

Цилиндрические развертки: основные типы и размеры**77-48211/567682**

04, апрель 2013

Виноградов Д. В.

УДК 621.91.02, 621. 951.7

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

vdv2010@bk.ru**Введение**

Развертка – инструмент для повышения точности формы и размеров предварительно изготовленного отверстия и снижения шероховатости обрабатываемой поверхности. Применение разверток обеспечивает точность изготовления отверстия по 9...11 квалитетов при шероховатости поверхности отверстий Ra1,6 мкм и 7...8 квалитетов при шероховатости Ra0,8 мкм. При условии тщательного изготовления и доводки и соответствующего построения технологического процесса, применения оптимальных параметров процесса резания и СОЖ развертки могут обеспечивать точность обработки отверстия до 6 квалитета и шероховатость поверхности отверстия до Ra0,4 мкм. Для получения отверстий по 8 и 9 квалитету используется однократное развертывание, а для получения отверстий по 7 и 6 квалитету – двукратное: черновое и чистовое развертывание.

При назначении припусков на развертывание можно руководствоваться данными, представленными табл.1.

Таблица 1

Припуск под развертывание

Номинальный диаметр развертки, мм	Припуск под развертывание на диаметр для отверстий, мм	
	7 и 8 квалитетов	9, 10 и 11 квалитетов
до 3	0,05-0,07	0,08
3-10	0,06-0,08	0,10
10-20	0,07-0,08	0,15
20-30	0,07-0,10	0,20
30-50	0,08-0,12	0,25
50-80	0,10-0,15	0,30
80-100	0,10-0,15	0,30

В металлообработке применяют различные типы разверток, различающиеся:

- по форме тела рабочей части (по форме обрабатываемого отверстия) – цилиндрические, конические, ступенчатые, комбинированные;
- по виду базы крепления – хвостовые с цилиндрическим и коническим хвостовиком и насадные;
- по особенностям конструкции – цельные, составные неразборные (сварные, паяные, клееные), составные разборные (со вставными ножами);
- по виду зубьев – с прямыми зубьями, с винтовыми зубьями (правыми и левыми);
- по материалу режущей части – из легированной и быстрорежущей стали, твердого сплава;
- по полю допуска обрабатываемого отверстия – черновые, чистовые;
- по способу применения – ручные, машинные.

В настоящей статье рассмотрены основные конструктивные элементы и типы стандартизованных цилиндрических разверток, а также и показаны их основные размеры.

Основные конструктивные элементы цилиндрических разверток

Основными конструктивными элементами хвостовых цилиндрических разверток являются [21] рабочая часть 1, хвостовик 3 и шейка 2, соединяющая рабочую часть и хвостовик, насадных разверток – рабочая часть 1, базовое отверстие 8, торцевая шпонка 9 и ступица 10 (рис.1).

Рабочая часть включает в себя режущую часть 4, фаску 5, калибрующую (направляющую) часть 6 и обратный конус 7. Для уменьшения износа разверток, особенно при обработке труднообрабатываемых материалов, между режущей и направляющей частями выполняют переходную режущую кромку. Развертки, предназначенные для снятия больших припусков, выполняют со ступенчатой кольцевой режущей частью.

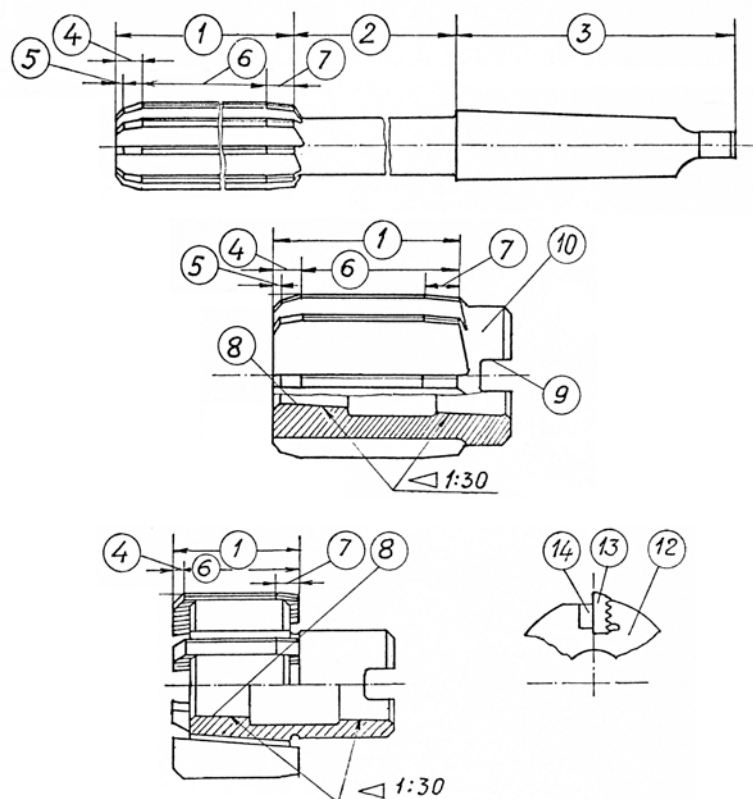


Рис. 1. Основные конструктивные элементы разверток:

1 – рабочая часть, 2 – шейка, 3 – хвостовик, 4 – режущая часть, 5 – фаска, 6 – калибрующая (направляющая) часть, 7 – обратный конус, 8 – базовое отверстие, 9 – торцевая шпонка, 10 – ступица

Калибрующая (направляющая) часть выполняет функции вспомогательной режущей кромки, направляет развертку в отверстия и обеспечивает точность размеров и формы отверстия и шероховатость его поверхности. Калибрующую часть выполняют цилиндрической или с обратной конусностью, как правило, не более допуска на диаметр. Прямая конусность на калибрующей части у цилиндрических разверток не допускается. У разверток, работающих по кондукторным втулкам, калибрующую часть выполняют удлиненной.

Зубья на калибрующей части выполняют в основном прямыми. При обработке прерывистых поверхностей и отверстий повышенной точности применяют развертки с винтовыми (правыми или левыми) зубьями. Направление зуба развертки обычно принимают обратным направлению вращения для предотвращения самозатягивания и заклинивания развертки в отверстии.

Для лучшего направления развертки в отверстие служит фаска, изготавливаемая обычно под углом 45° . У большинства разверток фаска выполняется под углом 45° . У разверток малого диаметра фаска совмещена с наружным центром и выполняется под углом $37,5^\circ$. Развертки с $\varphi=45^\circ$ изготовляют без фаски. У ручных разжимных разверток функцию

направления развертки в отверстие выполняет передняя цилиндрическая направляющая часть.

Обратный конус у разверток выполняют для уменьшения трения по калибрующей части и снижения шероховатости поверхности отверстия без ухудшения функции центрирования. Величину обратного конуса устанавливают соответствующие ГОСТ (от 0,02 до 0,12 мм для различных типов разверток). Обратную конусность определяют от фактически полученного диаметра калибрующей части.

Цилиндрические развертки выполняют с коническими или цилиндрическими хвостовиками, а также насадными. На цилиндрическом хвостовике ручных разверток и некоторых конических разверток изготавливают квадрат (по ГОСТ 9523-84), служащий для передачи крутящего момента. Насадные развертки устанавливают на базовое отверстие конусность 1:30, а для передачи крутящего момента используют паз под торцевую шпонку. Развертки, предназначенные для снятия больших припусков, имеют ступенчатую кольцевую режущую часть.

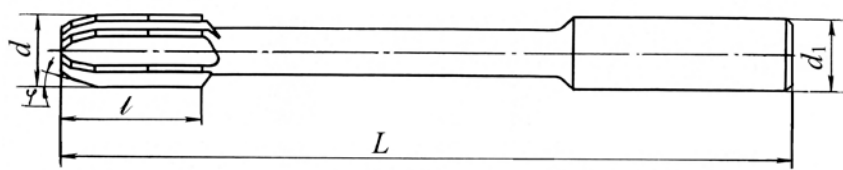
Для базирования разверток при изготовлении и переточке предусмотрены центровые отверстия по ГОСТ 14034-74. Развертки малых диаметров имеют внешний (наружный) центр с углом конуса 75° .

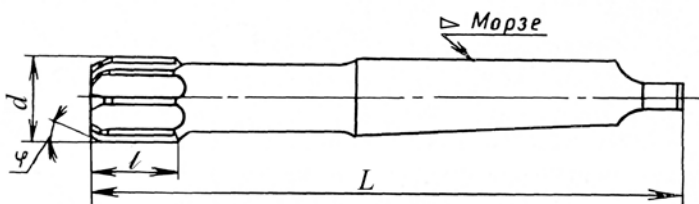
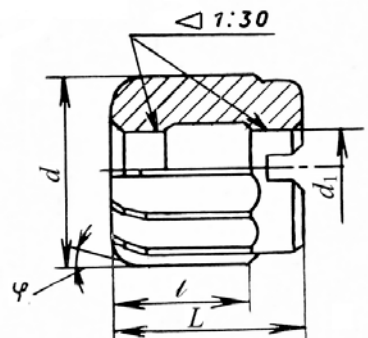
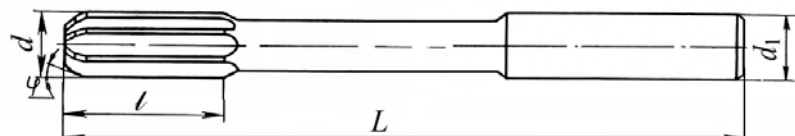
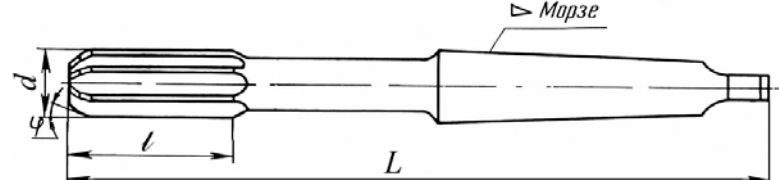
Основные типы и размеры цилиндрических разверток

Типы цилиндрических разверток, регламентированных ГОСТами, и их основные размеры представлены в табл.2. Помимо стандартных разверток допускается изготовление разверток с цилиндрическим хвостовиком диаметром от 2,00 до 16,00 мм, с коническим хвостовиком – от 5,50 до 50,00 мм и насадных разверток – от 25,00 до 50,00 мм с интервалом диаметров 0,01 мм.

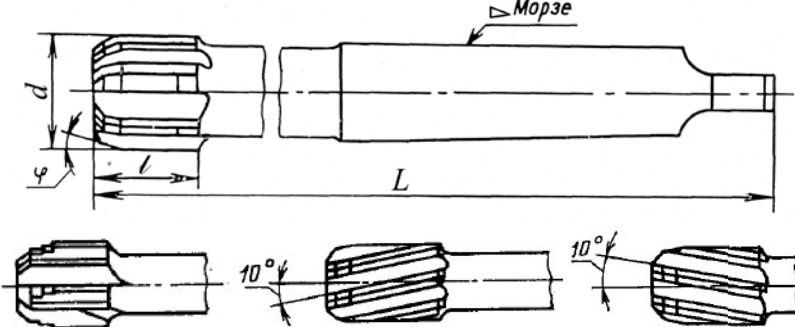
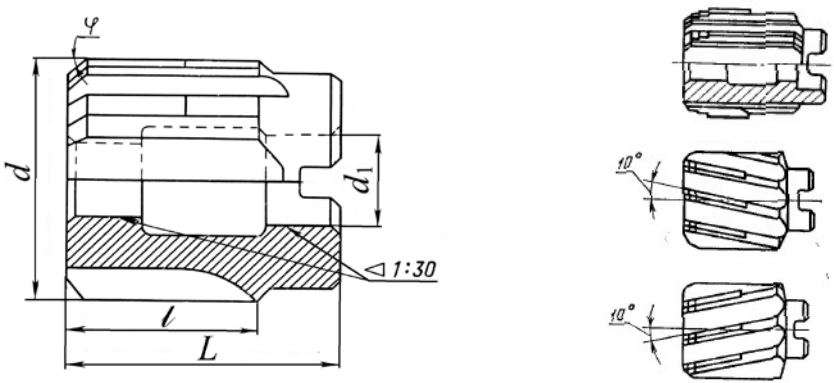
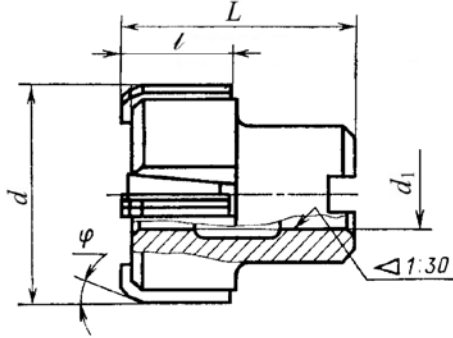
Таблица 2

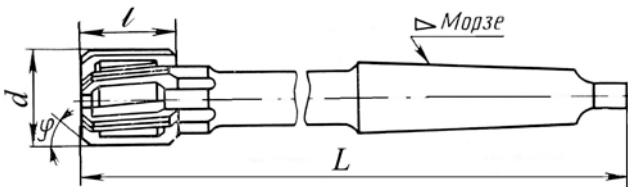
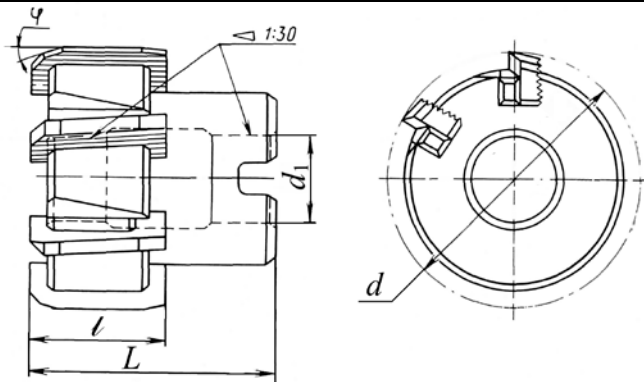
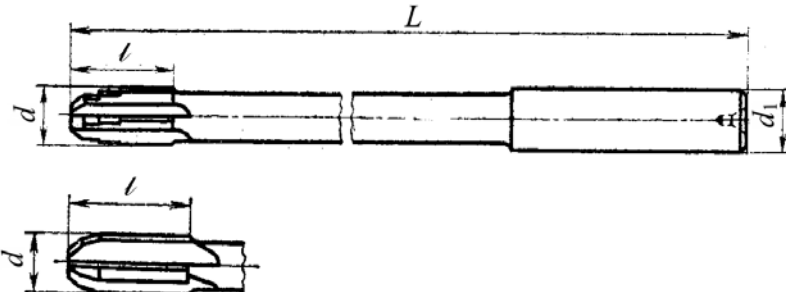
Основные размеры (мм) стандартизованных цилиндрических хвостовых разверток

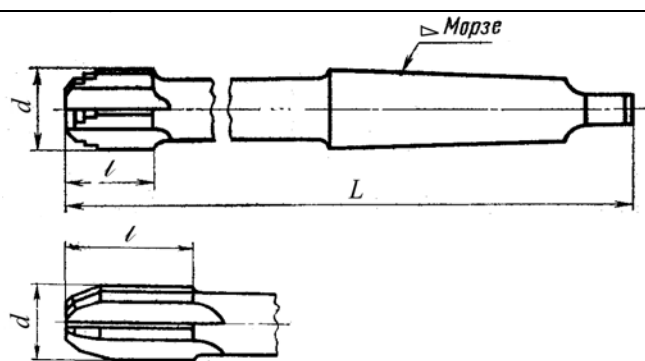
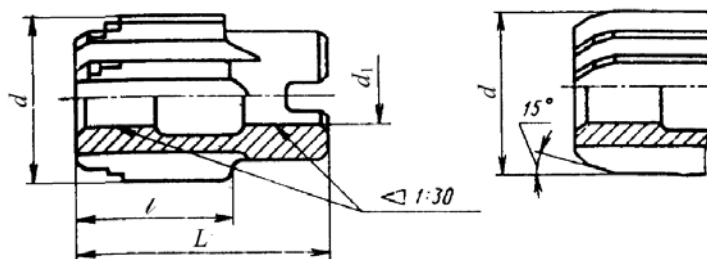
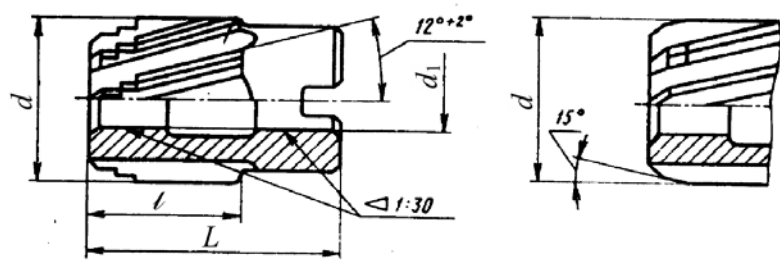
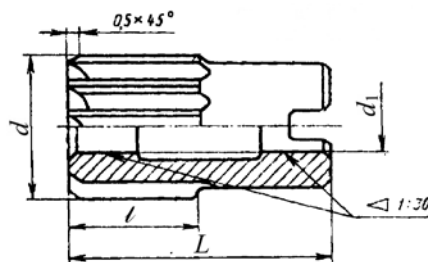
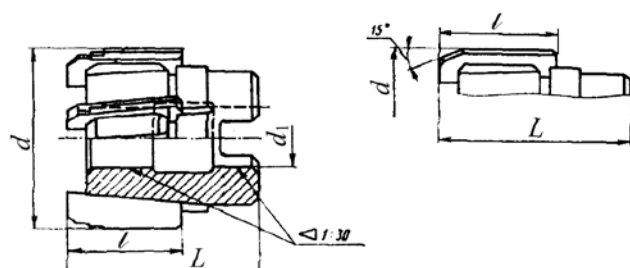
Развертки машинные цельные по ГОСТ 1672-80 [2], предназначенные для работы без кондукторных втулок: чистовые и черновые для обработки отверстий с полями допусков по ГОСТ 13779-77 и с припуском под доводку по ГОСТ 11173-76	
с цилиндрическим хвостовиком	
$d = 1,4 \dots 20$ мм	
$d_1 = 1,4 \dots 15$ мм	
$L = 40 \dots 195$ мм	
$l = 8 \dots 60$ мм	
$\varphi = 5, 15, 45^\circ$	
$z = 4, 6, 8$	

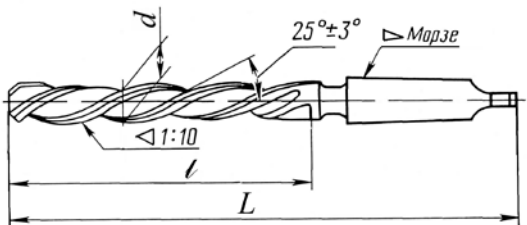
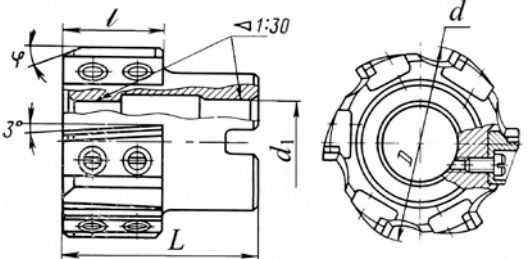
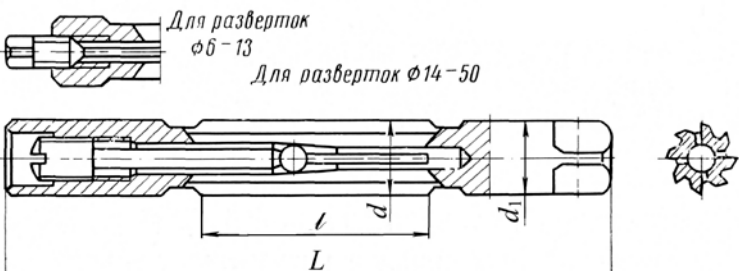
с коническим хвостовиком	
$d=5,5...50\text{ мм}$	
Конус Морзе 1...4	
$L=138...344\text{ мм}$	
$l=16...86\text{ мм}$	
$\varphi=5, 15, 45^\circ$	
$z=6, 8, 10, 12$	
насадные	
$d=25...50\text{ мм}$	
$d_1=13...22\text{ мм}$	
$L=45...63\text{ мм}$	
$l=32...45\text{ мм}$	
$\varphi=5, 15, 45^\circ$	
$z=8, 10, 12$	
Развертки машинные с удлиненной рабочей частью по ГОСТ 11172-70 [5], предназначенные для работы через кондукторные втулки: чистовые и черновые для обработки отверстий с полями допусков по ГОСТ 13779-77 и с припуском под доводку по ГОСТ 11173-76	
с цилиндрическим хвостовиком	
$d=3,0...10,0\text{ мм}$	
$d_1=3,0...10\text{ мм}$	
$L=80...140\text{ мм}$	
$l=25...80\text{ мм}$	
$\varphi=5, 15, 45^\circ$	
$z=8, 10, 12$	
с коническим хвостовиком	
$d=7,0...50\text{ мм}$	
Конус Морзе 1...4	
$L=134...380\text{ мм}$	
$l=54...210\text{ мм}$	
$\varphi=5, 15, 45^\circ$	
$z=6, 8, 10, 12$	

Развертки машинные цельные из твердого сплава по ГОСТ 16086-70 [9] и 16087-70 [10], предназначенные для работы без кондукторных втулок: для обработки отверстий с полями допусков Н7, К7, Н8, Н9 и с припуском под доводку по ГОСТ 11173-76 в труднообрабатываемых материалах с $\sigma_B=1600-2000$ МПа или в пластмассах с абразивным наполнителем.	
с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 16086-70)	
$d= 3,0...10,0$ мм	
$d_1 = 3,0...9,0$ мм	
$L= 60...100$ мм	
$l = 12...20$ мм	
$\varphi= 3, 5, 15, 45^\circ$	
$z= 4, 6$	
с коническим хвостовиком канавками (ГОСТ 16087-70)	
$d= 6,5...12,0$ мм	
Конус Морзе 1	
$L= 120...150$ мм	
$l = 18...22$ мм	
$\varphi= 5, 15, 45^\circ$	
$z= 4, 6$	
Развертки ручные цилиндрические по ГОСТ 7722-77 [4]	
чистовые, предназначенные для обработки отверстий с полями допусков по ГОСТ 13779-77, черновые (с полем допуска U8) и с припуском под доводку по ГОСТ 11173-76.	
с цилиндрическим хвостовиком	
$d= 1,0...71,0$ мм	
$d_1 = 1,5...71,0$ мм	
$L= 38...406$ мм	
$l = 18...203$ мм	
$\varphi= 1^\circ$	
$z= 4, 5, 6, 8, 10, 12$	

Развертки машинные, оснащенные твердосплавными напаиваемыми пластинами, по ГОСТ 28321-89 [21], предназначенные для работы без кондукторных втулок в деталях:	
1) из конструкционных сталей и чугунов для обработки отверстий с полями допусков по ГОСТ 13779-77;	
2) из легких сплавов с допусками Н7, К7, Н8, Н9, Н10 и Н11;	
3) из нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов с допусками Н7, Н8, Н9 и Н11, а также с припуском под доводку по ГОСТ 11173-76.	
с коническим хвостовиком	
$d = 10 \dots 32 \text{ мм}$	
Конус Морзе 1...3	
$L = 140 \dots 240 \text{ мм}$	
$l = 16 \dots 22 \text{ мм}$	
$\varphi = 5, 15, 45^\circ$	
$z = 4, 6$	
насадные	
$d = 25 \dots 80 \text{ мм}$	
$d_1 = 13 \dots 32 \text{ мм}$	
$L = 45 \dots 80 \text{ мм}$	
$l = 22 \dots 32 \text{ мм}$	
$\varphi = 5, 15, 45^\circ$	
$z = 6, 8, 10$	
Развертки машинные со вставными ножами, оснащенными твердосплавными пластинами по ГОСТ 21527-76 [20], предназначенные для обработки сквозных отверстий с полями допусков Н7, Н8, Н9 и Н11 и с припуском под доводку (по ГОСТ 11173-76) в деталях из нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов.	
насадные	
$d = 50 \dots 80 \text{ мм}$	
$d_1 = 22, 27, 32 \text{ мм}$	
$L = 58 \dots 68 \text{ мм}$	
$l = 26, 32 \text{ мм}$	
$\varphi = 5, 15, 45^\circ$	
$z = 6, 8$	

Развертки машинные со вставными ножами из быстрорежущей стали по ГОСТ 883-80 [1]: чистовые, черновые (по ГОСТ 13779-77) и с припуском под доводку (по ГОСТ 11173-76)	
с коническим хвостовиком	
$d= 32...50$ мм	
Конус Морзе 3, 4	
$L= 292...344$ мм	
$l = 38...45$ мм	
$\varphi= 5, 15, 45^\circ$	
$z=6$	
насадные	
$d= 40...100$ мм	
$d_1 = 16...40$ мм	
$L= 63...90$ мм	
$l = 40...56$ мм	
$\varphi= 5, 15, 45^\circ$	
$z=6, 8, 10$	
Развертки машинные цилиндрические по ГОСТ 19267-73 [12], 19268-73 [13], 19269-73 [14], 20388-74 [16], 20389-74 [17], 20390-74 [18] и 20392-74 [19], предназначенные для обработки без кондукторных втулок отверстий с полями допусков Н7, К7, Н8, Н9, Н10 и Н11 по ГОСТ 19272-73 и отверстий под доводку по ГОСТ 11173-76 в деталях из легких сплавов.	
с цилиндрическим хвостовиком стальные и твердосплавные (ГОСТ 19267-73, 19269-73)	
$d= 6,0...9,5$ мм	
$d_1 = 6,0...9,5$ мм	
$L= 93...125$ мм	
$l = 18...36$ мм	
$\varphi= 15, 90^\circ$	
$z= 4$	

с коническим хвостовиком (ГОСТ 19268-73)	
d= 10,0...32,0 мм	
Конус Морзе 1...4	
L= 168...317 мм	
l = 16...77 мм	
φ= 15, 90°	
z= 4, 6	
насадные с прямыми зубьями (ГОСТ 20388-74)	
d= 25...80 мм	
d1 = 13...40 мм	
L= 45...90 мм	
l = 32...63 мм	
φ= 15, 90°	
z= 6, 8, 10	
насадные с винтовыми зубьями (ГОСТ 20389-74)	
d= 25...80 мм	
d1 = 13...40 мм	
L= 45...90 мм	
l = 32...63 мм	
φ= 15, 90°	
z= 6, 8, 10	
насадные с торцевыми зубьями (ГОСТ 20390-74)	
d= 25...80 мм	
d1 = 13...40 мм	
L= 45...90 мм	
l = 32...63 мм	
φ= 45°	
z= 6, 8, 10	
насадные со вставными ножами из быстрорежущей стали (ГОСТ 20392-74)	
d= 40...80 мм	
d1 = 12...32 мм	
L= 54...84 мм	
l = 40...50 мм	
φ= 15, 90°	
z=6, 8, 10	

Развертки машинные котельные по ГОСТ 18121-72 [11]с левыми винтовыми канавками и конической заборной частью, предназначенные для обработки отверстий под заклепки в котельных дисках, а также для корабельных и мостовых работ	
с коническим хвостовиком	
$d = 6,4 \dots 40,0$ мм	
Конус Морзе 1...4	
$L = 155 \dots 375$ мм	
$l = 75 \dots 230$ мм	
$z = 4$	
Развертки сборные с привернутыми ножами по ГОСТ 11176-71 [7], оснащенными пластинами из твердого сплава: чистовые и черновые – для обработки отверстий с полями допусков по ГОСТ 13779-77 и с припуском под доводку по ГОСТ 11173-76.	
насадные	
$d = 52 \dots 300$ мм	
$d_1 = 22 \dots 80$ мм	
$L = 55 \dots 100$ мм	
$l = 25 \dots 58$ мм	
$\varphi = 5, 15, 45^\circ$	
$z = 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18$	
Ручные разжимные развертки по ГОСТ 3509-71 [3] с диапазоном регулирования не менее 0,16...0,50 мм	
с цилиндрическим хвостовиком	
$d = 8 \dots 50$ мм	
$d_1 = 8 \dots 50$ мм	
$L = 110 \dots 380$ мм	
$l = 50 \dots 150$ мм	
$z = 6, 8, 10, 12$	

В централизованном порядке изготавливают развертки для обработки отверстий с полями допусков по К7, Н7, Н8, Н9. Допуски на диаметр таких разверток приведены в табл. 4. Чистовые развертки для отверстий с полями допусков К6, Js6, G6, Н6, Р7, N7, М7, Js7, G7, F8, E8, F9, E9, D9, Н10, Н11, черновые развертки с полем допуска по U8, а также развертки с припуском под доводку (№1...№6) изготавливают по требованию потребителя. Поля допусков разверток приведены в ГОСТ 13779-77 [8], ГОСТ 11173-76 [6] (с припуском под доводку), ГОСТ 19272-73 [15] (для обработки легких сплавов), ГОСТ 28321-89 [21] (для

обработки деталей из нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов). Предельные отклонения на диаметр чистовых разверток для отверстий полей допусков К7, Н7, Н8, Н9 указаны в таблице 3. Предельные отклонения диаметра хвостовика – $h9$ у машинных разверток и $f9$ у ручных.

При назначении исполнительных размеров диаметра разверток следует учитывать (рис. 2):

- величину поля допуска отверстия T_D ;
- максимальную Δ_{max} и минимальную Δ_{min} разбивку отверстия (обычно 1/3 от поля допуска отверстия),
- запас на переточку (износ) h ;
- точность изготовления развертки t_d .

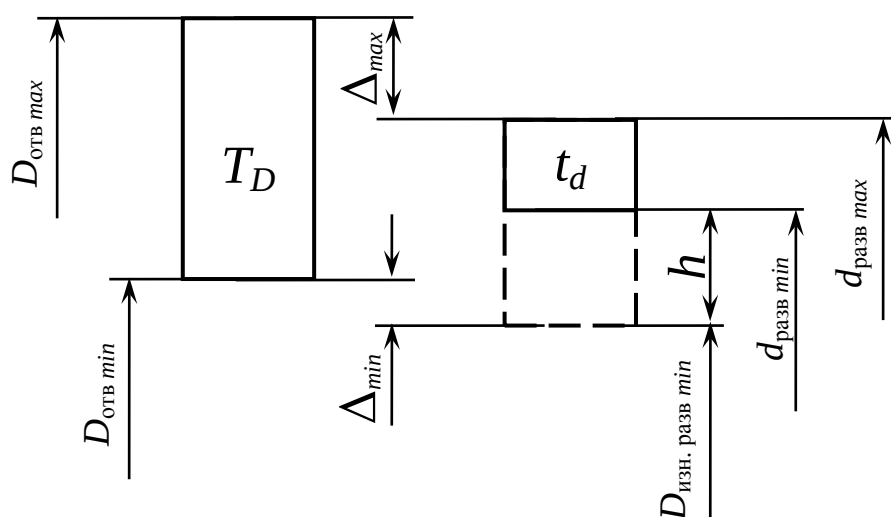


Рис. 2. Схема полей допусков разверток: T_D – поле допуска обрабатываемого отверстия, t_d – поле допуска развертки, $D_{изн. разв min}$ – минимальный диаметр изношенной развертки,

Δ_{min} – минимальная разбивка отверстия разверткой, Δ_{max} – максимальная разбивка,

Таблица 3

Предельные отклонения диаметров чистовых разверток для обработки отверстий полей допусков К7, Н7, Н8, Н9 в деталях из конструкционных сталей и чугунов (по ГОСТ 13779-77)

Номинальный диаметр разверток, мм	Отклонение	Поля допусков отверстий			
		К7	Н7	Н8	Н9
		Предельное отклонение диаметра разверток, мм			
От 1 до 3	Верхнее	-2	+8	+11	+21
	Нижнее	-6	+4	+6	+12
Св. 3 до 6	Верхнее	+1	+10	+15	+25
	Нижнее	-4	+5	+8	+14
Св. 6 до 10	Верхнее	+2	+12	+18	+30
	Нижнее	-4	+6	+10	+17

Св. 10 до 18	Верхнее	+3	+15	+22	+36
	Нижнее	-4	+8	+12	+20
Св. 18 до 30	Верхнее	+2	+17	+28	+44
	Нижнее	-6	+9	+16	+25
Св. 30 до 50	Верхнее	+3	+21	+33	+52
	Нижнее	-6	+12	+19	+30
Св. 50 до 80	Верхнее	+4	+25	+39	+62
	Нижнее	-7	+14	+22	+36
Св. 80 до 120	Верхнее	+4	+29	+45	+73
	Нижнее	-9	+16	+26	+42

Геометрические параметры разверток стандартизованы и представлены в соответствующих ГОСТах. В частных случаях величины геометрических параметров могут быть назначены с учетом условий резания.

Главный угол в плане ϕ . При развертывании сквозных отверстий $\phi=5^\circ$ или 15° , при развертывании глухих отверстий для уменьшения величины необработанной части отверстия – $\phi=45^\circ$. Для лучшего центрирования ручных разверток в отверстиях режущая часть выполняется под малым углом ($\phi \approx 1^\circ$). Выбор угла в плане для разверток определяется видом отверстия, свойствами обрабатываемого материала, условиями резания и производится в соответствии с ГОСТ. В отдельных случаях для назначения ϕ можно воспользоваться табл. 4.

Таблица 4

Рекомендуемые для разверток величины угла в плане ϕ

Вид развертки	Вид отверстия	Материал заготовки	$\phi, ^\circ$
Ручная	сквозное	хрупкий и вязкий	0,5...2
	глухое	любой	45
Машинная	сквозное	хрупкий, твердый, труднообрабатываемый	3...5
		вязкий	12...15
	глухое	любой	60
		любой (для твердосплавной развертки)	15
Котельная	сквозное	любой	1,5...3

Угол наклона зуба ω выбирают в соответствии с ГОСТ. Для специальных разверток ω назначают в зависимости от обрабатываемого материала: для обработки серого чугуна и твердой стали – $7...8^\circ$, для ковкого чугуна и стали средней твердости – $12...20^\circ$, для алюминия и легких сплавов – $35...45^\circ$, для котельных разверток – $22...28^\circ$, для регулируемых разверток – 3° .

Окружной шаг зубьев обычно назначают неравномерным для предупреждения появления в развертываемом отверстии продольных рисок, расположенных соответственно

шагу зубьев. При этом, для удобства измерения диаметра между любой парой противоположных зубьев должно быть 180° .

Число зубьев z принимается обычно четным для упрощения измерения диаметра развертки. Для назначения числа зубьев у ручных и машинных разверток можно воспользоваться ГОСТ (см. табл.2) и табл. 5. Сборные развертки изготавливаются с меньшим числом зубьев, так как вставные ножи и элементы крепления требуют большего места для их размещения.

Таблица 5

Рекомендуемое число зубьев ручных и машинных разверток

Диаметр, мм	3...10	11...19	20...30	32...45	46...50
Число зубьев	6	8	10	12	14

Список использованных литературных источников

1. ГОСТ 883-80 Развертки машинные со вставными ножами из быстрорежущей стали. Типы и основные размеры.
2. ГОСТ 1672-80 Развертки машинные цельные. Типы, параметры и размеры.
3. ГОСТ 3509-71 Развертки ручные разжимные. Конструкция и размеры.
4. ГОСТ 7722-77 Развертки ручные цилиндрические. Конструкции и размеры.
5. ГОСТ 11172-70 Развертки машинные с удлиненной рабочей частью. Конструкция и размеры.
6. ГОСТ 11173-76 Развертки с припуском под доводку. Допуски.
7. ГОСТ 11176-71 Развертки сборные насадные с привернутыми ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
8. ГОСТ 13779-77 Развертки цилиндрические. Допуски на диаметр.
9. ГОСТ 16086-70 Развертки машинные цельные с цилиндрическим хвостовиком из твердого сплава. Типы и основные размеры.
10. ГОСТ 16087-70 Развертки машинные цельные с коническим хвостовиком из твердого сплава. Типы и основные размеры.
11. ГОСТ 18121-72 Развертки котельные машинные. Размеры
12. ГОСТ 19267-73 Развертки машинные цилиндрические с цилиндрическим хвостовиком для обработки деталей из легких сплавов. Конструкция и размеры.
13. ГОСТ 19268-73 Развертки машинные цилиндрические с коническим хвостовиком для обработки деталей из легких сплавов. Конструкция и размеры.
14. ГОСТ 19269-73 Развертки машинные цилиндрические твердосплавные с цилиндрическим хвостовиком для обработки деталей из легких сплавов. Конструкция и размеры.
15. ГОСТ 19272-73 Развертки машинные цилиндрические для обработки деталей из легких сплавов. Допуски на размер.

16. ГОСТ 20388-74 Развертки машинные насадные цельные прямозубые для обработки деталей из легких сплавов. Конструкция и размеры.
17. ГОСТ 20389-74 Развертки машинные насадные цельные с винтовыми канавками для обработки деталей из легких сплавов. Конструкция и размеры.
18. ГОСТ 20390-74 Развертки машинные насадные цельные с торцовыми зубьями для обработки деталей из легких сплавов. Конструкция и размеры.
19. ГОСТ 20392-74 Развертки машинные насадные цельные со вставными ножами из быстрорежущей стали для обработки деталей из легких сплавов. Конструкция и размеры.
20. ГОСТ 21527-76 Развертки машинные насадные со вставными ножами, оснащенными твердосплавными пластинами предназначенные для обработки деталей из нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов. Конструкция и размеры.
21. ГОСТ 28321-89 Развертки машинные, оснащенные твердосплавными напайваемыми пластинами. Типы, параметры и размеры. ,
22. ГОСТ 29240-91 Развертки. Термины, определения и типы.
23. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов: Учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов. М.: Высш.шк., 1985. 304 с.
24. Краткий справочник металлиста / Под общ. ред. А.Е.Древаля, Е.А.Скороходова. 4-е изд., перераб и доп. М.:Машиностроение, 2005, 960 с.
25. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х т. Т.2. / под ред. А.М.Дальского, А.Г.Суслва, А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. 5-ое изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение-1, 2001. 944 с.
26. Филиппов Г.В. Режущий инструмент. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1981. 392 с.