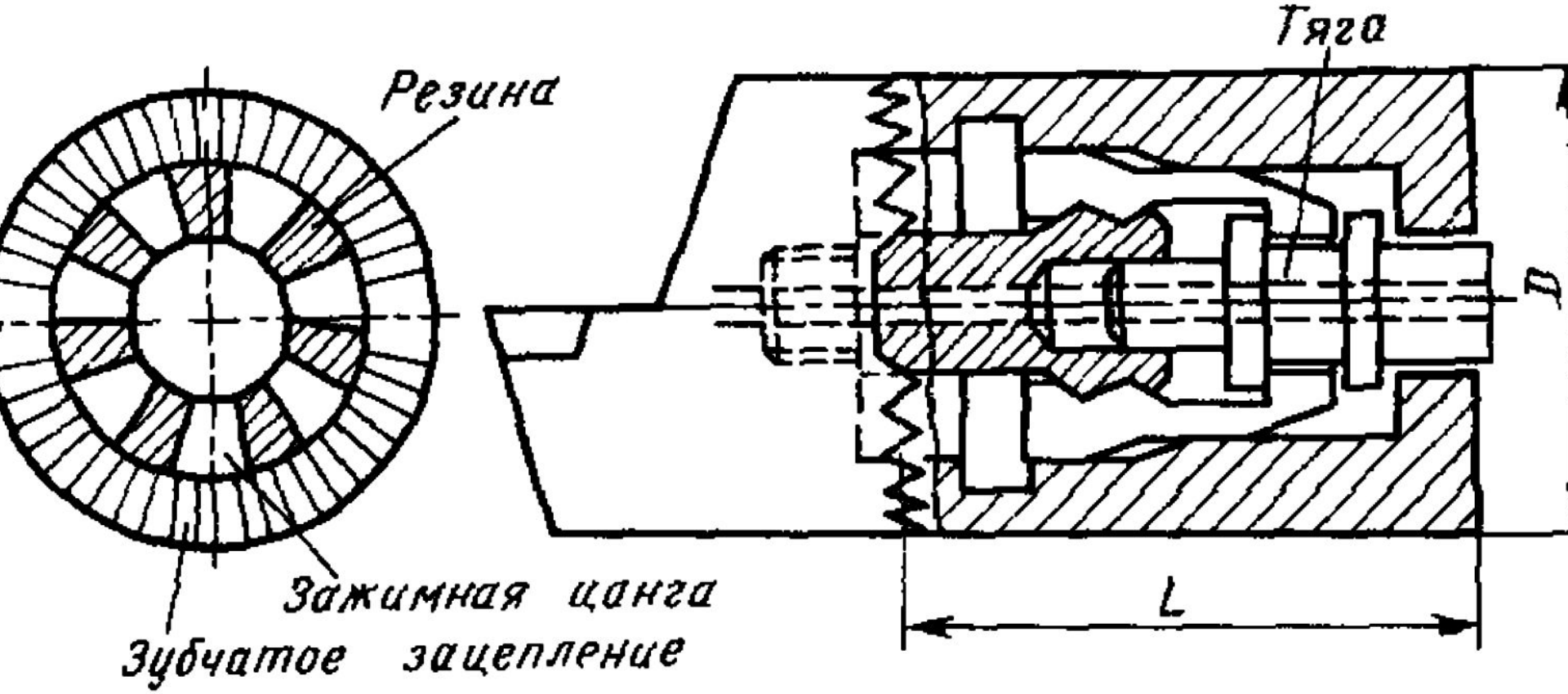

L1
L2
Drive coupling according
to manufacturer
b
n2
ØD
n1
Ød
Øf


WTO


Drive coupling according
to manufacturer
b
ØD
n2
n1
Ød
Øf
E
L2
L1


WTO


1
2
3
4
5
6
62H7
35,2
37H7
20js6
M18x1
11
10
13
9
8


Тяга
Резина
Зажимная цанга
Зубчатое зацепление
L

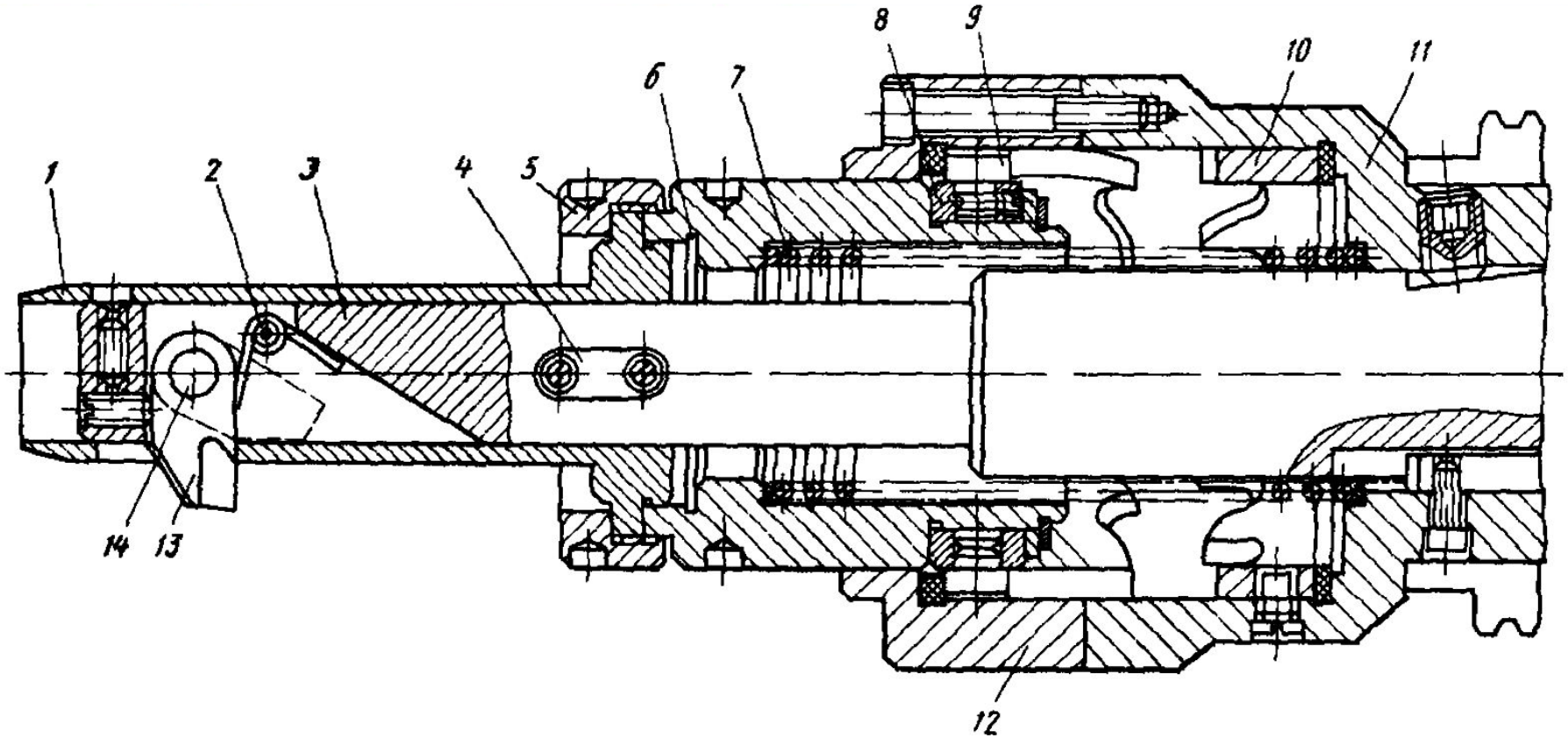



**Рис. 10.16. Автоматическая обратная зенковка**

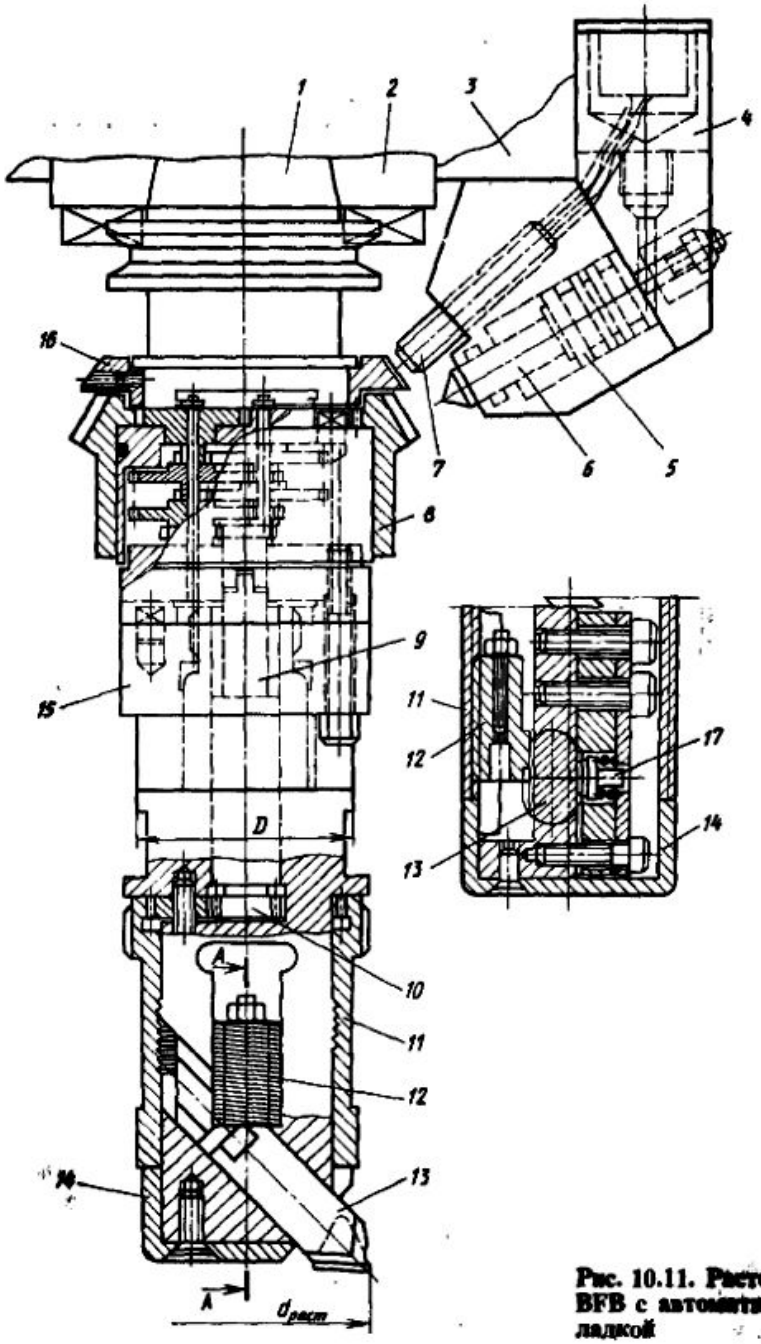
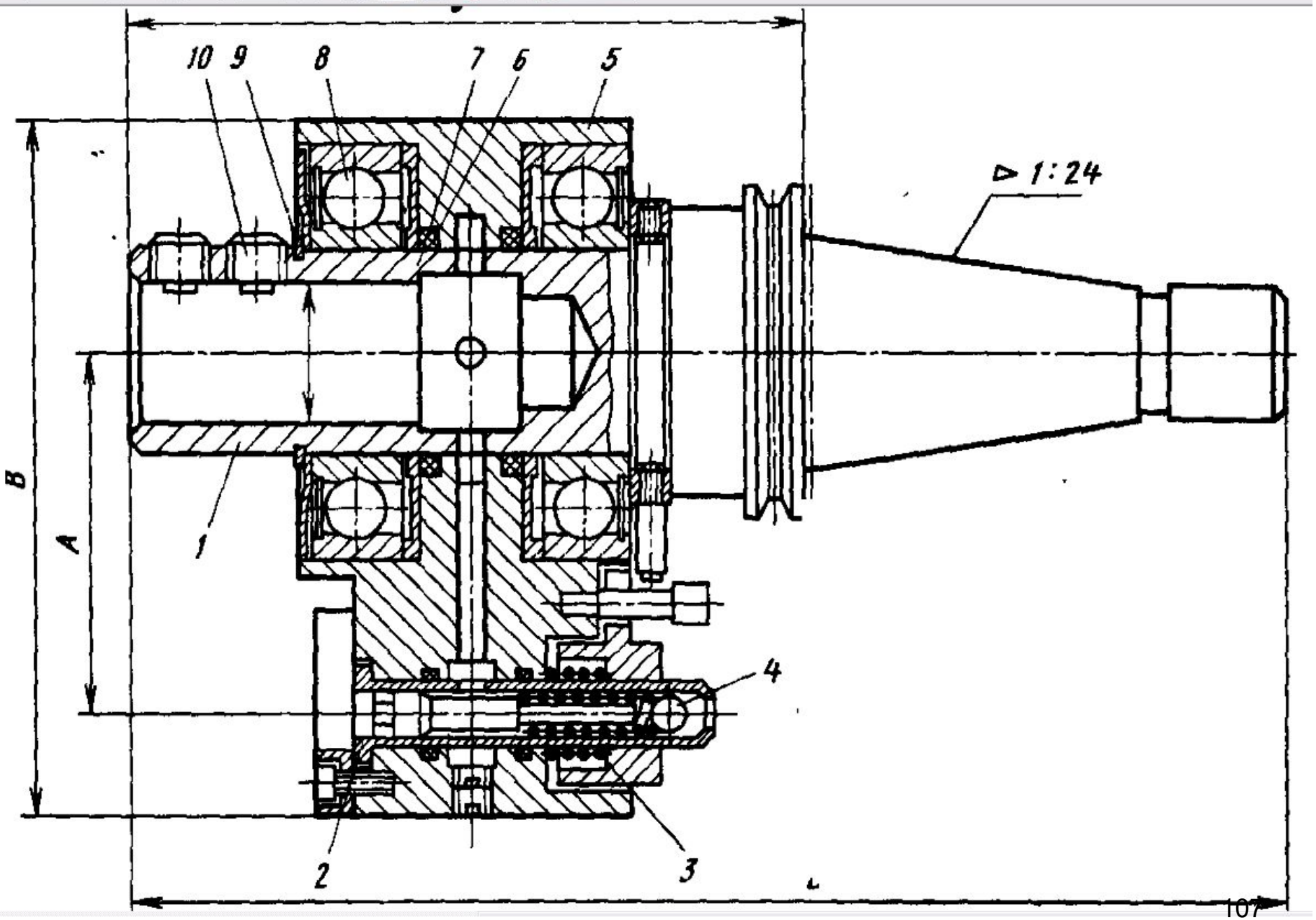
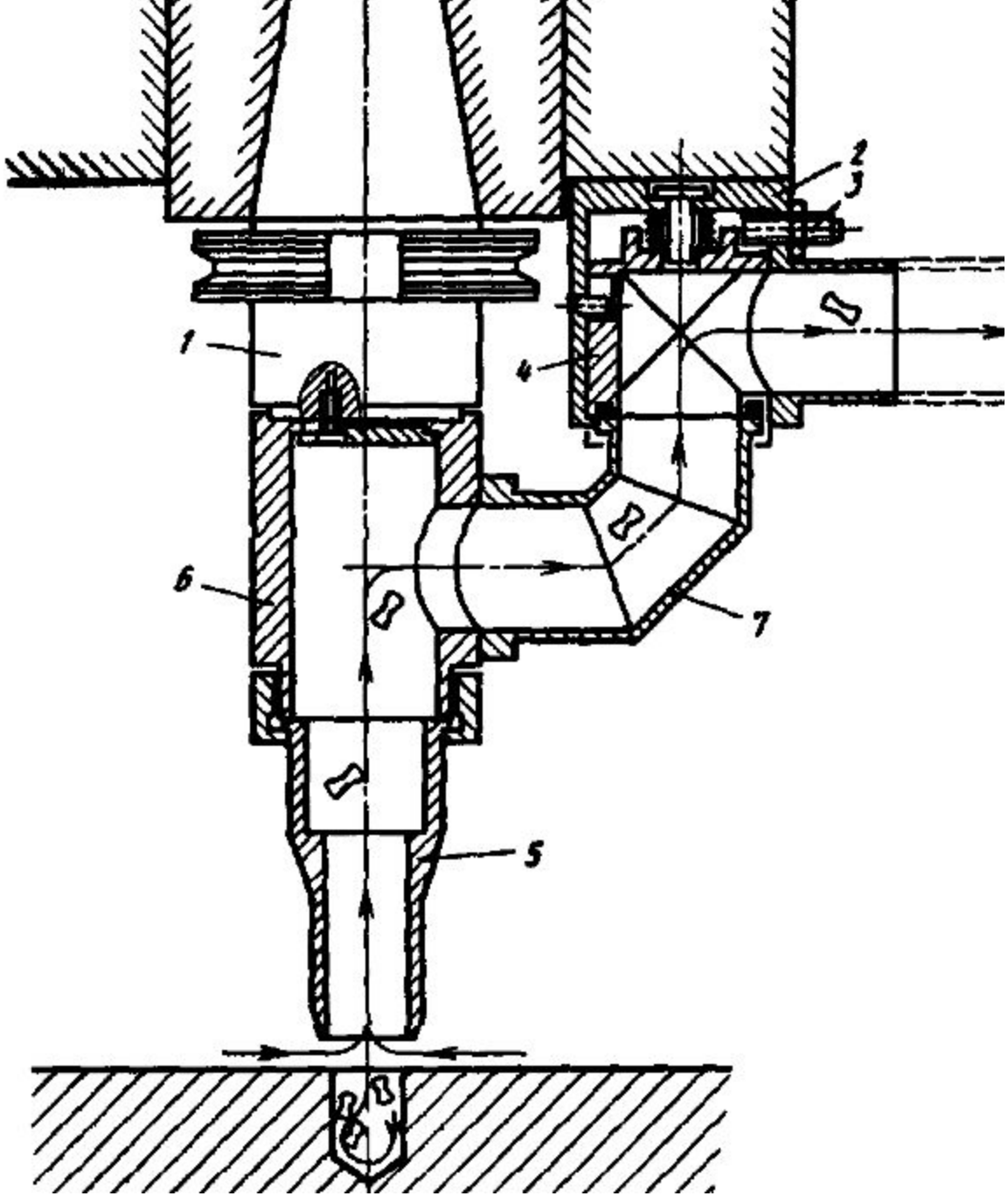
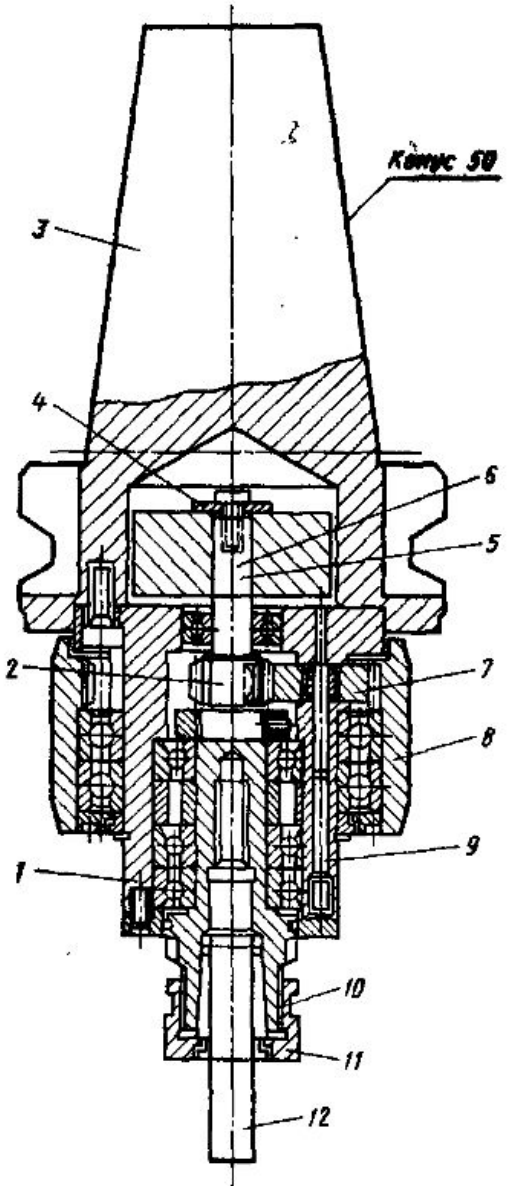



Рис. 10.11. Расточная оправка BFB с автоматической подналадкой


10
9
8
7
6
5
1:24
B
A
1
4
2
3


1
2
3
4
5
6
7


Конус 50
3
4
6
5
2
7
8
9
1
10
11
12