

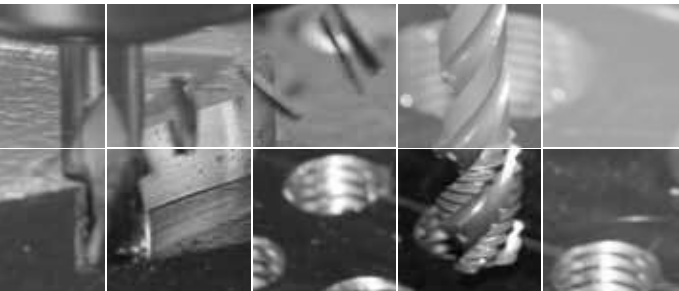


YOUR TRUSTED PARTNER SINCE 1913

# DORMER

# DORMER

# DORMER



**Dormer Tools**  
 Morse Way  
 Waverley  
 Sheffield  
 S60 9BJ  
**United Kingdom**  
 T: 0870 850 44 66  
 F: 0870 850 88 66  
 Email: dormer.uk@dormertools.com

**Dormer Tools International**  
 Morse Way  
 Waverley  
 Sheffield  
 S60 9BJ  
**United Kingdom**  
 T: +44 114 2533839  
 F: +44 114 2533839  
 Email: dormer.int@dormertools.com

**responsible for**  
**Middle East**  
**Far East**

**Dormer Tools**  
 B.P. 6209  
 45092 Orléans Cedex 2  
**France - France**  
 T: +33 (0)2 38 41 40 15  
 F: +33 (0)2 38 41 40 30  
 Email: dormer.fr@dormertools.com

**Dormer Tools**  
 % Goyenvestweg 401  
 NL-3125 BJ Schiedam  
**Netherlands - Nederland**  
 T: +31 10 2080 282  
 F: +31 10 2080 282  
 Email: dormer.nl@dormertools.com

**responsible for**  
**Germany - Deutschland**  
 T: +31 10 2080 212  
 dormer.de@dormertools.com

**Dormer Tools CEE**  
 Sandvik Slovakia  
 Havrania 18  
 621 05 Bratislava  
**Slovakia - Slovensko**  
 T: +421 25611 63203321  
 F: +421 2534 13233  
 Email: dormer.cee@dormertools.com

**responsible for**  
**Austria** **Montenegro**  
**Österreich** **Lipna Fopa**  
**Belarus** **Poland**  
**Беларусь** **Polska**  
**Bulgaria** **Romania**  
**България** **România**  
**Greece** **Russia**  
**Ελλάδα** **Россия**  
**Czech Republic** **Serbia**  
**Česká republika** **Србија**  
**Hungary** **Slovakia**  
**Magyarország** **Slovensko**  
**Slovenia**  
**Slovenija**  
**Ukraine**  
**Україна**  
**Босна и Херцеговина**  
**Босна и Херцеговина**  
**Македония**  
**Македонија**

**Dormer Tools Central and Eastern Europe**  
 Via Venezia 184  
 20156 Milano  
**Italy - Italia**  
 T: +39 02 38 04 51  
 F: +39 02 38 04 52 43  
 Email: dormer.cee@dormertools.com

**Dormer Tools**  
 Via Venezia 184  
 20156 Milano  
**Italy - Italia**  
 T: +39 02 38 04 51  
 F: +39 02 38 04 52 43  
 Email: dormer.cee@dormertools.com

**responsible for**  
**Spain**  
**España**  
**Portugal**  
**Portugal**

**Dormer Tools**  
 Bereich Dormer  
 Hohenquell 14, Postfach 3869  
 6002 Luzern  
**Switzerland**  
 T: +41 (0)41 368 33 86  
 F: +41 (0)41 368 33 75  
 Email: dormer.int@dormertools.com

**Dormer Tools**  
 Fourteen Place  
 Belgicastraat 5, bus 5/6  
 BE-1930 Zaventem  
**Belgium - België/Belgique**  
 T: +32 3 449 15 43  
 F: +32 3 449 15 43  
 Email: dormer.bel@dormertools.com

**Dormer Tools**  
 SE-301 16 Halmstad  
**Sweden - Sverige**  
 T: +46 (0) 35 16 52 90  
 F: +46 (0) 35 16 52 90  
 Email: dormer.se@dormertools.com

**responsible for**  
**Iceland**  
**Lituanija**  
**Latvia**  
**Estonia**

**Dormer Tools**  
 PL 52  
 F-01511 Vantaa  
**Finland - Suomi**  
 T: +358 205 44 121  
 F: +358 205 44 6199  
 Customer Service  
 T: direkt 0205 44 7004  
 F: direkt 0205 44 7004  
 Email: dormer.fi@dormertools.com

**Dormer Tools**  
 Sandvik A/S  
 Boks 173  
 NO-1377 Billingstødt  
**Norway - Norge**  
 T: +47 67 17 98 00  
 F: +47 68 85 96 10  
 Email: dormer.no@dormertools.com

**Dormer Tools**  
 Sandvik A/S  
 Postboks 160  
 DK-2005 Brøndby  
**Denmark - Danmark**  
 T: +45 43 46 52 80  
 F: +45 43 46 52 81  
 Email: dormer.dk@dormertools.com

**Dormer Tools**  
 Av. João Paulo de Silva, 258  
 CEP 04777-020  
 São Paulo, SP  
**Brazil - Brasil**  
 T: +55 11 5693 3000  
 F: +55 11 5667 5883  
 Email: dormer.br@dormertools.com

**Precision Dormer**  
 2500 Meadowdale Blvd. Unit 3  
 Mississauga, ON L5N 8C2  
**Canada**  
 T: (888) 336 7637  
 En Français: (888) 368 8457  
 F: (905) 542 7000  
 Email: dormertools.canada@precisiondormer.com

**Precision Dormer**  
 301 Industrial Ave.  
 Crystal Lake, IL 60012  
**United States of America**  
 T: (800) 877 3745  
 F: 815 458 2004  
 Email: cs@precisiondormer.com

**responsible for**  
**United States of America**  
**Mexico**

**Dormer Tools**  
 5 Fowler Road  
 Dandenong 3175, Victoria  
**Australia**  
 T: 1300 131 274  
 F: +61 3 9238 7108  
 Email: dormer.au@dormertools.com

**Dormer Tools**  
 Sandvik New Zealand  
 265 T1 Rakau Drive  
 Burwood  
 Manukau 2013  
**New Zealand**  
 T: 800 4 438 753  
 F: +64 9 2735857  
 Email: dormer.nz@dormertools.com

**Dormer Tools (Shanghai) Co., Ltd.**  
 No.4555 Yin Du Road  
 Xin Zhuang Industry Park  
 Shanghai 201108  
**China**  
 T: +86 21 2416 0066  
 F: +86 21 5442 6315  
 Email: dormer.cn@dormertools.com

**Dormer Tools India PVT Ltd**  
 864-85, Sushant Lok 1  
 Gurgaon 122001  
**India**  
 T: +91 124 470 3829  
 Email: dormer.in@dormertools.com

**Dormer Tools**  
 P.O. Box 25038  
 East Rand 1462  
**South Africa**  
 T: +27 11 928 5300  
 F: +27 11 970 9709  
 Email: dormer.za@dormertools.com

**Dormer Tools**  
 Sandvik Argentina S.A.  
 Rivón 3188  
 CP 8175488L  
 San Justo - Buenos Aires  
**Argentina**  
 T: 54 (11) 6777 6777  
 F: 54 (11) 4441 4487  
 Email: dormer.ar@dormertools.com

**Dormer Tools**  
 Sandvik Chile S.A.  
 Avda. Presidente Echa  
 Frei Montalva 9900  
 Quilicura Santiago  
**Chile**  
 T: 56 2 6780313  
 F: 56 2 7805074  
 Email: dormer.cl@dormertools.com

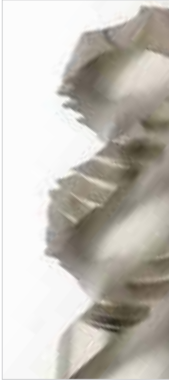
Техническое руководство

## Техническое руководство



YOUR TRUSTED PARTNER SINCE 1913





***Technical Handbook APP,  
download it now!***



## **Введение**

### **УСПЕХ**

Вот уже более 90 лет компания Dormer является признанным лидером среди производителей металлорежущего инструмента, постоянно совершенствуя свою продукцию в соответствии с требованиями современного производства.

### **ИННОВАЦИИ**

Компания Dormer создает свои новые продукты на основе новейших достижений и с учетом последних тенденций в методах обработки, материалах, станкостроении.

### **ПРИВЕРЖЕННОСТЬ КАЧЕСТВУ**

Специалисты Dormer постоянно совершенствуют эффективность и точность разрабатываемого инструмента для обработки отверстий, фрезерования и резьбонарезания в соответствии с высочайшим уровнем внутренних стандартов качества. Производственные подразделения компании сертифицированы по ISO 9001 2000 и ISO 14000, что делает торговую марку Dormer и качество синонимами.

### **НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Ежедневный контакт представителей Dormer с потребителями своей продукции и участие в отраслевых конференциях способствует информационному обмену и определяет приоритеты в научно-исследовательской программе компании.

### **ГЛОБАЛЬНОЕ ПРИСУТВИЕ**

Торговые представительства и дистрибьюторы компании Dormer всегда находятся рядом даже с самыми удаленными клиентами. За последнее время офисы продаж компании появились во многих странах мира.

### **СВОЕВРЕМЕННАЯ ДОСТАВКА**

На большей части Европы, благодаря работе Европейского Центрального склада, доставка инструмента осуществляется уже на следующий день после размещения заказа. Открытие Американского и Азиатского Центральных складов сделало возможным осуществление срочной доставки продукции (в течение 24-48 часов) и в этих регионах.

## Введение

В основе концепции разработки новых инновационных продуктов Dormer лежат последние достижения в области создания инструментальных материалов и износостойких покрытий, в станкостроении, а также методах обработки. Эта книга предназначена для инженеров и технологов, профессионально занимающихся обработкой резанием. Ее можно использовать как отдельный справочник, или совместно с основным каталогом Dormer. В дополнение к справочнику и основному каталогу нами создана программа Product Selector, позволяющая подобрать оптимальный инструмент для каждого конкретного случая и рассчитать режимы резания для него. Последние новости об инструменте Dormer и методах его использования всегда можно найти на сайте [www.dormertools.com](http://www.dormertools.com).

Для удобства использования, информация в техническом руководстве сгруппирована по разделам, соответствующим выполняемым Вами технологическим операциям, а также по разделам, посвященным общим вопросам обработки резанием и переточке. В конце каждого раздела перечисляются трудности, которые могут возникнуть при данном виде обработки, и способы их устранения.

Конечно же, иногда важнее получить профессиональный совет от технического специалиста Dormer - будьте уверены, Вы на расстоянии одного телефонного звонка от него. Высокая квалификация инженеров и поддержка со стороны всей компании Dormer гарантирует Вам получение наилучшего решения.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ	4
КОЭФФИЦИЕНТ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ	8
МАТЕРИАЛА	
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	10
СПОСОБЫ УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ	14
ОБРАБАТЫВАЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ	18
ОБРАБОТКА СТАЛИ	24
ОБРАБОТКА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ	26
ОБРАБОТКА ЧУГУНА	28
ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЯ	29
СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ СРЕДЫ	31
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ	34
ВИДЫ СТРУЖКИ	35
ВИДЫ ИЗНОСА	35
ТВЕРДОСТЬ И ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ	39
ЗНАЧЕНИЯ ДОПУСКОВ	41
СООТВЕТСТВИЕ МЕТРИЧЕСКИХ И	42
ДЮЙМОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ	
ТАБЛИЦА СКОРОСТЕЙ РЕЗАНИЯ	46
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ХВОСТОВИКОВ	48

## СВЕРЛЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СВЕРЛА	60
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО СВЕРЛЕНИЮ	61
РАЗМЕР ОТВЕРСТИЯ	64
СКОРОСТЬ И ПОДАЧА ДЛЯ	65
СТУПЕНЧАТЫХ СВЕРЛ	
ПОДАЧА СОЖ ЧЕРЕЗ ИНСТРУМЕНТ	65
РАДИАЛЬНОЕ БИЕНИЕ	65
ФОРМА СТРУЖЕЧНОЙ КАНАВКИ	66
ТИП ГЕОМЕТРИИ ВЕРШИНЫ СВЕРЛА	66
СВЕРЛЕНИЕ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ	67
РАЗМЕРНЫЙ РЯД СВЕРЛ ПО DIN	68
РАЗМЕРНЫЙ РЯД СВЕРЛ ПО ANSI	70
ТРУДНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ	73

## РАЗВЕРТЫВАНИЕ

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАЗВЕРТКИ	76
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО	77
РАЗВЕРТЫВАНИЮ	
ДОПУСКИ	80
ТАБЛИЦА ДЛЯ ВЫБОРА	84
ДИАМЕТРА РАЗВЕРТКИ	
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ РАЗВЕРТОК	86
ТИПЫ РАЗВЕРТОК И ОБОЗНАЧЕНИЕ	90
ПО DIN	
ТРУДНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ	91

## ЗЕНКЕРОВАНИЕ И ЗЕНКОВАНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЗЕНКЕРОВАНИЮ	96
И ЗЕНКОВАНИЮ	
ТРУДНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ	98

## **НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ**

### **МЕТЧИКАМИ**

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕТЧИКА	102
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО НАРЕЗАНИЮ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКАМИ	103
ГЕОМЕТРИЯ МЕТЧИКА И ПРОЦЕСС РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЯ	104
ЗАБОРНАЯ ЧАСТЬ МЕТЧИКА	109
ГЕОМЕТРИЯ РАСКАТНИКА И ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗЬБЫ	110
ПРОФИЛИ РЕЗЬБЫ	112
ДОПУСКИ	113
ДЛИНА ЗАБОРНОЙ ЧАСТИ И КОМПЛЕКТЫ МЕТЧИКОВ	117
ДИАМЕТРЫ СВЕРЛ ДЛЯ ОТВЕРСТИЙ ПОД НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ	119
ДИАМЕТРЫ СВЕРЛ ДЛЯ ОТВЕРСТИЙ ПОД РАСКАТЫВАНИЕ РЕЗЬБЫ	124
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ХВОСТОВИКОВ	126
ТРУДНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ	129

### **РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ**

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБОФРЕЗЫ	134
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЮ	135
ТРУДНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ	137

## **НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ**

### **ПЛАШКАМИ**

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПЛАШКИ	140
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО НАРЕЗАНИЮ РЕЗЬБЫ ПЛАШКАМИ	141
ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ	141
ТРУДНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ	142

## **ФРЕЗЕРОВАНИЕ**

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФРЕЗЫ	144
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ФРЕЗЕРОВАНИЮ	145
ВЫБОР КОНЦЕВОЙ ФРЕЗЫ И ПАРАМЕТРОВ ФРЕЗЕРОВАНИЯ	148
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ	149
ТИПЫ СТРУЖКОЛОМАЮЩИХ ФРЕЗ	152
ГЕОМЕТРИЙ	
ВСТРЕЧНОЕ И ПОПУТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ	155
ФРЕЗЫ СО СФЕРИЧЕСКИМ КОНЦОМ	157
ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ОБРАБОТКА	159
СТРАТЕГИИ ФРЕЗЕРОВАНИЯ	160
ТРУДНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ	162

### **ОТРЕЗНЫЕ РЕЗЦЫ**

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОТРЕЗКЕ	166
---------------------------	-----

## **СТАНОЧНАЯ ОСНАСТКА**

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНОЧНОЙ ОСНАСТКЕ	170
ТИПЫ БАЗОВЫХ ДЕРЖАТЕЛЕЙ	171
БАЛАНСИРОВКА СИСТЕМЫ	176
ИНСТРУМЕНТ/БАЗОВЫЙ ДЕРЖАТЕЛЬ	
НСК	178
РЕЗЬБОВЫЕ ПАТРОНЫ	180
РАСЧЕТ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА	183

### **ПЕРЕТОЧКА**

СВЕРЛА	186
РАЗВЕРТКИ	199
ЗЕНКОВКИ	201
МЕТЧИКИ	201
ФРЕЗЫ	205

## Общая информация

### ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ (В МЕТРИЧЕСКОЙ

### СВЕРЛЕНИЕ

Частота вращения

$$n = \frac{V_c * 1000}{\pi * D}$$

$n$  = об/мин

$V_c$  = скорость резания  
(м/мин)

$D$  = диаметр (мм)

Минутная  
подача

$$V_f = n * f_n$$

$V_f$  = минутная подача (мм/мин)

$n$  = частота вращения (об/  
мин)

$f_n$  = подача на оборот (мм/об)

Осевое усилие

$$T = 11.4 * K * D * (100 * f_n)^{0.85}$$

Мощность

$$P = \frac{1.25 * D^2 * K * n * (0.056 + 1.5 * f_n)}{100,000}$$

Для перевода в л.с. умножьте на 1.341

$P$  = мощность (кВт)

$K$  = коэффициент материала

$T$  = осевое усилие (Н)

$D$  = диаметр (мм)

$V_f$  = минутная подача (мм/мин)

$n$  = частота вращения (об/мин)

$f_n$  = подача на оборот



# Общая информация

## ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Частота вращения

$$n = \frac{V_c * 1000}{\pi * D}$$

$n$  = об/мин

$V_c$  = скорость резания (м/мин)

$D$  = диаметр (мм)

Минутная  
подача

$$V_f = n * f_z * z$$

$V_f$  = минутная подача (мм/мин)

$f_z$  = подача на зуб (мм)

$z$  = количество режущих зубьев

Крутящий момент

$$M_c = \frac{a_p * a_e * v_f * k_c}{2 \pi * n}$$

$M_c$  = крутящий момент [Нм]

$a_p$  = глубина резания [мм]

$a_e$  = ширина фрезерования [мм]

Мощность

$$P_c = \frac{a_p * a_e * v_f * k_c}{60 * 102 * 9,81}$$

$P_c$  = мощность резания [Вт]

$n$  = частота вращения [об/мин]

$k_c$  = удельное усилие резания [Н/мм<sup>2</sup>]

$$k_c = k_{c1} * h_m^{-z}$$

$h_m$  = средняя толщина стружки [мм]

$k_c$  = удельное усилие резания [Н/мм<sup>2</sup>]

$z$  = коэффициент коррекции для средней толщины стружки

$k_{c1}$  = удельное усилие резания при величине  $h_m = 1$  мм

где

$$h_m = \frac{f_z * a_e * 360}{D * \pi * \arccos\left[1 - \frac{2 * a_e}{D}\right]}$$

## Общая информация

### РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЕ

Частота вращения

$$n = \frac{V_c * 1000}{\pi * D}$$

Минутная подача

$$V_f = n * p$$

Крутящий момент

$$M_d = \frac{p_2 * D * k_c}{8000}$$

Мощность

$$P = \frac{M_d * 2 * \pi * n}{60}$$

$M_d$  = крутящий момент [Нм]

$p$  = шаг резьбы [мм]

$D$  = номинальный диаметр резьбы [мм]  $P$  = мощность (кВт)

$V_c$  = скорость резания (мм/мин)

$V_f$  = минутная подача (мм/мин)

$k_c$  = удельное усилие резания [Н/мм<sup>2</sup>]

$n$  = об/мин

## Общая информация

### ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ (В ДЮЙМОВОЙ СИСТЕМЕ)

#### Сверление

##### Частота вращения

$$n = \frac{12 \cdot V_c}{\pi \cdot D_c}$$

$n$  = об/мин

$V_c$  = скорость резания (футов/мин)

$D_c$  = диаметр (дюймов)

##### Минутная подача

$$V_f = n \cdot f_n$$

$V_f$  = минутная подача (дюймов/мин)

$n$  = частота вращения (об/мин)

$f_n$  = подача на оборот (дюймов)

---

#### ФРЕЗЕРОВАНИЕ

##### Частота вращения

$$n = \frac{12 \cdot V_c}{\pi \cdot D_c}$$

$n$  = об/мин

$V_c$  = скорость резания (футов/мин)

$D_c$  = диаметр (дюймов)

##### Минутная подача

$$V_f = f_z \cdot n \cdot z$$

$V_f$  = минутная подача (дюймов/мин)

$f_z$  = подача на зуб (дюймов)

$n$  = частота вращения (об/мин)

$z$  = количество режущих зубьев

# Общая информация

## КОЭФФИЦИЕНТ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ МАТЕРИАЛА

Группы обрабатываемых материалов		
1. Сталь	1.1	Электротехническая
	1.2	Конструкционная, в том числе цементируемая
	1.3	Углеродистая нелегированная
	1.4	Легированная
	1.5	Легированная, после закалки и отпуска
	1.6	Легированная, после закалки и отпуска
	1.7	Легированная, закаленная
	1.8	Легированная, закаленная
2. Нержавеющая сталь	2.1	Повышенной обрабатываемости
	2.2	Аустенитная
	2.3	Аустенитно-ферритная
3. Чугун	3.1	С пластинчатым графитом
	3.2	С пластинчатым графитом
	3.3	С шаровидным графитом
	3.4	С шаровидным графитом
4. Титан	4.1	Технически чистый
	4.2	Титановые сплавы
	4.3	Титановые сплавы
5. Никель	5.1	Технически чистый
	5.2	Никелевые сплавы
	5.3	Никелевые сплавы
6. Медь	6.1	Технически чистая
	6.2	Бронзы и латуни на основе Sn
	6.3	Бронзы и латуни на основе Zn
	6.4	Высокопрочные бронзы
7. Алюминий, магний	7.1	Технически чистые
	7.2	Их сплавы, с содержанием, $Si < 0.5\%$
	7.3	Их сплавы, с содержанием $0.5\% < Si < 10\%$
	7.4	Их сплавы, с содержанием $Si > 10\%$
8. Пластмассы	8.1	Термопластики
	8.2	Термореактивные
	8.3	Армированные
9. Твердые материалы	9.1	Металлокерамика
10. Графит	10.1	Технический

## Общая информация

Сверление	Фрезерование		Резьбонарезание	
$k$	$k_{c1}$	$z$	$k_c$	
Коэффициент обрабатываемости материала	Н/мм <sup>2</sup>	Коэффициент коррекции		ISO
1,3	1400	0,18	2000	P
1,4	1450	0,22	2100	P
1,9	1500	0,20	2200	P
1,9	1550	0,20	2400	P
2,7	1600	0,20	2500	P
3,4	1700	0,20	2600	P
3,7	1900	0,20	2900	H
4,0	2300	0,20	2900	H
1,9	1300	0,36	2300	M
1,9	1500	0,32	2600	M
2,7	1600	0,24	3000	M
1,0	900	0,26	1600	K
1,5	1100	0,26	1600	K
2,0	1150	0,24	1700	K
1,5	1450	0,24	2000	K
1,4	900	0,20	2000	S
2,0	1200	0,22	2000	S
2,7	1450	0,22	2300	S
1,3	1100	0,12	1300	S
2,0	1450	0,22	2000	S
2,7	1700	0,22	2000	S
0,6	450	0,20	800	N
0,7	500	0,30	1000	N
0,7	600	0,32	1000	N
1,5	1600	0,36	1000	N
0,6	250	0,22	700	N
0,6	450	0,18	700	N
0,7	450	0,18	800	N
0,7	500	0,15	1000	N
0,6	1400	0,15	400	O
0,6	1400	0,20	600	O
1,0	1600	0,30	800	O
4,0	2600	0,38	>2800	H
-	200	0,30	600	O

## Общая информация

### ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#### БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ

HSS

##### **Быстрорежущая сталь**

Быстрорежущая сталь хорошо обрабатывается и имеет прекрасные эксплуатационные свойства: твердость, прочность и износостойкость. Применяется для изготовления большого количества режущих инструментов, в том числе сверл и метчиков.

HSCo

HSS-E

##### **Быстрорежущая сталь, легированная кобальтом**

Данные марки стали содержат кобальт для повышения теплостойкости. Добавление кобальта также положительно влияет на прочность, твердость и износостойкость инструмента. Используются для изготовления сверл, метчиков, фрез и разверток.

HSCo  
XP

HSS-E-PM

##### **Порошковая быстрорежущая сталь, легированная кобальтом**

Быстрорежущая сталь HSCo-XP, изготовленная методом порошковой металлургии и, легированная кобальтом, превосходно шлифуется и имеет высокую прочность. Фрезы и метчики, изготовленные из такой стали, обладают лучшими свойствами, чем инструмент из любых других марок быстрорежущей стали.

## Общая информация

### Структура материала

Стали, производимые методами порошковой металлургии, имеют более мелкозернистую структуру,

обеспечивающую более высокие прочность и износостойкость.



HSS



HSS-E-PM

### Основные стали, используемые компанией Dormer, это

Марка		Твердость (HV10)	C %	W %	Mo %	Cr %	V %	Co %
HSS	M2	810-850	0,9	6,4	5,0	4,2	1,8	-
HSS-E	M35	830-870	0,93	6,4	5,0	4,2	1,8	4,8
	M42	870-960	1,08	1,5	9,4	3,9	1,2	8,0
HSS-E-PM	ASP 2017	860-900	0,8	3,0	3,0	4,0	1,0	8,0
	ASP 2030	870-910	1,28	6,4	5,0	4,2	3,1	8,5
	ASP 2052	870-910	1,6	10,5	2,0	4,8	5,0	8,0

# Общая информация

## ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ

HM

### Твердые сплавы (или металлокерамика)

Это спеченный порошковый материал, состоящий из карбидов различных металлов и связки.

Основной составляющей твердого сплава является карбид вольфрама (WC). Для придания различных свойств в твердые сплавы добавляют карбид тантала (TaC), карбид титана (TiC) и

карбид ниобия(NbC). Карбиды определяют высокую твердость сплава. Кобальт (Co) выступает в качестве связки.

Твердые сплавы характеризуются высокой прочностью на сжатие, твердостью и износостойкостью, но в тоже время обладают низкой прочностью на растяжение и изгиб. Применяются для изготовления метчиков, разверток, концевых и резьбовых фрез, сверл.

Свойства	Быстрорежущие стали	Твердые сплавы	K10/30F (часто используется для изготовления цельнотвердосплавного инструмента)
Твердость (HV30)	800-950	1300-1800	1600
Плотность (г/см <sup>3</sup> )	8,0-9,0	7,2-15	14,45
Предел прочности на сжатие (Н/мм <sup>2</sup> )	3000-4000	3000-8000	6250
Предел прочности на изгиб (Н/мм <sup>2</sup> )	2500-4000	1000-4700	4300
Теплостойкость (°C)	550	1000	900
Модуль упругости (кН/мм <sup>2</sup> )	260-300	460-630	580
Размер зерна (мкм)	-	0,2-10	0,8



## Общая информация

Разные количества карбида вольфрама (WC) и связки (Co) в сочетании дают следующие изменения в свойствах твердого сплава.

Характеристика	Большее количество WC	Большее количество Co
Твердость	Более высокая твердость	Более низкая твердость
Прочность на сжатие	Более высокая прочность на сжатие	Более низкая прочность на сжатие
Прочность на изгиб	Более высокая прочность на изгиб	Более низкая прочность на изгиб

Размер зерна твердого сплава также влияет на механические свойства. Мелкозернистая структура имеет более высокую твердость, крупнозернистая - большую прочность.

## Инструментальные материалы - твердость в соотношении с прочностью

### Твердость (HV30)



**Кермет** = металлокерамика

**CBN** = кубический нитрид бора

**PCD** = поликристаллический алмаз

## Общая информация

### СПОСОБЫ УПРОЧНЕНИЯ



#### Оксидирование

Оксидирование создает на поверхности прочный слой окислов черного цвета, который удерживает СОЖ, препятствует привариванию частиц стружки и образованию нароста на режущей кромке. Оксидирование можно применять для любого инструмента, но наиболее эффективно оно работает на сверлах и метчиках.



#### Азотирование (FeN)

Азотирование применяется для увеличения твердости и износостойкости поверхности инструмента. В основном азотированию подвергаются метчики, работающие в абразивных материалах, таких как чугун, бакелит. Также используется для увеличения прочности и износостойкости ленточек спиральных сверл.



#### Покрытие Bronze Finish

Это покрытие представляет собой тонкую окисную пленку на поверхности инструмента, используется в основном для быстрорежущих сталей, легированных кобальтом и ванадием.



#### Хромирование (Cr)

Хромирование в специальных условиях позволяет существенно увеличить поверхностную твердость, до величины HRC 68. Это особенно важно при нарезании резьбы метчиками в конструкционных и углеродистых сталях, меди, латуни и т.д.

## Общая информация

### ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ



#### Нитрид титана (TiN)

Нитрид титана - это керамическое покрытие золотого цвета, наносимое методом PVD. Высокая твердость и низкий коэффициент трения этого покрытия увеличивают стойкость инструмента и позволяют поднять режимы резания по сравнению с непокрытым инструментом. Покрытие TiN главным образом используется для сверл и метчиков.



#### Карбонитрид титана (TiCN)

Покрытие из карбонитрида титана, также наносимое методом PVD, имеет большую твердость и более низкий коэффициент трения по сравнению с покрытием TiN. Свойства этого покрытия определили его использование для фрезерного инструмента, существенно улучшающее эксплуатационные характеристики фрез.













#### Алюмонитрид титана (TiAlN)

TiAlN представляет собой многослойное PVD покрытие, имеющее высокую прочность и стойкость к окислению. Оно идеально подходит для высоких скоростей и подач, в тоже время, увеличивая стойкость инструмента. Это покрытие может наноситься на сверла и метчики. Рекомендуется для обработки без СОЖ.

# Общая информация

## СВОЙСТВА ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

Покрытие	Цвет	Химический состав покрытия	Твердость (HV)	Толщина (мкм)	
	Темно-серый	Fe 304	400	Max. 5	
	Бронзовый	Fe 304	400	Max. 5	
	Серый	FeN	1300	20	
	Серебристый	Cr	1100	Max. 5	
	Золотой	TiN	2300	1-4	
	Серо-голубой	TiCN	3000	1-4	
	Черно-серый	TiAlN	3300	3	
	Фиолетово-серый	CrN	1750	3-4	
	Серебристо-серый	AlCrN	3200		
	черный	TiAlN + WC/C	3000	2-6	

## Общая информация

### СВОЙСТВА ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

	Структура покрытия	Коэффициент трения (по стали)	Max. раб. темп. (°C)
	Диффузия в поверхность	–	550
	Диффузия в поверхность	–	550
	Зона диффузии	–	550
	Однослойное	–	550
	Однослойное	0,4	600
	Многослойное градиентное	0,4	500
	С наноструктурой	0,3-0,35	900
	Однослойное	0,5	700
	Однослойное	0,35	1100
	Многослойное пластинчатое	0,2	800

# Общая информация

## ГРУППЫ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

DORMER разделяет обрабатываемые материалы на 10 основных групп (классификация AMG). Рекомендации по выбору инструмента основаны на этой классификации.

ГРУППЫ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ		
1. Сталь	1.1	Электротехническая
	1.2	Конструкционная, в том числе цементируемая
	1.3	Углеродистая нелегированная
	1.4	Легированная
	1.5	Легированная, после закалки и отпуска
	1.6	Легированная, после закалки и отпуска
	1.7	Легированная, закаленная
	1.8	Легированная, закаленная
2. Нержавеющая сталь	2.1	Повышенной обрабатываемости
	2.2.	Аустенитная
	2.3	Аустенитно-ферритная
	2.4	Дисперсионно-твердеющий сплав
3. Чугун	3.1	С пластинчатым графитом
	3.2	С пластинчатым графитом
	3.3	С шаровидным графитом
	3.4	С шаровидным графитом
4. Титан	4.1	Технически чистый
	4.2	Титановые сплавы
	4.3	Титановые сплавы
5. Никель	5.1	Технически чистый
	5.2	Никелевые сплавы
	5.3	Никелевые сплавы
6. Медь	6.1	Технически чистая
	6.2	Бронзы и латуни на основе Sn
	6.3	Бронзы и латуни на основе Zn
	6.4	Высокопрочные бронзы
7. Алюминий, магний	7.1	Технически чистые
	7.2	Их сплавы, с содержанием, $Si < 0.5\%$
	7.3	Их сплавы, с содержанием $0.5\% < Si < 10\%$
	7.4	Их сплавы, с содержанием $Si > 10\%$
8. Пластмассы	8.1	Термопластики
	8.2	Термореактивные
	8.3	Армированные
9. Твердые материалы	9.1	Металлокерамика
10. Графит	10.1	Технический

## Общая информация

### ПРИМЕРЫ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ СТАНДАРТОВ

Полный перечень материалов и соответствие между различными стандартами можно найти в электронном каталоге Dormer Product Selector на CD диске или на сайте [www.dormertools.com](http://www.dormertools.com)

	Твердость HB	Прочность, Н/мм <sup>2</sup>
	< 120	< 400
	< 200	< 700
	< 250	< 850
	< 250	< 850
	> 250 < 350	> 850 < 1200
	> 350	> 1200 < 1620
	49-55 HRc	> 1620
	55-63 HRc	> 1980
	< 250	< 850
	< 250	< 850
	< 300	< 1000
	> 320 < 410	> 1100 < 1400
	> 150	> 500
	> 150 ≤ 300	> 500 < 1000
	< 200	< 700
	> 200 < 300	> 700 < 1000
	< 200	< 700
	< 270	< 900
	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250
	< 150	< 500
	> 270	> 900
	> 270 < 350	> 900 < 1200
	< 100	< 350
	< 200	< 700
	< 200	< 700
	< 470	< 1500
	< 100	< 350
	< 150	< 500
	< 120	< 400
	< 120	< 400
	-	-

# Общая информация

ГРУППЫ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ (AMG)		
1. Сталь	1.1	Электротехническая
	1.2	Конструкционная, в том числе цементируемая
	1.3	Углеродистая нелегированная
	1.4	Легированная
	1.5	Легированная, после закалки и отпуска
	1.6	Легированная, после закалки и отпуска
	1.7	Легированная, закаленная
	1.8	Легированная, закаленная
2. Нержавеющая сталь	2.1	Повышенной обрабатываемости
	2.2	Аустенитная
	2.3	Аустенитно-ферритная
	2.4	Дисперсионно-твердеющий сплав
3. Чугун	3.1	С пластинчатым графитом
	3.2	С пластинчатым графитом
	3.3	С шаровидным графитом
	3.4	С шаровидным графитом
4. Титан	4.1	Технически чистый
	4.2	Титановые сплавы
	4.3	Титановые сплавы
5. Никель	5.1	Технически чистый
	5.2	Никелевые сплавы
	5.3	Никелевые сплавы
6. Медь	6.1	Технически чистая
	6.2	Бронзы и латуни на основе Sn
	6.3	Бронзы и латуни на основе Zn
	6.4	Высокопрочные бронзы
7. Алюминий, магний	7.1	Технически чистые
	7.2	Их сплавы, с содержанием, Si<0.5%
	7.3	Их сплавы, с содержанием 0.5% < Si < 10%
	7.4	Их сплавы, с содержанием Si > 10%
8. Пластмассы	8.1	Термопластики
	8.2	Термореактивные
	8.3	Армированные
9. Твердые материалы	9.1	Металлокерамика
10. Графит	10.1	Технический



## Общая информация

EN	W No.	DIN
	1.1015, 1.1013	Rfe60, Rfe100
EN 10 025 – S235JRG2	1.1012, 1.1053, 1.7131	St37-2, 16MnCr5, St50-2
EN 10 025 – E295	1.1191, 1.0601	CK45, C60
EN 10 083-1 – 42 CrMo 4 EN 10 270-2	1.7225, 1.3505, 1.6582, 1.3247	42CrMo4, 100Cr6 34CrNiMo6, S2-10-1-8
EN ISO 4957 – HS6-5-2 EN-ISO 4957 – HS6-5-2-5	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, 55NiCrMoV6 X210Cr12, S2-10-1-8
EN-ISO 4957 – HS2-9-1-8	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12 X210Cr12, S2-10-1-8
EN-ISO 4957 – HS2-9-1-8	1.2510	100MnCrW4
EN-ISO 4957 – X40CrMoV5-1	1.3343, 1.2344	S6-5-2, GX40CrMoV5-1
EN 10 088-3 – X14CrMoS17	1.4305, 1.4104	X10CrNiS189, X12CrMoS17
EN 10 088-2,0 -3 – 1.4301+AT	1.4301, 1.4541 1.4571	X5CrNi189 X10CrNiMoTi1810
EN 10 088-3 – 1.4460	1.4460, 1.4512 1.4582	XBCrNiMo275, X4CrNiMoN6257
EN 1.4547	1.4547	X2CrNiMo20-18-6
EN 1561 – EN-JL1030	0.6010, 0.6040	GG10, GG40
EN 1561 – EN-JL1050	0.6025, 0.6040	GG25, GG40
EN 1561 – EN-JL2040	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70 GTS45-06, GTW45-07
EN 1561 – EN-JL2050	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70 GTS45-06, GTW45-07
	3.7024LN	Ti99,8
	3.7164LN, 3.7119LN	TiAl6V4, TiAl55n2
	3.7164LN, 3.7174LN, 3.7184LN	TiAl6V4, TiAl6V5Sn2 TiAl4MoSn2
	2.4060, 2.4066	Nickel 200, 270, Ni99,6
	2.4630LN, 2.4602, 2.4650LN	Nimonic 75, Monel 400 Hastelloy C, Inconel 600
	2.4668LN, 2.4631LN, 2.6554LN	Inconel 718 Nimonic 80A, Waspaloy
EN 1652 – CW004A	2.0060, 2.0070	E-Cu57, SE-Cu
EN 1652 – CW612N	2.0380, 2.0360, 2.1030, 2.1080	CuZn39Pb2, CuZn40 CuSn8, CuSn6Zn
EN 1652 – CW508L	2.0321, 2.0260	CuZn37, CuZn28 * Ampco ® 18, Ampco 25
EN 485-2 – EN AW-1070A	3.0255	Al99,5
EN 755-2 – EN AW-5005	3.1355, 3.3525	AlCuMg2, AlMg2Mn0,8
EN 1706 – EN AC-42000	3.2162.05, 3.2341.01	GD-AlSi8Cu, G-AlSi5Mg
SS-EN 1706 – EN AC-47000	3.2581.01	G-AlSi18, G-AlSi12

## Общая информация

### ГРУППЫ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ (AMG)

1. Сталь	1.1	Электротехническая
	1.2	Конструкционная, в том числе цементируемая
	1.3	Углеродистая нелегированная
	1.4	Легированная
	1.5	Легированная, после закалки и отпуска
	1.6	Легированная, после закалки и отпуска
	1.7	Легированная, закаленная
	1.8	Легированная, закаленная
2. Нержавеющая сталь	2.1	Повышенной обрабатываемости
	2.2	Аустенитная
	2.3	Аустенитно-ферритная
	2.4	Дисперсионно-твердеющий сплав
3. Чугун	3.1	С пластинчатым графитом
	3.2	С пластинчатым графитом
	3.3	С шаровидным графитом
	3.4	С шаровидным графитом
4. Титан	4.1	Технически чистый
	4.2	Титановые сплавы
	4.3	Титановые сплавы
5. Никель	5.1	Технически чистый
	5.2	Никелевые сплавы
	5.3	Никелевые сплавы
6. Медь	6.1	Технически чистая
	6.2	Бронзы и латуни на основе Sn
	6.3	Бронзы и латуни на основе Zn
	6.4	Высокопрочные бронзы
7. Алюминий, магний	7.1	Технически чистые
	7.2	Их сплавы, с содержанием, $Si < 0.5\%$
	7.3	Их сплавы, с содержанием $0.5\% < Si < 10\%$
	7.4	Их сплавы, с содержанием $Si > 10\%$
8. Пластмассы	8.1	Термопластики
	8.2	Термореактивные
	8.3	Армированные
9. Твердые материалы	9.1	Металлокерамика
10. Графит	10.1	Технический

## Общая информация

	BS	SS	USA	UNS
	230Mo7, 050A12	1160	Leaded Steels	G12120
	060A35, 080M40, 4360-50B	1312, 1412, 1914	135, 30	G10100
	080M46, 080A62	1550, 2142, 2172	1024, 1060, 1061	G10600
	708M40/42, 817M40 534A99, BM2, BT42	1672-04, 2090 2244-02, 2541-02	4140, A2, 4340 M42, M2	G41270, G41470 T30102, T11342
	B01, BM2, BT42 826 M40, 830M31	2244-04, 2541-03 2550, 2722, 2723	01, L6, M42, D3, A2 M2, 4140, 8630	G86300, T30102 T11302, T30403 T11342
	801, 826 M40, 830M31	2244-05, 2541-05 HARDOX 400	01, L6, M42, D3 4140, 8130	T30403, G41400 J14047
	BO1, BD3, BH13	HARDOX 500		
	BM2, BH13	2242 HARDOX 600		
	303 S21, 416 S37	2301, 2312, 2314 2346, 2380	303, 416 430F	S30300, S41600 S43020
	304 S15, 321 S17, 316 S, 320 S12	2310, 2333, 2337 2343, 2353, 2377	304, 321, 316	S30400, S32100 S31600
	317 S16, 316 S16	2324, 2387, 2570	409, 430, 436	S40900, S4300, S43600
	HR41	2378	17-4PH	S31254
	Grade150, Grade 400	0120, 0212, 0814	ASTM A48 class 20	F11401, F12801
	Grade200, Grade 400	0125, 0130, 0140, 0217	ASTM A48 class 40 ASTM A48 class 60	F12801, F14101
	420/12, P440/7 700/2, 30g/72	0219, 0717, 0727 0732, 0852	ASTM A220 grade 40010 ASTM A602 grade M4504	F22830 F20001
	420/12, P440/7 700/2, 30g/72	0221, 0223 0737, 0854	ASTM A220 grade 90001 ASTM A602 grade M8501	F26230 F20005
	TA1 to 9	Ti99,8	ASTM B265 grade 1	R50250
	TA10 to 14, TA17	TiAl6V4, TiAl5Sn2	AMS4928	R54790
	TA10 to 13, TA28	TiAl6V5Sn2	AMS4928, AMS4971	R56400, R54790
	NA 11, NA12	Ni200, Ni270	Nickel 200, Nickel 230	N02200, N02230
	HR203 3027-76		Nimonic 75, Monel400 Hastelloy, Inconel600	N06075, N10002 N04400, N06600
	HR8 HR401, 601		Inconel 718, 625 Nimonic 80	N07718, N07080 N06625
	C101	5010	101	C10100, C1020
	CZ120, CZ109,PB104	5168		C28000, C37710
	CZ108,CZ106	5150		C2600, C27200
	AB1 type	5238, JM7-20		
	LMO, 1 B (1050A)	4005	EC, 1060, 1100	A91060, A91100
	LM5, 10, 12, N4 (5251)	4106, 4212	380, 520.0, 520.2, 2024, 6061	A03800, A05200, A92024
	LM2,4,16,18,21,22, 24,25,26,27,L109	4244	319.0, 333.0 319.1, 356.0	A03190, A03330 C35600
	LM6, 12,13, 20, 28, 29, 30	4260, 4261, 4262	4032, 222.1, A332.0	A94032, A02220, A13320
	Polystyrene, Nylon, PVC Cellulose, Acetate & Nitrate			
	Ebonite, Tufnol, Bakelite			
	Kevlar Printed Circuit boards			
	Ferrotic Ferrotitanit			

# Общая информация

## ОБРАБОТКА СТАЛИ

### ЛЕГИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Все стали можно разделить на углеродистые и легированные.

Углеродистые (или нелегированные) стали

в качестве основного легирующего элемента содержат углерод.

Максимальное содержание углерода не превышает 1.3%.

Легированные стали, кроме углерода и железа, содержат дополнительные элементы, влияющие на такие свойства как прочность, износостойкость и закаливаемость. Количество легирующих элементов

варьируется в широких пределах.

Четкой границы между углеродистыми и легированными сталями не существует.

### ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

По назначению, стали также можно классифицировать, как конструкционные и инструментальные.

Конструкционные стали главным образом используют для изготовления деталей машин. Часто применяются без дополнительной термообработки, а наиболее важной их характеристикой является прочность.

Из инструментальных сталей изготавливаются режущие инструменты, ножи, штампы. К ним предъявляются требования по износостойкости, твердости, иногда прочности. Как правило, они подвергаются различным видам термообработки для достижения необходимых эксплуатационных характеристик.

Между конструкционными и инструментальными сталями также трудно провести четкую границу.

## Общая информация

### ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОБРАБОТКЕ СТАЛЕЙ

- Группа сталей чрезвычайно обширна, поэтому очень важно правильно определить, какой материал и как он обрабатывается. Используйте Dormer Product Selector для правильного отнесения материала к той или иной группе обрабатываемых материалов, что в дальнейшем поможет выбрать оптимальный инструмент.
- В основном нелегированные и низколегированные стали являются мягкими и вязкими. Для их обработки используйте острый инструмент с позитивной геометрией.
- Высоколегированные стали могут иметь высокую твердость и абразивные свойства. Для увеличения стойкости необходимо использовать инструмент с износостойкими покрытиями.
- Как уже было сказано выше, инструментальные стали закаляются до различной твердости. Необходимо учитывать марку обрабатываемой стали и ее твердость для корректного выбора инструмента.

## Общая информация

### ОБРАБОТКА НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Нержавеющими называются стали с содержанием хрома более 12%. С увеличением количества хрома коррозионная стойкость сталей возрастает. Для получения необходимой структуры и механических свойств нержавеющие стали дополнительно легируют никелем и молибденом.

Нержавеющие стали можно разделить на следующие группы

- **Ферритные нержавеющие стали**  
- часто имеют высокую прочность и хорошо обрабатываются резанием.
- **Мартенситные нержавеющие стали**  
- обрабатываются нормально.
- **Аустенитные нержавеющие стали** - характеризуются высоким коэффициентом удлинения. Являются труднообрабатываемыми.
- **Аустенитно-ферритные нержавеющие стали**  
- часто также называются дуплексными нержавеющими сталями. Также относятся к труднообрабатываемым.

## Общая информация

### ПОЧЕМУ НЕРЖАВЕЮЩИЕ СТАЛИ ТАК ПЛОХО ОБРАБАТЫВАЮТСЯ?

- Большинство нержавеющей сталей самоупрочняется при деформации, в т.ч. при снятии стружки. Степень наклепа уменьшается по мере удаления от места деформации. В зоне резания твердость может увеличиваться на 100%, особенно при неправильном выборе инструмента.
- Нержавеющие стали плохо проводят тепло, что приводит к более высоким температурам в зоне резания, чем при обработке, например, стали такой же твердости AMG 1.3.
- Высокая прочность этих сталей ведет к большим нагрузкам на режущую кромку инструмента. Вместе с плохой теплопроводностью и наклепом это обуславливает низкую обрабатываемость этих сталей резанием.
- Нержавеющие стали склонны к налипанию на поверхность режущего инструмента.
- Трудности со стружкодроблением и образованием заусенцев из-за высокой прочности также являются одной из особенностей этих сталей.

### ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО ОБРАБОТКЕ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

- Для сверления используйте сверла серии ADX или CDX с внутренним подводом СОЖ. Это позволит сохранить минимальную степень самоупрочнения (в пределах 10%) нержавеющей стали при обработке.
- При более высоких подачах отвод тепла из зоны резания больше. Необходимо это помнить при устранении сложностей, возникающих при обработке нержавеющей стали.
- При назначении скорости резания всегда начинайте с нижних рекомендуемых значений, т.к. разные партии заготовок могут обрабатываться на различных режимах. Также учитывайте, что для более глубоких отверстий необходимо уменьшать скорость на 10-20% от рекомендуемых значений.

## Общая информация

- При нарезании резьбы в дуплексных и высоколегированных нержавеющих сталях используйте нижние значения рекомендуемых диапазонов.
- Используйте, по возможности, минеральное масло; если приходится применять эмульсию, то ее концентрация должна быть не менее 8%.
- Первым выбором при обработке нержавеющей стали является инструмент с покрытием, т.к. он лучше препятствует образованию нароста.
- Не используйте изношенный инструмент, т.к. это увеличивает наклеп материала при обработке и приводит к поломке инструмента.

### ОБРАБОТКА ЧУГУНА

Чугуны по своей структуре бывают трех различных типов:

#### **Ферритный** -

легкообрабатываемый чугун с низкой прочностью и твердостью менее HB 150. На низких скоростях резания может образовывать нарост на режущей кромке.

#### **Ферритно-перлитный**

- чугун с твердостью от HB 150 до 290 единиц, прочность может варьироваться от низкой до высокой.

**Перлитный** - прочность такого чугуна зависит от размеров кристаллов перлита. Мелкозернистый перлит придает чугуну высокую твердость и прочность, крупнозернистый приводит к "намазыванию" его на режущую кромку и появлению нароста.

### ЛЕГИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Чугун представляет собой сплав железа, углерода и кремния с содержанием углерода 2...4 %, кремния 1...3 %, также он может содержать некоторое количество марганца (Mn), фосфора (P) и серы (S). В зависимости от того, в каком виде находится графит, чугуны разделяют на серые чугуны, чугуны с шаровидным графитом, ковкий и легированный чугуны.

Легирование чугуна никелем, медью, молибденом и хромом, к примеру, повышает его тепло- и коррозионную стойкость, вязкость и прочность.

Легирующие элементы делятся на карбидообразующие и графитообразующие. Легирование существенным образом влияет на обрабатываемость чугунов.



## Общая информация

### ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Из чугунов изготавливаются различные детали, например, блоки цилиндров двигателей, корпуса насосов и клапанов. Как правило, чугун используется там, где необходимо получить деталь сложной формы и достаточной прочности.

### ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОБРАБОТКЕ ЧУГУНА

- Большинство чугунов, благодаря наличию графита в структуре, легко обрабатываются резанием, так как графит позволяет получить короткую “сыпучую” стружку и улучшает смазывание режущей кромки.
- Для обработки чугунов в основном используется инструмент с отрицательным или небольшим положительным значением переднего угла.
- Инструмент с покрытием имеет существенно большую стойкость из-за преобладания при обработке абразивного износа.
- В большинстве случаев обработка может выполняться без СОЖ.
- Основными сложностями при обработке являются неравномерный припуск на отливках, наличие литейной корки и включений песка.

### ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Обработка алюминиевых сплавов характеризуется следующими особенностями: высокие скорости резания, низкие усилия, минимальный износ режущего инструмента, сравнительно низкая температура резания. Для обработки алюминия лучше всего использовать

режущие инструменты со специально разработанной геометрией. Также можно использовать обычные режущие инструменты, но в этом случае сложно достигнуть необходимого качества поверхности и избежать образования на режущей кромке нароста.

## Общая информация

### ЛЕГИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Часто алюминий используется в виде сплавов, легированных кремнием (Si), магнием (Mg), марганцем (Mn), медью (Cu) и цинком (Zn), для получения различных показателей прочности, твердости и пластичности. Сплав, содержащий менее 1% железа и кремния,

называется технически чистым алюминием.

Алюминиевые сплавы обычно делятся на деформируемые и литейные. Деформируемые сплавы могут быть термообработываемые, нетермообработываемые и механически упрочняемые.

### ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Алюминий является вторым по используемости металлом. Причиной этому служит привлекательное сочетание низкой плотности, высокой прочности, хорошей проводимости и простоты утилизации.

Алюминий используется везде:

- Транспорт: автомобили, грузовики, автобусы и поезда, где применение алюминия позволяет

снизить вес. Например, из него изготавливаются блоки цилиндров, поршни и радиаторы.

- Машиностроение: изготовление различных конструкций, в том числе из специально сконструированных профилей.
- Алюминиевые сплавы широко используются в электромеханических устройствах, строительстве и в качестве упаковочного материала.

### ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОБРАБОТКЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

- При обработке алюминиевых сплавов необходимо использовать инструмент с острыми режущими кромками и позитивной геометрией.
- Правильный выбор скорости резания и подачи очень важны для

снижения образования нароста и улучшения стружкодробления.

- Для обработки алюминиевых сплавов с содержанием кремния больше 6%, обладающих абразивными свойствами, необходимо использовать инструмент с покрытием.
- Использование СОЖ важно при обработке алюминиевых сплавов.

## Общая информация

### Смазочно-охлаждающая среда

Для снижения трения и отвода тепла при обработке резанием применяются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ).



Эмульсия



Масляный туман

Тип СОЖ	Описание
Эмульсия	Эмульсии или СОЖ на водной основе обладают хорошими смазывающими и охлаждающими свойствами. Концентрат эмульсии содержит различные присадки, в том числе смазывающие вещества, консерванты и поверхностно-активные вещества для улучшения скольжения.
Масляный туман	Масляный туман - это распыление небольшого количества масла вместе со сжатым воздухом для смазывания во время резания или пластической деформации.
Масло	Масла для обработки резанием имеют хорошие смазывающие свойства, но недостаточно хорошо отводят тепло.
Сжатый воздух	Сжатый воздух, направленный в зону резания.

## Общая информация

Тип СОЖ			
СОЖ	Инструменты	Подгруппа	
Эмульсия	Фрезы	Твердый сплав	
		Быстрорежущая сталь, черновая и чистовая обработка пазов	
		Быстрореж. сталь, чистовая обработка (только с покрытием)	
	Резьбофрезы	Твердый сплав	
	Сверла	Твердый сплав	
		Быстрорежущая сталь	
	Метчики	Твердый сплав с покрытием	
Быстрорежущая сталь			
Быстрорежущая сталь			
Масляный туман	Фрезы	Твердый сплав	
		Быстрорежущая сталь, черновая и чистовая обработка пазов	
		Быстрореж. сталь, чистовая обработка (только с покрытием)	
	Резьбофрезы	Твердый сплав	
	Сверла	Твердый сплав	
		Быстрорежущая сталь	
	Метчики	Твердый сплав с покрытием	
Быстрорежущая сталь			
Быстрорежущая сталь			
Масло	Метчики	Твердый сплав с покрытием	
		Быстрорежущая сталь	
		Быстрорежущая сталь	
Сжатый воздух	Фрезы	Твердый сплав	
		Быстрорежущая сталь, черновая и чистовая обработка пазов	
		Быстрореж. сталь, чистовая обработка (только с покрытием)	
	Резьбофрезы	Твердый сплав	
	Сверла	Твердый сплав с покрытием	
	Метчики	Быстрореж.сталь	
		Твердый сплав с покрытием	
Быстрорежущая сталь			
Быстрорежущая сталь			



# Общая информация

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ



Положительный передний угол

Отрицательный передний угол

Передний угол	Преимущества / область применения	Недостатки
Малый или отрицательный (-5° – 5°)	Прочная геометрия, прочная режущая кромка. Хорошо работает при обработке чугунов и закаленных сталей.	Не работает при обработке мягких или вязких материалов. Высокие усилия резания.
Средний (8° – 14°)	Работает хорошо при обработке большинства материалов, например, стали и нержавеющей стали.	
Большой (20° – 30°)	Низкие усилия резания. Прекрасно работает при обработке алюминия и других мягких материалов.	Частые выкрашивания из-за недостаточной прочности острой кромки.

## Общая информация

### ВИДЫ СТРУЖКИ

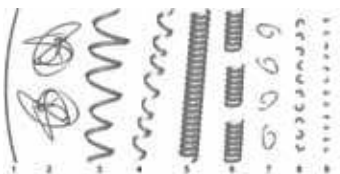
Образование стружки главным образом вызвано пластическими деформациями. Этот процесс, из-за возникновения трения во время обработки, сопровождается выделением тепла в зоне резания. Образовавшееся тепло положительно влияет на

- Физико-химическая совместимость инструментального и обрабатываемого материалов
- Вид обработки
- Режимы резания (скорость, подача, глубина резания)
- Геометрия инструмента

обрабатываемый материал, разупрочняя его, но, к сожалению, приводит к увеличению износа инструмента. Образование стружки происходит при увеличении деформации до предельного значения. Процесс образования и форма стружки зависят от различных факторов, таких как:

- Коэффициент трения (с покрытием инструмент или без)
- Смазочно-охлаждающая среда

В зависимости от различных комбинаций упомянутых факторов, стружка может иметь вид (см. рис. внизу)



- 1 Лентообразная прямая стружка
- 2-3 Лентообразная путаная стружка
- 4-6 Спиральная стружка (длинная и короткая)
- 7 Петлеобразная короткая стружка
- 8-9 Элементная стружка

### ВИДЫ ИЗНОСА

Износ может быть абразивным, адгезионным, диффузионным и окислительным. Наибольшим образом на вид износа влияют механические и химические свойства материалов в зоне резания, условия обработки, скорость и температура

резания. На низких скоростях преобладают абразивный и адгезионный механизмы износа, на высоких - диффузионный износ и пластическая деформация. Предсказать вид и развитие износа режущего инструмента достаточно сложно.

## Общая информация



### Быстрый износ по задней поверхности

ПРИЧИНА	ПОСЛЕДСТВИЯ	СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ
Слишком высокая скорость резания.	Ухудшение качества обработанной поверхности, выход размера за поле допуска, сильный нагрев обрабатываемой детали вследствие высокого трения.	Уменьшить скорость резания. Использовать инструмент с покрытием, выбрать более износостойкий инструментальный материал.



### Лункообразование

Вызывается усиленным диффузионным износом из-за высокой температуры на режущей кромке.	Ослабление режущей кромки, ухудшение качества обработанной поверхности.	Выбрать инструмент с положительной геометрией. Уменьшить скорость резания, а затем подачу. Использовать инструмент с покрытием.
--	---	---

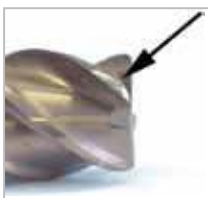


### Образование проточин

Абразивный износ и окисление.	Ухудшение качества обработанной поверхности, поломка режущей кромки.	Уменьшить скорость резания. Использовать инструмент с покрытием.
-------------------------------	--	--



## Общая информация



Пластическая деформация

ПРИЧИНА	ПОСЛЕДСТВИЯ	СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ
Высокие температура и контактное давление в зоне резания.	Плохое стружкодробление, ухудшение качества обработанной поверхности, быстрый износ по задней поверхности.	Выбрать инструмент большего сечения. Уменьшить скорость резания, а затем подачу.



Термические микротрещины

Образуются при резком изменении температуры вследствие прерывистого резания или непостоянства подачи СОЖ.	Выкрашивание режущей кромки, ухудшение качества обработанной поверхности.	Увеличить подвод СОЖ. Использовать более прочный инструментальный материал.
---	---	--



Трещины

Усталостное разрушение.	Поломка инструмента.	Снизить подачу. Увеличить жесткость закрепления в патроне.
-------------------------	----------------------	---

## Общая информация



### Выкрашивание

ПРИЧИНА	ПОСЛЕДСТВИЯ	СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ
Из-за непрочной геометрии инструмента или образования нароста на режущей кромке.	Ухудшение качества обработанной поверхности, быстрый износ по задней поверхности.	Использовать инструмент с более прочной и положительной геометрией. Увеличить скорость резания для устранения наростообразования. Снизить подачу на первом проходе. Увеличить жесткость станка.



### Поломка инструмента

Слишком высокая нагрузка.	Поломка инструмента, поломка детали.	Снизить подачу и/или скорость. Применить инструмент с более прочной геометрией. Увеличить жесткость станка.
---------------------------	--------------------------------------	--



### Наростообразование

Отрицательная геометрия. Низкая скорость резания. Обрабатываемый материал со склонностью к налипанию (нержавеющая сталь или алюминий).	Обрабатываемый материал налипает на режущую кромку и остается на ней. Выкрашивание режущей кромки, ухудшение качества обработанной поверхности.	Увеличить скорость резания. Выбрать инструмент с более положительной геометрией. Увеличить подачу СОЖ в зону резания.
--	--	--

# Общая информация

## ТВЕРДОСТЬ И ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ

Твердость по Викерсу, HV	Твердость по Роквеллу, HRC	Твердость по Бринеллю, HB	Предел прочности	
			Н/мм <sup>2</sup>	т/дюйм <sup>2</sup>
940	68			
900	67			
864	66			
829	65			
800	64			
773	63			
745	62			
720	61			
698	60			
675	59			
655	58		2200	142
650		618	2180	141
640		608	2145	139
639	57	607	2140	138
630		599	2105	136
620		589	2070	134
615	56	584	2050	133
610		580	2030	131
600		570	1995	129
596	55	567	1980	128
590		561	1955	126
580		551	1920	124
578	54	549	1910	124
570		542	1880	122
560	53	532	1845	119
550		523	1810	117
544	52	517	1790	116
540		513	1775	115
530		504	1740	113
527	51	501	1730	112
520		494	1700	110
514	50	488	1680	109
510		485	1665	108
500		475	1630	105
497	49	472	1620	105
490		466	1595	103
484	48	460	1570	102
480		456	1555	101
473	47	449	1530	99
470		447	1520	98
460		437	1485	96
458	46	435	1480	96
450		428	1455	94
446	45	424	1440	93
440		418	1420	92

# Общая информация

## ТВЕРДОСТЬ И ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ

Твердость по Вickers, HV	Твердость по Роквеллу, HRC	Твердость по Бринеллю, HB	Предел прочности	
			Н/мм <sup>2</sup>	т/дюйм <sup>2</sup>
434	44	413	1400	91
423	43	402	1360	88
413	42	393	1330	86
403	41	383	1300	84
392	40	372	1260	82
382	39	363	1230	80
373	38	354	1200	78
364	37	346	1170	76
355	36	337	1140	74
350		333	1125	73
345	35	328	1110	72
340		323	1095	71
336	34	319	1080	70
330		314	1060	69
327	33	311	1050	68
320		304	1030	67
317	32	301	1020	66
310	31	295	995	64
302	30	287	970	63
300		285	965	62
295		280	950	61
293	29	278	940	61
290		276	930	60
287	28	273	920	60
285		271	915	59
280	27	266	900	58
275		261	880	57
272	26	258	870	56
270		257	865	56
268	25	255	860	56
265		252	850	55
260	24	247	835	54
255	23	242	820	53
250	22	238	800	52
245		233	785	51
243	21	231	780	50
240		228	770	50
235		223	755	49
230		219	740	48
225		214	720	47
220		209	705	46
215		204	690	45
210		199	675	44
205		195	660	43
200		190	640	41

# Общая информация

## Значения допусков в мкм

1 мкм = 0.001 мм / 0.000039 дюйма

Допуск	Диаметр (мм)							
	> 1 ≤ 3	> 3 ≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10 ≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80 ≤ 120
	Диаметр (дюйм)							
	> 0.039 ≤ 0.118	> 0.118 ≤ 0.236	> 0.236 ≤ 0.394	> 0.394 ≤ 0.709	> 0.709 ≤ 1.181	> 1.181 ≤ 1.968	> 1.968 ≤ 3.149	> 3.149 ≤ 4.724
	Поле допуска (мкм)							
e8	-14 / -28	-20 / -38	-25 / -47	-32 / -59	-40 / -73	-50 / -89	-60 / -106	-72 / -126
f6	-6 / -12	-10 / -18	-13 / -22	-16 / -27	-20 / -33	-25 / -41	-30 / -49	-36 / -58
f7	-6 / -16	-10 / -22	-13 / -28	-16 / -34	-20 / -41	-25 / -50	-30 / -60	-36 / -71
h6	0 / -6	0 / -8	0 / -9	0 / -11	0 / -13	0 / -16	0 / -19	0 / -22
h7	0 / -10	0 / -12	0 / -15	0 / -18	0 / -21	0 / -25	0 / -30	0 / -35
h8	0 / -14	0 / -18	0 / -22	0 / -27	0 / -33	0 / -39	0 / -46	0 / -54
h9	0 / -25	0 / -30	0 / -36	0 / -43	0 / -52	0 / -62	0 / -74	0 / -87
h10	0 / -40	0 / -48	0 / -58	0 / -70	0 / -84	0 / -100	0 / -120	0 / -140
h11	0 / -60	0 / -75	0 / -90	0 / -110	0 / -130	0 / -160	0 / -190	0 / -220
h12	0 / -100	0 / -120	0 / -150	0 / -180	0 / -210	0 / -250	0 / -300	0 / -350
k10	+40 / 0	+48 / 0	+58 / 0	+70 / 0	+84 / 0	+100 / 0	+120 / 0	+140 / 0
k12	+100 / 0	+120 / 0	+150 / 0	+180 / 0	+210 / 0	+250 / 0	+300 / 0	+350 / 0
m7	+2 / +12	+4 / +16	+6 / +21	+7 / +25	+8 / +29	+9 / +34	+11 / +41	+13 / +48
js14	+/- 125	+/- 150	+/- 180	+/- 215	+/- 260	+/- 310	+/- 370	+/- 435
js16	+/- 300	+/- 375	+/- 450	+/- 550	+/- 650	+/- 800	+/- 950	+/- 1100
H7	+10 / 0	+12 / 0	+15 / 0	+18 / 0	+21 / 0	+25 / 0	+30 / 0	+35 / 0
H8	+14 / 0	+18 / 0	+22 / 0	+27 / 0	+33 / 0	+39 / 0	+46 / 0	+54 / 0
H9	+25 / 0	+30 / 0	+36 / 0	+43 / 0	+52 / 0	+62 / 0	+74 / 0	+87 / 0
H12	+100 / 0	+120 / 0	+150 / 0	+180 / 0	+210 / 0	+250 / 0	+300 / 0	+350 / 0
P9	-6 / -31	-12 / -42	-15 / -51	-18 / -61	-22 / -74ww	-26 / -86	-32 / -106	-37 / -124
S7	-13 / -22	-15 / -27	-17 / -32	-21 / -39	-27 / -48	-34 / -59	-42 / -72	-58 / -93

# Общая информация

## СООТВЕТСТВИЕ МЕТРИЧЕСКИХ И ДЮЙМОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ

mm	дробн.	калибр	дюйм	mm	дробн.	калибр	дюйм
.3			.0118	1.55			.0610
.32			.0126	1.588	1/16		.0625
.343		80	.0135	1.6			.0630
.35			.0138	1.613		52	.0635
.368		79	.0145	1.65			.0650
.38			.0150	1.7			.0669
.397	1/64		.0156	1.702		51	.0670
.4			.0157	1.75			.0689
.406		78	.0160	1.778		50	.0700
.42			.0165	1.8			.0709
.45			.0177	1.85			.0728
.457		77	.0180	1.854		49	.0730
.48			.0189	1.9			.0748
.5			.0197	1.93		48	.0760
.508		76	.0200	1.95			.0768
.52			.0205	1.984	5/64		.0781
.533		75	.0210	1.994		47	.0785
.55			.0217	2.0			.0787
.572		74	.0225	2.05			.0807
.58			.0228	2.057		46	.0810
.6			.0236	2.083		45	.0820
.61		73	.0240	2.1			.0827
.62			.0244	2.15			.0846
.635		72	.0250	2.184		44	.0860
.65			.0256	2.2			.0866
.66		71	.0260	2.25			.0886
.68			.0268	2.261		43	.0890
.7			.0276	2.3			.0906
.711		70	.0280	2.35			.0925
.72			.0283	2.375		42	.0935
.742		69	.0292	2.381	3/32		.0938
.75			.0295	2.4			.0945
.78			.0307	2.438		41	.0960
.787		68	.0310	2.45			.0965
.794	1/32		.0312	2.489		40	.0980
.8			.0315	2.5			.0984
.813		67	.0320	2.527		39	.0995
.82			.0323	2.55			.1004
.838		66	.0330	2.578		38	.1015
.85			.0335	2.6			.1024
.88			.0346	2.642		37	.1040
.889		65	.0350	2.65			.1043
.9			.0354	2.7			.1063
.914		64	.0360	2.705		36	.1065
.92			.0362	2.75			.1083
.94		63	.0370	2.778	7/64		.1094
.95			.0374	2.794		35	.1100
.965		62	.0380	2.8			.1102
.98			.0386	2.819		34	.1110
.991		61	.0390	2.85			.1122
1.0			.0394	2.87		33	.1130
1.016		60	.0400	2.9			.1142
1.041		59	.0410	2.946		32	.1160
1.05			.0413	2.95			.1161
1.067		58	.0420	3.0			.1181
1.092		57	.0430	3.048		31	.1200
1.1			.0433	3.1			.1220
1.15			.0453	3.175	1/8		.1250
1.181		56	.0465	3.2			.1260
1.191	3/64		.0469	3.264		30	.1285
1.2			.0472	3.3			.1299
1.25			.0492	3.4			.1339
1.3			.0512	3.454		29	.1360
1.321		55	.0520	3.5			.1378
1.35			.0531	3.569		28	.1405
1.397		54	.0550	3.572	9/64		.1406
1.4			.0551	3.6			.1417
1.45			.0571	3.658		27	.1440
1.5			.0591	3.7			.1457
1.511		53	.0595	3.734		26	.1470

## Общая информация

мм	дробн.	калибр	дюйм	мм	дробн.	калибр	дюйм
3.797		25	.1495	6.909		I	.2720
3.8			.1496	7.0			.2756
3.861		24	.1520	7.036		J	.2770
3.9			.1535	7.1			.2795
3.912		23	.1540	7.137		K	.2810
3.969	5/32		.1562	7.144	9/32		.2812
3.988		22	.1570	7.2			.2835
4.0			.1575	7.3			.2874
4.039		21	.1590	7.366		L	.2900
4.089		20	.1610	7.4			.2913
4.1			.1614	7.493		M	.2950
4.2			.1654	7.5			.2953
4.216		19	.1660	7.541	19/64		.2969
4.3			.1693	7.6			.2992
4.305		18	.1695	7.671		N	.3020
4.366	11/64		.1719	7.7			.3031
4.394		17	.1730	7.8			.3071
4.4			.1732	7.9			.3110
4.496		16	.1770	7.938	5/16		.3125
4.5			.1772	8.0			.3150
4.572		15	.1800	8.026		O	.3160
4.6			.1811	8.1			.3189
4.623		14	.1820	8.2			.3228
4.7		13	.1850	8.204		P	.3230
4.762	3/16		.1875	8.3			.3268
4.8		12	.1890	8.334	21/64		.3281
4.851		11	.1910	8.4			.3307
4.9			.1929	8.433		Q	.3320
4.915		10	.1935	8.5			.3346
4.978		9	.1960	8.6			.3386
5.0			.1969	8.611		R	.3390
5.055		8	.1990	8.7			.3425
5.1			.2008	8.731	11/32		.3438
5.105		7	.2010	8.8			.3465
5.159	13/64		.2031	8.839		S	.3480
5.182		6	.2040	8.9			.3504
5.2			.2047	9.0			.3543
5.22		5	.2055	9.093		T	.3580
5.3			.2087	9.1			.3583
5.309		4	.2090	9.128	23/64		.3594
5.4			.2126	9.2			.3622
5.41		3	.2130	9.3			.3661
5.5			.2165	9.347		U	.3680
5.556	7/32		.2188	9.4			.3701
5.6			.2205	9.5			.3740
5.613		2	.2210	9.525	3/8		.3750
5.7			.2244	9.576		V	.3770
5.791		1	.2280	9.6			.3780
5.8			.2283	9.7			.3819
5.9			.2323	9.8			.3858
5.944		A	.2340	9.804		W	.3860
5.953	15/64		.2344	9.9			.3898
6.0			.2362	9.922	25/64		.3906
6.045		B	.2380	10.0			.3937
6.1			.2402	10.084		X	.3970
6.147		C	.2420	10.1			.3976
6.2			.2441	10.2			.4016
6.248		D	.2460	10.262		Y	.4040
6.3			.2480	10.3			.4055
6.35	1/4	E	.2500	10.319	13/32		.4063
6.4			.2520	10.4			.4094
6.5			.2559	10.49		Z	.4130
6.528		F	.2570	10.5			.4134
6.6			.2598	10.6			.4173
6.629		G	.2610	10.7			.4213
6.7			.2638	10.716	27/64		.4219
6.747	17/64		.2656	10.8			.4252
6.756		H	.2660	10.9			.4291
6.8			.2677	11.0			.4331
6.9			.2717				

# Общая информация

## СООТВЕТСТВИЕ МЕТРИЧЕСКИХ И ДЮЙМОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ

mm	дробн.	дюйм	mm	дробн.	дюйм
11.11		.4370	19.05	3/4	.7500
11.112	7/16	.4375	19.25		.7579
11.2		.4409	19.447	49/64	.7656
11.3		.4449	19.5		.7677
11.4		.4488	19.75		.7776
11.5		.4528	19.844	25/32	.7812
11.509	29/64	.4531	20.0		.7874
11.6		.4567	20.241	51/64	.7969
11.7		.4606	20.25		.7972
11.8		.4646	20.5		.8071
11.9		.4685	20.638	13/16	.8125
11.906	15/32	.4688	20.75		.8169
12.0		.4724	21.0		.8268
12.1		.4764	21.034	53/64	.8281
12.2		.4803	21.25		.8366
12.3		.4843	21.431	27/32	.8438
12.303	31/64	.4844	21.5		.8465
12.4		.4882	21.75		.8563
12.5		.4921	21.828	55/64	.8594
12.6		.4961	22.0		.8661
12.7	1/2	.5000	22.225	7/8	.8750
12.8		.5039	22.25		.8760
12.9		.5079	22.5		.8858
13.0		.5118	22.622	57/64	.8906
13.097	33/64	.5156	22.75		.8957
13.1		.5157	23.0		.9055
13.2		.5197	23.019	29/32	.9062
13.3		.5236	23.25		.9154
13.4		.5276	32.416	59/64	.9219
13.494	17/32	.5312	23.5		.9252
13.5		.5315	23.75		.9350
13.6		.5354	23.812	15/16	.9375
13.7		.5394	24.0		.9449
13.8		.5433	24.209	61/64	.9531
13.891	35/64	.5469	24.25		.9547
13.9		.5472	24.5		.9646
14.0		.5512	24.606	31/32	.9688
14.25		.5610	24.75		.9744
14.288	9/16	.5625	25.0		.9843
14.5		.5709	25.003	63/64	.9844
14.684	37/64	.5781	25.25		.9941
14.75		.5807	25.4	1	1.0000
15.0		.5906	253.5		1.0039
15.081	19/32	.5938	25.75		1.0138
15.25		.6004	35.797	1 1/64	1.0156
15.478	39/64	.6094	26.0		1.0236
15.5		.6102	26.194	1 1/32	1.0312
15.75		.6201	26.25		1.0335
15.875	5/8	.6250	26.5		1.0433
16.0		.6299	26.591	1 3/64	1.0469
16.25		.6398	26.75		1.0531
16.272	41/64	.6406	26.998	1 1/16	1.625
16.5		.6496	27.0		1.0630
16.669	21/32	.6562	27.25		1.0728
16.75		.6594	27.384	1 5/64	1.0781
17.0		.6693	27.5		1.0827
17.066	43/64	.6719	27.75		1.0925
17.25		.6791	27.781	1 3/32	1.0938
17.462	11/16	.6875	28.0		1.1024
17.5		.6890	28.178	1 7/64	1.1094
17.75		.6988	28.25		1.1122
17.859	45/64	.7031	28.5		1.1220
18.0		.7087	28.575	1 1/8	1.1250
18.25		.7185	28.75		1.1319
18.256	23/32	.7188	28.972	1 9/64	1.1406
18.5		.7283	29.0		1.1417
18.653	47/64	.7344	29.25		1.1516
18.75		.7382	29.369	1 5/32	1.1562
19.0		.7480	29.5		1.1614



мм	дробн.	дюйм	мм	дробн.	дюйм	мм	дробн.	дюйм
29.75		1.1713	44.053	1 47/64	1.7344	68.00		2.6772
29.766	1 11/64	1.1719	44.45	1 3/4	1.7500	68.262	2 11/16	2.6875
30.0		1.1811	44.5		1.7520	69.0		2.7165
30.162	1 3/16	1.1875	44.847	1 49/64	1.7656	69.056	2 23/32	2.7188
30.25		1.1909	45.0		1.7717	69.85	2 3/4	2.7500
30.5		1.2008	45.244	1 25/32	1.7812	70.0		2.7559
30.559	1 13/64	1.2031	45.5		1.7913	70.644	2 25/32	2.7812
30.75		1.2106	45.641	1 51/64	1.7969	71.0		2.7953
30.956	1 7/32	1.2188	46.0		1.8110	71.438	2 13/16	2.8125
31.0		1.2205	46.038	1 13/16	1.8125	72.0		2.8346
31.25		1.2303	46.434	1 53/64	1.8281	72.231	2 27/32	2.8438
31.353	1 15/64	1.2344	46.5		1.8307	73.0		2.8740
31.5		1.2402	46.831	1 27/32	1.8438	73.025	2 7/8	2.8750
31.75	1 1/4	1.2500	47.0		1.8504	73.819	2 29/32	2.9062
32.0		1.2598	47.228	1 55/64	1.8594	74.0		2.9134
32.147	1 17/64	1.2656	47.5		1.8701	74.612	2 15/16	2.9375
32.5		1.2795	47.625	1 7/8	1.8750	75.0		2.9528
32.544	1 9/32	1.2812	48.0		1.8898	75.406	2 31/32	2.9688
32.941	1 19/64	1.2969	48.022	1 57/64	1.8906	76.0		2.9921
33.0		1.2992	48.419	1 29/32	1.9062	76.2	3	3.0000
33.338	1 5/16	1.3125	48.5		1.9094	76.994	3 1/32	3.0312
33.5		1.3189	48.816	1 59/64	1.9219	77.0		3.0315
33.734	1 21/64	1.3281	49.0		1.9291	77.788	3 1/16	3.0625
34.0		1.3386	49.212	1 15/16	1.9375	78.0		3.0709
34.131	1 11/32	1.3438	49.5		1.9488	78.581	3 3/32	3.0938
34.5		1.3583	49.609	1 61/64	1.9531	79.0		3.1102
34.528	1 23/64	1.3594	50.0		1.9685	79.375	3 1/8	3.1250
34.925	1 3/8	1.3750	50.006	1 31/32	1.9688	80.0		3.1496
35.0		1.3780	50.403	1 63/64	1.9844	80.169	3 5/32	3.1562
35.322	1 25/64	1.3906	50.5		1.9882	80.962	3 3/16	3.1875
35.5		1.3976	50.38	2	2.0000	81.0		3.1890
35.719	1 13/32	1.4062	51.0		2.0079	81.756	3 7/32	3.2188
36.0		1.4173	51.594	2 1/32	2.0312	82.0		3.2283
36.116	1 27/64	1.4219	52.0		2.0472	82.55	3 1/4	3.2500
36.5		1.4370	52.388	2 1/16	2.0625	83.0		3.2677
36.512	1 7/16	1.4375	53.0		2.0866	83.344	3 9/32	3.2812
36.909	1 29/64	1.4531	53.181	2 3/32	2.0938	84.0		3.3071
37.0		1.4567	53.975	2 1/8	2.1250	84.138	3 5/16	3.3125
37.306	1 15/32	1.4688	54.0		2.1260	84.931	3 11/32	3.3438
37.5		1.4764	54.769	2 5/32	2.1562	85.0		3.3465
37.703	1 31/64	1.4844	55.0		2.1654	85.725	3 3/8	3.3750
38.0		1.4961	55.562	2 3/16	2.1875	86.0		3.3858
38.1	1 1/2	1.5000	56.0		2.2047	86.519	3 13/32	3.4062
38.497	1 33/64	1.5156	56.356	2 7/32	2.2188	87.0		3.4252
38.5		1.5157	57.0		2.2441	87.312	3 7/16	3.4375
38.894	1 17/32	1.5312	57.15	2 1/4	2.2500	88.0		3.4646
39.0		1.5354	57.944	2 9/32	2.2812	88.106	3 15/32	3.4688
39.291	1 35/64	1.5469	58.0		2.2835	88.9	3 1/2	3.5000
39.5		1.5551	58.738	2 5/16	2.3125	89.0		3.5039
39.688	1 9/16	1.5625	59.0		2.3228	90.0		3.5433
40.0		1.5748	59.3531	2 11/32	2.3438	910.488	3 9/16	3.5625
40.084	1 37/64	1.5781	60.0		2.3622	91.0		3.5827
40.481	1 19/32	1.5938	60.325	2 3/8	2.3750	92.0		3.6220
40.5		1.5945	61.0		2.4016	92.075	3 5/8	3.6250
40.878	1 39/64	1.6094	61.119	2 13/32	2.4062	93.0		3.6614
41.0		1.6142	61.912	2 7/16	2.4375	93.662	3 11.16	3.6875
41.275	1 5/8	1.6250	62.0		2.4409	94.0		3.7008
41.5		1.6339	62.706	2 15/32	2.4668	95.0		3.7402
41.672	1 41/64	1.6406	63.0		2.4803	95.25	3 3/4	3.7500
42.0		1.6535	63.5	2 1/2	2.5000	96.0		3.7795
42.069	1 21/32	1.6562	64.0		2.5197	96.838	3 13/16	3.8125
42.466	1 43/64	1.6719	64.294	2 17/32	2.5312	97.0		3.8189
42.5		1.6732	65.0		2.5591	98.0		3.8583
42.862	1 11/16	1.6875	65.088	2 9/16	2.5625	98.425	3 7/8	3.8750
43.0		1.6929	65.881	2 19/32	2.5938	99.0		3.8976
43.259	1 45/64	1.7031	66.0		2.5984	100.0		3.9370
43.5		1.7126	66.675	2 5/8	2.6250	100.012	3 15/16	3.9375
43.656	1 23/32	1.7188	67.0		2.6378	101.6	4	4.0000
44.0		1.7323	67.469	2 21/32	2.6562			

# Общая информация

ТАБЛИЦА СКОРОСТЕЙ РЕЗАНИЯ

СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ								
м/мин фут/мин		5	8	10	15	20	25	30
		16	26	32	50	66	82	98
Диаметр инструмента		ОБОРОТОВ В МИНУТУ (ОБ/МИН)						
		мм	дюйм					
1,00		1592	2546	3138	4775	6366	7958	9549
1,50		1061	1698	2122	3183	4244	5305	6366
2,00		796	1273	1592	2387	3183	3979	4775
2,50		637	1019	1273	1910	2546	3183	3820
3,00		531	849	1061	1592	2122	2653	3183
3,18	1/8	500	801	1001	1501	2002	2502	3003
3,50		455	728	909	1364	1819	2274	2728
4,00		398	637	796	1194	1592	1989	2387
4,50		354	566	707	1061	1415	1768	2122
4,76	3/16	334	535	669	1003	1337	1672	2006
5,00		318	509	637	955	1273	1592	1910
6,00		265	424	531	796	1061	1326	1592
6,35	1/4	251	401	501	752	1003	1253	1504
7,00		227	364	455	682	909	1137	1364
7,94	5/16	200	321	401	601	802	1002	1203
8,00		199	318	398	597	796	995	1194
9,00		177	283	354	531	707	884	1061
9,53	3/8	167	267	334	501	668	835	1002
10,00		159	255	318	477	637	796	955
11,11	7/16	143	229	287	430	573	716	860
12,00		133	212	265	398	531	663	796
12,70	1/2	125	201	251	376	501	627	752
14,00		114	182	227	341	455	568	682
14,29	9/16	111	178	223	334	446	557	668
15,00		106	170	212	318	424	531	637
15,88	5/8	100	160	200	301	401	501	601
16,00		99	159	199	298	398	497	597
17,46	11/16	91	146	182	273	365	456	547
18,00		88	141	177	265	354	442	531
19,05	3/4	84	134	167	251	334	418	501
20,00		80	127	159	239	318	398	477
24,00		66	106	133	199	265	332	398
25,00		64	102	127	191	255	318	382
27,00		59	94	118	177	236	295	354
30,00		53	85	106	159	212	265	318
32,00		50	80	99	149	199	249	298
36,00		44	71	88	133	177	221	265
40,00		40	64	80	119	159	199	239
50,00		32	51	64	95	127	159	191

ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ДЛЯ НЕУКАЗАННЫХ СКОРОСТЕЙ РЕЗАНИЯ МОЖЕТ БЫТЬ ПОЛУЧЕНА СЛОЖЕНИЕМ ИЛИ ВЫЧИТАНИЕМ: например, для скорости 120 м/мин сложите значения, указанные для 110 и 10 м/мин.

# Общая информация

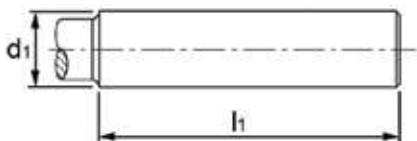
ТАБЛИЦА СКОРОСТЕЙ РЕЗАНИЯ

СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ								
40	50	60	70	80	90	100	110	150
130	165	197	230	262	296	330	362	495
ОБОРОТОВ В МИНУТУ (ОБ/МИН)								
12732	15916	19099	22282	25465	28648	31831	35014	47747
8488	10610	12732	14854	16977	19099	21221	23343	31831
6366	7958	9549	11141	12732	14324	15916	17507	23873
5093	6366	7639	8913	10186	11459	12732	14006	19099
4244	5305	6366	7427	8488	9549	10610	11671	15916
4004	5005	6006	7007	8008	9009	10010	11011	15015
3638	4547	5457	6366	7176	8185	9095	10004	13642
3183	3979	4775	5570	6366	7162	7958	8754	11937
2829	3537	4244	4951	5659	6366	7074	7781	10610
2675	3344	4012	4681	5350	6018	6687	7356	10031
2546	3183	3820	4456	5093	5730	6366	7003	9549
2122	2653	3183	3714	4244	4775	5305	5836	7958
2005	2506	3008	3509	4010	4511	5013	5514	7519
1819	2274	2728	3183	3638	4093	4547	5002	6821
1604	2004	2405	2806	3207	3608	4009	4410	6013
1592	1989	2387	2785	3183	3581	3979	4377	5968
1415	1768	2122	2476	2829	3183	3537	3890	5305
1336	1670	2004	2338	2672	3006	3340	3674	5010
1273	1592	1910	2228	2546	2865	3183	3501	4775
1146	1433	1719	2006	2292	2579	2865	3152	4298
1061	1326	1592	1857	2122	2387	2653	2918	3979
1003	1253	1504	1754	2005	2256	2506	2757	3760
909	1137	1364	1592	1819	2046	2274	2501	3410
891	1114	1337	1559	1782	2005	2228	2450	3341
849	1061	1273	1485	1698	1910	2122	2334	3183
802	1002	1203	1403	1604	1804	2004	2205	3007
796	995	1194	1393	1592	1790	1989	2188	2984
729	912	1094	1276	1458	1641	1823	2005	2735
707	884	1061	1238	1415	1592	1768	1945	2653
668	835	1003	1170	1337	1504	1671	1838	2506
637	796	955	1114	1273	1432	1592	1751	2387
531	663	796	928	1061	1194	1326	1459	1989
509	637	764	891	1019	1146	1273	1401	1910
472	589	707	825	943	1061	1179	1297	1768
424	531	637	743	849	955	1061	1167	1592
398	497	597	696	796	895	995	1094	1492
354	442	531	619	707	796	884	973	1326
318	398	477	557	637	716	796	875	1194
255	318	382	446	509	573	637	700	955

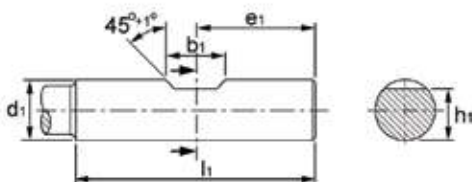
## Общая информация

### ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ХВОСТОВИКОВ

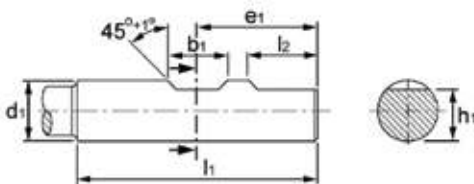
#### ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ХВОСТОВИКИ ПО DIN 6535 НА



#### ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ХВОСТОВИКИ С ЛЫСКОЙ ПО DIN 6535 НВ. Для d1 = 6 ... 20 мм



Для d1 = 25 ... 32 мм

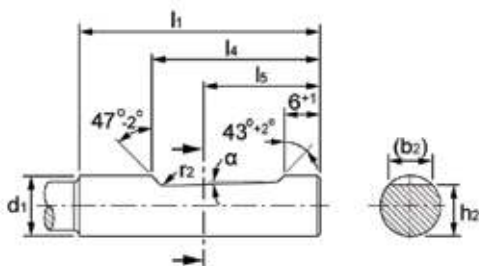


## Общая информация

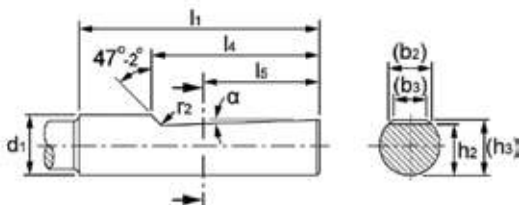
<b>d<sub>1</sub> h6 mm</b>	<b>l<sub>1</sub> +2 mm</b>	<b>b<sub>1</sub> +0,05 mm</b>	<b>e<sub>1</sub> -1 mm</b>	<b>l<sub>2</sub> +1 mm</b>	<b>h<sub>1</sub> h11 mm</b>
2	28	-	-	-	-
3	28	-	-	-	-
4	28	-	-	-	-
5	28	-	-	-	-
6	36	4,2	18	-	5,1
8	36	5,5	18	-	6,9
10	40	7	20	-	8,5
12	45	8	22,5	-	10,4
14	45	8	22,5	-	12,7
16	48	10	24	-	14,2
18	48	10	24	-	16,2
20	50	11	25	-	18,2
25	56	12	32	17	23,0
32	60	14	36	19	30,0

## Общая информация

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ХВОСТОВИКИ С КОСОЙ ЛЫСКОЙ  
по DIN 6535 HE. Для  $d_1 = 6 \dots 20$  мм



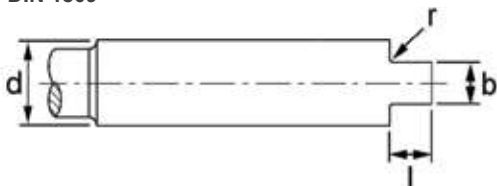
Для  $d_1 = 25 \dots 32$  мм



$d_1$ $h_6$ mm	$l_1$ $+2$ mm	$l_4$ $-1$ mm	$l_5$ mm	$r_2$ mm	$\alpha$ $-30^\circ$	$(b_2)$ $\approx$ mm	$(b_3)$ mm	$h_2$ $h_{11}$ mm	$(h_3)$ mm
6	36	25	18	1,2	$2^\circ$	4,3	-	5,1	-
8	36	25	18	1,2	$2^\circ$	5,5	-	6,9	-
10	40	28	20	1,2	$2^\circ$	7,1	-	8,5	-
12	45	33	22,5	1,2	$2^\circ$	8,2	-	10,4	-
14	45	33	22,5	1,2	$2^\circ$	8,1	-	12,7	-
16	48	36	24	1,6	$2^\circ$	10,1	-	14,2	-
18	48	36	24	1,6	$2^\circ$	10,8	-	16,2	-
20	50	38	25	1,6	$2^\circ$	11,4	-	18,2	-
25	56	44	32	1,6	$2^\circ$	13,6	9,3	23,0	24,1
32	60	48	35	1,6	$2^\circ$	15,5	9,9	30,0	31,2

## Общая информация

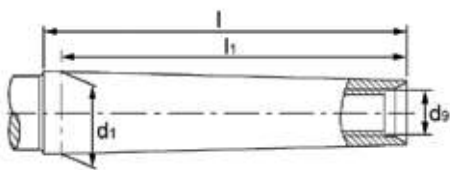
### ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ХВОСТОВИКИ ПО DIN 1809



Диапазон диаметров d mm				b h12 mm	$l \pm$ IT16 mm	r mm
От	3,0	до	3,5	1,6	2,2	
От	3,5	до	4,0	2	2,2	
От	4,0	до	4,5	2,2	2,5	0,2
От	4,5	до	5,5	2,5	2,5	
От	5,5	до	6,5	3	3	
От	6,5	до	8,0	3,5	3,5	
От	8,0	до	9,5	4,5	4,5	
От	9,5	до	11,0	5	5	
От	11,0	до	13,0	6	6	0,4
От	13,0	до	15,0	7	7	
От	15,0	до	18,0	8	8	
От	18,0	до	21,0	10	10	

## Общая информация

### КОНУС МОРЗЕ С РЕЗЬБОВЫМ ОТВЕРСТИЕМ ПО DIN 228 A

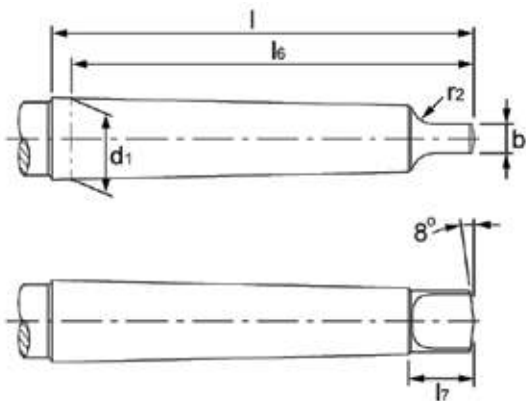


Конус Морзе	$d_1$ mm	$d_3$ mm	$l_1$ max mm	$l$ mm	Конусность на мм диаметра
0	9,045	-	50	53	0,05205
1	12,065	M6	53,5	57	0,04988
2	17,780	M10	64	69	0,04995
3	23,825	M12	81	86	0,05020
4	31,267	M16	102,5	109	0,05194
5	44,399	M20	129,5	136	0,05263
6	63,348	M24	182	190	0,05214



## Общая информация

### КОНУС МОРЗЕ С РЕЗЬБОВЫМ ОТВЕРСТИЕМ ПО DIN 228 B



Конус Морзе	$d_1$ mm	$d_2$ mm	$b$ h13 mm	$r_2$ mm	$l_7$ max mm	$l$ mm	Конусность на мм диаметра
0	9,045	56,5	3,9	4	10,5	59,5	0,05205
1	12,065	62	5,2	5	13,5	65,5	0,04988
2	17,780	75	6,3	6	16	80	0,04995
3	23,825	94	7,9	7	20	99	0,05020
4	31,267	117,5	11,9	8	24	124	0,05194
5	44,399	149,5	15,9	10	29	156	0,05263
6	63,348	210	19	13	40	218	0,05214

## Общая информация

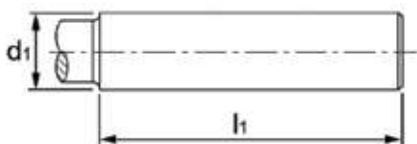
### ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ХВОСТОВИКИ ПО DIN 10



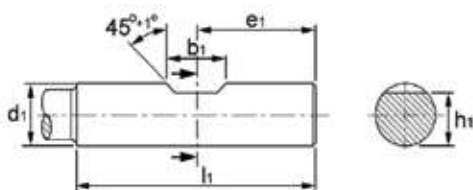
Диапазон диаметров d h9 mm				a h11 мм	l мм
От	1,32	до	1,50	1,12	4
От	1,50	до	1,70	1,25	4
От	1,70	до	1,90	1,40	4
От	1,90	до	2,12	1,60	4
От	2,12	до	2,36	1,80	4
От	2,36	до	2,65	2,00	4
От	2,65	до	3,00	2,24	5
От	3,00	до	3,35	2,50	5
От	3,35	до	3,75	2,80	5
От	3,75	до	4,25	3,15	6
От	4,25	до	4,75	3,55	6
От	4,75	до	5,30	4,00	7
От	5,30	до	6,00	4,50	7
От	6,00	до	6,70	5,00	8
От	6,70	до	7,50	5,60	8
От	7,50	до	8,50	6,30	9
От	8,50	до	9,50	7,10	10
От	9,50	до	10,6	8,00	11
От	10,6	до	11,8	9,00	12
От	11,8	до	13,2	10,0	13
От	13,2	до	15,0	11,2	14
От	15,0	до	17,0	12,5	16
От	17,0	до	19,0	14,0	18
От	19,0	до	21,2	16,0	20
От	21,2	до	23,6	18,0	22
От	23,6	до	26,5	20,0	24
От	26,5	до	30,0	22,4	26
От	30,0	до	33,5	25,0	28
От	33,5	до	37,5	28,0	31
От	37,5	до	42,5	31,5	34
От	42,5	до	47,5	35,5	38
От	47,5	до	53,0	40,0	42

## Общая информация

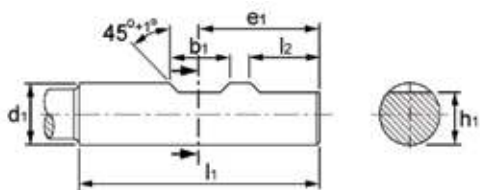
### ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ХВОСТОВИКИ ПО DIN 1835 A



### ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ХВОСТОВИКИ ПО DIN 1835 B Для $d_1 = 6 \dots 20$ мм



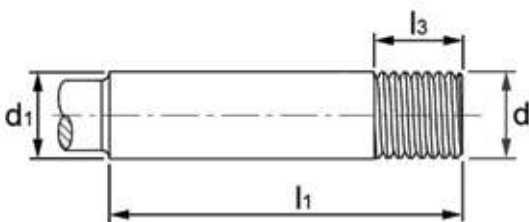
### Для $d_1 = 25 \dots 63$ мм



## Общая информация

$d_1$ A=h8, B=h6 mm	$l_1$ +2 mm	$b_1$ +0,05 mm	$e_1$ -1 mm	$l_2$ +1 mm	$h_1$ h13 mm
3	28	-	-	-	-
4	28	-	-	-	-
5	28	-	-	-	-
6	36	4,2	18	-	4,8
8	36	5,5	18	-	6,6
10	40	7	20	-	8,4
12	45	8	22,5	-	10,4
16	48	10	24	-	14,2
20	50	11	25	-	18,2
25	56	12	32	17	23
32	60	14	36	19	30
40	70	14	40	19	38
50	80	18	45	23	47,8
63	90	18	50	23	60,8

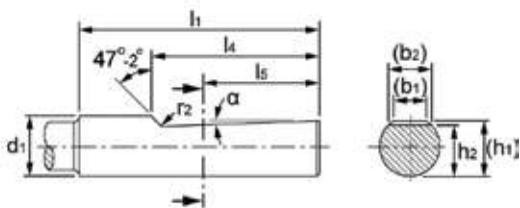
## ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ХВОСТОВИКИ ПО DIN 1835 D



$d_1$ h6 mm	$l_1$ +2 mm	$l_3$ +2 mm	d номинальный диаметр	d внешн. Ø mm	d внутр. Ø mm
6	36	10	W 5,90-20	5,9	4,27
10	40	10	W 9,90-20	9,9	8,27
12	45	10	W 11,90-20	11,9	10,27
16	48	10	W 15,90-20	15,9	14,27
20	50	15	W 19,90-20	19,9	18,27
25	56	15	W 24,90-20	24,9	23,27
32	60	15	W 31,90-20	31,9	30,27

## Общая информация

### ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ХВОСТОВИКИ С КОСОЙ ЛЫСКОЙ ПО DIN 1835 E



$d_1$ h6 mm	$l_1$ +2 mm	$l_4$ -1 mm	$l_5$ mm	$r_2$ min mm	$\alpha$ -30' ° mm	$(b_2)$ mm	$(b_1)$ ≈ mm	$h_2$ h13 mm	$(h_1)$ mm
6	36	25	18	1,2	2°	4,8	3,5	4,8	5,4
8	36	25	18	1,2	2°	6,1	4,7	6,6	7,2
10	40	28	20	1,2	2°	7,3	5,7	8,4	9,1
12	45	33	22,5	1,2	2°	8,2	6,0	10,4	11,2
16	48	36	24	1,6	2°	10,1	7,6	14,2	15,0
20	50	38	25	1,6	2°	11,5	8,4	18,2	19,1
25	56	44	32	1,6	2°	13,6	9,3	23,0	24,1
32	60	48	35	1,6	2°	15,5	9,9	30,0	31,2

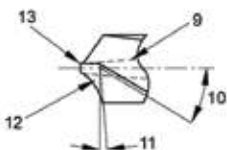
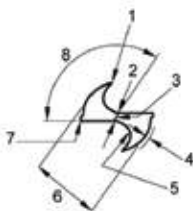
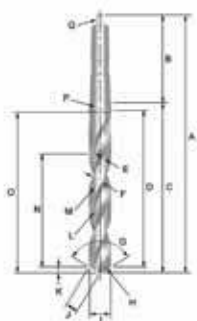




**Сверление**

# Сверление

## ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СВЕРЛА



- A. Общая длина
- B. Хвостовик
- C. Рабочая часть
- D. Обратная конусность на этой длине
- E. Ширина ленточки
- F. Ширина пера сверла
- G. Угол при вершине
- H. Главная режущая кромка
- I. Диаметр сверла
- J. Длина главной режущей кромки
- K. Вершина
- L. Стружечная канавка
- M. Перо
- N. Калибрующая часть
- O. Длина стружечной канавки
- P. Кольцо
- Q. Лапка

- 1. Затылок пера
- 2. Толщина перемычки
- 3. Поперечная режущая кромка
- 4. Величина затыловки
- 5. Стружечная канавка
- 6. Диаметр спинки сверла
- 7. Ленточка
- 8. Угол поперечной режущей кромки
- 9. Подточка перемычки (показана увеличенной)
- 10. Передний угол на периферии сверла
- 11. Угол затыловки главной режущей кромки
- 12. Затылованная поверхность
- 13. Угол поперечной режущей кромки



# Сверление

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО СВЕРЛЕНИЮ

1. Выберите оптимальное сверло для выполняемой операции, учитывая характеристики обрабатываемого материала, станка и используемой СОЖ.
2. Нежесткость обрабатываемой детали и шпинделя станка могут привести к поломке сверла. Жесткость можно увеличить, используя сверла с наименьшей возможной длиной.
3. При сверлении важно правильное закрепление инструмента, сверло должно иметь минимальное радиальное биение и не перемещаться в патроне.
4. Правильное закрепление сверл с конусом Морзе основано на достаточном контакте конических поверхностей хвостовика сверла и патрона. Используйте молоток из мягкого металла или резины для закрепления сверл в патроне.
5. При сверлении некоторых материалов рекомендуется использовать смазочно-охлаждающие жидкости. При их применении убедитесь, что СОЖ подается в достаточном количестве, в том числе и к вершине сверла.
6. Удаление стружки необходимо для обеспечения надежности процесса сверления. Не допускайте забивания стружкой стружечных канавок сверла.
7. При переточке сверла необходимо следить за правильностью заточки геометрии вершины сверла и за полным удалением следов износа.

## Сверление

### ВЫБОР ТИПА СВЕРЛА

Dormer предлагает широкий выбор стандартных сверл и сверл, материал и геометрия которых оптимизированы для определенных обрабатываемых материалов и операций. К примеру, сверла с небольшим углом подъема стружечной канавки

лучше использовать для обработки короткостружечных материалов.

При выборе типа сверла необходимо учитывать следующие факторы:

- ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ МАТЕРИАЛ
- ГЛУБИНУ СВЕРЛЕНИЯ
- ВОЗМОЖНОСТИ СТАНКА
- ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ВИД ОХЛАЖДЕНИЯ
- СОСТОЯНИЕ СТАНКА
- ТРЕБУЕМУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
- ВИД ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ОСНАСТКИ
- ЖЕСТКОСТЬ И РАДИАЛЬНОЕ БИЕНИЕ ОСНАСТКИ
- РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСИ ОТВЕРСТИЯ: ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ИЛИ ВЕРТИКАЛЬНОЕ
- СВЕРЛО ВРАЩАЕТСЯ ИЛИ НЕПОДВИЖНО
- КОНТРОЛЬ ЗА ВЫХОДОМ СТРУЖКИ
- ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ ОТВЕРСТИЯ

## Сверление

### **ВЫБОР ТИПА СВЕРЛА, ПОДАЧИ И СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Правильный выбор сверла и назначение режимов резания могут быть сделаны по рекомендациям каталога Dormer или программы Product Selector. Но кроме вышеупомянутых, еще некоторые факторы следует принять во внимание:

#### **Инструментальный материал сверла -**

для производства сверл используются быстрорежущая сталь, быстрорежущая сталь с добавлением кобальта или твердый сплав. Каждый материал имеет определенные преимущества по сравнению с другими. Быстрорежущая сталь обладает высокими прочностными характеристиками, но относительно низкой твердостью. С другой стороны, твердый сплав имеет низкую ударную прочность и высокую твердость.

#### **Геометрия сверла**

- большое количество обрабатываемых материалов обуславливает наличие сверл различной геометрии.

Часть сверл, т.н. сверла общего применения, могут применяться для обработки многих материалов. Другая часть предназначена только для сверления конкретного типа материалов, например, нержавеющей стали, алюминия или пластика.

**Износостойкие покрытия** - на сверла наносится ряд износостойких покрытий, в т. ч. TiN, TiAlN. Они позволяют работать с большей производительностью, улучшая поверхностную твердость и теплопроводность и снижая коэффициент трения сверла.

Комбинируя указанные факторы, можно получить номенклатуру сверл, перекрывающую все возможные области применения. Из нее следует выбирать оптимальный для конкретного случая инструмент, начиная с непокрытого быстрорежущего сверла со стандартной заточкой и заканчивая высокопроизводительным твердосплавным сверлом с покрытием TiAlN.

# Сверление

## РАЗМЕР ОТВЕРСТИЯ

Точность обработанного отверстия возрастает с усовершенствованием геометрии, вида инструментального материала и покрытия используемого сверла. В общем случае сверлом со стандартной геометрией можно получить отверстие с допуском по H12. В благоприятных условиях твердосплавное сверло с оптимизированной заточкой позволяет получить отверстие с допуском по H8.

- Для лучшего понимания ниже приведены различные типы сверл и точность отверстий, ими обработанных:
- HSS сверла общего применения - H12
- HSS / HSCo сверла PFX с параболическим профилем стружечной канавки - H10
- HSS / HSCo высокопроизводительные сверла ADX с покрытием TiN/ TiAlN - H9
- Твердосплавные сверла CDX с покрытием TiN / TiAlN - H8

## НОМИНАЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ОТВЕРСТИЯ (ММ)

Ø (мм)	H8	H9	H10	H12
≤ 3	0 / +0.014	0 / +0.025	0 / +0.040	0 / +0.100
> 3 ≤ 6	0 / +0.018	0 / +0.030	0 / +0.048	0 / +0.120
> 6 ≤ 10	0 / +0.022	0 / +0.036	0 / +0.058	0 / +0.150
> 10 ≤ 18	0 / +0.027	0 / +0.043	0 / +0.070	0 / +0.180
> 18 ≤ 30	0 / +0.033	0 / +0.052	0 / +0.084	0 / +0.210

## НОМИНАЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ОТВЕРСТИЯ (ДУЙМ)

Ø (дюйм)	H8	H9	H10	H12
≤ .1181	0 / +0.0006	0 / +0.0010	0 / +0.0016	0 / +0.0040
>.1181≤.2362	0 / +0.0007	0 / +0.0012	0 / +0.0019	0 / +0.0048
>.2362 ≤.3937	0 / +0.0009	0 / +0.0015	0 / +0.0023	0 / +0.0059
>.3937≤.7087	0 / +0.0011	0 / +0.0017	0 / +0.0028	0 / +0.0071
>.7087≤1.1811	0 / +0.0013	0 / +0.0021	0 / +0.0033	0 / +0.0083

## Сверление

Различные сверла позволяют получать отверстия различной точности. Это следует учитывать, особенно если планируются последующие операции обработки отверстий.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СКОРОСТИ И ПОДАЧИ ДЛЯ СТУПЕНЧАТЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

При расчете режимов резания для ступенчатых инструментов, таких как центровочные и ступенчатые сверла, необходимо выбирать между двумя диаметрами.

Наибольший режущий диаметр используется для расчета скорости (об/мин), наименьший - для назначения подачи (мм/об).

### ПОДАЧА СОЖ ЧЕРЕЗ ИНСТРУМЕНТ

Подвод СОЖ через инструмент предназначен для направления потока жидкости непосредственно в зону резания, к вершине сверла, что способствует эффективному отводу тепла и повышает стойкость инструмента.

Высокопроизводительные сверла требуют более высокого давления, т.к. СОЖ используется не только для охлаждения инструмента, но и для эвакуации стружки при работе с большими

подачами. Чем выше давление СОЖ, тем лучше отводятся тепло и стружка из зоны резания. Современные высокопроизводительные сверла требуют подвода СОЖ под давлением не менее 20 бар.

### РАДИАЛЬНОЕ БИЕНИЕ

Радиальное биение измеряется на режущих кромках инструмента, закрепленного в патроне, при его вращении. Учитывается общее показание индикатора.

Для твердосплавных сверл тах биение 0.02 мм.

Для высокопроизводительных быстрорежущих сверл тах биение 0.11 мм.






Для стандартных быстрорежущих сверл для расчета тах биения используйте формулу  $0.01 \text{ мм} \times (\text{общая длина} / \text{диаметр}) + 0.03 \text{ мм}$ .

# Сверление

## ФОРМА СТРУЖЕЧНОЙ КАНАВКИ

Описание	Тип стружечной канавки	Область применения
	Тип H - пологая спираль (угол подъема спирали от 10° до 20°).	Сверла для латуни и пластика.
	Тип N - стандартная спираль (угол подъема спирали от 21° до 34°).	Сверла общего применения.
	Тип W - Крутая спираль (угол подъема спирали от 35° до 45°).	Сверла для нержавеющей стали и алюминия. Высокопроизводительные сверла общего применения.

## ТИП ГЕОМЕТРИИ ВЕРШИНЫ СВЕРЛА

Описание	Тип геометрии вершины
	Стандартная геометрия с двухплоскостной заточкой.
	Стандарт National Aerospace 907. Общепринятый стандарт в авиационной промышленности.
	Подточка вершины. Используется на сверлах большого диаметра с большой поперечной режущей кромкой.
	PS геометрия вершины у сверл A002. Стандарт Dormer.
	Специальная геометрия. Стандарт Dormer для сверл серий ADX и CDX.

# Сверление

## СВЕРЛЕНИЕ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

При сверлении глубоких отверстий могут быть использованы различные методы. Ниже, на примере сверления отверстия глубиной  $10xD$ , приведены четыре из них.



	Сверление набором сверл	Сверление набором сверл	Сверление с выводом	Сверление за один проход
Количество сверл	3 ( $2,5xD$ , $6xD$ , $10xD$ )	2 ( $2,5xD$ , $10xD$ )	1 ( $10xD$ )	1 ( $10xD$ )
Тип сверла	Стандартная геометрия, общего применения	$2,5xD$ ADX или PFX $10xD$ PFX	Стандартная геометрия, общего применения	Геометрия PFX и сверла для обработки спец. видов материалов
+ / -	Дорогой Требующий значительных временных затрат	Экономически более эффективный, быстрый	Требующий значительных временных затрат	Экономически эффективный Быстрый

# Сверление

## РАЗМЕРНЫЙ РЯД СВЕРЛ ПО СТАНДАРТУ DIN



$d_1$	DIN 1897		DIN 338		DIN 340		DIN 1869						DIN 6537				DIN 345		
	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
							Серия 1	Серия 2	Серия 3	K	L								
≤ 0,24	19	1,5	19	2,5															
≤ 0,30	19	1,5	19	3															
≤ 0,38	19	2	19	4															
≤ 0,48	19	2,5	20	5															
≤ 0,53	20	3	22	6	32	12													
≤ 0,60	21	3,5	24	7	35	15													
≤ 0,67	22	4	26	8	38	18													
≤ 0,75	23	4,5	28	9	42	21													
≤ 0,85	24	5	30	10	46	25													
≤ 0,95	25	5,5	32	11	51	29													
≤ 1,06	26	6	34	12	56	33													
≤ 1,18	28	7	36	14	60	37													
≤ 1,32	30	8	38	16	65	41													
≤ 1,50	32	9	40	18	70	45													
≤ 1,70	34	10	43	20	75	50	115	75											
≤ 1,90	36	11	46	22	80	53	115	75											
≤ 2,12	38	12	49	24	85	56	125	85	160	110	205	135							
≤ 2,36	40	13	53	27	90	59	135	90	160	110	215	145							
≤ 2,65	43	14	57	30	95	62	140	95	160	110	225	150							
≤ 3,00	46	16	61	33	100	66	150	100	190	130	240	160	62	20	66	28	114	33	
≤ 3,20	49	18	65	36	106	69	155	105	200	135	240	170	62	20	66	28	117	36	
≤ 3,35	49	18	65	36	106	69	155	105	200	135	240	170	62	20	66	28	120	39	
≤ 3,75	52	20	70	39	112	73	165	115	210	145	265	180	62	20	66	28	120	39	
≤ 4,25	55	22	75	43	119	78	175	120	220	150	280	190	66	24	74	36	124	43	
≤ 4,75	58	24	80	47	126	82	185	125	235	160	295	200	66	24	74	36	128	47	
≤ 5,30	62	26	86	52	132	87	195	135	245	170	315	210	66	28	82	44	133	52	
≤ 6,00	66	28	93	57	139	91	205	140	260	180	330	225	66	28	82	44	138	57	
≤ 6,70	70	31	101	63	148	97	215	150	275	190	350	235	79	34	91	53	144	63	
≤ 7,50	74	34	109	69	156	102	225	155	290	200	370	250	79	36	91	53	150	69	
≤ 8,50	79	37	117	75	165	109	240	165	305	210	390	265	89	40	103	61	156	75	
≤ 9,50	84	40	125	81	175	115	250	175	320	220	410	280	89	40	103	61	162	81	



# Сверление

## РАЗМЕРНЫЙ РЯД СВЕРЛ ПО СТАНДАРТУ DIN



$d_1$	DIN 1897		DIN 338		DIN 340		DIN 1869						DIN 6537				DIN 345	
	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$
mm	mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm	
							Серия 1		Серия 2		Серия 3		K		L			
≤ 10,60	89	43	133	87	184	121	265	185	340	235	430	295	102	55	118	70	168	87
≤ 11,80	95	47	142	94	195	128	280	195	365	250			102	55	118	70	175	94
≤ 13,20	102	51	151	101	205	134	295	205	375	260			107	60	124	76	182	101
≤ 14,00	107	54	160	108	214	140							107	60	124	76	189	108
≤ 15,00	111	56	169	114	220	144							115	65	133	82	212	114
≤ 16,00	115	58	178	120	227	149							115	65	133	82	218	120
≤ 17,00	119	60	184	125	235	154							123	73	143	91	223	125
≤ 18,00	123	62	191	130	241	158							123	73	143	91	228	130
≤ 19,00	127	64	198	135	247	162							131	79	153	99	233	135
≤ 20,00	131	66	205	140	254	166							131	79	153	99	238	140
≤ 21,20	136	68			261	171											243	145
≤ 22,40	141	70			268	176											248	150
≤ 23,00	141	70			268	176											253	155
≤ 23,60	146	72			275	180											276	155
≤ 25,00	151	75			282	185											281	160
≤ 26,50	156	78			290	190											286	165
≤ 28,00	162	81			298	195											291	170
≤ 30,00	168	84			307	201											296	175
≤ 31,50	174	87			316	207											301	180
≤ 31,75	180	90															306	185
≤ 33,50	180	90															334	185
≤ 35,50	186	93															339	190
≤ 37,50	193	96															344	195
≤ 40,00	200	100															349	200
≤ 42,50	207	104															354	205
≤ 45,00	214	108															359	210
≤ 47,50	221	112															364	215
≤ 50,00	228	116															369	220

# Сверление

## РАЗМЕРНЫЙ РЯД СВЕРЛ ПО СТАНДАРТУ DIN



Десятичный дюймовый	Десятичный метрический	Размер машинного винта		Универсальная длина		Длинная серия		Конус Морзе хвостовик	
		$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$
$d_1$	$d_1$	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм
0.0059-0.0079	0.150-0.200			3/4	1/16				
0.0083-0.0100	0.211-0.254			3/4	5/64				
0.0105-0.0130	0.267-0.330			3/4	3/32				
0.0135-0.0145	0.343-0.368			3/4	1/8				
0.0150-0.0157	0.380-0.400			3/4	3/16				
0.0160-0.0200	0.406-0.508			7/8	3/16				
0.0210-0.0225	0.533-0.572			1.	1/4				
0.0236-0.0250	0.600-0.635			1.1/8	5/16				
0.0256-0.0280	0.650-0.711			1.1/4	3/8				
0.0292-0.0330	0.742-0.838			1.3/8	1/2				
0.0335-0.0380	0.850-0.965			1.1/2	5/8				
0.0390-0.420	0.991-1.067	1.3/8	1/2	1.5/8	11/16	2.1/4	1.1/8		
0.0430-0.0469	1.092-1.191	1.3/8	1/2	1.3/4	3/4	2.1/4	1.1/8		
0.0472-0.0625	1.200-1.588	1.5/8	5/8	1.7/8	7/8	3.	1.3/4		
0.0630-0.0635	1.600-1.613	1.11/16	11/16	1.7/8	7/8	3.3/4	2.		
0.0650-0.0781	1.650-1.984	1.11/16	11/16	2.	1.	3.3/4	2.		
0.0785-0.0787	1.994-2.000	1.11/16	11/16	2.	1.	4.1/4	2.1/4		
0.0807-0.0860	2.050-2.184	1.3/4	3/4	2.1/8	1.1/8	4.1/4	2.1/4		
0.0866-0.0938	2.200-2.383	1.3/4	3/4	2.1/4	1.1/4	4.1/4	2.1/4		
0.0945-0.0995	2.400-2.527	1.13/16	13/16	2.3/8	1.3/8	4.5/8	2.1/2		
0.1015-0.1065	2.578-2.705	1.13/16	13/16	2.1/2	1.7/16	4.5/8	2.1/2		
0.1094	2.779	1.13/16	13/16	2.5/8	1.1/2	4.5/8	2.1/2		
0.1100.1130	2.794-2.870	1.7/8	7/8	2.5/8	1.1/2	5.1/8	2.3/4		
0.1142-0.1160	2.900-2.946	1.7/8	7/8	2.3/4	1.5/8	5.1/8	2.3/4		
0.1181-0.1250	3.000-3.175	1.7/8	7/8	2.3/4	1.5/8	5.1/8	2.3/4	5.1/8	1.7/8
0.1260-0.1285	3.200-3.264	1.15/16	15/16	2.3/4	1.5/8	5.3/8	3.	5.3/8	2.1/8
0.1299-0.1406	3.300-3.571	1.15/16	15/16	2.7/8	1.3/4	5.3/8	3	5.3/8	2.1/8
0.1417-0.1496	3.600-3.800	2.1/16	1.	3.	1.7/8	5.3/8	3	5.3/8	2.1/8
0.1520-0.1562	3.861-3.967	2.1/16	1.	3.1/8	2.	5.3/8	3	5.3/8	2.1/8
0.1570	3.988	2.1/8	1.1/16	3.1/8	2.	5.3/4	3.3/8		
0.1575-0.1719	4.000-4.366	2.1/8	1.1/16	3.1/4	2.1/8	5.3/4	3.3/8	5.3/4	2.1/2
0.1730-0.1820	4.394-4.623	2.3/16	1.1/8	3.3/8	2.3/16	5.3/4	3.3/8	5.3/4	2.1/2
0.1850-0.1875	4.700-4.762	2.3/16	1.1/8	3.1/2	2.5/16	5.3/4	3.3/8	5.3/4	2.1/2
0.1890-0.1910	4.800-4.851	2.1/4	1.3/16	3.1/2	2.5/16	6.	3.5/8	6.	2.3/4
0.1929-0.2031	4.900-5.159	2.1/4	1.3/16	3.5/8	2.7/16	6.	3.5/8	6.	2.3/4
0.2040-0.2188	5.182-5.558	2.3/8	1.1/4	3.3/4	2.1/2	6.	3.5/8	6.	2.3/4

Для перевода в десятичные дроби, см. стр. 42 - 45

# Сверление

## РАЗМЕРНЫЙ РЯД СВЕРЛ ПО СТАНДАРТУ ANSI



Десятичный дюймовый	Десятичный метрический	Размер машинного винта		Универсальная длина		Длинная серия		Конус Морзе хвостовик	
		$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$
$d_1$	$d_1$	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм
0.2205-0.2344	5.600-5.954	2.7/16	1.5/16	3.7/8	2.5/8	6.1/8	3.3/4	6.1/8	2.7/8
0.2362-0.2500	6.000-6.350	2.1/2	1.3/8	4.	2.3/4	6.1/8	3.3/4	6.1/8	2.7/8
0.2520	6.400	2.5/8	1.7/16	4.1/8	2.7/8	6.1/4	3.7/8		
0.2559-0.2656	6.500-6.746	2.5/8	1.7/16	4.1/8	2.7/8	6.1/4	3.7/8	6.1/4	3.
0.2660-0.2770	6.756-7.036	2.11/16	1.1/2	4.1/8	2.7/8	6.1/4	3.7/8	6.1/4	3.
0.2795-0.2812	7.100-7.142	2.11/16	1.1/2	4.1/4	2.15/16	6.1/4	3.7/8	6.1/4	3.
0.2835-0.2900	7.200-7.366	2.3/4	1.9/16	4.1/4	2.15/16	6.3/8	4.	6.3/8	3.1/8
0.2913-0.2969	7.400-7.541	2.3/4	1.9/16	4.3/8	3.1/16	6.3/8	4.	6.3/8	3.1/8
0.2992-0.3020	7.600-7.671	2.13/16	1.5/8	4.3/8	3.1/16			6.3/8	3.1/8
0.3031-0.3125	7.700-7.938	2.13/16	1.5/8	4.1/2	3.3/16	6.3/8	4.	6.3/8	3.1/8
0.3150-0.3160	8.000-8.026	2.15/16	1.11/16	4.1/2	3.3/16	6.1/2	4.1/8	6.1/2	3.1/4
0.3189-.03281	8.100-8.334	2.15/16	1.11/16	4.5/8	3.5/16	6.1/2	4.1/8	6.1/2	3.1/4
0.3307-0.3438	8.400-8.733	3.	1.11/16	4.3/4	3.7/16	6.1/2	4.1/8	6.1/2	3.1/4
0.3465-0.3594	8.800-9.129	3.1/16	1.3/4	4.7/8	3.1/2	6.3/4	4.1/4	6.3/4	3.1/2
0.3622-0.3750	9.200-9.525	3.1/8	1.13/16	5.	3.5/8	6.3/4	4.1/4	6.3/4	3.1/2
0.3770-0.3906	9.576-9.921	3.1/4	1.7/8	5.1/8	3.3/4	7.	4.3/8	7.	3.5/8
0.3937-0.3970	10.000-10.084	3.5/16	1.15/16	5.1/8	3.3/4	7.	4.3/8	7.	3.5/8
0.4016-0.4062	10.200-10.320	3.5/16	1.15/16	5.1/4	3.7/8	7.	4.3/8	7.	3.5/8
0.4130-0.4134	10.490-10.500	3.3/8	2.	5.1/4	3.7/8	7.1/4	4.5/8	7.1/4	3.7/8
0.4219	10.716	3.3/8	2.	5.3/8	3.15/16	7.1/4	4.5/8	7.1/4	3.7/8
0.4252-0.4375	10.800-11.112	3.7/16	2.1/16	5.1/2	4.1/16	7.1/4	4.5/8	7.1/4	3.7/8
0.4409-0.4531	11.200-11.509	3.9/16	2.1/8	5.5/8	4.3/16	7.1/2	4.3/4	7.1/2	4.1/8
0.4646-0.4688	11.800-11.908	3.5/8	2.1/8	5.3/4	4.5/16	7.1/2	4.3/4	7.1/2	4.1/8
0.4724-0.4844	12.000-12.304	3.11/16	2.3/16	5.7/8	4.3/8	7.3/4	4.3/4	8.1/4	4.3/8
0.4921-0.5000	12.500-12.700	3.3/4	2.1/4	6.	4.1/2	7.3/4	4.3/4	8.1/4	4.3/8
0.5039-0.5118	12.800-13.000	3.7/8	2.3/8	6.	4.1/2			8.1/2	4.5/8
0.5156-0.5315	13.096-13.500	3.7/8	2.3/8	6.5/8	4.13/16			8.1/2	4.5/8
0.5433-0.5781	13.800-14.684	4.1/8	2.5/8	6.5/8	4.13/16			8.3/4	4.7/8
0.5807-0.5938	14.750-15.083	4.1/8	2.5/8	7.1/8	5.3/16			8.3/4	4.7/8
0.6004-0.6250	15.250-15.875	4.1/4	2.3/4	7.1/8	5.3/16			8.3/4	4.7/8
0.6299-0.6562	16.000-16.669	4.1/2	2.7/8	7.1/8	5.3/16			9.	5.1/8
0.6594-0.6875	16.750-17.462	4.1/2	2.7/8	7.5/8	5.5/8			9.1/4	5.3/8
0.6890	17.500	4.3/4	3.	7.5/8	5.5/8			9.1/2	5.5/8
0.7031-0.7188	17.859-18.258	4.3/4	3.					9.1/2	5.5/8
0.7283-0.7500	18.500-19.050	5.	3.1/8					9.3/4	5.7/8
0.7656-0.7812	19.446-19.845	5.1/8	3.1/4					9.7/8	6.
0.7879-0.8125	20.000-20.638	5.1/4	3.3/8					10.3/4	6.1/8

Для перевода в десятичные дроби, см. стр. 42 - 45

# Сверление

## РАЗМЕРНЫЙ РЯД СВЕРЛ ПО СТАНДАРТУ ANSI



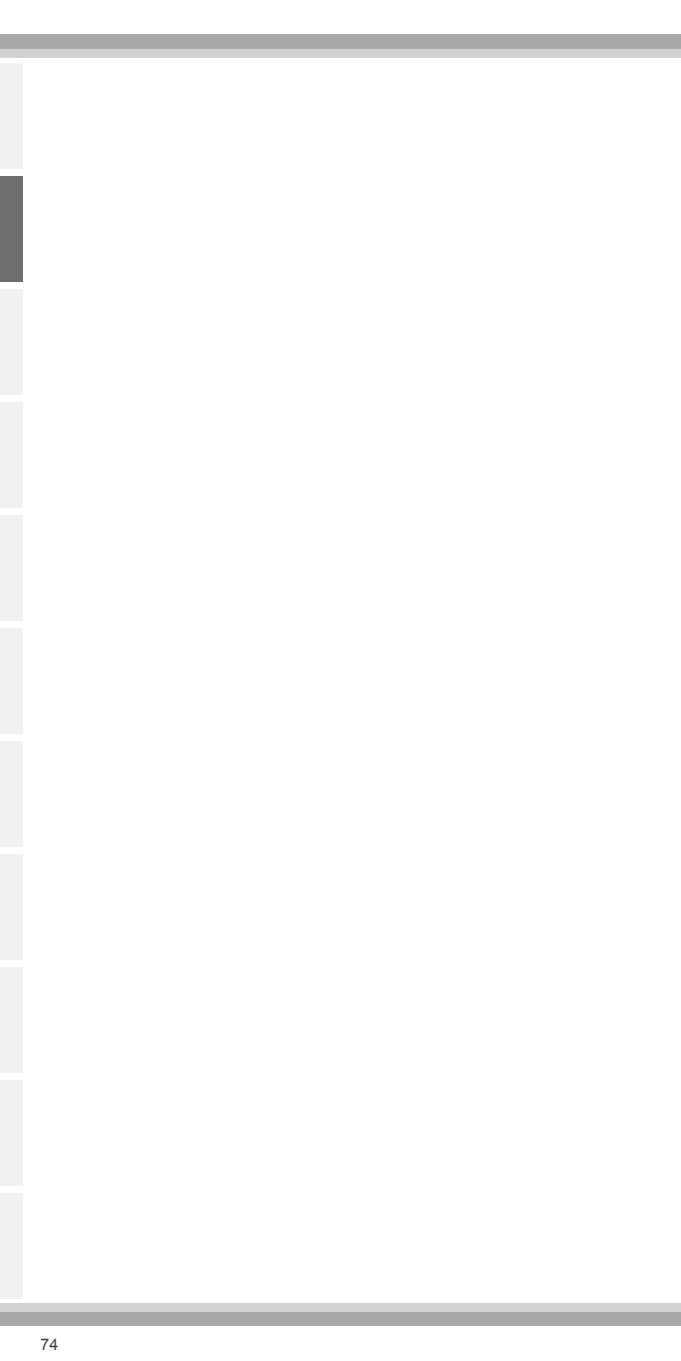
Десятичный дюймовый	Десятичный метрический	Размер машинного винта		Универсальная длина		Длинная серия		Конус Морзе хвостовик	
		$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$
		дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм	дюйм
0.8268-0.8750	21.000-22.225	5.3/8	3.1/2					10.3/4	6.1/8
0.8858-0.9062	22.500-23.017	5.5/8	3.5/8					10.3/4	6.1/8
0.9219-0.9375	23.416-23.812	5.3/4	3.3/4					10.3/4	6.1/8
0.9449-0.9688	24.000-24.608	5.7/8	3.7/8					11.	6.3/8
0.9843-1.000	25.000-25.400	6.	4.					11.	6.3/8
1.0039-1.0312	25.500-26.192							11.1/8	6.1/2
1.0433-1.0630	26.500-27.000							11.1/4	6.5/8
1.0781-1.0938	27.384-27.783							12.1/2	6.7/8
1.1024-1.1250	28.000-28.575							12.3/4	7.1/8
1.1406-1.562	28.971-29.367							12.7/8	7.1/4
1.1614-1.1875	29.500-30.162							13.	7.3/8
1.2008-1.2188	30.500-30.958							13.1/8	7.1/2
1.2205-1.2500	31.000-31.750							13.1/2	7.7/8
1.2598-1.2812	32.000-32.542							14.1/8	8.1/2
1.2969-1.3125	32.941-33.338							14.1/4	8.5/8
1.3189-1.3438	33.500-34.133							14.3/8	8.3/4
1.3583-1.3750	34.500-34.925							14.1/2	8.7/8
1.3780-1.4062	35.000-35.717							14.5/8	9.
1.4173-1.4375	36.000-36.512							14.3/4	9.1/8
1.4531-1.4688	36.909-37.308							14.7/8	9.1/4
1.4764-1.5000	37.500-38.100							15.	9.3/8
1.5312	38.892							16.3/8	9.3/8
1.5354-1.5625	39.000-39.688							16.5/8	9.5/8
1.5748-1.5938	40.000-40.483							16.7/8	9.7/8
1.6094-1.6250	40.879-41.275							17.	10.
1.6406-1.8438	41.671-46.833							17.1/8	10.1/8
1.8504-2.0312	47.000-51.592							17.3/8	10.3/8
2.0472-2.1875	52.000-55.563							17.3/8	10.1/4
2.2000-2.3750	56.000-60.325							17.3/8	10.1/8
2.4016-2.500	61.000-63.500							18.3/4	11.1/4
2.5197-2.6250	64.000-66.675							19.1/2	11.7/8
2.6378-2.7500	67.000-69.850							20.3/8	12.3/4
2.7559-2.8125	70.000-71.438							21.1/8	13.3/8

Для перевода в десятичные дроби, см. стр. 42 - 45

# Сверление

## ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ СВЕРЛЕНИИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Проблема	Причина	Способ устранения
Сломанная или погнутая лапка сверла	Плохой контакт между хвостовиком сверла и патроном	Устранить загрязнения и повреждения на хвостовике сверла и в патроне
Трещина перемычки	Слишком большая подача	Снизить подачу до оптимального значения
	Недостаточный задний угол	Переточить сверло с соблюдением геометрии
	Слишком большая подточка перемычки	Переточить сверло с соблюдением геометрии
	Сильный удар по вершине сверла	Избегайте ударов по вершине сверла. Осторожно закрепляйте и извлекайте сверла с конусом Морзе из шпинделя
Изношены внешние углы сверла	Слишком большая скорость резания	Снизить скорость до оптимального значения - возможно увеличить подачу
Сколоты внешние углы сверла	Нежесткое закрепление заготовки	Жестче закрепить заготовку, оптимизировать перемещения сверла в заготовке
Выкрашивание режущих кромок	Слишком большой задний угол	Переточить сверло с соблюдением геометрии
Поломка ленточек	Закусывание ленточек	Применить сверление с выводом / сверление набором сверл
	Сверло проворачивается	Проверить закрепление сверла в патроне и в шпинделе
Спиральный след в отверстии	Недостаточная подача	Увеличить подачу
	Увод сверла	Использовать центровочное сверло перед сверлением
Диаметр отверстия выходит за пределы поля допуска	Неправильная геометрия вершины сверла	Проверить геометрию
	Плохой отвод стружки, пакетирование	Изменить скорость, подачу и глубину сверления для получения более управляемого отвода стружки

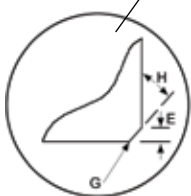
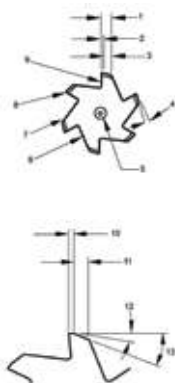
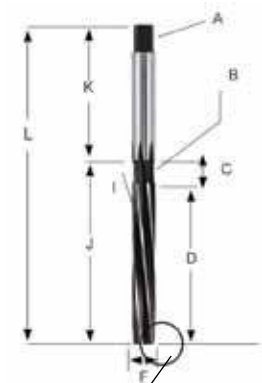




**Развертывание**

# Развертывание

## ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАЗВЕРТКИ



- A** Лапка
- B** Шейка
- C** Длина шейки
- D** Длина режущей части
- E** Длина заборной части
- F** Диаметр
- G** Заборная часть
- H** Угол заборной части
- I** Угол наклона стружечной канавки
- J** Длина рабочей части
- K** Длина хвостовика
- L** Общая длина

- 1.** Спинка зуба
- 2.** Ленточка
- 3.** Затыловка задней поверхности
- 4.** Задний угол
- 5.** Центровое отверстие
- 6.** Стружечная канавка
- 7.** Затылок
- 8.** Режущая кромка
- 9.** Передняя поверхность
- 10.** Ширина главной задней поверхности
- 11.** Ширина вспомогательной задней поверхности
- 12.** Главный задний угол
- 13.** Вспомогательный задний угол



## Развертывание

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗВЕРТЫВАНИЮ

Для получения наилучших результатов при развертывании очень важно заставить развертку работать. Общей ошибкой является минимальный припуск при подготовке отверстия под развертывание. При развертывании отверстия с недостаточным припуском инструмент будет стирать его, но не резать, и как следствие, быстро изнашиваться теряя размер. Также важно не оставить слишком большой припуск под развертывание. (См. таблицу “Припуск на обработку” на стр. 79)

1. Выберите оптимальный инструмент и режимы резания для выполняемой операции. Убедитесь, что отверстия, подготовленные под развертывание, имеют правильный диаметр.
2. Обрабатываемая деталь должна быть жестко закреплена, шпиндель станка не должен иметь биения.
3. Для закрепления развертки с цилиндрическим хвостовиком необходимо использовать качественный патрон. Биение развертки в патроне при автоматической подаче может привести к поломке инструмента.
4. При закреплении развертки с конусом Морзе в патроне или шпинделе станка необходимо всегда использовать

молоток из мягкого металла или резины. Проверьте надежность закрепления развертки, плохой контакт с базовой поверхностью патрона или шпинделя может привести к получению отверстия вне поля допуска.

5. Старайтесь применять инструмент на минимальном вылете от шпинделя станка.
6. Применение СОЖ увеличивает стойкость развертки, при этом необходимо следить за поступлением СОЖ непосредственно к режущим кромкам инструмента. Использование СОЖ с концентрацией 40:1 дает хорошие результаты. При обработке чугуна можно применить охлаждение сжатым воздухом.
7. Не допускайте пакетирования стружки в стружечных канавках при развертывании.
8. Перед переточкой развертки необходимо проверить ее биение относительно центровых отверстий. В большинстве случаев переточке подлежит только заборная часть развертки.
9. Сохраняйте развертки острыми. Частая переточка экономически выгодна, т.к. переточке подлежит только заборная часть, а калибрующие ленточки не перетачиваются. Правильная переточка влияет на качество обработанных отверстий и стойкость инструмента.

## Развертывание

### РУЧНЫЕ / МАШИННЫЕ РАЗВЕРТКИ

Для обработки одного и того же диаметра, в зависимости от используемого оборудования, можно применить ручные или машинные развертки.

Ручная развертка, для лучшего направления, имеет длинную коническую направляющую часть, машинная - только заборную с фаской 45 градусов. Машинная развертка режет только заборной частью, ручная развертка снимает стружку заборной и направляющей частями.

### ПРИМЕНЕНИЕ РАЗВЕРТОК

Как и для большинства режущих инструментов, выбор материала и геометрических параметров разверток зависит от вида обрабатываемого материала. Поэтому важно правильно подобрать необходимый тип развертки.

Развертки для станков с ЧПУ выпускаются с хвостовиками, изготовленными с допуском h6. Это позволяет использовать их вместе с гидропластовыми и термозажимными патронами, что повышает точность и круглость обработанных отверстий.

## Развертывание

### ПРИПУСК НА ОБРАБОТКУ

Величина припуска, необходимого для развертывания, зависит от обрабатываемого материала и качества подготовленного отверстия. Основные рекомендации по припуску на обработку приведены в следующих таблицах:

Диаметр развертываемого отверстия (мм)	После сверления	После зенкерования
Менее 4	0.1	0.1
От 4 до 11	0.2	0.15
От 11 до 39	0.3	0.2
От 39 до 50	0.4	0.3
Диаметр развертываемого отверстия (дюйм)		
Менее 3/16	0.004	0.004
3/16 до 1/2	0.008	0.006
1/2 до 1. 1/2	0.010	0.008
1. 1/2 до 2	0.016	0.010

### ВЫБОР ТИПА РАЗВЕРТКИ

Развертывание является высокоточным методом обработки отверстий для получения поверхностей высокого качества. Dormer предлагает ряд разверток для получения отверстий с допуском H7.

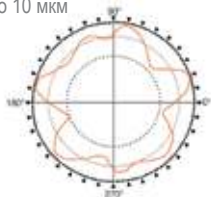
Развертки разделяются на следующие типы:

- Цельные - изготавливаются с хвостовиками двух типов, цилиндрическим и конусом Морзе.
- Насадные - для использования с оправками.
- Регулируемые - с настраиваемыми лезвиями из быстрорежущей стали, используются для легких работ.

# Развертывание

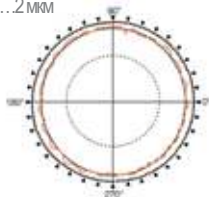
## ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ РАЗВЕРТКИ - СРАВНЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОГО / ЭКСТРЕМАЛЬНО НЕРАВНОМЕРНОГО ШАГА

при неравномерном шаге погрешность формы отверстия до 10 мкм



Достигаемая круглость отверстия

при экстремально неравномерном шаге погрешность формы отверстия до 1...2 мкм



Достигаемая круглость отверстия

## ГРАНИЦЫ ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ



### 1. НА ДИАМЕТР СТАНДАРТНОЙ РАЗВЕРТКИ

Диаметр ( $d_1$ ) измеряется по ленточке сразу же за заборной или направляющей частью. Допуск назначен в соответствии с DIN 1420

для обработки отверстия с допуском на диаметр H7.

ДОПУСК РАЗВЕРТКИ			
Диаметр (мм)		Граница поля допуска (мм)	
От	До (включительно)	Верхняя +	Нижняя +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

# Развертывание

## 2. ДЛЯ ОТВЕРСТИЯ С ДОПУСКОМ Н7

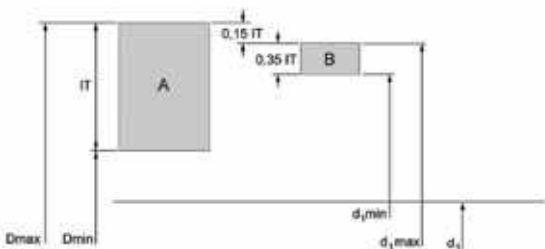
Точные отверстия, как правило, выполняются с допуском по Н7 (см. табл. ниже). Для отверстий с другими

допусками границы поля допуска можно рассчитать, используя схему расчета и таблицу, приведенные в п.3.

ДОПУСК ОТВЕРСТИЯ			
Диаметр (мм)		Граница поля допуска (мм)	
От	До (включительно)	Верхняя +	Нижняя +
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0
18	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. Когда необходимо определить размеры развертки для обработки отверстия с определенным допуском, к примеру, D8, можно использовать следующие рекомендации.

- A** = Допуск отверстия
- B** = Допуск на изготовление развертки
- IT** = Величина поля допуска
- Dmax** = Max диаметр отверстия
- Dmin** = Min диаметр отверстия
- d<sub>1</sub>** = Номинальный диаметр развертки
- d<sub>1</sub>max** = Min диаметр развертки
- d<sub>1</sub>min** = Max диаметр развертки



## Развертывание

Поле допуска	Поле допуска на диаметр							
	от 1 до 3 включ.	от 3 до 6 включ.	от 6 до 10 включ.	от 10 до 18 включ.	от 18 до 30 включ.	от 30 до 50 включ.	от 50 до 80 включ.	от 80 до 120 включ.
IT 5	4	5	6	8	9	11	13	15
IT 6	6	8	9	11	13	16	19	22
IT 7	10	12	15	18	21	25	30	35
IT 8	14	18	22	27	33	39	46	54
IT 9	25	30	36	43	52	62	74	87
IT 10	40	48	58	70	84	100	120	140
IT 11	60	75	90	110	130	160	190	220
IT 12	100	120	150	180	210	250	300	350

Пример расчета для отверстия диаметром 10D8 мм

Max диаметр отверстия = 10.062

Min диаметр отверстия = 10.040

Поле допуска на диаметр (IT8) = 0.022

Для расчета Max диаметра развертки из Max. диаметра отверстия вычитаем 0.15 от поля допуска для отверстия, округленных до 0.001 мм в большую сторону.

$0.15 \times \text{поле допуска отверстия (IT8)} = 0.0033$ , округляем до 0.004 мм

Для расчета Min диаметра развертки из Max диаметра отверстия вычитаем 0.35 от поля допуска для отверстия, округленных до 0.001 мм в большую сторону.

$0.35 \times \text{поле допуска отверстия (IT8)} = 0.0077$ , округляем до 0.008 мм

Max диаметр развертки =  $10.062 - 0.004 = 10.058$

Min диаметр развертки =  $10.058 - 0.008 = 10.050$

## Развертывание

### РАСЧЕТ ДИАМЕТРА ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ С ШАГОМ 0.01 ММ РАЗВЕРТОК

Пример:

Требуемое

отверстие:

$$d = 4,25F8 \text{ мм}$$

Расчет:

Номинальный диаметр отверстия +  
табличное значение для F8 = 1/100  
развертка  $4,25 + 0,02 = 4,27\text{мм}$

Требуемый

инструмент:

Развертка диаметром 4,27мм

## Развертывание

### Примечания к приведенной ниже таблице

Эта таблица позволяет выбрать диаметр изготавливаемых с шагом 0.01 мм разверток.

Значения диаметров даны с учетом того, что допуски на изготовление разверток стандартные. Они равны:

До диаметра 5,50 мм = +0,004/0

Больше 5.50 мм = +0.005/0

Все допуски, выделенные голубым цветом, можно получить используя развертки с шагом 0,01 мм, если они изготовлены в соответствии с требованиями по DIN 1420.

	<b>A 9</b>	<b>A 11</b>	<b>B 8</b>	<b>B 9</b>	<b>B10</b>	<b>B11</b>	<b>C 8</b>
1 - 3	-	+0,31	-	-	+0,17	+0,18	-
3 - 6	+0,29	+0,32	+0,15	+0,16	+0,17	+0,19	+0,08
6 - 10	+0,30	+0,35	+0,16	+0,17	+0,19	+0,22	+0,09
10 - 18	+0,32	+0,37	-	+0,18	+0,20	+0,23	+0,11
	<b>E 7</b>	<b>E 8</b>	<b>E 9</b>	<b>F 7</b>	<b>F 8</b>	<b>F 9</b>	<b>F 10</b>
1 - 3	-	+0,02	+0,03	+0,01	-	+0,02	-
3 - 6	-	+0,03	+0,04	-	+0,02	+0,03	+0,04
6 - 10	-	-	+0,05	+0,02	-	+0,03	+0,05
10 - 18	+0,04	-	+0,06	-	+0,03	+0,04	+0,07
	<b>H12</b>	<b>H 13</b>	<b>J 6</b>	<b>J 7</b>	<b>J 8</b>	<b>JS 6</b>	<b>JS 7</b>
1 - 3	+0,08	+0,11	-	-	-	-	-
3 - 6	+0,09	+0,14	-	+0,00	+0,00	-	+0,00
6 - 10	+0,12	+0,18	-	+0,00	+0,00	-	+0,00
10 - 18	+0,14	+0,22	-	+0,00	+0,00	-	+0,00
	<b>N 7</b>	<b>N 8</b>	<b>N 9</b>	<b>N10</b>	<b>N11</b>	<b>P 6</b>	<b>P 7</b>
1 - 3	-0,01	-	-	-0,02	-0,02	-	-
3 - 6	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-	-
6 - 10	-	-	-	-0,02	-0,02	-	-
10 - 18	-	-	-0,02	-0,02	-0,03	-	-0,02



## Развертывание

C 9	C10	C11	D 7	D 8	D 9	D10	D11
-	+ 0,09	+ 0,10	-	-	-	+ 0,05	+ 0,06
+ 0,09	+ 0,10	+ 0,12	-	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,08
+ 0,10	+ 0,12	+ 0,15	-	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,08	+ 0,11
+ 0,12	+ 0,14	+ 0,18	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,08	+ 0,10	+ 0,13
G 6	G 7	H 6	H 7	H 8	H 9	H10	H11
-	-	-	-	-	-	+ 0,03	+ 0,04
-	+ 0,01	-	-	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,05
-	-	-	-	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,07
-	-	-	+ 0,01	-	+ 0,03	+ 0,05	+ 0,08
JS 8	JS 9	K 7	K 8	M 6	M 7	M 8	N 6
+ 0,00	+ 0,00	-	-	-	-	-	-
+ 0,00	+ 0,00	-	-	-	-	-	-
+ 0,00	+ 0,00	-	-	-	-	Z- 0,01	-
+ 0,00	+ 0,01	-	-	- 0,01	- 0,01	- 0,01	-
R6	R 7	S 6	S 7	U 6	U 7	U10	Z10
-	-	-	- 0,02	-	-	-	- 0,04
-	-	-	-	-	-	- 0,04	- 0,05
-	-	-	-	-	- 0,03	- 0,05	- 0,06
-	-	-	- 0,03	-	-	- 0,05	- 0,07

# Развертывание

## СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ РАЗВЕРТОК



$D_1$	DIN 9		DIN 206		DIN 208		DIN 212	
	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$
mm	mm		mm		mm		mm	
≤ 0,24								
≤ 0,30								
≤ 0,38								
≤ 0,48								
≤ 0,53								
≤ 0,60	38	20						
≤ 0,67								
≤ 0,75								
≤ 0,85	42	24						
≤ 0,95								
≤ 1,06	46	28						
≤ 1,18								
≤ 1,32	50	32					34	5.5
≤ 1,50	57	37	41	20			40	8
≤ 1,70			44	21			43	9
≤ 1,90			47	23			46	10
≤ 2,12	68	48	50	25			49	11
≤ 2,36			54	27			53	12
≤ 2,65	68	48	58	29			57	14
≤ 3,00	80	58	62	31			61	15
≤ 3,35			66	33			65	16
≤ 3,75			71	35			70	18
≤ 4,25	93	68	76	38			75	19
≤ 4,75			81	41			80	21
≤ 5,30	100	73	87	44	133	23	86	23
≤ 6,00	135	105	93	47	138	26	93	26
≤ 6,70			100	50	144	28	101	28
≤ 7,50			107	54	150	31	109	31



# Развертывание

## СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ РАЗВЕРТОК



$D_1$	DIN 9		DIN 206		DIN 208		DIN 212	
	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$
mm	mm		mm		mm		mm	
≤ 8,50	180	145	115	58	156	33	117	33
≤ 9,50			124	62	162	36	125	36
≤ 10,60	215	175	133	66	168	38	133	38
≤ 11,80			142	71	175	41	142	41
≤ 13,20	255	210	152	76	182	44	151	44
≤ 14,00					189	47	160	47
≤ 15,00	280	230	163	81	204	50	162	50
≤ 16,00					210	52	170	52
≤ 17,00			175	87	214	54	175	54
≤ 18,00					219	56	182	56
≤ 19,00			188	93	223	58	189	58
≤ 20,00	310	250	201	100	228	60	195	60
≤ 21,20					232	62		
≤ 22,40			215	107	237	64		
≤ 23,60					241	66		
≤ 25,00	370	300			268	68		
≤ 26,50			231	115	273	70		
≤ 28,00					277	71		
≤ 30,00	400	320	247	124	281	73		
≤ 31,50					285	75		
≤ 33,50			265	133	317	77		
≤ 35,50					321	78		
≤ 37,50			284	142	325	79		
≤ 40,00	430	340			329	81		
≤ 42,50			305	152	333	82		
≤ 45,00					336	83		
≤ 47,50			326	163	340	84		
≤ 50,00	460	360	347	174	344	86		

## Развертывание



DIN 311		DIN 859		DIN 1895		DIN 2180	
L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
mm		mm		mm		mm	
161	85	115	58			227	145
166	90	124	62				
171	95	133	66	142	66	257	175
176	100	142	71				
199	105	152	76			315	210
209	115						
219	125	163	81	173	79		
229	135					335	230
251	135	175	87				
261	145	188	93				
						377	250
271	155	201	100	212	96		
281	165	215	107				
						427	300
296	180	231	115	263	119		
311	195	247	124			475	320
326	210						
354	210	265	133				
364	220	284	142				
374	230			331	150	495	340
		305	152				
384	240	326	163				
394	250	347	174			550	360

# Развертывание

## ТИПЫ РАЗВЕРТОК И ОБОЗНАЧЕНИЕ ПО DIN

DIN	Тип	Обозначение
212	A	Прямозубая $\leq 3.5$ mm диаметром
	B	Со спиральным зубом $\leq 3.5$ mm диаметром
	C	Прямозубая $\geq 4.0$ mm диаметром
	D	Со спиральным зубом $\geq 4.0$ mm диаметром
	E	С крутым спиральным зубом
208 219	A	Прямозубая
	B	Со спиральным зубом
	C	С крутым спиральным зубом
9, 205, 206, 859, 8050, 8051, 8093, 8094	A	Прямозубая
	B	Со спиральным зубом
1895	C	Со спиральным зубом
	D	С крутым спиральным зубом
	E	Прямозубая

## Развертывание

### ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

ПРОБЛЕМА	ПРИЧИНА	СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ
Сломанная или погнутая лапка	Плохой контакт между хвостовиком и патроном	Устранить загрязнения и повреждения на хвостовике и в патроне
Быстрый износ инструмента	Слишком маленький припуск на обработку	Увеличить припуск на обработку (см. стр. 78-79)
Отверстие больше требуемого размера	Несоосность отверстия и развертки	Применить плавающий патрон
	Биение шпинделя станка	Отремонтировать шпиндель станка
	Дефект патрона	Заменить патрон
	Хвостовик инструмента поврежден	Заменить инструмент или перешлифовать хвостовик
	Овальность инструмента	Заменить или переточить инструмент
	Несимметричность заточки	Переточить до восстановления геометрии
	Слишком высокая подача или скорость	Выбрать режимы резания согласно рекомендациям каталога Dormer или Product Selector

## Развертывание

### ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

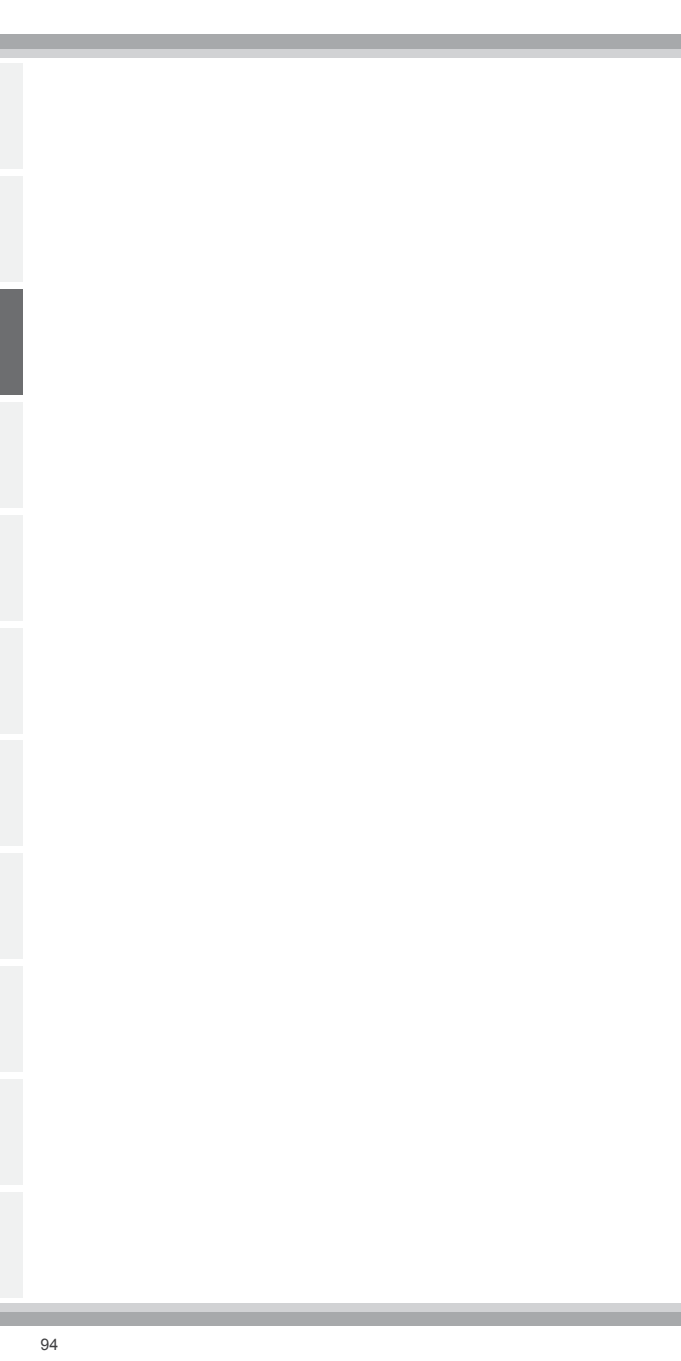
Проблема	Причина	Способ устранения
Отверстие меньше требуемого размера	Слишком маленький припуск на обработку	Увеличить припуск на обработку (см. стр. 78-79)
	Чрезмерное выделение тепла при развертывании. Отверстие расширяется при обработке и затем усаживается.	Увеличить подачу СОЖ
	Инструмент изношен.	Переточить до восстановления геометрии
	Недостаточные подача или скорость резания.	Выбрать режимы резания согласно рекомендациям каталога Dormer или Product Selector
	Просверленное отверстие имеет слишком маленький диаметр	Уменьшить припуск на обработку (см. стр. 78-79)
Отверстие имеет форму овала или конуса	Биение шпинделя станка	Отремонтировать шпиндель станка
	Несоосность отверстия и развертки	Применить плавающий патрон
	Несимметричность заточки	Переточить до требуемых размеров



## Развертывание

### ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Проблема	Причина	Способ устранения
Плохое качество обработанной поверхности	Слишком большой припуск на обработку	Уменьшить припуск на обработку (см. стр. 78-79)
	Инструмент изношен	Переточить до восстановления геометрии
	Слишком маленький передний угол	Переточить до восстановления геометрии
	Плохое качество СОЖ или низкая концентрация	Увеличить концентрацию
	Слишком маленькая подача или скорость резания.	Выбрать режимы резания согласно рекомендациям каталога Dormer или Product Selector
	Слишком высокая скорость резания	Выбрать режимы резания согласно рекомендациям каталога Dormer или Product Selector
Инструмент прихватывается и ломается	Инструмент изношен	Переточить до восстановления геометрии
	Обратная конусность инструмента слишком мала	Проверить и заменить инструмент
	Ширина ленточки слишком большая	Проверить и заменить инструмент
	Обрабатываемый материал склонен к усадке	Использовать регулируемую развертку для компенсации усадки
	Слишком большой припуск на обработку	Уменьшить припуск на обработку (см. стр. 78-79)
	Неоднородный материал с твердыми включениями	Использовать твердосплавную развертку





**Зенкерование  
и зенкование**

## Зенкерование и зенкование

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЗЕНКЕРОВАНИЮ И ЗЕНКОВАНИЮ

#### ЗЕНКЕРОВАНИЕ

Зенкером называется концевой инструмент, используемый для увеличения диаметра уже готового отверстия или для получения плоского дна в отверстии.

Может быть изготовлен вместе с направляющей (цельная конструкция)

**РИС.1** или иметь сменную направляющую, **РИС. 2 И 3.**



РИС. 1



РИС. 2



РИС. 3

## Зенкерование и зенкование

### ЗЕНКОВАНИЕ

Зенковкой называется режущий инструмент, обычно имеющий коническую режущую часть с одним или несколькими зубьями, расположенными под требуемым углом. Используется для снятия фасок в отверстиях и на гранях деталей.

Может иметь цилиндрический или конический хвостовик, хвостовик с лыской или специальный хвостовик для закрепления в станке или ручной дрели.



## Зенкерование и зенкование

### ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ ЗЕНКЕРОВАНИИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Проблема	Причина	Способ устранения
Слишком быстрый износ режущей кромки	Неправильно выбранные скорость и подача	Увеличить подачу - особенно при обработке вязких материалов или материалов повышенной обрабатываемости. Также попробовать уменьшить скорость.
	Грубая режущая кромка	Довести режущую кромку мелкозернистым алмазным бруском
	Недостаточная подача СОЖ	Увеличить подачу СОЖ - изменить тип подаваемой СОЖ
Выкрашивание	Плохой отвод стружки	Заменить на инструмент с большими стружечными канавками - большего диаметра или с меньшим числом зубьев
	Повторное перерезание стружки	Увеличить подачу СОЖ
	Вибрации	Увеличить жесткость наладки, проверить состояние оснастки
Малая стойкость	Быстрое лункообразование	Увеличить скорость или уменьшить подачу
	Абразивный материал	Уменьшить скорость или увеличить подачу. Увеличить подачу СОЖ.
	Материалы высокой твердости	Уменьшить скорость - жесткость очень важна
	Недостаточное пространство для размещения стружки	Использовать инструмент большего диаметра
	Несвоевременная переточка	Немедленно переточить инструмент с соблюдением геометрии

## Зенкерование и зенкование

### ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ ЗЕНКЕРОВАНИИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Проблема	Причина	Способ устранения
Глазирванная поверхность	Подача слишком мала	Увеличить подачу
	Притупившаяся режущая кромка	Переточить инструмент с соблюдением геометрии
	Недостаточный задний угол	Переточить инструмент с большим задним углом
Грубая обработанная поверхность	Притупившаяся режущая кромка	Переточить инструмент с соблюдением геометрии
	Неправильные режимы резания	Увеличить скорость - также попробовать уменьшить подачу
Резонирование	Недостаточная мощность станка	Заменить на инструмент с большими стружечными канавками - большего диаметра или с меньшим числом зубьев
	Вибрации	Переточить инструмент с большим задним углом



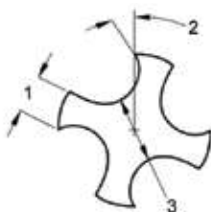
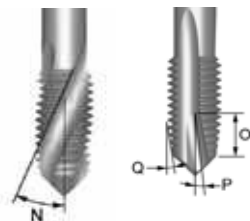
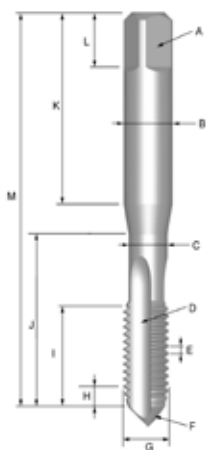




**Нарезание резьбы метчиками**

# Нарезание резьбы метчиками

## ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕТЧИКА



- A. Квадрат
- B. Диаметр хвостовика
- C. Диаметр шейки
- D. Стружечная канавка
- E. Шаг
- F. Наружный центр
- G. Наружный диаметр резьбы
- H. Длина заборной части
- I. Длина калибрующей части
- J. Длина шейки
- K. Длина хвостовика
- L. Длина квадрата
- M. Общая длина
- N. Угол наклона стружечной канавки
- O. Длина спиральной подточки
- P. Угол спиральной подточки
- Q. Угол заборной части

- 1. Ширина спинки зуба
- 2. Передний угол
- 3. Диаметр сердцевины
- 4. Затыловка задней поверхности

# Нарезание резьбы метчиками

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО НАРЕЗАНИЮ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКАМИ

Результат любой операции по нарезанию резьбы зависит от ряда факторов, каждый из которых, в конечном счете, влияет на качество готовой детали.

1. Выберите правильную конструкцию метчика для данного обрабатываемого материала и типа отверстия, т.е. сквозного или глухого, из таблицы группы обрабатываемых материалов (AMG).
2. Убедитесь, что деталь надежно закреплена - перемещения в процессе обработки могут привести к поломке метчика или плохому качеству резьбы.
3. Выберите правильный размер сверла из соответствующих таблиц (см. стр. 119-125). Диаметр необходимого сверла также указан на страницах каталога с метчиками. Помните, что для метчиков-раскатников необходимы сверла других диаметров. Всегда контролируйте наклеп обрабатываемого материала, см. главу "Обработка нержавеющей стали" в разделе с общей информацией.
4. Выберите правильное значение скорости резания, как показано в каталоге Dormer или программе Product Selector.
5. Используйте СОЖ, соответствующую выполняемой операции.
6. При нарезании резьбы на станках с ЧПУ проверьте значение подачи, указанное в программе. При использовании резьбового патрона значение подачи на оборот должно составлять от 95 до 97 % от шага для самозатягивания метчика.
7. По возможности используйте качественные патроны с компенсацией для ограничения крутящего момента, которые гарантируют осевое перемещение метчика и устанавливают его прямо в отверстие. Также это предохранит метчик от поломки при случайном столкновении с дном отверстия.
8. Убедитесь в том, что метчик плавно входит в отверстие, прерывистая подача может привести к колоколообразной форме начальных витков резьбового отверстия.

# Нарезание резьбы метчиками

## ГЕОМЕТРИЯ МЕТЧИКА И ПРОЦЕСС РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЯ

Тип	Варианты	Процесс	Описание	Стружка
		 	<p>Метчики с прямыми стружечными канавками</p> <p>Метчик с прямыми канавками является наиболее широко используемым типом метчика. Может быть использован для материалов, образующих короткую стружку, в т.ч. для стали и чугуна. Данные метчики составляют основу производственной программы.</p>	
		 	<p><b>Метчики с шахматным зубом</b></p> <p>Метчик с шахматным зубом создает меньше трение и сопротивление резанию, что важно при нарезании резьбы в труднообрабатываемых материалах и в материалах с большим упругим восстановлением (например, в алюминии и бронзе). Такая геометрия метчика также облегчает доступ СОЖ к режущим кромкам, что помогает уменьшить крутящий момент.</p>	
		 	<p><b>Метчики со спиральной подточкой</b></p> <p>Метчик со спиральной подточкой имеет прямые неглубокие стружечные канавки. Спиральная подточка предназначена для выталкивания стружки вперед. Сравнительно неглубокие стружечные канавки гарантируют максимальную прочность метчика на скручивание. Они также облегчают подвод СОЖ в зону резания. Этот тип метчиков рекомендуется для обработки сквозных отверстий.</p>	

# Нарезание резьбы метчиками

## ГЕОМЕТРИЯ МЕТЧИКА И ПРОЦЕСС РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЯ

Тип	Варианты	Процесс	Описание	Стружка
			<p><b>Метчики со стружечными канавками только на заборной части</b></p> <p>Режущая часть данного метчика имеет аналогичную спиральную подточку, предназначенную для выталкивания стружки вперед. Этот метчик имеет чрезвычайно жесткую конструкцию. Рекомендуется для обработки отверстий глубиной до 1.5 x Ø.</p>	
	 <p>λ 15°</p>  <p>λ 35°</p>  <p>λ 40°</p>  <p>λ 45°</p>  <p>λ 48°</p>	 <p>2XD</p>  <p>2.5XD</p>  <p>3XD</p>	<p><b>Метчики со спиральными зубьями</b></p> <p>Метчики со спиральными зубьями предназначены в основном для нарезания резьбы в глухих отверстиях. Спиральная стружечная канавка выталкивает стружку назад, что предотвращает пакетирование стружки на дне отверстия или в канавках. Такая конструкция снижает риск поломки или повреждения метчика.</p>	

# Нарезание резьбы метчиками

## ГЕОМЕТРИЯ МЕТЧИКА И ПРОЦЕСС РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЯ

Тип	Варианты	Процесс	Описание	Стружка
			<p><b>Бесстружечные метчики (раскатники)</b></p> <p>Бесстружечные метчики отличаются от обычных тем, что образуют профиль резьбы за счет пластической деформации, а не за счет снятия стружки. Рекомендуются для материалов с высокой пластичностью. Такие материалы имеют предел прочности не более 1200 Н/мм<sup>2</sup>, а относительное удлинение не менее 10%.</p> <p>Бесстружечные метчики можно использовать в обычных условиях, но лучшие результаты они показывают при обработке вертикальных глухих отверстий. Выпускаются также с внутренним подводом СОЖ.</p>	

# Нарезание резьбы метчиками

## ГЕОМЕТРИЯ МЕТЧИКА И ПРОЦЕСС РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЯ

Тип	Варианты	Процесс	Описание	Стружка
	 	  	<p><b>Метчики с внутренним подводом СОЖ</b></p> <p>Производительность метчиков с внутренним подводом СОЖ выше, чем у аналогичных метчиков с наружным. Такие метчики лучше отводят стружку, удаляемую из зоны обработки вместе с СОЖ. Благодаря тому, что охлаждение режущих кромок происходит более эффективно, снижается износ инструмента. В качестве охлаждающей среды можно использовать масло, эмульсию или сжатый воздух, подаваемый вместе с масляным туманом. Рекомендуемое давление - не менее 15 бар. Особенно хорошие результаты можно получить при использовании масляного тумана в качестве охлаждающей среды</p>	

# Нарезание резьбы метчиками

## ГЕОМЕТРИЯ МЕТЧИКА И ПРОЦЕСС РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЯ

Тип	Варианты	Процесс	Описание	Стружка
		  	<p><b>Гаечные метчики</b></p> <p>Эти метчики в основном используются для нарезания резьбы в гайках, но также ими можно нарезать резьбу в глубоких сквозных отверстиях. Они имеют диаметр хвостовика меньше, чем внутренний диаметр резьбы и большую общую длину, необходимые для накопления гаек. Гаечные метчики применяются на специальных станках, предназначенных для нарезания большого количества гаек. Ими можно нарезать резьбу в сталях и нержавеющей сталях. Гаечные метчики имеют очень длинную заборную часть, для того чтобы распределить усилия резания на 2/3 длины резьбовой части метчика.</p>	



## Нарезание резьбы метчиками

### ЗАБОРНАЯ ЧАСТЬ МЕТЧИКА

Вид заборной части метчика определяется производителем. Далее в таблице приведены виды заборной части, часто используемые в продукции марки Dormer, в зависимости от диаметра метчика.

Типы центров				
1	2	3	4	
				
Полный	Укороченный	Центровое отверстие	Отсутствует	

Типы заборной части					
Метчик Ø mm	<b>A</b> 6-8	<b>B</b> 3.5-5	<b>C</b> 2-3	<b>D</b> 18-20	<b>E</b> 1.5-2
≤ 5	1	1	1	1	1
>5 ≤6	1	1	1, 2	1	1
>6 ≤10	1, 2	1	1, 2, 4	1, 2	1, 4
>10 ≤12	2, 3	2, 3	2, 3	2, 3	2, 3
>12	3	3	3	3	3
<b>ANSI</b>	Конус	Пробка	Плоская		

## Нарезание резьбы метчиками

### ГЕОМЕТРИЯ БЕССТРУЖЕЧНОГО МЕТЧИКА (РАСКАТНИКА) И ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ РЕЗЬБЫ

Преимущества по сравнению с обычными метчиками

- Метчики-раскатники работают быстрее, чем обычные.
- Метчики-раскатники имеют большую стойкость.
- Один бесстружечный метчик (раскатник) может быть использован для обработки резьбы в различных материалах, в глухих и сквозных отверстиях.
- Метчики-раскатники имеет жесткую конструкцию, уменьшающую вероятность поломки.
- Гарантированное получение резьбы в пределах поля допуска.
- Отсутствует стружка.
- Более прочная резьба (более высокая прочность на смятие), по сравнению с нарезанной резьбой (в 2 раза прочнее).
- Лучшее качество поверхности у резьб, полученных пластическим деформированием.

Условия для эффективного использования

- Относительное удлинение обрабатываемого материала -  $A_5 > 10\%$ .
- Точный диаметр просверленного отверстия.
- Необходимо хорошее смазывание.

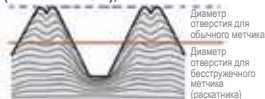
## Нарезание резьбы метчиками

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ РЕЗЬБЫ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Выбор необходимого диаметра сверла для получения предварительного отверстия зависит от обрабатываемого материала, режимов резания и состояния используемого оборудования. Если материал поднят вверх к началу резьбы и/или стойкость бесстружечного метчика (раскатника) мала, выберите сверло большего диаметра. С другой стороны, если не хватает материала для формирования полного профиля резьбы, следует использовать сверло немного меньшего диаметра.



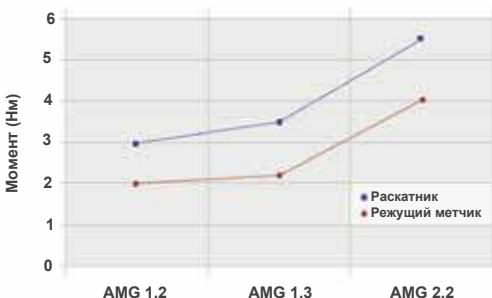
СЕЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ, ПОЛУЧЕННОЕ БЕССТРУЖЕЧНЫМ МЕТЧИКОМ (РАСКАТНИКОМ), В СТАЛИ 45



Бесстружечные метчики потребляют большую мощность, чем обычные метчики такого же размера, т.к. им нужен больший крутящий момент.

Сравнение крутящего момента между раскатником и обычным метчиком в различных группах обрабатываемых материалов.

### М6 глухое отверстие $V_c = 30$ м/мин (90 футов/мин)



# Нарезание резьбы метчиками

## ПРОФИЛИ РЕЗЬБЫ

### Резьбы по ISO

Метрические резьбы, M

Дюймовые резьбы, UN

$$H = 0,86603 P$$

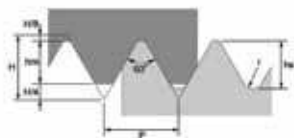
$$HM = 5/8H = 0,54127 P$$

$$HS = 17/24H = 0,613343 P$$

$$H/8 = 0,10825 P$$

$$H/4 = 0,21651 P$$

$$R = H/6 = 0,14434P$$



Whitworth W (BSW)

BSF, G, Rp, ADMF, Brass 1/4

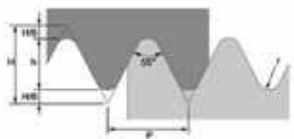
BS трубная, ME

$$H = 0,96049 P$$

$$H = 2/3H = 0,64033 P$$

$$H/6 = 0,16008 P$$

$$R = 0,13733 P$$



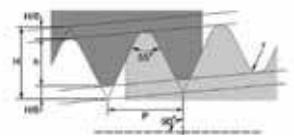
Конические трубные резьбы  
Whitworth

Rc (BSPT), Конусность 1:16

$$H = 0,96024 P$$

$$H = 2/3H = 0,64033 P$$

$$R = 0,13728 P$$



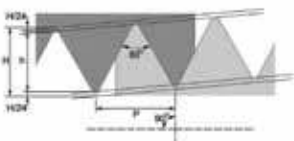
Американские конические  
трубные резьбы

NPT, Конусность 1:16

$$H = 0,8668 P$$

$$H = 0,800 P$$

$$H/24 = 0,033 P \text{ (min. value)}$$



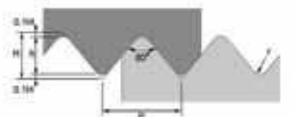
Стальные трубные резьбы

PG (Pr)

$$H = 0,59588 P$$

$$H = 0,4767 P$$

$$R = 0,107 P$$



# Нарезание резьбы метчиками

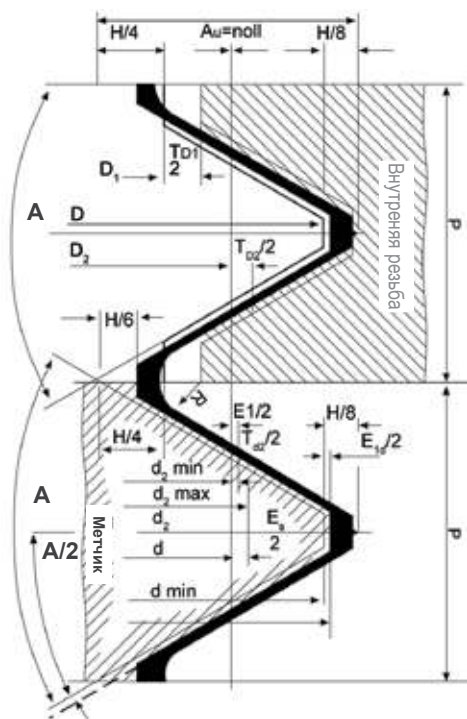
## ДОПУСКИ

Допуски на метрическую 60° резьбу (M+UN) по стандарту ISO

Внутренняя резьба		Метчик	
<b>A<sub>u</sub></b>	Основное отклонение	d	Диаметр впадин внутренней резьбы (=D)
<b>D</b>	Диаметр впадин внутренней резьбы	d <sub>min</sub>	Диаметр впадин резьбы метчика
<b>D<sub>1</sub></b>	Диаметр вершин внутренней резьбы	d <sub>2</sub>	Средний диаметр
<b>D<sub>2</sub></b>	Средний диаметр	d <sub>2max</sub>	Максимальный средний диаметр
<b>H</b>	Высота исходного треугольника	d <sub>2min</sub>	Минимальный средний диаметр
<b>P</b>	Шаг	E <sub>1</sub>	Нижнее отклонение d <sub>2</sub>
<b>T<sub>d1</sub></b>	Допуск D <sub>1</sub>	E <sub>s</sub>	Верхнее отклонение d <sub>2</sub>
<b>T<sub>d2</sub></b>	Допуск D <sub>2</sub>	E <sub>1d</sub>	Нижнее отклонение d
<b>α</b>	Угол профиля	P	Шаг
		R	Радиус впадины метчика
		T <sub>d2</sub>	Допуск на средний диаметр
		T <sub>α2</sub>	Допуск половины угла профиля
		α	Угол профиля
		α/2	Половина угла профиля

# Нарезание резьбы метчиками

## допуски

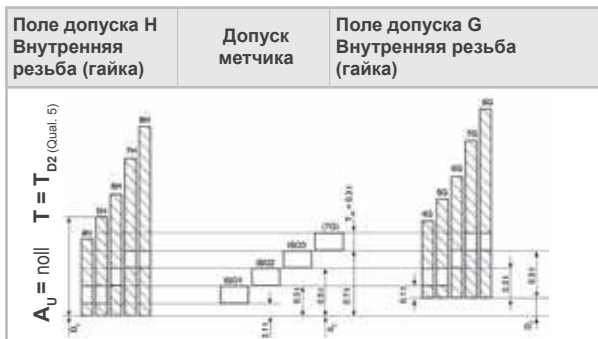


 Внутренняя резьба

 Метчик

# Нарезание резьбы метчиками

## НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ДОПУСКИ МЕТЧИКОВ И ВНУТРЕННИХ РЕЗЬБ



**ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ ДОПУСКОВ МЕТЧИКОВ  
И ВНУТРЕННИХ РЕЗЬБ**

ПОЛЕ ДОПУСКА, МЕТЧИК			ПОЛЕ ДОПУСКА, ВНУТРЕННЯЯ РЕЗЬБА (ГАЙКА)					ПРИМЕНЕНИЕ
ISO	DIN	ANSI BS	4 H	5 H	6 H	7 H	8 H	
ISO 1	4 H	3 B	4 H	5 H				Соединение с натягом
ISO 2	6 H	2 B	4 G	5 G	6 H			Соединение по переходной посадке
ISO 3	6 G	1 B			6 G	7 H	8 H	Соединение с зазором
-	7 G	-			7 G		8 G	Прослабленная резьба под нанесение покрытия

## Нарезание резьбы метчиками

Допуски резьбы для метчиков приведены согласно DIN 13.

Для получения резьбового соединения с переходной посадкой используют метчики с допуском ISO 2 (6H).

Метчики с меньшим допуском (ISO 1) позволяют получить соединение без зазора по среднему диаметру резьбы. Большой допуск метчика (ISO 3) дает большой зазор в резьбовом соединении. Они используются для гаек, на которые в дальнейшем будет нанесено покрытие, или если необходимо свободное резьбовое соединение.

Существуют метчики с допусками между 6H (ISO2) и 6G (ISO3), и между 6G и 7G: 6HX и 6GX. Буква "X" обозначает, что данный допуск не является стандартным, и такой метчик предназначен для нарезания резьбы в высокопрочных и абразивных материалах, например, в чугунах. Более точный допуск используется для увеличения стойкости метчика. Ширина поля допуска метчика для 6H и 6HX одна и та же.

Бесстружечные метчики (раскатники) обычно изготавливаются с допусками 6HX или 6GX.

Метчики для резьб BSW и BSF имеют средний допуск. Это соответствует "среднему соединению" согласно стандарту BS 84.

Трубные резьбы с допуском "Нормальный" соответствуют следующим стандартам:

Резьба G согласно ISO 228-1. Один класс для внутренней резьбы (метчик), классы A и B для наружной резьбы (плашка).

Резьбы R, Rc и R согласно ISO 7-1.

Резьбы NPT и NPSM согласно ANSI B1.20.1.

Резьбы NPTF и NPSF согласно ANSI B1.20.3.









Резьба PG согласно DIN 40 430.

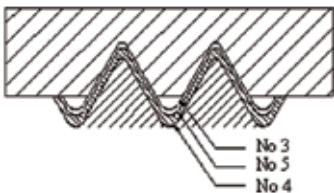
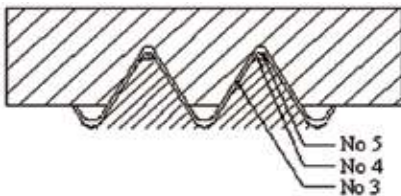


## Нарезание резьбы метчиками

### ДЛИНА ЗАБОРНОЙ ЧАСТИ И КОМПЛЕКТЫ МЕТЧИКОВ

Первая группа (No. 1, No. 2, No. 3) включает метчики с полным профилем резьбы, отличающиеся только длиной заборной части. Вторая группа (No. 4, No. 5) состоит из метчиков с неполным профилем. Они имеют меньшие, по сравнению со стандартными, средний и наружный диаметр и более длинную заборную часть. После нарезания резьбы такими метчиками необходимо использовать чистовой метчик No. 3.

№. 1 =	 6-8 x P	
№. 2 =	 4-6 x P	
№. 3 =	 2-3 x P	
№. 4 =	 6-8 x P	
№. 5 =	 3,5-5 x P	



## Нарезание резьбы метчиками

ISO	Номер комплекта	Номера метчиков
	No. 6	No. 1 + No. 2 + No. 3
	No. 7	No. 2 + No. 3
	No. 8	No. 4 + No. 5 + No. 3
	No. 9	No. 5 + No. 3
<b>DIN</b>	No. 8	No.3 (тип C) + No.4 (тип A) + No.5 (тип B)
	No. 9	No.3 (тип C) + No.5 (тип B)
<b>ANSI</b>	Ручной метчик (No. 6)	No.1 (конус) + No.2 (пробка) + No.3 (плоская)

# Нарезание резьбы метчиками

## ДИАМЕТРЫ СВЕРЛ ДЛЯ ОТВЕРСТИЙ ПОД НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Диаметр сверла может быть рассчитан из:

$$D = D_{\text{nom}} - P$$

$D$  = Диаметр сверла (мм)

$D_{\text{nom}}$  = Номинальный диаметр метчика (мм)

$P$  = Шаг метчика (мм)

Метрическая резьба с крупным шагом согл. ISO				
МЕТЧИК	ШАГ	МАХ	СВЕРЛО	СВЕРЛО
		ВНУТР. ДИАМ.	ДИАМ. ММ	ДИАМ. ДЮЙМ
1.6	0.35	1.321	1.25	3/64
1.8	0.35	1.521	1.45	5/64
2	0.4	1.679	1.6	1/16
2.2	0.45	1.833	1.75	50
2.5	0.45	2.138	2.05	46
3	0.5	2.599	2.5	40
3.5	0.6	3.010	2.9	33
4	0.7	3.422	3.3	30
4.5	0.75	3.878	3.8	27
5	0.8	4.334	4.2	19
6	1	5.153	5	9
7	1	6.153	6	15/64
8	1.25	6.912	6.8	H
9	1.25	7.912	7.8	5/16
10	1.5	8.676	8.5	Q
11	1.5	9.676	9.5	3/8
12	1.75	10.441	10.3	Y
14	2	12.210	12	15/32
16	2	14.210	14	35/64
18	2.5	15.744	15.5	39/64
20	2.5	17.744	17.5	11/16
22	2.5	19.744	19.5	49/64
24	3	21.252	21	53/64
27	3	24.252	24	61/64
30	3.5	26.771	26.5	1.3/64
33	3.5	29.771	29.5	1.5/32
36	4	32.270	32	1.1/4
39	4	35.270	35	1.3/8
42	4.2	37.799	37.5	
45	4.5	40.799	40.5	
48	5	43.297	43	
52	5	47.297	47	

### РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДИАМЕТРЫ ПРИ СВЕРЛЕНИИ СВЕРЛАМИ СЕРИЙ ADX И CDX

В таблицах приведены диаметры для обычных стандартных сверл. При сверлении современными сверлами, такими как Dormer ADX и CDX, получается отверстие меньшего диаметра и более точной формы, поэтому для предотвращения поломки метчика следует использовать сверло большего диаметра. См. маленькую таблицу справа.

# Нарезание резьбы метчиками

Диаметры сверл для отверстий под нарезание резьбы

Метрическая резьба с крупным шагом согл. ISO для сверл ADX/CDX		
МЕТЧИК	ШАГ	СВЕРЛО
М	ММ	ДИАМ. ММ
4	0.70	3.40
5	0.80	4.30
6	1.00	5.10
8	1.25	6.90

Метрическая резьба с крупным шагом согл. ISO для сверл ADX/CDX		
МЕТЧИК	ШАГ	СВЕРЛО
М	ММ	ДИАМ. ММ
10	1.50	8.70
12	1.75	10.40
14	2.00	12.25
16	2.00	14.25

Метрическая резьба с мелким шагом согл. ISO			
МЕТЧИК	МАХ ВНУТР. ДИАМ. ММ	СВЕРЛО ДИАМ. ММ	СВЕРЛО ДИАМ. ДЮЙМ
MF	ММ	ММ	ДЮЙМ
3x0.35	2.721	2.65	37
3.5x0.35	3.221	3.2	1/8
4x0.5	3.599	3.5	29
5x0.5	4.599	4.5	16
5.5x0.50	5.099	5	9
6x0.75	5.378	5.3	5
7x0.75	6.378	6.3	D
8x0.75	7.378	7.3	9/32
8x1	7.153	7	J
9x1	8.153	8	O
10x0.75	9.378	9.3	U
10x1	9.153	9	T
10x1.25	8.912	8.8	11/32
11x1	10.153	10	X
12x1	11.153	11	7/16
12x1.25	10.912	10.8	27/64
12x1.5	10.676	10.5	Z
14x1	13.153	13	17/32
14x1.25	12.912	12.8	1/2
14x1.5	12.676	12.5	31/64
15x1	14.153	14	35/64
15x1.5	13.676	13.5	17/32
16x1	15.153	15	19/32
16x1.5	14.676	14.5	9/16
18X1	17.153	17	43/64
18X1.5	16.676	16.5	41/64
18X2	16.210	16	5/8
20X1	19.153	19	3/4
20X1.5	18.676	18.5	47/64
20X2	18.210	18	45/64
22X1	21.153	21	53/64
22X1.5	20.676	20.5	13/16
22X2	20.210	20	25/32
24X1	23.153	23	29/32
24X1.5	22.676	22.5	7/8
24X2	22.210	22	55/64

Метрическая резьба с мелким шагом согл. ISO		
МЕТЧИК	Мах внутр. диам. мм	Сверло диам. мм
MF	мм	мм
25X1	24.153	24
25X1.5	23.676	23.5
25x2	23.210	23
26x1.5	24.676	24.5
27x1.5	25.676	25.5
27x2	25.210	25
28x1.5	26.676	26.5
28x2	26.210	26
30x1.5	28.676	28.5
30x2	28.210	28
32x1.5	30.676	30.5
32x2	30.210	30
33x2	31.210	31
35x1.5	33.676	33.5
36x1.5	34.676	34.5
36x2	34.210	34
36x3	33.252	33
38x1.5	36.676	36.5
39x3	36.252	36
40x1.5	38.676	38.5
40x2	38.210	38
40x3	37.252	37
42x1.5	40.676	40.5
42x2	40.210	40
42x3	39.252	39
45x1.5	43.676	43.5
45X2	43.210	43
45X3	45.252	42
48X1.5	46.676	46.5
48X2	46.210	46
48X3	45.252	45
50X1.5	48.686	48.2
50X2	48.210	48
50X3	47.252	47

## Нарезание резьбы метчиками

Диаметры сверл для отверстий под нарезание резьбы

Дюймовая резьба с крупным шагом согл. ISO			
МЕТЧИК	МАХ ВНУТР. ДИАМ.	СВЕРЛО ДИАМ.	СВЕРЛО ДИАМ.
<b>UNC</b>	ММ	ММ	ДЮЙМ
nr 2-56	1.872	1.85	50
nr 3-48	2.146	2.1	47
nr 4-40	2.385	2.35	43
nr 5-40	2.697	2.65	38
nr 6-32	2.896	2.85	36
nr 8-32	3.513	3.5	29
nr 10-24	3.962	3.9	25
nr 12-24	4.597	4.5	16
1/4-20	5.268	5.1	7
5/16-18	6.734	6.6	F
3/8-16	8.164	8	5/16
7/16-14	9.550	9.4	U
1/2-13	11.013	10.8	27/64
9/16-12	12.456	12.2	31/64
5/8-11	13.868	13.5	17/32
3/4-10	16.833	16.5	21/32
7/8-9	19.748	19.5	49/64
1-8	22.598	22.25	7/8
1.1/8-7	25.349	25	63/64
1.1/4-7	28.524	28	1.7/64
1.3/8-6	31.120	30.75	1.7/32
1.1/2-6	34.295	34	1.11/32
1.3/4-5	39.814	39.5	1.9/16
2-41/2	45.595	45	1.25/32

ДЮЙМОВАЯ РЕЗЬБА С МЕЛКИМ ШАГОМ СОГЛ. ISO			
МЕТЧИК	МАХ ВНУТР. ДИАМ.	СВЕРЛО ДИАМ.	СВЕРЛО ДИАМ.
<b>UNF</b>	ММ	ММ	ДЮЙМ
nr 2-64	1.913	1.9	50
nr 3-56	2.197	2.15	45
nr 4-48	2.459	2.4	42
nr 5-44	2.741	2.7	37
nr 6-40	3.023	2.95	33
nr 8-36	3.607	3.5	29
nr 10-32	4.166	4.1	21
nr 12-28	4.724	4.7	14
1/4-28	5.580	5.5	3
5/16-24	7.038	6.9	I
3/8-24	8.626	8.5	Q
7/16-20	10.030	9.9	25/64
1/2-20	11.618	11.5	29/64
9/16-18	13.084	12.9	33/64
5/8-18	14.671	14.5	37/64
3/4-16	17.689	17.5	11/16
7/8-14	20.663	20.4	13/16
1-12	23.569	23.25	59/64
1.1/8-12	26.744	26.5	1.3/64
1.1/4-12	29.919	29.5	1.11/64
1.3/8-12	33.094	32.75	1.19/64
1.1/2-12	36.269	36	1.27/64

# Нарезание резьбы метчиками

## Диаметры сверл для отверстий под нарезание резьбы

Резьба Whitworth с крупным шагом			
МЕТЧИК	НИТОК/ ДЮЙМ	МАХ	СВЕРЛО
		ВНУТР. ДИАМ. ММ	ДИАМ. ММ
BSW			
3/32	48	1.910	1.85
1/8	40	2.590	2.55
5/32	32	3.211	3.2
3/16	24	3.744	3.7
7/32	24	4.538	4.5
1/4	20	5.224	5.1
5/16	18	6.661	6.5
3/8	16	8.052	7.9
7/16	14	9.379	9.2
1/2	12	10.610	10.5
9/16	12	12.176	12
5/8	11	13.598	13.5
3/4	10	16.538	16.5
7/8	9	19.411	19.25
1	8	22.185	22
1.1/8	7	24.879	24.75
1.1/4	7	28.054	28
1.3/8	6	30.555	30.5
1.1/2	6	33.730	33.5
1.5/8	5	35.921	35.5
1.3/4	5	39.098	39
1.7/8	4.1/2	41.648	41.5
2	4.1/2	44.823	44.5

Метрическая резьба с крупным шагом согл. ISO для резьбовых вставок	
МЕТЧИК	СВЕРЛО ДИАМ. ММ
EG M	
2.5	2.6
3	3.2
3.5	3.7
4	4.2
5	5.2
6	6.3
8	8.4
10	10.5
12	12.5
14	14.5
16	16.5
18	18.75
20	20.75
22	22.75
24	24.75

Цилиндрическая трубная резьба Whitworth			
МЕТЧИК	НИТОК/ ДЮЙМ	МАХ	СВЕРЛО
		ВНУТР. ДИАМ. ММ	ДИАМ. ММ
G			
1/8	28	8.848	8.8
1/4	19	11.890	11.8
3/8	19	15.395	15.25
1/2	14	19.172	19
5/8	14	21.128	21
3/4	14	24.658	24.5
7/8	14	28.418	28.25
1	11	30.931	30.75
1.1/4	11	39.592	39.5
1.1/2	11	45.485	45
1.3/4	11	51.428	51
2	11	57.296	57
2.1/4	11	63.342	63
2.1/2	11	72.866	72.5
2.3/4	11	79.216	79
3	11	85.566	85.5

Дюймовая резьба с крупным шагом согл. ISO для резьбовых вставок	
МЕТЧИК	СВЕРЛО ДИАМ. ММ
EG UNC	
nr 2-56	2.3
nr 3-48	2.7
nr 4-40	3
nr 5-40	3.4
nr 6-32	3.7
nr 8-32	4.4
nr 10-24	5.1
nr 12-24	5.8
1/4-20	6.7
5/16-18	8.4
3/8-16	10
7/16-14	11.7
1/2-13	13.3

# Нарезание резьбы метчиками

## Диаметры сверл для отверстий под нарезание резьбы

Цилиндрическая американская трубная резьба				
МЕТЧИК	MIN ВНУТР. ДИАМ.	MAX ВНУТР. ДИАМ.	РЕК. ДИАМ.	РЕК. ДИАМ.
NPSM	ММ	ММ	ММ	ДЮЙМ
1/8"-27	9.039	9.246	9.10	23/64
1/4"-18	11.887	12.217	12.00	15/32
3/8"-18	15.316	15.545	15.50	39/64
1/2"-14	18.974	19.279	19.00	3/4
3/4"-14	24.333	24.638	24.50	31/32
1"-11.1/2	30.506	30.759	30.50	1.13/64
1.1/4"- .11.1/2	39.268	39.497	39.50	1. 9/16
1.1/2"- .11.1/2	45.339	45.568	45.50	1.51/64
2"-11.1/2	57.379	57.607	57.50	2. 1/4
2.1/2"-8	68.783	69.266	69.00	2.23/32
3"-8	84.684	85.166	85.00	3.3/8

Коническая трубная резьба Whitworth		
МЕТЧИК	СВЕРЛО	
	НИТОК/ ДЮЙМ	ДИАМ. ММ
Rc		
1/8	28	8.4
1/4	19	11.2
3/8	19	14.75
1/2	14	18.25
5/8	14	20.25
3/4	14	23.75
7/8	14	27.5
1	11	30
1.1/8	11	34.5
1.1/4	11	38.5
1.3/8	11	41
1.1/2	11	44.5
1.3/4	11	50
2	11	56
2.1/4	11	62
2.1/2	11	71.5
2.3/4	11	78
3	11	84

Коническая американская трубная резьба			
МЕТЧИК	СВЕРЛО		
	НИТОК/ ДЮЙМ	ДИАМ. ММ	ДИАМ. ДЮЙМ
NPT			
1/16	27	6.3	D
1/8	27	8.5	R
1/4	18	11	7/16
3/8	18	14.5	37/64
1/2	14	18	23/32
3/4	14	23	59/64
1	14	29	1.5/32
1.1/4	11.1/2	38	1.1/2
1.1/2	11.1/2	44	1.47/64
2	11.1/2	56	2.7/32
2.1/2	8	67	2.5/8
3	8	83	3.1/4

Коническая американская трубная резьба "Dryseal"		
МЕТЧИК	СВЕРЛО	
	НИТОК/ ДЮЙМ	ДИАМ. ММ
NPTF		
1/8	27	8.4
1/4	18	10.9
3/8	18	14.25
1/2	14	17.75
3/4	14	23
1	11.1/2	29
1.1/4	11.1/2	37.75
1.1/2	11.1/2	43.75
2	11.1/2	55.75
2.1/2	8	66.5
3	8	82.5

## Нарезание резьбы метчиками

### ДИАМЕТРЫ СВЕРЛ ДЛЯ ОТВЕРСТИЙ ПОД НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Трубная резьба ARMOUR			
МЕТЧИК	МАХ	СВЕРЛО	
	ВНУТР.	ДИАМ.	ДИАМ.
PG	НИТОК/ ДЮЙМ	ММ	ММ
7	20	11.45	11.4
9	18	14.01	13.9
11	18	17.41	17.25
13.5	18	19.21	19
16	18	21.31	21.25
21	16	27.03	27
29	16	35.73	35.5
36	16	45.73	45.5
42	16	52.73	52.5
48	16	58.03	58

Цилиндрическая американская трубная резьба "Dryseal"		
МЕТЧИК	MIN	РЕК.
	ВНУТР.	ДИАМ.
	ДИАМ.	
NPSF	ММ	ММ
1/8"-27	8.651	8.70
1/4"-18	11.232	11.30
3/8"-18	14.671	14.75
1/2"-14	18.118	18.25
3/4"-14	23.465	23.50
1"-11.1/2"	29.464	29.50

### ДИАМЕТРЫ СВЕРЛ ДЛЯ ОТВЕРСТИЙ ПОД НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Диаметр сверла может быть рассчитан из:

$$D = D_{\text{ном}} - 0,0068 * P * 65$$

65 в формуле стоит для желаемой высоты резьбы в %

D = Диаметр сверла (мм)

D<sub>ном</sub> = Номинальный диаметр метчика (мм)

P = Шаг метчика (мм)

МЕТРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА С КРУПНЫМ ШАГОМ ПО ISO		
МЕТЧИК	МАХ	СВЕРЛО
	ВНУТР.	ДИАМ.
	ДИАМ.	ПРЕДВ. ОТВ.
M	mm	mm
3	2.599	2.78
3.5	3.010	3.23
4	3.422	3.69
5	4.334	4.65
6	5.153	5.56
8	6.912	7.45
10	8.676	9.34
12	10.441	11.23
14	12.210	13.12
16	14.210	15.12

Метрическая резьба с мелким шагом согл. ISO		
МЕТЧИК	Мах	Сверло
	внутр.	диам.
	диам.	диам.
MF	ММ	ММ
4x0.50	3.599	3.8
5x0.50	4.599	4.8
6x0.75	5.378	5.7
8x0.75	7.378	7.7
8x1.00	7.158	7.5
10x1.00	9.153	9.5
10x1.25	8.912	9.4
12x1.00	11.153	11.5
12x1.25	10.9912	11.4
12x1.50	10.676	11.3
14x1.00	13.153	13.5
14x1.25	12.912	13.4
14x1.50	12.676	13.3
16x1.00	15.153	15.5
16x1.50	14.676	15.25



# Нарезание резьбы метчиками

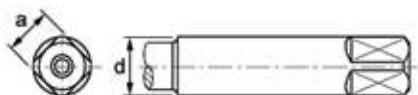
## ДИАМЕТРЫ СВЕРЛ ДЛЯ ОТВЕРСТИЙ ПОД НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Дюймовая резьба с мелким шагом согл. ISO			
МЕТЧИК	МАХ ВНУТР. ДИАМ.	СВЕРЛО ДИАМ.	СВЕРЛО ДИАМ.
<b>UNC</b>	mm	mm	ДЮЙМ
nr 1-64	1.582	1.7	51
nr 2-56	1.872	2	47
nr 3-48	2.148	2.3	
nr 4-40	2.385	2.6	39
nr 5-40	2.697	2.9	33
nr 6-32	2.896	3.2	1/8
nr 8-32	3.513	3.8	25
nr 10-24	3.962	4.4	11/64
nr 12-24	4.597	5	9
1/4-20	5.268	5.8	
5/16-18	6.734	7.3	
3/8-16	8.164	8.8	11/32
7/16-14	9.550	10.3	Y
1/2-13	11.013	11.9	.463

Дюймовая резьба с крупным шагом согл. ISO			
МЕТЧИК	МАХ ВНУТР. ДИАМ.	СВЕРЛО ДИАМ.	СВЕРЛО ДИАМ.
<b>UNF</b>	MM	MM	ДЮЙМ
nr 1-72	1.613	1.7	51
nr 2-64	1.913	2.0	
nr 3-56	2.197	2.3	
nr 4-48	2.459	2.6	37
nr 5-44	2.741	2.9	33
nr 6-10	3.023	3.2	1/8
nr 8-36	3.607	3.9	24
nr 10-32	4.166	4.5	16
nr 12-28	4.724	5.1	7
1/4-28	5.588	6	A
5/16-24	7.038	7.5	.293
3/8-24	8.626	9.1	
7/16-20	10.030	10.6	Z
1/2-20	11.618	12.1	.476

# Нарезание резьбы метчиками

## ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ХВОСТОВИКОВ



## РАЗМЕРЫ ХВОСТОВИКА СОГЛАСНО СТАНДАРТАМ ISO

Диаметр хвостовика mm	Квадрат mm	ISO 529 Метрический	ISO 529 UNC/UNF BSW/BSF	ISO2283 Метрический	ISO2284 G	ISO2284 Rc
2,50	2,00	M1				
		M1,2				
		M1,4				
		M1,6	No. 0			
		M1,8				
		M2	No. 1			
2,80	2,24	M2,2	No. 2			
		M2,5	No. 3			
3,15	2,50	M3	No. 4	M3		
			No. 5			
3,55	2,80	M3,5	No. 6	M3,5 M4		
4,00	3,15	M4		M5		
4,50	3,55	M4,5	No. 8	M6		
5,00	4,00	M5	No. 10 3/16			
5,60	4,50	M5,5	No. 12 7/32	M7		
6,30	5,0	M6	¼	M8		
7,10	5,60	M7	9/32			
8,00	6,30	M8	5/16	M10	G 1/8	Rc 1/8
9,00	7,10	M9		M12		
10,00	8,00	M10	3/8		G ¼	Rc ¼
8,00	6,30	M11	7/16			
9,00	7,10	M12	½			
11,20	9,00	M14	9/16	M14		
12,50	10,00	M16	5/8	M16	G 3/8	Rc 3/8
14,00	11,20	M18	11/16	M18 M20		
		M20	¾			
16,00	12,50	M22	7/8	M22		
18,00	14,00	M24	1"	M24	G 5/8	Rc 5/8
20,00	16,00	M27	1 1/8	M27 M30	G ¾	Rc ¾
		M30				
22,40	18,00	M33	1 ¼		G 7/8	Rc 7/8
25,00	20,00	M36	1 3/8		G 1"	Rc 1"
28,00	22,40	M39	1 ½			
		M42				

## Нарезание резьбы метчиками



### РАЗМЕРЫ ХВОСТОВИКА СОГЛАСНО СТАНДАРТАМ DIN

Диаметр хвостовика mm	Квадрат mm	DIN 352	DIN 371	DIN 376	DIN 374	DIN 2182	DIN 2183	DIN 353 / 374
2,5	2,1	M1	M1					
		M1,1	M1,1					
		M1,2	M1,2	M3,5	M3,5	1/16		
		M1,4	M1,4					
		M1,6	M1,6					
		M1,8	M1,8					
2,8	2,1	M2	M2					
		M2,2	M2,2	M4	M4	3/32	5/32	
		M2,5	M2,5					
3,20	2,4						3/16	
3,50	2,70	M3	M3	M5	M5			
4,00	3,00	M3,5	M3,5			1/8		
4,50	3,40	M4	M4	M6	M5,5 M6	5/32	¼	
6,00	4,90	M5 M6 M8	M5 M6	M8	M8	3/16	5/16	
		M10		M10	M9 M10	¼	3/8	G 1/8
8,00	6,20		M8			5/16	7/16	
9,00	7,00	M12		M12	M12	3/8	½	
10,00	8,00		M10					
11,00	9,00	M14		M14	M14		9/16	G ¼
12,00	9,00	M16		M16	M16		5/8	G 3/8
14,00	11,00	M18		M18	M18		¾	
16,00	12,00	M20		M20	M20			G ½
18,00	14,50	M22 M24		M22 M24	M22 M24		7/8	G 5/8
20,00	16,00	M27		M27	M27 M28		1"	G ¾
22,00	18,00	M30		M30	M30		1 1/8	G 7/8
25,00	20,00	M33		M33	M33		1 ¼	G 1"
28,00	22,00	M36		M36	M36		1 3/8	G 1 1/8
32,00	24,00	M39 M42		M39 M42	M39 M42		1 ½ 1 5/8	G 1 ¼
36,00	29,00	M45 M48		M45 M48	M45 M48		1 ¾ 1 7/8	G 1 ½
40,00	32,00	M52		M52			2	G 1 ¾
45,00	35,00							G 2"
50,00	39,00							G 2 ¼
								G 2 ½
								G 2 ¾
								G 3"

# Нарезание резьбы метчиками

## ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ХВОСТОВИКОВ



## РАЗМЕРЫ ХВОСТОВИКА СОГЛАСНО СТАНДАРТАМ ANSI

Диаметр хвостовика дюйм	Квадрат дюйм	ASME B94.9 размеры машинного винта	ASME - B94.9 дробные размеры	ASME B94.9 метрические размеры
0,141	0,11	No 0		M 1.6
		No 1		M 1.8
		No 2		M 2
		No 3		M 2.5
		No 4		
		No 5		M 3
		No 6		M 3.5
0,168	0,131	No 8		M 4
0,194	0,152	No 10		M 5
0,22	0,165	No 12		
0,255	0,191		¼	M 6
0,318	0,238		5/16	M 7
				M 8
0,381	0,286		3/8	M 10
0,323	0,242		7/16	
0,367	0,275		½	M 12
0,429	0,322		9/16	M14
0,48	0,36		5/8	M16
0,542	0,406		11/16	M18
0,59	0,442		¾	
0,652	0,489		13/16	M20
0,697	0,523		7/8	M22
0,76	0,57		15/16	M24
0,8	0,6		1	M 25
0,896	0,672		1 1/16	M27
			1 1/8	
1,021	0,766		1 3/16	M30
			1 ¼	
1,108	0,831		1 5/16	M33
			1 3/8	
1,233	0,925		1 7/16	M36
			1 ½	
1,305	0,979		1 5/8	M39
1,43	1,072		1 ¾	M42
1,519	1,139		1 7/8	
1,644	1,233		2	M48

# Нарезание резьбы метчиками

## ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ РАБОТЕ МЕТЧИКАМИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Проблема	Причина	Способ устранения
Увеличенный размер резьбового отверстия	Неправильный допуск	Выбрать метчик с меньшим полем допуска
	Неправильное значение осевой подачи	Снизить подачу на 5-10% или увеличить жесткость пружины в резьбовом патроне
	Для данной операции неправильно выбран тип метчика	Использовать метчик со спиральной подточкой для сквозных отверстий или со спиральной канавкой для глухих отверстий. Использовать инструмент с покрытием для предотвращения наростообразования. Для правильного выбора инструмента см. каталог Dormer или Product Selector.
	Ось метчика не совпадает с осью отверстия	Проверить резьбовой патрон и позиционирование относительно отверстия
	Недостаточный подвод СОЖ	Улучшить смазочно-охлаждающую среду для предотвращения наростообразования. См. раздел "Смазочно-охлаждающая среда"
	Недостаточная скорость резания	Следуйте рекомендациям в каталоге / Product Selector
Уменьшенный размер резьбового отверстия	Для данной операции неправильно выбран тип метчика	Использовать метчик со спиральной подточкой для сквозных отверстий или со спиральной канавкой для глухих отверстий. Использовать инструмент с покрытием для предотвращения наростообразования. Использовать метчик с большим передним углом. Для правильного выбора инструмента см. каталог Dormer или Product Selector.
	Неправильный допуск	Выбрать метчик с меньшим полем допуска, особенно для материалов, несклонных к изменению размеров, таких как сталь и чугун.
	Неправильный или недостаточный подвод СОЖ	Улучшить смазочно-охлаждающую среду для предотвращения пакетирования стружки в отверстии. См. раздел "Смазочно-охлаждающая среда"
	Диаметр отверстия под резьбу слишком мал	Увеличить диаметр сверла до Максимального значения. См. таблицы с рекомендациями
	Материал сужается после нарезания резьбы	См. рекомендации в каталоге Dormer или Product Selector для правильного выбора инструмента

# Нарезание резьбы метчиками

## ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ РАБОТЕ МЕТЧИКАМИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Проблема	Причина	Способ устранения
Выкрашивания	Для данной операции неправильно выбран тип метчика	Выбрать метчик с меньшим передним углом. Использовать метчик с более длинной заборной частью или со спиральной подточкой для сквозных отверстий, или со спиральной канавкой для глухих отверстий для предотвращения пакетирования стружки. Для правильного выбора инструмента см. каталог Dormer или Product Selector.
	Неправильный или недостаточный подвод СОЖ	Улучшить смазочно-охлаждающую среду для предотвращения наростообразования. См. раздел "Смазочно-охлаждающая среда"
	Метчик ударяется о дно отверстия	Увеличить глубину сверления или уменьшить глубину резьбонарезания
	Наклеп на обработанной поверхности	Уменьшить скорость, использовать инструмент с покрытием, улучшить смазочно-охлаждающую среду. См. раздел "Обработка нержавеющей стали".
	Заклинивание стружки при вывинчивании на обратном ходу	Избегать внезапного вывода метчика на обратном ходу
	Заборная часть бьет при входе в отверстие	Проверить соосность отверстия и метчика, устранить несоосность.
	Диаметр отверстия под резьбу слишком мал	Увеличить диаметр сверла до максимального значения. См. таблицы с рекомендациями

# Нарезание резьбы метчиками

## ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ РАБОТЕ МЕТЧИКАМИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Проблема	Причина	Способ устранения
Поломка	Метчик изношен	Использовать новый метчик или переточить изношенный
	Недостаточный подвод СОЖ	Улучшить смазочно-охлаждающую среду для предотвращения наростообразования и пакетирования стружки. См. раздел "Смазочно-охлаждающая среда"
	Метчик ударяется о дно отверстия	Увеличить глубину сверления или уменьшить глубину резьбонарезания
	Слишком высокая скорость резания	Снизить скорость резания. Следовать рекомендациям в каталоге/Product Selector.
	Наклеп на обработанной поверхности	Уменьшить скорость, использовать инструмент с покрытием, улучшить смазочно-охлаждающую среду. См. раздел "Обработка нержавеющей сталей"
	Диаметр отверстия под резьбу слишком мал	Увеличить диаметр сверла до максимального значения. См. таблицы с рекомендациями
	Слишком высокий момент при нарезании резьбы	Использовать резьбовой патрон с предохранительной муфтой
	Материал сужается после нарезания резьбы	См. рекомендации в каталоге Dormer или Product Selector для правильного выбора инструмента

## Нарезание резьбы метчиками

### ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ РАБОТЕ МЕТЧИКАМИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Проблема	Причина	Способ устранения
Быстрое изнашивание метчика	Для данной операции неправильно выбран тип метчика	Использовать метчик с меньшим передним углом и/или большим затылованием и/или более длинной заборной частью. Использовать инструмент с покрытием. См. каталог Dormer или Product Selector для правильного выбора инструмента
	Недостаточный подвод СОЖ	Улучшить смазочно-охлаждающую среду для предотвращения наростообразования и термических напряжений на режущей кромке. См. раздел "Смазочно-охлаждающая среда"
	Слишком высокая скорость резания	Уменьшить скорость. Следуйте рекомендациям каталога Dormer или Product Selector
Наростообразование	Для данной операции неправильно выбран тип метчика	Использовать метчик с меньшим передним углом и/или большим затылованием. См. каталог Dormer или Product Selector для правильного выбора инструмента
	Недостаточный подвод СОЖ	Улучшить смазочно-охлаждающую среду для предотвращения наростообразования. См. раздел "Смазочно-охлаждающая среда"
	Применение покрытий	См. раздел рекомендаций по покрытиям
	Слишком низкая скорость резания	Следуйте рекомендациям каталога Dormer или Product Selector

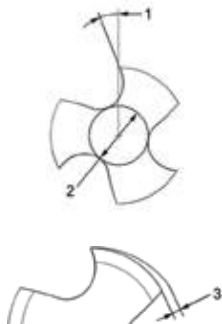
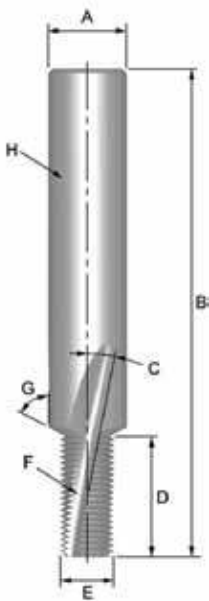




**Резьбофрезерование**

# Резьбофрезерование

## ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБОФРЕЗЫ



1. Передний угол
2. Диаметр сердцевины
3. Затыловка задней поверхности

- A.** Диаметр хвостовика
- B.** Общая длина
- C.** Угол наклона стружечной канавки
- D.** Длина режущей части
- E.** Диаметр резьбы
- F.** Стружечная канавка
- G.** Угол фаски
- H.** Хвостовик

## Резьбофрезерование

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЮ

Резьбофрезерование является методом получения резьбы.

Для реализации данного метода необходим станок с ЧПУ с возможностью винтовой интерполяции (одновременного перемещения по трем осям). Информацию по данному вопросу можно найти в руководстве по эксплуатации или у поставщика станка.

Также можно составить свою собственную подпрограмму винтовой интерполяции.

1. Следуйте рекомендациям Dormer при выборе размера сверла для изготовления предварительного отверстия под резьбу, как и при нарезании резьбы обычным метчиком.
2. Для более удобной настройки на допуск резьбы всегда используйте программу с коррекцией радиуса. Начальное значение коррекции Rprg нанесено на фрезе. Рекомендации по величине Rprg можно получить и в Product Selector, если указать допуск.
3. Для контроля первой резьбы используйте калибр и затем периодически проверяйте резьбу для определения необходимости коррекции радиуса. Обычно радиус корректируется 2-3 раза до полного износа резьбофрезы.
4. При обработке без СОЖ желательно использовать сжатый воздух для удаления стружки из отверстия.
5. Обработку резьбы в труднообрабатываемых материалах необходимо разделять на 2 или 3 прохода. Product Selector позволяет выбрать величину припуска на проход, равный половине или трети профиля (2 или 3 прохода), при генерации программы ЧПУ.

## Резьбофрезерование

### ПРЕИМУЩЕСТВА РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЯ ПО СРАВНЕНИЮ С НАРЕЗАНИЕМ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ

- Резьбофрезерование является более надежным методом нарезания резьбы благодаря:
  - Более короткой стружке
  - Возможности настройки на обработку резьбы с различными допусками
  - Получению резьбы полного профиля на дне отверстия.
- Большая стойкость инструмента.
- Возможность обработки различных материалов.
- Универсальность, резьбофреза может быть использована для обработки резьб разных диаметров с одним шагом.
- Один и тот же инструмент может быть использован для обработки правых и левых внутренних резьб, для дюймовой резьбы G - для внутренних и наружных резьб.
- Возможность обработки без СОЖ.
- Возможность обработки фаски при фрезеровании метрических резьб.
- Качество фрезерованных конических резьб существенно выше, чем нарезанных метчиком.

### ОСОБЕННОСТИ РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЯ

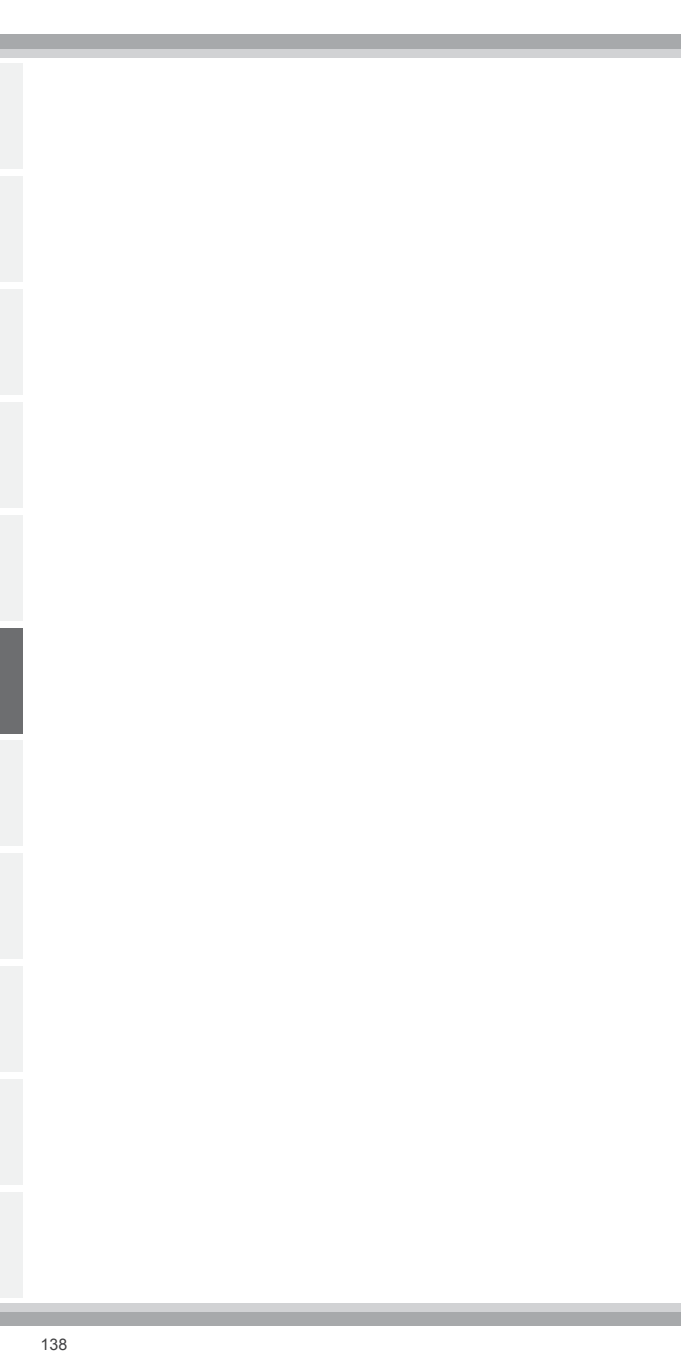
- Резьбофрезерование достаточно медленный процесс, и выигрыш во времени достигается только при обработке резьб большого диаметра. Как правило, более высокое качество обработки компенсирует ее невысокую скорость.
- Глубина резьбы при фрезеровании ограничена 2 диаметрами для метрической резьбы с крупным шагом и 1.5 диаметрами для метрической резьбы с мелким шагом и дюймовой резьбы G.
- Возможна переточка резьбофрезы по передней поверхности.

## Резьбофрезерование

### Возможные трудности при резьбофрезеровании и способы их устранения

Проблема	Причина	Способ устранения
Низкая стойкость инструмента	Неверные режимы резания	Снизить скорость / подачу
	Нестабильность	Проверить патрон
	Быстрый износ	Снизить скорость
Поломка фрезы	Плохое удаление стружки	Использовать сжатый воздух, наружный или внутренний подвод СОЖ
	Нагрузка слишком велика	Разделить операцию на 2 или 3 прохода
		Снизить подачу
Нестабильность	Проверить / заменить патрон	
Выкрашивание	Нестабильность	Проверить / заменить патрон
	Неверные режимы резания	Снизить скорость / подачу
	Нагрузка слишком велика	Разделить операцию на 2 или 3 прохода
Снизить подачу		

Для увеличения стойкости инструмента рекомендуется программировать начало резьбофрезерования с “мягким” врезанием по спирали. См. Product Selector.

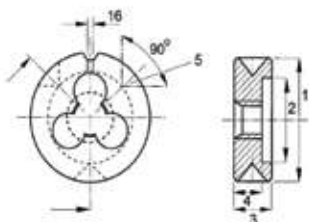
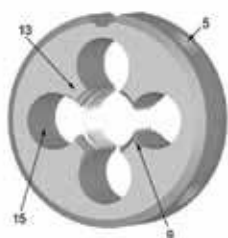




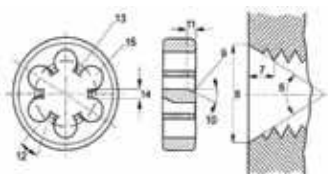
**Нарезание резьбы  
плашками**

# Нарезание резьбы плашками

## ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПЛАШКИ



1. Наружный диаметр
2. Диаметр углубления
3. Толщина
4. Длина резьбы
5. Коническое отверстие под стопорный винт
6. Угол заборной части
7. Длина заборной части
8. Диаметр заборной части
9. Спиральная подточка
10. Угол подточки
11. Длина подточки
12. Передний угол
13. Режущий зуб
14. Ширина режущего зуба
15. Отверстие для формирования режущей части и отвода стружки
16. Паз для регулировки





## Нарезание резьбы плашками

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО НАРЕЗАНИЮ РЕЗЬБЫ ПЛАШКАМИ

1. Перед нарезанием резьбы плашкой на заготовке должна быть обработана фаска 45 градусов для того чтобы избежать ударной нагрузки на режущие кромки при врезании. Убедитесь в том, что плашка расположена перпендикулярно к оси заготовки.
2. Воспользуйтесь тем, что допуск на наружный диаметр резьбы достаточно широк и выберите меньший диаметр заготовки (см. ниже). Это снизит усилия резания до минимума.
3. Используйте плашки со спиральной подточкой, гарантирующие удаление стружки из зоны резания.
4. Подвод СОЖ должен осуществляться в достаточном количестве.
5. При регулировке разрезной плашки избегайте ее раскрытия, т.к. это может привести к стиранию режущей части при нарезании резьбы. Разрезная плашка при помощи стопорных винтов может быть сведена примерно на 0.15 мм. Нагружайте плашку равномерно, односторонняя нагрузка может привести к поломке.
6. В общем случае шестигранные плашки предназначены для калибровки или очистки от загрязнений уже нарезанных резьб вручную. Существуют более эффективные и надежные решения для нарезания наружной резьбы, и плашки применяются только в крайнем случае.

### ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ

Диаметр заготовки должен быть меньше, чем максимальный наружный диаметр нарезаемой резьбы.



$$D_B = D_E - (0,1 * P)$$

# Нарезание резьбы плашками

## ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ ПЛАШКАМИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

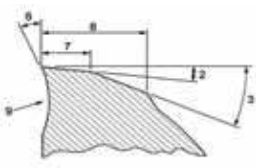
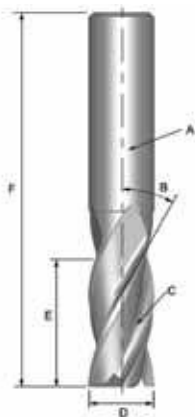
Проблема	Причина	Способ устранения
Выход за пределы допуска, в большую или меньшую сторону	Несовпадение осей плашки и заготовки	Проверьте и отрегулируйте соосность, очистите от загрязнений
	Неправильное значение осевой подачи	Проверьте значение осевой подачи и ее выполнение станком
Плохое качество поверхности	Неправильно подобран передний угол для обрабатываемого материала	Попробуйте плашку с другой геометрией
	Неправильный или недостаточный подвод СОЖ	См. раздел “Смазочно-охлаждающая среда”
	Неправильное значение скорости резания	Следуйте рекомендациям каталога
	Диаметр заготовки слишком велик	Уменьшите диаметр до необходимого значения
	На заготовке отсутствует фаска	Убедитесь в наличии фаски на заготовке
Выкрашивания / поломка	Неправильно выбран тип плашки	Следуйте рекомендациям каталога
	Скорость резания слишком высока	Следуйте рекомендациям каталога
	Диаметр заготовки слишком велик	Уменьшите диаметр до необходимого значения
	На заготовке отсутствует фаска	Убедитесь в наличии фаски на заготовке
	Несовмещение осей плашки и заготовки	Проверьте и отрегулируйте соосность, очистите от загрязнений
Быстрый износ	Неправильный или недостаточный подвод СОЖ	См. раздел “Смазочно-охлаждающая среда”
	Скорость резания слишком высока	Следуйте рекомендациям каталога
Наростообразование	Неправильный или недостаточный подвод СОЖ	См. раздел “Смазочно-охлаждающая среда”
	Диаметр заготовки слишком велик	Уменьшите диаметр до необходимого значения
	Скорость резания слишком мала	Следуйте рекомендациям каталога



**Фрезерование**

# Фрезерование

## ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФРЕЗЫ



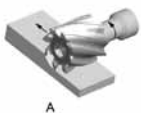
- A. Хвостовик
- B. Угол наклона стружечных канавок
- C. Стружечная канавка
- D. Наружный диаметр
- E. Рабочая длина
- F. Общая длина

- 1. Дно канавки
- 2. Главный задний угол
- 3. Вспомогательный задний угол
- 4. Ленточка
- 5. Режущая кромка
- 6. Передний угол
- 7. Ширина ленточки
- 8. Ширина спинки зуба
- 9. Передняя поверхность

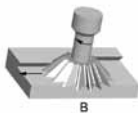
## Фрезерование

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ФРЕЗЕРОВАНИЮ

Фрезерование - процесс получения обработанной поверхности постепенным удалением определенного количества материала, называемого припуском, при помощи относительно медленного перемещения (подачи) фрезы, вращающейся с относительно высокой скоростью. Отличительной чертой фрезерования является удаление каждым режущим зубом части припуска в форме маленьких отдельных стружек.



А



В



С

При цилиндрическом фрезеровании ось вращения фрезы параллельна обрабатываемой поверхности. Цилиндрическая фреза имеет несколько режущих зубьев, расположенных на поверхности цилиндра, каждый из которых последовательно срезает с заготовки слой металла.

Фрезы для торцевого фрезерования могут иметь прямые или спиральные режущие зубья, работающие в перпендикулярном или периферийном направлении.

При торцевом фрезеровании инструмент закрепляется

### ТИПЫ ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА

Три основных типа показаны ниже: (А) цилиндрическая фреза, (В) торцевая фреза и (С) концевая фреза.

в шпинделе станка так, чтобы ось вращения была перпендикулярна обрабатываемой поверхности. Обработка поверхности достигается за счет действия режущих кромок, расположенных на торце и периферии фрезы.

При фрезеровании концевыми фрезами инструмент вращается, как правило, перпендикулярно к обработанной поверхности. Концевые фрезы могут быть наклонены для обработки конических поверхностей. Режущие кромки расположены на торце и периферии инструмента.

# Фрезерование

## ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ И ТОРЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ

### Торцово-цилиндрические фрезы



Имеют периферийные режущие зубья и режущие зубья, расположенные на одном из торцов. Для надежного закрепления в шпинделе станка имеется шпоночный паз.

### Трехсторонние фрезы



Режущие зубья расположены на обоих торцах и на периферии. Они разделены таким образом, что каждый зуб обрабатывает одну боковую стенку и дно паза. Это позволяет обрабатывать глубокие пазы в сложных условиях.

## Одно- и двухугловые фрезы



У угловых фрез периферийные зубья расположены на конической, а не на цилиндрической поверхности. Фрезы могут быть одноугловыми или двухугловыми.

# Фрезерование

## КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ

### Традиционные концевые фрезы

Торцевые и периферийные зубья этих концевых фрез образуют прямой угол.



### Концевые фрезы с радиусами на уголках

У этой концевой фрезы на уголках выполнены радиусы.



### Концевые фрезы со сферическим концом

Данная концевая фреза имеет форму полусферы.



### Микрофрезы

Концевые фрезы с диаметром режущей части до 1 мм.



## Фрезерование

### ВЫБОР КОНЦЕВОЙ ФРЕЗЫ И ПАРАМЕТРОВ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Приступая к операции фрезерования необходимо определить следующие параметры:

- наиболее подходящий тип концевой фрезы
- правильные значения скорости резания и минутной подачи для получения оптимального соотношения производительности и стойкости инструмента.

Выбирая необходимый тип концевой фрезы:

- определите вид выполняемой фрезерной операции:
  1. тип концевой фрезы
  2. тип расположения торцевых зубьев.
- учтите состояние и возраст станка
- выберите размеры концевой фрезы, исходя из следующих условий обеспечения наименьших деформаций и напряжений:
  1. высокой жесткости
  2. наибольшего диаметра инструмента
  3. наименьшего вылета инструмента из патрона.

- выберите количество режущих зубьев

**1.** больше режущих зубьев – меньшее пространство для размещения стружки – более высокая жесткость – допускает большие значения минутной подачи

**2.** меньше режущих зубьев – большее пространство для размещения стружки – более низкая жесткость – легкое удаление стружки.

Правильные значения скорости резания и подачи могут быть определены только с учетом следующих параметров:

- вида обрабатываемого материала
- материала, из которого изготовлен инструмент
- мощности станка
- требуемого качества поверхности.



# Фрезерование

## ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ

Концевые фрезы подразделяются на фрезы:

<b>С возможностью засверливания</b>	<b>Без возможности засверливания</b>
<p>Возможно выполнять операции засверливания и плунжерного фрезерования.</p> <p>При четном числе зубьев (2-4-6 и т.д.) центр перекрывают два режущих зуба. При нечетном (3-5 и т.д.) – один.</p>	<p>Используются только для фрезерования по контуру и обработки стенок пазов.</p> <p>Возможно переточить в центрах.</p>
	



## Фрезерование

### ПАРАМЕТРЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ - УГОЛ НАКЛОНА ВИНТОВЫХ КАНАВОК

С увеличением количества режущих зубьев нагрузка на зуб становится более постоянной и равномерной.



Но с увеличением угла наклона винтовых канавок возрастает сила (FV), действующая вдоль оси фрезы. Большая сила (FV) может:

- Создавать повышенную нагрузку на подшипники шпинделя
- Перемещать фрезу вдоль оси шпинделя. Для предотвращения этого следует использовать хвостовики Weldon или хвостовики с резьбой.



### ПАРАМЕТРЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ - ТИП ГЕОМЕТРИИ ФРЕЗЫ

DIN 1836 определяет следующие типы фрез:

	тип фрез для обработки сталей, с прочностью от низкой до высокой.
	тип фрез для обработки мягких пластичных материалов.

## Фрезерование

Также DIN 1836 определяет следующие типы стружколомающей геометрии:

	<b>Стружколомающая геометрия с крупным шагом и скругленным профилем</b> Используется для чернового фрезерования сталей и цветных металлов с пределом прочности до 800 Н/мм <sup>2</sup>
	<b>Стружколомающая геометрия с мелким шагом и скругленным профилем</b> Используется для чернового фрезерования сталей и цветных металлов с пределом прочности более 800 Н/мм <sup>2</sup> .
	<b>Получистовая стружколомающая геометрия</b> Используется для чернового фрезерования легких сплавов и получистовой обработки сталей и цветных сплавов.
	<b>Стружколомающая геометрия с крупным шагом и острым профилем</b> Имеет такую же область применения, что и геометрия NR, но позволяет получить более высокое качество поверхности и используется для получистовой обработки.

Doгтер разработал два типа черновых фрез с несимметричной стружколомающей геометрией:

	Стружколомающая геометрия с мелким шагом и несимметричным скругленным профилем. Несимметричное расположение стружколомающих канавок уменьшает вибрации и увеличивает стойкость.
	Стружколомающая геометрия с крупным шагом и несимметричным скругленным профилем. Несимметричное расположение стружколомающих канавок уменьшает вибрации и увеличивает стойкость.

## ОПЕРАЦИИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ




Под общим термином “фрезерование концевыми фрезами” объединены несколько видов операций. Для каждого вида выполняемых операций существует оптимальный тип концевой фрезы. Три параметра влияют на выбор концевой фрезы:

- Направление фрезерования
- Скорость съема материала
- Область применения

# Фрезерование

## НАПРАВЛЕНИЕ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Мы можем разделить концевые фрезы в соответствии с количеством направлений, в которых они могут работать. Существует три типа фрез:

3 НАПРАВЛЕНИЯ	2 НАПРАВЛЕНИЯ	1 НАПРАВЛЕНИЕ
		

Обратите внимание, фрезеровать с осевой подачей можно только фрезами с возможностью засверливания.

## СКОРОСТЬ СЪЕМА МАТЕРИАЛА (Q)

Мы можем рассчитать скорость съема материала Q, как отношение объема удаленного материала к времени резания. Объем удаленного материала равен разнице между объемом заготовки до обработки и объемом детали после обработки. Время резания - это время движения инструмента в обрабатываемой детали. Требования к качеству обработки детали существенно влияют на этот параметр.

$$Q = \frac{a_p * a_e * v_f}{1000}$$

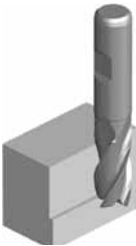
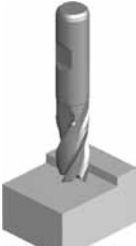
**Q** = скорость съема материала (см<sup>3</sup>/мин)  
**A<sub>P</sub>** = глубина фрезерования (мм)  
**A<sub>E</sub>** = ширина фрезерования (мм)  
**V<sub>F</sub>** = минутная подача (мм/мин)

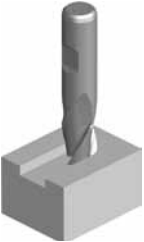


# Фрезерование

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ


Скорость съема материала и область применения фрезы сильно связаны между собой. Для каждой из областей применения мы имеем различные скорости съема материала,

возрастающие с увеличением ширины фрезерования. В последнем каталоге Dormer различные области применения обозначаются простыми символами, характеризующими область применения.

Фрезерование стенок	Торцевое фрезерование
	
Ширина фрезерования должна быть не более 0.25 диаметра концевой фрезы.	Ширина фрезерования должна быть не более 0.9 диаметра концевой фрезы, глубина резания не более 0.1 диаметра.

Фрезерование пазов	Фрезерование осевыми врезаниями	Фрезерование с врезанием под углом
		
Фрезерование шпоночных пазов. Ширина фрезерования равна диаметру фрезы.	Засверливание возможно только фрезами с перекрытием режущих кромок на торце. При засверливании значение подачи должно быть равно половине рекомендуемого значения.	Врезание в материал заготовки происходит под углом (с подачей по двум координатам).

## Фрезерование

	<p><b>Обработка шпоночных пазов с допуском Р9</b></p> <p>Важно подчеркнуть возможность фрезерования шпоночных пазов с допуском Р9 (см. таблицу на стр.41). Наши фрезы, обладающие такой возможностью, обозначены значком Р9.</p>
---	--

### ВСТРЕЧНОЕ И ПОПУТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Фрезерование может быть встречным или попутным.



Встречное фрезерование



Попутное фрезерование

# Фрезерование

## ВСТРЕЧНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

При встречном фрезеровании, также называемом фрезерованием "против подачи", стружка имеет максимальную толщину на выходе из резания. Направление движения подачи противоположно вращению инструмента.

### ЗА:

- Нагрузка во время врезания зуба не зависит от рельефа поверхности заготовки.
- Загрязнения и корка на поверхности заготовки не влияют на стойкость инструмента.
- Плавный и мягкий процесс резания, выполняемый острыми режущими зубьями.

### ПРОТИВ:

- Инструмент имеет склонность к вибрациям.
- Необходимость надежного закрепления заготовки, т.к. она может быть вырвана из приспособления.
- Более быстрый износ инструмента, чем при попутном фрезеровании.
- Стружка падает перед фрезой - удаление стружки затруднено.
- Действующая сила стремится поднять вверх заготовку.
- Из-за высокого трения при снятии стружки минимальной толщины, в начале резания требуется более высокая мощность.
- Обработанная поверхность может быть испорчена стружкой, увлекаемой режущими зубьями.

## ПОПУТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

При попутном фрезеровании, также называемом фрезерованием "по подаче", стружка имеет максимальную толщину на входе в резание. Направление движения подачи совпадает с вращением инструмента.

### ЗА:

- Одна из составляющих силы резания удерживает заготовку на месте, что важно для нежестких деталей.
- Простое удаление стружки, остающейся позади фрезы.
- Меньший износ - стойкость инструмента больше на 50 %, чем при встречном фрезеровании.
- Лучшее качество обработанной поверхности - меньше стружки увлекается режущими зубьями.
- Меньшая потребляемая мощность - могут использоваться фрезы с более положительной геометрией.
- При попутном фрезеровании сила резания прижимает заготовку к приспособлению, что упрощает и удешевляет его конструкцию.

### ПРОТИВ:

- Вследствие высокой ударной нагрузки при врезании режущих зубьев в заготовку, приспособления должны иметь высокую жесткость, а зазор в механизме подачи стола должен быть выбран.
- Попутное фрезерование не может применяться при обработке заготовок с коркой - поковок, отливок и горячекатаного проката. Твердая корка с абразивными включениями может привести к повышенному износу и повреждению режущих зубьев, что снижает стойкость инструмента.



## Фрезерование

### КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Фрезы со сферическим концом широко применяются при обработке штампов, пресс-форм и деталей со сложнопрофильными поверхностями для автомобильной, аэрокосмической и оборонной промышленности.

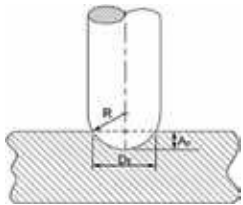
Эффективный диаметр фрезы является основным параметром при расчете необходимой частоты вращения шпинделя. Он определяется как диаметр фрезы на расстоянии от торца, равном глубине резания. Эффективный диаметр зависит от двух величин: радиуса сферической части фрезы и глубины резания.

$$D_E = 2 * \sqrt{R^2 - (R - A_p)^2}$$

$D_E$  = Эффективный диаметр

$R$  = Радиус сферической части

$A_p$  = Глубина резания



Эффективный диаметр заменяет диаметр фрезы в формуле для расчета скорости резания  $V_c$  при обработке фрезой со сферическим концом. Формула принимает вид:

$$V_c = \frac{\pi * D_E * N}{1000}$$

$V_c$  = Скорость резания (м/мин)

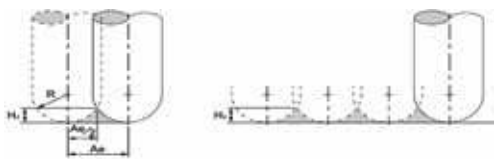
$D_E$  = Эффективный диаметр (мм)

$N$  = Частота вращения (об/мин)

При использовании фрезы со сферическим концом для фрезерования по зигзагообразной траектории между двумя последовательными проходами на поверхности остается недорезанный участок.

Высота этих необработанных участков называется высотой гребешков.

## Фрезерование



Высота гребешков может быть рассчитана из

$$H_c = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{Ae}{2}\right)^2}$$

или

$$Ae = 2 \sqrt{R^2 - (R - H_c)^2}$$

$H_c$  = Высота гребешков

$R$  = Радиус сферической части

$Ae$  = Шаг перемещения между двумя последовательными проходами

Соотношение между  $H_c$  и  $R_A$  (шероховатость поверхности) приблизительно следующее:

$H_c$ (mm)	0,2	0,4	0,7	1,25	2,2	4
$R_A$ (mm)	0,03	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8

$H_c$ (mm)	8	12,5	25	32	50	63	100
$R_A$ (mm)	1,6	3,2	6,3	8	12,5	16	25

$R_A$  примерно 25 % от  $H_c$

## Фрезерование

### ОБРАБОТКА ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ ФРЕЗАМИ СО СФЕРИЧЕСКИМ КОНЦОМ

Следующее правило может быть использовано для расчета глубины резания при фрезеровании закаленных сталей.

Твердость (HRC)	Глубина резания = $A_p$
$30 \leq 40$	$0,10 \times D$
$40 \leq 50$	$0,05 \times D$
$50 \leq 60$	$0,04 \times D$

### ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ОБРАБОТКА

Определение высокоскоростной обработки (HSM) может быть дано различными путями.

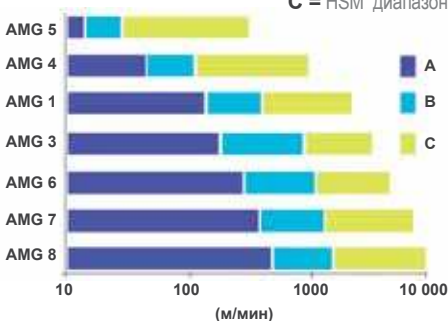
Учитывая достигаемые скорости резания, она может

быть определена как обработка на скоростях, существенно превышающих обычно используемые для обработки данных материалов.

**A** = нормальный диапазон,

**B** = переходный диапазон,

**C** = HSM диапазон



### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

На определенных скоростях резания (в 5-10 раз больших, чем при обычной обработке) температура на режущей кромке начинает уменьшаться.

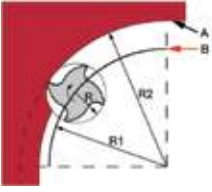
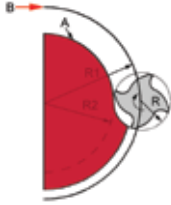
## Фрезерование

### ПРЕИМУЩЕСТВА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

- Повышение коэффициента использования станка
- Повышение качества деталей
- Снижение времени на обработку
- Уменьшение количества персонала
- Снижение затрат
- Низкая температура инструмента
- Минимальный износ инструмента
- Использование меньшего количества инструмента
- Низкие усилия резания (вследствие уменьшения стружки)
- Снижение требований по мощности и жесткости
- Меньшие деформации инструмента
- Улучшение точности и качества обработки
- Возможность обработки тонких стенок
- Уменьшение времени изготовления детали
- Устойчивость к возникновению вибраций

### СТРАТЕГИИ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДЛЯ СТАНКОВ ЧПУ

Коррекция подачи при обработке внутренних и наружных контуров

ВНУТРЕННИЙ КОНТУР	НАРУЖНЫЙ КОНТУР
	
$v_f \text{ prog} = v_f * \frac{R2 - R}{R2}$	$v_f \text{ prog} = v_f * \frac{R2 + R}{R2}$

**A** Обрабатываемый контур на детали

**B** Перемещение центра фрезы

**R** Радиус фрезы

**R1** Радиус перемещения фрезы

**R2** Обрабатываемый радиус на детали

**Внимание:** Некоторые системы ЧПУ имеют автоматическую коррекцию, M-функцию

## Фрезерование

### ПОДАЧА ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ВРЕЗАНИЕМ ПОД УГЛОМ

Рекомендации по  
максимальному углу врезания  
( $\alpha$ ) для твердосплавных  
концевых фрез.



Количество зубьев концевой фрезы	2	3	$\geq 4$
Для стали и чугуна	$\leq 15$	$\leq 10$	$\leq 5$
Для алюминиевых и медных сплавов, пластиков	$\leq 30$	$\leq 20$	$\leq 10$
Для закаленной стали	$\leq 4$	$\leq 3$	$\leq 2$

### ВИНТОВАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

Рекомендуемые параметры винтовой интерполяции для  
различных материалов.

Материал	Рекомендуемая $a_p$
Сталь	$< 0,10 \times D$
Алюминий	$< 0,20 \times D$
Закаленная сталь	$< 0,05 \times D$



$$D_{bmax} = 2 * (D - R)$$

$D_{bmax}$  = Максимально возможный диаметр отверстия

$D$  = Диаметр фрезы

$R$  = Радиус уголка фрезы

Используйте максимальный диаметр отверстия (ближайший  $D_{bmax}$ )  
для лучшей эвакуации стружки.

## Фрезерование

### Фрезерование осевыми врезаниями

На этой операции величина подачи должна быть разделена на число зубьев. Обратите внимание на то, что не рекомендуется фрезеровать осевыми врезаниями концевой фрезой с числом зубьев больше четырех.

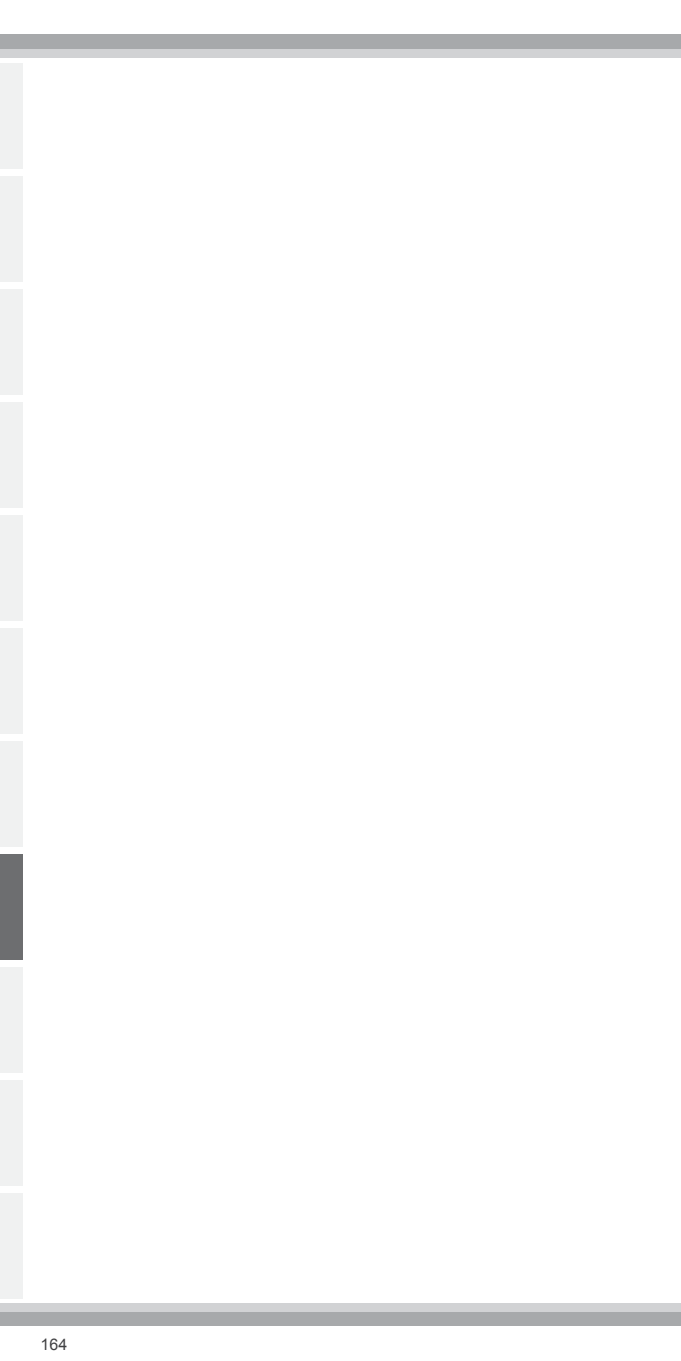


### ВОЗМОЖНЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

ПРОБЛЕМА	ПРИЧИНА	СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ
Поломка	Слишком большая величина припуска, снимаемого за проход	Уменьшить значение подачи на зуб
	Слишком большая подача	Снизить подачу
	Глубина резания или общая длина фрезы слишком велика	Выбрать инструмент с меньшей длиной/ закрепить инструмент ближе к зоне обработки
Износ	Обрабатываемый материал имеет высокую твердость	Выбрать из каталога или Product Selector инструмент из соответствующего материала и с необходимым покрытием
	Неправильно выбраны значения подачи и скорости	См. рекомендуемые режимы резания в каталоге или Product Selector
	Плохая эвакуация стружки	Изменить место подвода СОЖ
	Встречное фрезерование	Попутное фрезерование
	Неправильно выбран угол наклона винтовой канавки	См. рекомендации по выбору инструмента в каталоге или Product Selector
Выкрашивание	Слишком высокая подача	Снизить подачу
	Вибрации	Снизить частоту вращения
	Низкая скорость резания	Увеличить частоту вращения
	Встречное фрезерование	Попутное фрезерование
	Жесткость инструмента	Выбрать инструмент с меньшей длиной/ утопить хвостовик дальше в патрон
	Жесткость заготовки	Закрепить заготовку надежнее

## Фрезерование

ПРОБЛЕМА	ПРИЧИНА	СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ
Низкая стойкость	Слишком прочный обрабатываемый материал	См. рекомендации по выбору инструмента в каталоге или Product Selector
	Неправильно выбран передний угол и величина затылования	Выбрать инструмент с правильным передним углом
	Трение инструмент/заготовка	Использовать фрезу с покрытием
Плохое качество обработанной поверхности	Слишком высокая подача	Снизить величину подачи до рекомендуемых значений
	Слишком низкая скорость резания	Увеличить скорость
	Забивание стружкой	Уменьшить припуск, срезаемый за проход
	Износ инструмента	Заменить или переточить инструмент
	Наростообразование	Использовать фрезу с большим углом наклона канавок
	Приваривание стружки	Увеличить количество подаваемой СОЖ
Неточность детали	Отжатие инструмента	Выбрать инструмент с меньшей длиной/утопить хвостовик дальше в патрон
	Недостаточное количество режущих зубьев	Выбрать инструмент с большим числом зубьев
	Износ или биение патрона	Заменить или отремонтировать патрон
	Недостаточная жесткость патрона	Заменить более коротким/жестким патроном
	Недостаточная жесткость шпинделя станка	Использовать станок с большим шпинделем
Вибрации	Слишком высокие величины скорости и подачи	Выбрать инструмент с меньшей длиной/закрепить инструмент ближе к зоне обработки
	Глубина резания или общая длина фрезы слишком велика	Выбрать инструмент с меньшей длиной/закрепить инструмент ближе к зоне обработки
	Слишком большая глубина резания	Уменьшить глубину резания
	Недостаточная жесткость станка и патрона	Проверить патрон и при необходимости заменить
	Жесткость заготовки	Закрепить заготовку надежнее







**Отрезные резцы**

## Отрезные резцы

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОТРЕЗКЕ

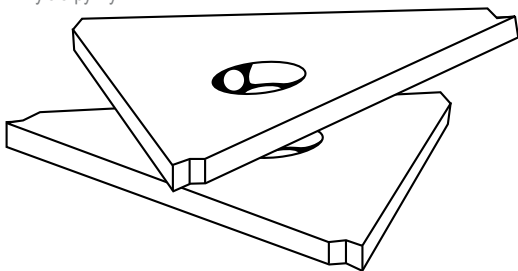
Doimet производит отрезные резцы с трехкромочными сменными пластинами. Пластины, изготовленные из быстрорежущей стали с кобальтом, выпускаются без покрытия и с покрытиями TiN и TiAlN. Покрытие TiAlN тверже TiN и может работать при более высоких температурах.

Боковые стороны пластин затылованы и обеспечивают достаточный задний угол, как в осевом, так и в радиальном направлении.

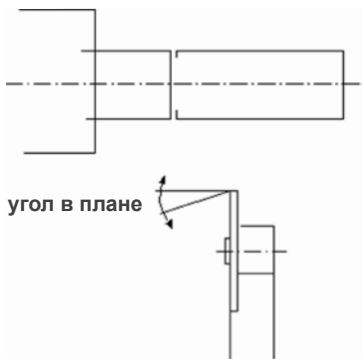
На передней поверхности распложена стружколомающая канавка, которая улучшает процесс стружкодробления при обработке материалов, дающих длинную стружку.

### СМЕННЫЕ ПЛАСТИНЫ ДВУХ РАЗМЕРОВ

Режущие пластины выпускаются двух размеров, с прямой режущей кромкой и с углами в плане  $8^\circ$  и  $15^\circ$  в правом и левом исполнениях. Также изготавливаются пластины для обработки канавок под стопорные кольца шириной 1.1, 1.3, 1.6, 1.85 и 2.15 мм.



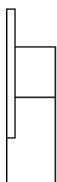
## Отрезные резцы



прямой

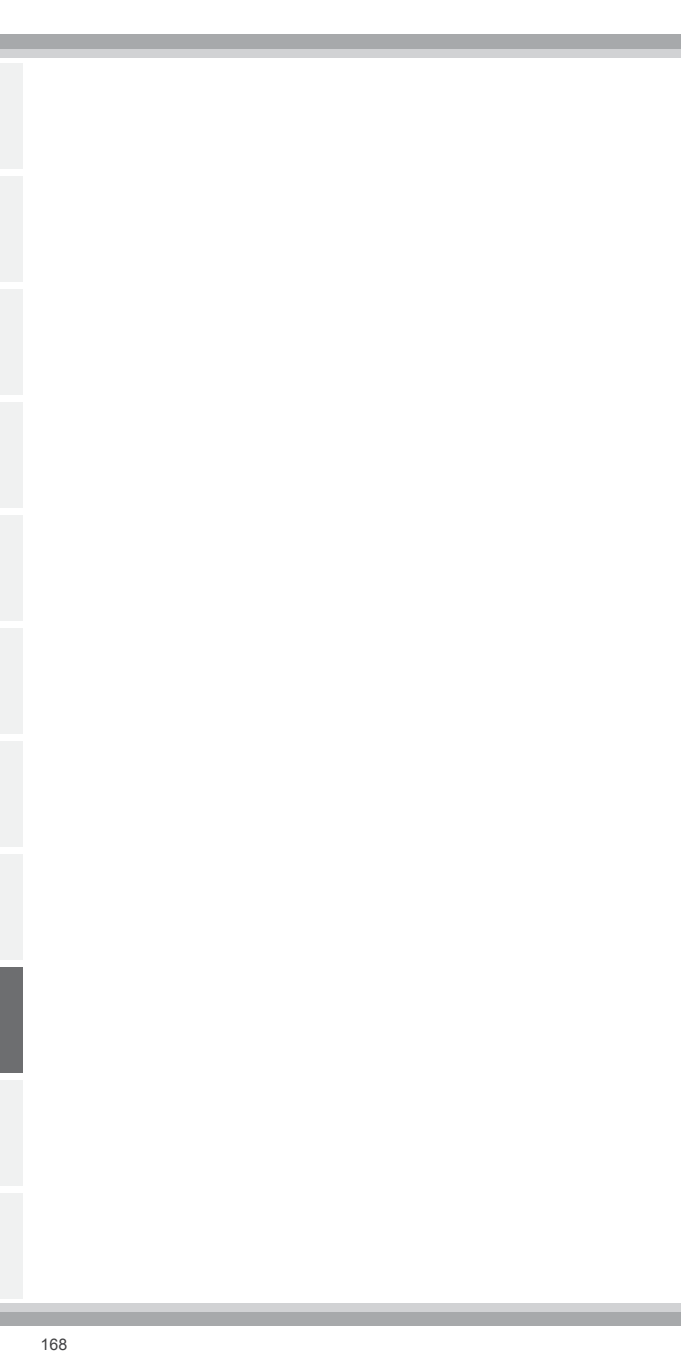
правое  
исполнение

левое  
исполнение



правый отрезной резец

левый отрезной резец





**Станочная оснастка**

# Станочная оснастка

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНОЧНОЙ ОСНАСТКЕ

### Введение

Для определения качества станочной оснастки сначала необходимо понимание ее функции. Станочной оснасткой является:

Устройство, которое используется в качестве сменного переходника между шпинделем станка и режущим инструментом, не влияющее на их эффективность.

В соответствии с этим определением станочная оснастка должна обладать четырьмя характеристиками:

**1. Соосность** - оси вращения станка и режущего инструмента должны совпадать.

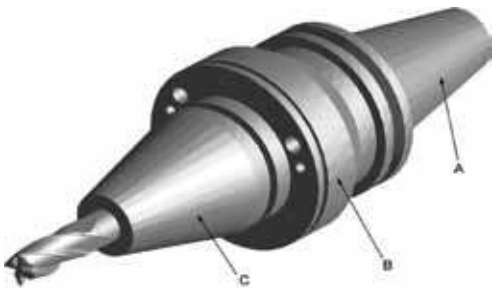
**2. Усилие закрепления**

- режущий инструмент должен быть надежно зажат в патроне для предотвращения его проворачивания.

**3. Точность** - станочная оснастка должна быть точной для обеспечения повторяемости результата от патрона к патрону.

**4. Сбалансированность** - патроны должны иметь ту же степень балансировки, что и шпиндель станка, в котором будут установлены.

В станочной оснастке можно выделить три основные части: соединение со шпинделем (конус, А), балансировочный элемент (В) и часть для закрепления инструмента (механизм закрепления, С).



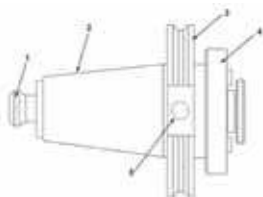
## Станочная оснастка

### ОСНОВНЫЕ ТИПЫ БАЗОВЫХ ДЕРЖАТЕЛЕЙ

- **Стандартный конус** 7:24 (CAT, BT, TC, ISO)
- **НСК.** Для более подробной информации см. раздел HSM (высокоскоростная обработка)
- **Плавающие патроны** (только для резьбонарезания и развертывания)
- **Другие** (конус Морзе, хвостовик автомобильной промышленности, цилиндрический 1835

А, цилиндрический В+Е, хвостовики ABS, Wohlhaupter)

В универсальных станках и станках с ЧПУ применяются прецизионно шлифованные патроны с конусом, устанавливаемым в ответную часть станка. Патроны закрепляются при помощи штрелевого или штрелевого болта. В станках с ЧПУ чаще используются штрелевые болты, позволяющие выполнять автоматическую смену инструмента.



1. Штрелевый болт
2. Конический хвостовик
3. Фланец
4. Адаптер
5. Ответный паз

### Конический хвостовик

Конический хвостовик позиционирует патрон в шпинделе станка. В стандартах определены шесть основных типоразмеров конического хвостовика: #30, #35, #40, #45, #50, и #60. Чем больше размер станка, тем больше размер соединения. Конус хвостовика имеет конусность 3.5 дюйма/фут (или 7:24).

### Соответствие размера конуса размерам станка

#60 Очень большие станки  
#50 Станки среднего размера  
#40 Станки небольших размеров  
#30 Очень маленькие станки

## Станочная оснастка

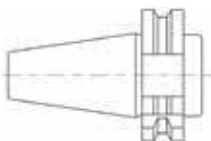
### ТИП ФЛАНЦА

Фланец предназначен для захвата патрона манипулятором при его автоматической смене. Наиболее широко распространены два типа фланцев: V-образный фланец и BT-фланец.

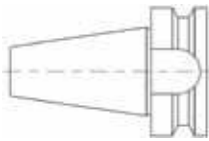
Патроны с BT-фланцем имеют метрическую резьбу для

штрельного болта, но могут изготавливаться с посадочными местами для закрепления инструмента с дюймовыми хвостовиками. Патроны с BT-фланцами в основном используются в обрабатывающих центрах, изготовленных японскими и европейскими производителями.

### DIN 69871 V-образный фланец

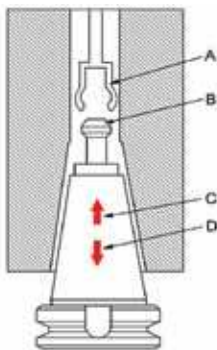


### MAS/BT-фланец



### ШТРЕВЕЛЬНЫЙ БОЛТ

Штрельный болт позволяет механизму (А) устанавливать и закреплять патрон в шпинделе станка и осуществлять автоматическую смену инструмента. Штрельные болты (В) изготавливаются различных конструкций и размеров. Они не обладают взаимозаменяемостью. Используйте только рекомендуемые производителем станка штрельные болты.



- A. Механизм закрепления
- B. Штрельный болт
- C. Закрепление
- D. Раскрепление



## Станочная оснастка

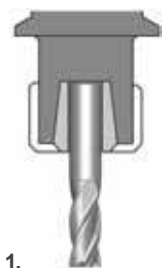
### Способы закрепления инструмента

Существует четыре способа закрепления инструмента:

1. Цанговый патрон по DIN 6388 и DIN 6499
2. Гидропластовый патрон
3. Термозажимной патрон
4. Патроны Weldon и Whistle Notch

#### Цанговый патрон по DIN 6388, DIN 6499

Металлическая цанга с хвостовиком инструмента затягивается гайкой в патрон.



#### Гидропластовый патрон

В гидропластовом патроне для создания усилия закрепления используется полость, наполненная специальной аморфной пластмассой. При закручивании винта создаваемое давление передается на стенки втулки, которые и закрепляют хвостовик инструмента.



#### Термозажимной патрон

Термозажимной патрон может использоваться только вместе со специальной установкой ТВЧ. Используется принцип изменения размеров при изменении температуры. При комнатной температуре диаметр отверстия несколько меньше диаметра хвостовика инструмента. Нагревание увеличивает размер отверстия, что позволяет установить в него инструмент. После охлаждения отверстие сужается, надежно и точно закрепляя инструмент.

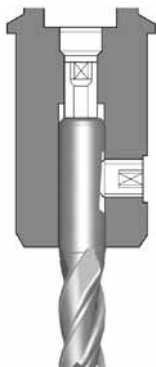


## Станочная оснастка

Weldon, DIN 1835 B



Whistle Notch, DIN 1835 E



4.

В патронах Weldon и Whistle Notch радиально расположенный винт давит на хвостовик и удерживает его на месте. Хвостовик инструмента должен иметь специальную лыску под винт.

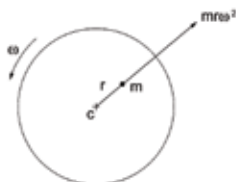
Характеристики	Цанговый	Weldon Whistle Notch	Гидропла- стовый	Термо- зажимной
Обработка	Фрезерование (Нарезание резьбы метчиком) Сверление Развертывание Растачивание	Фрезерование (Нарезание резьбы метчиком) Сверление Развертывание Растачивание	Фрезерование Нарезание резьбы метчиком Сверление Развертывание Растачивание	Фрезерование Сверление Развертывание Растачивание
Хвостовик концевой фрезы	Цилиндрический хвостовик Быстрорежущая сталь (DIN 1835A) Твердый сплав (DIN 6535HA)  Хвостовик с резьбой Быстрорежущая сталь (DIN 1835D)	Хвостовик Weldon Быстрорежущая сталь (DIN 1835B) Твердый сплав (DIN 6535HB)  Whistle Notch Быстрорежущая сталь (DIN 1835E) Твердый сплав (DIN 6535HE)	Цилиндрический хвостовик Быстрорежущая сталь (DIN 1835A) Твердый сплав (DIN 6535HA)	Цилиндрический хвостовик Быстрорежущая сталь (DIN 1835A) Твердый сплав (DIN 6535HA)

## Станочная оснастка

Характеристики	Цанговый	Weldon Whistle Notch	Гидропластовый	Термо-зажимной
Биение	Около 25 мкм для качественных патронов и цанг	Около 10 мкм	Около 5 мкм	Около 4 мкм
Жесткость	Хорошая	Очень хорошая	Прекрасная	Превосходная
Сбалансированность	Существуют различные типы цанг с разной степенью концентричности	Несимметричная конструкция имеет дисбаланс, который может быть устранен при изготовлении путем удаления металла в нужных местах	Несимметричная конструкция имеет дисбаланс, который может быть устранен путем удаления металла в нужных местах	Наилучшая - без винтов и других несимметричных элементов, патрон конструктивно сбалансирован.
Вибрации	Нет преимуществ	Нет преимуществ	Полость с гидропластом дает возможность несколько демпфировать колебания	Нет преимуществ
Удобство использования	Низкое - точность зависит от оператора	Хорошее	Улучшенное - точность постоянная, но механизм закрепления легко повреждается	Высокое - могут использоваться низко квалифицированными операторами
Стоимость	Нормальная	Нормальная	Более высокая	Патроны относительно дешевы, но специальная установка требует больших начальных капиталовложений

## Станочная оснастка

### Требования к балансировке системы инструмент / базовый держатель



Дисбаланс появляется в случае, когда центр масс и геометрический центр вращающегося тела не совпадают друг с другом. Величина дисбаланса выражается как

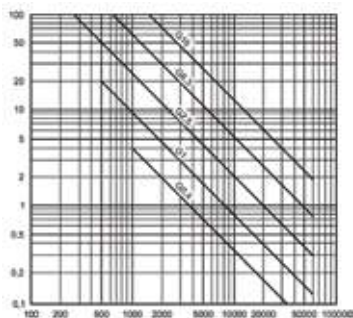
$$U = m * r$$

$$e = \frac{U}{M} = \frac{m * r}{M}$$

$$G = \frac{e * 2 * \pi * n}{60.000}$$

### Класс балансировки определяется по стандартизованным таблицам

Класс балансировки (наклонные линии на диаграмме ниже) устанавливает связь между максимальной частотой вращения (ось X) и величиной допустимого дисбаланса (ось Y).



Величина	Обозначение	Единица измерения
Удельный допустимый дисбаланс	e	г*мм/кг
Класс балансировки	G	мм/с
Неуравновешенная масса	m	г
Постоянная угловая скорость	ω	рад/с
Масса вращающегося тела	M	кг
Расстояние от несбалансированной массы до оси вращения	r	мм
Суммарный допустимый дисбаланс	U	г*мм
Частота вращения	n	об/мин

Для определенного класса балансировки при увеличении частоты вращения величина допустимого дисбаланса не уменьшается.

Классы балансировки отстоят друг от друга в 2.5 раза.

**0,4x2,5=1 x2,5=2,5  
x2,5=6,25 x2,5=15,625.**

Требования к балансировке содержатся в ряде стандартов.

В стандарте ISO 1940-1:2003 приведены требования к вращающимся телам при неподвижном закреплении. Он определяет допустимые отклонения при балансировке, необходимые корректирующие действия и способы проверки остаточного дисбаланса.

Также в нем приводятся рекомендации по выбору класса балансировки для вращающихся тел при неподвижном закреплении для различных станков и максимальных частот вращения. Эти рекомендации основаны на имеющемся мировом опыте.

ISO 1940-1:2003 также описывает действия изготовителя и потребителя фрезерных станков при приемо-сдаточных испытаниях с контролем остаточного дисбаланса.

Детальное описание ошибок при проведении балансировки и проверке остаточного дисбаланса приведены в стандарте ISO 1940-2.

Обычно станочная оснастка балансируется без инструмента, а проверка величины дисбаланса осуществляется уже с инструментом.

Для патронов необходимо знать класс "G" и скорость (об/мин) их балансировки. Эти две составляющие определяют максимально допустимые отклонения положения центра масс. Чем выше скорость, тем меньше должна быть эта величина для выбранного класса балансировки "G".

Некоторые производители станочной оснастки рекламируют свои патроны "сбалансированные при изготовлении для 20 000 об/мин" без указания класса балансировки "G" согласно стандарту ISO. При проверке многие из этих патронов не соответствуют даже классу G6.3, что намного ниже рекомендуемого при такой скорости класса G2.5.

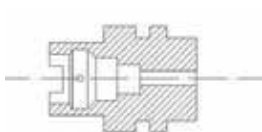
## Станочная оснастка

### HSK

Немецкая ассоциация производителей и потребителей металлорежущих станков и инструмента в сотрудничестве с лабораторией станков Аахенского университета разработала соединение HSK (в переводе с немецкого “короткий конический хвостовик”).

Всего согласно DIN 69893 существует шесть различных исполнений хвостовика HSK, и шесть ответных частей шпинделя, описанных в DIN 69063.

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



### Тип А

- Стандартный хвостовик для обрабатывающих центров и фрезерных станков
- Для автоматической смены инструмента
- Подвод СОЖ через центр при помощи трубки
- Шпоночные пазы на конце конуса HSK
- Отверстие под носитель информации по DIN STD 69873 во фланце.

### Тип С

- Для автоматических линий, специальных станков и модульной инструментальной оснастки
- Для ручной смены инструмента
- Подвод СОЖ через центр
- Шпоночные пазы на конце конуса HSK
- Все хвостовики типа А выполняются с боковыми отверстиями для ручной смены инструмента, поэтому они могут применяться и как хвостовики типа С.

## Станочная оснастка

DIN 69893-2. ХВОСТОВИК HSK C  
КОНТАКТОМ ПО ТОРЦУ; ТИП В И D

### Тип В

- Для обрабатывающих центров, фрезерных и токарных станков
- С увеличенным диаметром фланца для тяжелой обработки
- Для автоматической смены инструмента
- Подвод СОЖ через отверстие во фланце
- Шпоночные пазы выполнены на фланце
- Отверстие под носитель информации по DIN STD 69873 во фланце.

### Тип D

- Для специальных станков
- С увеличенным диаметром фланца для тяжелой обработки
- Для ручной смены инструмента
- Подвод СОЖ через отверстие во фланце
- Шпоночные пазы выполнены на фланце.

DIN V 69893-5. ХВОСТОВИК HSK C  
КОНТАКТОМ ПО ТОРЦУ; ТИП E

### ТИП E

- Для высокоскоростной обработки
- Для автоматической смены инструмента
- Возможен подвод СОЖ через центр при помощи трубки
- Без шпоночных пазов для абсолютной симметрии.

DIN V 69893-6. ХВОСТОВИК HSK C  
КОНТАКТОМ ПО ТОРЦУ; ТИП F

### Тип F

- Для высокоскоростной обработки в основном в деревообрабатывающей промышленности
- С увеличенным диаметром фланца для тяжелой обработки
- Для автоматической смены инструмента
- Возможен подвод СОЖ через центр при помощи трубки
- Без шпоночных пазов для абсолютной симметрии.
- DIN 69063-1. Присоединительные размеры шпинделя для хвостовиков HSK, Тип А и С
- DIN 69063-2. Присоединительные размеры шпинделя для хвостовиков HSK, Тип В и D
- DIN 69063-5. Присоединительные размеры шпинделя для хвостовиков HSK, Тип E
- DIN 69063-6. Присоединительные размеры шпинделя для хвостовиков HSK, Тип F

Преимущества HSK для конечного пользователя:

- Высокая статическая и динамическая жесткость. Допускаемая нагрузка на изгиб может быть от 30% до 200% больше, чем на обычный конус 7:24.
- Высокая осевая и радиальная повторяемость положения при переустановке. Патроны не склонны к затягиванию в шпиндель, как конус 7:24.
- Низкий вес, короткий ход при смене инструмента.
- Центрирование при закреплении с удвоенной силой.

## Станочная оснастка

### Резьбовые патроны

Обычно при помощи резьбового патрона решаются следующие проблемы:

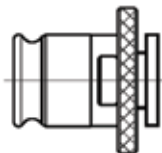
1. Простой способ закрепления метчика с возможностью быстрой смены

2. Ограничение крутящего момента в соответствии с размером нарезаемой резьбы
3. Компенсация в осевом направлении по шагу нарезаемой резьбы

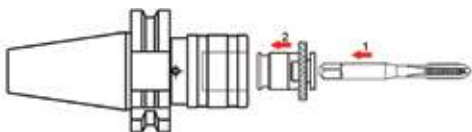
Таким образом, существуют различные устройства, выполняющие эти задачи.

### Быстросменная оснастка для метчиков

Вставка для метчика без предохранительной муфты

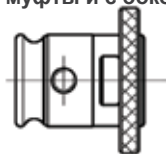


### Последовательность операций

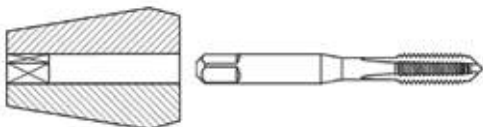


1. Вставьте метчик во вставку
2. Установите вставку с метчиком в ответную часть резьбового патрона

### Вставка для метчика без предохранительной муфты и с боковым резьбовым отверстием



### Вставка для метчика с внутренним квадратом





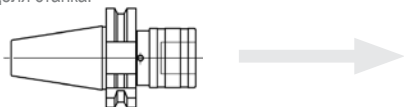
## Станочная оснастка

### Резьбовые патроны

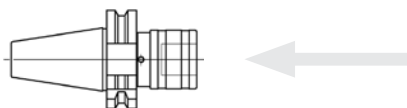
Процесс резьбонарезания – это сложный баланс между вращением и осевым перемещением инструмента. Иногда необходимо ограничивать осевое перемещение инструмента.

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.



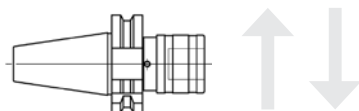
**Сжатие** - возможность свободного перемещения по оси назад, работающая как подушка и позволяющая метчику резать на своей собственной подаче, независимой от осевой подачи шпинделя станка.



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



**Возможность свободного перемещения в радиальном направлении** - позволяет компенсировать разницу в положении осей обрабатываемого отверстия и шпинделя станка. Не рекомендуется работать с ошибкой в положении осей.



## Станочная оснастка

### НАСТРОЙКА КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗЬБЫ

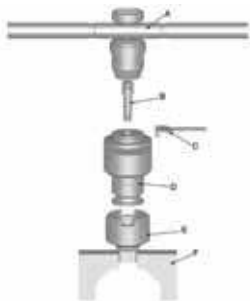
Вставки для метчиков с предохранительной муфтой настроены на следующие значения крутящего момента в зависимости от размера нарезаемой резьбы.

Размер резьбы	Настроенный момент (Нм)
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 (Нм)
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

Настройка крутящего момента на вставках метчиков с предохранительной муфтой

**Примечание:** Вращение по часовой стрелке увеличивает значение момента, вращение против часовой стрелки уменьшает значение момента.



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

# Станочная оснастка

## РАСЧЕТ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА

$$M_d = \frac{p^2 * D * K_c}{8000}$$

$M_d$  = Момент

$D$  = Номинальный диаметр в мм

$p$  = Шаг

$K_c$  = Удельное усилие резания

Значение момента, полученное по данной формуле, верно для новых метчиков. Метчики с износом создают приблизительно вдвое больший крутящий момент. При использовании бесстружечных метчиков полученное значение должно быть увеличено в 1.8 раза.

Группы обрабатываемых материалов		Удельная сила резания $K_c$ , Н/мм <sup>2</sup>	
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	3000
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
5. Никель	5.1	Технически чистый	1300
	5.2	Никелевые сплавы	2000
	5.3	Никелевые сплавы	2000
6. Медь	6.1	Технически чистая	800
	6.2	Бронзы и латуни на основе Sn	1000
	6.3	Бронзы и латуни на основе Zn	1000
	6.4	Высокопрочные бронзы	1000
7. Алюминий, магний	7.1	Технически чистые	700
	7.2	Их сплавы, с содержанием, Si < 0.5%	700
	7.3	Их сплавы, с содержанием 0.5% < Si < 10%	800
	7.4	Их сплавы, с содержанием Si > 10%	1000
8. Пластмассы	8.1	Термопластики	400
	8.2	Термореактивные	600
	8.3	Армированные	800
9. Твердые материалы	9.1	Металлокерамика	>2800
10. Графит	10.1	Технический	600





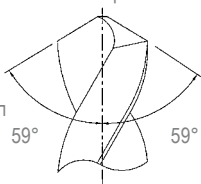
**Переточка**

## Переточка

### Вершина сверла и переточка

Для достижения лучшего результата при переточке следующие элементы должны быть выполнены правильно:

1. Угол при вершине
2. Угол поперечной режущей кромки
3. Главный задний угол
4. Дополнительный задний угол



Стандартная заточка с углом при вершине  $118^\circ$

Обычные сверла изготавливаются с углом при вершине  $118^\circ$ . Такая геометрия является наиболее универсальной.

Если главный задний угол затачивается правильно, постепенно увеличиваясь

к центру сверла и образуя угол поперечной режущей кромки равный примерно  $130^\circ$ , то правильное значение дополнительного заднего угла будет получено по всей длине главной режущей кромки.

Диаметр сверла, мм	Главный задний угол на периферии сверла
до 1 включительно	$21^\circ - 27^\circ$
От 1 до 6	$12^\circ - 18^\circ$
От 6 до 10	$10^\circ - 14^\circ$
От 10 до 18	$8^\circ - 12^\circ$
Свыше 18	$6^\circ - 12^\circ$

Главные режущие кромки должны иметь равную длину и угол наклона к оси сверла для обеспечения правильного распределения сил резания.

## Переточка

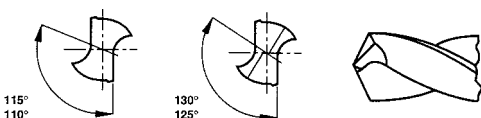
### Геометрия вершины с подточкой по задней поверхности согласно DIN 1412 Тип С

При относительно большом диаметре сердцевины становится необходимо выполнять заточку в два этапа:

- Выполнить требуемый угол при вершине (обычно  $118^\circ$  или  $135^\circ$ ) и угол поперечной

режущей кромки  $110^\circ$ - $115^\circ$ .

- Используя кромку круга, шлифовать дополнительную заднюю поверхность (обычно под углом  $35^\circ$  -  $45^\circ$  к оси сверла) для получения поперечной режущей кромки, оставляя от 0.1 до 0.25 мм начальной режущей кромки.



Угол поперечной режущей кромки

Угол подточки

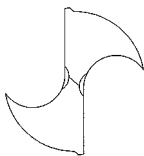
**Примечание:** При возникновении сомнений мы советуем взять новое сверло A120, диаметром более 2.9 мм, и использовать его как образец.

### ПОДТОЧКА ПЕРЕМЫЧКИ, DIN 1412 ТИП А

Вообще говоря, сверла конструируются таким образом, что диаметр сердцевины увеличивается от вершины к концу стружечных канавок для увеличения прочности и жесткости. Обычно не нужно подтачивать перемычку нового сверла, но после того, как примерно треть длины уходит на переточку, ширина поперечной режущей кромки сильно увеличивается и ее нужно подтачивать. Если этого не делать, то существенно возрастает осевая сила. Получаемые таким сверлом

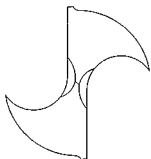
отверстия могут иметь неправильную форму или выходить за пределы допуска, так как сверло перестает самоцентрироваться. Подточку перемычки по возможности следует выполнять на специальном станке. При отсутствии такого станка хороший результат получается при использовании спрофилированного круга шириной, равной примерно половине ширины стружечной канавки. Равное количество металла должно быть удалено с обеих сторон поперечной кромки, до достижения размера, примерно равного 10% от диаметра сверла.

## Переточка



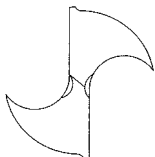
### **Правильная подточка перемычки**

Обратите внимание, как равномерно выполнена подточка в стружечных канавках. Одинаковое количество металла удалено с каждой стороны и поперечная режущая кромка не уменьшилась слишком сильно.



### **Слишком большая подточка перемычки**

Одинаковое, но слишком большое, количество металла удалено с поперечной режущей кромки, такое ослабление может привести к раскалыванию сверла.



### **Неравномерная подточка перемычки**

Слишком большое количество металла удалено с одной стороны поперечной кромки, что приводит к дисбалансу сверла. Результатом может стать поломка сверла или получение отверстий, выходящих за пределы допуска.



## Переточка

### ЗНАЧЕНИЯ ДОПУСКОВ НА ДИАМЕТРЫ СТАНДАРТНЫХ СВЕРЛ

Dormer выпускает сверла в соответствии с требованиями национальных или международных стандартов. Диаметр сверла измеряется по

ленточкам в точке пересечения главных и вспомогательных режущих кромок. В соответствии с английскими стандартами он должен иметь допуск h8, поля допусков согласно DIN и ISO приведены ниже.

МИЛЛИМЕТРЫ			
Диаметр		Граница поля допуска	
Свыше	До и включительно	Верхняя +	Нижняя -
	3	0	0.014
3	6	0	0.018
6	10	0	0.022
10	18	0	0.027
18	30	0	0.033
30	50	0	0.039
50	80	0	0.046

ДЮЙМЫ			
Диаметр		Граница поля допуска	
Свыше	До и включительно	Верхняя +	Нижняя -
	0.1181	0	0.0006
0.1181	0.2362	0	0.0007
0.2362	0.3937	0	0.0009
0.3937	0.7087	0	0.0011
0.7087	1.1811	0	0.0013
1.1811	1.9685	0	0.0015
1.9585	3.1496	0	0.0018

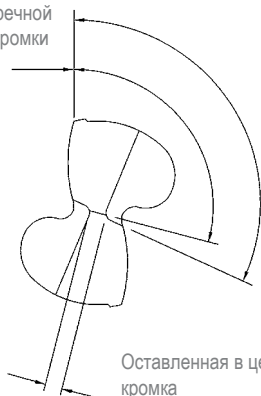
# Переточка

## СВЕРЛА ДЛЯ ТЯЖЕЛОЙ ОБРАБОТКИ // PFX

### ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕТОЧКИ ВЕРШИНЫ

Угол поперечной  
режущей кромки

$100^\circ$   
 $\pm 50^\circ$



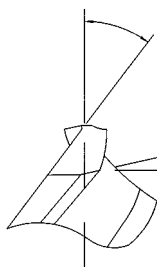
Дополнительный угол  
поперечной режущей  
кромки  
 $115^\circ - 125^\circ$

Оставленная в центре поперечная  
кромка  
8% - 12% диаметра сверла, измеренная  
как показано

### ПАРАМЕТРЫ ПОДТОЧКИ ПЕРЕМЫЧКИ

Дополнительный задний угол к оси

$35^\circ \pm 5^\circ$



Главный задний угол

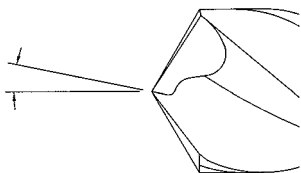
Свыше 0.99-2.50 вкл.:  $16^\circ \pm 3^\circ$

Свыше 2.50-6.00 вкл.:  $12^\circ \pm 2^\circ$

Свыше 6.00-12.00 вкл.:  $10^\circ \pm 2^\circ$

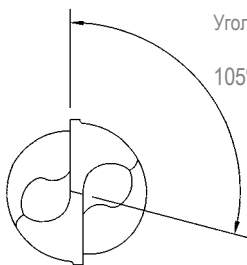
## Переточка

Передний угол подточки  
От 3° до 8° в  
положительную сторону от  
оси сверла



## СВЕРЛА СВЕРХДЛИННОЙ СЕРИИ // PFX

### ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕТОЧКИ ВЕРШИНЫ



Угол поперечной режущей кромки

$105^{\circ} \pm 5^{\circ}$

Главный задний угол  
Размером до 6.00 мм вкл.:  
 $12^{\circ} \pm 2^{\circ}$

Размером свыше 6.00 мм:  
 $10^{\circ} \pm 2^{\circ}$



Угол при вершине

$130^{\circ} \pm 3^{\circ}$

# Переточка

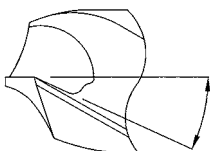
## ПАРАМЕТРЫ ПОДТОЧКИ ПЕРЕМЫЧКИ



Ширина поперечной режущей кромки 8% - 12% номинального диаметра



Длина подточки перемычки 50%-75% номинального диаметра  
Подточка должна расширяться к уголкам сверла



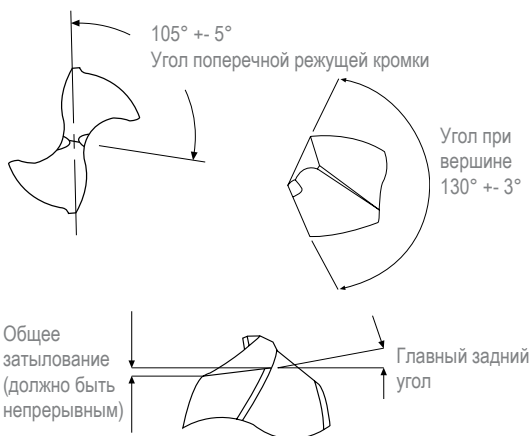
Передний угол подточки 20° - 30° положительный

# Переточка

## ИНФОРМАЦИЯ О ПЕРЕТОЧКЕ УГЛА ПРИ ВЕРШИНЕ

### A510 // A520

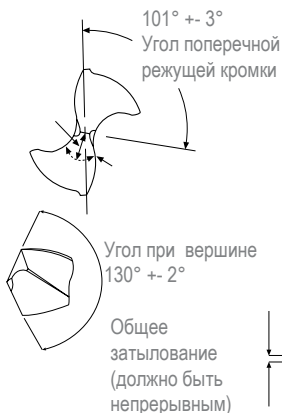
Погрешность положения поперечной кромки		
0.05 TIV, MAX (мм)		
Погрешность по высоте главных режущих кромок (мм)		
Размер	3.0 - 13.0	0.025 Max
Свыше	13.0 - 14.0	0.050 Max
Главный задний угол		
Размер	3.0 - 6.0 вкл.	11° - 15°
Свыше	6.0 - 10.0 вкл.	10° - 14°
Свыше	10.0 - 13.0 вкл.	8° - 12°
Свыше	13.0 - 14.0 вкл.	6° - 10°
Общее затылование (мм) (должно быть непрерывным)		
Размер	3.0	0.20 - 0.40
Свыше	3.0 - 4.0 вкл.	0.25 - 0.45
Свыше	4.0 - 6.0 вкл.	0.25 - 0.50
Свыше	6.0 - 8.0 вкл.	0.30 - 0.55
Свыше	8.0 - 10.0 вкл.	0.35 - 0.60
Свыше	10.0 - 13.0 вкл.	0.40 - 0.80
Свыше	13.0 - 14.0 вкл.	0.50 - 1.20



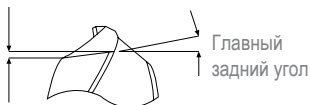
# Переточка

## A553 // A554

Погрешность положения поперечной кромки		
0.05 TIV, MAX (мм)		
Погрешность по высоте главных режущих кромок (мм)		
Размер	5.0 - 13.0 вкл.	0.025 Max
Свыше	13.0 - 20.0 вкл.	0.050 Max
Величина затылования перемычки сверла		
Величина затылования перемычки сверла должна быть: 50% - 75% от общего затылования. (например, величина общего затылования равняется 0.60 мм, величина затылования перемычки сверла 0.30 мм - 0.45 мм) Положение точки измерения затылования перемычки сверла должно соответствовать значениям в приведенной таблице и измеряется от центра, как показано.		
Главный задний угол		
Размер	3.0 - 6.0 вкл.	11° - 15°
Свыше	6.0 - 10.0 вкл.	10° - 14°
Свыше	10.0 - 13.0 вкл.	8° - 12°
Свыше	13.0 - 30.0 вкл.	6° - 10°
Общее затылование (мм) (должно быть непрерывным)		
Размер	5.0 - 8.0 вкл.	0.20 - 0.45
Свыше	8.0 - 10.0 вкл.	0.25 - 0.45
Свыше	10.0 - 13.0 вкл.	0.40 - 0.60
Свыше	13.0 - 20.0 вкл.	0.50 - 0.70
Свыше	20.0 - 30.0 вкл.	0.70 - 1.10



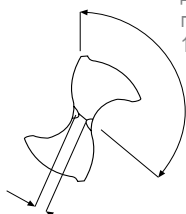
Номинальный диаметр мм	Расстояние от центра до конца перемычки сверла мм
5.00 - 6.00	0.80 - 1.00
6.01 - 8.00	0.65 - 1.15
8.01 - 10.00	0.90 - 1.40
10.01 - 12.00	1.15 - 1.65
12.01 - 14.00	1.50 - 2.00
14.01 - 16.00	1.75 - 2.25
16.01 - 18.00	2.00 - 2.50
18.01 - 20.00	2.25 - 2.75
20.01 - 25.00	3.10 - 3.60
25.01 - 30.00	4.00 - 4.50



# Переточка

## Информация о подточке перемычки A510 // A520

Дополнительный угол  
поперечной кромки  
 $120^\circ \pm 5^\circ$

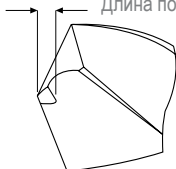


Ширина оставляемой в центре  
поперечной кромки

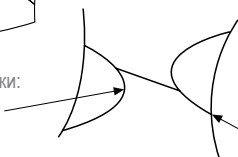
Осевой передний угол  
 $0-4^\circ$  отриц.



Длина подточки  $8\% - 10\% \times \varnothing$

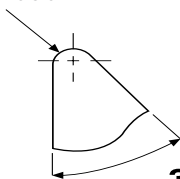


Круг для подточки:  
радиус (мм)



Расположение  
подточки  
относительно  
поперечной кромки:  
Примерно 20%  
подточки должно  
быть расположено за  
поперечной режущей  
кромкой

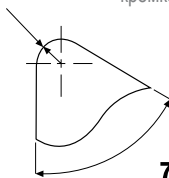
0.3-0.4



**34°**

$\varnothing = 3.0 - 6.0$  мм вкл.

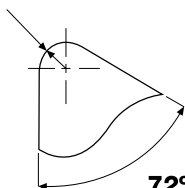
0.6-0.7



**72°**

$\varnothing = 6.0 - 12.0$  мм вкл.

0.9-1.0



**72°**

$\varnothing = 12.0 - 14.0$  мм вкл.

## Переточка

### Информация о переточке сверл серии CDX

Следуйте этим рекомендациям, используя эскиз с геометрией вершины сверла CDX для справки.

- Перетачивайте таким образом, чтобы покрытие в стружечных канавках и на ленточках осталось неповрежденным.
- Отклонение подточки перемычки от номинала должно быть  $<0.025\text{мм}$ .
- Используйте алмазные круги и обильный подвод эмульсии.
- Используйте надежный заточной станок.
- При возникновении сомнений мы рекомендуем использовать новое сверло CDX как образец для переточки изношенных сверл.

### Избегайте

Не работайте сверлами слишком долго до переточки.  
Не перетачивайте вручную.

### Последовательность действий

Для получения наилучших результатов мы рекомендуем производить переточку в три этапа:

### I. ПЕРЕТОЧКА ГЛАВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ЗАДНИХ УГЛОВ (СМ. ЛИСТ С ЭСКИЗАМИ)

1. Настроить станок на угол при вершине  $130^\circ$ .
2. Настроить на вспомогательный задний угол  $17-25^\circ$ .
3. Перетачивать по вспомогательному заднему углу до тех пор, пока он остается по другую сторону центральной линии, проходящей по режущим кромкам.
4. Настроить станок на главный задний угол  $6-10^\circ$ .
5. Перетачивать до тех пор, пока пересечение главной и вспомогательной задних поверхностей по центру сверла не образует угол поперечной режущей кромки

Затылование	6-10°, шлифовать выше центральной линии, как показано на рис.1	
	Диаметр	Размеры А и В мм
Затылование	3.0 - 8.0	0.10 - 0.25
	8.1 - 12.0	0.15 - 0.30
	12.1 - 16.0	0.20 - 0.35
	16.1 - 20.0	0.25 - 0.45



# Переточка

## II. ПОДТОЧКА ПЕРЕМЫЧКИ

1. Используйте алмазный круг с углом профиля  $60^\circ$  и радиусом. Мы рекомендуем следующее

Диаметр	Радиус шлифовального круга	Длина подточка перемычки
3.0	0.25	0.50 - 0.80
4.0	0.25	0.60 - 0.90
5.0	0.25	0.70 - 1.00
6.0	0.25	0.95 - 1.25
7.0	0.35	1.10 - 1.50
8.0	0.35	1.20 - 1.60
9.0	0.55	1.30 - 1.70
10.0	0.55	1.40 - 1.80
11.0	0.55	1.40 - 2.00
12.0 - 13.0	0.55	1.50 - 2.10
14.0 - 15.0	0.70	1.70 - 2.30
16.0	0.70	1.95 - 2.55
17.0 - 18.0	0.90	2.10 - 2.90
19.0 - 20.0	0.90	2.35 - 3.15

2. Настройте станок так, чтобы осевой передний угол на вспомогательной режущей кромке, образующейся после подточки, был между  $-1^\circ$  и  $-4^\circ$ .
3. Для лучшего результата шлифуйте до тех пор, пока не получите величин, указанных на эскизе с геометрией (размеры А и В).
4. Подточка перемычки никогда не должна пересекать центральной линии (Рис.3)

## III. ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ ФАСКА

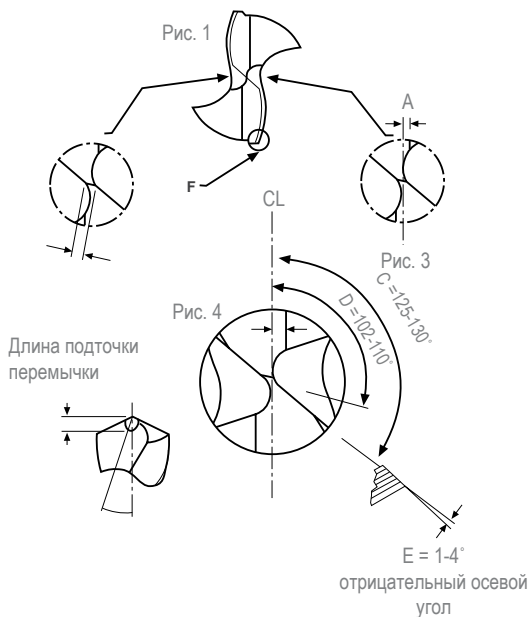
Рекомендуется выполнить вдоль всей режущей кромки отрицательную фаску под углом  $20-35^\circ$  к оси сверла,

ширина фаски приведена в таблице ниже. Она может быть прошлифована на заточном станке или при помощи алмазного доводочного бруска.

Отрицательная фаска на главной режущей кромке, разм. F Диаметр мм	20-35 градусов отриц. Ширина фаски мм (в осевом напр.)
3.0 - 6.0	0.03 - 0.07
6.1 - 10.0	0.03 - 0.10
10.1 - 14.0	0.03 - 0.12
14.1 - 20.0	0.03 - 0.15

# Переточка

## ПЕРЕТОЧКА СВЕРЛА CDX



**A** = Основное затылование

**B** = Ширина поперечной режущей кромки

**C** = Длина вспомогательной режущей кромки

**D** = Угол поперечной режущей кромки

**E** = Осевой передний угол вспомогательной режущей кромки

**F** = Отрицательная фаска

## Переточка

### РАЗВЕРТКИ

Развертки являются высокоточным инструментом, требующим размерной и геометрической точности. Из этих соображений они изготавливаются в центрах. Перед переточкой разверток должно быть проверено их радиальное биение в центрах. Центровые отверстия не должны иметь повреждений. Если развертка имеет биение, то необходима правка ее незакаленного хвостовика. Важно вовремя перетачивать

### ПЕРЕТОЧКА ЗАБОРНОЙ ЧАСТИ

У ручных, машинных и насадных разверток для цилиндрических отверстий перетачивается только заборная часть. Задний угол  $\alpha$  режущего зуба должен быть  $5 - 8^\circ$ . Он может быть получен изменением высоты упора. У заточных станков с поворотной шпиндельной бабкой упор должен быть выставлен на высоту центров, а для получения требуемого заднего угла разворачивается шпиндельная бабка.

### ПЕРЕТОЧКА ПО ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Иногда необходимо переточить развертку по передней поверхности. При выполнении этой операции необходимо сохранить часть ленточки нетронутой. Величина переднего угла также не

развертки, не допуская появления большого износа или повреждения. Если заборная часть развертки притупилась, то ее калибрующие зубья получают слишком высокую нагрузку и также могут быть изношены. Такой разверткой даже после переточки можно получить отверстие неверного диаметра. При переточке без СОЖ избегайте перегрева, иначе можно получить прижог на зубьях из быстрорежущей стали и трещины на зубьях из твердого сплава.

### РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ КРУГИ:

Инструмент из быстрорежущей стали:

чашечные круги из различных марок электрокорунда, размер зерна 60, твердость CM1-CM2

Инструмент из твердого сплава: алмазные круги на вулканитовой связке, 75% концентрация алмазов, размер зерна 90

должна изменяться. Слегка нажмите разверткой, зажатой в руках, на шлифовальный круг и двигайте развертку вправо-влево. Если давление на круг будет слишком большим, то он деформируется. Величина переднего угла  $3 - 6^\circ$  положительная.

## Переточка

### РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ КРУГИ:

Алмазные круги на вулканитовой связке, размер зерна 30.

Для переточки ленточки по заднему углу на столе станка должен быть установлен упор. Упор и та часть круга, которой перетачивают, должны быть на одном уровне для того, чтобы симметрично

переточить ленточку. Развертка, установленная в центрах, придерживается рукой. Коснитесь торцом круга развертки напротив упора. При передвижении стола в горизонтальном направлении упор будет работать как направляющая. Величину заднего угла можно отрегулировать, перемещая упор в вертикальном положении. Спиральные ленточки перетачиваются таким же образом.

### РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ КРУГИ:

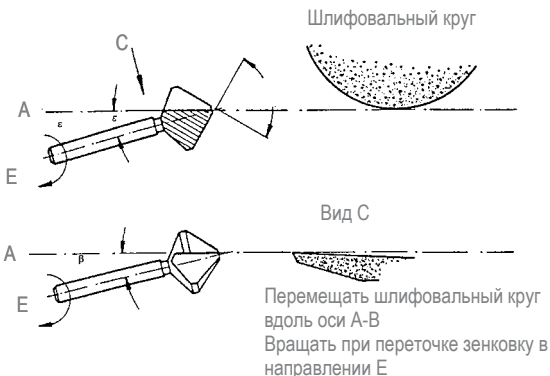
Алмазные круги на вулканитовой связке, 75% концентрация алмазов, размер зерна 90.

Номинальный $\varnothing$	Ширина фаски	Задний угол
2	0,15 – 0,20	$\approx 25^\circ$
4		16 – 18 °
6		12 – 14 °
10		11 – 13 °
10 – 20	0,15 – 0,25	10 – 20 °
> 20	0,20 – 0,30	8 – 10 °

# Переточка

## ЗЕНКОВКИ

### ПЕРЕТОЧКА ТРЕХЗУБОЙ ЗЕНКОВКИ



Хвостовик	Диаметр с и до вкл.	$\alpha$	$\beta$	$\epsilon$
Цил.	6.3 - 25.0	60°	10.5°	22°
КМ	16.0 - 31.5			
	40.0 - 80.0	12°		
Цил.	4.3 - 6.3	90°	12.5°	29°
	7.0 - 13.4			
	15.0 - 31.0			
КМ	15.0 - 31.0	14°	15°	
	34.0 - 37.0			
	40.0 - 80.0			

## МЕТЧИКИ

Изношенный метчик склонен к выкрашиванию и поломкам, нарезанию неточных, рваных и некачественных резьб. При работе таким метчиком требуется большая мощность и больше времени для нарезания резьбы. Метчик необходимо перетачивать, если закругление его режущей кромки на заборной

части стало равным или больше, чем толщина срезаемой стружки. Экономически целесообразна только переточка метчиков больших размеров, > M12. Переточка метчиков, по возможности, должна осуществляться только на специальных станках, а не вручную.

## Переточка

Очень важно сохранить оригинальную геометрию заборной части, а также одинаковые передние и задние углы на всех режущих зубьях.

Это может быть достигнуто только при использовании заточного станка.

Метчик изнашивается по режущим кромкам заборной части и наружному диаметру, в большей степени на заборной части. Эта часть метчика срезает большую часть металла и испытывает высокие нагрузки в процессе резбонарезания.

Поэтому иногда достаточно переточить только эту часть по задней поверхности, удаляя следы износа, а не перетачивать метчик полностью.

Заборная часть и соответствующее затылование витков должно быть одинаковым на всех зубьях метчика. Если это не выполняется, то резьба может получиться существенно больше требуемого размера, со срезанными витками, а метчик очень быстро прийти в негодность или сломаться.

При притуплении режущих кромок на калибрующей части переточке по передней поверхности подвергается весь метчик. Переточка должна выполняться на станке с точным позиционированием по углу поворота метчика. При несоблюдении этого переточенный метчик может сломаться или нарезать резьбу большего диаметра. Переточку по передней поверхности также можно применять, если

невозможно переточить только заборную часть по заднему углу.

При переточке:

- Перетачивайте метчик в центрах и проверьте его радиальное биение.
- Перетачивайте заборную часть метчика по задней поверхности периферией чашечного или цилиндрического круга, повторяя оригинальную геометрию и задний угол (см. левый рис. на стр. 204).
- Перетачивайте заборную часть метчика кругом с углом фаски  $b$  или наклоните метчик на такую же величину при использовании круга без фаски (см. левый рис. на стр. 204).
- Должен быть обеспечен равный окружной шаг всех режущих зубьев метчика.
- Перетачивайте метчик по передней поверхности кругом того же профиля, что и стружечная канавка метчика (см. правый рис. на стр. 204).
- Должно быть обеспечено правильное значение переднего угла - см. таблицу передних углов.
- Диаметр метчика уменьшится.
- Сечение режущих зубьев метчика будет уменьшаться, и, следовательно, они станут менее прочными.
- Избегайте образования заусенцев на витках резьбы.

## Переточка

Рассчитайте угол заборной части для сохранения исходной длины заборной части.



При переточке по передней поверхности расположение шлифовального круга связано с осью метчика: расстояние

(X) связано с передним углом ( $\mu$ ), см. рис. на следующей странице.. В этом случае очень важно осуществить правильное деление окружности для получения одинакового положения круга во всех канавках.

### **НИКОГДА НЕ ПЕРЕТАЧИВАЙТЕ ПОВРЕЖДЕННЫЕ МЕТЧИКИ И МЕТЧИКИ С НАРОСТОМ НА ВИТКАХ.**

<b>Значения передних углов (<math>\mu</math>) для метчиков</b>	
<b>Обрабатываемый материал</b>	<b>Передний угол (прибл.) в градусах</b>
Чугун	4-6
Ковкий чугун	5-10
Сталь прочностью до 500 Н/мм <sup>2</sup>	12-15
Сталь прочностью до 1000 Н/мм <sup>2</sup>	10-12
Сталь прочностью свыше 1100 Н/мм <sup>2</sup>	7-10
Нержавеющая сталь	8-12
Латунь, литье	0-5
Алюминий	15-25

## Переточка

Переточка по задней поверхности	Переточка по передней поверхности
	
	Расчет смещения $x = \frac{d \cdot \sin(u)}{2}$



# Переточка

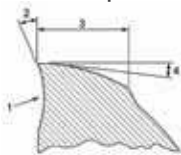
## ФРЕЗЫ

Для каждого инструмента существует экономически обоснованный промежуток времени между переточками. Этот промежуток зависит от износа, который в свою очередь зависит от режимов резания и времени резания. Время резания очень часто определяется только размером заготовки. Износ фрезы обычно виден на задней поверхности. Также о нем можно судить по ухудшению

качества обработанной поверхности или появлению вибраций. Хорошим подспорьем в этом случае является устройство контроля потребляемой мощности фрезерного станка. Если оно показывает увеличение мощности, то это говорит об износе инструмента. Превышение величины допустимого износа приводит к быстрому увеличению силы резания, и, если не предпринимать никаких действий, к поломке фрезы.

## СУЩЕСТВУЕТ ДВА ВИДА ЗАТЫЛОВАНИЯ ФРЕЗ:

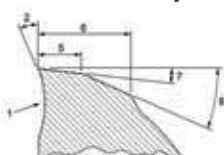
### По Архимедовой спирали



1. Передняя поверхность
2. Передний угол
3. Ширина спинки зуба
4. Задний угол

Фрезы с затылованием по спирали Архимеда можно перетачивать только по передней поверхности. Если ленточка серьезно повреждена, то ее следует переточить на профиль с ломаной спинкой зуба (см. правый столбец).

### Затылование с ломаной спинкой зуба



5. Ширина ленточки
6. Ширина спинки зуба
7. Главный задний угол
8. Вспомогательный задний угол

Переточка фрез с ломаной спинкой зуба начинается с ленточки и продолжается по всей ширине спинки зуба.

# Переточка

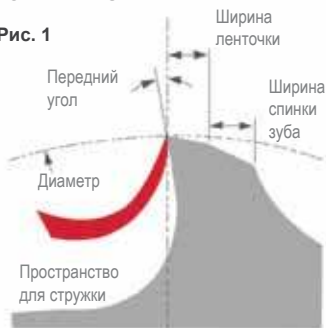
## РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРЕТОЧКИ

### УМЕНЬШЕНИЕ ДИАМЕТРА

При переточке по ленточкам уменьшается диаметр фрезы. Это существенно влияет на способность концевой фрезы воспринимать нагрузку на изгиб. Сравните рис. 1 и 2.

### НОВАЯ ФРЕЗА

Рис. 1



### ФРЕЗА ПОСЛЕ ПЕРЕТОЧКИ

Рис. 2

