



Алюминий

Группа обрабатываемых материалов

7.1 7.2 7.3 7.4



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

Группы обрабатываемых материалов (AMG)	Твердость HB	Предел прочности/мм ²	Форма стружки	EN	Werkstoff Number	DIN
7.1 Химически чистые Al и Mg	<100	<350	очень длинная	EN 485-2 - EN AW-1070A	3.0255	A199.5
7.2 Алюминиевые сплавы, с содержанием Si<0,5%	<150	<500	средняя	EN 755-2 - EN AW-5005	3.1355, 3.3525	AlCuMg2, AlMg2Mn0,8
7.3 Алюминиевые сплавы, с содержанием Si>0,5%<10%	<120	<400	средняя/ короткая	EN 1706 - EN AC-42000	3.2162.05, 3.2341.01	GD-AISI8Cu, G-AISI5Mg
7.4 Алюминиевые сплавы, с содержанием Si>10%, упрочненные Al-сплавы, магниевые сплавы	<120	<650	короткая	SS-EN 1706 - EN AC-47000	3.2581.01	G-AISI18, G-AISI12

Группы обрабатываемых материалов (AMG)	BS	SS	USA	UNS	JIS
7.1 Химически чистые Al и Mg	LMO, 1 B (1050A)	4005	EC, 1060, 1100	A91060, A91100	IN90, IN99
7.2 Алюминиевые сплавы, с содержанием Si<0,5%	LM5, 10, 12, N4 (5251)	4106, 4212	380, 520.0, 520.2, 2024, 6061	A03800, A05200, A92024	7075, 7N01
7.3 Алюминиевые сплавы, с содержанием Si>0,5%<10%	LM2, 4, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 26, 27, L109	4244	319.0, 333.0, 319.1, 356.0	A03190, A03330, C35600	BA12PC
7.4 Алюминиевые сплавы, с содержанием Si>10%, упрочненные Al-сплавы, магниевые сплавы	LM6, 12, 13, 20, 28, 29, 30	4260, 4261, 4262	4032, 222.1, A332.0	A94032, A02220, A13320	BA24PC, BA4047, BA4050

Содержание

Классификация обрабатываемых материалов	2
Группы обрабатываемых материалов	4
Общие сведения об алюминии	5
Сплавы алюминия	5
Легирование алюминия	6
Особенности обработки алюминия	7
AMG 7.1	8
AMG 7.2	9
AMG 7.3	10
AMG 7.4	11
Общие указания по сверлению	12
Выбор подач при сверлении	13
Выбор сверл	14
Общие указания по нарезанию резьбы	16
Диаметры отверстий под нарезание резьбы метчиком	17
Выбор метчиков	18
Общие указания по фрезерованию	20
Выбор параметров фрезерования	21
Схемы обработки	22
Выбор подач при фрезеровании	23
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 7.1-7.4 - Алюминий и Магний.

Обозначение некоторых марок по странам приведены на стр. 2.

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

Общие сведения об алюминии

Соединения алюминия составляют 8% земной коры. Алюминий является третьим по распространенности элементом. Многогранность его свойств делает его наиболее используемым металлом после сталей с общим ежегодным выпуском 24 млн. тонн. Кроме первичной продукции, еще более 7 млн. тонн производится из переработанного алюминия.

Чистый алюминий представляет собой мягкий, легкий по весу металл (менее одной трети от удельного веса стали, меди или латуни). Алюминий может быть одновременно прочным, ковким и пластичным, обладает хорошей стойкостью к коррозии и является прекрасным проводником тепла и электричества. Он может многократно подвергаться переработке без потери своих свойств и качественных характеристик. Детали сложной формы могут быть получены литьем, прокаткой или выдавливанием. Алюминий имеет низкий предел прочности на растяжение, но легко образует сплавы со многими химическими элементами - медью, цинком, магнием, марганцем, литием и кремнием, придающим особые свойства данным сплавам. Благодаря широкому спектру свойств, алюминий применяют для изготовления самой широкой номенклатуры изделий, от пивных банок до топливных баков ракет.

Сплавы алюминия

В основном алюминий выпускается в виде сплавов, и в зависимости от назначения может иметь широкий спектр значений прочности на разрыв, твердости и ковкости. Наиболее распространенными легирующими элементами для алюминия являются кремний (Si), магний (Mg), марганец (Mn), медь (Cu) и цинк (Zn). Сплавы, содержащие в общей сложности до 1% железа и кремния, называются чистым или нелегированным алюминием. Алюминиевые сплавы обычно подразделяют на деформируемые и литейные. Далее они делятся на группы термически неупрочняемых и упрочняемых, а также деформационно упрочняемых материалов.

Литейные сплавы могут быть как термически обработанными, так и не обработанными, и допускающими литье в кокиль или в опоку. Наиболее распространенными литейными сплавами являются алюминивно-кремниевые сплавы с содержанием кремния 7 – 12%. Выбор сплава зависит от требований к готовому изделию и выбранного способа литья.

Деформируемые сплавы, как правило, подвергаются той или иной термообработке. Старение и упрочнение, с выпадением твердой фазы из раствора, являются широко распространенными методами повышения физико-механических свойств до уровня более тяжелых по весу материалов.

Легирование алюминия

Существуют более 300 марок деформируемых сплавов, из которых только около 50 имеют широкое применение. Данные сплавы обозначаются кодом из четырех цифр. Литейные сплавы имеют сходные обозначения, но содержат пять цифр в обозначении. Таблица, приведенная ниже, описывает систему обозначений деформируемых и литейных алюминиевых сплавов. Чистый алюминий также включается в универсальную классификацию.

Основной легирующий элемент	Деформируемый сплав	Литейный сплав
Отсутствует (99% чистый алюминий)	1XXX	1XXX0
Медь	2XXX	2XXX0
Марганец	3XXX	
Кремний	4XXX	4XXX0
Магний	5XXX	5XXX0
Магний + Кремний	6XXX	6XXX0
Цинк	7XXX	7XXX0
Литий	8XXX	
Прочие		9XXX0

Существуют 2 основных группы деформируемых алюминиевых сплавов:

- 1) Химически чистый алюминий и сплавы, содержащие марганец и магний. Для этой группы прочность достигается путем деформационного упрочнения.
- 2) Сплавы, где медь, магний, цинк и кремний являются важными составляющими. В этой группе прочность достигается за счет термической обработки.

В литейных сплавах добавки кремния, меди, магния используют для придания им широкого спектра свойств, таких, как прочность, коррозионная стойкость и меньший размер зерна. Они могут быть подвергаться или не подвергаться термической обработке; литье осуществляется в кокиль или в песчаную форму.

Особенности при обработке алюминия

- Наличие острых кромок и положительной геометрии инструмента очень важны для обработки алюминиевых сплавов с низким содержанием кремния.
- Правильно подобранные скорость резания и подача предотвращают появление нароста на режущей кромке и улучшают стружкообразование.
- Для обработки абразивных алюминиевых сплавов, с содержанием кремния более 6%, рекомендуется применять инструмент с покрытием.
- Выбор СОЖ также важен при обработке алюминиевых сплавов.

7.1

Химически чистые Al и Mg

Твердость <100 НВ

Предел прочности <350 Н/мм² *

Состав группы

Эта группа включает химически чистые марки алюминия, которые применяются из-за их высокой электрической проводимости и коррозионной стойкости. Процентное содержание алюминия составляет минимум 99%.

Применение

Данные материалы применяются для прессования профилей сложных форм, изготовления декоративных архитектурных элементов, кровельного листа, лакированных листов для обшивки фюзеляжей самолетов, электрического оборудования, зеркал и упаковки (банки под напитки, фольга и т.д.).

* Предел прочности изменяется в пределах от 95 до 350 Н/мм², т.е. значение для полностью отожженного материала составляет 95 Н/мм², а по мере деформационного упрочнения предел прочности повышается.

7.2

Алюминиевые сплавы, с содержанием Si<0,5%

Твердость <150 НВ

Предел прочности <500 Н/мм²

Состав группы

Эта группа включает марки алюминиевых сплавов, в которых повышение прочности достигнуто за счет увеличения содержания легирующих элементов. Обычно легирующими добавками, повышающими предел прочности, являются кремний (до 0,5%), магний (примерно 2%) и небольшое количество марганца для придания твердости и прочности.

Применение

Литейные сплавы этой группы используются для производства блоков цилиндров, деталей коробок передач и в производстве морских судов. Деформируемые сплавы применяют в виде листов-заготовок для кузовов автомобилей, перегородок и на предприятиях химической промышленности.

7.3

Алюминиевые сплавы, с содержанием Si >0,5% <10%

Твердость <120 НВ

Предел прочности <400 Н/мм²

Состав группы

Эту группу образуют высокопрочные сплавы. Кроме высокого содержания кремния (до 10%), в их состав входят и другие легирующие элементы - цинк, медь, железо и никель.

Процентное содержание кремния сильно влияет на обрабатываемость – при содержании кремния до 5% происходит нормальный износ инструмента; более высокое содержание кремния способствует развитию абразивного износа, и поэтому при обработке этих материалов следует применять инструменты с покрытием.

Большинство сплавов этой группы являются литейными, в которые для уменьшения размеров зерна и придания большей пластичности вводятся различные добавки.

Применение

Литейные сплавы группы 7.3 используют в производстве радиаторов, маслосборников, коробок передач, типовых литых деталей, а деформируемые сплавы – в производстве труб, пластин, в аэрокосмической промышленности и в общем машиностроении.

7.4

Алюминиевые сплавы, с содержанием Si>10%, упрочненные Al-сплавы, магниевые сплавы

Твердость <120 НВ

Предел прочности <650 Н/мм²

Состав группы

Сплавы этой группы обычно термически упрочняемые, или имеют высокий уровень легирующих добавок (например, кремния) для улучшения литейных свойств. Термическая обработка предназначена для того, чтобы металлическая масса выпадала из структуры контролируемым образом. Это приводит к искажению структуры, но при этом повышается прочность сплава (армирование «усами»).

Данные материалы могут плохо поддаваться обработке резанием ввиду их абразивной природы, поэтому самое пристальное внимание следует уделить правильному подбору инструмента и СОЖ.

Применение

Типовым применением этих сплавов является производство деталей в автомобильной промышленности: втулок, барабанов и зубчатых колес, насосов гидроусилителя рулевой колонки, высококачественных тормозных дисков. Они применяются также в авиастроении и оборонной промышленности, а также для изготовления шатунов, зубчатых колес, головок цилиндров, блоков цилиндров, поршней и т.п. деталей.

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
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
N	0.032	0.119	0.195	0.218	0.242	0.280	0.355	0.420	0.455	0.481	0.490	0.555	0.595	0.615	0.642	0.672
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%

A520

A551

A552

R120

R330

A002

A102



HSS

HSSc

HSSc

HM

HM

TiN

TiAlN

TiAlN

DIN 1897

D

D

DIN 6529

D



2.5xC

3.5xC

3.5xC

2.5xC

4.5xD



N



HSS

HSS

TiN

DIN 338

DIN 338



4xD

4xD



N

W



PS

3.0 - 13.0

5.0 - 20.0

5.0 - 20.0

1.0 - 12.0

3.0 - 16.0

ADX

ADX

ADX

7.1

● 55I

● 55I

● 55I

■ 200W

■ 200V

7.2

■ 50M

■ 70N

■ 70N

● 200W

■ 200V

7.3

■ 37K

■ 45J

■ 45J

● 112W

■ 150V

7.4

■ 35I

■ 45K

■ 45K

● 60W

1.0 - 16.0

0.5 - 16.0

PS

■ 41K

■ 45J

■ 38J

■ 35J

● 33I

■ 30G

● 33I

■ 29G

- Превосходные
- Хорошие



HSCc	HSCc	HSCc	HM	HM	HM	HM	HM
TiN	TiAlN	TiAlN		TiN			
DN 338	D	D	DN 338	DN 338	DN 338 L	D	D
4xD	5xD	5xD	4xD	5xD	4-5xD	4-7xD	5xD
	DN 630	DN 630			DN 630	DN 630	DN 630
			N				ACM
	S.P.						S.P.

3.0 - 14.0 5.0 - 20.0 5.0 - 30.0 1.0 - 14.0 3.0 - 14.0 4.0 - 20.0 5.0 - 20.0 3.00 - 5/8

ADN	ADN	ADN					CDC-DN
● 50G	● 70H	● 70H	● 200V	● 155V			● 285W
■ 50M	■ 100M	■ 100M	● 200V	● 155V	■ 400W	■ 400W	■ 285W
■ 31I	■ 55J	■ 55J	● 112V	● 85V	■ 260W	■ 260W	■ 190V
■ 33I	■ 55J	■ 55J	● 60V	● 45V	■ 240W	■ 240W	■ 95V

7.1
7.2
7.3
7.4

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

M	Шаг резьбы mm	Макс. внутренний диаметр. mm	Диаметр сверла mm	Диаметр сверла 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	3/8
3	0.5	2.599	2.5	1/2
3.5	0.6	3.010	2.9	3/8
4	0.7	3.422	3.3	1/2
4.5	0.75	3.878	3.8	3/4
5	0.8	4.334	4.2	7/8
6	1	5.153	5	1
7	1	6.153	6	1 1/8
8	1.25	6.912	6.8	1 1/4
9	1.25	7.912	7.8	1 1/2
10	1.5	8.676	8.5	1 1/4
11	1.5	9.676	9.5	3/4
12	1.75	10.441	10.3	1 1/2
14	2	12.210	12	1 1/2
16	2	14.210	14	1 1/2
18	2.5	15.744	15.5	1 1/2
20	2.5	17.744	17.5	1 1/2
22	2.5	19.744	19.5	1 1/2
24	3	21.252	21	1 1/2
27	3	24.252	24	1 1/2
30	3.5	26.771	26.5	1 3/8

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)

Метрическая резьба с крупным шагом для сверл ADX/CDX

M	Шаг резьбы mm	Диаметр сверла 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

Рекомендации "DORMER" по применению сверл ADX и CDX

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.

E448	E449	E450	E451	E360	E361
M	M	M	M	M	M
					
HSCc	HSCc	HSCc XP	HSCc XP	HSCc	HSCc
ZrN	ZrN	ZrN	ZrN		
DIN 371	DIN 376	DIN 371	DIN 376	DIN 371	DIN 376
					
					
6H	6H	6H	6H	6H	6H
2.5xC	2.5xC	1.5xC	1.5xC	2.5xC	2.5xC
B 1:1-N	B 1:1-N	C 1:1	C 1:1	C 1:1	C 1:1
					
M3 - M10	M12 - M16	M3 - M10	M12 - M16	M3 - M10	M12 - M20
					
7.1 ■35	■35	●25	●25	■16	■16
7.2 ■45	■45	■45	■45	■35	■35
7.3 ■30	■30	■30	■30	●20	●20
7.4 ●20	●20	■20	■20		

■ Превосходные
● Хорошие

ISO См. каталог Dormer.



HSS X51	HSS X51	HSS X51	
Gold	Gold	Gold	
ISO 529	ISO 529	ISO 529	
			
			
6H	6H	6H	
2.5xD	2.5xD	2xD	
B 3.5 - N	C 2 - 3	C 2 - 3	
			
M3 - M24	M3 - M24	M3 - M16	
MTFX	MTFX	MTFX	
● 16	■ 16	● 16	7.1
● 35	■ 35	■ 35	7.2
● 20	■ 20	■ 20	7.3
● 15	■ 15	■ 15	7.4

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 подачи приведены в таблицах (см. ниже).

a_z

C301	<ul style="list-style-type: none"> 3.1 ● 28A 3.2 ● 23A 3.3 ● 40B 3.4 ● 25B 	 f_z	\varnothing mm mm/z $\pm 25\%$		
			1	2	3
 $\downarrow 0,5D$ $\leftrightarrow D$		A	0,004	0,008	0,013
		B	0,004	0,007	0,012
		C	0,003	0,006	0,011
		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		A	0,004	0,008	0,013	0,017	0,024	0,029	0,043	0,060	0,072	0,084	0,096	0,097	0,096	0,099	0,105	0,109	0,108	0,106	0,108	0,108
			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
HSS		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	0,098	0,111	0,111	0,111	0,119	0,127	0,143	0,139
			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	0,092	0,104	0,104

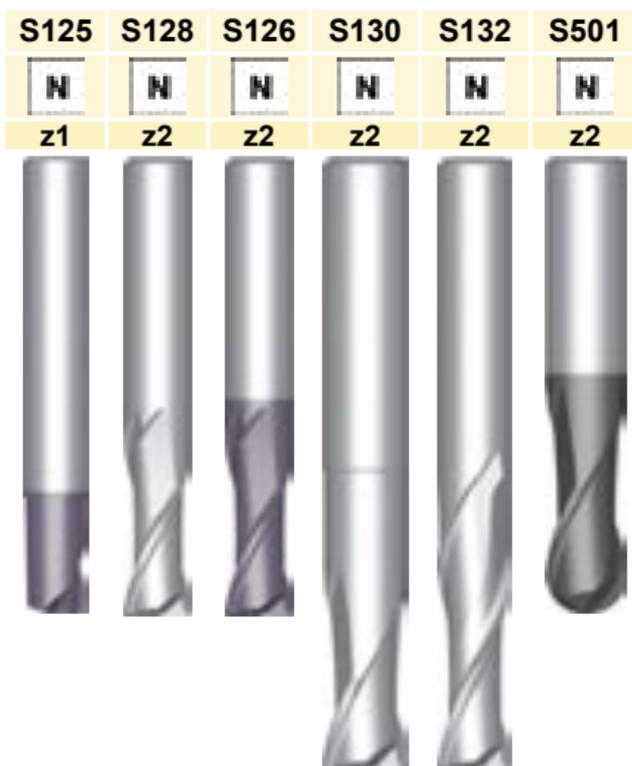
Z	HIM		Ø mm mm/z ± 25%																			
			>0,5	0,6	0,8	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20				
2-3		A	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005	0,009	0,013	0,017	0,020	0,023	0,035	0,040	0,050	0,055	0,060	0,070	0,070	0,070	0,070	
		B	0,001	0,002	0,003	0,003	0,007	0,013	0,020	0,025	0,030	0,035	0,050	0,060	0,070	0,080	0,090	0,090	0,100	0,100	0,100	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	0,130	0,130	0,130	0,130
2 & 4		A					0,010	0,017	0,023	0,028	0,032	0,040	0,050	0,055	0,070	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	
		BC					0,015	0,022	0,030	0,035	0,040	0,050	0,060	0,070	0,085	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	

C159	C169	C358	C365
W	W	W	W
z2	z2	z3	z3-4

HSCc	HSCc	HSCc XP	HSCc XP
DIN 844 K	DIN 844 K	DIN 844 K	DIN 844 K
P9	P9	P9	P9
DIN 1825 B	DIN 1825 B	DIN 1825 B	DIN 1825 B
e8	e8	k10	k10
λ 40°	λ 40°	λ 40°	λ 40°
2.0- 20.0	2.0- 20.0	10-30.0	10-30.0

7.1	■300E	■600E	●798E	■330Q
7.2	■300E	■600E	■798E	■330Q
7.3	■90E	■180E	■239E	●99Q
7.4		■100A	■133A	
	1	1	1.1	1.1

- Превосходные
- Хорошие



HM	HM	HM	HM	HM	HM
TiCN		TiCN			TiCN
DIN 652	DIN 652	DIN 652	D	D	D
h10	h10	h10	h10	h10	h9
λ 30°	λ 30°	λ 30°	λ 25°	λ 25°	λ 30°

3.0 - 10.0 2.0 - 12.0 2.0 - 12.0 2.0 - 20.0 2.0 - 12.0 1.0 - 16.0

HSSM	HSSM	HSSM	HSSM	HSSM	
■950C	■950C	■950C	■950C	■826C	■950C
■950C	■950C	■950C	■950C	■826C	■950C
■600C	■350C	■600C	■450C	■391C	■681C
■350B	■200B	■350B	■180B	■156B	■363B
1	1	1	1	1	1

- 7.1
- 7.2
- 7.3
- 7.4

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																	
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