

СОДЕРЖАНИЕ

Общая информация

Формулы	4
Удельное усилие резания (величина K_s)	8
Инструментальные материалы	9
Виды покрытий и способы обработки поверхности	13
Обрабатываемые материалы	16
Обработка стали	19
Обработка нержавеющей стали	20
Обработка чугуна	21
Обработка алюминия	22
Смазывающие вещества	23
Общая геометрия	25
Виды стружки	25
Виды износа	26
Твердость и прочность	28
Значения допусков	29
Перевод в метрическую систему	30
Таблица скоростей резания	32
Основные типы хвостовиков	33

Сверление

Основные элементы сверла	38
Общие указания по сверлению	39
Размер отверстия	40
Инструмент для обработки коротких отверстий, 2хd	41
Внутренний подвод СОЖ	41
Радиальное биение	41
Форма стружечной канавки	42
Геометрия сверла	42
Сверление глубоких отверстий	43
Размерный ряд сверл по стандарту DIN	44
Размерный ряд сверл по стандарту ANSI	46
Возможные трудности при сверлении и способы их устранения	49

Развертывание

Основные элементы развертки	50
Общие указания по развертыванию	51
Допуски	54
Таблица для выбора диаметров разверток	56
Размерный ряд разверток	57
Геометрия разверток и описание по DIN	59
Возможные трудности при развертывании и способы их устранения	60

Зенкерование и зенкование

Общие указания по зенкерованию и зенкованию	62
Возможные трудности при зенкеровании и способы их устранения	63

Нарезание резьбы метчиками

Основные элементы метчика	64
Общие указания по нарезанию резьбы метчиками	65

Нарезание резьбы метчиками

Геометрия метчика и процесс резьбонарезания	66
Заборная часть метчика	69
Геометрия бесстружечного метчика и процесс образования резьбы	69
Маркировка метчиков MTT-X/Shark цветными кольцами	71
Профили резьбы	72
Допуски	73
Длина заборной части и стандартные метчики	75
Диаметры сверл для отверстий под нарезание резьбы	76
Диаметры сверл для отверстий под бесстружечные метчики	79
Основные размеры хвостовиков	80
Возможные трудности при работе метчиками и способы их устранения	83

Резьбофрезерование

Основные элементы резьбофрезы	86
Общие указания по резьбофрезерованию	87
Возможные трудности при резьбофрезеровании и способы их устранения	90

Нарезание резьбы плашками

Основные элементы плашки	92
Общие указания по нарезанию резьбы плашками	93
Требования к предварительной обработке	93
Возможные трудности при нарезании резьбы плашками и способы их устранения	94

Фрезерование

Основные элементы фрезы	96
Общие указания по фрезерованию	97
Выбор концевой фрезы и параметров фрезерования	99
Основные типы концевых фрез	99
Виды обработки концевыми фрезами	101
Встречное и попутное фрезерование	103
Концевые фрезы для обработки сложных поверхностей	104
Высокоскоростная обработка	106
Стратегии фрезерования для станков ЧПУ	107
Возможные трудности при фрезеровании и способы их устранения	109

Отрезные резцы

Общие указания по отрезке	110
---------------------------	-----

Станочная оснастка

Общие сведения о станочной оснастке	112
Основные типы базовых держателей	113
Требования к балансировке системы инструмент / базовый держатель	118
HSK	120
Резьбонарезные патроны	122
Расчет крутящего момента при обработке резьбы	125

Переточка

Сверла	126
Развертки	137
Зенковки	139
Метчики	140
Резьбовые фрезы	142
Фрезы	143

Общая информация

Основные формулы (в метрической системе)

Сверление

Об/мин

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

n = об/мин

V_c = скорость резания (м/мин)

D = диаметр (мм)

Минутная подача

$$V_f = n * fn$$

V_f = минутная подача (мм/мин)

n = частота вращения (об/мин)

fn = подача на оборот (мм/об)

Осевое усилие

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

Мощность

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

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)

fn = подача на оборот

Фрезерование

Об/мин

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

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

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 = об/мин

k_c = удельное усилие резания [Н/мм²]

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

h_m = средняя толщина стружки [мм]

k_c = удельное усилие резания [Н/мм²]

z = коэффициент коррекции для средней толщины стружки

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

где

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

Общая информация

Резьбонарезание

Об/мин

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

Расчет крутящего момента

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

Мощность

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

M_d = крутящий момент [Нм]

k_c = удельное усилие резания [Н/мм²]

p = шаг резьбы [мм]

n = об/мин

D = номинальный диаметр резьбы [мм]

P = мощность (кВт)

Основные формулы (в дюймовой системе)

Сверление

Об/мин

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

n = об/мин

V_c = скорость резания (футов/мин)

D_c = диаметр (дюймов)

Минутная подача

$$V_f = n * f_n$$

V_f = минутная подача (дюймов/мин)

n = частота вращения (об/мин)

f_n = подача на оборот (дюймов)

Фрезерование

Об/мин

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

n = об/мин

V_c = скорость резания (футов/мин)

D_c = диаметр (дюймов)

Минутная подача

$$V_f = f_z * n * z$$

V_f = минутная подача (дюймов/мин)

f_z = подача на зуб (дюймов)

n = частота вращения (об/мин)

z = количество режущих зубьев

Общая информация

Удельное усилие резания (Величина K_c)

			Сверление	Фрезерование		Резьбонарезание
			k	k_{c1}	z	k_c
Группы обрабатываемых материалов			Коэффициент обрабатываемости материала	N/mm ²	Коэффициент коррекции	N/mm ²
1. Сталь	1.1	Электротехническая	1,3	1400	0,18	2000
	1.2	Конструкционная, в том числе цементируемая	1,4	1450	0,22	2100
	1.3	Углеродистая нелегированная	1,9	1500	0,20	2200
	1.4	Легированная	1,9	1550	0,20	2400
	1.5	Легированная, после закалки и отпуска	2,7	1600	0,20	2500
	1.6	Легированная, после закалки и отпуска	3,4	1700	0,20	2600
	1.7	Легированная, закаленная	3,7	1900	0,20	2900
	1.8	Легированная, закаленная	4,0	2300	0,20	2900
2. Нержавеющая сталь	2.1	Повышенной обрабатываемости	1,9	1300	0,36	2300
	2.2	Аустенитная	1,9	1500	0,32	2600
	2.3	Аустенитно-ферритная	2,7	1600	0,24	3000
	2.4	Дисперсионно-твердеющий сплав				3100
3. Чугун	3.1	С пластинчатым графитом	1,0	900	0,26	1600
	3.2	С пластинчатым графитом	1,5	1100	0,26	1600
	3.3	С шаровидным графитом	2,0	1150	0,24	1700
	3.4	С шаровидным графитом	1,5	1450	0,24	2000
4. Титан	4.1	Технически чистый	1,4	900	0,20	2000
	4.2	Титановые сплавы	2,0	1200	0,22	2000
	4.3	Титановые сплавы	2,7	1450	0,22	2300
5. Никель	5.1	Технически чистый	1,3	1100	0,12	1300
	5.2	Никелевые сплавы	2,0	1450	0,22	2000
	5.3	Никелевые сплавы	2,7	1700	0,22	2000
6. Медь	6.1	Технически чистая	0,6	450	0,20	800
	6.2	Бронзы и латуни на основе Sn	0,7	500	0,30	1000
	6.3	Бронзы и латуни на основе Zn	0,7	600	0,32	1000
	6.4	Высокопрочные бронзы	1,5	1600	0,36	1000
7. Алюминий, магний	7.1	Технически чистые	0,6	250	0,22	700
	7.2	Их сплавы, с содержанием, Si<0.5%	0,6	450	0,18	700
	7.3	Их сплавы, с содержанием 0.5% < Si < 10%	0,7	450	0,18	800
	7.4	Их сплавы, с содержанием Si > 10%	0,7	500	0,15	1000
8. Пластмассы	8.1	Термопластики	0,6	1400	0,15	400
	8.2	Термореактивные	0,6	1400	0,20	600
	8.3	Армированные	1,0	1600	0,30	800
9. Твердые материалы	9.1	Металлокерамика	4,0	2600	0,38	>2800
10. Графит	10.1	Технический	-	200	0,30	600

Инструментальные материалы

БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ



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.



Быстрорежущая сталь, легированная ванадием

Легирование быстрорежущей стали ванадием повышает ее износостойкость и твердость. Такие стали применяются для изготовления резьбонарезного инструмента.



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.



Бескобальтовая порошковая быстрорежущая сталь

Порошковые стали, по сравнению с обычными, имеют более мелкозернистую структуру с равномерным распределением карбидов. Стойкость, прочность режущей кромки и износостойкость инструментов из них лучше, чем у инструмента, изготовленного из обычного быстрореза с кобальтом. В основном используются для фрез и метчиков.



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.



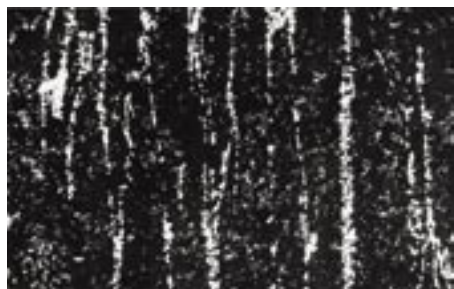
Сталь, легированная хромом

Основным легирующим элементом этой инструментальной стали является хром. Такие стали имеют более низкую теплостойкость, чем быстрорежущие. Применяются для изготовления ручных метчиков и плашек.

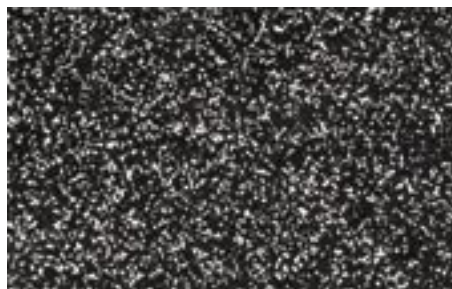
Общая информация

Структура материала

Стали, производимые методами порошковой металлургии, имеют более мелкозернистую структуру, обеспечивающую более высокие прочность и износостойкость.



HSS



HSCo-XP

Основные стали, используемые компанией Dormer, это

	Марка	Твердость (HV10)	C %	W %	Mo %	Cr %	V %	Co %	Стандарт ISO
	M2	810-850	0,9	6,4	5,0	4,2	1,8	-	HSS
	M9V	830-870	1,25	3,5	8,5	4,2	2,7	-	HSS-E
	M35	830-870	0,93	6,4	5,0	4,2	1,8	4,8	HSS-E
	M42	870-960	1,08	1,5	9,4	3,9	1,2	8,0	HSS-E
	-	830-870	0,9	6,25	5,0	4,2	1,9	-	HSS-PM
	ASP 2017	860-900	0,8	3,0	3,0	4,0	1,0	8,0	HSS-E-PM
	ASP 2030	870-910	1,28	6,4	5,0	4,2	3,1	8,5	HSS-E-PM
	ASP 2052	870-910	1,6	10,5	2,0	4,8	5,0	8,0	HSS-E-PM
	-	775-825	1,03	-	-	1,5	-	-	-

Твердые сплавы



Твердые сплавы (или металлокерамика)

Это спеченный порошковый материал, состоящий из различных металлических карбидов и металла 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 (g/cm ³)	8,0-9,0	7,2-15	14,45
Предел прочности на сжатие (Н/мм ²)	3000-4000	3000-8000	6250
Предел прочности на изгиб, (Н/мм ²)	2500-4000	1000-4700	4300
Теплостойкость (°C)	550	1000	900
Модуль упругости (кН/мм ²)	260-300	460-630	580
Размер зерна (μm)	-	0,2-10	0,8

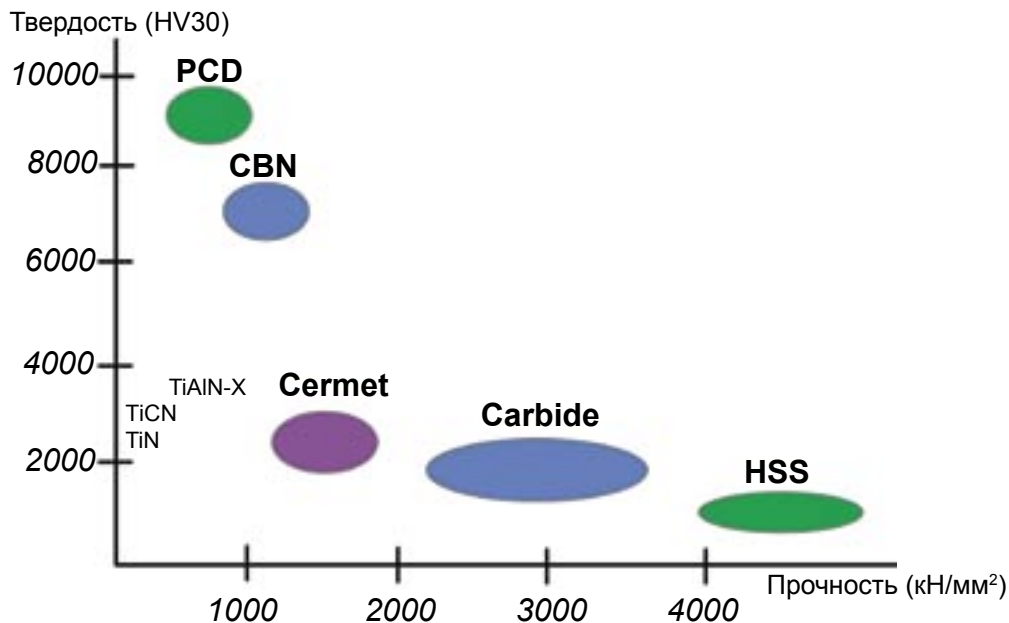
Разные количества карбида вольфрама (WC) и металла связки (Co) в сочетании дают следующие изменения в свойствах твердого сплава.

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.

Общая информация

Инструментальные материалы - твердость в соотношении с прочностью



Cermet = металлокерамика

CBN = кубический нитрид бора

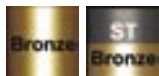
PCD = поликристаллический алмаз

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.



Покрытие Bronze Finish

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



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.



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.

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



TiAlN - X

Покрытие TiAlN - X содержит большее количество алюминия по сравнению с покрытием TiAlN и характеризуется высокой теплостойкостью. Фрезерный инструмент с этим покрытием превосходно работает при обработке закаленных материалов без СОЖ.



Нитрид хрома (CrN)

Нитрид хрома - прекрасно подходит для обработки алюминиевых и медных сплавов, низколегированных сталей. Также CrN может быть использован, как один из вариантов покрытия при обработке титановых и никелевых сплавов. Это покрытие снижает вероятность образования нароста на режущей кромке.



Super-R (Ti, C, N)

Покрытие Super R разработано специально для фрезерования. Оно имеет низкие внутренние напряжения, хорошую прочность и износостойкость. Высокая температура окисления обуславливает прекрасную стойкость этого покрытия к окислению.



Super G (AlCrN)

Покрытие Super G в основном используется для фрез. Высокая твердость и стойкость к окислению этого покрытия делают его незаменимым при обработке материала, в ходе которой возникают большие термические и механические напряжения.



Нитрид циркония (ZrN)

Нитрид циркония - керамическое покрытие, наносимое методом PVD, обладает низким коэффициентом трения и высокой температурой окисления. Используется для нанесения на метчики для алюминия и алюминиевых сплавов.



Dialub (Diamond-like Coating)

Dialub - покрытие из аморфного алмаза с чрезвычайно низким коэффициентом трения и высокой твердостью. Специально разработано для метчиков, нарезающих резьбы в алюминиевых сплавах, содержащих кремний, а также для сверления нержавеющей сталей.



Super B Coating (TiAlN+WC/C)

Многослойное покрытие Super B используется в тяжелых условиях обработки и гарантирует высокую надежность операции. Сочетание низкого коэффициента трения и твердости этого покрытия делают его незаменимым для резбонарезных операций в труднообрабатываемых материалах и материалах, дающих длинную стружку, к примеру, в нержавеющей сталях.


















Diamond

Покрытие из поликристаллического алмаза специально адаптировано к обработке графита и неметаллических материалов. Это покрытие существенно уменьшает износ режущего инструмента. Используется только для твердосплавного инструмента, в основном фрезерного.

Общая информация

Свойства износостойких покрытий

Покрытие	Цвет	Химический состав покрытия	Твердость (HV)	Толщина (μm)	Структура покрытия	Коэффициент трения (по стали)	Макс. раб. темп. (°C)
	Темно-серый	Fe 304	400	Max. 5	Диффузия в поверхность	–	550
	Бронзовый	Fe 304	400	Max. 5	Диффузия в поверхность	–	550
	Серый	FeN	1300	20	Зона диффузии	–	550
	Серебряный	Cr	1100	Max. 5	Однослойное	–	550
	Золотой	TiN	2300	1-4	Однослойное	0,4	600
	Серо-синий	TiCN	3000	1-4	Многослойное	0,4	500
	Темно-серый	TiAlN	3300	3	с наноструктурой	0,3-0,35	900
	Фиолетово-серый	TiAlN	3500	1-3	Однослойное	0,4	900
	Серебряно-серый	CrN	1750	3-4	Однослойное	0,5	700
	Медный	Ti, C, N	2900	3,5-3,7	Многослойное	0,3-0,4	475
	Серо-синий	AlCrN	3200		Однослойное	0,35	1100
	Черный	TiAlN+WC/C	3000	2-6	Многослойное пластинчатое	0,2	800
	Золотисто-желтый	ZrN	2800	2-3	Однослойное	0,2	800
	Черный	a-C:H	6000	1,5-2	Однослойное	0,1-0,2	600
	Светло-серый	Полукристаллический алмаз	8000	6, 12, 20	Однослойное	0,15-0,20	700

Общая информация

Обрабатываемые материалы

DORMER разделяет обрабатываемые материалы на 10 основных групп (Группы обрабатываемых материалов (AMG), Гр.Обр.Мат.). Рекомендации по выбору инструмента основаны на этой классификации.

ГРУППЫ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

ГРУППЫ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ			Твердость HВ	Прочность N/mm ²
1. Сталь	1.1	Электротехническая	< 120	< 400
	1.2	Конструкционная, в том числе цементируемая	< 200	< 700
	1.3	Углеродистая нелегированная	< 250	< 850
	1.4	Легированная	< 250	< 850
	1.5	Легированная, после закалки и отпуска	> 250 < 350	> 850 < 1200
	1.6	Легированная, после закалки и отпуска	> 350	> 1200 < 1620
	1.7	Легированная, закаленная	49-55 HRc	> 1620
	1.8	Легированная, закаленная	55-63 HRc	> 1980
2. Нержавеющая сталь	2.1	Повышенной обрабатываемости	< 250	< 850
	2.2	Аустенитная	< 250	< 850
	2.3	Аустенитно-ферритная	< 300	< 1000
	2.4	Дисперсионно-твердеющий сплав	> 320 < 410	> 1100 < 1400
3. Чугун	3.1	С пластинчатым графитом	> 150	> 500
	3.2	С пластинчатым графитом	> 150 ≤ 300	> 500 < 1000
	3.3	С шаровидным графитом	< 200	< 700
	3.4	С шаровидным графитом	> 200 < 300	> 700 < 1000
4. Титан	4.1	Технически чистый	< 200	< 700
	4.2	Титановые сплавы	< 270	< 900
	4.3	Титановые сплавы	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250
5. Никель	5.1	Технически чистый	< 150	< 500
	5.2	Никелевые сплавы	> 270	> 900
	5.3	Никелевые сплавы	> 270 < 350	> 900 < 1200
6. Медь	6.1	Технически чистая	< 100	< 350
	6.2	Бронзы и латуни на основе Sn	< 200	< 700
	6.3	Бронзы и латуни на основе Zn	< 200	< 700
	6.4	Высокопрочные бронзы	< 470	< 1500
7. Алюминий, магний	7.1	Технически чистые	< 100	< 350
	7.2	Их сплавы, с содержанием, Si < 0.5%	< 150	< 500
	7.3	Их сплавы, с содержанием 0.5% < Si < 10%	< 120	< 400
	7.4	Их сплавы, с содержанием Si > 10%	< 120	< 400
8. Пластмассы	8.1	Термопластики		
	8.2	Термореактивные		
	8.3	Армированные	-	-
9. Твердые материалы	9.1	Металлокерамика	< 550	< 1700
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 доступном на www.dormertools.com

AMG	EN	W no.	DIN
1.1		1.1015, 1.1013	Rfe60, Rfe100
1.2	EN 10 025 – S235JRG2	1.1012, 1.1053, 1.7131	St37-2, 16MnCr5, St50-2
1.3	EN 10 025 – E295	1.1191, 1.0601	CK45, C60
1.4	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
1.5	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
1.6	EN-ISO 4957 – HS2-9-1-8	1.2510, 1.2713 1.3247, 1.2080	100MnCrW12 X210Cr12, S2-10-1-8
1.7	EN-ISO 4957 – HS2-9-1-8	1.2510	100MnCrW4
1.8	EN-ISO 4957 – X40CrMoV5-1	1.3343, 1.2344	S6-5-2, GX40CrMoV5-1
2.1	EN 10 088-3 – X14CrMoS17	1.4305, 1.4104	X10CrNiS189, X12CrMoS17
2.2	EN 10 088-2,0 -3 – 1.4301+AT	1.4301, 1.4541 1.4571	X5CrNi189 X10CrNiMoTi1810
2.3	EN 10 088-3 – 1.4460	1.4460, 1.4512 1.4582	XBCrNiMo275, X4CrNiMoN6257
2.4	EN 1.4547	1.4547	X2CrNiMo20-18-6
3.1	EN 1561 – EN-JL1030	0.6010, 0.6040	GG10, GG40
3.2	EN 1561 – EN-JL1050	0.6025, 0.6040	GG25, GG40
3.3	EN 1561 – EN-JL2040	0.7040, 0.7070 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70 GTS45-06, GTW45-07
3.4	EN 1561 – EN-JL2050	0.7040, 0.7070 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70 GTS45-06, GTW45-07
4.1		3.7024LN	Ti99,8
4.2		3.7164LN, 3.7119LN	TiAl6V4, TiAl55n2
4.3		3.7164LN 3.7174LN, 3.7184LN	TiAl6V4, TiAl6V5Sn2 TiAl4MoSn2
5.1		2.4060, 2.4066	Nickel 200, 270, Ni99,6
5.2		2.4630LN, 2.4602 2.4650LN	Nimonic 75, Monel 400 Hastelloy C, Inconel 600
5.3		2.4668LN, 2.4631LN 2.6554LN	Inconel 718 Nimonic 80A, Waspaloy
6.1	EN 1652 – CW004A	2.0060, 2.0070	E-Cu57, SE-Cu
6.2	EN 1652 – CW612N	2.0380, 2.0360 2.1030, 2.1080	CuZn39Pb2, CuZn40 CuSn8, CuSn6Zn
6.3	EN 1652 – CW508L	2.0321, 2.0260	CuZn37, CuZn28
6.4			Ampco 18, Ampco 25
7.1	EN 485-2 – EN AW-1070A	3.0255	Al99,5
7.2	EN 755-2 – EN AW-5005	3.1355, 3.3525	AlCuMg2, AlMg2Mn0,8
7.3	EN 1706 – EN AC-42000	3.2162.05, 3.2341.01	GD-AISI8Cu, G-AISI5Mg
7.4	SS-EN 1706 – EN AC-47000	3.2581.01	G-AISI18, G-AISI12
8.1			
8.2			
8.3			
9.1			
10.1			

Общая информация

	BS	SS	USA	UNS
1.1	230Mo7, 050A12	1160	Leaded Steels	G12120
1.2	060A35, 080M40, 4360-50B	1312, 1412, 1914	135, 30	G10100
1.3	080M46, 080A62	1550, 2142, 2172	1024, 1060, 1061	G10600
1.4	708M40/42, 817M40 534A99, BM2, BT42	1672-04, 2090 2244-02, 2541-02	4140, A2, 4340 M42, M2	G41270, G41470 T30102, T11342
1.5	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
1.6	801 826 M40, 830M31	2244-05, 2541-05 HARDOX 400	01, L6, M42, D3 4140, 8130	T30403, G41400 J14047
1.7	BO1, BD3, BH13	HARDOX 500		
1.8	BM2, BH13	2242 HARDOX 600		
2.1	303 S21 416 S37	2301, 2312, 2314 2346, 2380	303, 416 430F	S30300, S41600 S43020
2.2	304 S15, 321 S17 316 S, 320 S12	2310, 2333, 2337 2343, 2353, 2377	304, 321, 316	S30400, S32100 S31600
2.3	317 S16, 316 S16	2324, 2387, 2570	409, 430, 436	S40900, S4300, S43600
2.4	HR41	2378	17-4PH	S31254
3.1	Grade150, Grade 400	0120, 0212, 0814	ASTM A48 class 20	F11401, F12801
3.2	Grade200, Grade 400	0125, 0130, 0140, 0217	ASTM A48 class 40 ASTM A48 class 60	F12801, F14101
3.3	420/12, P440/7 700/2, 30g/72	0219, 0717, 0727 0732, 0852	ASTM A220 grade 40010 ASTM A602 grade M4504	F22830 F20001
3.4	420/12, P440/7 700/2, 30g/72	0221, 0223 0737, 0854	ASTM A220 grade 90001 ASTM A602 grade M8501	F26230 F20005
4.1	TA1 to 9	Ti99,8	ASTM B265 grade 1	R50250
4.2	TA10 to 14, TA17	TiAl6V4, TiAl5Sn2	AMS4928	R54790
4.3	TA10 to 13, TA28	TiAl6V5Sn2	AMS4928, AMS4971	R56400, R54790
5.1	NA 11, NA12	Ni200, Ni270	Nickel 200, Nickel 230	N02200, N02230
5.2	HR203 3027-76		Nimonic 75, Monel400 Hastelloy, Inconel600	N06075, N10002 N04400, N06600
5.3	HR8 HR401, 601		Inconel 718, 625 Nimonic 80	N07718, N07080 N06625
6.1	C101	5010	101	C10100, C1020
6.2	CZ120, CZ109,PB104	5168		C28000, C37710
6.3	CZ108,CZ106	5150		C2600, C27200
6.4	AB1 type	5238, JM7-20		
7.1	LMO, 1 B (1050A)	4005	EC, 1060, 1100	A91060, A91100
7.2	LM5, 10, 12, N4 (5251)	4106, 4212	380, 520.0, 520.2, 2024, 6061	A03800, A05200, A92024
7.3	LM2,4,16,18,21,22, 24,25,26,27,L109	4244	319.0, 333.0 319.1, 356.0	A03190, A03330 C35600
7.4	LM6, 12,13, 20, 28, 29, 30	4260, 4261, 4262	4032, 222.1, A332.0	A94032, A02220, A13320
8.1	Polystyrene, Nylon, PVC Cellulose, Acetate & Nitrate		Polystyrene, Nylon PVC	
8.2	Ebonite, Tufnol, Bakelite		Bakelite	
8.3	Kevlar Printed Circuit boards		Kevlar	
9,1	Ferrotic Ferrotitanit			
10.1				

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 рабочие детали машин - 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.

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 Гр.Обр.Мат., 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 нержавеющей стали

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

Нержавеющие стали можно разделить на следующие группы

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

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 Гр.Обр.Мат.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 нержавеющей стали при обработке в пределах 10 %.
- 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.

- 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.

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.

Общая информация

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.

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 термообрабатываемые, нетермообрабатываемые и механически упрочняемые.

Отливки из алюминиевых сплавов могут изготавливаться литьем в металлическую или в песчаную форму. Как правило, они содержат от 7 до 12% кремния. Выбор марки литейного сплава зависит от метода литья и характеристик конечного изделия.

Деформируемые алюминиевые сплавы в основном бывают термообрабатываемыми и нетермообрабатываемыми. Различные виды термообработки и старения позволяют улучшить механические свойства этих сплавов.

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

Смазочно-охлаждающая среда

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

Тип СОЖ	Описание	Преимущества	Недостатки
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.	Отводит тепло. Удаляет стружку.	Загрязнение окружающей среды.
Минимальное смазывание	Минимальное смазывание - это распыление небольшого количества масла вместе со сжатым воздухом для смазывания во время резания или пластической деформации.	Низкая стоимость. Хорошие смазывающие свойства.	Плохое удаление стружки. Требуется точной установки распыляющего сопла.
Масло	Масла для обработки резанием имеют хорошие смазывающие свойства, но недостаточно хорошо отводят тепло.	Хорошие смазывающие свойства.	Высокая стоимость. Загрязнение окружающей среды.
Сжатый воздух	Сжатый воздух, направленный в зону резания.	Чистый процесс. Удаляет стружку. Низкая стоимость.	Работает в ограниченном количестве случаев.



Эмульсия

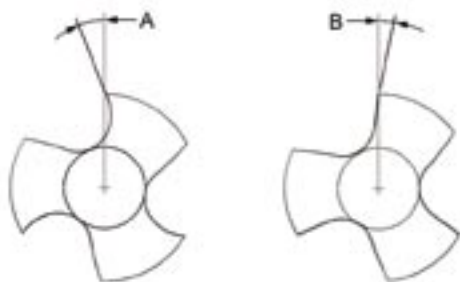


Минимальное смазывание

Общая информация

			Гр.Обр.Мат.										
Смазка	Инструменты	Подгруппа	1.1-1.4	1.5-1.8	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Эмульсия	Фрезы	Тв.сплав	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
		Быстрореж.сталь Обработка пазов, Черновая обработка, Чистовая обработка	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		Быстрореж.сталь Чистовая обработка (только с покрытием)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Резьбовые фрезы	Тв.сплав	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
	Сверла	Тв.сплав	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		Быстрореж.сталь	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Метчики	Тв.сплав с покрытием	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		Быстрорежущая сталь без покрытия	•	•	•	•				•	•	•	
		Быстрорежущая сталь с покрытием	•	•	•	•				•	•	•	
Минимальное смазывание	Фрезы	Тв.сплав	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
		Быстрореж.сталь Обработка пазов, Черновая обработка, Чистовая обработка	•	•	•	•		•	•	•	•	•	
		Быстрореж.сталь Чистовая обработка (только с покрытием)	•	•	•	•		•	•	•	•	•	
	Резьбовые фрезы	Тв.сплав	•	•	•	•		•	•	•	•		
	Сверла	Тв.сплав	•	•	•	•		•	•	•	•		
		Быстрореж.сталь											
	Метчики	Тв.сплав с покрытием	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		Быстрорежущая сталь без покрытия								•	•	•	
		Быстрорежущая сталь с покрытием	•		•	•				•	•	•	
Масло	Метчики	Тв.сплав с покрытием											
		Быстрорежущая сталь без покрытия	•	•	•		•	•				•	
Быстрорежущая сталь с покрытием		•	•	•		•	•					•	
Сжатый воздух	Фрезы	Тв.сплав	•	•		•			•		•		•
		Быстрореж.сталь Обработка пазов, Черновая обработка, Чистовая обработка											
		Быстрореж.сталь Чистовая обработка (только с покрытием)	•			•			•				
	Резьбовые фрезы	Тв.сплав	•	•		•			•	•	•		
	Сверла	Тв.сплав с покрытием				•							
		Быстрореж.сталь											
	Метчики	Тв.сплав с покрытием	•	•		•			•		•		
		Быстрорежущая сталь без покрытия											
		Быстрорежущая сталь с покрытием				•					•		

Общие сведения



- A. Положительный передний угол
B. Отрицательный передний угол

Передний угол	Преимущества / область применения	Недостатки
Малый или трицательный ($-5^{\circ} - 5^{\circ}$)	Прочная геометрия, прочная режущая кромка. Хорошо работает при обработке чугунов и закаленных сталей.	Не работает при обработке мягких или вязких материалов Высокие усилия резания.
Средние ($8^{\circ} - 14^{\circ}$)	Режет хорошо. Работает хорошо при обработке большинства материалов, например, стали и нержавеющей стали.	
Высокая ($20^{\circ} - 30^{\circ}$)	Низкие усилия резания. Прекрасно работает при обработке алюминия и других мягких материалов.	Частые выкрашивания из-за недостаточной прочности острой кромки.

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 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:

- Физико-химическая совместимость инструментального и обрабатываемого материалов
- Вид обработки
- Режимы резания (скорость, подача, глубина резания)
- Геометрия инструмента
- Коэффициент трения (с покрытием инструмент или без)
- Смазочно-охлаждающая среда

Общая информация

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 механизм износа, на высоких - диффузионный износ и пластическая деформация. Предсказать вид и развитие износа режущего инструмента достаточно сложно.

Можно выделить девять различных типов износа (см. табл. ниже).

ТИП	ПРИЧИНА	ПОСЛЕДСТВИЯ	СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ
Быстрый износ по задней поверхности 	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 и затем подачу. Использовать инструмент с покрытием.

Общая информация

ТИП	ПРИЧИНА	ПОСЛЕДСТВИЯ	СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ
<p>Пластическая деформация</p> 	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 и затем подачу.
<p>Образование проточин</p> 	Абразивный износ и окисление.	Ухудшение качества обработанной поверхности, поломка режущей кромки.	Уменьшить скорость резания. Использовать инструмент с покрытием.
<p>Термические микротрещины</p> 	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.
<p>Трещины</p> 	Усталостное разрушение.	Поломка инструмента.	Снизить подачу, Увеличить жесткость закрепления в патроне.
<p>Выкрашивания</p> 	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.
<p>Поломка инструмента</p> 	Слишком высокая нагрузка.	Поломка инструмента, поломка детали.	Снизить одачу и/или скорость. Применить инструмент с более прочной ометрий. Увеличить жесткость станка.
<p>Наростообразование</p> 	Отрицательная геометрия. Низкая скорость резания. Обработываемый материал со склонностью к налипанию (нержавеющая сталь или алюминий).	Обработываемый 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

Предел прочности					Предел прочности				
Твердость по Викерсу, HV, единиц	Твердость по Роквеллу, HRC, единиц	Твердость по Бринеллю, HB, единиц	Ньютонов на кв. мм	Тонн на кв. дюйм	Твердость по Викерсу, HV, единиц	Твердость по Роквеллу, HRC, единиц	Твердость по Бринеллю, HB, единиц	Ньютонов на кв. мм	Тонн на кв. дюйм
940	68				434	44	413	1400	91
900	67				423	43	402	1360	88
864	66				413	42	393	1330	86
829	65				403	41	383	1300	84
800	64				392	40	372	1260	82
773	63				382	39	363	1230	80
745	62				373	38	354	1200	78
720	61				364	37	346	1170	76
698	60				355	36	337	1140	74
675	59				350		333	1125	73
655	58		2200	142	345	35	328	1110	72
650		618	2180	141	340		323	1095	71
640		608	2145	139	336	34	319	1080	70
639	57	607	2140	138	330		314	1060	69
630		599	2105	136	327	33	311	1050	68
620		589	2070	134	320		304	1030	67
615	56	584	2050	133	317	32	301	1020	66
610		580	2030	131	310	31	295	995	64
600		570	1995	129	302	30	287	970	63
596	55	567	1980	128	300		285	965	62
590		561	1955	126	295		280	950	61
580		551	1920	124	293	29	278	940	61
578	54	549	1910	124	290		276	930	60
570		542	1880	122	287	28	273	920	60
560	53	532	1845	119	285		271	915	59
550		523	1810	117	280	27	266	900	58
544	52	517	1790	116	275		261	880	57
540		513	1775	115	272	26	258	870	56
530		504	1740	113	270		257	865	56
527	51	501	1730	112	268	25	255	860	56
520		494	1700	110	265		252	850	55
514	50	488	1680	109	260	24	247	835	54
510		485	1665	108	255	23	242	820	53
500		475	1630	105	250	22	238	800	52
497	49	472	1620	105	245		233	785	51
490		466	1595	103	243	21	231	780	50
484	48	460	1570	102	240		228	770	50
480		456	1555	101	235		223	755	49
473	47	449	1530	99	230		219	740	48
470		447	1520	98	225		214	720	47
460		437	1485	96	220		209	705	46
458	46	435	1480	96	215		204	690	45
450		428	1455	94	210		199	675	44
446	45	424	1440	93	205		195	660	43
440		418	1420	92	200		190	640	41

Общая информация

Значения часто применяемых допусков

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 / -74	-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

мм	Дробн	Калибр	Дюйм	мм	Дробн	Калибр	Дюйм	мм	Дробн	Калибр	Дюйм	мм	Дробн	Калибр	Дюйм
.3			.0118	1.55			.0610	3.797		25	.1495	6.909	I		.2720
.32			.0126	1.588	1/16		.0625	3.8			.1496	7.0			.2756
.343		80	.0135	1.6			.0630	3.861		24	.1520	7.036	J		.2770
.35			.0138	1.613		52	.0635	3.9			.1535	7.1			.2795
.368		79	.0145	1.65			.0650	3.912		23	.1540	7.137	K		.2810
.38			.0150	1.7			.0669	3.969	5/32		.1562	7.144	9/32		.2812
.397	2/64		.0156	1.702		51	.0670	3.988		22	.1570	7.2			.2835
.4			.0157	1.75			.0689	4.0			.1575	7.3			.2874
.406		78	.0160	1.778		50	.0700	4.039		21	.1590	7.366	L		.2900
.42			.0165	1.8			.0709	4.089		20	.1610	7.4			.2913
.45			.0177	1.85			.0728	4.1			.1614	7.493	M		.2950
.457		77	.0180	1.854		49	.0730	4.2			.1654	7.5			.2953
.48			.0189	1.9			.0748	4.216		19	.1660	7.541	19/64		.2969
.5			.0197	1.93		48	.0760	4.3			.1693	7.6			.2992
.508		76	.0200	1.95			.0768	4.305		18	.1695	7.671	N		.3020
.52			.0205	1.984	5/64		.0781	4.366	11/64		.1719	7.7			.3031
.533		75	.0210	1.994		47	.0785	4.394		17	.1730	7.8			.3071
.55			.0217	2.0			.0787	4.4			.1732	7.9			.3110
.572		74	.0225	2.05			.0807	4.496		16	.1770	7.938	5/16		.3125
.58			.0228	2.057		46	.0810	4.5			.1772	8.0			.3150
.6			.0236	2.083		45	.0820	4.572		15	.1800	8.026	O		.3160
.61		73	.0240	2.1			.0827	4.6			.1811	8.1			.3189
.62			.0244	2.15			.0846	4.623		14	.1820	8.2			.3228
.635		72	.0250	2.184		44	.0860	4.7		13	.1850	8.204	P		.3230
.65			.0256	2.2			.0866	4.762	3/16		.1875	8.3			.3268
.66		71	.0260	2.25			.0886	4.8		12	.1890	8.334	21/64		.3281
.68			.0268	2.261		43	.0890	4.851		11	.1910	8.4			.3307
.7			.0276	2.3			.0906	4.9			.1929	8.433	Q		.3320
.711		70	.0280	2.35			.0925	4.915		10	.1935	8.5			.3346
.72			.0283	2.375		42	.0935	4.978		9	.1960	8.6			.3386
.742		69	.0292	2.381	3/32		.0938	5.0			.1969	8.611	R		.3390
.75			.0295	2.4			.0945	5.055		8	.1990	8.7			.3425
.78			.0307	2.438		41	.0960	5.1			.2008	8.731	11/32		.3438
.787		68	.0310	2.45			.0965	5.105		7	.2010	8.8			.3465
.794	1/32		.0312	2.489		40	.0980	5.159	13/64		.2031	8.839	S		.3480
.8			.0315	2.5			.0984	5.182		6	.2040	8.9			.3504
.813		67	.0320	2.527		39	.0995	5.2			.2047	9.0			.3543
.82			.0323	2.55			.1004	5.22		5	.2055	9.093	T		.3580
.838		66	.0330	2.578		38	.1015	5.3			.2087	9.1			.3583
.85			.0335	2.6			.1024	5.309		4	.2090	9.128	23/64		.3594
.88			.0346	2.642		37	.1040	5.4			.2126	9.2			.3622
.889		65	.0350	2.65			.1043	5.41		3	.2130	9.3			.3661
.9			.0354	2.7			.1063	5.5			.2165	9.347	U		.3680
.914		64	.0360	2.705		36	.1065	5.556	7/32		.2188	9.4			.3701
.92			.0362	2.75			.1083	5.6			.2205	9.5			.3740
.94		63	.0370	2.778	7/64		.1094	5.613		2	.2210	9.525	3/8		.3750
.95			.0374	2.794		35	.1100	5.7			.2244	9.576	V		.3770
.965		62	.0380	2.8			.1102	5.791		1	.2280	9.6			.3780
.98			.0386	2.819		34	.1110	5.8			.2283	9.7			.3819
.991		61	.0390	2.85			.1122	5.9			.2323	9.8			.3858
1.0			.0394	2.87		33	.1130	5.944		A	.2340	9.804	W		.3860
1.016		60	.0400	2.9			.1142	5.953	15/64		.2344	9.9			.3898
1.041		59	.0410	2.946		32	.1160	6.0			.2362	9.922	25/64		.3906
1.05			.0413	2.95			.1161	6.045		B	.2380	10.0			.3937
1.067		58	.0420	3.0			.1181	6.1			.2402	10.084	X		.3970
1.092		57	.0430	3.048		31	.1200	6.147		C	.2420	10.1			.3976
1.1			.0433	3.1			.1220	6.2			.2441	10.2			.4016
1.15			.0453	3.175	1/8		.1250	6.248		D	.2460	10.262	Y		.4040
1.181		56	.0465	3.2			.1260	6.3			.2480	10.3			.4055
1.191	3/64		.0469	3.264		30	.1285	6.35	1/4	E	.2500	10.319	13/32		.4063
1.2			.0472	3.3			.1299	6.4			.2520	10.4			.4094
1.25			.0492	3.4			.1339	6.5			.2559	10.49	Z		.4130
1.3			.0512	3.454		29	.1360	6.528		F	.2570	10.5			.4134
1.321		55	.0520	3.5			.1378	6.6			.2598	10.6			.4173
1.35			.0531	3.569		28	.1405	6.629		G	.2610	10.7			.4213
1.397		54	.0550	3.572	9/64		.1406	6.7			.2638	10.716	27/64		.4219
1.4			.0551	3.6			.1417	6.747	17/64		.2656	10.8			.4252
1.45			.0571	3.658		27	.1440	6.756		H	.2660	10.9			.4291
1.5			.0591	3.7			.1457	6.8			.2677	11.0			.4331
1.511		53	.0595	3.734		26	.1470	6.9			.2717				

Соответствие метрических и дюймовых значений

мм	Дробн	Дюйм	мм	Дробн	Дюйм	мм	Дробн	Дюйм	мм	Дробн	Дюйм	мм	Дробн	Дюйм
11.11		.4370	19.05	3/4	.7500	29.75		1.1713	44.053	1 47/64	1.7344	68.00		2.6772
11.112	7/16	.4375	19.25		.7579	29.766	1 11/64	1.1719	44.45	1 3/4	1.7500	68.262	2 11/16	2.6875
11.2		.4409	19.447	49/64	.7656	30.0		1.1811	44.5		1.7520	69.0		2.7165
11.3		.4449	19.5		.7677	30.162	1 3/16	1.1875	44.847	1 49/64	1.7656	69.056	2 23/32	2.7188
11.4		.4488	19.75		.7776	30.25		1.1909	45.0		1.7717	69.85	2 3/4	2.7500
11.5		.4528	19.844	25/32	.7812	30.5		1.2008	45.244	1 25/32	1.7812	70.0		2.7559
11.509	29/64	.4531	20.0		.7874	30.559	1 13/64	1.2031	45.5		1.7913	70.644	2 25/32	2.7812
11.6		.4567	20.241	51/64	.7969	30.75		1.2106	45.641	1 51/64	1.7969	71.0		2.7953
11.7		.4606	20.25		.7972	30.956	1 7/32	1.2188	46.0		1.8110	71.438	2 13/16	2.8125
11.8		.4646	20.5		.8071	31.0		1.2205	46.038	1 13/16	1.8125	72.0		2.8346
11.9		.4685	20.638	13/16	.8125	31.25		1.2303	46.434	1 53/64	1.8281	72.231	2 27/32	2.8438
11.906	15/32	.4688	20.75		.8169	31.353	1 15/64	1.2344	46.5		1.8307	73.0		2.8740
12.0		.4724	21.0		.8268	31.5		1.2402	46.831	1 27/32	1.8438	73.025	2 7/8	2.8750
12.1		.4764	21.034	53/64	.8281	31.75	1 1/4	1.2500	47.0		1.8504	73.819	2 29/32	2.9062
12.2		.4803	21.25		.8366	32.0		1.2598	47.228	1 55/64	1.8594	74.0		2.9134
12.3		.4843	21.431	27/32	.8438	32.147	1 17/64	1.2656	47.5		1.8701	74.612	2 15/16	2.9375
12.303	31/64	.4844	21.5		.8465	32.5		1.2795	47.625	1 7/8	1.8750	75.0		2.9528
12.4		.4882	21.75		.8563	32.544	1 9/32	1.2812	48.0		1.8898	75.406	2 31/32	2.9688
12.5		.4921	21.828	55/64	.8594	32.941	1 19/64	1.2969	48.022	1 57/64	1.8906	76.0		2.9921
12.6		.4961	22.0		.8661	33.0		1.2992	48.419	1 29/32	1.9062	76.2	3	3.0000
12.7	1/2	.5000	22.225	7/8	.8750	33.338	1 5/16	1.3125	48.5		1.9094	76.994	3 1/32	3.0312
12.8		.5039	22.25		.8760	33.5		1.3189	48.816	1 59/64	1.9219	77.0		3.0315
12.9		.5079	22.5		.8858	33.734	1 21/64	1.3281	49.0		1.9291	77.788	3 1/16	3.0625
13.0		.5118	22.622	57/64	.8906	34.0		1.3386	49.212	1 15/16	1.9375	78.0		3.0709
13.097	33/64	.5166	22.75		.8957	34.131	1 11/32	1.3438	49.5		1.9488	78.581	3 3/32	3.0938
13.1		.5167	23.0		.9055	34.5		1.3583	49.609	1 61/64	1.9531	79.0		3.1102
13.2		.5197	23.019	29/32	.9062	34.528	1 23/64	1.3594	50.0		1.9685	79.375	3 1/8	3.1250
13.3		.5236	23.25		.9154	34.925	1 3/8	1.3750	50.006	1 31/32	1.9688	80.0		3.1496
13.4		.5276	23.416	59/64	.9219	35.0		1.3780	50.403	1 63/64	1.9844	80.169	3 5/32	3.1562
13.494	17/32	.5312	23.5		.9252	35.322	1 25/64	1.3906	50.5		1.9882	80.962	3 3/16	3.1875
13.5		.5315	23.75		.9350	35.5		1.3976	50.98	2	2.0000	81.0		3.1890
13.6		.5354	23.812	15/16	.9375	35.719	1 13/32	1.4062	51.0		2.0079	81.756	3 7/32	3.2188
13.7		.5394	24.0		.9449	36.0		1.4173	51.594	2 1/32	2.0312	82.0		3.2283
13.8		.5433	24.209	61/64	.9531	36.116	1 27/64	1.4219	52.0		2.0472	82.55	3 1/4	3.2500
13.891	35/64	.5469	24.25		.9547	36.5		1.4370	52.388	2 1/16	2.0625	83.0		3.2677
13.9		.5472	24.5		.9646	36.512	1 7/16	1.4375	53.0		2.0866	83.344	3 9/32	3.2812
14.0		.5512	24.606	31/32	.9688	36.909	1 29/64	1.4531	53.181	2 3/32	2.0938	84.0		3.3071
14.25		.5610	24.75		.9744	37.0		1.4567	53.975	2 1/8	2.1250	84.138	3 5/16	3.3125
14.288	9/16	.5625	25.0		.9843	37.306	1 15/32	1.4688	54.0		2.1280	84.931	3 11/32	3.3438
14.5		.5709	25.003	63/64	.9844	37.5		1.4764	54.769	2 5/32	2.1562	85.0		3.3465
14.684	37/64	.5781	25.25		.9941	37.703	1 31/64	1.4844	55.0		2.1654	85.725	3 3/8	3.3750
14.75		.5807	25.4	1	1.0000	38.0		1.4961	55.562	2 3/16	2.1875	86.0		3.3858
15.0		.5906	25.5		1.0039	38.1	1 1/2	1.5000	56.0		2.2047	86.519	3 13/32	3.4062
15.081	19/32	.5938	25.75		1.0138	38.497	1 33/64	1.5156	56.356	2 7/32	2.2188	87.0		3.4252
15.25		.6004	25.797	1 1/64	1.0156	38.5		1.5157	57.0		2.2441	87.312	3 7/16	3.4375
15.478	39/64	.6094	26.0		1.0236	38.894	1 17/32	1.5312	57.15	2 1/4	2.2500	88.0		3.4646
15.5		.6102	26.194	1 1/32	1.0312	39.0		1.5354	57.944	2 9/32	2.2812	88.106	3 15/32	3.4688
15.75		.6201	26.25		1.0335	39.291	1 35/64	1.5469	58.0		2.2835	88.9	3 1/2	3.5000
15.875	5/8	.6250	26.5		1.0433	39.5		1.5551	58.738	2 5/16	2.3125	89.0		3.5039
16.0		.6299	26.591	1 3/64	1.0469	39.688	1 9/16	1.5625	59.0		2.3228	90.0		3.5433
16.25		.6398	26.75		1.0531	40.0		1.5748	59.9331	2 11/32	2.3438	91.0	488	3.5625
16.272	41/64	.6406	26.998	1 1/16	1.0525	40.084	1 37/64	1.5781	60.0		2.3622	91.0		3.5827
16.5		.6496	27.0		1.0630	40.481	1 19/32	1.5938	60.325	2 3/8	2.3750	92.0		3.6220
16.669	21/32	.6562	27.25		1.0728	40.5		1.5945	61.0		2.4016	92.075	3 5/8	3.6250
16.75		.6594	27.384	1 5/64	1.0781	40.878	1 39/64	1.6094	61.119	2 13/32	2.4062	93.0		3.6614
17.0		.6693	27.5		1.0827	41.0		1.6142	61.912	2 7/16	2.4375	93.662	3 11/16	3.6875
17.066	43/64	.6719	27.75		1.0925	41.275	1 5/8	1.6250	62.0		2.4409	94.0		3.7008
17.25		.6791	27.781	1 3/32	1.0938	41.5		1.6339	62.706	2 15/32	2.4668	95.0		3.7402
17.462	11/16	.6875	28.0		1.1024	41.672	1 41/64	1.6406	63.0		2.4803	95.25	3 3/4	3.7500
17.5		.6890	28.178	1 7/64	1.1094	42.0		1.6535	63.5	2 1/2	2.5000	96.0		3.7795
17.75		.6988	28.25		1.1122	42.069	1 21/32	1.6562	64.0		2.5197	96.838	3 13/16	3.8125
17.859	45/64	.7031	28.5		1.1220	42.466	1 43/64	1.6719	64.294	2 17/32	2.5312	97.0		3.8189
18.0		.7087	28.575	1 1/8	1.1250	42.5		1.6732	65.0		2.5591	98.0		3.8583
18.25		.7185	28.75		1.1319	42.862	1 11/16	1.6875	65.088	2 9/16	2.5625	98.425	3 7/8	3.8750
18.256	23/32	.7188	28.972	1 9/64	1.1406	43.0		1.6929	65.881	2 19/32	2.5938	99.0		3.8976
18.5		.7283	29.0		1.1417	43.259	1 45/64	1.7031	66.0		2.5984	100.0		3.9370
18.653	47/64	.7344	29.25		1.1516	43.5		1.7126	66.675	2 5/8	2.6250	100.012	3 15/16	3.9375
18.75		.7382	29.369	1 5/32	1.1562	43.656	1 23/32	1.7188	67.0		2.6378	101.6	4	4.0000
19.0		.7480	29.5		1.1614	44.0		1.7323	67.469	2 21/32	2.6562			

Общая информация

Таблица скоростей резания

Скорость резания																	
Метров/мин	5	8	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	150	
Футов/мин	16	26	32	50	66	82	98	130	165	197	230	262	296	330	362	495	
Инструмент Диаметр	ОБОРОТОВ В МИНУТУ (ОБ/МИН)																
	мм	дюйм															
1,00		1592	2546	3138	4775	6366	7958	9549	12732	15916	19099	22282	25465	28648	31831	35014	47747
1,50		1061	1698	2122	3183	4244	5305	6366	8488	10610	12732	14854	16977	19099	21221	23343	31831
2,00		796	1273	1592	2387	3183	3979	4775	6366	7958	9549	11141	12732	14324	15916	17507	23873
2,50		637	1019	1273	1910	2546	3183	3820	5093	6366	7639	8913	10186	11459	12732	14006	19099
3,00		531	849	1061	1592	2122	2653	3183	4244	5305	6366	7427	8488	9549	10610	11671	15916
3,18	1/8	500	801	1001	1501	2002	2502	3003	4004	5005	6006	7007	8008	9009	10010	11011	15015
3,50		455	728	909	1364	1819	2274	2728	3638	4547	5457	6366	7176	8185	9095	10004	13642
4,00		398	637	796	1194	1592	1989	2387	3183	3979	4775	5570	6366	7162	7958	8754	11937
4,50		354	566	707	1061	1415	1768	2122	2829	3537	4244	4951	5659	6366	7074	7781	10610
4,76	3/16	334	535	669	1003	1337	1672	2006	2675	3344	4012	4681	5350	6018	6687	7356	10031
5,00		318	509	637	955	1273	1592	1910	2546	3183	3820	4456	5093	5730	6366	7003	9549
6,00		265	424	531	796	1061	1326	1592	2122	2653	3183	3714	4244	4775	5305	5836	7958
6,35	1/4	251	401	501	752	1003	1253	1504	2005	2506	3008	3509	4010	4511	5013	5514	7519
7,00		227	364	455	682	909	1137	1364	1819	2274	2728	3183	3638	4093	4547	5002	6821
7,94	5/16	200	321	401	601	802	1002	1203	1604	2004	2405	2806	3207	3608	4009	4410	6013
8,00		199	318	398	597	796	995	1194	1592	1989	2387	2785	3183	3581	3979	4377	5968
9,00		177	283	354	531	707	884	1061	1415	1768	2122	2476	2829	3183	3537	3890	5305
9,53	3/8	167	267	334	501	668	835	1002	1336	1670	2004	2338	2672	3006	3340	3674	5010
10,00		159	255	318	477	637	796	955	1273	1592	1910	2228	2546	2865	3183	3501	4775
11,11	7/16	143	229	287	430	573	716	860	1146	1433	1719	2006	2292	2579	2865	3152	4298
12,00		133	212	265	398	531	663	796	1061	1326	1592	1857	2122	2387	2653	2918	3979
12,70	1/2	125	201	251	376	501	627	752	1003	1253	1504	1754	2005	2256	2506	2757	3760
14,00		114	182	227	341	455	568	682	909	1137	1364	1592	1819	2046	2274	2501	3410
14,29	9/16	111	178	223	334	446	557	668	891	1114	1337	1559	1782	2005	2228	2450	3341
15,00		106	170	212	318	424	531	637	849	1061	1273	1485	1698	1910	2122	2334	3183
15,88	5/8	100	160	200	301	401	501	601	802	1002	1203	1403	1604	1804	2004	2205	3007
16,00		99	159	199	298	398	497	597	796	995	1194	1393	1592	1790	1989	2188	2984
17,46	11/16	91	146	182	273	365	456	547	729	912	1094	1276	1458	1641	1823	2005	2735
18,00		88	141	177	265	354	442	531	707	884	1061	1238	1415	1592	1768	1945	2653
19,05	3/4	84	134	167	251	334	418	501	668	835	1003	1170	1337	1504	1671	1838	2506
20,00		80	127	159	239	318	398	477	637	796	955	1114	1273	1432	1592	1751	2387
24,00		66	106	133	199	265	332	398	531	663	796	928	1061	1194	1326	1459	1989
25,00		64	102	127	191	255	318	382	509	637	764	891	1019	1146	1273	1401	1910
27,00		59	94	118	177	236	295	354	472	589	707	825	943	1061	1179	1297	1768
30,00		53	85	106	159	212	265	318	424	531	637	743	849	955	1061	1167	1592
32,00		50	80	99	149	199	249	298	398	497	597	696	796	895	995	1094	1492
36,00		44	71	88	133	177	221	265	354	442	531	619	707	796	884	973	1326
40,00		40	64	80	119	159	199	239	318	398	477	557	637	716	796	875	1194
50,00		32	51	64	95	127	159	191	255	318	382	446	509	573	637	700	955

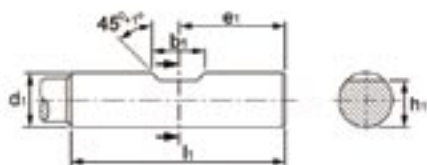
ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ДЛЯ НЕУКАЗАННЫХ СКОРОСТЕЙ РЕЗАНИЯ МОЖЕТ БЫТЬ ПОЛУЧЕНА СЛОЖЕНИЕМ ИЛИ ВЫЧИТАНИЕМ: например, для скорости 120 м/мин сложите значения, указанные для 110 и 10 м/мин.

Основные типы хвостовиков

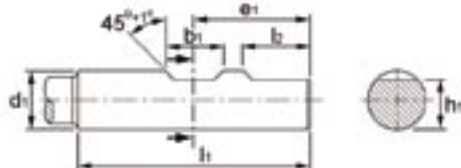
Цилиндрические хвостовики по DIN 6535 HA



Цилиндрические хвостовики с лыской по DIN 6535 HB. Для $d_1 = 6 \dots 20$ мм



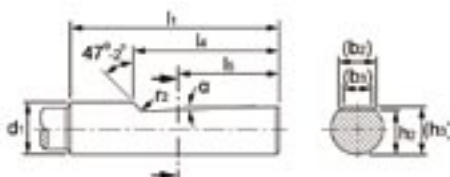
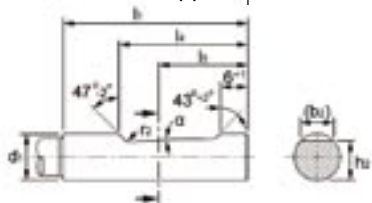
Для $d_1 = 25 \dots 32$ мм



d_1 h6 mm	l_1 +2 mm	b_1 +0,05 mm	e_1 -1 mm	l_2 +1 mm	h_1 h11 mm
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

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 h6 mm	l_1 +2 mm	l_2 -1 mm	l_3 mm	r_2 mm	α -30° °	(b_2) ≈ mm	(b_3) mm	h_2 h11 mm	(h_3) mm
6	36	25	18	1,2	2°	4,3	-	5,1	-
8	36	25	18	1,2	2°	5,5	-	6,9	-
10	40	28	20	1,2	2°	7,1	-	8,5	-
12	45	33	22,5	1,2	2°	8,2	-	10,4	-
14	45	33	22,5	1,2	2°	8,1	-	12,7	-
16	48	36	24	1,6	2°	10,1	-	14,2	-
18	48	36	24	1,6	2°	10,8	-	16,2	-
20	50	38	25	1,6	2°	11,4	-	18,2	-
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

Общая информация

Цилиндрические хвостовики
по DIN 1809



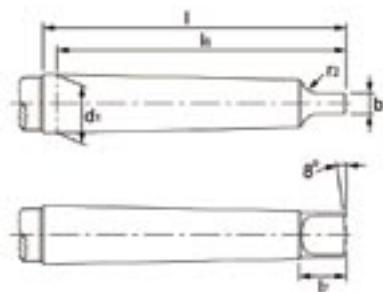
Диапазон диаметров d mm				b h12 mm	l ± IT16 mm	r mm
	3,0	до	3,5	1,6	2,2	
От	3,5	до	4,0	2	2,2	
От	4,0	до	4,5	2,2	2,5	0,2
От	4,5	до	5,5	2,5	2,5	
От	5,5	до	6,5	3	3	
От	6,5	до	8,0	3,5	3,5	
От	8,0	до	9,5	4,5	4,5	
От	9,5	до	11,0	5	5	
От	11,0	до	13,0	6	6	0,4
От	13,0	до	15,0	7	7	
От	15,0	до	18,0	8	8	
От	18,0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

Конус Морзе с резьбовым отверстием
по DIN 228 A



Конус Морзе	d ₁ mm	d ₂	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

Конус Морзе с резьбовым отверстием по DIN 228 B



Конус Морзе	d ₁ mm	l ₆ -1 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

Цилиндрические хвостовики по DIN 10

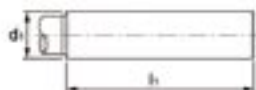


Диапазон диаметров d h9 mm			a h11 mm	l mm	
От	1,32	до	1,50	1,12	4
От	1,50	до	1,70	1,25	4
От	1,70	до	1,90	1,40	4
От	1,90	до	2,12	1,60	4
От	2,12	до	2,36	1,80	4
От	2,36	до	2,65	2,00	4
От	2,65	до	3,00	2,24	5
От	3,00	до	3,35	2,50	5
От	3,35	до	3,75	2,80	5
От	3,75	до	4,25	3,15	6
От	4,25	до	4,75	3,55	6
От	4,75	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

Диапазон диаметров d h9 mm			a h11 mm	l mm	
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



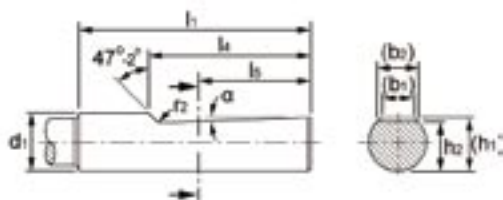
d_1 A=h8, B=h6 mm	l_1 +2 mm	b_1 +0,05 mm	e_1 -1 mm	l_2 +1 mm	h_1 h13 mm
3	28	-	-	-	-
4	28	-	-	-	-
5	28	-	-	-	-
6	36	4,2	18	-	4,8
8	36	5,5	18	-	6,6
10	40	7	20	-	8,4
12	45	8	22,5	-	10,4
16	48	10	24	-	14,2
20	50	11	25	-	18,2
25	56	12	32	17	23
32	60	14	36	19	30
40	70	14	40	19	38
50	80	18	45	23	47,8
63	90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

Цилиндрические хвостовики по DIN 1835 D



d_1 h6 mm	l_1 +2 mm	l_3 +2 mm	d размер номинальный	d наружный \varnothing мм	d внутренний \varnothing мм
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

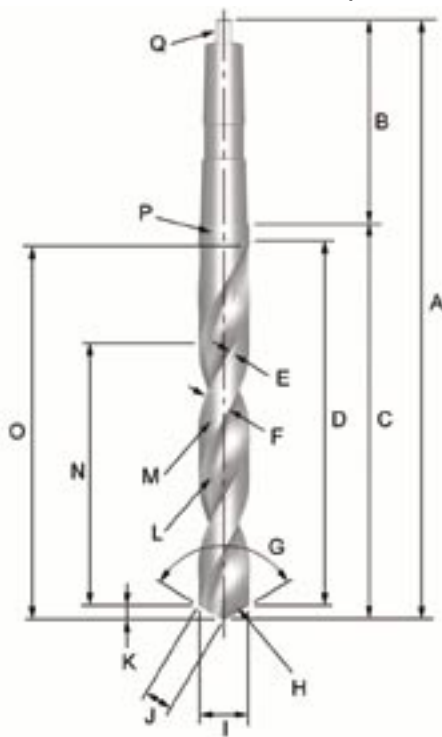
Цилиндрические хвостовики с косой лыской по DIN 1835 E



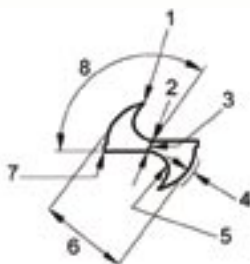
d_1 h6	l_1 +2	l_2 -1	l_3	r_2 min.	α -30'	(b_2)	(b_1) \approx	h_2 h13	(h_1)
6	36	25	18	1,2	2°	4,8	3,5	4,8	5,4
8	36	25	18	1,2	2°	6,1	4,7	6,6	7,2
10	40	28	20	1,2	2°	7,3	5,7	8,4	9,1
12	45	33	22,5	1,2	2°	8,2	6,0	10,4	11,2
16	48	36	24	1,6	2°	10,1	7,6	14,2	15,0
20	50	38	25	1,6	2°	11,5	8,4	18,2	19,1
25	56	44	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

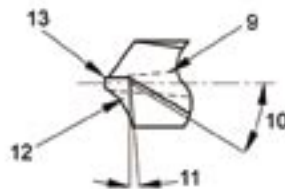
Основные элементы сверла



- 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

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.

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 | • ВИД ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ОСНАСТКИ |
| • ГЛУБИНУ СВЕРЛЕНИЯ | • ЖЕСТКОСТЬ И РАДИАЛЬНОЕ БИЕНИЕ ОСНАСТКИ |
| • ВОЗМОЖНОСТИ СТАНКА | • РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСИ ОТВЕРСТИЯ: ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ИЛИ ВЕРТИКАЛЬНОЕ |
| • ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ВИД ОХЛАЖДЕНИЯ | • СВЕРЛО ВРАЩАЕТСЯ ИЛИ НЕПОДВИЖНО |
| • СОСТОЯНИЕ СТАНКА | • КОНТРОЛЬ ЗА ВЫХОДОМ СТРУЖКИ |
| • ТРЕБУЕМУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ | • 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, теплопроводность и 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.

Размер отверстия

Точность обработанного отверстия возрастает с улучшением 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 (mm)	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 (дюймов)

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

При сверлении некоторыми типами сверл можно получить более точный допуск на диаметр отверстия, чем необходимо. Поэтому для отверстий под нарезание резьбы или развертывание необходимо выбирать сверла большего диаметра, чем рекомендуется.

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 отводится тепло и стружка из зоны резания. Современные высокопроизводительные сверла требуют подвода СОЖ под давлением не менее 20 атм.

Радиальное биение

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





Для твердосплавных сверл макс. биение 0.02 мм.

Для высокопроизводительных быстрорежущих сверл макс. биение 0.11 мм.






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

Сверление

Форма стружечной канавки

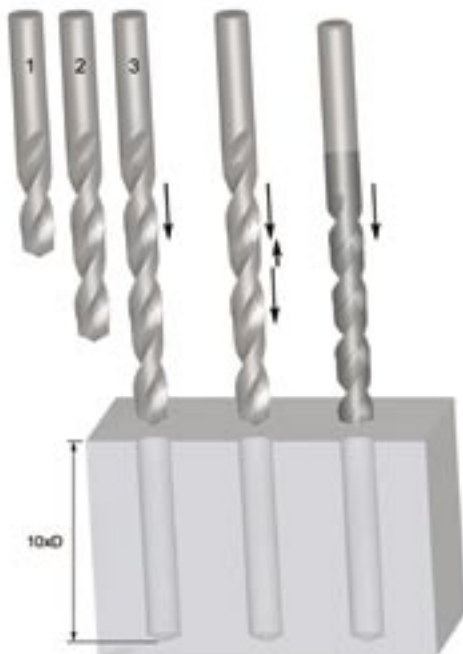
Описание	Тип стружечной канавки	Область применения
	Тип Н - пологая спираль (угол подъема спирали от 10° до 20°).	Сверла для латуни и пластика.
	Тип N - стандартная спираль (угол подъема спирали от 21° до 34°).	Сверла общего применения.
	Тип W - Крутая спираль (угол подъема спирали от 35° до 45°).	Сверла для нержавеющей стали и алюминия. Высокопроизводительные сверла общего применения.
	CTW - постоянно утончающаяся перемычка.	Стружечная канавка типа N с уменьшенным диаметром сердцевины по всей длине стружечной канавки.

Тип геометрии вершины сверла

Описание	Тип геометрии вершины
	Стандартная геометрия с двойной геометрией.
	Стандарт National Aerospace 907. Общепринятый стандарт в авиастроении.
	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 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



	DIN 1897		DIN 338		DIN 340		DIN 1869						DIN 6537				DIN 345	
d ₁	I ₁	I ₂	I ₁	I ₂	I ₁	I ₂	I ₁	I ₂	I ₁	I ₂	I ₁	I ₂	I ₁	I ₂	I ₁	I ₂	I ₁	I ₂
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

Размерный ряд сверл по стандарту DIN



	DIN 1897		DIN 338		DIN 340		DIN 1869						DIN 6537				DIN 345	
d_1	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 ANSI



Десятичный дюймовый	Десятичный метрический	Размер машинного винта		Универсальная длина		Длинная серия		Конус Морзе хвостовик	
		d_1	d_2	l_1	l_2	l_1	l_2	l_1	l_2
		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		
0.1100-1.130	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.30-31

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.30-31

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
0.8268-0.8750	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

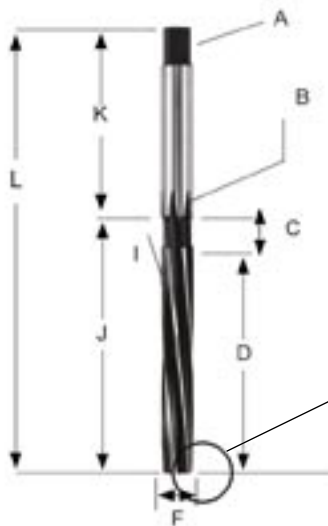
Для перевода в десятичные дроби см. стр.30-31

Возможные трудности при сверлении и способы их устранения

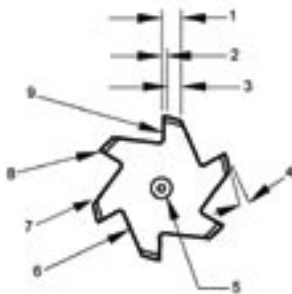
Проблема	Причина	Способ устранения
Сломанная или погнутая лапка сверла	Плохой контакт между хвостовиком сверла и патроном	Устранить загрязнения и повреждения на хвостовике сверла и в патроне
Трещина перемычки	Слишком большая подача	Снизить подачу до оптимального значения
	Недостаточный задний угол	Переточить 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
Изнаны внешние углы сверла	Слишком большая подача	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

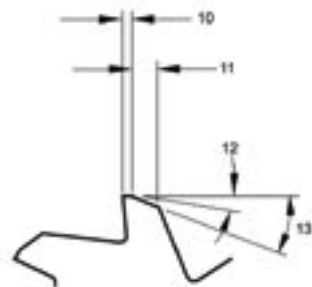
Основные элементы развертки



- 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

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 след. стр.)

1. Выберите оптимальный инструмент и режимы резания для выполняемой операции. Убедитесь, 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.

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 частью.

Развертывание

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗВЕРТОК

Как и для большинства режущих инструментов, выбор материала и геометрических параметров разверток зависят 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 concentricity обработанных отверстий.

НАСТРАИВАЕМЫЕ РАЗВЕРТКИ

Настраиваемые развертки выпускаются нескольких типов, отличающихся диапазоном настраиваемых диаметров. При их использовании необходимо соблюдать следующую процедуру:

- Настроить развертку на требуемый диаметр.
- Проверить радиальное биение развертки и высоту режущих зубьев относительно центровых отверстий.
- Если необходимо, переточить развертку для устранения радиального биения и разных высот зубьев.
- Еще раз проверить диаметр.

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 (дюймов)	После сверления	После зенкерования
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 быстрорежущими лезвиями, используются для легких работ.

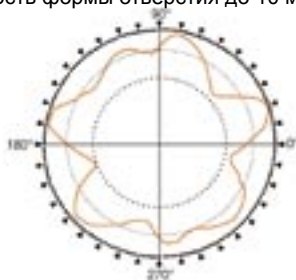
Большая часть разверток имеет левую спираль, так как в основном они используются для обработки сквозных отверстий и стружка должна выталкиваться вперед. Для глухих отверстий рекомендуются развертки с прямым зубом или с правой спиралью.

Режимы резания при развертывании зависят от обрабатываемого материала и выполняемой операции, требуемого качества отверстия, припуска под обработку, СОЖ и других факторов. Общие рекомендации по режимам резания для машинных разверток даны в таблицах скоростей и подачи (см. каталог Dormer и программу Product Selector) и таблице припусков на обработку.

Развертка с экстремально неравномерным шагом выполняется таким образом, что шаги по окружности для каждого из режущих зубьев, в том числе и диаметрально противоположных друг другу, не равны между собой. При обработке отверстия такой разверткой достигается отклонение от круглости отверстия в пределах 1...2 мкм. При использовании обычных разверток с неравномерным шагом отклонение от формы отверстия может достигать 10 мкм.

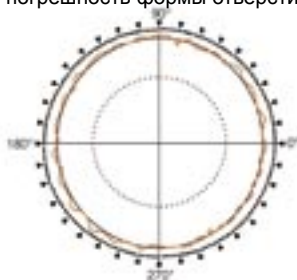
Твердосплавные развертки - Сравнение неравномерного / экстремально неравномерного шага

при неравномерном шаге
погрешность формы отверстия до 10 мкм



Достижимая
круглость отверстия

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



Достижимая
круглость отверстия

Развертывание

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.

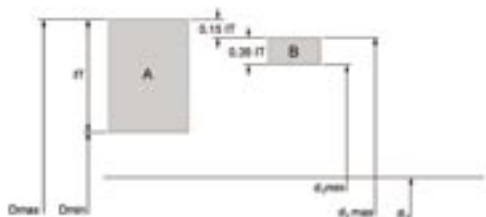
ДОПУСК РАЗВЕРТКИ			
Диаметр (мм)		Граница поля допуска (мм)	
От	До (включительно)	Верхняя +	Нижняя +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

2. ДЛЯ ОТВЕРСТИЯ С ДОПУСКОМ H7

Точные отверстия, как правило, выполняются с допуском по H7 (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 = Макс. диаметр отверстия
 Dmin = Мин диаметр отверстия
 d₁ = Номинальный диаметр развертки
 d₁max = Макс. диаметр развертки
 d₁min = Мин. диаметр развертки

Поле допуска	Поле допуска на диаметр							
	от 1 до включ. 3	от 3 до включ. 6	от 6 до включ. 10	от 10 до включ. 18	от 18 до включ. 30	от 30 до включ. 50	от 50 до включ. 80	от 80 до включ. 120
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

Макс. диаметр отверстия = 10.062

Мин диаметр отверстия = 10.040

Поле допуска на диаметр (IT8) = 0.022

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

0.15 x поле допуска отверстия (IT8) = 0.0033, округляем до 0.004 мм

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

0.35 x поле допуска отверстия (IT8) = 0.0077, округляем до 0.008 мм

Макс. диаметр развертки = 10.062 - 0.004 = 10.058

Мин. диаметр развертки = 10.058 - 0.008 = 10.050

Развертывание

Расчет диаметра изготавливаемых с шагом 0.01 мм разверток

Пример:

Требуемое отверстие: $d = 4,25\text{mm F8}$

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

Требуемый инструмент: Развертка диаметром 4,27мм

	A 9	A 11	B 8	B 9	B10	B11	C 8	C 9	C10	C11	D 7	D 8	D 9	D10	D11
1 - 3	-	+ 0,31	-	-	+ 0,17	+ 0,18	-	-	+ 0,09	+ 0,10	-	-	-	+ 0,05	+ 0,06
3 - 6	+ 0,29	+ 0,32	+ 0,15	+ 0,16	+ 0,17	+ 0,19	+ 0,08	+ 0,09	+ 0,10	+ 0,12	-	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,08
6 - 10	+ 0,30	+ 0,35	+ 0,16	+ 0,17	+ 0,19	+ 0,22	+ 0,09	+ 0,10	+ 0,12	+ 0,15	-	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,08	+ 0,11
10 - 18	+ 0,32	+ 0,37	-	+ 0,18	+ 0,20	+ 0,23	+ 0,11	+ 0,12	+ 0,14	+ 0,18	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,08	+ 0,10	+ 0,13
	E 7	E 8	E 9	F 7	F 8	F 9	F 10	G 6	G 7	H 6	H 7	H 8	H 9	H10	H11
1 - 3	-	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,01	-	+ 0,02	-	-	-	-	-	-	-	+ 0,03	+ 0,04
3 - 6	-	+ 0,03	+ 0,04	-	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,04	-	+ 0,01	-	-	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,05
6 - 10	-	-	+ 0,05	+ 0,02	-	+ 0,03	+ 0,05	-	-	-	-	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,07
10 - 18	+ 0,04	-	+ 0,06	-	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,07	-	-	-	+ 0,01	-	+ 0,03	+ 0,05	+ 0,08
	H12	H 13	J 6	J 7	J 8	JS 6	JS 7	JS 8	JS 9	K 7	K 8	M 6	M 7	M 8	N 6
1 - 3	+ 0,08	+ 0,11	-	-	-	-	-	+ 0,00	+ 0,00	-	-	-	-	-	-
3 - 6	+ 0,09	+ 0,14	-	+ 0,00	+ 0,00	-	+ 0,00	+ 0,00	+ 0,00	-	-	-	-	-	-
6 - 10	+ 0,12	+ 0,18	-	+ 0,00	+ 0,00	-	+ 0,00	+ 0,00	+ 0,00	-	-	-	-	- 0,01	-
10 - 18	+ 0,14	+ 0,22	-	+ 0,00	+ 0,00	-	+ 0,00	+ 0,00	+ 0,01	-	-	- 0,01	- 0,01	- 0,01	-
	N 7	N 8	N 9	N10	N11	P 6	P 7	R6	R 7	S 6	S 7	U 6	U 7	U10	Z10
1 - 3	- 0,01	-	-	- 0,02	- 0,02	-	-	-	-	-	- 0,02	-	-	-	- 0,04
3 - 6	- 0,01	- 0,01	- 0,01	- 0,02	- 0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	- 0,04	- 0,05
6 - 10	-	-	-	- 0,02	- 0,02	-	-	-	-	-	-	-	- 0,03	- 0,05	- 0,06
10 - 18	-	-	- 0,02	- 0,02	- 0,03	-	- 0,02	-	-	-	- 0,03	-	-	- 0,05	- 0,07

Примечания к приведенной выше 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.

Стандартные размеры разверток



	DIN 9		DIN 206		DIN 208		DIN 212		DIN 311		DIN 859		DIN 1895		DIN 2180	
d_1	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	
≤ 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			76	38				
≤ 4,75			81	41			80	21			81	41				
≤ 5,30	100	73	87	44	133	23	86	23			87	44			155	73
≤ 6,00	135	105	93	47	138	26	93	26			93	47			187	105
≤ 6,70			100	50	144	28	101	28	151	75	100	50	137	61		
≤ 7,50			107	54	150	31	109	31	156	80	107	54				

Развертывание



	DIN 9		DIN 206		DIN 208		DIN 212		DIN 311		DIN 859		DIN 1895		DIN 2180	
d_1	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	
≤ 8,50	180	145	115	58	156	33	117	33	161	85	115	58			227	145
≤ 9,50			124	62	162	36	125	36	166	90	124	62				
≤ 10,60	215	175	133	66	168	38	133	38	171	95	133	66	142	66	257	175
≤ 11,80			142	71	175	41	142	41	176	100	142	71				
≤ 13,20	255	210	152	76	182	44	151	44	199	105	152	76			315	210
≤ 14,00					189	47	160	47	209	115						
≤ 15,00	280	230	163	81	204	50	162	50	219	125	163	81	173	79		
≤ 16,00					210	52	170	52	229	135					335	230
≤ 17,00			175	87	214	54	175	54	251	135	175	87				
≤ 18,00					219	56	182	56								
≤ 19,00			188	93	223	58	189	58	261	145	188	93				
≤ 20,00	310	250	201	100	228	60	195	60							377	250
≤ 21,20					232	62			271	155	201	100	212	96		
≤ 22,40			215	107	237	64										
≤ 23,60					241	66			281	165	215	107				
≤ 25,00	370	300			268	68									427	300
≤ 26,50			231	115	273	70			296	180	231	115	263	119		
≤ 28,00					277	71										
≤ 30,00	400	320	247	124	281	73			311	195	247	124			475	320
≤ 31,50					285	75			326	210						
≤ 33,50			265	133	317	77			354	210	265	133				
≤ 35,50					321	78										
≤ 37,50			284	142	325	79			364	220	284	142				
≤ 40,00	430	340			329	81			374	230			331	150	495	340
≤ 42,50			305	152	333	82					305	152				
≤ 45,00					336	83										
≤ 47,50			326	163	340	84			384	240	326	163				
≤ 50,00	460	360	347	174	344	86			394	250	347	174			550	360

Типы разверток и обозначение по DIN

DIN	Тип	Обозначение
212	A	Прямозубая $\leq 3.5\text{mm}$ диаметром
	B	Со спиральным зубом $\leq 3.5\text{mm}$ диаметром
	C	Прямозубая $\geq 4.0\text{mm}$ диаметром
	D	Со спиральным зубом $\geq 4.0\text{mm}$ 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

Со спиральным зубом = 7° левая спираль

С крутым спиральным зубом = 45° левая спираль

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. 52)
Выход диаметра отверстия за пределы допуска	Увеличенная высота ленточки	Переточить до требуемого диаметра
	Смещение в шпинделе станка	Отремонтировать шпиндель станка
	Дефект патрона	Заменить патрон
	Хвостовик инструмента поврежден	Заменить инструмент или перешлифуйте хвостовик
	Овальность инструмента	Заменить или переточить инструмент
	Несимметричное расположение заборной части	Переточить до восстановления геометрии
	Слишком высокая подача или скорость	Выбрать режимы резания согласно рекомендациям каталога Dormer или Product Selector
Отверстие меньше требуемого размера	Слишком маленький припуск на обработку	Увеличить припуск на обработку (см. стр. 52)
	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. 52)
Отверстие имеет форму овала или конуса	Смещение в шпинделе станка	Отремонтировать шпиндель станка
	Несоосность инструмента с отверстием	Использовать мостовую развертку
	Несимметричное расположение заборной части	Переточить до требуемых размеров

ПРОБЛЕМА	ПРИЧИНА	СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ
Плохое качество обработанной поверхности	Слишком большой припуск на обработку	Уменьшить припуск на обработку (см. стр. 52)
	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. 52)
	Неоднородный материал с твердыми включениями	Использовать твердосплавную развертку

Зенкерование и зенкование

Общие указания по зенкерованию и зенкованию

ЗЕНКЕРОВАНИЕ

Зенкером называется концевой инструмент, используемый для увеличения диаметра уже готового отверстия, для получения плоского дна в отверстии или для обработки цековок. Может быть изготовлен вместе с направляющей (цельная конструкция) рис.1 или иметь сменную направляющую, рис. 2 и 3.



Рис.1



Рис.2



Рис. 3

ЗЕНКОВАНИЕ

Зенковкой называется конический режущий инструмент, обычно имеющий конический рельеф и один или несколько режущих зубьев, расположенных 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.



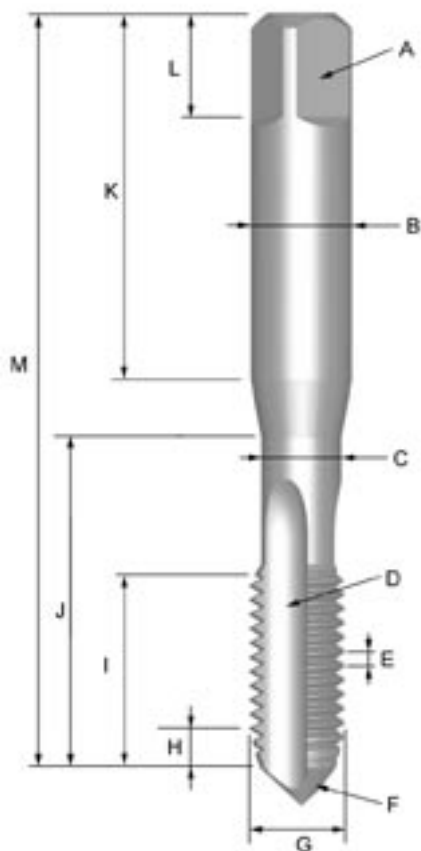
Зенкерование и зенкование

Возможные трудности при зенкеровании и способы их устранения

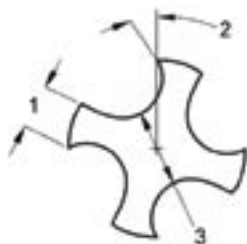
ПРОБЛЕМА	ПРИЧИНА	СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ
Слишком быстрый износ режущей кромки	Неправильно выбранные скорость и подача	Увеличить подачу - особенно при обработке вязких материалов или материалов повышенной обрабатываемости. Также попробовать уменьшить скорость.
	Грубая режущая кромка	Довести режущую кромку мелкозернистым 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	Немедленная переточка до оригинальной геометрии увеличит стойкость инструмента
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

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. 76-79). 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 резьбонарезного 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 отверстии. 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
		 	Метчики с прямыми стружечными канавками 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.	
		 	Метчики с шахматным зубом Метчик с шахматным зубом создает меньшее трение и сопротивление резанию, что важно для резьбонарезания в материалах с большим упругим восстановлением материала и в труднообрабатываемых материалах (например, в алюминии и бронзе). Такая геометрия метчика также облегчает доступ СОЖ к режущим кромкам, что помогает уменьшить крутящий момент.	
		 	Метчики со спиральной подточкой 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.	

Нарезание резьбы метчиками

Тип	Варианты	Процесс	Описание	Стружка
		 	Метчики со стружечными канавками только на заборной части 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.	
	   	  	Метчики со спиральными зубьями 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.	
		 	Бесстружечные метчики (раскатники) 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 ² , а относительное удлинение не менее 10%. Бесстружечные метчики можно использовать в обычных условиях, но лучшие результаты они показывают при обработке вертикальных глухих отверстий. Выпускаются также с внутренним подводом СОЖ.	

Нарезание резьбы метчиками

Тип	Варианты	Процесс	Описание	Стружка
		  	Метчики с внутренним подводом СОЖ 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 атм. Особенно хорошие результаты можно получить при использовании масляного тумана в качестве охлаждающей среды	
		 	Гаечные метчики 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.	

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	A 6 - 8	B 3,5 - 5	C 2 - 3	D 18 - 20	E 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
ANSI	Конус	Пробка	Плоская		

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

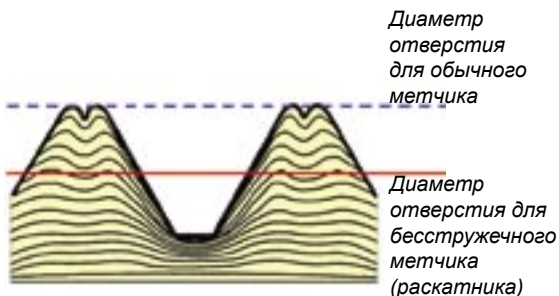
- Относительное удлинение обрабатываемого материала - $A_5 > 10 \%$.
- Точный диаметр просверленного отверстия.
- Необходимо хорошее смазывание.

Нарезание резьбы метчиками

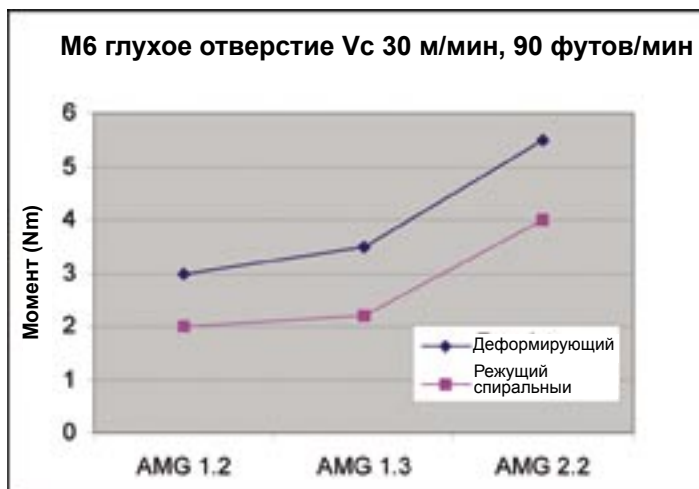
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ РЕЗЬБЫ
Диаметр просверленного отверстия зависит от обрабатываемого материала, режимов резания и состояния используемого оборудования. Если материал поднят вверх к началу резьбы и/или стойкость бесстружечного метчика (раскатника) мала, выберите сверло 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.

Нарезание резьбы метчиками

Маркировка метчиков серии “Shark Line”, цветными кольцами

Цвет	Материал	Возможный тип метчика
	AMG 1.1 – AMG 1.4	 
	AMG 1.1 – 1.5	
	AMG 1.4 – 1.6	 
	AMG 1.5 – 1.6 AMG 4.2 – 4.3	 
	AMG 2.1 – AMG 2.3	  
	AMG 3.1 – AMG 3.4	
	AMG 5.1 – 5.3	 
	AMG 7.1 – 7.4	   

Нарезание резьбы метчиками

ПРОФИЛИ РЕЗЬБЫ

Резьбы по ISO

Метрические резьбы, M

Дюймовые резьбы, UN

H	=	0,86603 P
Hm	=	5/8 H = 0,54127 P
Hs	=	17/24 H = 0,613343 P
H/8	=	0,10825 P
H/4	=	0,21651 P
R	=	H/6 = 0,14434 P

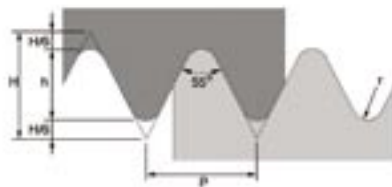


Whitworth W (BSW)

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

BS трубная, ME

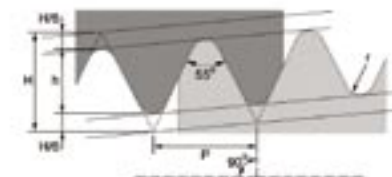
H	=	0,96049 P
H	=	2/3 H = 0,64033 P
H/6	=	0,16008 P
R	=	0,13733 P



Конические трубные резьбы Whitworth

Rc (BSPT), Конусность 1:16

H	=	0,96024 P
H	=	2/3 H = 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 (min. value)



Стальные трубные резьбы

PG (Pr)

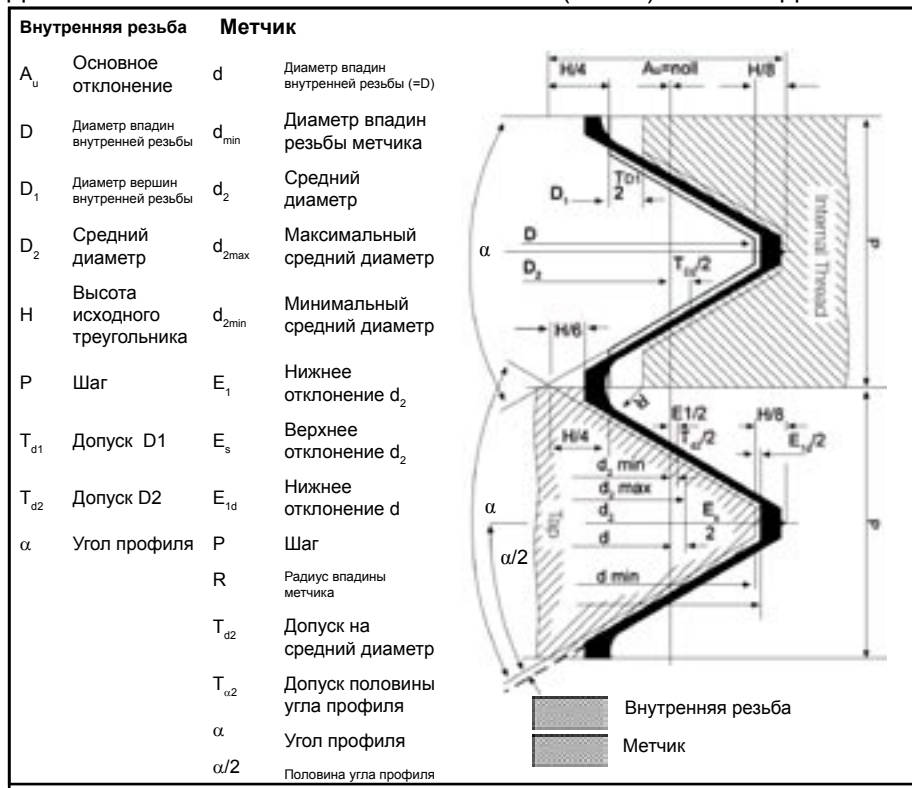
H	=	0,59588 P
H	=	0,4767 P
R	=	0,107 P



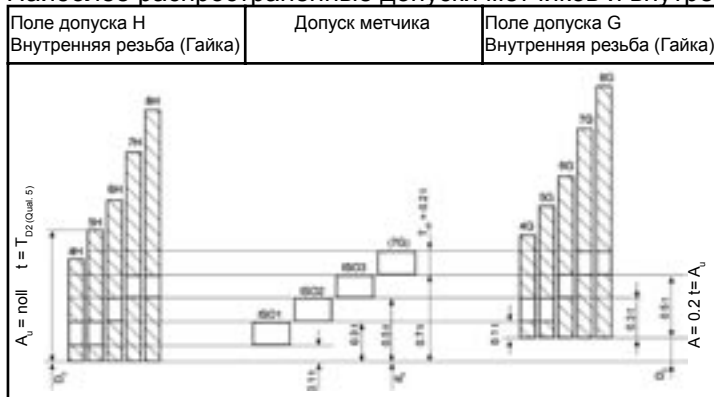
Нарезание резьбы метчиками

ДОПУСКИ

ДОПУСКИ НА МЕТРИЧЕСКУЮ 60° РЕЗЬБУ (М+UN) ПО СТАНДАРТУ ISO



Наиболее распространенные допуски метчиков и внутренних резьб



Нарезание резьбы метчиками

ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЯ ДОПУСКОВ МЕТЧИКОВ И ВНУТРЕННИХ РЕЗЬБ

Поле допуска, метчик			Поле допуска, внутренняя резьба (Гайка)					Применение
ISO	DIN	ANSI BS						
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

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.

Кроме метчиков с допусками 6H (ISO2) и 6G (ISO3), 6G и 7G, выпускаются метчики с допусками 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 наружной резьбы (пашка).

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.


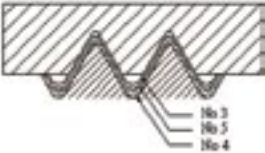
Резьба PG согласно DIN 40 430.

Нарезание резьбы метчиками

ДЛИНА ЗАБОРНОЙ ЧАСТИ И СТАНДАРТНЫЕ МЕТЧИКИ

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.

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

 Ø ≤ M10	 Ø ≥ M12
---	---

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
DIN	Номер комплекта	Номера метчиков
	No. 8	No.3 (form C) + No.4 (form A) + No.5 (form B)
	No. 9	No.3 (form C) + No.5 (form B)
ANSI	Номер комплекта	Номера метчиков
	Ручной метчик (No. 6)	Конус (No.1) + Пробка (No.2) + Плоская (No.3)

Нарезание резьбы метчиками

ДИАМЕТРЫ СВЕРЛ ДЛЯ ОТВЕРСТИЙ ПОД НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Диаметр сверла может быть
рассчитан из:

$$D = D_{\text{ном}} - P$$

D = Диаметр сверла (мм)

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

P = Шаг метчика (мм)

Метрическая резьба с крупным шагом
согл. ISO

МЕТЧИК	Макс. Внутренний	Сверло	Сверло
Шаг	Диам.	Диам.	Диам.
мм	мм	мм	Дюйм
M			
1.6	0.35	1.321	1.25 3/64
1.8	0.35	1.521	1.45 5/4
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.

Метрическая резьба с мелким шагом согл. ISO

МЕТЧИК	Макс. Внутренний	Сверло	Сверло	МЕТЧИК	Макс. Внутренний	Сверло	Сверло
Шаг	Диам.	Диам.	Диам.	Шаг	Диам.	Диам.	Диам.
мм	мм	мм	Дюйм	мм	мм	мм	Дюйм
MF				MF			
3x0.35	2.721	2.65	37	25X1	24.153	24	
3.5x0.35	3.221	3.2	1/8	25X1.5	23.676	23.5	
4x0.5	3.599	3.5	29	25x2	23.210	23	
5x0.5	4.599	4.5	16	26x1.5	24.676	24.5	
5.5x0.50	5.099	5	9	27x1.5	25.676	25.5	
6x0.75	5.378	5.3	5	27x2	25.210	25	
7x0.75	6.378	6.3	D	28x1.5	26.676	26.5	
8x0.75	7.378	7.3	9/32	28x2	26.210	26	
8x1	7.153	7	J	30x1.5	28.676	28.5	
9x1	8.153	8	O	30x2	28.210	28	
10x0.75	9.378	9.3	U	32x1.5	30.676	30.5	
10x1	9.153	9	T	32x2	30.210	30	
10x1.25	8.912	8.8	11/32	33x2	31.210	31	
11x1	10.153	10	X	35x1.5	33.676	33.5	
12x1	11.153	11	7/16	36x1.5	34.676	34.5	
12x1.25	10.912	10.8	27/64	36x2	34.210	34	
12x1.5	10.676	10.5	Z	36x3	33.252	33	
14x1	13.153	13	17/32	38x1.5	36.676	36.5	
14x1.25	12.912	12.8	1/2	39x3	36.252	36	
14x1.5	12.676	12.5	31/64	40x1.5	38.676	38.5	
15x1	14.153	14	35/64	40x2	38.210	38	
15x1.5	13.676	13.5	17/32	40x3	37.252	37	
16x1	15.153	15	19/32	42x1.5	40.676	40.5	
16x1.5	14.676	14.5	9/16	42x2	40.210	40	
18X1	17.153	17	43/64	42x3	39.252	39	
18X1.5	16.676	16.5	41/64	45x1.5	43.676	43.5	
18X2	16.210	16	5/8	45X2	43.210	43	
20X1	19.153	19	3/4	45X3	45.252	42	
20X1.5	18.676	18.5	47/64	48X1.5	46.676	46.5	
20X2	18.210	18	45/64	48X2	46.210	46	
22X1	21.153	21	53/64	48X3	45.252	45	
22X1.5	20.676	20.5	13/16	50X1.5	48.686	48.2	
22X2	20.210	20	25/32	50X2	48.210	48	
24X1	23.153	23	29/32	50X3	47.252	47	
24X1.5	22.676	22.5	7/8				
24X2	22.210	22	55/64				

Метрическая резьба с крупным шагом согл. ISO для сверл
ADX/CDX

МЕТЧИК	Шаг	Сверло	МЕТЧИК	Шаг	Сверло
М	мм	Диам. мм	М	мм	Диам. мм
4	0.70	3.40	10	1.50	8.70
5	0.80	4.30	12	1.75	10.40
6	1.00	5.10	14	2.00	12.25
8	1.25	6.90	16	2.00	14.25

Нарезание резьбы метчиками

ДИАМЕТРЫ СВЕРЛ ДЛЯ ОТВЕРСТИЙ ПОД НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Дюймовая резьба с крупным шагом согл. ISO			
МЕТЧИК	Макс. Внутренний	Сверло	Сверло
	Диам. mm	Диам. mm	Диам. Дюйм
UNC			
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	Макс. Внутренний	Сверло	Сверло
	Диам. mm	Диам. mm	Диам. Дюйм
UNF			
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

Резьба Whitworth с крупным шагом			
МЕТЧИК	Макс. Внутренний	Сверло	
	Number of t.p.i.	Диам. mm	Диам. mm
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

Цилиндрическая трубная резьба Whitworth			
МЕТЧИК	Number of t.p.i.	Макс. Внутренний Диам. mm	Сверло Диам. mm
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

Метрическая резьба с крупным шагом согл. ISO для резьбовых вставок	
МЕТЧИК	Сверло
	Диам. mm
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

Дюймовая резьба с крупным шагом согл. ISO для резьбовых вставок	
МЕТЧИК	Сверло
	Диам. mm
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 Внутренний Диам. мм	Макс. Внутренний Диам. мм	Rec. Drill Диам. мм	Rec. Drill Диам. Дюйм
NPSM				
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

Цилиндрическая американская трубная резьба "DRYSEAL"

МЕТЧИК	Min Внутренний Диам. мм	Recommended Drill Диам. мм
NPSF		
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

Коническая трубная резьба Whitworth

МЕТЧИК	Number of t.p.i.	DRILL 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	Number of t.p.i.	Сверло Диам. мм	Сверло 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	Number of t.p.i.	Сверло 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

Трубная резьба ARMOUR

МЕТЧИК	Number of t.p.i.	Макс. Внутренний Диам. мм	Сверло Диам. мм
PG			
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

Нарезание резьбы метчиками

ДИАМЕТРЫ СВЕРЛ ДЛЯ ОТВЕРСТИЙ ПОД РАСКАТЫВАНИЕ РЕЗЬБЫ СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Диаметр сверла может быть
рассчитан из:

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

D = Диаметр сверла (мм)

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

P = Шаг метчика (мм)

65 в формуле стоит для желаемой высоты
резьбы в %

Метрическая резьба с крупным шагом
согл. ISO

МЕТЧИК	Макс. Внутренний	Сверло	Сверло
М	Диам. мм	Диам. мм	Диам. Дюйм
2	1.679	1.8	
2.5	2.138	2.3	
3	2.599	2.8	35
3.5	3.010	3.2	30
4	3.422	3.7	
5	4.334	4.6	14
6	5.153	5.5	7/32
8	6.912	7.4	
10	8.676	9.3	
12	10.441	11.2	7/16
14	12.210	13.0	
16	14.210	15.0	

Метрическая резьба с мелким шагом
согл. ISO

МЕТЧИК	Макс. Внутренний	Сверло	Сверло
MF	Диам. мм	Диам. мм	Диам. Дюйм
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	

Дюймовая резьба с крупным шагом
согл. ISO

МЕТЧИК	Макс. Внутренний	Сверло	Сверло
UNC	Диам. мм	Диам. мм	Диам. 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 мелким шагом
согл. ISO

МЕТЧИК	Макс. Внутренний	Сверло	Сверло
UNF	Диам. мм	Диам. мм	Диам. 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 No. 5	M3		
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	1/4	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 1/4	Rc 1/4
8,00	6,30	M11	7/16			
9,00	7,10	M12	1/2			
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 M20	11/16 3/4	M18 M20		
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 M30	1 1/8	M27 M30	G 3/4	Rc 3/4
22,40	18,00	M33	1 1/4		G 7/8	Rc 7/8
25,00	20,00	M36	1 3/8		G 1"	Rc 1"
28,00	22,40	M39 M42	1 1/2			

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 DIN 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	
7,00	5,50	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



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

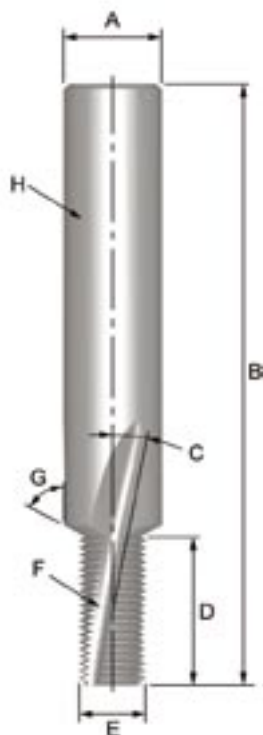
Проблема	Причина	Способ устранения
Увеличенный размер резьбового отверстия	Неправильный допуск	Выбрать метчик с меньшим полем допуска
	Неправильное значение осевой подачи	Снизить подачу на 5-10% или увеличить жесткость пружины в резьбонарезном патроне
	Для данной операции неправильно выбран тип метчика	Использовать метчик со спиральной подточкой для сквозного отверстия 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 резьбонарезной патрон и позиционирование относительно отверстия
	Недостаточный подвод СОЖ	Улучшить смазочно-охлаждающую среду для предотвращения наростообразования. См. раздел "Смазочно-охлаждающая среда"
Уменьшенный размер резьбового отверстия	Недостаточная скорость метчика	Следуйте рекомендациям в каталоге / Product Selector
	Для данной операции неправильно выбран тип метчика	Использовать метчик со спиральной подточкой для сквозного отверстия 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
Выкрашивания	Материал сужается после нарезания резьбы	См. рекомендации в каталоге Dormer или Product Selector для правильного выбора инструмента
	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 сквозного отверстия, 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
	Наклепанная поверхность	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 несовпадение.
	Диаметр отверстия под резьбу слишком мал	Увеличить диаметр сверла до максимального значения. См. таблицы с рекомендациями

Нарезание резьбы метчиками

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 резбонарезания
	Слишком высокая скорость метчика	Снизить скорость метчика. Следовать рекомендациям в каталоге/Product Selector.
	Наклепанная поверхность	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 резбонарезной патрон с предохранительной муфтой
	Материал сужается после нарезания резьбы	См. рекомендации в каталоге Dormer или Product Selector для правильного выбора инструмента
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 в режущей кромке. См. раздел "Смазочно-охлаждающая среда"
	Слишком высокая скорость метчика	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 невозможно	См. раздел рекомендаций по покрытиям
	Слишком низкая скорость метчика	Следуйте рекомендациям каталога Dormer или Product Selector

Резьбофрезерование

Основные элементы резьбофрезы



- 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



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

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. Используйте соответствующий раздел Product Selector для выбора оптимальных резьбофрезы, режимов резания и программы для станка с ЧПУ. Программа ЧПУ может быть составлена для наиболее распространенных систем, включая DIN66025(ISO коды), Heidenhain, Fanuc и Siemens.
2. Следуйте рекомендациям Dormer при выборе размера сверла для предварительного рассверливания отверстия под резьбу, как и при нарезании резьбы обычным метчиком.
3. Для более удобной настройки на допуск резьбы всегда используйте программу с коррекцией радиуса. Начальное значение коррекции Rprg нанесено на фрезу. Рекомендации по величине Rprg можно получить и в Product Selector, если указать допуск.
4. 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.
5. При обработке без СОЖ желательно использовать сжатый воздух для удаления стружки из отверстия.
6. Обработку резьбы в труднообрабатываемых материалах необходимо разделять на 2 или 3 прохода. Product Selector позволяет выбрать величину прохода, равную половине или трети профиля (2 или 3 прохода), при генерации программы ЧПУ.

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.
- Большой стойкости инструмента.
- Возможности обработки различных материалов.
- Универсальности, 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.
- Возможности обработки без СОЖ.
- Возможности обработки фаски при фрезеровании метрических резьб.
- При этом качество фрезерованных конических резьб существенно выше, чем нарезанных метчиком.

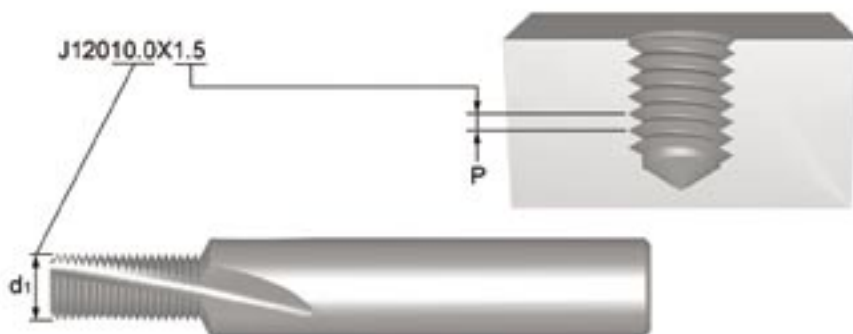
Резьбофрезерование

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 и 1.5 диаметрами для метрической резьбы с мелким шагом и дюймовой резьбы G.
- Возможна переточка резьбофрезы по передней поверхности.

ВЫБОР ИНСТРУМЕНТА

Все резьбофрезы имеют код, основанный на их типе, диаметре (d_1) и шаге (P). Код продукции используется при ее заказе. Для правильного выбора всегда следуйте рекомендациям каталога и Product Selector.

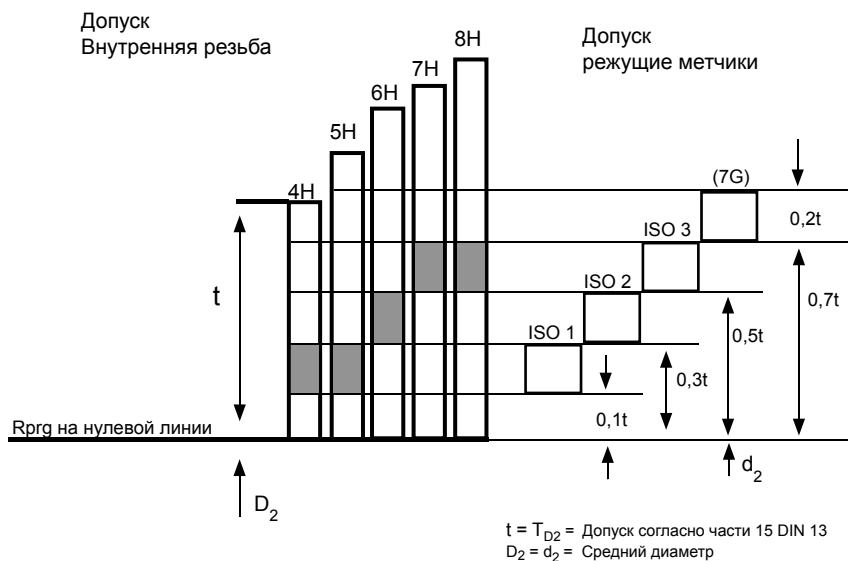


Эта резьбофреза может быть использована для фрезерования резьб ³ M12x1.5 (M14x1.5, M16x1.5 и т.д.)

ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ПАРАМЕТРОМ RPRG

Для более удобной настройки допусков всегда используйте программу с коррекцией радиуса. Значение Rprg нанесено на фрезу и обычно вносится в память при привязке инструмента. Значение Rprg является начальным для новых фрез.

Значение Rprg основано на теоретической нулевой линии резьбы. Это означает, что при фрезеровании с указанным значением Rprg обрабатываемая резьба никогда не выйдет за пределы допуска, обычно она получается несколько меньше. Для получения требуемого допуска необходимо ввести дополнительную коррекцию. Для проверки используйте калибр. При использовании для подготовки программы ЧПУ Product Selector величина дополнительной коррекции Rprg будет указана в рекомендациях. Помните, что меньшее значение параметра Rprg дает большее значение номинального диаметра резьбы.



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	Разделите 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	Разделите операцию на 2 или 3 прохода
		Снизить подачу

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

Программирование ЧПУ:

“Не могу найти в Product Selector язык программирования моего станка ЧПУ.”

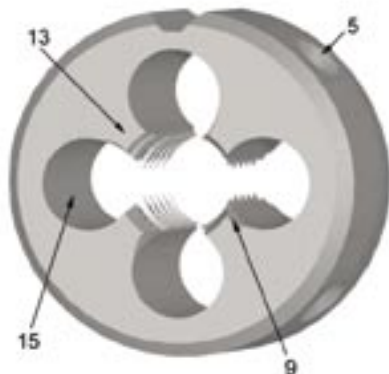
– Многие системы с ЧПУ могут быть переведены в режим ISO/DIN кодов при выполнении резьбофрезерования. См. руководство по эксплуатации станка.

“Я впервые использую резьбофрезерование, и при контроле траектории без детали оно выглядит так, что фрезеруется резьба слишком большого диаметра”

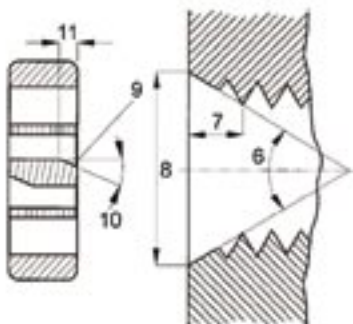
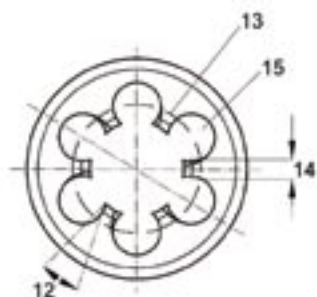
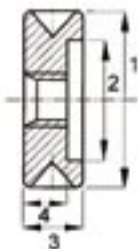
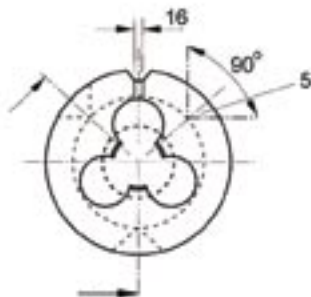
- Система ЧПУ обрабатывает перемещение по контуру не центром фрезы (M41), а его периферией. Проверьте правильность величины Rprg и размера инструмента в его описании в программе ЧПУ.

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



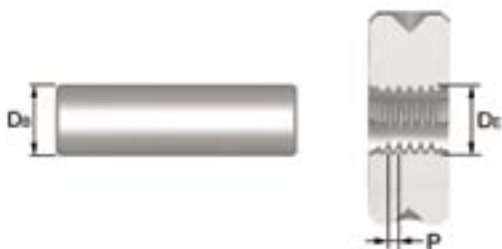
Нарезание резьбы плашками

Общие указания по нарезанию резьбы плашками

1. Перед нарезанием резьбы плашкой на заготовке должна быть обработана фаска 45 градусов для предотвращения ударной нагрузки режущих кромок при врезании. Убедитесь в том, что плашка расположена перпендикулярно к оси заготовки.
2. Используйте большие допуски на наружный диаметр резьбы для уменьшения диаметра 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. Они имеют более

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ

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



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

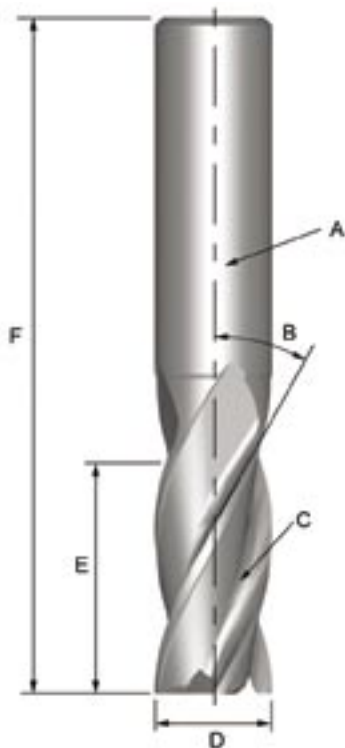
Нарезание резьбы плашками

Возможные трудности при нарезании резьбы плашками и способы их устранения

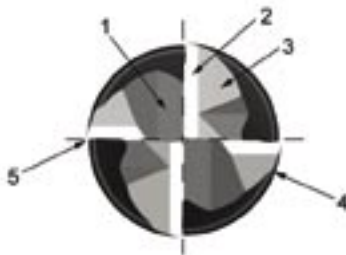
Проблема	Причина	Способ устранения
Выход за пределы допуска, в большую или меньшую сторону	Несовпадение осей плашки и заготовки	Проверьте и отрегулируйте соосность, очистите от загрязнений
	Неправильное значение осевой подачи	Проверьте значение осевой подачи и ее выполнение станком
Плохое качество поверхности	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	Уменьшить 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	Уменьшить 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	Уменьшить до необходимого значения
	Скорость резания слишком мала	Следуйте рекомендациям каталога

Фрезерование

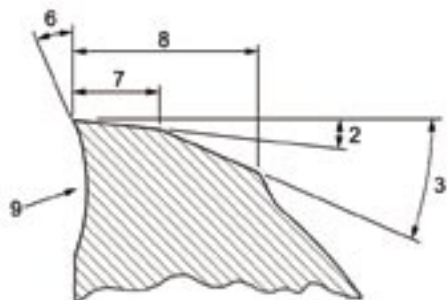
Основные элементы фрезы



- 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

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ФРЕЗЕРОВАНИЮ

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

ТИПЫ ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА

Три основных типа показаны ниже: (А) цилиндрическое фрезерование, (В) торцевое фрезерование и (С) фрезерование концевыми фрезами.



В 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 в шпинделе станка так, чтобы ось вращения была перпендикулярна обрабатываемой поверхности. Обработка поверхности достигается за счет действия режущих лезвий, 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 зубья расположены на торце и периферии инструмента.

Фрезерование

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ И ТОРЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ

Торцово-цилиндрические фрезы	Трехсторонние фрезы	Одно- и двухугловые фрезы	
			
Имеют периферийные режущие зубья и режущие зубья, расположенные на одном из торцов. Для надежного закрепления в шпинделе станка имеется шпоночный паз.	Режущие зубья расположены на обоих торцах и периферии. Они разделены таким образом, что каждый зуб обрабатывает одну боковую стенку и дно паза. Это позволяет обрабатывать глубокие пазы в сложных условиях.	У угловых фрез периферийные зубья расположены на конической, а не на цилиндрической поверхности. Фрезы могут быть одноугловыми или двухугловыми.	

КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ

Концевые фрезы с плоским торцом	Концевые фрезы со сферическим концом	Концевые фрезы с радиусными уголками	Микрофрезы
			
Торцевые и периферийные зубья этой концевой фрезы образуют прямой угол на торце.	Данная концевая фреза имеет форму полусферы.	У этой концевой фрезы на уголках выполнены радиуса.	Концевые фрезы с диаметром режущей части до 1 мм.

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. обеспечения 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.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ

Концевые фрезы подразделяются на:

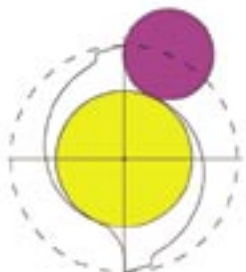
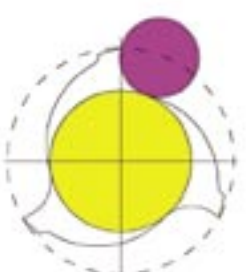
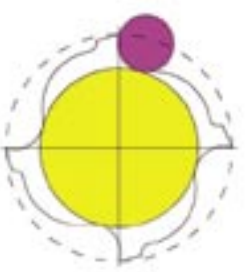
С возможностью засверливания	Без возможности засверливания
	
<p>Позволяют сверлить и фрезеровать осевыми врезаниями.</p> <p>Два режущих зуба перекрывают центр при четном числе зубьев (2-4-6 и т.д.). Один зуб при нечетном числе (3-5 и т.д.).</p>	<p>Используются только для фрезерования по контуру и обработки стенок пазов.</p> <p>Позволяют переточку в центрах.</p>

Фрезерование

ПАРАМЕТРЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ - ВЫБОР КОЛИЧЕСТВА ЗУБЬЕВ

Количество режущих зубьев определяется, исходя из:

- Обрабатываемого материала
- Размеров детали
- Условий фрезерования

2 режущих зуба	3 режущих зуба	4 режущих зуба (многозубая)
		
<p>прочность на изгиб ← Низкая ————— Высокая →</p>		
<p>Пространство для стружки ← Большое ————— Маленькое →</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • Большое пространство для размещения стружки. • Легкое удаление стружки. • Хорошо для обработки пазов. • Хорошо для тяжелых условий фрезерования. • Меньшая жесткость вследствие меньшей площади сечения. • Низкое качество поверхности. 	<ul style="list-style-type: none"> • Пространство для размещения стружки такое же, как и у двузубой. • Большая площадь сечения - более высокая жесткость, чем у двузубой. • Лучшее качество поверхности 	<ul style="list-style-type: none"> • Высокая жесткость • Большая площадь сечения - малое пространство для размещения стружки. • Дает самое лучшее качество поверхности. • Рекомендуется для обработки по контуру, фрезерования стенок и неглубоких канавок.

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.

Также DIN 1836 определяет следующие типы стружкоделяющей геометрии:

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

Dormer 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
- Коэффициент удаления 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.

КОЭФФИЦИЕНТ УДАЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА (Q)

Мы можем рассчитать коэффициент удаления 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. Степень завершенности детали существенно влияет на этот параметр.

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

Q = (см³/мин)

a_e = ширина фрезерования (мм)

a_p = глубина фрезерования (мм) v_f = минутная подача (мм/мин)

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Коэффициент удаления материала и область применения фрезы сильно связаны между собой. Для каждой из областей применения мы имеем различные коэффициенты удаления материала, возрастающие с увеличением ширины фрезерования. В последнем каталоге Dormer различные области применения обозначаются простыми символами, характеризующими область применения.

Фрезерование стенок	Торцевое фрезерование	Фрезерование пазов	Фрезерование осевыми врезаниями	Фрезерование с врезанием под углом
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 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).



Обработка шпоночных пазов с допуском P9

Важно подчеркнуть возможность фрезерования шпоночных пазов с допуском P9 (см. таблицу на стр.29). Наши фрезы, обладающие такой возможностью, обозначены значком P9.

ВСТРЕЧНОЕ И ПОПУТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Фрезерование может быть встречным или попутным.



Встречное фрезерование



Попутное фрезерование

ВСТРЕЧНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

При встречном фрезеровании, также называемом фрезерованием “против подачи”, стружка имеет максимальную толщину в конце реза. Направление движения подачи противоположно вращению инструмента.

За:

- Нагрузка во время врезание 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.

Фрезерование

ПОПУТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

При попутном фрезеровании, также называемом фрезерованием “по подаче”, стружка имеет максимальную толщину в начале реза. 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 - что упрощает и удешевляет конструкцию приспособления.

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.

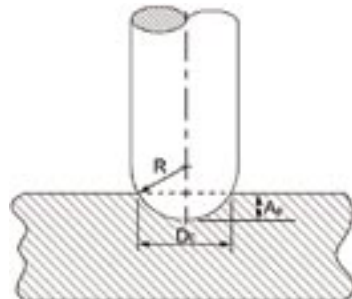
КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Фрезы со сферическим концом, также называемые шаровыми, имеют торцевую поверхность в виде полусферы. Они широко применяются при обработке штампов и пресс-форм, деталей со сложными поверхностями в 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 закругления фрезы и глубины резания.

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

D_E = Эффективный диаметр
 R = Радиус закругления фрезы
 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:

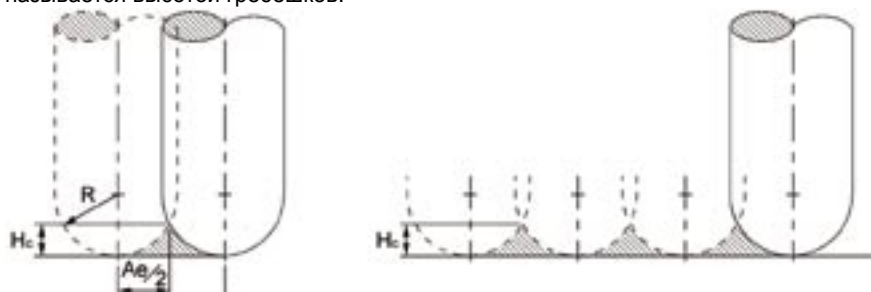
$$V_c = \frac{\pi * D_E * n}{1000}$$

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.



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 вершины фрезы

Ae = Шаг перемещения между двумя последовательными проходами

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

H_c (μm)	0,2	0,4	0,7	1,25	2,2	4	8	12,5	25	32	50	63	100
R_A (μm)	0,03	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	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

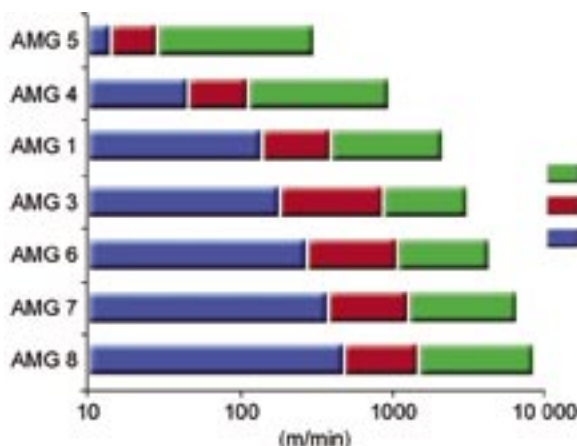
Следующее правило может быть использовано для расчета глубины резания при фрезеровании закаленных сталей.

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 скорости, обычно используемые для обработки данных материалов.

A = HSM диапазон, B = переходный диапазон, C = нормальный диапазон



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

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

ПРЕИМУЩЕСТВА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

<ul style="list-style-type: none"> • Повышение коэффициента использования станка • Повышение качества деталей • Снижение времени на обработку • Уменьшение количества персонала • Снижение затрат • Низкая температура инструмента • Минимальный износ инструмента на высоких скоростях • Использование меньшего количества инструмента 	<ul style="list-style-type: none"> • Низкие усилия резания (вследствие уменьшения стружки) • Снижение требований по мощности и жесткости • Меньшие деформации инструмента • Улучшение точности и качества обработки • Возможность обработки тонких перегородок • 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
$v_{f\text{prog}} = v_f * \frac{R2 - R}{R2}$	$v_{f\text{prog}} = v_f * \frac{R2 + R}{R2}$
<p>A = Обрабатываемый контур на детали B = Перемещение центра фрезы R = Радиус фрезы R1 = Радиус перемещения фрезы R2 = Обрабатываемый радиус на детали</p>	

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

ПОДАЧА ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ВРЕЗАНИЕМ ПОД УГЛОМ

Рекомендации по максимальному углу врезания (α) для твердосплавных концевых фрез.

Количество зубьев концевой фрезы	2	3	≥ 4
Для стали и чугуна	≤ 15	≤ 10	≤ 5
Для алюминиевых и медных сплавов, пластиков	≤ 30	≤ 20	≤ 10
Для закаленной стали	≤ 4	≤ 3	≤ 2



Фрезерование

ВИНТОВАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

Рекомендуемые параметры винтовой интерполяции для различных материалов.

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

$$D_{b\max} = 2 * (D - R)$$

$D_{b\max}$ = Максимально возможный диаметр отверстия

D = Диаметр фрезы

R = Радиус уголка фрезы

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



ФРЕЗЕРОВАНИЕ ОСЕВЫМИ ВРЕЗАНИЯМИ

В 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
	Длина режущего зуба или общая длина слишком велика	Утопить дальше хвостовик в патроне, использовать более короткие фрезы
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
	Слишком высокая подача	Снизить подачу
Выкрашивание	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
	Слишком прочный обрабатываемый материал	См. рекомендации по выбору инструмента в каталоге или Product Selector
Низкая стойкость	Неправильно выбран передний угол и величина затылования	Выбрать инструмент с правильным передним углом
	Трение инструмент/заготовка	Использовать фрезу с покрытием
	Слишком высокая подача	Снизить величину подачи до рекомендуемых значений
Плохое качество обработанной поверхности	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
	Изгиб инструмента	Выбрать инструмент с меньшей длиной/ утопить хвостовик дальше в патрон
Неточность детали	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
	Слишком высокие величины скорости и подачи	Выбрать инструмент с меньшей длиной/ закрепить инструмент ближе к зоне обработки
Вибрации	Длина режущего зуба или общая длина 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

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОТРЕЗКЕ

Dormer 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.

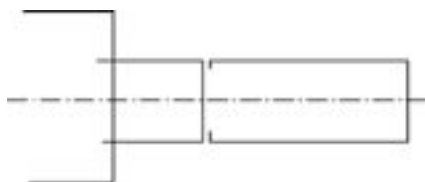
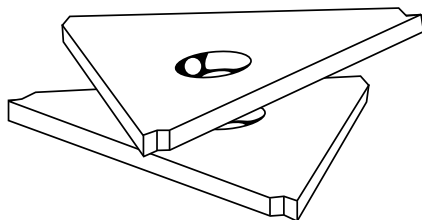
Боковые стороны пластин затылованы и обеспечивают достаточный задний угол, как в осевом, так и в радиальном направлении.

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

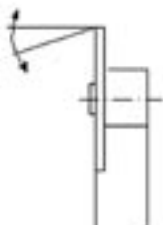
Сменные пластины двух размеров

Режущие пластины выпускаются двух размеров, с прямой режущей кромкой и с углами в плане 8° и 15° 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.



угол в плане



прямой



правый отрезной резец

правое исполнение



левое исполнение



левый отрезной резец

Станочная оснастка

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНОЧНОЙ ОСНАСТКЕ

ВВЕДЕНИЕ

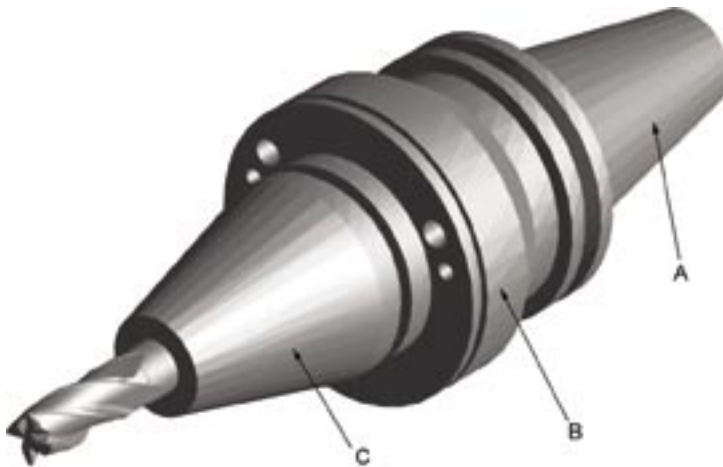
Для определения качества станочной оснастки сначала необходимо понимание ее функции. Станочной оснасткой является:

Устройство, работающее как сменный интерфейс между шпинделем станка и режущим инструментом без потери эффективности.

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 от патрона к патрону.
4. **Сбалансированность** – патроны должны иметь ту же степень балансировки, что и шпиндель станка, в котором будут установлены.

Как видите, можно выделить в оснастке следующие части: присоединительную часть к шпинделю (**конус, А**), **балансировочный элемент (В)** и часть для закрепления инструмента (**механизм закрепления, С**).



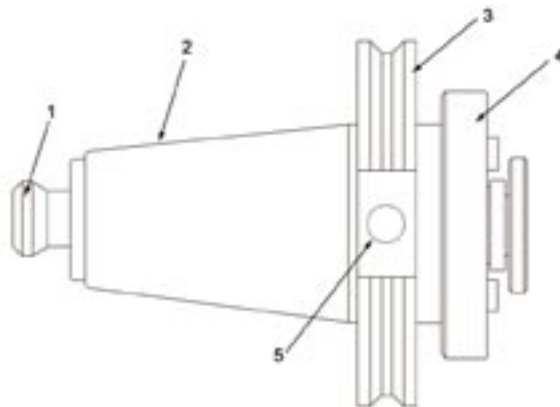
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ БАЗОВЫХ ДЕРЖАТЕЛЕЙ

- **Стандартный конус 7:24** (CAT, BT, TC, ISO)
- **HSK**. Для более подробной информации см. раздел HSM (Высокоскоростная обработка)
- **Плавающие патроны** (только для резьбонарезания и развертывания)
- **Другие** (конус Морзе, хвостовик автомобильной промышленности, цилиндрический 1835 A, цилиндрический B+E, 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 штревели или штревелиного болта. В станках с ЧПУ чаще используются штревелиные болты, позволяющие выполнять автоматическую смену инструмента.

Патрон состоит из пяти основных частей (см. рисунок ниже):

1. Штревелиный болт
2. Конический хвостовик
3. Фланец
4. Посадочное место для установки и закрепления инструмента
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. В станках большего размера используются хвостовики большего размера. Конус хвостовика имеет конусность 3.5 дюйма/фут (или конусность 7:24).

Соответствие размера конуса размерам станка

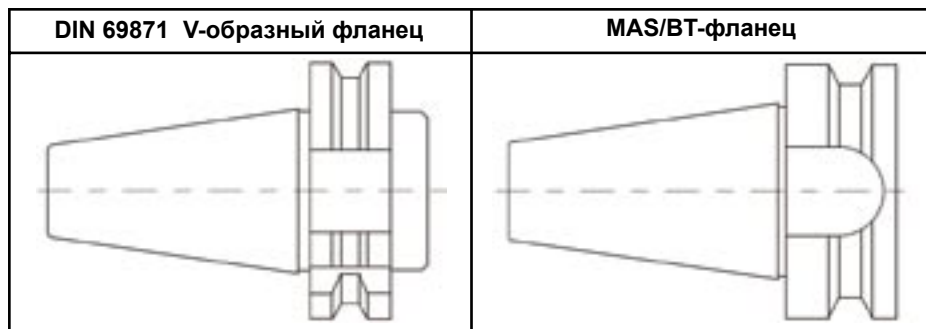
- #60 Очень большие станки
- #50 Станки среднего размера
- #40 Станки небольших размеров
- #30 Очень маленькие станки

Станочная оснастка

ТИП ФЛАНЦА

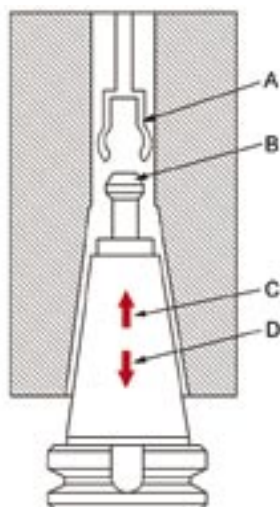
Фланец предназначен для захвата державки манипулятором при автоматической смене патрона в шпинделе станка. Наиболее широко распространены два типа фланцев: V-образный фланец и BT-фланец.

Патроны с BT-фланцем имеют метрическую резьбу для штревольного 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.



ШТРЕВЕЛЬНЫЙ БОЛТ

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






- A Механизм закрепления
- B Штревольный болт
- C Закрепление
- D Раскрепление

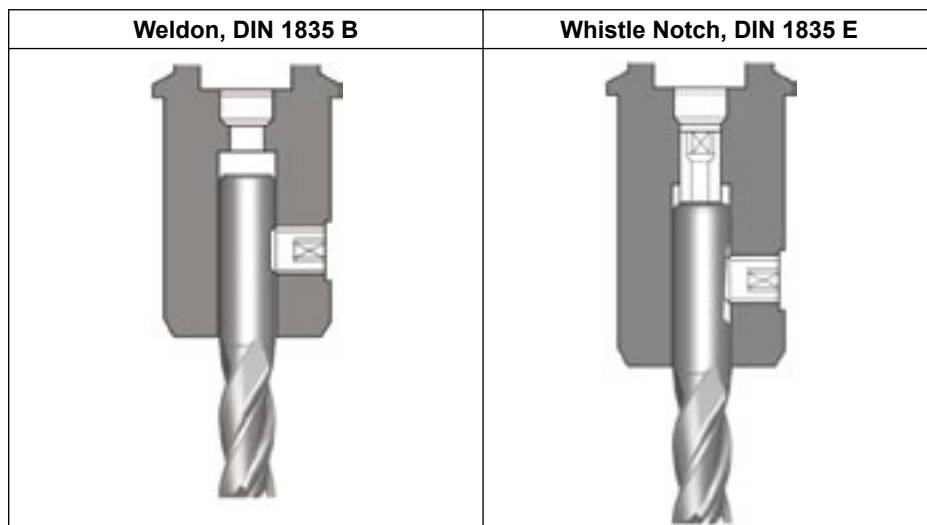
СПОСОБЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА

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	Гидропластовый патрон	Термозажимной патрон
		
<p>Металлическая цанга с хвостовиком инструмента затягивается гайкой в патрон.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>

Станочная оснастка



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	Гидропластовый	Термозажимной
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)
Биение	Примерно 25 мкм для качественных патронов и цанг	Около 10 мкм	Около 5 мкм	Около 4 мкм
Жесткость	Хорошая	Очень хорошая	Прекрасная	Превосходная

Характеристики	Цанговый	Weldon Whistle Notch	Гидропластовый	Термозажимной
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 при изготовлении 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	Низкая - точность зависит от оператора	Хорошая	Улучшенная - точность постоянная, но механизм закрепления легко повреждается	Высокая - могут использоваться низко квалифицированными операторами
Стоимость	Нормальная	Нормальная	Более высокая	Патроны относительно дешевы, но специальная установка требует больших начальных капиталовложений

Станочная оснастка

ТРЕБОВАНИЯ К БАЛАНСРОВКЕ СИСТЕМЫ ИНСТРУМЕНТ / БАЗОВЫЙ ДЕРЖАТЕЛЬ

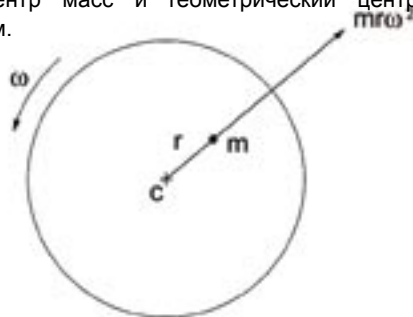
Дисбаланс появляется в случае, когда центр масс и геометрический центр вращающегося тела не совпадают друг с другом.

Величина дисбаланса выражается как

$$U = m * r$$

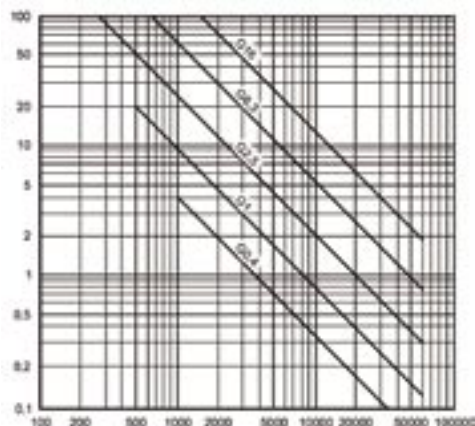
$$e = \frac{U}{M} = \frac{m * r}{M}$$

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



Величина	Обозначение	Единица измерения
Удельный допускаемый дисбаланс	e	gmm/Kg
Класс балансировки	G	mm/s
Неуравновешенная масса	m	g
Постоянная угловая скорость	ω	rad/s
Масса вращающегося тела	M	Kg
Расстояние от несбалансированной массы до оси вращения	r	mm
Суммарный допускаемый дисбаланс	U	gmm
Частота вращения	n	rpm

КЛАСС БАЛАНСИРОВКИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПО СТАНДАРТИЗОВАННЫМ ТАБЛИЦАМ
Класс балансировки (наклонные линии на диаграмме ниже) устанавливает связь между максимальной частотой вращения (ось X) и величиной допускаемого дисбаланса (ось Y).



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

Классы балансировки отстоят друг от друга в 2.5 раза.

$0,4 \times 2,5 = 1$ $1 \times 2,5 = 2,5$ $2,5 \times 2,5 = 6,25$ $6,25 \times 2,5 = 15,625$.

Требования к балансировке содержатся в ряде стандартов.

В стандарте ISO 1940-1:2003 приведены требования к вращающимся телам при неподвижном закреплении. Он определяет допускаемые 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 машин и максимальных частот вращения. Эти рекомендации основаны на имеющемся мировом опыте.

ISO 1940-1:2003 также описывает действия изготовителя и потребителя машин с вращающимися частями 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.

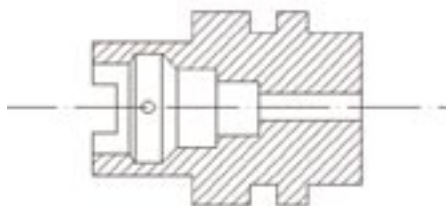
Станочная оснастка

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").

Вообще 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
- Подвод СОЖ через центр
- Шпоночные пазы на конце конуса HSK
- Все хвостовики типа А выполняются с боковыми отверстиями для ручной смены инструмента, они могут быть использованы как хвостовики типа С.

DIN 69893-2. ХВОСТОВИК HSK С 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 С 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 С 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 A и C
 - DIN 69063-2. Присоединительные размеры шпинделя для хвостовиков HSK, Тип B 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

РЕЗЬБОНАРЕЗНЫЕ ПАТРОНЫ

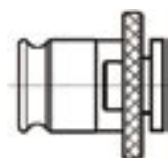
Обычно при помощи резьбонарезного патрона решаются следующие проблемы:

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

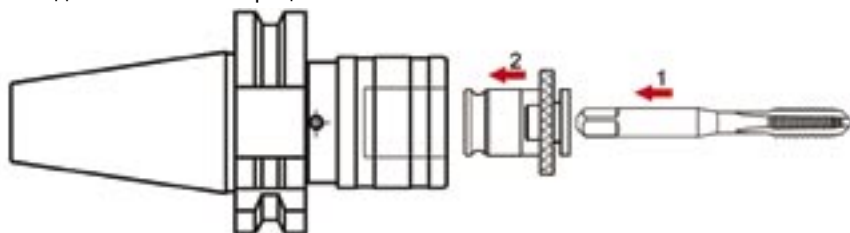
Таким образом, существуют различные устройства, выполняющие эти задачи.

БЫСТРОСМЕННАЯ РЕЗЬБОНАРЕЗНАЯ ОСНАСТКА

• Вставка для метчика без предохранительной муфты

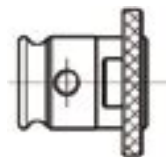


Последовательность операций

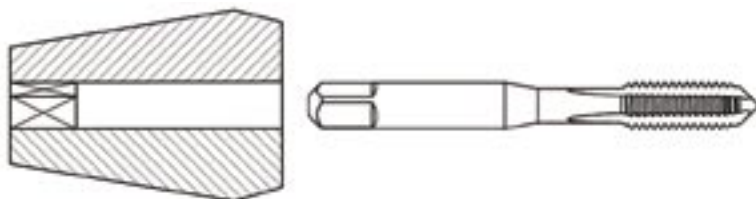


1. Вставьте метчик во вставку
2. Установите вставку с метчиком в ответную часть резьбового патрона

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



• Вставка для метчика с внутренним квадратом



РЕЗЬБОНАРЕЗНЫЕ ПАТРОНЫ

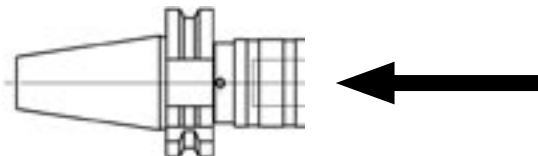
Процесс резьбонарезания это сложный баланс между вращением и осевым перемещением инструмента. Иногда необходимо ограничивать осевое перемещение инструмента.

При плохом контроле за осевым перемещением заборные или направляющие витки метчика могут подрезать витки нарезаемой резьбы, приводя к получению прослабленной и выходящей за пределы допуска резьбы.

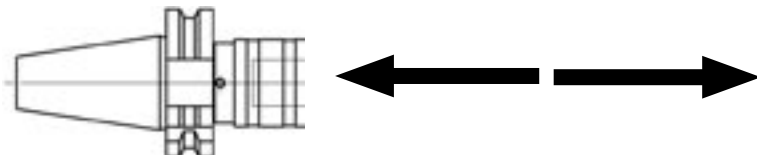
Растяжение – возможность свободного перемещения по оси вперед, позволяющая метчику “самозатягиваться” в обрабатываемое отверстие независимо от осевого перемещения шпинделя станка.



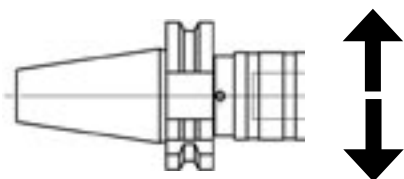
Сжатие - возможность свободного перемещения по оси назад, работающая как подушка и позволяющая метчику резать на своей собственной подаче, независимой от осевой подачи шпинделя станка.



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.

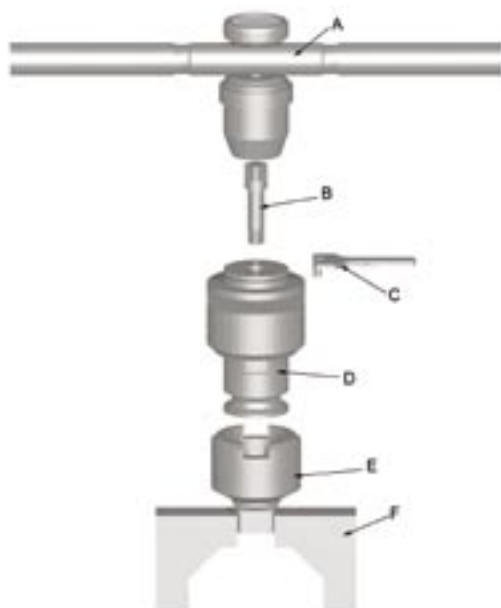
Размер резьбы	Настроенный момент (Nm)
M3	0,50
M3,5	0,8
M4	1,20
M4,5	1,60
M5	2,0
M6	4,0
M8	8,0
M10	16,0
M12	22,0
M14	36,0

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

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

РАСЧЕТ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА

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

M_d = Момент
 P = Шаг

D = Номинальный диаметр в мм
 K_c = Удельное усилие резания

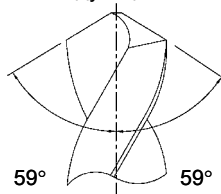
Значение момента, полученное по данной формуле, верно для новых метчиков. Метчики с износом создают приблизительно вдвое больший крутящий момент. При использовании бесстружечных метчиков полученное значение должно быть увеличено в 1.8 раза.

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

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. Начальный задний угол
4. Задний угол



Стандартная заточка с углом при вершине 118°

Обычные сверла изготавливаются с углом при вершине 118°. Такая геометрия является наиболее универсальной.

Если начальный задний угол затачивается правильно, постепенно увеличиваясь к центру сверла и образуя угол поперечной режущей кромки равный примерно 130°, то правильное значение заднего угла будет получено по всей длине главной режущей кромки.

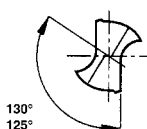
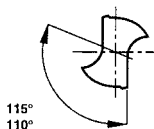
Диаметр сверла, мм	Начальный задний угол на периферии
до 1 включительно	21° - 27°
От 1 до 6	12° - 18°
От 6 до 10	10° - 14°
От 10 до 18	8° - 12°
Свыше 18	6° - 12°

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

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° или 135°) и угол поперечной режущей кромки 110°-115°.
- Используя кромку круга, шлифовать дополнительную заднюю поверхность (обычно под углом 35°- 45° к оси сверла) для получения поперечной режущей кромки, оставляя от 0.1 до 0.25 мм начальной режущей кромки.



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

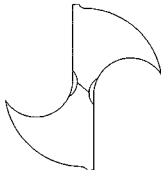
Угол поперечной режущей кромки Угол подточки

ПОДТОЧКА ПЕРЕМЫЧКИ, DIN 1412 ТИП А

Вообще говоря, сверла конструируются таким образом, что толщина перемычки 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

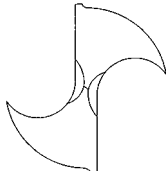
увеличивается и ее нужно подтачивать. Если этого не делать, то существенно возрастает осевая сила. Получаемые таким сверлом отверстия могут иметь неправильную форму или выходить за пределы допуска, так как сверло перестает самоцентрироваться. Подточку перемычки по возможности следует выполнять на специальном 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.

Правильная подточка перемычки



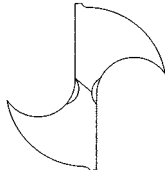
Обратите внимание, как равномерно выполнена подточка в стружечных канавках. Одинаковое количество металла удалено с каждой стороны и поперечная режущая кромка не уменьшилась слишком сильно.

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.

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

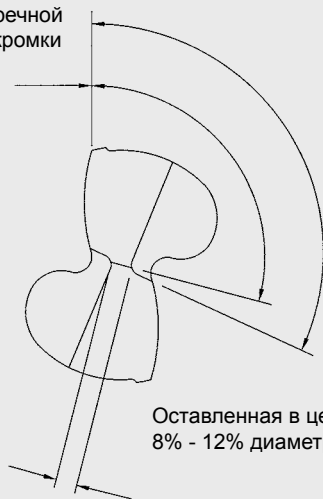
СВЕРЛА

СВЕРЛА ДЛЯ ТЯЖЕЛОЙ ОБРАБОТКИ // PFH

ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕТОЧКИ ВЕРШИНЫ

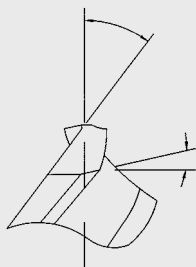
Угол поперечной
режущей кромки
 105°
 $\pm 3^{\circ}$

Дополнительный
угол поперечной
режущей кромки
 115°
 $\pm 3^{\circ}$



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

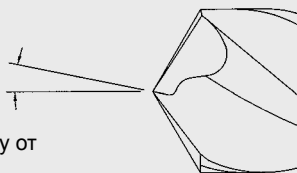
ПАРАМЕТРЫ ПОДТОЧКИ ПЕРЕМЫЧКИ



Дополнительный задний
угол к оси
 $35^{\circ} \pm 3^{\circ}$

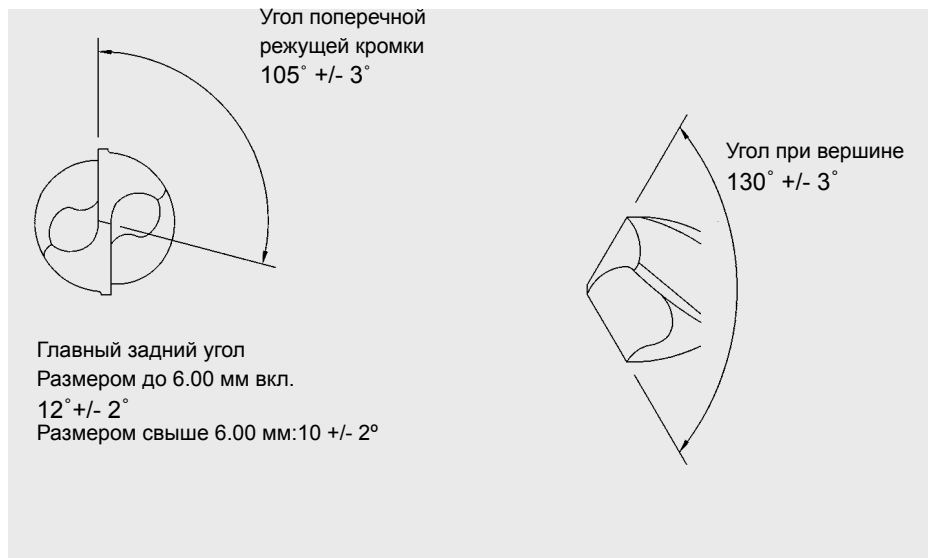
Главный задний угол
Свыше 0.99-2.50 вкл.: $16^{\circ} \pm 3^{\circ}$
Свыше 2.50-6.00 вкл.: $12^{\circ} \pm 2^{\circ}$
Свыше 6.00-12.00 вкл.: $10^{\circ} \pm 2^{\circ}$

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

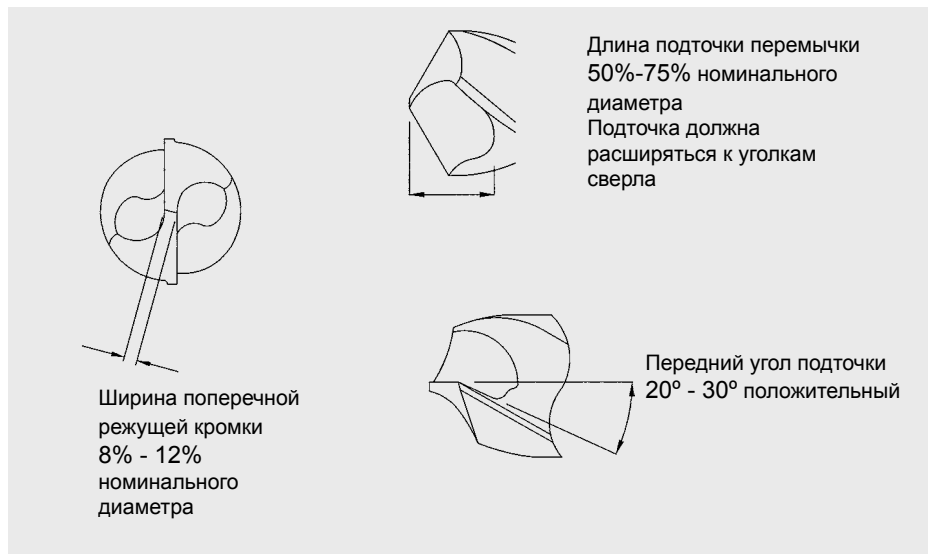


СВЕРЛА СВЕРХДЛИННОЙ СЕРИИ // PFX

ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕТОЧКИ ВЕРШИНЫ



ПАРАМЕТРЫ ПОДТОЧКИ ПЕРЕМЫЧКИ



Переточка

СВЕРЛА

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

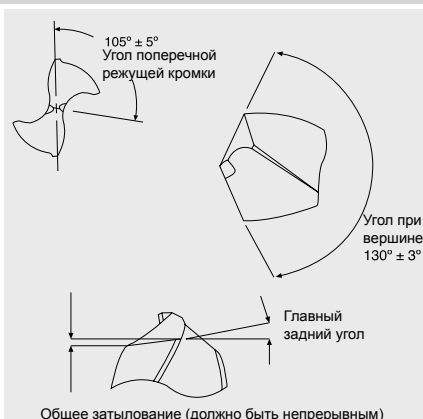
Главный задний угол

Размер	3.0 - 6.0 inc.	11° - 15°
Свыше	6.0 - 10.0 inc.	10° - 14°
Свыше	10.0 - 13.0 inc.	8° - 12°
Свыше	13.0 - 14.0 inc.	6° - 10°

Общее затылование (мм)

(должно быть непрерывным)

Размер	3.0	0.20 - 0.40
Свыше	3.0 - 4.0 inc.	0.25 - 0.45
Свыше	4.0 - 6.0 inc.	0.25 - 0.50
Свыше	6.0 - 8.0 inc.	0.30 - 0.55
Свыше	8.0 - 10.0 inc.	0.35 - 0.60
Свыше	10.0 - 13.0 inc.	0.40 - 0.80
Свыше	13.0 - 14.0 inc.	0.50 - 1.20



A551 // A552 // A553 // A554

Погрешность положения поперечной кромки

0.05 TIV, MAX (мм)

Погрешность по высоте

главных режущих кромок (мм)

Размер	5.0 - 13.0 inc.	0.025 Max
Свыше	13.0 - 20.0 inc.	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 inc.	11° - 15°
Свыше	6.0 - 10.0 inc.	10° - 14°
Свыше	10.0 - 13.0 inc.	8° - 12°
Свыше	13.0 - 30.0 inc.	6° - 10°

Общее затылование (мм)

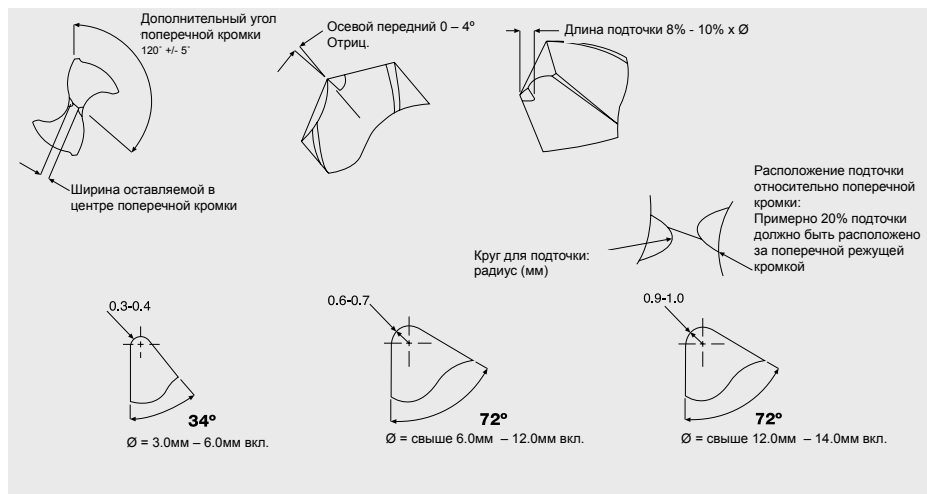
(должно быть непрерывным)

Размер	5.0 - 8.0 inc.	0.20 - 0.45
Свыше	8.0 - 10.0 inc.	0.25 - 0.45
Свыше	10.0 - 13.0 inc.	0.40 - 0.60
Свыше	13.0 - 20.0 inc.	0.50 - 0.70
Свыше	20.0 - 30.0 inc.	0.70 - 1.10

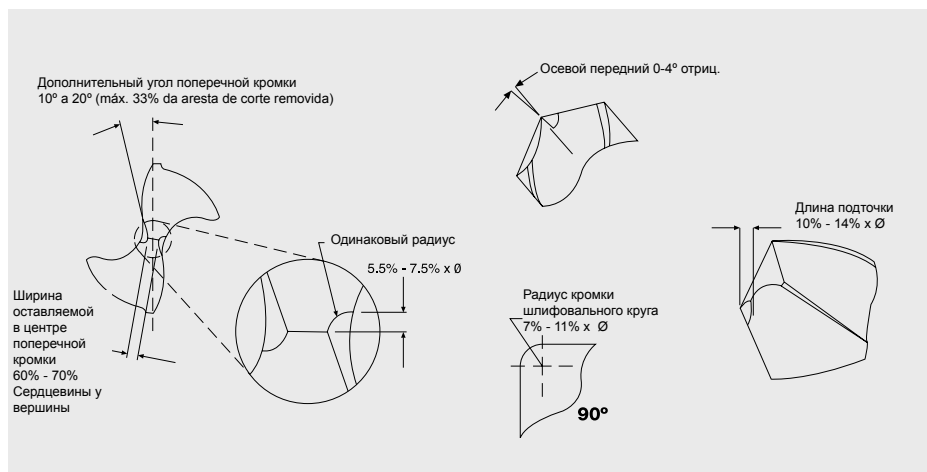


Информация о подточке перемычки

A510 // A520



A551 // A552 // A553 // A554



Переточка

ИНФОРМАЦИЯ О ПЕРЕТОЧКЕ СВЕРЛ СЕРИИ CDX

Рекомендации

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 <0.025мм.

•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°.
2. Настроить на вспомогательный задний угол 17-25°.
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°.
5. Перетачивать до тех пор, пока пересечение главной и вспомогательной задних поверхностей по центру сверла не образует угол поперечной режущей кромки величиной 102-110°.

Угол при вершине 130° +/- 2°

Затывание	6-10°, шлифовать выше центральной линии, как показано на рис. 1	
	Диаметр мм	Размеры А и В мм
	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

II. ПОДТОЧКА ПЕРЕМЫЧКИ

1. Используйте алмазный круг с углом профиля 60° и радиусом. Мы рекомендуем следующее

Диаметр мм	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

2. Настройте станок так, чтобы осевой передний угол на вспомогательной режущей кромке, образующейся после подточки, был между -1° и -4°.

3. Для лучшего результата шлифуйте до тех пор, пока не получите величин, указанных на эскизе с геометрией (размеры А и В).

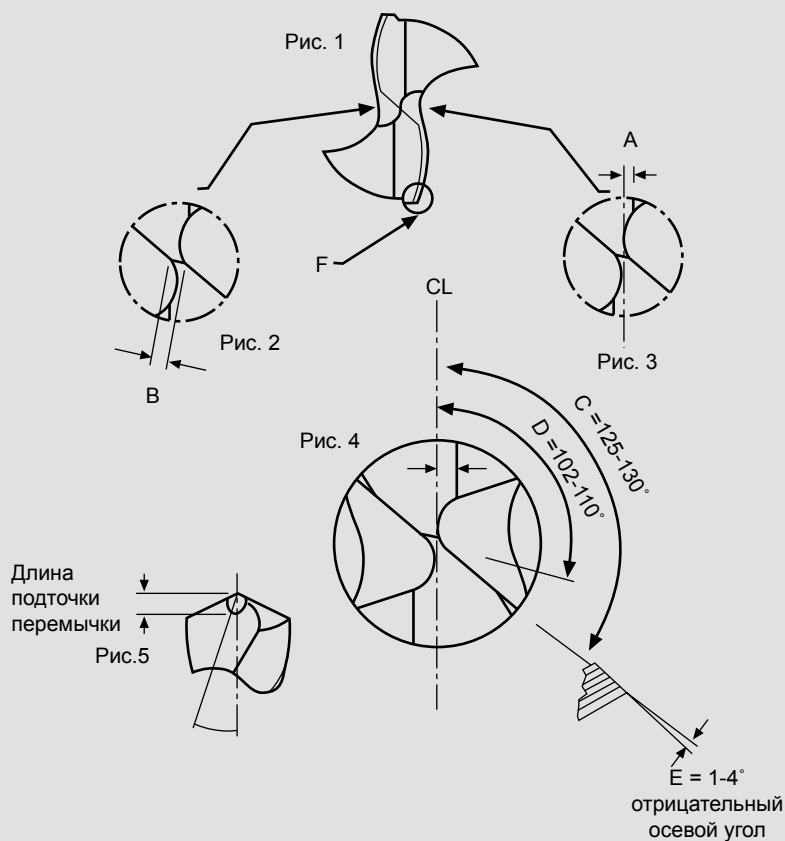
4. Подточка перемычки никогда не должна пересекать центральной линии (Рис.3)

III. ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ ФАСКА

Рекомендуется выполнить вдоль всей режущей кромки отрицательную фаску под углом 20-35° 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 сверл CDX

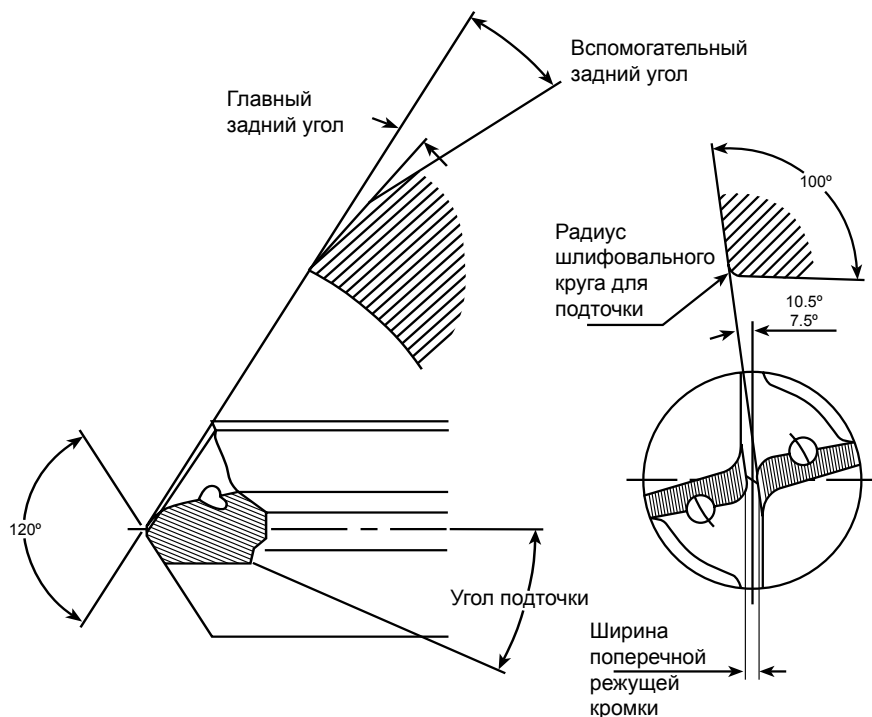


- A = Основное затылование
 B = Ширина поперечной режущей кромки
 C = Длина вспомогательной режущей кромки
 D = Угол поперечной режущей кромки
 E = Осевой передний угол вспомогательной режущей кромки
 F = Отрицательная фаска

Переточка

СВЕРЛА

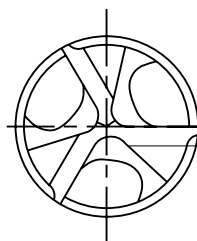
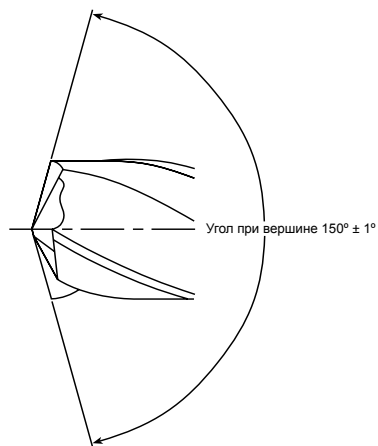
ИНФОРМАЦИЯ О ПЕРЕТОЧКЕ СВЕРЛ СЕРИЙ R210/R220



Диаметр	Главный задний угол	Вспомогательный задний угол	Ширина поперечной режущей кромки	Радиус круга шлифовального для подточки	Угол подточки
5	13°	25°	0.3	0.5	24° - 26°
6	12°	25°	0.36	0.6	24° - 26°
8	11°	25°	0.48	0.8	24° - 26°
10	10°	25°	0.6	1.0	24° - 26°
12	9°	25°	0.72	1.2	24° - 26°
14	8°	25°	0.84	1.4	24° - 26°
16	7°	25°	0.96	1.6	24° - 26°
18	7°	25°	1.08	1.8	24° - 26°
20	6°	25°	1.2	2.0	24° - 26°

Информация о переточке сверл серии R325

Геометрия вершины сверла R325

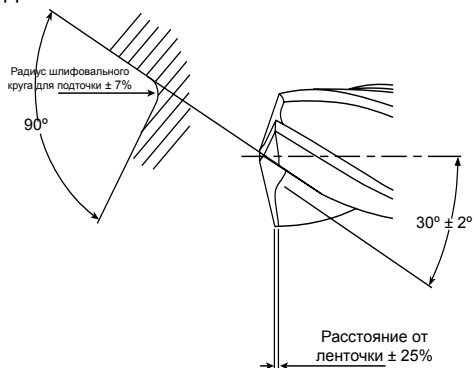


Величина
основного
затылования

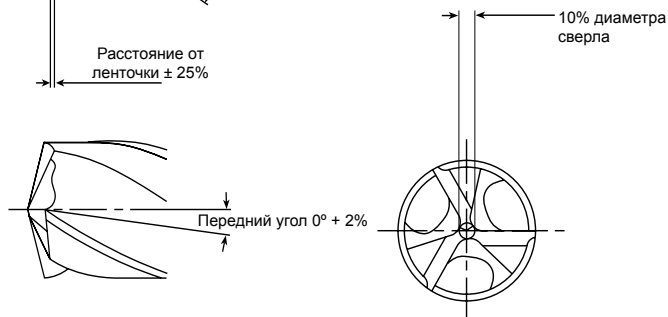
Диаметр сверла	Главный задний угол	Вспомогательный задний угол
3.0 - 4.2	$10^{\circ} \pm 1^{\circ}$	N/A
4.5 - 7.8	$9^{\circ} \pm 1^{\circ}$	$16^{\circ} \pm 2^{\circ}$
8.0 - 9.8	$8^{\circ} \pm 1^{\circ}$	$16^{\circ} \pm 2^{\circ}$
10.0 - 15.8	$7^{\circ} \pm 1^{\circ}$	$16^{\circ} \pm 2^{\circ}$
16.0	$6^{\circ} \pm 1^{\circ}$	$16^{\circ} \pm 2^{\circ}$

Диаметр сверла	Величина основного затылования $\pm 14\%$
3.0 - 4.0	N/A
4.2 - 4.8	0.31
5.0 - 5.8	0.35
6.0 - 7.8	0.42
8.0 - 9.8	0.56
10.0 - 11.8	0.70
12.0 - 13.8	0.84
14.0 - 15.8	0.98
16.0	1.12

Подточка перемычки сверла R325



Диаметр сверла	Расстояние от ленточки	Радиус шлифовального круга для подточки
3.0 - 3.8	0.14	0.40
4.0 - 4.8	0.17	0.55
5.0 - 5.8	0.20	0.65
6.0 - 7.8	0.23	0.75
8.0 - 9.8	0.29	1.05
10.0 - 11.8	0.35	1.30
12.0 - 13.8	0.39	1.55
14.0 - 15.8	0.43	1.85
16.0	0.49	2.05

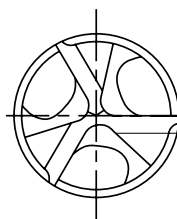
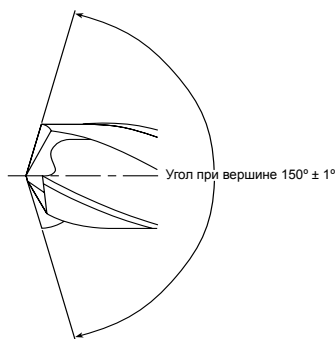


Переточка

СВЕРЛА

ИНФОРМАЦИЯ О ПЕРЕТОЧКЕ СВЕРЛ СЕРИИ R330

ГЕОМЕТРИЯ ВЕРШИНЫ СВЕРЛА R330

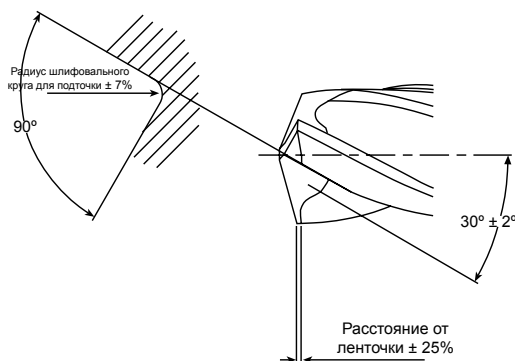


Величина
основного
затылования

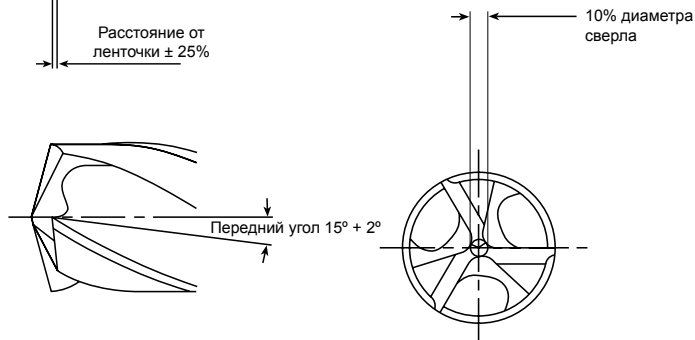
Диаметр сверла	Главный задний угол	Вспомогательный задний угол
3.0 - 4.2	10° +/- 1°	N/A
4.5 - 7.8	9° +/- 1°	16° +/- 2°
8.0 - 9.8	8° +/- 1°	16° +/- 2°
10.0 - 15.8	7° +/- 1°	16° +/- 2°
16.0	6° +/- 1°	16° +/- 2°

Диаметр сверла	Величина основного затылования ± 14%
3.0 - 4.0	N/A
4.2 - 4.8	0.31
5.0 - 5.8	0.35
6.0 - 7.8	0.42
8.0 - 9.8	0.56
10.0 - 11.8	0.70
12.0 - 13.8	0.84
14.0 - 15.8	0.98
16.0	1.12

ПОДТОЧКА ПЕРЕМЫЧКИ СВЕРЛА R330



Диаметр сверла	Расстояние от ленточки	Радиус шлифовального круга для подточки
3.0 - 3.8	0.27	0.40
4.0 - 4.8	0.33	0.55
5.0 - 5.8	0.39	0.65
6.0 - 7.8	0.44	0.75
8.0 - 9.8	0.55	1.05
10.0 - 11.8	0.65	1.30
12.0 - 13.8	0.75	1.55
14.0 - 15.8	0.84	1.85
16.0	0.93	2.05



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 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 быстрорежущих зубьях и трещины на твердосплавных.

ПЕРЕТОЧКА ЗАБОРНОЙ ЧАСТИ

У ручных, машинных и насадных разверток для цилиндрических отверстий перетачивается только заборная часть. Задний угол α режущего зуба должен быть 5 - 8°. 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.

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

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 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° положительная.

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.

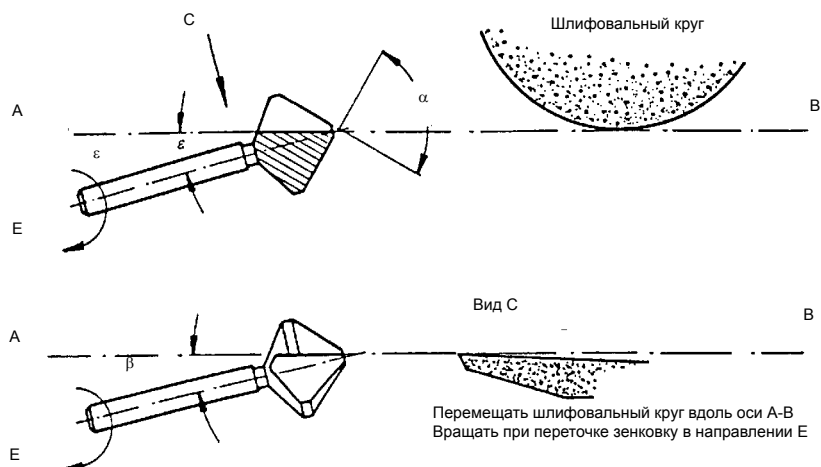
Переточка

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 трехзубой зенковки



Хвостовик	Диаметр с до и вкл.	α	β	ϵ
Цил.	6.3 - 25.0	60°	10.5°	22°
КМ	16.0 - 31.5			12°
	40.0 - 80.0			
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			

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. 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 следующей странице).
- 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 следующей странице).
- 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 следующей странице).
- 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.

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 (μ), см. рис. ниже. 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.

Значения передних углов (μ) для метчиков

Обрабатываемый материал	Передний угол (прибл.) в градусах
Чугун	4-6
Ковкий чугун	5-10
Сталь прочностью до 500 Н/мм ²	12-15
Сталь прочностью до 1000 Н/мм ²	10-12
Сталь прочностью свыше 1100 Н/мм ²	7-10
Нержавеющая сталь	8-12
Латунь, литье	0-5
Алюминий	15-25

Переточка по задней поверхности	Переточка по передней поверхности
	
	<p>Расчет смещения $x = \frac{d * \sin(u)}{2}$</p>

Резьбовые фрезы Dormer имеют скорректированную форму режущего зуба (высота вершины, высота зуба) и угла резьбы. Это позволяет перетачивать их несколько раз без потери профиля резьбы.

Искажение профиля резьбы из-за перемещения по винтовой линии компенсируется коррекцией профиля зуба. Решающим фактором здесь является зависимость между диаметром и шагом резьбы. Коррекция угла резьбы зависит от величины переднего угла, затылования и угла наклона стружечной канавки резьбофрезы.



Искажение витка в зависимости от формы затылования резьбофрезы и различных значений переднего угла.

Так как резьбовая фреза может перетачиваться только по передней поверхности, к переточке предъявляются следующие требования:

- Во-первых, значение переднего угла, измеренное на высоте профиля, должно быть строго между 6° и 9° . Обратите внимание, что передняя поверхность в идеале должна быть перпендикулярна касательной к диаметру фрезы. Отклонения переднего угла изменяют угол профиля резьбы, и, как следствие, профиль обработанной резьбы отличается от стандартного. (Для метрических резьб высота профиля равна 60% величины шага).
- Также необходимо учитывать угол наклона стружечной канавки. Стандартные резьбовые фрезы Dormer имеют угол наклона 10° . Специальные фрезы могут иметь другой угол наклона. За более подробной информацией обратитесь к представителю Dormer.

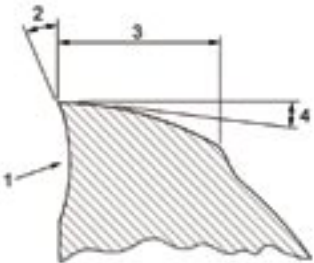
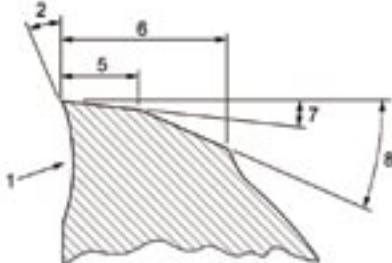


Для каждого инструмента существует экономически обоснованный промежуток времени между переточками. Этот промежуток зависит от износа, который в свою очередь зависит от режимов резания и времени резания. Время резания очень часто определяется только размером заготовки.

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	Затылование с ломаной спинкой зуба
	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Передняя поверхность 2. Передний угол 3. Ширина спинки зуба 4. Задний угол 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Ширина ленточки 6. Ширина спинки зуба 7. Главный задний угол 8. Вспомогательный задний угол
<p>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).</p>	<p>Переточка фрез с ломаной спинкой зуба начинается с ленточки и продолжается по всей ширине спинки зуба.</p>

Переточка

Фрезы

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.

