

**DORMER**

# Нержавеющие стали

Группы обрабатываемых материалов

2.1 2.2 2.3



## Примеры обрабатываемых материалов и их классификация по группам (Гр.Обр.Мат.)

Группы обрабатываемых материалов (AMG)	Твердость HB	Предел прочности N/mm <sup>2</sup>	Форма стружки	EN	Werkstoff Number	DIN
2.1 Легкообрабатываемые нержавеющие стали	<250	<850	средняя	EN 10 088-3 - X14CrMoS17	1.4305, 1.4104	X10CrNiS189, X12CrMoS17
2.2 Аустенитные нержавеющие стали	<250	<850	длинная	EN 10 088-2,0 -3 - 1.4301+AT	1.4301, 1.4541, 1.4571	X5CrNi89, X10CrNiMoTi1810
2.3 Ферритно-аустенитные, ферритные и мартенситные нержавеющие стали	<300	<1000	длинная	EN 10 088-3 - 1.4460	1.4460, 1.4512, 1.4582	X8CrNiMo275, X4CrNiMoN6257

Группы обрабатываемых материалов (AMG)	BS	SS	USA	UNS	JIS
2.1 Легкообрабатываемые нержавеющие стали	303 S21 416 S37	2301, 2312, 2314 2346, 2380	303, 416 430F	S30300, S41600 S43020	SUS304L, SUS430F
2.2 Аустенитные нержавеющие стали	304 S15, 321 S17 316 S, 320 S12	2310, 2333, 2337 2343, 2353, 2377	304, 321, 316	S30400, S32100 S31600	SUS304, SUS321
2.3 Ферритно-аустенитные, ферритные и мартенситные нержавеющие стали	317 S16, 316 S16	2324, 2387, 2570	409, 430, 436	S40900, S4300, S43600	SUS29, SUS33 SUS43

## Содержание

Классификация обрабатываемых материалов	2
Группы обрабатываемых материалов	4
Общие сведения о нержавеющей стали	5
Обработываемость нержавеющей стали	5
Особенности обработки резанием нержавеющих сталей	6
AMG 2.1	7
AMG 2.2	8
AMG 2.3	9
Общие указания по сверлению	10
Выбор подач при сверлении	11
Выбор сверл	12
Общие указания по нарезанию резьбы	14
Диаметры отверстий под нарезание резьбы метчиком	15
Выбор метчиков	16
Общие указания по фрезерованию	18
Выбор параметров фрезерования	19
Схемы обработки	20
Выбор подач при фрезеровании	20
Выбор фрез	24
Таблица скоростей резания	26

## Группы обрабатываемых материалов

Классификация обрабатываемых материалов по группам (Гр.Обр.Мат.) выполнена для облегчения выбора при назначении режущего инструмента.

Фирма «DORMER» классифицирует обрабатываемые материалы на 10 основных групп. Каждая из основных групп делится на подгруппы. Разделение производится по физико–механическим свойствам материалов (твердость и прочность), а также по стружкообразованию. В этом буклете рассматриваются подгруппы 2.1 – 2.3 – Нержавеющие стали.

Обозначение некоторых марок по странам приведены на стр. 2.

Данный буклет содержит подборку инструментов, наиболее подходящих для обработки нержавеющей стали. Для получения полной информации обращайтесь к каталогу «DORMER» или к компакт-диску “Product Selector”, а также к региональным представителям фирмы «DORMER».

## Общие сведения о нержавеющей стали

Нержавеющие стали – это легированные стали, использование которых определяется их коррозионной стойкостью. Их основным легирующим элементом является хром (Cr). Хром образует сверхтонкую окисную пленку на поверхности. Как правило, коррозионная стойкость и стойкость к окислению увеличивается с ростом содержания хрома. Другие легирующие элементы, такие как никель и молибден, добавляются для изменения структуры, повышения коррозионной стойкости и прочности.

### Почему нержавеющие стали так трудно поддаются обработке резанием?

- Большинство нержавеющей сталей упрочняются при деформировании, т. е. в процессе образования стружки. Величина деформационного упрочнения быстро убывает по мере увеличения расстояния от зоны резания. Твердость обработанной поверхности может в 2 раза превышать первоначальную, если используется неправильно подобранный инструмент.
- Нержавеющие стали являются плохими проводниками тепла, что приводит к высоким температурам в зоне резания и большому нагреву режущей кромки по сравнению, например, со сталями Gr.Обр.Мат. 1.3, имеющей аналогичный уровень твердости.
- Высокая прочность приводит к необходимости большого вращающего момента, который, в свою очередь, повышает рабочую нагрузку на метчик или сверло. Совокупность деформационного упрочнения и плохой теплопроводности создает неблагоприятные условия работы режущего инструмента.
- Эти материалы имеют склонность к налипанию на поверхности режущего инструмента.
- В виду высокой прочности нержавеющей сталей возникают проблемы с стружкодроблением и отводом мелкой стружки.

## Особенности обработки резанием нержавеющей сталей

- Для операций сверления применяйте сверла ADX и CDX с внутренним подводом СОЖ. Они существенно снижают наклеп в зоне резания, а при интенсивной подаче охлаждающей жидкости величина упрочнения составляет всего около 10%.
- Высокие скорости подачи способствуют отводу большей части тепла из зоны обработки. Это очень важное условие для безаварийного осуществления операции.
- Для выбора оптимальной скорости резания, применяйте нарастающий принцип «от низшего значения диапазона – к более высокому» указанного в рекомендациях фирмы «DORMER». Это обусловлено тем, что различные партии материала могут потребовать и различных скоростей резания. Также имейте в виду, что для сверления глубоких отверстий скорость резания следует уменьшать на 10 – 20%.
- При нарезании резьбы в сталях типа Duplex или в высоколегированной нержавеющей стали, скорость резания устанавливайте по нижнему значению диапазона, указанном в рекомендациях фирмы «DORMER».
- Рекомендуется применение особых СОЖ. Если же эмульсия является единственной технологической жидкостью, то её концентрация должна быть не менее 8%.
- Первым выбором всегда должен быть инструмент с покрытием, поскольку оно препятствует образованию нароста на режущих кромках.
- Избегайте использования притупленного инструмента. Такой инструмент сильно повышает наклеп.

## 2.1

### Легкообрабатываемые /ферритные нержавеющие стали

Твердость <250 HB

Предел прочности <850 Н/мм<sup>2</sup>

### Состав группы

Стали этой подгруппы являются ферромагнетиками по структуре и не подвергаются термической обработке. Они хорошо обрабатываются и часто имеют хорошие показатели прочности. Обычно эти сплавы содержат 11 – 29% хрома и весьма небольшое количество углерода. Для улучшения механической обработки добавляется сера.

### Применение

Нержавеющие стали с 11%-м содержанием хрома сочетают удовлетворительную коррозионную стойкость с хорошими технологическими свойствами, что делает их широко применяемыми при изготовлении деталей систем выхлопа транспортных средств.

Стали с содержанием хрома 16 – 17% применяются в автомобильной промышленности, а также в производстве кухонных принадлежностей и пищевой промышленности.

Нержавеющие стали с содержанием хрома 18 – 29% используют для изготовления деталей, работающих в агрессивных средах, где требуется высокая стойкость к окислению и коррозии. Например, детали для нагревательных печей.

## 2.2

### Аустенитные нержавеющие стали

Твердость <250 НВ

Предел прочности <850 Н/мм<sup>2</sup>

### Состав группы

Сплавы этой подгруппы образуют наиболее распространенную группу нержавеющих сталей, охватывающую более 70% выпускаемой номенклатуры этого вида. Они являются диамагнетиками при нормальных температурах и не подвергаются термической обработке. Эти сплавы характеризуются высоким коэффициентом удлинения, а их обрабатываемость оценивается в пределах «средняя – низкая». Добавка никеля меняет структуру этих сплавов с ферритной на аустенитную.

Наиболее распространенный тип аустенитной нержавеющей стали – марка 18/8 (18% хрома, 8% никеля), имеющая хорошую коррозионную стойкость. В нее может добавляться молибден для улучшения механических свойств.

Наибольшее количество хрома и никеля содержат высоколегированные аустенитные стали. Например, сталь с содержанием хрома 26% и никеля 22% также обладает высокой коррозионной стойкостью.

Однако повышенное содержание легирующих элементов снижает обрабатываемость.

### Применение

Аустенитные нержавеющие стали широко применяют в химической, нефтехимической, пищевой и электроэнергетической промышленности, для изготовления изделий, работающих в условиях морской среды или других коррозионно-активных средах. Долговечность, неприязательный уход и привлекательный внешний вид этих нержавеющих сталей делают их применение все более широким в архитектуре и строительном деле. Многие современные здания выполняют с кровлей и фасадами, отделанными нержавеющей сталью.

## 2.3

### **Ферритно-аустенитные(двухфазные), мартенситные и дисперсионно-твердеющие нержавеющие стали**

**Твердость <300 НВ**

**Предел прочности <1000 Н/мм<sup>2</sup>**

#### **Ферритно-аустенитные (двухфазные)**

Структура этих нержавеющих сталей представляется смесью феррита и аустенита, придающей им высокую коррозионную стойкость и сбалансированную микроструктуру. Они имеют более высокий предел текучести и предел прочности, чем нержавеющие стали в Гр.Обр.Мат. 2.1 и 2.2. Они часто используются для динамически нагруженных деталей машин, таких как валки в бумажной промышленности, а также в нефтяной, газовой, нефтехимической промышленности. Они имеют относительно высокий уровень содержания хрома (18 – 25%) и умеренное количество никеля (4,5 – 8 %); обрабатываемость их низкая.

#### **Мартенситные**

Мартенситные нержавеющие стали имеют хорошие механические характеристики и обладают магнитными свойствами. Обычно они содержат 12 – 14% хрома с умеренным количеством углерода. Основное их применение – производство ножей, аэрокосмическая промышленность и общее машиностроение. Большинство марок этих сталей в отожженном (мягком) состоянии хорошо обрабатывается резанием, однако марки, содержащие никель и более высокий процент углерода, трудно поддаются механической обработке.

#### **Дисперсионно-твердеющие нержавеющие стали**

Эти стали обладают наивысшими прочностными характеристиками из всех групп нержавеющих сталей и их получают путем термообработки. Подобно сталям группы 2.1, они трудно поддаются механической обработке.

## Общие указания по сверлению

1. Выбирая сверло для обработки, учитывайте состояние обрабатываемого материала, технические возможности станка, наличие и марку применяемой СОЖ.
2. Недостаточная жесткость станка или крепления технологической оснастки может вызвать поломку сверла, приспособления или шпинделя . Поэтому всегда стремитесь обеспечить максимальную жесткость системы СПИД. Жесткость можно повысить за счет применения сверл укороченной серии.
3. Крепление сверла является одним из важных элементов операции: сверло не должно проскальзывать в патроне или перемещаться в державке.
4. Применяйте соответствующие СОЖ при обработке различных материалов. Технологические жидкости должны обильно подаваться в рабочую зону, особенно к режущим кромкам сверла.
5. Удаление мелкой стружки при сверлении является определяющим в обеспечении правильного процесса сверления. Следите за тем, чтобы мелкая стружка не пакетировалась в стружечных канавках сверла.
6. При перетачивании сверла следите за получением правильной и симметричной геометрии режущих кромок, а также полного удаления изношенных участков.



Ø [mm]

	1	2	3	4	5	6	8	10	12	15	16	20	25	30	40	50
D	0.016	0.038	0.053	0.060	0.068	0.078	0.098	0.119	0.130	0.149	0.155	0.188	0.210	0.228	0.253	0.275
E	0.017	0.043	0.062	0.071	0.080	0.092	0.115	0.140	0.150	0.173	0.180	0.215	0.240	0.260	0.285	0.31
F	0.018	0.050	0.073	0.084	0.095	0.109	0.138	0.165	0.178	0.202	0.210	0.248	0.275	0.295	0.32	0.343
G	0.019	0.056	0.084	0.096	0.109	0.126	0.160	0.190	0.205	0.231	0.240	0.280	0.310	0.330	0.355	0.375
H	0.020	0.066	0.102	0.116	0.130	0.150	0.190	0.228	0.243	0.271	0.280	0.320	0.355	0.375	0.398	0.418
I	0.021	0.076	0.119	0.134	0.150	0.173	0.220	0.265	0.280	0.310	0.320	0.360	0.400	0.420	0.44	0.46
J	0.024	0.084	0.135	0.152	0.170	0.197	0.250	0.298	0.315	0.349	0.360	0.405	0.445	0.465	0.485	0.503
K	0.026	0.092	0.150	0.170	0.190	0.220	0.280	0.330	0.350	0.388	0.400	0.450	0.490	0.510	0.53	0.545
L	0.028	0.101	0.165	0.186	0.208	0.240	0.305	0.360	0.385	0.419	0.430	0.485	0.525	0.545	0.568	0.588
M	0.030	0.110	0.180	0.202	0.225	0.260	0.330	0.390	0.420	0.450	0.460	0.520	0.560	0.580	0.605	0.63
U	0.026	0.048	0.070	0.080	0.090	0.107	0.140	0.170	0.200	0.223	0.230	0.240				
V	0.038	0.069	0.100	0.115	0.130	0.153	0.200	0.250	0.280	0.310	0.320	0.340				
W	0.049	0.089	0.130	0.150	0.170	0.200	0.260	0.330	0.380	0.418	0.430	0.450				
X	0.056	0.103	0.150	0.180	0.210	0.250	0.330	0.420	0.480	0.533	0.550	0.580				

MM/06 ± 25%



HSCc	HSS	HSCc	HM	HM
	TiN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
DIN 1897	DIN 1897		DIN 9407	DIN 9407
2.5xD	2.5xD	3.5xD	3xD	3xD
		DIN 9407	DIN 9407	DIN 9407
N				
				S.P.
1.0 - 13.0	3.0 - 13.0	5.0 - 20.0	3.0 - 16.0	5.0 - 20.0
	ADX	ADX	MP-X	CDX
2.1 ■22F	■30I	■32H	■55V	■80W
2.2 ■11H	■16I	●17J	■35V	■50U
2.3 ■15D	■20G	●23H	●30U	■45U

■ Превосходные  
● Хорошие

**A108    A509    A577    A553    A554**



HSS	HSSCo	HSSCo	HSSCo	HSSCo
ST	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
DIN 338	DIN 338	DIN 338	DIN 338	DIN 338
4xD	4xD	5xD	5xD	5xD
			DIN 6420 mm	DIN 6420 mm
W	W	W		
130°	130°	130°	130°	130°
			S.P.	
1.0 - 16.0	3.0 - 16.0	1.5 - 14.0	5.0 - 20.0	5.0 - 30.0
		PEX	ADX	ADX
● 15E	● 23G	■ 32G	■ 40G	■ 40G
■ 9G	■ 14I	■ 15K	■ 19I	■ 19I
■ 10D	■ 16F	■ 21G	● 27G	● 27G

**R453    R563**



HM	HM	
TiAlN	TiAlN	
DIN 6420 L	DIN 6420 L	
4.5xD	4.5xD	
DIN 6420 mm	DIN 6420 mm	
	N	
140°	140°	
	S.P.	
3.0 - 16.0	3.0 - 16.0	
MP-X	CDX	
■ 55V	■ 110V	2.1
■ 35V	■ 65V	2.2
● 30U	■ 50U	2.3

## Общие указания по нарезанию резьбы

1. Выбирайте конструкцию метчика в соответствии с материалом детали и типом отверстия (сквозное или глухое).
2. Надежно закрепите заготовку – радиальные перемещения могут привести к поломке метчика или плохому качеству резьбы.
3. Выберите соответствующий типоразмер сверла (см. стр.15). Обеспечьте минимальное упрочнение детали при сверлении отверстий под нарезание резьбы.
4. Правильно назначьте скорость резания, используя таблицы каталога или “Product Selector”.
5. Используйте соответствующую СОЖ, как для сверления, так и нарезания резьбы.
6. При использовании станков с ЧПУ, убедитесь, что заложенная в управляющую программу величина подачи соответствует шагу нарезаемой резьбы, а при использовании резьбонарезных патронов величину подачи рекомендуется задавать в пределах 95...97 % от величины шага резьбы. Эта рекомендация позволяет скомпенсировать недостаточную жесткость патрона.
7. Старайтесь применять высокотехнологичную оснастку для крепления метчика, обеспечивающую ограничение по вращающему моменту, свободное движение метчика в осевом направлении и подвод его к отверстию под прямым углом. Такая оснастка поможет предохранить метчик от поломки в случае его контакта с дном глухого отверстия.
8. Обеспечьте плавное вхождение метчика в отверстие, поскольку при неравномерной подаче возможна разбивка входной части отверстия.

# Диаметры отверстий под нарезание резьбы метчиком - Рекомендуемые значения

Метрическая резьба с крупным шагом

Диаметр сверла рассчитывают по формуле:

$$D = D_{\text{ном}} - P$$

$D$  = Диаметр сверла (мм)

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

$P$  = Шаг метчика (мм)

	Шаг резьбы	Макс. внутренний диаметр.	Диаметр сверла	Диаметр сверла
M	mm	mm	mm	Дюйм
1.6	0.35	1.321	1.25	3/64
1.8	0.35	1.521	1.45	5/64
2	0.4	1.679	1.6	1/16
2.2	0.45	1.833	1.75	5/16
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

Метрическая резьба с крупным шагом для сверл ADX/CDX

Рекомендации "DORMER" по применению сверл ADX и CDX

метчик	Шаг резьбы	Диаметр сверла
M	mm	mm
4	0.70	3.40
5	0.80	4.30
6	1.00	5.10
8	1.25	6.90
10	1.50	8.70
12	1.75	10.40
14	2.00	12.25
16	2.00	14.25

Приведенная выше таблица диаметров отверстий под нарезание резьбы метчиком относится к обычным стандартным сверлам. Современные сверла, такие как сверла серий ADX и CDX фирмы «DORMER» выполняют отверстия меньшего диаметра и с более высокой точностью, потому возникает необходимость увеличения диаметра сверла во избежание его поломки (см. малую таблицу).

DIN Возможны другие формы резьбы. См. каталог Dormer.



HSCe	HSCe	HSCe	HSCe	HSCe	HSCe	HSCe
TiCN	TiCN	ST	ST	ST	ST	ST
DIN 371	DIN 376	DIN 371	DIN 376	DIN 371/376/378/379	DIN 371	DIN 376
6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
2.5xC	2.5xC	2.5xC	2.5xC	2.5xC	2xD	2xD
B 3.5-N	B 3.5-N	B 3.5-N	B 3.5-N	C 2-3	C 2-3	C 2-3
M3 - M10	M12 - M20	M3 - M10	M12 - M30	M3 - M20	M3 - M10	M12 - M30

2.1	■14	■14	■8	■8	■14	■8	■8
2.2	■10	■10	■7	■7	■10	■7	■7
2.3	■6	■6	■5	■5	■6	■5	■5

- Превосходные
- Хорошие

# ISO

E045	E046	E047	E048
M	M	M	M
			

HSS XS1	HSS XS1	HSS XS1	HSS XS1
ST		ST	
ISO S28	ISO S28	ISO S28	ISO S28
			
			
6H	6H	6H	6H
2.5xC	2.5xC	2xD	2.5xC
B 3.5 - 8	B 3.5 - 8	C 2 - 3	C 2 - 3
			
M3 - M20	M3 - M20	M3 - M20	M3 - M20

MTEFX	MTEFX	MTEFX	MTEFX
■8	■14	■8	■14
■7	■10	■7	■10
■5	■6	■5	■6

2.1

2.2

2.3

## Общие указания по фрезерованию

1. По возможности используйте попутное фрезерование (фрезерование по подаче) для увеличения срока службы инструмента. Попутное фрезерование облегчает выход стружки, уменьшает износ, улучшает качество обработанной поверхности и уменьшает потребляемую мощность по сравнению с встречным фрезерованием.
2. Не используйте фрезы со сколотой или изношенной режущей кромкой.
3. Используйте исправные станки достаточной мощности.
4. Используйте правильно подобранную систему крепления инструмента и тип фрезы.
5. Перед началом работы проверяйте хвостовик инструмента на отсутствие задиров и износа.
6. Старайтесь использовать фрезы наименьшей длины, из рекомендуемых для Вашей операции, и производить обработку как можно ближе к станочному шпинделю.
7. Для оптимальной производительности применяйте фрезы с покрытием или твердосплавные.

## Выбор параметров фрезерования

1. Установите тип обработки и выберите:
  - тип фрезы
  - тип торца фрезы.
2. Уточните состояние и срок эксплуатации станка.
3. Выберите оптимальные размеры фрезы с целью минимизации отжима и напряжений изгиба.
  - Размеры должны обеспечить наибольшую жесткость, поэтому следует выбирать:
    - наибольший допустимый диаметр фрезы
    - наименьший вылет инструмента относительно шпинделя.
4. Выберите число зубьев, учитывая что:
  - большое число зубьев – это меньшие размеры стружечных канавок, но повышенная жесткость и возможность назначения более высокой подачи;
  - малое число зубьев – это большие размеры стружечных канавок, улучшенный отвод стружки, но низкая жесткость.
5. Определение оптимальной скорости резания и величины подачи. Назначение режимов резания может быть осуществлено только при наличии следующих данных:
  - тип обрабатываемого материала;
  - материал концевой фрезы;
  - выходная мощность на шпинделе;
  - вид обработки.

## Схемы обработки



Прорезание  
паза



Черновая  
обработка



Обработка  
сложных  
поверхностей



Чистовая  
обработка

Рекомендуемые скорости резания и величины подач приведены в таблицах (см. ниже).

$a_z$

C301	 $f_z$	Ø mm			
		mm/z ± 25%			
		1	2	3	
3.1 ● 28A	 ↓ 0,5D ↔ D	A	0,004	0,008	0,013
3.2 ● 23A		B	0,004	0,007	0,012
3.3 ● 40B		C	0,003	0,006	0,011
3.4 ● 25B		D	0,004	0,007	0,011
		E	0,007	0,012	0,018
		F	0,007	0,009	0,013

$a_y$  0,9  
 $= 0,9 \times 0,012 = 0,0108$

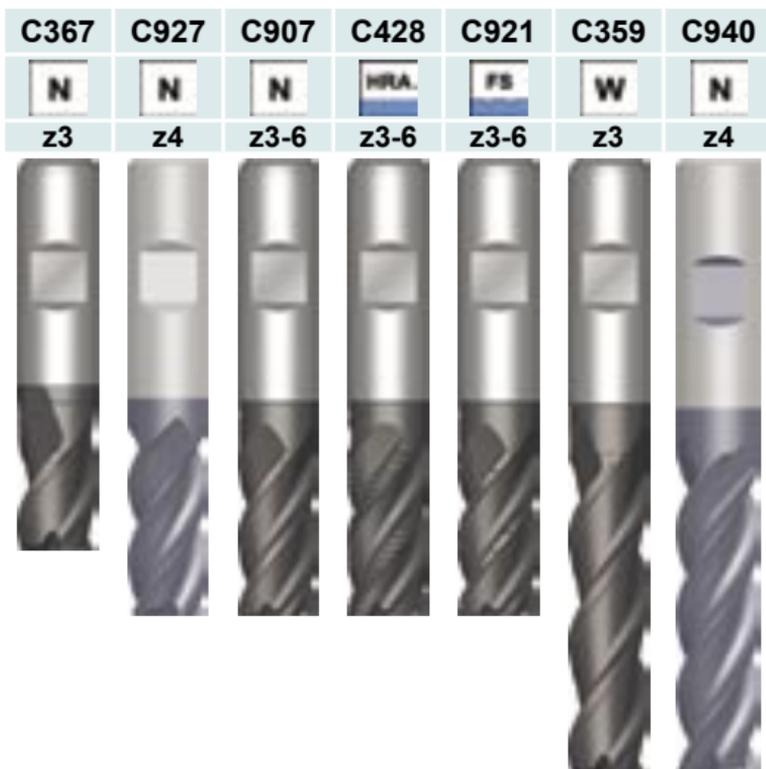
		Ø mm mm/z ± 25%																				
		1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30	32	36	40	
HSS	↑ 0,5D ↔ D	E	0,007	0,012	0,018	0,024	0,035	0,042	0,063	0,087	0,105	0,122	0,140	0,141	0,140	0,144	0,153	0,171	0,157	0,168	0,157	0,175
		F	0,007	0,009	0,013	0,018	0,021	0,025	0,033	0,041	0,050	0,055	0,064	0,072	0,079	0,079	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085
HSS	↑ D ↔ 0,8D	K						0,035	0,047	0,065	0,079	0,092	0,105	0,088	0,098	0,097	0,110	0,110	0,110	0,110	0,115	0,118
		L								0,010	0,013	0,017	0,020	0,025	0,028	0,030	0,032	0,033	0,034	0,036	0,038	0,039
HSS	↑ 1,5D ↔ 0,25D	N	0,007	0,011	0,016	0,021	0,028	0,037	0,051	0,062	0,072	0,082	0,093	0,103	0,081	0,093	0,077	0,082	0,087	0,099	0,099	0,096
		Q	0,009	0,014	0,021	0,026	0,036	0,048	0,066	0,079	0,092	0,106	0,089	0,099	0,099	0,098	0,111	0,111	0,119	0,127	0,143	0,139
HSS	↑ 1,5D ↔ 0,1D	R	0,012	0,016	0,020	0,025	0,029	0,038	0,047	0,056	0,065	0,073	0,083	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,104	0,104	0,104	0,108
		X	0,012	0,017	0,026	0,033	0,045	0,059	0,082	0,099	0,115	0,132	0,111	0,124	0,122	0,139	0,139	0,148	0,158	0,178	0,178	0,173
HSS	↑ 1,5D ↔ 0,1D	Y	0,015	0,020	0,025	0,031	0,036	0,047	0,059	0,070	0,081	0,092	0,104	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,130	0,130	0,136

# S311, S308, S312, S259

Z	HIM		Ø mm																
			mm/z ± 25%																
			>0,5	0,6	0,8	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	
>4		↕ 1,5 ↔ 0,05	A								0.015	0.020	0.025	0.030	0.035	0.040	0.050	0.060	
			B									0.045	0.050	0.060	0.075	0.080	0.090	0.100	0.110
			C										0.065	0.075	0.090	0.110	0.120	0.130	0.150
3-4		↕ 1,5 ↔ 0,1	A				0.010	0.020	0.030	0.040	0.045	0.050	0.060	0.075	0.080	0.090	0.100	0.120	
			B				0.015	0.030	0.040	0.055	0.065	0.075	0.090	0.110	0.120	0.130	0.150	0.170	
			C				0.015	0.030	0.040	0.055	0.085	0.100	0.120	0.140	0.150	0.170	0.200	0.220	
3-4		↕ 1 ↔ 0,5	A				0.001	0.003	0.005	0.008	0.010	0.013	0.020	0.027	0.035	0.040	0.050	0.060	
			B				0.002	0.004	0.008	0.012	0.015	0.020	0.030	0.040	0.050	0.060	0.070	0.080	0.090
			C				0.003	0.005	0.010	0.015	0.020	0.025	0.040	0.050	0.065	0.080	0.090	0.105	0.120
2-3		↕ 0,5 ↔ 1	A	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005	0.009	0.013	0.017	0.020	0.023	0.035	0.040	0.050	0.055	0.060	0.070
			B	0.001	0.002	0.003	0.003	0.007	0.013	0.020	0.025	0.030	0.035	0.050	0.060	0.070	0.080	0.090	0.100
			C	0.002	0.003	0.004	0.004	0.009	0.017	0.025	0.033	0.040	0.045	0.065	0.080	0.090	0.105	0.120	0.130
3-4		↕ 0,5 ↔ 1 ↕ 1 ↔ 0,5	B									0.035	0.040	0.055	0.065	0.080	0.090	0.110	

# S016, S033

Z	HIM	Image	Image	Ø mm mm/z ± 25%											
				2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	
3-4	Image	↑ 1,5 ↔ 0,1	A	0.012	0.019	0.028	0.036	0.048	0.048	0.048	0.070	0.080	0.090	0.107	0.134
			B	0.015	0.022	0.034	0.042	0.057	0.079	0.094	0.110	0.126	0.155		
			C	0.016	0.025	0.038	0.047	0.063	0.088	0.106	0.123	0.141	0.176		
3-4	Image	↑ 1,5 ↔ 0,25	A	0.010	0.015	0.023	0.028	0.038	0.038	0.038	0.053	0.064	0.075	0.085	0.107
			B	0.012	0.018	0.027	0.034	0.046	0.063	0.076	0.088	0.100	0.125		
			C	0.013	0.020	0.030	0.038	0.051	0.070	0.084	0.099	0.113	0.141		
2-3	Image	↑ 0,5 ↔ 1	A	0.005	0.007	0.009	0.013	0.016	0.016	0.024	0.033	0.040	0.046	0.053	0.053
			B	0.006	0.008	0.011	0.016	0.019	0.040	0.048	0.056	0.064	0.064		
			C	0.006	0.009	0.012	0.017	0.021	0.031	0.043	0.051	0.060	0.068	0.068	
2-3	Image	↑ 1 ↔ 1	A	0.002	0.004	0.006	0.007	0.011	0.011	0.013	0.019	0.027	0.032	0.037	0.042
			B	0.004	0.007	0.009	0.013	0.015	0.032	0.038	0.045	0.051	0.051		
			C	0.005	0.007	0.010	0.014	0.016	0.025	0.034	0.041	0.048	0.055	0.055	

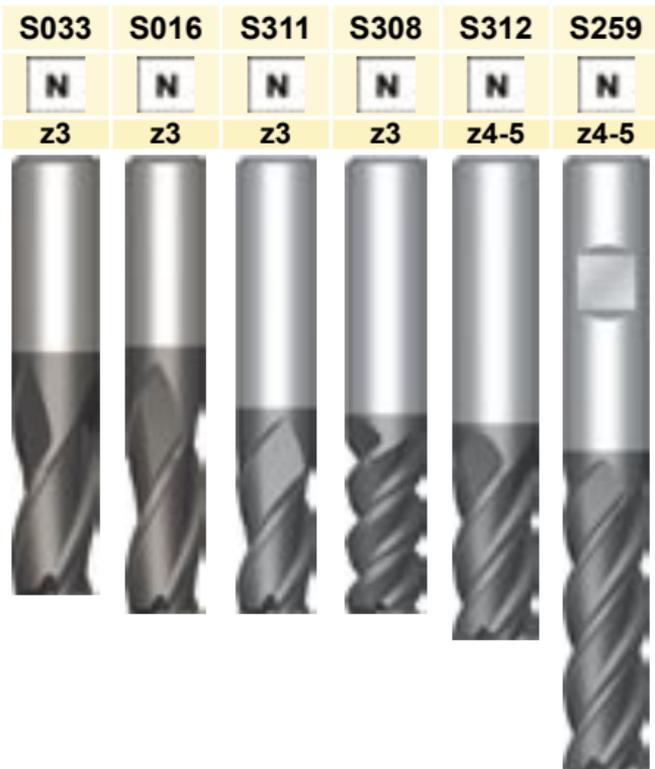


HSCo XP	HSCo XP	HSCo XP	HSCo XP	HSCo XP	HSCo XP	HSCo XP
DIN 327 D-	DIN 344 IC	DIN 344 IC	DIN 344 IC	DIN 344 IC	DIN 344 L	DIN 344 L
DIN 344 B	DIN 344 B	DIN 344 B				
<b>e8</b>	<b>k10</b>	<b>k10</b>	<b>k12</b>	<b>k10</b>	<b>k10</b>	<b>k10</b>
2.0 - 20.0	4.0 - 25.0	3.0 - 32.0	6.0 - 40.0	6.0 - 32.0	10.0 - 30.0	6.0 - 25.0

**Prüfung** **Prüfung** **Prüfung** **Prüfung** **Prüfung** **Prüfung** **Prüfung**

2.1	■ 52F	■ 52N	■ 48Y	■ 48L	■ 48R	● 43F	■ 47N
2.2	■ 44F	■ 44N	■ 40Y	■ 40L	■ 40R	● 36F	■ 40N
2.3	■ 28F	■ 28R	■ 26Y	■ 26L	■ 26R	● 23F	■ 25R
$a_z$	1.1	1.3	1.1	1.1	1.1	0.6	0.7

- Превосходные
- Хорошие



<b>HM</b>	<b>HM</b>	<b>HM</b>	<b>HM</b>	<b>HM</b>	<b>HM</b>
					
					
					
					
					
					
		<b>h10</b>	<b>h10</b>	<b>h10</b>	<b>h10</b>
					

2.0 - 20.0 2.0 - 20.0 4.0 - 20.0 10.0 - 20.0 2.0 - 20.0 6.0 - 20.0

●73A	●73A	■81A	■69A	■115A	■100A	2.1
●56A	●56A	■54A	●46A	■76A	■66A	2.2
●44A	●44A	■54A	●46A	■76A	■66A	2.3
1	0.3	1	1	1	1	$a_z$

Таблица скоростей резания, &lt; 10 мм

		Скорость резания															
		5	8	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	150
М/мин ФУТ/МИН		16	26	32	50	66	82	98	130	165	197	230	262	296	330	362	495
Диаметр инструмента		Частота вращения (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

Таблица скоростей резания, > 10 мм

		Скорость резания															
		5	8	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	150
М/мин Фут/мин		16	26	32	50	66	82	98	130	165	197	230	262	296	330	362	495
Диаметр инструмента		Частота вращения (об/мин)															
мм Дюйм																	
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