НИР

ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ»

ТВЕРДОСПЛАВНЫЙ ОСЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ С НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМ ПОКРЫТИЕМ

РОСНАНО
Российская корпорация нанотехнологий

ГАЗПРОМБАНК

SATURN

ВВЕДЕНИЕ стр. 4

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ стр. 8

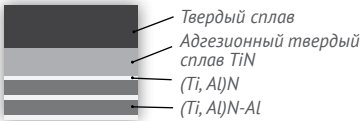
ФРЕЗЕРОВАНИЕ стр. 24

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ стр. 58

ВВЕДЕНИЕ

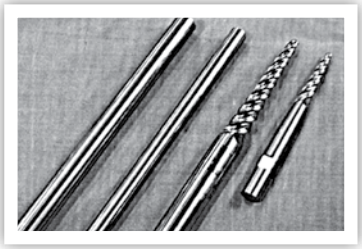
ВВЕДЕНИЕ

Наноструктурированные композиционные ионно-имплантационные многослойные покрытия



Структура слоя TiAlN с наноразмерными субслоями he = 20 нм

Изготовление монолитного инструмента



Заготовка и готовый инструмент

Рабочая зона специального шлифовального станка

В России в настоящее время широко внедряется в производство монолитный инструмент из твердых сплавов. Необходимость использования данного вида инструмента связана с широчайшим применением практически во всех сферах машиностроения современного многоцелевого оборудования.

Современное многоцелевое оборудование в условиях автоматизированного производства работает с высокими скоростями резания (от 80 до 300 м/мин) при частоте вращения от 1000 до 25000 об/мин. Для таких режимов работы используют исключительно твердосплавной инструмент с многофункциональными покрытиями. Эффективность данных технологий напрямую зависит от состава и качества материала инструмента и покрытий.

Основное требование к инструменту при его изготовлении – обеспечение точного взаимного расположения всех поверхностей инструмента относительно посадочных поверхностей.

Соответственно, процесс восстановления режущей способности инструмента включает в себя полный цикл обработки всех его режущих поверхностей с последующим нанесением покрытия.

ЦЕЛЕВЫЕ ГРУППЫ – ОСНОВНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ

- Авиадвигателестроение
- Самолетостроение
- Ракетостроение
- Энергетическое машиностроение
- Приборостроение
- Автомобильная промышленность
- Судостроение

ПРЕИМУЩЕСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ

Перед инструментами без покрытий

- Сокращение числа дефектов после обработки дает высочайшее качество обрабатываемой поверхности.
- Увеличение срока службы инструмента с нанопокрытием в 2,5-3 раза по сравнению с обычным твердосплавным инструментом.
- Эффективная обработка труднообрабатываемых материалов из титановых сплавов и жаропрочных сталей; возможность применения при сухой обработке.

Перед инструментами с износостойкими покрытиями (без использования нанотехнологий)

- Предельно высокая твердость в сочетании с предельно высокой температурной стойкостью предоставляют максимально эффективную производительность.
- Расширение спектра обрабатываемых материалов за счет изменения вещества нанопокрытия.
- Возможность создания нанокомпонентных покрытий с уникальными характеристиками: высокая твердость одновременно с высокой эластичностью покрытия предполагают высокоэффективную работу в широком спектре режимов.

Перед зарубежными инструментами с наноструктурированными покрытиями

- Уменьшение цены инструмента за счет снижения затрат.
- Сокращение сроков поставки нового инструмента.
- Уменьшение стоимости и сокращение сроков комплексного восстановления инструмента.

О КОМПАНИИ

Компания «Новые Инструментальные Решения» основана 15 октября 2008 года.

Это первое российское производство современного металлорежущего твердосплавного инструмента с многослойным наноструктурированным покрытием, построенное по самым современным стандартам, оснащенное новейшим оборудованием высочайшего качества.

УСЛУГИ

- Нанесение износостойких наноструктурированных покрытий на изделия и инструменты заказчика.
- Восстановление (переточка и нанесение покрытия) осевого монолитного инструмента любого производителя.
- Разработка специализированных видов покрытий под конкретные нужды заказчика с привлечением российских и зарубежных специалистов.
- Изготовление нестандартного осевого инструмента по чертежам заказчика, а также из рекомендованных заказчиком инструментальных материалов.
- Проектирование и изготовление специального инструмента согласно техническому заданию.

СВЕРЛА

изображение	стр.	серия	P	M	K	N	S	H
Сверла твердосплавные спиральные с цилиндрическим хвостовиком								
		СЕРИЯ 3D						
		СЕРИЯ 5D						
		СЕРИЯ 7D						

ФРЕЗЫ

изображение	стр.	серия	P	M	K	N	S	H
Геометрия для обработки алюминия								
		СЕРИЯ M155						
		СЕРИЯ M156						
Острая геометрия								
		M112-M115						
Универсальная геометрия								
		СЕРИЯ M128						
		СЕРИЯ M130						
		СЕРИЯ M136						
		СЕРИЯ M142						
		СЕРИЯ M205						
Тупая геометрия								
		СЕРИЯ M201						
		СЕРИЯ M202						
Усиленная геометрия								
		СЕРИЯ M157						
		СЕРИЯ M210						

ВВЕДЕНИЕ

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ МАТЕРИАЛ

Сталь

Нержавеющая сталь

Чугун

Цветные металлы

Жаропрочные сплавы

Твердые материалы

НАПРАВЛЕНИЕ СПИРАЛИ

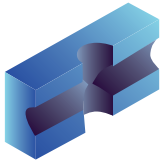
R *Правая*

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

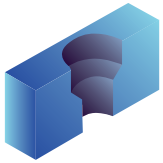
Твердый сплав

ОБРАБАТЫВАЕМЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

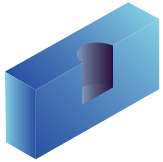
Сквозное отверстие



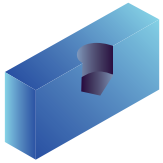
Сверление пересе-кающихся отверстий



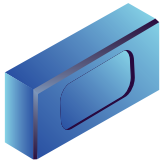
Ступенчатое сверление



Глухое отверстие



Центровка



Фаска

РАСШИФРОВКА ОБОЗНАЧЕНИЙ ИНСТРУМЕНТА

Обозначение стандартных сверл

D	1	12	-	080	100		H10
Тип инструмента D - Сверла	*Тип сверла 1 – Наружный подвод СОЖ 2 – Внутренний подвод СОЖ 3 – Центровка*	*Номер серии*		*Диаметр инструмента*	*Длина инструмента*		*Сплав инструмента*

Используемые сплавы приведены на стр. 22

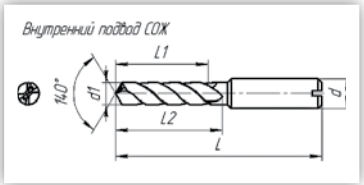
Пример заказа:

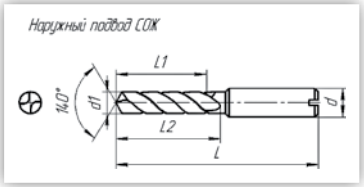
D101-080120 H24

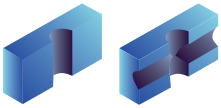
Сверло твердосплавное с наружной подачей СОЖ, серия 01, диаметр 8,0 мм, длина 120 мм из сплава H24 с покрытием Exxtral

СВЕРЛА ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ СПИРАЛЬНЫЕ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ХВОСТОВИКОМ КОРОТКАЯ СЕРИЯ 3D

Глубина сверления: *2-3 диаметра*
Диаметр сверла: *3-14,2 мм*
Допуски: *d: h6*
d1: m7
Подвод СОЖ: *внутренний, наружный*
Направление винтовых канавок: *правое*







№ п/п	Код инструмента		Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	С внутренним подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
1	D101-030062	D201-030062	3	6	62	13	20	+	+	+	±	+	+	±	+
2	D101-031062	D201-031062	3,1	6	62	13	20	+	+	+	±	+	+	±	+
3	D101-032062	D201-032062	3,2	6	62	13	20	+	+	+	±	+	+	±	+
4	D101-033062	D201-033062	3,3	6	62	13	20	+	+	+	±	+	+	±	+
5	D101-034062	D201-034062	3,4	6	62	13	20	+	+	+	±	+	+	±	+
6	D101-035062	D201-035062	3,5	6	62	14	20	+	+	+	±	+	+	±	+
7	D101-036062	D201-036062	3,6	6	62	14	20	+	+	+	±	+	+	±	+
8	D101-037062	D201-037062	3,7	6	62	14	20	+	+	+	±	+	+	±	+
9	D101-038062	D201-038062	3,8	6	62	14	20	+	+	+	±	+	+	±	+
10	D101-039062	D201-039062	3,9	6	62	14	20	+	+	+	±	+	+	±	+

№ п/п	Код инструмента		Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	С внутренним подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
11	D101-040066	D201-040066	4	6	66	17	24	+	+	+	±	+	+	±	+
12	D101-041066	D201-041066	4,1	6	66	17	24	+	+	+	±	+	+	±	+
13	D101-042066	D201-042066	4,2	6	66	17	24	+	+	+	±	+	+	±	+
14	D101-043066	D201-043066	4,3	6	66	17	24	+	+	+	±	+	+	±	+
15	D101-044066	D201-044066	4,4	6	66	17	24	+	+	+	±	+	+	±	+
16	D101-045066	D201-045066	4,5	6	66	17	24	+	+	+	±	+	+	±	+
17	D101-046066	D201-046066	4,6	6	66	17	24	+	+	+	±	+	+	±	+
18	D101-047066	D201-047066	4,7	6	66	17	24	+	+	+	±	+	+	±	+
19	D101-048066	D201-048066	4,8	6	66	17	24	+	+	+	±	+	+	±	+
20	D101-049066	D201-049066	4,9	6	66	17	24	+	+	+	±	+	+	±	+
21	D101-050066	D201-050066	5	6	66	18	28	+	+	+	±	+	+	±	+
22	D101-051066	D201-051066	5,1	6	66	18	28	+	+	+	±	+	+	±	+
23	D101-052066	D201-052066	5,2	6	66	18	28	+	+	+	±	+	+	±	+
24	D101-053066	D201-053066	5,3	6	66	18	28	+	+	+	±	+	+	±	+
25	D101-054066	D201-054066	5,4	6	66	18	28	+	+	+	±	+	+	±	+
26	D101-055066	D201-055066	5,5	6	66	19	28	+	+	+	±	+	+	±	+
27	D101-056066	D201-056066	5,6	6	66	19	28	+	+	+	±	+	+	±	+
28	D101-057066	D201-057066	5,7	6	66	19	28	+	+	+	±	+	+	±	+
29	D101-058066	D201-058066	5,8	6	66	19	28	+	+	+	±	+	+	±	+
30	D101-059066	D201-059066	5,9	6	66	19	28	+	+	+	±	+	+	±	+
31	D101-060066	D201-060066	6	6	66	19	28	+	+	+	±	+	+	±	+
32	D101-061079	D201-061079	6,1	8	79	22	34	+	+	+	±	+	+	±	+
33	D101-062079	D201-062079	6,2	8	79	22	34	+	+	+	±	+	+	±	+
34	D101-063079	D201-063079	6,3	8	79	22	34	+	+	+	±	+	+	±	+
35	D101-064079	D201-064079	6,4	8	79	22	34	+	+	+	±	+	+	±	+
36	D101-065079	D201-065079	6,5	8	79	22	34	+	+	+	±	+	+	±	+
37	D101-066079	D201-066079	6,6	8	79	22	34	+	+	+	±	+	+	±	+
38	D101-067079	D201-067079	6,7	8	79	22	34	+	+	+	±	+	+	±	+
39	D101-068079	D201-068079	6,8	8	79	22	34	+	+	+	±	+	+	±	+
40	D101-069079	D201-069079	6,9	8	79	22	34	+	+	+	±	+	+	±	+
41	D101-070079	D201-070079	7	8	79	22	34	+	+	+	±	+	+	±	+
42	D101-071079	D201-071079	7,1	8	79	28	41	+	+	+	±	+	+	±	+
43	D101-072079	D201-072079	7,2	8	79	28	41	+	+	+	±	+	+	±	+
44	D101-073079	D201-073079	7,3	8	79	28	41	+	+	+	±	+	+	±	+

№ п/п	Код инструмента		Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	С внутренним подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
45	D101-074079	D201-074079	7,4	8	79	28	41	+	+	+	±	+	+	±	+
46	D101-075079	D201-075079	7,5	8	79	28	41	+	+	+	±	+	+	±	+
47	D101-076079	D201-076079	7,6	8	79	28	41	+	+	+	±	+	+	±	+
48	D101-077079	D201-077079	7,7	8	79	28	41	+	+	+	±	+	+	±	+
49	D101-078079	D201-078079	7,8	8	79	28	41	+	+	+	±	+	+	±	+
50	D101-079079	D201-079079	7,9	8	79	28	41	+	+	+	±	+	+	±	+
51	D101-080079	D201-080079	8	8	79	28	41	+	+	+	±	+	+	±	+
52	D101-081089	D201-081089	8,1	10	89	30	47	+	+	+	±	+	+	±	+
53	D101-082089	D201-082089	8,2	10	89	30	47	+	+	+	±	+	+	±	+
54	D101-083089	D201-083089	8,3	10	89	30	47	+	+	+	±	+	+	±	+
55	D101-084089	D201-084089	8,4	10	89	30	47	+	+	+	±	+	+	±	+
56	D101-085089	D201-085089	8,5	10	89	30	47	+	+	+	±	+	+	±	+
57	D101-086089	D201-086089	8,6	10	89	30	47	+	+	+	±	+	+	±	+
58	D101-088089	D201-088089	8,8	10	89	30	47	+	+	+	±	+	+	±	+
59	D101-087089	D201-087089	8,7	10	89	30	47	+	+	+	±	+	+	±	+
60	D101-089089	D201-089089	8,9	10	89	30	47	+	+	+	±	+	+	±	+
61	D101-090089	D201-090089	9	10	89	30	47	+	+	+	±	+	+	±	+
62	D101-091089	D201-091089	9,1	10	89	31	47	+	+	+	±	+	+	±	+
63	D101-092089	D201-092089	9,2	10	89	31	47	+	+	+	±	+	+	±	+
64	D101-093089	D201-093089	9,3	10	89	31	47	+	+	+	±	+	+	±	+
65	D101-094089	D201-094089	9,4	10	89	31	47	+	+	+	±	+	+	±	+
66	D101-095089	D201-095089	9,5	10	89	31	47	+	+	+	±	+	+	±	+
67	D101-096089	D201-096089	9,6	10	89	31	47	+	+	+	±	+	+	±	+
68	D101-097089	D201-097089	9,7	10	89	31	47	+	+	+	±	+	+	±	+
69	D101-098089	D201-098089	9,8	10	89	31	47	+	+	+	±	+	+	±	+
70	D101-099089	D201-099089	9,9	10	89	31	47	+	+	+	±	+	+	±	+
71	D101-100089	D201-100089	10	10	89	31	47	+	+	+	±	+	+	±	+
72	D101-101102	D201-101102	10,1	12	102	34	55	+	+	+	±	+	+	±	+
73	D101-102102	D201-102102	10,2	12	102	34	55	+	+	+	±	+	+	±	+
74	D101-103102	D201-103102	10,3	12	102	34	55	+	+	+	±	+	+	±	+
75	D101-104102	D201-104102	10,4	12	102	34	55	+	+	+	±	+	+	±	+
76	D101-105102	D201-105102	10,5	12	102	34	55	+	+	+	±	+	+	±	+
77	D101-106102	D201-106102	10,6	12	102	34	55	+	+	+	±	+	+	±	+
78	D101-107102	D201-107102	10,7	12	102	34	55	+	+	+	±	+	+	±	+

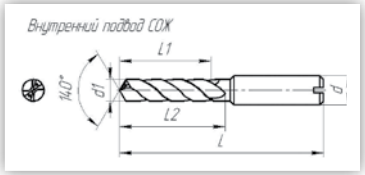
№ п/п	Код инструмента		Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	С внутренним подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
79	D101-108102	D201-108102	10,8	12	102	34	55	+	+	+	±	+	+	±	+
80	D101-109102	D201-109102	10,9	12	102	34	55	+	+	+	±	+	+	±	+
81	D101-110102	D201-110102	11	12	102	34	55	+	+	+	±	+	+	±	+
82	D101-111102	D201-111102	11,1	12	102	35	55	+	+	+	±	+	+	±	+
83	D101-112102	D201-112102	11,2	12	102	35	55	+	+	+	±	+	+	±	+
84	D101-113102	D201-113102	11,3	12	102	35	55	+	+	+	±	+	+	±	+
85	D101-114102	D201-114102	11,4	12	102	35	55	+	+	+	±	+	+	±	+
86	D101-115102	D201-115102	11,5	12	102	35	55	+	+	+	±	+	+	±	+
87	D101-116102	D201-116102	11,6	12	102	35	55	+	+	+	±	+	+	±	+
88	D101-117102	D201-117102	11,7	12	102	35	55	+	+	+	±	+	+	±	+
89	D101-118102	D201-118102	11,8	12	102	35	55	+	+	+	±	+	+	±	+
91	D101-119102	D201-119102	11,9	12	102	35	55	+	+	+	±	+	+	±	+
92	D101-120102	D201-120102	12	12	102	35	55	+	+	+	±	+	+	±	+
93	D101-121107	D201-121107	12,1	14	107	38	60	+	+	+	±	+	+	±	+
94	D101-122107	D201-122107	12,2	14	107	38	60	+	+	+	±	+	+	±	+
95	D101-123107	D201-123107	12,3	14	107	38	60	+	+	+	±	+	+	±	+
96	D101-124107	D201-124107	12,4	14	107	38	60	+	+	+	±	+	+	±	+
97	D101-125107	D201-125107	12,5	14	107	38	60	+	+	+	±	+	+	±	+
98	D101-126107	D201-126107	12,6	14	107	38	60	+	+	+	±	+	+	±	+
99	D101-127107	D201-127107	12,7	14	107	38	60	+	+	+	±	+	+	±	+
100	D101-128107	D201-128107	12,8	14	107	38	60	+	+	+	±	+	+	±	+
102	D101-129107	D201-129107	12,9	14	107	38	60	+	+	+	±	+	+	±	+
103	D101-130107	D201-130107	13	14	107	39	60	+	+	+	±	+	+	±	+
104	D101-131107	D201-131107	13,1	14	107	39	60	+	+	+	±	+	+	±	+
105	D101-132107	D201-132107	13,2	14	107	39	60	+	+	+	±	+	+	±	+
106	D101-133107	D201-133107	13,3	14	107	39	60	+	+	+	±	+	+	±	+
107	D101-134107	D201-134107	13,4	14	107	39	60	+	+	+	±	+	+	±	+
108	D101-135107	D201-135107	13,5	14	107	39	60	+	+	+	±	+	+	±	+
109	D101-136107	D201-136107	13,6	14	107	39	60	+	+	+	±	+	+	±	+
110	D101-137107	D201-137107	13,7	14	107	39	60	+	+	+	±	+	+	±	+
111	D101-138107	D201-138107	13,8	14	107	39	60	+	+	+	±	+	+	±	+
112	D101-139107	D201-139107	13,9	14	107	39	60	+	+	+	±	+	+	±	+
113	D101-140107	D201-140107	14	14	107	39	60	+	+	+	±	+	+	±	+
114	D101-141115	D201-141115	14,1	16	115	41	65	+	+	+	±	+	+	±	+
115	D101-142115	D201-142115	14.2	16	115	41	65	+	+	+	±	+	+	±	+

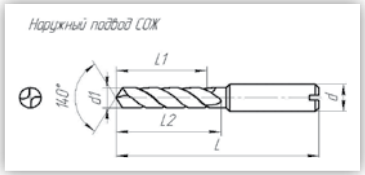
+ рекомендуемый материал, ± допустимый материал

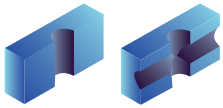
Используемые сплавы – стр. 22. Режимы резания – стр. 21. Пример заказа – стр. 12.

СВЕРЛА ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ СПИРАЛЬНЫЕ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ХВОСТОВИКОМ СРЕДНЯЯ СЕРИЯ 5D

Глубина сверления: *4-5 диаметров*
Диаметр сверла: *3-14,2 мм*
Допуски: *d: h6*
d1: m7
Подвод СОЖ: *внутренний, наружный*
Направление винтовых канавок: *правое*







№ п/п	Код инструмента		Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	С внутренним подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
1	D103-030066	D203-030066	3	6	66	20	28	+	+	+	±	+	+	±	+
2	D103-031066	D203-031066	3,1	6	66	20	28	+	+	+	±	+	+	±	+
3	D103-032066	D203-032066	3,2	6	66	20	28	+	+	+	±	+	+	±	+
4	D103-033066	D203-033066	3,3	6	66	20	28	+	+	+	±	+	+	±	+
5	D103-034066	D203-034066	3,4	6	66	20	28	+	+	+	±	+	+	±	+
6	D103-035066	D203-035066	3,5	6	66	20	28	+	+	+	±	+	+	±	+
7	D103-036066	D203-036066	3,6	6	66	20	28	+	+	+	±	+	+	±	+
8	D103-037066	D203-037066	3,7	6	66	20	28	+	+	+	±	+	+	±	+
9	D103-038066	D203-038066	3,8	6	66	20	28	+	+	+	±	+	+	±	+
10	D103-039066	D203-039066	3,9	6	66	20	28	+	+	+	±	+	+	±	+

№ п/п	Код инструмента		Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	С внутренним подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
11	D103-040066	D203-040066	4	6	66	20	28	+	+	+	±	+	+	±	+
12	D103-041074	D203-041074	4,1	6	74	27	36	+	+	+	±	+	+	±	+
13	D103-042074	D203-042074	4,2	6	74	27	36	+	+	+	±	+	+	±	+
14	D103-043074	D203-043074	4,3	6	74	27	36	+	+	+	±	+	+	±	+
15	D103-044074	D203-044074	4,4	6	74	27	36	+	+	+	±	+	+	±	+
16	D103-045074	D203-045074	4,5	6	74	27	36	+	+	+	±	+	+	±	+
17	D103-046074	D203-046074	4,6	6	74	27	36	+	+	+	±	+	+	±	+
18	D103-047074	D203-047074	4,7	6	74	27	36	+	+	+	±	+	+	±	+
19	D103-048074	D203-048074	4,8	6	74	27	36	+	+	+	±	+	+	±	+
20	D103-049082	D203-049082	4,9	6	74	27	36	+	+	+	±	+	+	±	+
21	D103-050082	D203-050082	5	6	82	35	44	+	+	+	±	+	+	±	+
22	D103-051082	D203-051082	5,1	6	82	35	44	+	+	+	±	+	+	±	+
23	D103-052082	D203-052082	5,2	6	82	35	44	+	+	+	±	+	+	±	+
24	D103-053082	D203-053082	5,3	6	82	35	44	+	+	+	±	+	+	±	+
25	D103-054082	D203-054082	5,4	6	82	35	44	+	+	+	±	+	+	±	+
26	D103-055082	D203-055082	5,5	6	82	35	44	+	+	+	±	+	+	±	+
27	D103-056082	D203-056082	5,6	6	82	35	44	+	+	+	±	+	+	±	+
28	D103-057082	D203-057082	5,7	6	82	35	44	+	+	+	±	+	+	±	+
29	D103-058082	D203-058082	5,8	6	82	35	44	+	+	+	±	+	+	±	+
30	D103-059082	D203-059082	5,9	6	82	35	44	+	+	+	±	+	+	±	+
31	D103-060082	D203-060082	6	6	82	35	44	+	+	+	±	+	+	±	+
32	D103-061091	D203-061091	6,1	8	91	39	53	+	+	+	±	+	+	±	+
33	D103-062091	D203-062091	6,2	8	91	39	53	+	+	+	±	+	+	±	+
34	D103-063091	D203-063091	6,3	8	91	39	53	+	+	+	±	+	+	±	+
35	D103-064091	D203-064091	6,4	8	91	39	53	+	+	+	±	+	+	±	+
36	D103-065091	D203-065091	6,5	8	91	39	53	+	+	+	±	+	+	±	+
37	D103-066091	D203-066091	6,6	8	91	39	53	+	+	+	±	+	+	±	+
38	D103-067091	D203-067091	6,7	8	91	39	53	+	+	+	±	+	+	±	+
39	D103-068091	D203-068091	6,8	8	91	39	53	+	+	+	±	+	+	±	+
40	D103-069091	D203-069091	6,9	8	91	39	53	+	+	+	±	+	+	±	+
41	D103-070091	D203-070091	7	8	91	40	53	+	+	+	±	+	+	±	+
42	D103-071091	D203-071091	7,1	8	91	40	53	+	+	+	±	+	+	±	+
43	D103-072091	D203-072091	7,2	8	91	40	53	+	+	+	±	+	+	±	+
44	D103-073091	D203-073091	7,3	8	91	40	53	+	+	+	±	+	+	±	+

№ п/п	Код инструмента		Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	С внутренним подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
45	D103-074091	D203-074091	7,4	8	91	40	53	+	+	+	±	+	+	±	+
46	D103-075091	D203-075091	7,5	8	91	40	53	+	+	+	±	+	+	±	+
47	D103-076091	D203-076091	7,6	8	91	40	53	+	+	+	±	+	+	±	+
48	D103-077091	D203-077091	7,7	8	91	40	53	+	+	+	±	+	+	±	+
49	D103-078091	D203-078091	7,8	8	91	40	53	+	+	+	±	+	+	±	+
50	D103-079091	D203-079091	7,9	8	91	40	53	+	+	+	±	+	+	±	+
51	D103-080091	D203-080091	8	8	91	40	53	+	+	+	±	+	+	±	+
52	D103-081103	D203-081103	8,1	10	103	44	61	+	+	+	±	+	+	±	+
53	D103-082103	D203-082103	8,2	10	103	44	61	+	+	+	±	+	+	±	+
54	D103-083103	D203-083103	8,3	10	103	44	61	+	+	+	±	+	+	±	+
55	D103-084103	D203-084103	8,4	10	103	44	61	+	+	+	±	+	+	±	+
56	D103-085103	D203-085103	8,5	10	103	44	61	+	+	+	±	+	+	±	+
57	D103-086103	D203-086103	8,6	10	103	44	61	+	+	+	±	+	+	±	+
58	D103-087103	D203-087103	8,7	10	103	44	61	+	+	+	±	+	+	±	+
59	D103-088103	D203-088103	8,8	10	103	44	61	+	+	+	±	+	+	±	+
60	D103-089103	D203-089103	8,9	10	103	44	61	+	+	+	±	+	+	±	+
61	D103-090103	D203-090103	9	10	103	45	61	+	+	+	±	+	+	±	+
62	D103-091103	D203-091103	9,1	10	103	45	61	+	+	+	±	+	+	±	+
63	D103-092103	D203-092103	9,2	10	103	45	61	+	+	+	±	+	+	±	+
64	D103-093103	D203-093103	9,3	10	103	45	61	+	+	+	±	+	+	±	+
65	D103-094103	D203-094103	9,4	10	103	45	61	+	+	+	±	+	+	±	+
66	D103-095103	D203-095103	9,5	10	103	45	61	+	+	+	±	+	+	±	+
67	D103-096103	D203-096103	9,6	10	103	45	61	+	+	+	±	+	+	±	+
68	D103-097103	D203-097103	9,7	10	103	45	61	+	+	+	±	+	+	±	+
69	D103-098103	D203-098103	9,8	10	103	45	61	+	+	+	±	+	+	±	+
70	D103-099103	D203-099103	9,9	10	103	45	61	+	+	+	±	+	+	±	+
71	D103-100103	D203-100103	10	10	103	45	61	+	+	+	±	+	+	±	+
72	D103-101118	D203-101118	10,1	12	118	50	71	+	+	+	±	+	+	±	+
73	D103-102118	D203-102118	10,2	12	118	50	71	+	+	+	±	+	+	±	+
74	D103-103118	D203-103118	10,3	12	118	50	71	+	+	+	±	+	+	±	+
75	D103-104118	D203-104118	10,4	12	118	50	71	+	+	+	±	+	+	±	+
76	D103-105118	D203-105118	10,5	12	118	50	71	+	+	+	±	+	+	±	+
77	D103-106118	D203-106118	10,6	12	118	50	71	+	+	+	±	+	+	±	+
78	D103-107118	D203-107118	10,7	12	118	50	71	+	+	+	±	+	+	±	+

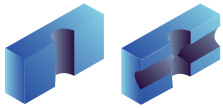
№ п/п	Код инструмента		Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	С внутренним подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
79	D103-108118	D203-108118	10,8	12	118	50	71	+	+	+	±	+	+	±	+
80	D103-109118	D203-109118	10,9	12	118	50	71	+	+	+	±	+	+	±	+
81	D103-110118	D203-110118	11	12	118	51	71	+	+	+	±	+	+	±	+
82	D103-111118	D203-111118	11,1	12	118	51	71	+	+	+	±	+	+	±	+
83	D103-112118	D203-112118	11,2	12	118	51	71	+	+	+	±	+	+	±	+
84	D103-113118	D203-113118	11,3	12	118	51	71	+	+	+	±	+	+	±	+
85	D103-114118	D203-114118	11,4	12	118	51	71	+	+	+	±	+	+	±	+
86	D103-115118	D203-115118	11,5	12	118	51	71	+	+	+	±	+	+	±	+
87	D103-116118	D203-116118	11,6	12	118	51	71	+	+	+	±	+	+	±	+
88	D103-117118	D203-117118	11,7	12	118	51	71	+	+	+	±	+	+	±	+
89	D103-118118	D203-118118	11,8	12	118	51	71	+	+	+	±	+	+	±	+
91	D103-119118	D203-119118	11,9	12	118	51	71	+	+	+	±	+	+	±	+
92	D103-120118	D203-120118	12	12	118	51	71	+	+	+	±	+	+	±	+
93	D103-121124	D203-121124	12,1	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
94	D103-122124	D203-122124	12,2	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
95	D103-123124	D203-123124	12,3	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
96	D103-124124	D203-124124	12,4	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
97	D103-125124	D203-125124	12,5	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
98	D103-126124	D203-126124	12,6	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
99	D103-127124	D203-127124	12,7	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
100	D103-128124	D203-128124	12,8	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
102	D103-129124	D203-129124	12,9	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
103	D103-130124	D203-130124	13	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
104	D103-131124	D203-131124	13,1	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
105	D103-131124	D203-131124	13,2	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
106	D103-131124	D203-131124	13,3	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
107	D103-131124	D203-131124	13,4	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
108	D103-135124	D203-135124	13,5	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
109	D103-136124	D203-136124	13,6	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
110	D103-137124	D203-137124	13,7	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
111	D103-138124	D203-138124	13,8	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
112	D103-139124	D203-139124	13,9	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
113	D103-140124	D203-140124	14	14	124	55	77	+	+	+	±	+	+	±	+
114	D103-141133	D203-141133	14,1	16	133	59	83	+	+	+	±	+	+	±	+
115	D103-142133	D203-142133	14,2	16	133	59	83	+	+	+	±	+	+	±	+

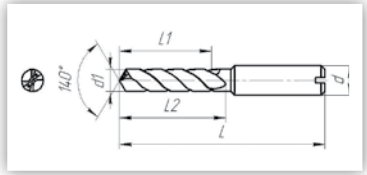
+ рекомендуемый материал, ± допустимый материал

Используемые сплавы – стр. 22. Режимы резания – стр. 21. Пример заказа – стр. 12.

СВЕРЛА ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ СПИРАЛЬНЫЕ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ХВОСТОВИКОМ ДЛИННАЯ СЕРИЯ 7D

Глубина сверления: *6-7 диаметров*
Диаметр сверла: *3-14,2 мм*
Допуски: *d: h6*
d1: m7
Подвод СОЖ: *внутренний*
Направление винтовых канавок: *правое*





№ п/п	Код инструмента	Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
1	D205-030	3	6		28		+	+	+	±	+	+	±	+
2	D205-031	3,1	6		28		+	+	+	±	+	+	±	+
3	D205-032	3,2	6		28		+	+	+	±	+	+	±	+
4	D205-033	3,3	6		28		+	+	+	±	+	+	±	+
5	D205-034	3,4	6		28		+	+	+	±	+	+	±	+
6	D205-035	3,5	6		28		+	+	+	±	+	+	±	+
7	D205-036	3,6	6		28		+	+	+	±	+	+	±	+
8	D205-037	3,7	6		28		+	+	+	±	+	+	±	+
9	D205-038	3,8	6		28		+	+	+	±	+	+	±	+
10	D205-039	3,9	6		28		+	+	+	±	+	+	±	+

№ п/п	Код инструмента	Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
11	D205-040	4	6		35		+	+	+	±	+	+	±	+
12	D205-041	4,1	6		35		+	+	+	±	+	+	±	+
13	D205-042	4,2	6		35		+	+	+	±	+	+	±	+
14	D205-043	4,3	6		35		+	+	+	±	+	+	±	+
15	D205-044	4,4	6		35		+	+	+	±	+	+	±	+
16	D205-045	4,5	6		35		+	+	+	±	+	+	±	+
17	D205-046	4,6	6		35		+	+	+	±	+	+	±	+
18	D205-047	4,7	6		35		+	+	+	±	+	+	±	+
19	D205-048	4,8	6		35		+	+	+	±	+	+	±	+
20	D205-049	4,9	6		35		+	+	+	±	+	+	±	+
21	D205-050093	5	6	93	42	50	+	+	+	±	+	+	±	+
22	D205-051093	5,1	6	93	42	50	+	+	+	±	+	+	±	+
23	D205-052093	5,2	6	93	42	50	+	+	+	±	+	+	±	+
24	D205-053093	5,3	6	93	42	50	+	+	+	±	+	+	±	+
25	D205-054093	5,4	6	93	42	50	+	+	+	±	+	+	±	+
26	D205-055093	5,5	6	93	42	50	+	+	+	±	+	+	±	+
27	D205-056093	5,6	6	93	42	50	+	+	+	±	+	+	±	+
28	D205-057093	5,7	6	93	42	50	+	+	+	±	+	+	±	+
29	D205-058093	5,8	6	93	42	50	+	+	+	±	+	+	±	+
30	D205-059093	5,9	6	93	42	50	+	+	+	±	+	+	±	+
31	D205-060093	6	6	93	42	50	+	+	+	±	+	+	±	+
32	D205-061105	6,1	8	105	49	59	+	+	+	±	+	+	±	+
33	D205-062105	6,2	8	105	49	59	+	+	+	±	+	+	±	+
34	D205-063105	6,3	8	105	49	59	+	+	+	±	+	+	±	+
35	D205-064105	6,4	8	105	49	59	+	+	+	±	+	+	±	+
36	D205-065105	6,5	8	105	49	59	+	+	+	±	+	+	±	+
37	D205-066105	6,6	8	105	49	59	+	+	+	±	+	+	±	+
38	D205-067105	6,7	8	105	49	59	+	+	+	±	+	+	±	+
39	D205-068105	6,8	8	105	49	59	+	+	+	±	+	+	±	+
40	D205-069105	6,9	8	105	49	59	+	+	+	±	+	+	±	+
41	D205-070105	7	8	105	49	59	+	+	+	±	+	+	±	+
42	D205-071105	7,1	8	105	56	67	+	+	+	±	+	+	±	+
43	D205-072105	7,2	8	105	56	67	+	+	+	±	+	+	±	+
44	D205-073105	7,3	8	105	56	67	+	+	+	±	+	+	±	+

№ п/п	Код инструмента	Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
45	D205-074105	7,4	8	105	56	67	+	+	+	±	+	+	±	+
46	D205-075105	7,5	8	105	56	67	+	+	+	±	+	+	±	+
47	D205-076105	7,6	8	105	56	67	+	+	+	±	+	+	±	+
48	D205-077105	7,7	8	105	56	67	+	+	+	±	+	+	±	+
49	D205-078105	7,8	8	105	56	67	+	+	+	±	+	+	±	+
50	D205-079105	7,9	8	105	56	67	+	+	+	±	+	+	±	+
51	D205-080105	8	8	105	56	67	+	+	+	±	+	+	±	+
52	D205-081120	8,1	10	120	62	75	+	+	+	±	+	+	±	+
53	D205-082120	8,2	10	120	62	75	+	+	+	±	+	+	±	+
54	D205-083120	8,3	10	120	62	75	+	+	+	±	+	+	±	+
55	D205-084120	8,4	10	120	62	75	+	+	+	±	+	+	±	+
56	D205-085120	8,5	10	120	62	75	+	+	+	±	+	+	±	+
57	D205-086120	8,6	10	120	62	75	+	+	+	±	+	+	±	+
58	D205-087120	8,7	10	120	62	75	+	+	+	±	+	+	±	+
59	D205-088120	8,8	10	120	62	75	+	+	+	±	+	+	±	+
60	D205-089120	8,9	10	120	62	75	+	+	+	±	+	+	±	+
61	D205-090133	9	10	133	70	84	+	+	+	±	+	+	±	+
62	D205-091133	9,1	10	133	70	84	+	+	+	±	+	+	±	+
63	D205-092133	9,2	10	133	70	84	+	+	+	±	+	+	±	+
64	D205-093133	9,3	10	133	70	84	+	+	+	±	+	+	±	+
65	D205-094133	9,4	10	133	70	84	+	+	+	±	+	+	±	+
66	D205-095133	9,5	10	133	70	84	+	+	+	±	+	+	±	+
67	D205-096133	9,6	10	133	70	84	+	+	+	±	+	+	±	+
68	D205-097133	9,7	10	133	70	84	+	+	+	±	+	+	±	+
69	D205-098133	9,8	10	133	70	84	+	+	+	±	+	+	±	+
70	D205-099133	9,9	10	133	70	84	+	+	+	±	+	+	±	+
71	D205-100133	10	10	133	70	84	+	+	+	±	+	+	±	+
72	D205-101140	10,1	12	140	76	91	+	+	+	±	+	+	±	+
73	D205-102140	10,2	12	140	76	91	+	+	+	±	+	+	±	+
74	D205-103140	10,3	12	140	76	91	+	+	+	±	+	+	±	+
75	D205-104140	10,4	12	140	76	91	+	+	+	±	+	+	±	+
76	D205-105140	10,5	12	140	76	91	+	+	+	±	+	+	±	+
77	D205-106140	10,6	12	140	76	91	+	+	+	±	+	+	±	+
78	D205-107140	10,7	12	140	76	91	+	+	+	±	+	+	±	+

№ п/п	Код инструмента	Размеры инструмента					P	M	K	N		S	H	
	С наружным подводом СОЖ	d1	d	L	L1	L2	H25	H25	H25	H23	H25	H25	H25	H16
79	D205-108140	10,8	12	140	76	91	+	+	+	±	+	+	±	+
80	D205-109140	10,9	12	140	76	91	+	+	+	±	+	+	±	+
81	D205-110151	11	12	151	84	101	+	+	+	±	+	+	±	+
82	D205-111151	11,1	12	151	84	101	+	+	+	±	+	+	±	+
83	D205-112151	11,2	12	151	84	101	+	+	+	±	+	+	±	+
84	D205-113151	11,3	12	151	84	101	+	+	+	±	+	+	±	+
85	D205-114151	11,4	12	151	84	101	+	+	+	±	+	+	±	+
86	D205-115151	11,5	12	151	84	101	+	+	+	±	+	+	±	+
87	D205-116151	11,6	12	151	84	101	+	+	+	±	+	+	±	+
88	D205-117151	11,7	12	151	84	101	+	+	+	±	+	+	±	+
89	D205-118151	11,8	12	151	84	101	+	+	+	±	+	+	±	+
91	D205-119151	11,9	12	151	84	101	+	+	+	±	+	+	±	+
92	D205-120151	12	12	151	84	101	+	+	+	±	+	+	±	+
93	D205-121160	12,1	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
94	D205-122160	12,2	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
95	D205-123160	12,3	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
96	D205-124160	12,4	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
97	D205-125160	12,5	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
98	D205-126160	12,6	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
99	D205-127160	12,7	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
100	D205-128160	12,8	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
102	D205-129160	12,9	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
103	D205-130160	13	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
104	D205-131160	13,1	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
105	D205-132160	13,2	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
106	D205-133160	13,3	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
107	D205-134160	13,4	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
108	D205-135160	13,5	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
109	D205-136160	13,6	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
110	D205-137160	13,7	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
111	D205-138160	13,8	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
112	D205-139160	13,9	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
113	D205-140160	14	14	160	89	107	+	+	+	±	+	+	±	+
114	D205-141178	14,1	16	178	105	128	+	+	+	±	+	+	±	+
115	D205-142178	14,2	16	178	105	128	+	+	+	±	+	+	±	+

+ рекомендуемый материал, ± допустимый материал

Используемые сплавы – стр. 22. Режимы резания – стр. 21. Пример заказа – стр. 12.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

ISO	Материал		Состояние	Твердость HB	Группа обрабатываемости No.	Начальное значение для скорости резания vC [м/мин]
P	Конструкционная сталь, стальное литьё, автоматная сталь	< 0,25 %C	Отпущенная	125	1	80-120
		>= 0,25 %C	Отпущенная	190	2	80-110
		< 0,55 %C	Закаленная и отпущенная	250	3	70-100
		>= 0,55 %C	Отпущенная	270	4	
		>= 0,55 %C	Закаленная и отпущенная	300	5	
	Низколегированная сталь и стальное литьё (содержание легирующих элементов менее 5%)		Отпущенная	180	6	70-90
			Закаленная и отпущенная	275	7	
				300	8	60-80
				350	9	50-70
	Легированная сталь, стальное литьё и инструментальная сталь		Отпущенная	200	10	40-60
			Закаленная и отпущенная	325	11	30-50
M	Нержавеющая сталь		Ферритная / мартенситная	200	12	25-75
			Мартенситная	240	13	
			Аустенитная	180	14	
K	Высокопрочный чугун		Ферритный / перлитный	180	15	85-105
			Перлитный	260	16	75-90
	Серый чугун		Ферритный	160	17	65-80
			Перлитный	250	18	
	Ковкий чугун		Ферритный	130	19	
			Перлитный	230	20	
N	Деформируемые алюминиевые сплавы		Неструктурированный	60	21	70-300
			Структурированный	100	22	
	Литейные алюминиевые сплавы	<= 12 %Si	Неструктурированный	75	23	
			Структурированный	90	24	70-200
		> 12 %Si	Жаропрочный	130	25	
	Медные сплавы	> 1 %Pb	Свинцовая бронза	110	26	70-300
			Латунь	90	27	
			Электролитная медь	100	28	
	Неметаллические материалы		Прочные пластики, волокниты	29	80-120	
			Твердая резина	30	70-90	
S	Жаропрочные сплавы	На основе Fe	Отпущенная	200	31	15-35
			Структурированные	280	32	
		На основе Ni или Co	Отпущенная	250	33	
			Структурированные	350	34	
			Литой	320	35	
	Титан и титановые сплавы		Чистый титан	RM 400	36	15-25
			Alpha+beta сплавы, структурир.	RM 1050	37	
H	Закаленная сталь		Упрочнённая	55 HRC	38	35-50
			Упрочнённая	60 HRC	39	
	Отбеленный чугун		Литой	400	40	
	Упрочнённый чугун		Упрочнённый	55 HRC	41	

Начальное значение для скорости подачи f [мм/об]							
до 3,5 мм	3,5-5,5 мм	5,6-7,5 мм	7,6-9,5 мм	9,6-11,5 мм	11,6-13,5 мм	13,6-16 мм	16,1-20 мм
0,07 - 0,09	0,11 - 0,13	0,17 - 0,19	0,2 - 0,24	0,23 - 0,27	0,26 - 0,3	0,27 - 0,31	0,31 - 0,36
0,07 - 0,09	0,11 - 0,13	0,17 - 0,19	0,2 - 0,24	0,23 - 0,27	0,26 - 0,3	0,27 - 0,31	0,31 - 0,36
0,07 - 0,09	0,11 - 0,13	0,17 - 0,19	0,2 - 0,24	0,23 - 0,27	0,26 - 0,3	0,27 - 0,31	0,31 - 0,36
0,04 - 0,06	0,09 - 0,11	0,13 - 0,15	0,17 - 0,19	0,19 - 0,21	0,22 - 0,26	0,23 - 0,27	0,27 - 0,31
0,03 - 0,05	0,05 - 0,07	0,09 - 0,11	0,11 - 0,13	0,14 - 0,16	0,17 - 0,19	0,18 - 0,2	0,2 - 0,24
0,09 - 0,11	0,14 - 0,16	0,23 - 0,27	0,26 - 0,3	0,28 - 0,32	0,3 - 0,34	0,32 - 0,36	0,37 - 0,42
0,11 - 0,13	0,17 - 0,19	0,25 - 0,29	0,28 - 0,32	0,33 - 0,37	0,36 - 0,4	0,39 - 0,45	0,46 - 0,52
0,11 - 0,13	0,17 - 0,19	0,25 - 0,29	0,28 - 0,32	0,33 - 0,37	0,36 - 0,4	0,39 - 0,45	0,46 - 0,52
0,09 - 0,11	0,14 - 0,16	0,23 - 0,27	0,26 - 0,3	0,28 - 0,32	0,3 - 0,34	0,32 - 0,36	0,37 - 0,42
0,03 - 0,05	0,05 - 0,07	0,09 - 0,11	0,11 - 0,13	0,14 - 0,16	0,17 - 0,19	0,18 - 0,2	0,2 - 0,24
0,04 - 0,06	0,09 - 0,11	0,13 - 0,15	0,17 - 0,19	0,19 - 0,21	0,22 - 0,26	0,23 - 0,27	0,27 - 0,31
0,03 - 0,05	0,05 - 0,07	0,09 - 0,11	0,11 - 0,13	0,14 - 0,16	0,17 - 0,19	0,18 - 0,2	0,2 - 0,24
0,03 - 0,05	0,05 - 0,07	0,09 - 0,11	0,11 - 0,13	0,14 - 0,16	0,17 - 0,19	0,18 - 0,2	0,2 - 0,24

H20 Сплав на ультрамелкозернистой основе с размером зерна 0,6 микрона без покрытия. Применяется для легкообрабатываемых материалов.

Микротвердость поверхности по Виккерсу
$HV_{0.05}$ = 1600 ± 200
Предел прочности при поперечном изгибе
не менее 3700 мПа

H21 Сплав на ультрамелкозернистой основе с размером зерна 0,6 микрона с покрытием TiN. Подходит для обработки сталей твердостью до 42 HRC.

Микротвердость поверхности по Виккерсу
$HV_{0.05}$ = 2300 ± 300
Предел прочности при поперечном изгибе
не менее 3700 мПа
Коэффициент трения к 100Cr6 сталь = 0,6
Максимальная температура эксплуатации 500°C

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

СВЕРЛЕНИЕ	
Скорость резания [м/мин] $V_ô = (\pi \cdot d1 \cdot n)/1000$ n – частота вращения, об/мин; d1 – диаметр сверла, мм.	**Минутная подача [мм/мин]** $S_м = n \cdot S_o$ n – частота вращения, об/мин; S_o – подача на оборот, мм/об.
Осевая сила [Н] $P_{oc} = 0,5 \cdot t \cdot S_o \cdot K_p \cdot \sin\alpha,$ t – глубина резания, мм; S_o – подача на оборот, мм/об; α – угол в плане K_p – коэффициент материала.	$K_p = K_{0,4} \cdot (0.4/(S_z \cdot \sin\alpha))^{0,29}$ $K_{0,4}$ – удельная сила резания для подачи на зуб 0,4 мм; S_z – подача на зуб, мм.
Крутящий момент [Н · м] $M_k = (d1 \cdot S_o \cdot K_p \cdot t)/2000 \cdot (1-(t/d1))$ d1 – диаметр сверла, мм; S_o – подача на оборот, мм/об; K_p – коэффициент материала; t – глубина резания, мм.	**Мощность [кВт]** $N = (t \cdot S_o \cdot K_p \cdot V_p)/(60 \cdot 10^3) \cdot (1-(t/d1))$ t – глубина резания, мм; S_o – подача на оборот, мм/об; K_p – коэффициент материала; V_p – скорость резания, мм/мин; d1 – диаметр сверла, мм.
Для перевода мощности из кВт в л.с. необходимо умножить на 1,341.	

СПЛАВЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

H22 Сплав на ультрамелкозернистой основе с размером зерна 0,6 микрона с покрытием TiCN. Высокая твердость, хорошее сопротивление износу, повышенная вязкость. Подходит для обработки сталей твердостью до 42 HRC.

Микротвердость поверхности по Виккерсу
$HV_{0.05}$ = 3500 ± 500
Предел прочности при поперечном изгибе
не менее 3700 мПа
Коэффициент трения к 100Cr6 сталь 0,2
Максимальная температура эксплуатации 400°C

H25 Сплав на ультрамелкозернистой основе с размером зерна 0,6 микрона с покрытием TiAlCrN. Универсальное покрытие. Высокая твердость, высокая стойкость к окислению, низкий коэффициент трения. Обработка абразивных или склонных к склеиванию материалов (высококачественная сталь, серый чугун, сплавы алюминия с высоким содержанием кремния). Резание сплавов алюминия и цветных металлов. Черновая и чистовая обработка.

Микротвердость поверхности по Виккерсу
$HV_{0.05}$ = 3000 ± 300
Предел прочности при поперечном изгибе
не менее 3700 мПа
Коэффициент трения к 100Cr6 сталь 0,4
Максимальная температура эксплуатации 800°C

ФРЕЗЕРОВАНИЕ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ МАТЕРИАЛ

Сталь

Нержавеющая сталь

Чугун

Цветные металлы

Жаропрочные сплавы

Твердые материалы

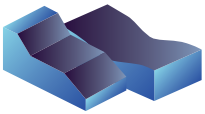
НАПРАВЛЕНИЕ СПИРАЛИ

R *Правая*

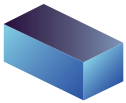
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Твердый сплав

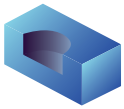
ОБРАБАТЫВАЕМЫЕ ПОВЕРХНОСТИ



профильное фрезерование



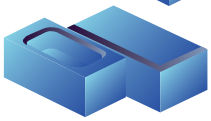
торцевое фрезерование



фрезерование карманов

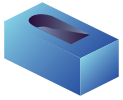
фрезерование пазов «ласточкин хвост»

фрезерование уступов



фаска

радиусная фаска



фрезерование с врезанием

фрезерование пазов

РАСШИФРОВКА ОБОЗНАЧЕНИЙ ИНСТРУМЕНТА

Обозначение стандартных фрез

M	1	12	-	080	100		H10
Тип инструмента М – Фрезы концевого типа	*Тип фрезы 1 – Концевая фреза 2 – Сферическая фреза 3 – Фреза фасочная 4 – Фреза для обработки радиусов*	*Номер серии*		*Диаметр инструмента три цифры диаметр умножается на 10*	*Длина инструмента*		*Сплав инструмента* *Используемые сплавы приведены на стр. 56*

Пример заказа:

M136-200150 H21

Фреза твердосплавная концевая, серия 36, диаметр 20 мм, длина 150 мм, из сплава ВК10, с покрытием TiN

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ГЕОМЕТРИИ

1 ГЕОМЕТРИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ АЛЮМИНИЯ

$\gamma_0 = 12^0...15^0$

Наилучший выбор для обработки алюминиевых сплавов, цветных металлов и их сплавов, графита, пластмасс, твёрдой резины, древесины.

Положительный передний угол способствует уменьшению сил резания.

2 ОСТРАЯ ГЕОМЕТРИЯ

$\gamma_0 = 5^0...10^0$

Предпочтительно для обработки сталей, титана, жаропрочных сплавов твердостью по HRC не более 35.

Диаметр сердцевины 50%...60% от наружного способствует лучшему удалению стружки.

Возможно, применение для обработки различных материалов, как чугуна, так и алюминия.

3 УНИВЕРСАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

$\gamma_0 = 3^0...8^0$

Предпочтительно для обработки сталей, чугуна и других материалов твердостью по HRC не более 48.

Диаметр сердцевины 70% от наружного диаметра повышает сопротивление вибрациям.

Возможно, применять для обработки нержавеющих сталей, титана, жаропрочных сплавов.

Чистовая обработка сталей, чугуна, нержавеющих сталей, жаропрочных сталей и материалов твердостью по HRC до 48.

4 ТУПАЯ ГЕОМЕТРИЯ

$\gamma_0 = -3^0...3^0$

Предпочтительно для обработки сталей, чугуна и материалов твердостью по HRC от 35 до 48.

Диаметр сердцевины 70% для повышения сопротивлению изгибу.

Возможно, применять для обработки нержавеющих сталей, титана, жаропрочных сплавов.

Финишная обработка сталей, чугуна, нержавеющих и жаропрочных сталей и материалов твердостью по HRC до 48.

5 УСИЛЕННАЯ ГЕОМЕТРИЯ

$\gamma_0 = -3^0...-11^0$

Предпочтительно для обработки закалённых сталей твердостью по HRC от 48 до 65, высокопрочного и отбеленного чугуна.

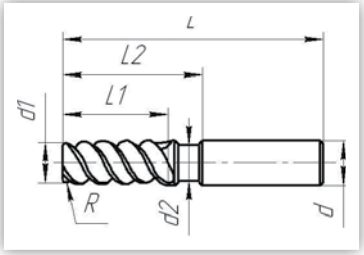
Диаметр сердцевины более 70% наружного для повышения сопротивления изгибу и вибрациям.

Возможно, применять для финишной обработки сталей, чугуна, нержавеющих и жаропрочных сталей твердостью по HRC от 35 до 63.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ С РАДИУСОМ ПРИ ВЕРШИНЕ 0,5-1 ММ СЕРИИ M112, M113 – ОСТРАЯ ГЕОМЕТРИЯ

С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СВЕРЛЕНИЯ

Твердость обрабатываемого материала:	*≤ 48HRC*
Подвод СОЖ:	*наружный*
Тип хвостовика:	*цилиндрический*
Угол подъема винтовой канавки:	*30°*
Допуски: d:	*h6*
d1:	*h9*



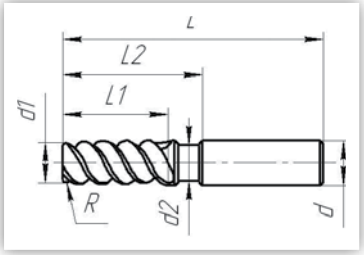
№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента						
			d1	d	d2	L	L2	R	L1
серия M112									
1	M112-060057	4	6	6	5,70	57	19	0,5	13
2	M112-080063	4	8	8	7,60	63	25	0,5	19
3	M112-100072	4	10	10	9,50	72	30	0,5	22
4	M112-120080	4	12	12	11,40	83	36	0,5	26
5	M112-160092	4	16	16	15,20	92	42	0,5	32
серия M113									
1	M113-060057	4	6	6	5,70	57	19	1,0	13
2	M113-080063	4	8	8	7,70	63	25	1,0	19
3	M113-100072	4	10	10	9,50	72	30	1,0	22
4	M113-120083	4	12	12	11,40	83	36	1,0	26
5	M113-160092	4	16	16	15,20	92	42	1,0	32

Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ С РАДИУСОМ ПРИ ВЕРШИНЕ 1,5-2 ММ СЕРИИ M114, M115 – ОСТРАЯ ГЕОМЕТРИЯ

С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СВЕРЛЕНИЯ

Твердость:	*⩽ 48HRC*
Подвод СОЖ:	*наружный*
Тип хвостовика:	*цилиндрический*
Угол подъема винтовой канавки:	*30°*
Допуски: d:	*h6*
d1:	*h9*



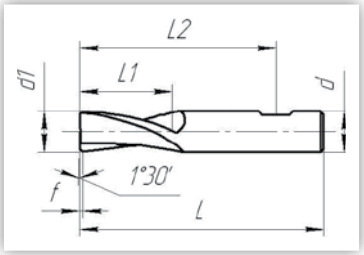
№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента						
			d1	d	d2	L	L2	R	L1
серия M114									
1	M114-080063	4	8	8	7,70	63	25	1,5	19
2	M114-100072	4	10	10	9,50	72	30	1,5	22
3	M114-120083	4	12	12	11,40	83	36	1,5	26
4	M114-160092	4	16	16	15,20	92	42	1,5	32
серия M115									
1	M115-080063	4	8	8	7,7	63	25	2,0	19
2	M115-100072	4	10	10	9,5	72	30	2,0	22
3	M115-120083	4	12	12	11,4	83	36	2,0	26
4	M115-160092	4	16	16	15,2	92	42	2,0	32
5	M115-200104	4	20	20	19,0	104	52	2,0	38

Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ
СЕРИЯ M128 – УНИВЕРСАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СВЕРЛЕНИЯ

Твердость обрабатываемого материала:	*< 48HRC*
Подвод СОЖ:	*внешний*
Тип хвостовика:	*цилиндрический*
Угол подъема винтовой канавки:	*30°*
Допуски: d:	*h6*
d1:	*h9*



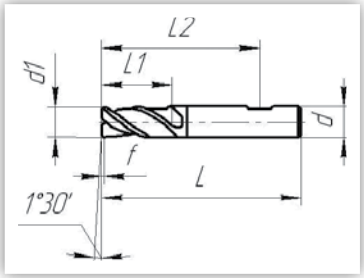
№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента				
			d1	d	L	R	L1
1	M128-060057	2	6,0	6	57	0,2	10
2	M128-080063	2	8,0	8	63	0,25	16
3	M128-100072	2	10,0	10	72	0,25	19
4	M128-120083	2	12,0	12	83	0,3	22
5	M128-160092	2	16,0	16	92	0,4	26
6	M128-200104	2	20,0	20	104	0,5	32

Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ
СЕРИЯ M130 – УНИВЕРСАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СВЕРЛЕНИЯ

Твердость обрабатываемого материала:		*< 48HRC*
Угол подъема винтовой канавки:		*30°*
Тип хвостовика:		*цилиндрический*
Допуски:	***d:***	*h6*
	d1:	*h9*

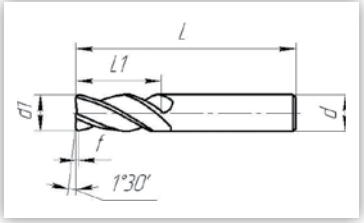


№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента				
			d1	d	L	R	L1
1	M130-060057	3	6,0	6	57	0,2	10
2	M130-080063	3	8,0	8	63	0,25	16
3	M130-100072	3	10,0	10	72	0,25	19
4	M130-120083	3	12,0	12	83	0,3	22
5	M130-160092	3	16,0	16	92	0,4	26
6	M130-200104	3	20,0	20	104	0,5	32

Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ
СЕРИЯ M136 – УНИВЕРСАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Твердость обрабатываемого материала:	*< 48HRC*
Подвод СОЖ:	*наружный*
Тип хвостовика:	*цилиндрический*
Угол подъема винтовой канавки:	*30°*
Допуски: d:	*h6*
d1:	*h9*

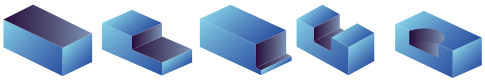


№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента				
			d1	d	L	R	L1
1	M136-060057	4	6,0	6	57	0,2	13
2	M136-080063	4	8,0	8	63	0,25	19
3	M136-100072	4	10,0	10	72	0,25	22
4	M136-120083	4	12,0	12	83	0,3	26
5	M136-160092	4	16,0	16	92	0,4	32
6	M136-200104	4	20,0	20	104	0,5	38
Удлинённая серия							
1	M136-060075	4	6,0	6	75	0,2	30
2	M136-080100	4	8,0	8	100	0,25	40
3	M136-100100	4	10,0	10	100	0,25	40
4	M136-120150	4	12,0	12	150	0,3	45
5	M136-160150	4	16,0	16	150	0,4	65
6	M136-200150	4	20,0	20	150	0,5	65

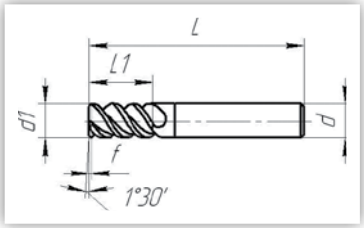
Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ ЧИСТОВЫЕ СЕРИЯ M142 – УНИВЕРСАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СВЕРЛЕНИЯ



Твердость обрабатываемого материала:	*< 48HRC*
Подвод СОЖ:	*наружный*
Тип хвостовика:	*цилиндрический*
Угол подъема винтовой канавки:	*45°*
Допуски: d:	*h6*
d1:	*h9*



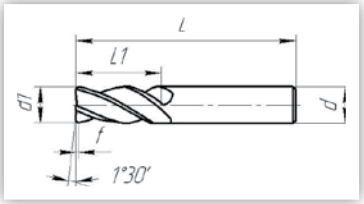
№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента				
			d1	d	L	R	L1
1	M142-060057	6	6	6	57	0,2	13
2	M142-080063	6	8	8	63	0,25	19
3	M142-100072	6	10	10	72	0,25	22
4	M142-120083	6	12	12	83	0,3	26
5	M142-160092	6	16	16	92	0,4	32
6	M142-200104	6	20	20	104	0,5	38

Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ АЛЮМИНИЯ – СЕРИЯ M155

С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СВЕРЛЕНИЯ

Подвод СОЖ:	*наружный*
Угол подъема винтовой канавки:	*30°*
Тип хвостовика:	*цилиндрический*
Допуски: d:	*h6*
d1:	*h9*

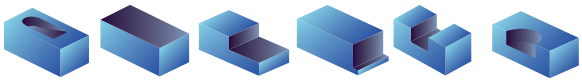


№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента				
			d1	d	L	R	L1
1	M155-060057	2	6,0	6	57	0,2	13
2	M155-080063	2	8,0	8	63	0,25	19
3	M155-100072	2	10,0	10	72	0,25	22
4	M155-120083	2	12,0	12	83	0,3	26
5	M155-160092	2	16,0	16	92	0,4	32
6	M155-200104	2	20,0	20	104	0,5	38

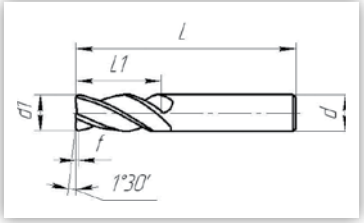
Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ АЛЮМИНИЯ – СЕРИЯ M156

С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СВЕРЛЕНИЯ



Угол подъема винтовой канавки:		*30°*
Тип хвостовика:		*цилиндрический*
Допуски:	*d:*	*h6*
	d1:	*h9*



№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента				
			d1	d	L	R	L1
1	M156-060057	3	6,0	6	57	0,2	10
2	M156-080063	3	8,0	8	63	0,25	16
3	M156-100072	3	10,0	10	72	0,25	19
4	M156-120083	3	12,0	12	83	0,3	22
5	M156-160092	3	16,0	16	92	0,4	26
6	M156-200104	3	20,0	20	104	0,5	32

Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

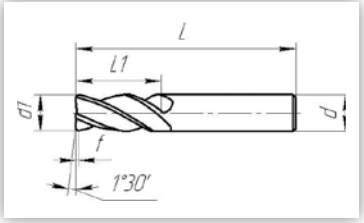
ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ СЕРИЯ М157 - УСИЛЕННАЯ ГЕОМЕТРИЯ

К Н

НМ

С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СВЕРЛЕНИЯ

Твердость обрабатываемого материала:		*43 ⩽ HRC ⩽ 63*
Тип хвостовика:		*цилиндрический*
Подвод СОЖ:		*наружный*
Угол подъема винтовой канавки:		*30°*
Допуски:	*d:*	*h6*
	d1:	*h9*



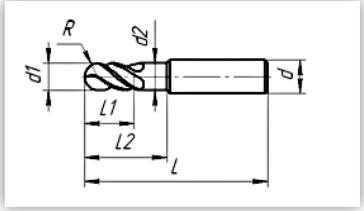
№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента					
			d1	d	L	L2	R	L1
1	M157-060057	4	6	6	57	19	0,3	13
2	M157-080063	4	8	8	63	25	0,4	19
3	M157-100072	4	10	10	72	30	0,5	22
4	M157-120080	4	12	12	83	36	0,6	26
5	M157-160092	4	16	16	92	42	0,8	32

Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ СО СФЕРИЧЕСКИМ КОНЦОМ
СЕРИЯ M201 – ТУПАЯ ГЕОМЕТРИЯ

С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СВЕРЛЕНИЯ

Твердость обрабатываемого материала:		*32 ⩽ HRC ⩽ 55*
Подвод СОЖ:		*наружный*
Тип хвостовика:		*цилиндрический*
Угол подъема винтовой канавки:		*30°*
Допуски:	*d:*	*h5*
	d1:	*h7*



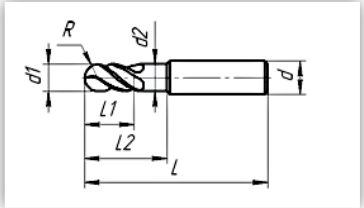
№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента				
			d1	d	L	L1	R
1	M201-060057	2	6	6	57	10	3,0
2	M201-080063	2	8	8	63	16	4,0
3	M201-100072	2	10	10	72	19	5,0
4	M201-120083	2	12	12	83	22	6,0
5	M201-160092	2	16	16	92	26	8,0

Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ СО СФЕРИЧЕСКИМ КОНЦОМ
СЕРИЯ M202 УДЛИННАЯ – ТУПАЯ ГЕОМЕТРИЯ

С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СВЕРЛЕНИЯ

Твердость обрабатываемого материала:	*32 ⩽ HRC ⩽ 55*
Подвод СОЖ:	*наружный*
Тип хвостовика:	*цилиндрический*
Угол подъема винтовой канавки:	*30°*
Допуски: d:	*h5*
d1:	*h7*



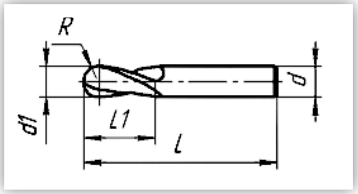
№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента				
			d1	d	L	L1	R
1	M202-060080	2	6	6	80	10	3,0
2	M202-080100	2	8	8	100	16	4,0
3	M202-100100	2	10	10	100	19	5,0
4	M202-120100	2	12	12	100	22	6,0
5	M202-160125	2	16	16	125	32	8,0

Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ СО СФЕРИЧЕСКИМ КОНЦОМ
СЕРИЯ M205 –УНИВЕРСАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СВЕРЛЕНИЯ

Твердость обрабатываемого материала:	*HRC<48*
Подвод СОЖ:	*наружный*
Тип хвостовика:	*цилиндрический*
Угол подъема винтовой канавки:	*30°*
Допуски: d:	*h5*
d1:	*h7*

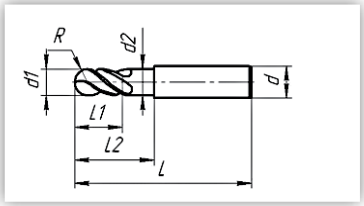


№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента				
			d1	d	L	L1	R
1	M205-060080	4	6	6	80	3,0	13
2	M205-080100	4	8	8	100	4,0	19
3	M205-100100	4	10	10	100	5,0	22
4	M205-120100	4	12	12	100	6,0	26
5	M205-160100	4	16	16	100	8,0	32
6	M205-200125	4	20	20	125	10,0	38

Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

ФРЕЗЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ СО СФЕРИЧЕСКИМ КОНЦОМ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ СЕРИЯ М210 – УСИЛЕННАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Твердость обрабатываемого материала:	*43≤HRC≤63*
Подвод СОЖ:	*наружный*
Тип хвостовика:	*цилиндрический*
Угол подъема винтовой канавки:	*30°*
Допуски: d:	*h5*
d1:	*h7*



№ п/п	Код инструмента	z	Размеры инструмента				
			d1	d	L	L1	R
1	M210-060057	4	6	6	57	8	3,0
2	M210-080063	4	8	8	63	8	4,0
3	M210-100072	4	10	10	72	10	5,0
4	M210-120083	4	12	12	83	12	6,0
5	M210-160092	4	16	16	92	16	8,0

Используемые сплавы – стр. 56. Режимы резания – стр. 53-55. Пример заказа – стр. 30.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПОДАЧИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Тип обработки		Твердосплавные фрезы для обработки уступов									
Диапазон Ø [мм]		2	3	4	5	6	8	10	12	16	20
P	Нелегированная сталь	0,009 - 0,011	0,018 - 0,021	0,028 - 0,033	0,033 - 0,038	0,037 - 0,044	0,046 - 0,054	0,056 - 0,065	0,072 - 0,083	0,092 - 0,105	0,113 - 0,13
	Низколегированная сталь	0,009 - 0,011	0,018 - 0,021	0,028 - 0,033	0,033 - 0,038	0,037 - 0,044	0,046 - 0,054	0,056 - 0,065	0,072 - 0,083	0,092 - 0,105	0,113 - 0,13
	Высоколегированная и инструментальная сталь	0,009 - 0,011	0,018 - 0,021	0,028 - 0,033	0,033 - 0,038	0,037 - 0,044	0,046 - 0,054	0,056 - 0,065	0,072 - 0,083	0,092 - 0,105	0,113 - 0,13
M	Нержавеющая сталь мартенситная	0,003 - 0,005	0,011 - 0,013	0,02 - 0,024	0,025 - 0,03	0,025 - 0,03	0,028 - 0,033	0,034 - 0,04	0,044 - 0,051	0,056 - 0,065	0,067 - 0,077
	Нержавеющая сталь аустенитная	0,006 - 0,008	0,015 - 0,018	0,023 - 0,028	0,025 - 0,03	0,025 - 0,03	0,028 - 0,033	0,034 - 0,04	0,044 - 0,051	0,056 - 0,065	0,067 - 0,077
K	Серый чугун	0,009 - 0,011	0,018 - 0,021	0,028 - 0,033	0,033 - 0,038	0,037 - 0,044	0,046 - 0,054	0,056 - 0,065	0,072 - 0,083	0,092 - 0,105	0,113 - 0,13
	Чугун с шаровидным графитом	0,009 - 0,011	0,018 - 0,021	0,028 - 0,033	0,033 - 0,038	0,037 - 0,044	0,046 - 0,054	0,056 - 0,065	0,072 - 0,083	0,092 - 0,105	0,113 - 0,13
	Ковкий чугун	0,009 - 0,011	0,018 - 0,021	0,028 - 0,033	0,033 - 0,038	0,037 - 0,044	0,046 - 0,054	0,056 - 0,065	0,072 - 0,083	0,092 - 0,105	0,113 - 0,13
N	Алюминий	0,024 - 0,029	0,037 - 0,044	0,057 - 0,067	0,065 - 0,075	0,07 - 0,081	0,081 - 0,094	0,092 - 0,105	0,101 - 0,116	0,115 - 0,133	0,129 - 0,149
	Медь и медные сплавы	0,011 - 0,014	0,018 - 0,021	0,028 - 0,033	0,033 - 0,038	0,037 - 0,044	0,046 - 0,054	0,056 - 0,065	0,072 - 0,083	0,092 - 0,105	0,113 - 0,13
	Неметаллические материалы	0,024 - 0,029	0,037 - 0,044	0,057 - 0,067	0,065 - 0,075	0,07 - 0,081	0,081 - 0,094	0,092 - 0,105	0,101 - 0,116	0,115 - 0,133	0,129 - 0,149
S	Жаропрочные сплавы	0,009 - 0,011	0,018 - 0,021	0,028 - 0,033	0,033 - 0,038	0,037 - 0,044	0,046 - 0,054	0,056 - 0,065	0,072 - 0,083	0,092 - 0,105	0,113 - 0,13
	Титановые сплавы	0,009 - 0,011	0,018 - 0,021	0,028 - 0,033	0,033 - 0,038	0,037 - 0,044	0,046 - 0,054	0,056 - 0,065	0,072 - 0,083	0,092 - 0,105	0,113 - 0,13
H	Закаленная сталь					0,033 - 0,038	0,057 - 0,067	0,065 - 0,075	0,07 - 0,081	0,081 - 0,094	0,092 - 0,105
Тип обработки		Твердосплавные фрезы для обработки пазов и копировальные фрезы									
Диапазон Ø [мм]		2	3	4	5	6	8	10	12	16	20
P	Нелегированная сталь	0,006 - 0,008	0,013 - 0,016	0,02 - 0,024	0,023 - 0,028	0,027 - 0,032	0,034 - 0,039	0,041 - 0,048	0,053 - 0,061	0,069 - 0,08	0,081 - 0,094
	Низколегированная сталь	0,006 - 0,008	0,013 - 0,016	0,02 - 0,024	0,023 - 0,028	0,027 - 0,032	0,034 - 0,039	0,041 - 0,048	0,053 - 0,061	0,069 - 0,08	0,081 - 0,094
	Высоколегированная и инструментальная сталь	0,006 - 0,008	0,013 - 0,016	0,02 - 0,024	0,023 - 0,028	0,027 - 0,032	0,034 - 0,039	0,041 - 0,048	0,053 - 0,061	0,069 - 0,08	0,081 - 0,094
M	Нержавеющая сталь мартенситная	0,001 - 0,003	0,005 - 0,007	0,01 - 0,012	0,014 - 0,017	0,018 - 0,021	0,02 - 0,024	0,025 - 0,03	0,032 - 0,037	0,041 - 0,048	0,048 - 0,056
	Нержавеющая сталь аустенитная	0,002 - 0,004	0,008 - 0,01	0,015 - 0,018	0,018 - 0,021	0,018 - 0,021	0,02 - 0,024	0,025 - 0,03	0,032 - 0,037	0,041 - 0,048	0,048 - 0,056
K	Серый чугун	0,005 - 0,007	0,013 - 0,016	0,02 - 0,024	0,023 - 0,028	0,027 - 0,032	0,034 - 0,039	0,041 - 0,048	0,053 - 0,061	0,069 - 0,08	0,081 - 0,094
	Чугун с шаровидным графитом	0,005 - 0,007	0,013 - 0,016	0,02 - 0,024	0,023 - 0,028	0,027 - 0,032	0,034 - 0,039	0,041 - 0,048	0,053 - 0,061	0,069 - 0,08	0,081 - 0,094
	Ковкий чугун	0,005 - 0,007	0,013 - 0,016	0,02 - 0,024	0,023 - 0,028	0,027 - 0,032	0,034 - 0,039	0,041 - 0,048	0,053 - 0,061	0,069 - 0,08	0,081 - 0,094
N	Алюминий	0,018 - 0,021	0,027 - 0,032	0,042 - 0,049	0,048 - 0,056	0,055 - 0,063	0,067 - 0,077	0,091 - 0,104	0,109 - 0,125	0,137 - 0,157	0,17 - 0,195
	Медь и медные сплавы	0,008 - 0,01	0,013 - 0,016	0,02 - 0,024	0,023 - 0,028	0,027 - 0,032	0,034 - 0,039	0,041 - 0,048	0,053 - 0,061	0,069 - 0,08	0,081 - 0,094
	Неметаллические материалы	0,018 - 0,021	0,027 - 0,032	0,042 - 0,049	0,048 - 0,056	0,055 - 0,063	0,067 - 0,077	0,091 - 0,104	0,109 - 0,125	0,137 - 0,157	0,17 - 0,195
S	Жаропрочные сплавы	0,006 - 0,008	0,013 - 0,016	0,02 - 0,024	0,023 - 0,028	0,027 - 0,032	0,034 - 0,039	0,041 - 0,048	0,053 - 0,061	0,069 - 0,08	0,081 - 0,094
	Титановые сплавы	0,006 - 0,008	0,013 - 0,016	0,02 - 0,024	0,023 - 0,028	0,027 - 0,032	0,034 - 0,039	0,041 - 0,048	0,053 - 0,061	0,069 - 0,08	0,081 - 0,094
H	Закаленная сталь		0,008 - 0,01	0,009 - 0,011	0,01 - 0,012	0,01 - 0,012	0,01 - 0,012	0,018 - 0,021	0,03 - 0,035	0,03 - 0,035	

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Начальное значение для Vc [м/мин]

ISO	Материал		Состояние	Твердость HB	Группа обрабатываемости No.	Фреза для обработки уступов (с износостойким покрытием) ae/Dc			
						1/1	1/2	1/5	1/10
P	Конструкц. сталь, стальное литьё, автоматная сталь	< 0,25 %C	Отпущенная	125	1	130 - 160	170 - 210	220 - 260	250 - 300
		>= 0,25 %C	Отпущенная	190	2	90 - 120	120 - 150	150 - 180	180 - 210
		< 0,55 %C	Закаленная и отпущенная	250	3	80 - 100	110 - 130	130 - 160	150 - 190
		>= 0,55 %C	Отпущенная	270	4	80 - 100	100 - 130	130 - 150	150 - 180
		>= 0,55 %C	Закаленная и отпущенная	300	5	70 - 90	100 - 120	120 - 150	140 - 170
	Низколегированная сталь и стальное литьё (содержание легирующих элементов менее 5%)		Отпущенная	180	6	100 - 130	130 - 160	170 - 200	200 - 230
			Закаленная и отпущенная	275	7	80 - 100	110 - 130	130 - 160	160 - 190
				300	8	80 - 100	100 - 130	130 - 150	150 - 180
				350	9	70 - 90	100 - 120	120 - 150	140 - 170
	Легированная сталь, стальное литьё и инструментальная сталь		Отпущенная	200	10	70 - 100	100 - 130	130 - 150	150 - 180
			Закаленная и отпущенная	325	11	60 - 80	80 - 100	100 - 120	110 - 140
M	Нержавеющая сталь		Ферритная / мартенситная	200	12	60 - 80	90 - 110	110 - 140	130 - 160
			Мартенситная	240	13	60 - 80	80 - 100	100 - 130	120 - 150
			Аустенитная	180	14	80 - 100	110 - 140	140 - 170	170 - 200
K	Высокопрочный чугун		Ферритный / перлитный	180	15	130 - 160	180 - 210	230 - 270	260 - 310
			Перлитный	260	16	110 - 140	150 - 180	180 - 220	220 - 260
	Серый чугун		Ферритный	160	17	150 - 180	200 - 240	250 - 300	290 - 340
			Перлитный	250	18	110 - 140	150 - 180	180 - 220	220 - 260
	Ковкий чугун		Ферритный	130	19	150 - 180	200 - 240	250 - 290	290 - 340
			Перлитный	230	20	120 - 150	160 - 190	190 - 230	230 - 270
N	Деформируемые алюминиевые сплавы		Неструктурированный	60	21				
			Структурированный	100	22				
	Литейные алюминиевые сплавы	<= 12 %Si	Неструктурированный	75	23	540 - 630	720 - 830	890 - 1020	1030 - 1190
			Структурированный	90	24	430 - 500	570 - 670	710 - 820	820 - 950
		> 12 %Si	Жаропрочный	130	25	360 - 420	480 - 560	590 - 680	690 - 790
	Медные сплавы	> 1 %Pb	Свинцовая бронза	110	26				
			Латунь	90	27	540 - 630	720 - 830	890 - 1020	1030 - 1180
			Электролитная медь	100	28				
	Неметаллические материалы		Прочные пластики, волокниты		29	170 - 210	230 - 270	280 - 340	330 - 390
			Твердая резина		30				
S	Жаропрочные сплавы	На основе Fe	Отпущенная	200	31	50 - 70	60 - 80	90 - 120	110 - 130
			Структурированные	280	32	40 - 60	50 - 70	80 - 100	100 - 120
		На основе Ni или Co	Отпущенная	250	33	50 - 60	60 - 80	90 - 110	100 - 130
			Структурированные	350	34	30 - 40	40 - 50	50 - 70	60 - 80
			Литой	320	35	40 - 50	50 - 60	60 - 80	70 - 90
	Титан и титановые сплавы		Чистый титан	RM 400	36				
			Alpha+beta сплавы, структурир.	RM 1050	37	60 - 80	80 - 100	120 - 150	140 - 170
H	Закаленная сталь		Упрочнённая	55 HRC	38				
			Упрочнённая	60 HRC	39				
	Отбеленный чугун		Литой	400	40				
	Упрочнённый чугун		Упрочнённый	55 HRC	41				

Фреза для обработки уступов (без износостойкого покрытия) ae/Dc				Копировальные фрезы ae/Dc				Фреза для обработки алюминия ae/Dc				Тяжелая обработка ae/Dc
1/1	1/2	1/5	1/10	1/1	1/2	1/5	1/10	1/1	1/2	1/5	1/10	1/20
	80 - 110	110 - 130		150 - 190	200 - 240	250 - 300	290 - 340					
	70 - 90	80 - 110		110 - 130	140 - 170	170 - 210	210 - 250					
	60 - 80	70 - 100		90 - 120	120 - 150	150 - 190	180 - 210					
	50 - 70	70 - 90		80 - 110	120 - 140	150 - 180	170 - 210					
	40 - 60	60 - 80		70 - 90	100 - 130	130 - 160	150 - 190					
	70 - 90	80 - 110		120 - 140	160 - 190	190 - 230	230 - 270					
	60 - 80	70 - 90		90 - 120	120 - 150	150 - 190	180 - 220					
	50 - 70	60 - 80		90 - 110	120 - 150	150 - 180	170 - 210					
	40 - 60	60 - 80		80 - 100	110 - 130	140 - 170	160 - 190					
	60 - 80	70 - 90		90 - 110	120 - 140	150 - 180	170 - 200					
	40 - 60	60 - 80		70 - 90	90 - 120	110 - 140	130 - 160					
	50 - 60	50 - 70		80 - 100	100 - 130	130 - 160	150 - 180					
	40 - 60	50 - 70		70 - 90	90 - 120	110 - 140	140 - 170					
	50 - 70	70 - 90		100 - 120	130 - 160	170 - 200	190 - 230					
	70 - 90	90 - 110		160 - 190	210 - 250	260 - 300	300 - 350					
	80 - 100	100 - 130		130 - 160	170 - 210	220 - 260	250 - 290					
	90 - 120	110 - 140		170 - 210	230 - 280	290 - 340	340 - 390					
	70 - 90	80 - 100		130 - 160	170 - 210	220 - 260	250 - 290					
	100 - 120	120 - 150		180 - 210	240 - 290	300 - 350	340 - 400					
	80 - 100	100 - 120		140 - 170	180 - 210	230 - 270	270 - 320					
		1440 - 1650		800 - 920	930 - 1080	1100 - 1260	1440 - 1650	1090 - 1250	1440 - 1650	1780 - 2040	2060 - 2360	
		1440 - 1650		800 - 920	930 - 1080	1100 - 1260	1440 - 1650	1030 - 1190	1360 - 1560	1680 - 1930	1950 - 2240	
		740 - 860		570 - 670	740 - 860	920 - 1050	1080 - 1240	540 - 630	720 - 830	890 - 1020	1030 - 1180	
		290 - 350		460 - 540	600 - 700	740 - 860	860 - 990	220 - 260	280 - 340	350 - 410	410 - 480	
		240 - 290		390 - 450	510 - 600	630 - 730	740 - 850	180 - 210	230 - 280	290 - 340	340 - 400	
		410 - 480		550 - 640	730 - 840	900 - 1040	1040 - 1200					
230 - 270	300 - 360	370 - 440		580 - 680	770 - 890	950 - 1100	1110 - 1280					
		340 - 400		450 - 520	600 - 690	740 - 860	860 - 990					
180 - 210				190 - 230	250 - 290	310 - 360	360 - 420					
				170 - 200	170 - 200	170 - 200	170 - 200					
				60 - 80	80 - 100	110 - 140	130 - 160					
				50 - 70	70 - 90	110 - 130	120 - 150					
				60 - 80	80 - 100	110 - 140	130 - 160					
				40 - 50	50 - 70	70 - 90	80 - 100					
				50 - 60	60 - 80	80 - 100	90 - 110					
80 - 100	110 - 140	140 - 170		220 - 260	290 - 350	360 - 420	420 - 490					
				80 - 100	110 - 130	150 - 180	170 - 210					
												90 - 120
												60 - 80
												100 – 120

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

ФРЕЗЕРОВАНИЕ	
Скорость резания [м/мин] $V_д = (\pi \cdot d1 \cdot n)/1000$ n – частота вращения, об/мин; d1 – диаметр сверла, мм.	**Минутная подача [мм/мин]** $S_м = n \cdot S_z \cdot z$ n – частота вращения, об/мин; S_z – подача на зуб, мм; z – число режущих зубьев.
Крутящий момент [Н · м] $M_к = (b \cdot t \cdot S_m \cdot K_p)/(2 \cdot \pi \cdot n)$ b – ширина фрезерования, мм; t – глубина резания, мм; $S_м$ – минутная подача, мм/мин; K_p – коэффициент материала; n – частота вращения, об/мин.	**Мощность [кВт]** $N = (b \cdot t \cdot S_m \cdot K_p)/(60 \cdot 10^3 \cdot n)$ b – ширина фрезерования, мм; t – глубина резания, мм; $S_м$ – минутная подача, мм/мин; K_p – коэффициент материала; *n* – коэффициент полезного действия.

H20 Сплав на ультрамелкозернистой основе с размером зерна 0,6 микрона без покрытия. Применяется для легкообрабатываемых материалов.

Микротвердость поверхности по Виккерсу $HV_{0.05}$ = 1600 ± 200
Предел прочности при поперечном изгибе не менее 3700 мПа

H23 Сплав на ультрамелкозернистой основе с размером зерна 0,6 микрона с покрытием ZrN. Повышенная коррозионная и износостойкость.

Обработка алюминиевых сплавов и цветных металлов. Обработка стекловолокна, нейлона и полимеров.

Микротвердость по Виккерсу $HV_{0.05}$ = 2800 ± 300
Min предел прочности MPa = 3600
Предел прочности при поперечном изгибе не менее 3700 мПа
Коэффициент трения к 100Cr6 сталь 0.5
Максимальная температура эксплуатации 600°C

H24 Сплав на ультрамелкозернистой основе с размером зерна 0,6 микрона с покрытием TiAlCN. Высокая твердость, высокая стойкость к окислению, низкий коэффициент теплопроводимости.

Обработка закаленных сталей. Высокопроизводительное резание, с СОЖ, полусухое либо сухое. Идеален для резания титановых и жаропрочных сплавов. Резание в условиях, когда другие покрытия достигают границы термической и механической допустимой нагрузки.

Микротвердость по Виккерсу $HV_{0.05}$ = 3300 ± 300
Предел прочности при поперечном изгибе не менее 3700 мПа
Коэффициент трения к 100Cr6 сталь = 0,7
Максимальная температура эксплуатации 800°C

H25 Сплав на ультрамелкозернистой основе с размером зерна 0,6 микрона с покрытием TiAlCrN. Универсальное покрытие. Высокая твердость, высокая стойкость к окислению, низкий

СПЛАВЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

коэффициент трения. Обработка абразивных или склонных к склеиванию материалов (высококачественная сталь, серый чугун, сплавы алюминия с высоким содержанием кремния). Резание сплавов алюминия и цветных металлов. Черновая и чистовая обработка.

Микротвердость поверхности по Виккерсу $HV_{0.05}$ = 3000 ± 300
Предел прочности при поперечном изгибе не менее 3700 мПа
Коэффициент трения к 100Cr6 сталь 0,4
Максимальная температура эксплуатации 800°C

H16 Сплав на ультрамелкозернистой основе с размером зерна 0,3 микрона с покрытием AlTiN. Экстремально высокая стойкость к окислению и износу, высокая твердость при повышенной температуре. Резание в экстремальных условиях эксплуатации. Высокопроизводительное резание твердых материалов (сталь>54 HRc). Обработка никелесодержащих сплавов.

Микротвердость по Виккерсу $HV_{0.05}$ = 3500 ± 500
Предел прочности при поперечном изгибе не менее 3200 мПа
Коэффициент трения к 100Cr6 сталь 0.7
Максимальная температура эксплуатации 900°C

H27 Сплав на ультрамелкозернистой основе с размером зерна 0,6 микрона с покрытием «Циркон». Повышенная коррозионная и износостойкость. Идеален для резания титановых и жаропрочных сплавов. Обработка алюминиевых сплавов и цветных металлов.

Микротвердость по Виккерсу $HV_{0.05}$ = 2800 ± 300
Предел прочности при поперечном изгибе не менее 3700 мПа
Коэффициент трения к 100Cr6 сталь 0.5
Максимальная температура эксплуатации 600°C

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ИНФОРМАЦИЯ ПО ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Твердые сплавы

НМ 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 то же время обладают низкой прочностью на растяжение и изгиб. Применяются для изготовления метчиков, разверток, концевых и резьбовых фрез, сверл.

Сравнение свойств инструментальных материалов

Свойства	Быстрорежущие стали	Твердые сплавы	K10/30F (часто используется для изготовления цельного твердосплавного инструмента)
Твердость (HV30)	800 – 950	1300 – 1800	1600
Плотность (т/м3)	8,0 – 9,0	7,2 – 15	14,45
Предел прочности на сжатие (МПа)	3000 – 4000	3000 – 8000	6250
Предел прочности на изгиб (МПа)	2500 – 4000	1000 – 4700	4300
Теплостойкость (°C)	550	1000	900
Модуль упругости (ГПа)	260 – 300	460 – 630	580
Размер зерна (цгп)	–	0,2 – 10	0,6

Обрабатываемые материалы

	Группы обрабатываемых материалов	Твердость, HB	Прочность, МПа	ГОСТ	EN	DIN	USA
P	Конструкционная, в том числе цементируемая сталь	<700	<200	Ст3сп, Ст5сп, Ст35, 40, 40Г	EN 10 025 – S235JRG2	St37-2, 16MnCr5, St50-2	135,30
	Углеродистая нелегированная сталь	<850	<250	45, 60, 15Г	EN 10 025 – E295	CK45, C60	1024, 1060, 1061
	Легированная сталь	<850	<250	45Х, 40ХНМА	EN 10 083-1 – 42 CrMo 4 EN 10 270-2	42CrMo4, 100Cr6, 34CrNiMo6, S2-10-1-8	4140, A2, 4340, M42, M2
	Легированная сталь, после закалки и отпуска	>850 <1200	>250 <350	9ХВГ, Х12	EN ISO 4957 – HS6-5-2 EN ISO 4957 – HS6-5-2-5	100MnCrW12, 55NiCrMoV6, X210Cr2, S2-10-1-8	01, L6, M42, D3, A2, M2, 4140, 8630
	Легированная сталь, после закалки и отпуска	> 1200 <1620	>350	5ХНМ, 9ХВГ, Х12	EN-ISO 4957 – HS2-9-1-8	100MnCrW12, X210Cr12, S2-10-1-8	01, L6, M42, D3, 4140, 8130
	Легированная сталь, закаленная	> 1620	49-55 HRc	Х12	EN-ISO 4957 – HS2-9-1-8	100MnCrW4	
	Легированная сталь, закаленная	> 1980	55-63 HRc		EN-ISO 4957 – X40CrMoV5-1	S6-5-2, GX40CrMoV5-1	
M	Нержавеющая сталь повышенной обрабатываемости	<850	<250	08Х13	EN 10 088-3 – X14CrMoS17	X10CrNiS189, X12CrMoS17	303, 416, 430F
	Аустенитная нержавеющая сталь	<850	<250	08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 03Х17Н13М2, 03Х17Н13М2Т	EN 10 088-2,0 -3 – 1.4301+AT	X5CrNi189, X10CrNiMoTi1810	304, 321, 316
	Аустенитно-ферритная нержавеющая сталь	< 1000	<300	12Х17	EN 10 088-3 – 1.4460	XBCrNiMo275, X4CrNiMoN6257	409, 430, 436
	Дисперсионно-твердеющий сплав	>1100 <1400	>320 <410		EN 1.4547	X2CrNiMo20-18-6	17-4PH
K	Чугун с пластинчатым графитом	>500	> 150	СЧ10	EN 1561 – EN-JL1030	GG10, GG40	ASTM A48 class 20
	Чугун с пластинчатым графитом	>500 <1000	>150 <300	СЧ25	EN 1561 – EN-JL1050	GG25, GG40	ASTM A48 class 40, ASTM A48 class 60
	Чугун с шаровидным графитом	<700	<200	СЧ35	EN 1561 – EN-JL2040	GGG40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	ASTM A220 grade 40010, ASTM A602 grade M4504
	Чугун с шаровидным графитом	>700 <1000	>200 <300	СЧ70	EN 1561 – EN-JL2050	GGG40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	ASTM A220 grade 90001, ASTM A602 grade M8501
S	Технически чистый титан	<700	<200	ВТ1-0, ВТ1-00, ВТ6, ОТ4, ОТ4-0, ОТ4-1		Ti99,8	ASTM B265 grade 1
	Титановые сплавы	<900	<270			TiAl6V4, TiAl5Sn2	AMS4928
	Титановые сплавы	>900 <1250	>270 <350			TiAl6V4, TiAl6V5Sn2, TiAl4MoSn2	AMS4928, AMS4971
	Технически чистый никель	<500	<150			Nickel 200, 270, Ni99,6	Nickel 200, Nickel 230
	Никелевые сплавы	>900	>270	50НТЮ, ХН77ТЮ, ЧС71-ВИ		Nimonic 75, Monel 400, Hastelloy C, Inconel 600	Nimonic 75,Monel400, Hastelloy, Inconel600
	Никелевые сплавы	>900 <1200	>270 <350	ХН77ТЮ, ЧС71-ВИ, 68НХВКТЮ, ХНБ1ВМТЮКФР-ВД		Inconel 718, Nimonic 80A, Waspaloy	Inconel718, 625, Nimonic 80
N	Технически чистая медь	<350	<100	Цэ99,9, Цу99,9	EN 1652 – CW004A	E-Cu57, SE-Cu	101
	Бронзы и латуни на основе Sn	<700	<200	Л60	EN 1652 – CW612N	CuZn39Pb2, CuZn40, CuSn8, CuSn6Zn	
	Бронзы и латуни на основе Zn	<700	<200	Л63	EN 1652 – CW508L	CuZn37, CuZn28	
	Высокопрочные бронзы	<1500	<470	БрА933Л, БрА923Л		Ampco 18, Ampco25	
	Технически чистые алюминиевые и магниевые сплавы	<350	<100	АДО	EN 485-2 – EN AW-1070A	Al99,5	EC, 1060, 1100
	Алюминиевые и магниевые сплавы, с Si<0,5%	<500	<150	АК8М3, АМг10, АМг5К, Д16	EN 755-2 – EN AW-5005	AlCuMg2, AlMg2Mn0,8	380, 520.0, 520.2, 2024, 6061
	Алюминиевые и магниевые, с 0,5% < Si < 10%	<400	<120	АК5М, АК5МЧ, АК6М2, АК7, АК7Ч	EN 1706 – EN AC-42000	GD-AlSi8Cu, G-AlSi5Mg	319.0, 333.0, 319.1, 356.0
	Алюминиевые и магниевые, с Si>10%	<400	<120	АК12, АК12ММгН, АК12М2МгН	SS-EN 1706 – EN AC-47000	G-AlSi18, G-AlSi12	4032, 222.1, A332.0
	Термопластики						Polystyrene, Nylon, PVC
	Термореактивные пластмассы						Bakelite
	Армированные пластмассы	–	–				Kevlar
H	Твердые материалы	<1700	<550				

Обработка стали

ЛЕГИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Стали подразделяются 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.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

По назначению стали классифицируются на конструкционные и инструментальные.

Конструкционные стали 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.

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОБРАБОТКЕ СТАЛЕЙ

- Нелегированные и низколегированные стали являются мягкими и вязкими. Для их обработки используйте острый инструмент с позитивной (положительной) геометрией передней режущей кромки.
- Высоколегированные стали имеют высокую твердость и прочность. Для увеличения стойкости при их обработке необходимо использовать инструмент с износостойкими покрытиями.
- Инструментальные стали закаливаются до различной твердости. Необходимо учитывать марку обрабатываемой стали и ее твердость для корректного выбора инструмента.

Обработка нержавеющих сталей

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

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

ПОЧЕМУ НЕРЖАВЕЮЩИЕ СТАЛИ ТАК ПЛОХО ОБРАБАТЫВАЮТСЯ?

- Большинство нержавеющих сталей самоупрочняется при деформации, в том числе 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.
- Высокая прочность этих сталей ведет к большим нагрузкам на режущую кромку инструмента. Вместе с плохой теплопроводностью и наклепом это обуславливает низкую обрабатываемость таких 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 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, так как 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, так как он лучше препятствует образованию нароста.
- Не используйте изношенный инструмент, так как 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 образовываться 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 обрабатывается резанием, так как графит позволяет получить короткую «сыпучую» стружку и улучшает смазывание режущей кромки.
- Для обработки чугунов в основном используется инструмент с отрицательным или небольшим положительным значением переднего угла.
- Инструмент с покрытием имеет существенно большую стойкость из-за преобладания при обработке абразивного износа.
- В большинстве случаев обработка может выполняться без СОЖ.
- Основными сложностями при обработке являются неравномерный припуск на отливках, наличие литейной корки и включений песка.

Обработка алюминиевых сплавов

Обработка алюминиевых сплавов характеризуется следующими особенностями: высокие скорости резания, низкие усилия, минимальный износ режущего инструмента, сравнительно низкая температура резания. Для обработки алюминия лучше всего использовать режущие инструменты со специально разработанной геометрией. Также можно использовать обычные режущие инструменты, но в этом случае сложно достигнуть необходимого качества поверхности и избежать образования на режущей кромке нароста.

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

УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Неисправность	Причина	Решение
Выкрашивание	Чрезмерно большая подача	Уменьшить подачу
	Острая режущая кромка	Закруглить режущую кромку или снять фаску
	Вибрация	Снизить скорость вращения
	Низкая скорость резания	Увеличить скорость вращения или использовать фрезу с большим углом наклона зубьев
	Большой вылет	Уменьшить вылет инструмента до минимального
	Плохой зажим концевой фрезы	Проверить биение и заменить систему на более точную
	Плохое крепление заготовки	Надлежащим образом закрепить заготовку или снизить режимы резания
Износ	Высокая скорость резания	Проверить параметры обработки и выбрать рекомендуемые режимы резания
	Низкая подача	Проверить параметры обработки и выбрать рекомендуемые режимы резания
	Неправильно выбранная фреза	Проверить параметры обработки и выбрать рекомендуемые режимы резания
	Встречное фрезерование	Изменить фрезерование на попутное
	Высокая твёрдость заготовки	Заменить фрезу в соответствии с рекомендациями или использовать фрезу с другим покрытием
	Плохая эффективность удаления стружки	Для удаления стружки использовать обдув воздухом или промыв СОТС или взять фрезу с меньшим количеством зубьев
	Материал с низкой теплопроводностью	Увеличить подачу или использовать концевую фрезу с острой режущей кромкой
	Слишком маленький задний угол	Использовать фрезу с большим задним углом
Наростообразование	Обрабатываемый материал налипает на режущую кромку и остается на ней	Увеличить скорость резания. Выбрать инструмент с более положительной геометрией. Увеличить подачу СОТС в зону резания
Поломка инструмента	Чрезмерное выкрашивание или износ	Заточить фрезу или заменить
	Чрезмерная подача	Снизить подачу до рекомендуемой
	Чрезмерное усилие резания	Проверить режимы - уменьшить / увеличить скорость вращения до рекомендуемой
	Чрезмерный вылет инструмента	Снизить до минимально возможного
Чистота поверхности	Вибрация	Изменить режимы резания
	Нарост на режущей кромке	Увеличить скорость вращения или использовать фрезу с большим углом наклона зубьев, применить попутное фрезерование или подать СОТС
	Износ инструмента	Заточить фрезу или заменить
	Высокая подача - низкая скорость вращения	Снизить подачу и увеличить скорость вращения до рекомендуемой
Точность обработки детали	Неправильно выбранные режимы резания	Применить рекомендуемые режимы резания
	Чрезмерная подача	Уменьшить подачу для получения необходимой чистоты поверхности и точности обработки детали
	Неверное количество зубьев	Использовать фрезу с большим количеством зубьев
	Отжим фрезы	Использовать более короткую фрезу большего диаметра и уменьшить вылет
	Недостаточная жёсткость	Применить рекомендуемые режимы резания
Наличие заусенцев	Чрезмерный износ	Заточить фрезу
	Неправильно выбранные режимы резания	Применить рекомендуемые режимы резания
	Неправильно выбранный угол резания	Применить правильный угол резания

ТАБЛИЦА ДОПУСКОВ

	Ø mm							
	>1 ⩽ 3	> 3 ⩽ 6	> 6 ⩽ 10	> 10 ⩽ 18	> 18 ⩽ 30	> 30 ⩽ 50	> 50 ⩽ 80	> 80 ⩽ 120
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

ПРОВЕРОЧНАЯ ТАБЛИЦА ТВЕРДОСТИ

Предел прочности при растяжении Rm Н/мм²	Твердость по Виккерсу HV	Твердость по Бринеллю HB	Твердость по Роквеллу HRC
255	80	76,0	
270	85	80,7	
285	90	85,5	
305	95	90,2	
320	100	95,0	
335	105	99,8	
350	110	105,0	
370	115	109,0	
385	120	114,0	
400	125	119,0	
415	130	124,0	
430	135	128,0	
450	140	133,0	
465	145	138,0	
480	150	143,0	
495	155	147,0	
510	160	152,0	
530	165	156,0	
545	170	162,0	
560	175	166,0	
575	180	171,0	
595	185	176,0	
610	190	181,0	
625	195	185,0	
640	200	190,0	
660	205	195,0	
675	210	199,0	
690	215	204,0	
705	220	209,0	
720	225	214,0	
740	230	219,0	
755	235	223,0	
770	240	228,0	20,3
785	245	233,0	21,3
800	250	238,0	22,2
820	255	242,0	23,1
835	260	247,0	24,0
850	265	252,0	24,8
865	270	257,0	25,6
880	275	261,0	26,4
900	280	266,0	27,1
915	285	271,0	27,8
930	290	276,0	28,5
950	295	280,0	29,2
965	300	285,0	29,8
995	310	295,0	31,0

Предел прочности при растяжении Rm Н/мм²	Твердость по Виккерсу HV	Твердость по Бринеллю HB	Твердость по Роквеллу HRC
1030	320	304	32,2
1060	330	314	33,3
1095	340	323	34,4
1125	350	333	35,5
1155	360	342	36,6
1190	370	352	37,7
1220	380	361	38,8
1255	390	371	39,8
1290	400	380	40,8
1320	410	390	41,8
1350	420	399	42,7
1385	430	409	43,6
1420	440	418	44,5
1455	450	428	45,3
1485	460	437	46,1
1520	470	447	46,9
1555	480	(456)	47,7
1595	490	(466)	48,4
1630	500	(475)	49,1
1665	510	(485)	49,8
1700	520	(494)	50,5
1740	530	(504)	51,1
1775	540	(513)	51,7
1810	550	(523)	52,3
1845	560	(532)	53,0
1880	570	(542)	53,6
1920	580	(551)	54,1
1955	590	(561)	54,7
1995	600	(570)	55,2
2030	610	(580)	55,7
2070	620	(589)	56,3
2105	630	(599)	56,8
2145	640	(608)	57,3
2180	650	(618)	57,8
	660		58,3
	670		58,8
	680		59,2
	690		59,7
	700		60,1
	720		61,0
	740		61,8
	760		62,5
	780		63,3
	800		64,0
	820		64,7
	840		65,3

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Генеральный директор
Жигалов Валерий Николаевич

Приемная
Тел. (4855) 29-26-01
Факс (4855) 29-26-26

Отдел продаж и маркетинга
Тел.: (4855) 29-26-53, 29-26-51
Факс (4855) 29-26-26

Отдел снабжения
Тел. (4855) 29-26-57

Адрес:
152903 Россия, Ярославская обл.
г. Рыбинск, ул. Авиационная, д. 1

Интернет
info@zao-nir.ru
www.zao-nir.ru

2010