Рекомендации по механической обработке
HARDOX и STRENX

ВЕАР СЕРВИС™
Просто Надежно

Износостойкая листовая сталь **HARDOX** и высокопрочная конструкционная листовая сталь **STRENX** относятся к маркам стали, механическую обработку которых можно выполнять инструментами из быстрорежущей инструментальной стали (HSS) или твердых сплавов (CC). В данной брошюре представлены рекомендуемые параметры процесса резки (подача, скорость и частота вращения) и инструменты. Кроме того, рассмотрены некоторые другие факторы, которые необходимо учитывать при механической обработке. Рекомендации были составлены на основе собственных испытаний инструментов различных изготовителей и при участии ведущих производителей инструментов.

Типовые свойства стали STRENX и HARDOX

Сталь	Прочность на разрыв, R_m (N/мм^2)	Твердость (HBW)
STRENX 420/460	~ 550	~ 180
STRENX 500	~ 620	~ 200
STRENX 700	~ 860	~ 260
STRENX 900/960	~ 1040	~ 320
STRENX 1100	~ 1350	~ 430
HARDOX 400	~ 1250	~ 400
HARDOX 450	~ 1400	~ 450
HARDOX 500	~ 1550	~ 500

Сверление

Для сверления могут использоваться либо высокоскоростные стальные, либо твердосплавные сверла. Тип применяемого сверла зависит от используемого станка и его устойчивости. Однако вне зависимости от типа станка очень важно снизить до минимума вибрации.

Радиально- или вертикально-сверлильные станки на колонне

Рекомендации по снижению вибрации и увеличению срока службы сверла.

- Максимально сократить расстояние между сверлом и колонной.
- Не использовать деревянные распорные блоки.
- Заготовка должна быть крепко зажата, сверление выполнять как можно ближе к распорным блокам.
- Максимально сократить расстояние между наконечником сверла и консолью, используя короткий шпиндель или короткое сверло.
- Непосредственно перед выходом сверла из просверленного отверстия, следует отключить подачу примерно на секунду. В противном случае из-за зазора и восстановления при ударе наконечник сверла может заклинить. Возобновить подачу после восстановления зазора/упругости.
- Обеспечить подачу смазочной жидкости в избытке.

HSS, HSS-E, HSS-Co

Отверстия можно сверлить обычным сверлом из HSS. Для эффективной производительности рекомендуется использовать либо микросплавное HSS-E сверло, либо сверло из сплава с кобальтом HSS-Co.

HSS-Co

Используйте сверло из HSS-Co (8% Co) с малым углом наклона винтовой канавки и прочной поперечной кромкой, которое выдерживает высокие крутящие моменты.

	STRENX 420/460	STRENX 500	STRENX 700	STRENX 900/960	STRENX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
V_c (м/мин)	~26	~22	~18	~15	~7	~9	~7	~5
D (мм)	**Скорость подачи, f (мм/об) / Частота вращения, n (об/мин)**							
5	0,14/1700	0,12/1520	0,10/1150	0,10/950	0,05/445	0,05/570	0,05/445	0,05/320
10	0,17/860	0,15/750	0,10/575	0,10/475	0,09/220	0,10/290	0,09/220	0,08/130
15	0,18/570	0,17/500	0,16/400	0,16/325	0,15/150	0,16/190	0,15/150	0,13/85
20	0,28/430	0,26/380	0,23/300	0,23/235	0,20/110	0,23/150	0,20/110	0,18/65
25	0,30/340	0,30/300	0,30/240	0,30/195	0,25/90	0,30/110	0,25/90	0,22/50
30	0,38/280	0,36/250	0,35/200	0,35/165	0,30/75	0,35/90	0,30/75	0,25/45

Более устойчивые станки, такие как горизонтально-расточный станок и продольно-фрезерный станок

Для повышения производительности преимущества твердосплавных сверл следует использовать на современных и устойчивых станках.

Имеется три основных типа сверл с твердосплавными режущими кромками. Выбор типа сверла зависит от устойчивости станка, крепления заготовки, диаметра отверстия и требуемого допуска. Всегда используйте сверло минимальной длины.

Охлаждающая жидкость

- Используете охлаждающую жидкость, предназначенную для сверления.
- Правило большого пальца для сверления с внутренними охлаждающими каналами: расход охлаждающей жидкости (л/мин) ≈ диаметр сверла (мм)

Цельное твердосплавное сверло

- Диаметры от ≈ 3 мм и выше
- Жесткие допуски (высокая точность)
- Возможность перезаточки
- Чувствительность к вибрации

	STRENX 420/460	STRENX 500	STRENX 700	STRENX 900/960	STRENX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
Скорость резки, v_c (м/мин) и скорость подачи, f (мм/об)								
v_c	50-70	50-70	50-70	40-50	30-40	35-45	30-40	25-35
f	0,1-0,2	0,1-0,2	0,10-0,18	0,10-0,18	0,10-0,15	0,10-0,15	0,10-0,15	0,08-0,12

Сверло с напайными твердосплавными пластинами

- Диаметры от ≈ 10 мм и больше
- Жесткие допуски (высокая точность)
- Возможность перезаточки
- Менее чувствительно к вибрации, чем цельное твердосплавное сверло

	STRENX 420/460	STRENX 500	STRENX 700	STRENX 900/960	STRENX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
Скорость резки, v_c (м/мин) и скорость подачи, f (мм/об)								
v_c	50-70	40-60	40-60	40-60	30-40	35-45	30-40	20-30
f	0,12-0,20	0,12-0,20	0,12-0,18	0,12-0,18	0,10-0,15	0,10-0,15	0,10-0,15	0,08-0,12

Сверло с многогранными режущими пластинами

- Диаметры от ≈ 12 мм и больше
- Обеспечивает высокую производительность
- Расширенный допуск по сравнению с остальными сверлами (ниже точность)
- Хорошая экономия

	STRENX 420/460	STRENX 500	STRENX 700	STRENX 900/960	STRENX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
Скорость резки, v_c (м/мин) и скорость подачи, f (мм/об)								
v_c	160-180	110-130	100-120	70-90	50-70	60-80	50-70	40-60
f	0,1-0,2	0,1-0,2	0,10-0,18	0,10-0,18	0,06-0,14	0,06-0,14	0,06-0,14	0,06-0,12

Формулы:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

$$v_f = f \times n$$

v_c = скорость резки (м/мин)
D = диаметр сверла (мм)
n = частота вращения (об/мин)
π = 3,14
v_f = скорость подачи (мм/мин)
f = скорость подачи (мм/об)

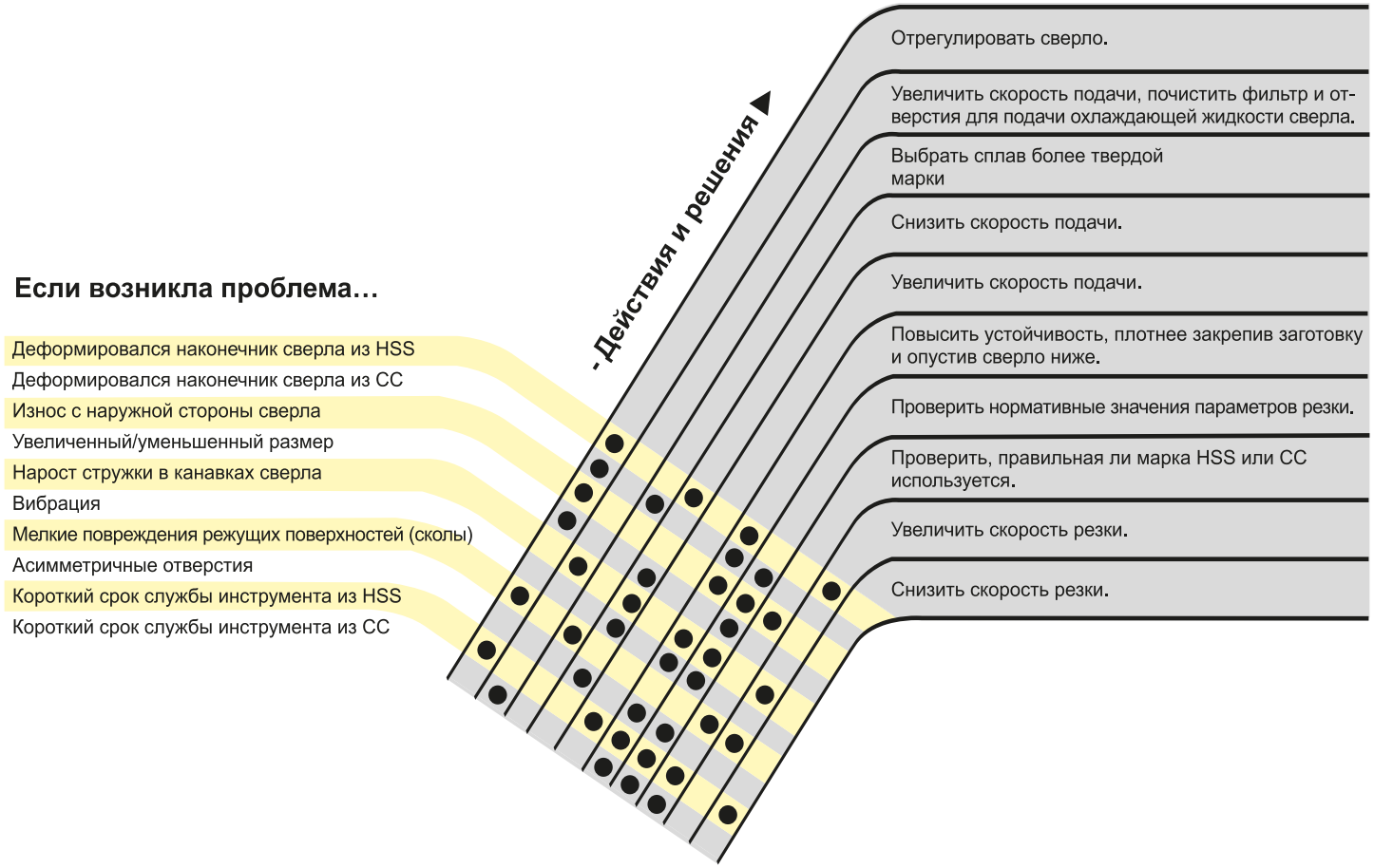
При малом диаметре сверла выберите более низкую скорость подачи в пределах указанного диапазона.

Расчет частоты вращения из рекомендованной скорости резки:

Пример для сверла диаметром D = 15 мм и скорости резки v_c = 80 м/мин

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D} = \frac{80 \times 1000}{3{,}14 \times 15} = 1698$$

Частота вращения равна приблизительно 1700 об/мин.



Цилиндрическое и коническое зенкование

Цекование и коническое зенкование лучше всего выполнять зенковочным инструментом со съемными твердосплавными пластинами и вращающейся цапфой. Используйте охлаждающую жидкость.

Цилиндрическая зенковка со съемными пластинами и вращающейся цапфой.

Примечание

• Для конического зенкования уменьшить параметры резки примерно на 30%.

• Всегда используйте вращающуюся цапфу. Лезвия должны быть твердыми и острыми, со слегка скругленными кромками.

Коническая зенковка со съемными пластинами и вращающейся цапфой.

	STRENX 420/460	STRENX 500	STRENX 700	STRENX 900/960	STRENX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
V_c (м/мин)	90-140[2]	80-120[2]	70-100[2]	40-65[2]	20-50[2]	25-70[2]	20-50[2]	17-50[2]
f (мм/об)	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20
D (мм)	Частота вращения, n (об/мин)							
19	1510-2345	1340-2010	1175-1675	670-1090	335-840	420-1175	335-840	285-840
24	1195-1860	1060-1590	930-1325	530-865	265-665	330-930	265-665	225-665
34	845-1310	750-1125	655-935	375-610	185-470	235-655	185-470	160-470
42	680-1060	605-910	530-760	300-495	150-380	190-530	150-380	130-380
57	505-780	445-670	390-560	225-365	110-280	140-390	110-280	95-280

1) При затрудненном процессе стружкодробления подачу выполняйте ступенчато по 2 мм за раз.
2) При низкой мощности станка выбирайте скорость резки близкую к нижнему пределу диапазона.

Конические зенковки из **HSS** с тремя режущими кромками и цапфой могут использоваться при обработке сталей **STRENX** Необходимо обеспечить подачу смазочной жидкости.

		STRENX **420**	STRENX **460**	STRENX **500**	STRENX **700**	STRENX **900**	STRENX **960**
V_c (м/мин)		~12	~12	~10	~8	~7	~7
D (мм)	**f (мм/об)**	**Частота вращения, n (об/мин)**					
15	0,05-0,20	250	250	210	170	150	150
19	0,05-0,20	200	200	170	130	120	120
24	0,07-0,30	160	160	130	100	90	90
34	0,07-0,30	110	110	90	70	70	70
42	0,07-0,30	90	90	60	60	50	50
57	0,07-0,30	70	70	60	40	40	40

Нарезка резьбы

Если тип метчика выбран правильно, резьбу можно нарезать в отверстиях деталей из всех марок стали **HARDOX** и **STRENX**

Мы рекомендуем четырехканавочные метчики, которые выдерживают высокие крутящие моменты, необходимые для нарезки резьбы в отверстиях деталей из твердых материалов. При нарезке резьбы в деталях из **HARDOX** и **STRENX** рекомендуется использовать в качестве смазочного материала резьбовую смазку или пасту. Для более мягких марок стали **STRENX 420, STRENX 460, STRENX 500** можно использовать эмульсию.

В условиях, когда допускаемая нагрузка на резьбу не является критическим фактором, допускается просверливать отверстия, превышающие стандартный диаметр (примерно на 3%), чтобы уменьшить воздействие на метчик при нарезке резьбы. Это позволит продлить срок службы метчика, прежде всего при нарезке резьбы в отверстиях деталей из **HARDOX** и **STRENX 1100**.

Примечание

• Если используются метчики без покрытия, параметры резки следует уменьшить на 30%.

• Если нарезка резьбы выполняется на станке с ЧПУ, можно использовать резьбофрезерование.

Метчик для глухих отверстий.

Метчик для сквозных отверстий.

	HSS с TiN покрытием	HSS-Co (HSS-E) с TiN или TiCN покрытием		HSS-Co (HSS-E) с TiCN покрытием			
	STRENX 420/460/500	**STRENX 700**	**STRENX 900/960**	**STRENX 1100**	**HARDOX 400**	**HARDOX 450**	**HARDOX 500**
V_c (м/мин)	15	10	8	3	5	3	2,5
Размер	**Частота вращения, n (об/мин)**						
M10	475	320	255	95	160	95	80
M12	395	265	210	80	130	80	65
M16	300	200	160	60	100	60	50
M20	235	160	125	45	80	45	40
M24	200	130	105	40	65	40	30
M30	160	105	85	32	50	32	25
M42	110	75	60	22	35	22	20

Выбор метода фрезерования и режущих элементов

Для обеспечения эффективной производительности рекомендуется использовать фрезы с твердосплавными режущими пластинами.

При фрезеровании следует учитывать следующее:

• Убедитесь, что заготовка крепко зажата.

• При низкой мощности станка используйте фрезу с большим шагом зубьев.

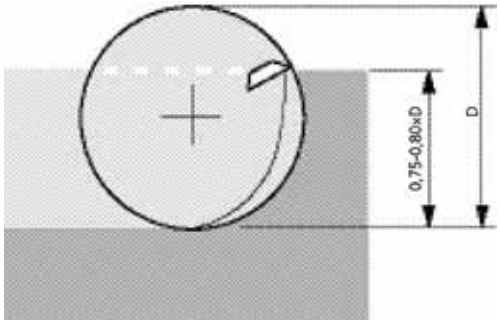
• Если возможно, старайтесь не использовать универсальную головку, так как она ослабляет резцедержатель и механическую передачу.

• Ширина резки при торцовом фрезеровании должна составлять около 75–80% от диаметра фрезы (см. рисунок справа).

• При фрезеровании поверхностей, ширина которых уже диаметра фрезерной головки, фреза должна располагаться внецентренно, так чтобы в зацепление попало как можно больше зубьев.

• При фрезеровании кромок, обрезанных газовым резаком, глубина резки должна быть не менее 2 мм, чтобы избежать твердого поверхностного слоя кромки обреза (см. график).

Рекомендованная ширина резки при торцовом фрезеровании



Распределение твёрдости кромки, обрезанной газовым резаком

Торцовое фрезерование

Черновая обработка

Выберите фрезу с круглыми режущими пластинами, особенно для обработки HARDOX

Чистовая обработка

Выберите фрезу с углом установки 45°

Фрезерование прямоугольных уступов

Выберите фрезу с углом установки 90°

Концевое фрезерование

Неустойчивый станок

Выберите концевую фрезу с покрытием HSS –Co *

Устойчивый станок

Выберите концевую фрезу из CC – цельную или с многогранными режущими пластинами

	Торцовое фрезерование				Концевое фрезерование			
	CC с покрытием		Металло-керамика	CC с покрытием	CC			HSS-Co
Марка	**P40/CS**	**P25/C6**	**P20/C6-C7**	**K20/C2**	**K10/C3 без покрытия**	**K10/C3 с покрытием**	**P10/C7**	**TiCN с покрытием**
Условия	**неустойчивые**	**средние**	**устойчивые**	**устойчивые**	**устойчивые**	**устойчивые**	**устойчивые**	**неустойчивые**
Скорость подачи (f_z)	0,1-0,2-0,3	0,1-0,2-0,3	0,1-0,2	0,1-0,2	0,02-0,10	0,02-0,20	0,05-0,15	0,03-0,09
Марка стали	**Скорость резки, v_c (м/мин)**							
STRENX 420/460	220-180-120	250-210-180	350-280	-	130	210	220-180	60
STRENX 500	220-180-120	250-210-180	350-280	-	125	210	220-180	50
STRENX 700	195-150-95	220-180-150	240-200	-	100	180	195-150	40
STRENX 900/960	95-75-50	200-160-130	220-170	-	90	130	140-120	18
STRENX 1100	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	18
HARDOX 400	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	18
HARDOX 450	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	18
HARDOX 500	-	120-110	120-100	120-100	50	80	90-70	-

Формулы:

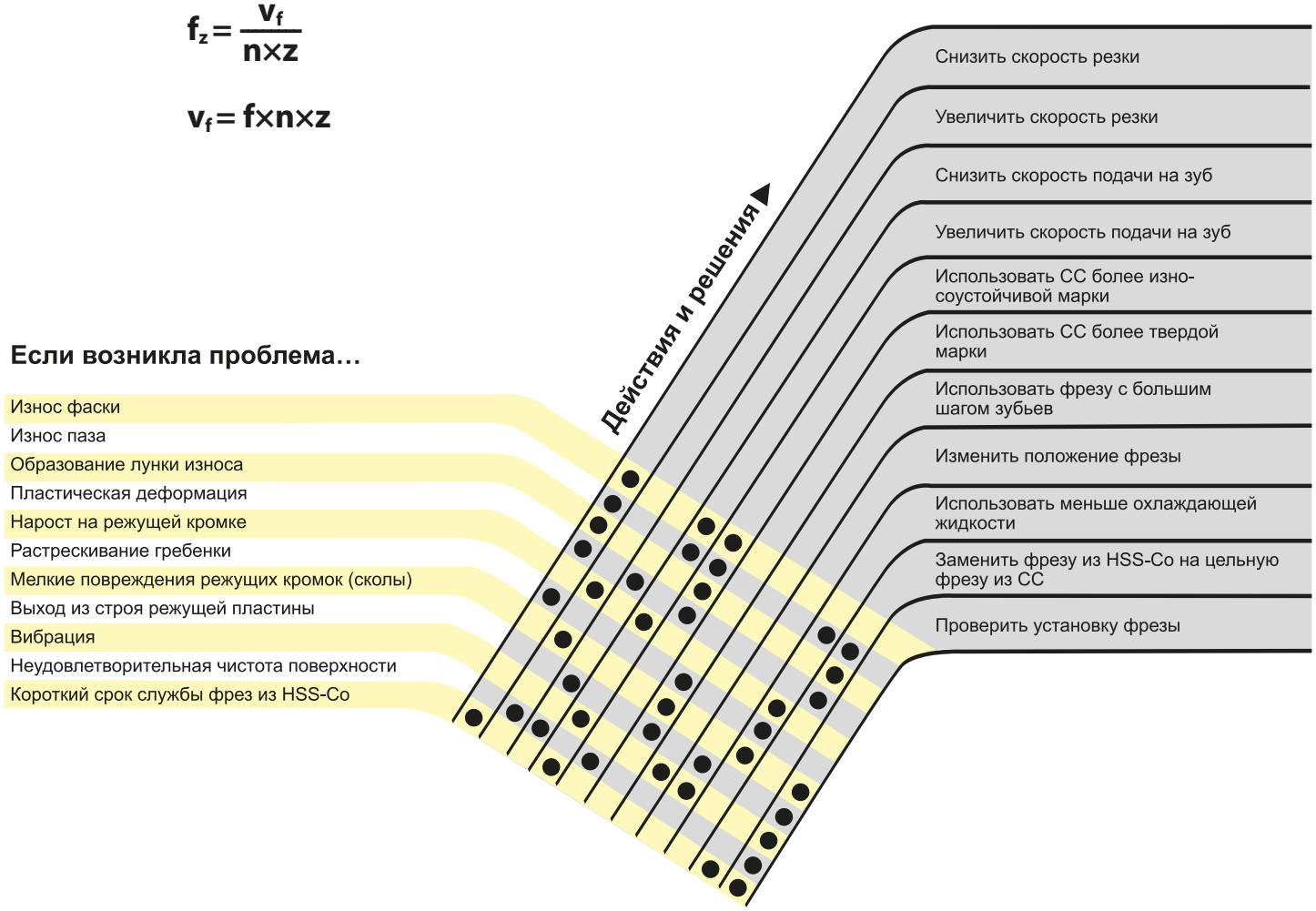
$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

$$f_z = \frac{v_f}{n \times z}$$

$$v_f = f \times n \times z$$

v_c = скорость резки (м/мин)
D = диаметр сверла (мм)
n = частота вращения (об/мин)
π = 3,14
v_f = скорость подачи (мм/мин)
f_z = скорость подачи на зуб (мм/зуб)
z = количествово зубов фрезы



Обточка

Рекомендованные параметры резки, указанные ниже, применимы для твердых сплавов труднообрабатываемых марок. Они необходимы для операций, при выполнении которых возможно соударение, например, при обточке кромок, обрезанных газовым резаком.

Марка сплава	P25/C6	P35/C6-C7	K20/C2
f_n (мм/об)	0,1-0,4-0,8	0,1-0,4-0,8	0,1-0,3
	Скорость резки, vc (м/мин)		
STRENX 420/460	450-300-210	285-175-130	-
STRENX 500	450-300-210	285-175-130	-
STRENX 700	285-195-145	230-150-100	-
STRENX 900/960	130-90-70	105-65-45	-
STRENX 1100	130-90-70	105-65-45	-
HARDOX 400	130-90-70	105-65-45	-
HARDOX 450	130-90-70	105-65-45	-
HARDOX 500	-	-	100-80

Формулы:

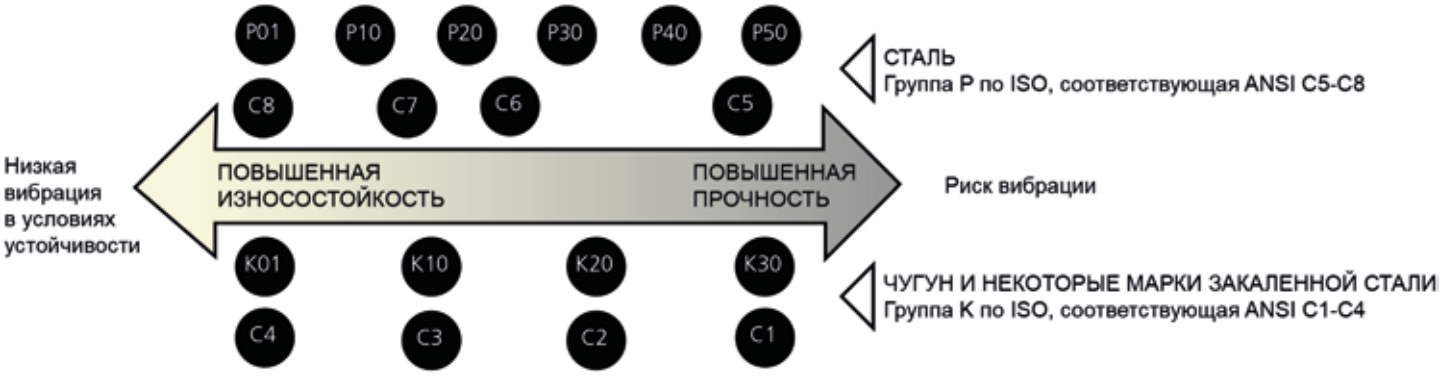
$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

$$v_f = f_n \times n$$

v_c = скорость резки (м/мин)
D = диаметр сверла (мм)
n = частота вращения (об/мин)
π = 3,14
v_f = скорость подачи (мм/мин)
f_n = скорость подачи (мм/об)

Материалы инструментов / марки твердых сплавов



115583, г. Москва, улица Елецкая 26, помещение 4А
+7 (495) 727-08-09
www.wearservice.ru