

# СВЁРЛА



Being the best through innovation

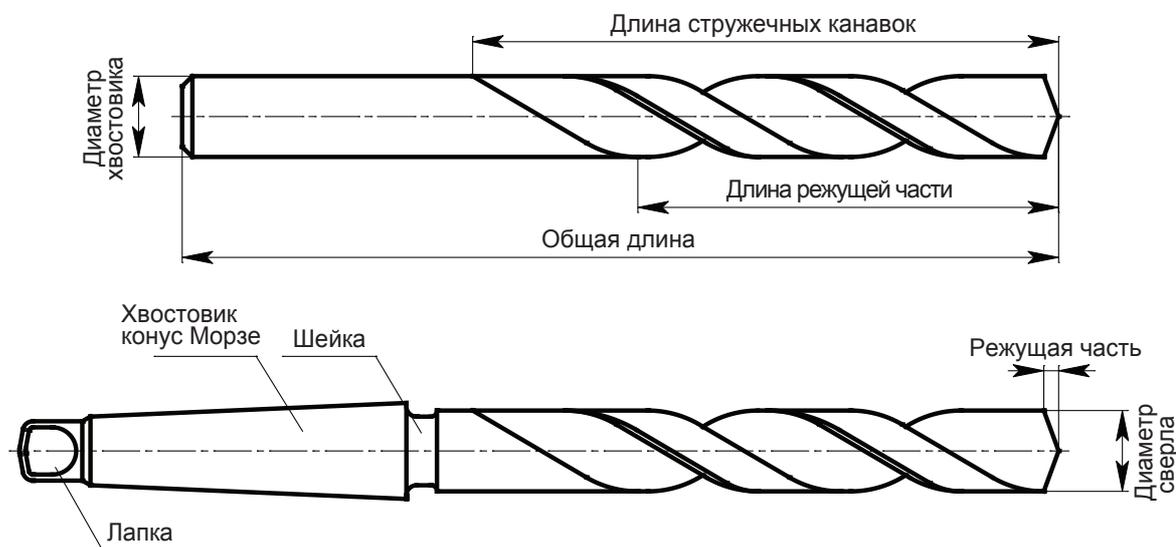


# ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ



## Конструкции и основные элементы свёрл.

### 1. Спиральные свёрла с цилиндрическим хвостовиком и хвостовиком конус Морзе.



### 2. Режущая и транспортирующая часть свёрла.

Участки свёрла, производящие резание, образуют режущую часть свёрла. Режущая часть имеет две главные режущие кромки и одну поперечную (перемычку).

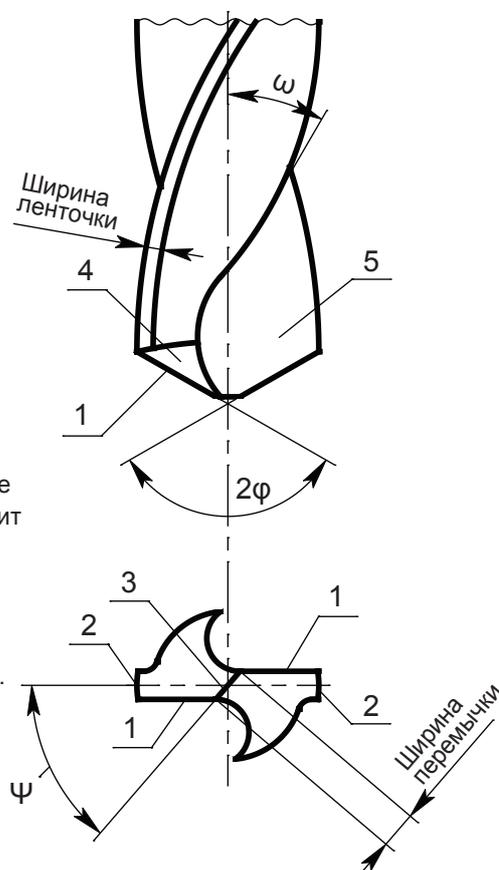
- 1 - главная режущая кромка;
- 2 - ленточка;
- 3 - поперечная режущая кромка (перемычка);
- 4 - задняя поверхность;
- 5 - передняя поверхность;
- $\omega$  - угол наклона винтовой стружечной канавки;
- $2\phi$  - угол при вершине;
- $\psi$  - угол наклона поперечной режущей кромки.

Угол наклона винтовой стружечной канавки  $\omega$  оказывает влияние на прочность и жёсткость свёрла, а также на стружкоотвод. С увеличением угла  $\omega$  увеличивается передний угол, следовательно, процесс резания протекает в более лёгких условиях: улучшаются условия отвода стружки, наблюдается уменьшение осевого усилия, а также уменьшение крутящего момента. Однако, при увеличении угла  $\omega$ , происходит уменьшение жёсткости свёрла, ослабляется режущая кромка. Рекомендуемые значения углов наклона винтовой стружечной канавки в зависимости от типов свёрл N, H и W согласно DIN 1836 и диаметра свёрла сведены в график:

Для свёрл типа H:  $10^\circ - 15^\circ$  (обработка чугуна, бронзы, латуни).  
 Для свёрл типа N:  $25^\circ - 35^\circ$  (обработка материалов, дающих элементную стружку).  
 Для свёрл типа W:  $35^\circ - 45^\circ$  (обработка алюминия и других вязких материалов).

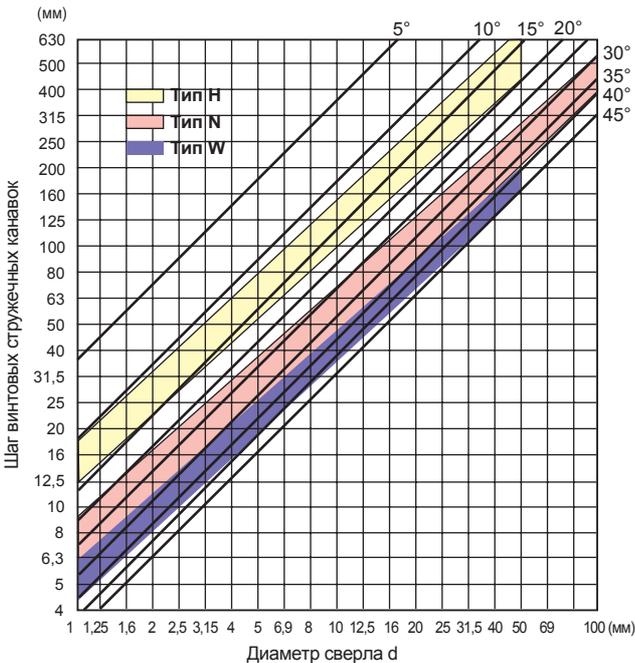
Угол при вершине  $2\phi$  имеет большое значение для правильной работы свёрла. От его величины зависят передний и задний углы.

Угол наклона поперечной режущей кромки  $\psi$  имеет большое значение для правильной работы свёрла. От его величины зависят передний и задний углы.

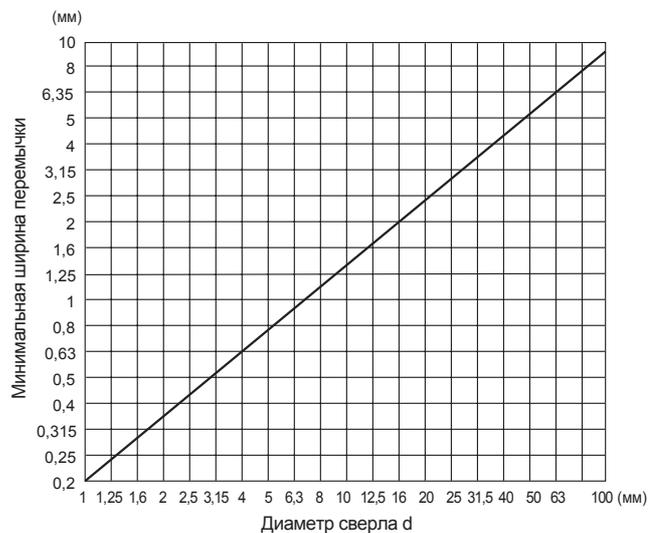


Чем больше угол  $2\phi$ , тем прочнее сверло у перемычки. Поэтому при сверлении более твёрдых материалов этот угол делается большим. Однако, при увеличении угла  $2\phi$ , увеличивается осевое усилие. Для твёрдых и хрупких материалов угол при вершине целесообразно применять равным  $130^\circ - 150^\circ$ , для более мягких и вязких  $80^\circ - 90^\circ$ , у свёрл общего назначения (стандартных) угол  $2\phi$  равен  $116^\circ - 118^\circ$ .

Поперечная режущая кромка (перемычка) работает в тяжёлых условиях - она не режет, а большей частью заминает обрабатываемый материал. При этом значительно увеличиваются усилия резания. В целях уменьшения усилий резания необходимо уменьшить ширину перемычки, однако это приведёт к ослаблению прочности сверла. Поэтому ширина поперечной режущей кромки (перемычки) должна быть не менее, чем её минимальное значение. Зависимость минимального значения ширины перемычки от диаметра сверла приведена в графике.



Зависимость угла  $\omega$  от типа и диаметра сверла

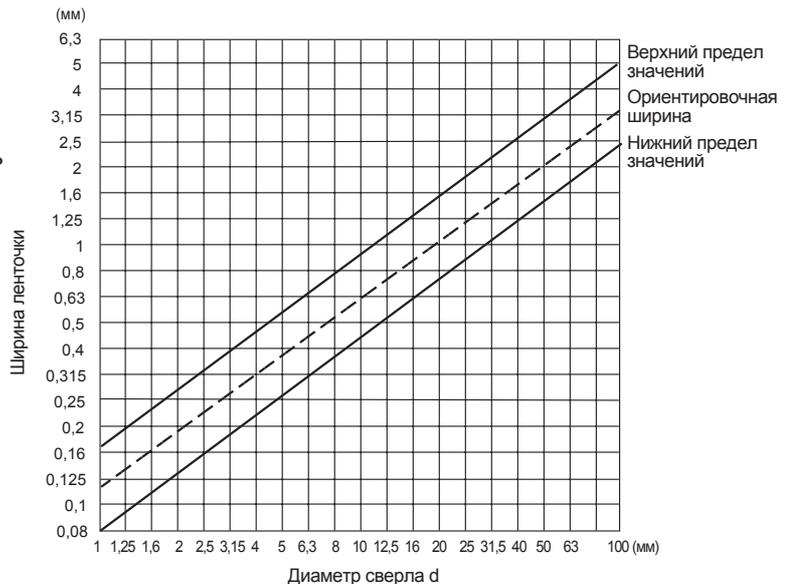


Зависимость ширины перемычки от диаметра сверла

Ленточки служат для направления сверла в отверстии. Ширина ленточек должна быть возможно меньшей для снижения трения об обрабатываемое отверстие, но вместе с тем и такой, чтобы обеспечить достаточную прочность ленточек. Ширину ленточки можно вычислить:

$$f_0 = (0,1 \dots 0,5) \times \sqrt[3]{d} \quad (\text{мм})$$

Ленточки по длине сверла имеют обратную конусность в пределах  $0,03 - 0,12$  мм на  $100$  мм длины сверла - для быстрорежущих свёрл и  $0,1 - 0,2$  мм - для свёрл из твёрдого сплава.



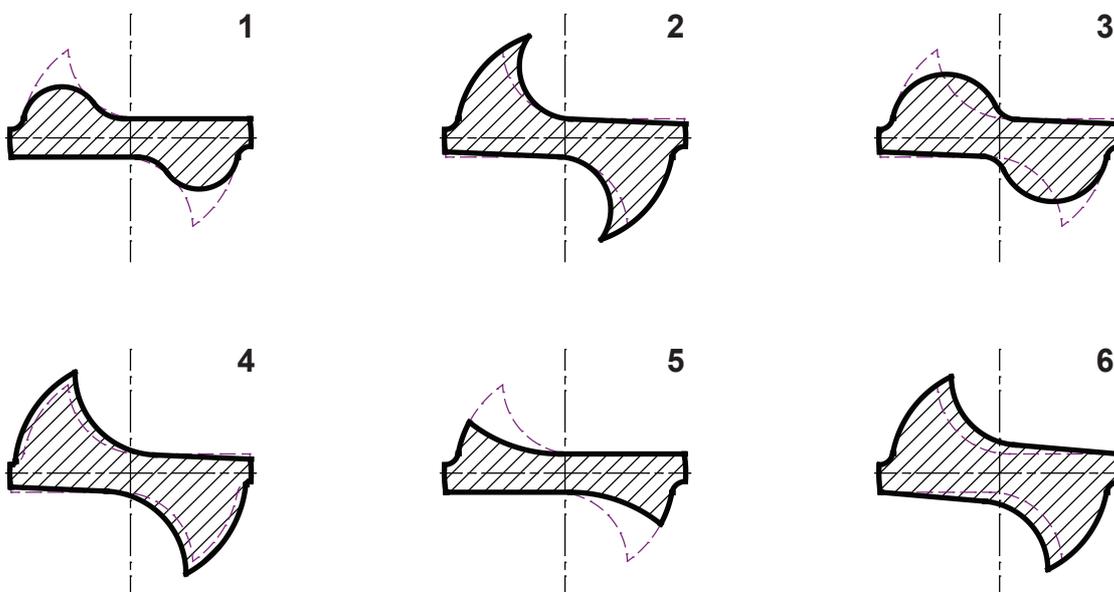
Угол поперечной режущей кромки (перемычки)  $\Psi$  является важным конструктивным элементом сверла. Этот угол образован направлением перемычки и главными режущими кромками. Угол  $\Psi$  зависит главным образом от заточки сверла и является элементом, характеризующим правильность заточки. Значение угла  $\Psi$  обычно составляет  $50^\circ - 55^\circ$ .



Передний  $\gamma$  и задний  $\alpha$  углы сверла являются переменными. Максимальное значение переднего угла на периферии сверла, а минимальное - в центре. Минимальное значение заднего угла на периферии сверла. Для создания благоприятных задних углов в любой точке режущей кромки необходимо произвести заточку таким образом, чтобы обеспечить увеличение заднего угла по мере приближения к оси сверла.

### 3. Профили поперечного сечения свёрл различного назначения.

Для обработки различных материалов применяются различные профили поперечного сечения свёрл:



Штриховкой обозначено сечение сверла, прерывистой линией - стандартное исполнение сверла.

- 1 - профиль с увеличенным объёмом стружечных канавок и меньшей шириной ленточки для обработки вязких и пластичных материалов с прочностью до 500 МПа, дающих сливную стружку;
- 2 - профиль с увеличенной шириной пера и сердцевины для обработки пластичных материалов повышенной прочности (до 1000 МПа - сплавы на никелевой основе, жаропрочные стали);
- 3 - профиль с увеличенным объёмом пространства под стружку для обработки вязких материалов с прочностью 500 - 1000 МПа - инструментальные, легированные и улучшенные стали;
- 4 - профиль сверла для обработки материалов повышенной прочности (800 - 1200 МПа - легированные и углеродистые стали, цементуемые и улучшенные стали);
- 5 - профиль с увеличенным объёмом стружечных канавок при минимальной толщине пера и сердцевины для обработки хрупких материалов с низкой прочностью (латунь и т.д.);
- 6 - профиль с увеличенным диаметром сердцевины и увеличенной шириной пера для обработки высокопрочных материалов с прочностью >1000 МПа.



### Общие рекомендации по выбору сверла.

Длина рабочей части сверла должна выбираться с учётом необходимой глубины сверления и запаса на переточки, так как переточка производится по задней поверхности.

Общая длина сверла принимается в зависимости от длины рабочей части и длины хвостовика. Как общая длина сверла, так и длина рабочей части влияют на жёсткость сверла, поэтому там, где нет необходимости применять длинные свёрла (например, при центровании), следует применять специальные укороченные свёрла, которые меньше подвержены опасности поломки.

Свёрла из быстрорежущей стали диаметром до 12 мм изготавливаются как правило с цилиндрическим хвостовиком. Более 12 мм - с хвостовиком конус Морзе. К преимуществам конического хвостовика относятся компактность, более жёсткое и прочное крепление сверла, что особенно важно при больших усилиях и крутящих моментах. Монолитные твёрдосплавные свёрла изготавливаются с высокоточным цилиндрическим хвостовиком с допуском по h6.

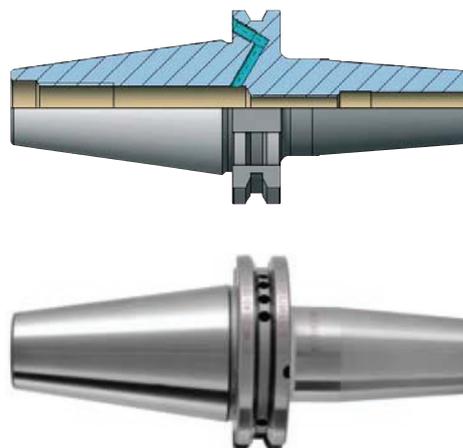
Точность при сверлении возрастает с увеличением качества изготовления режущей части сверла и жёсткости технологической системы.

В общем случае сверлом со стандартной геометрией возможно получить отверстие с допуском по H12. Монолитным твёрдосплавным сверлом с оптимизированной заточкой и высокоточным патроном возможно получить отверстие с допуском по H8.

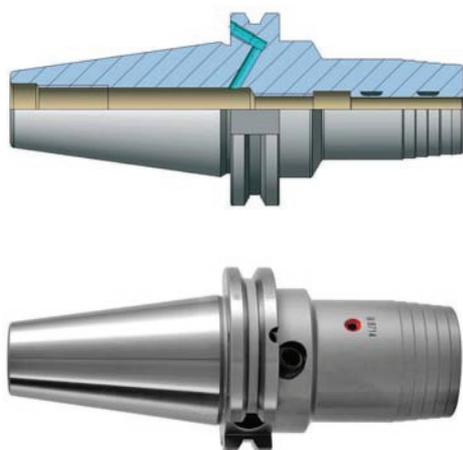
На стойкость свёрл влияет большое количество факторов, главными из которых являются:

- точность выполнения режущих элементов;
- биение сверла;
- геометрия режущей части;
- способ заточки и доводки режущей кромки;
- жёсткость технологической системы, а также величина вылета сверла;
- соблюдение режимов резания и условия эксплуатации сверла.

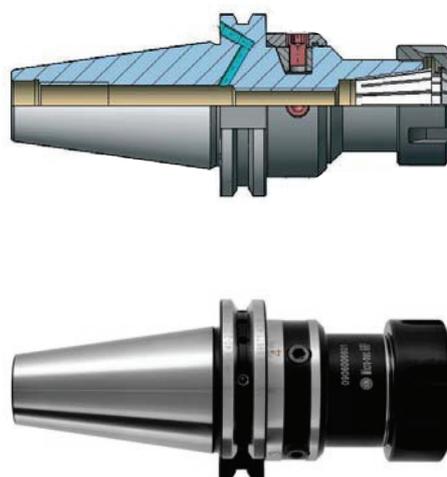
При работе монолитным твёрдосплавным сверлом радиальное его биение не должно превышать 0,02 мм. В противном случае стойкость сверла резко падает. Поэтому немаловажную роль при сверлении монолитным твёрдосплавным сверлом играет вспомогательный инструмент. Максимальную точность обеспечивают гидропластовые патроны, патроны с термозажимом и высокоточные цанговые патроны. Сверло в классическом цанговом патроне при высоких усилиях резания может провернуться, что может привести к поломке сверла.



Патрон с термозажимом



Гидропластовый патрон

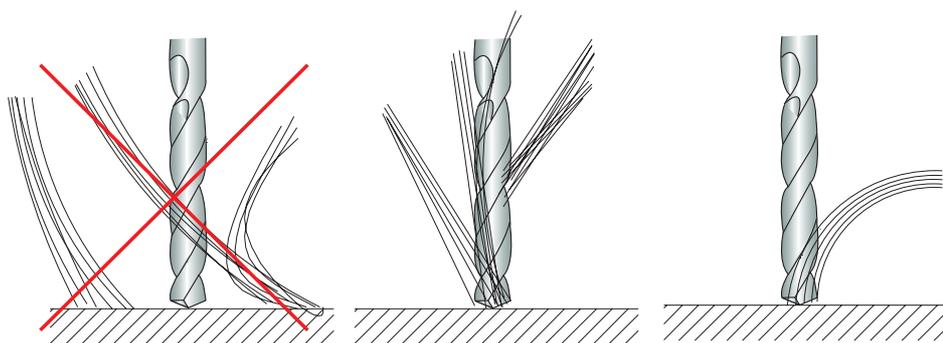


Высокоточный цанговый патрон с регулировкой радиального биения



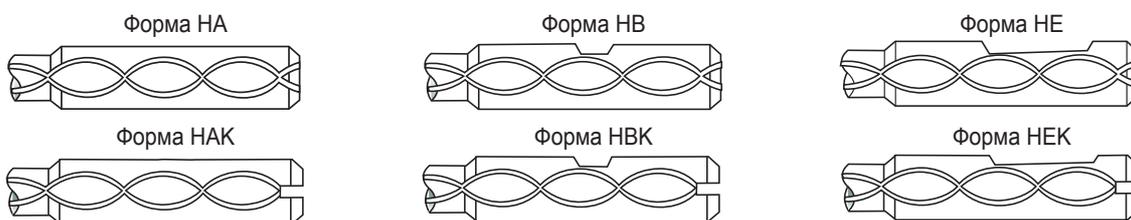
### Подвод СОЖ.

Подвод СОЖ через инструмент предназначен для направления потока жидкости непосредственно в зону резания к вершине сверла, что способствует эффективному отводу тепла и повышает стойкость сверла. Высокопроизводительные твёрдосплавные свёрла требуют более высокого давления СОЖ, так как СОЖ используется не только для охлаждения инструмента, но и для вымывания стружки при работе с большими подачами. Чем выше давление СОЖ, тем лучше отводится тепло и стружка из зоны резания.



Примеры правильной и неправильной организации подвода СОЖ

Возможные исполнения хвостовиков высокопроизводительных свёрл DREAM с внутренним подводом СОЖ:



Стандартное исполнение хвостовка - цилиндрический НА.



## Режимы резания.

### 1. Глубина резания.

При сверлении глубина резания  $t$  равна половине диаметра обрабатываемого отверстия. При рассверливании (зенкерование, развёртывании)  $t = 0,5 \times (D - d)$ .

### 2. Подача.

При сверлении различают подачу на оборот  $S_o$  и минутную подачу  $S_m$ , которые находятся в следующей зависимости:

$$S_m = S_o \times n \text{ (мм/мин)}$$

$S_m$  - минутная подача (мм/мин)

$S_o$  - оборотная подача (мм/об)

$n$  - частота вращения шпинделя (об/мин)

### 3. Скорость резания и частота вращения шпинделя.

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ (м/мин)}$$

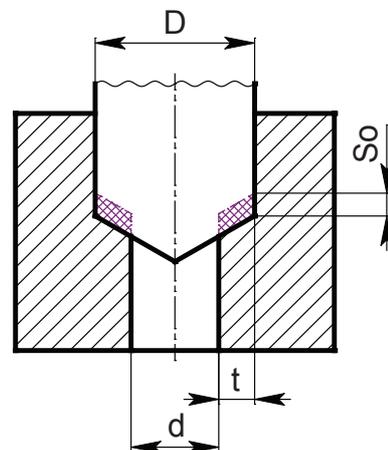
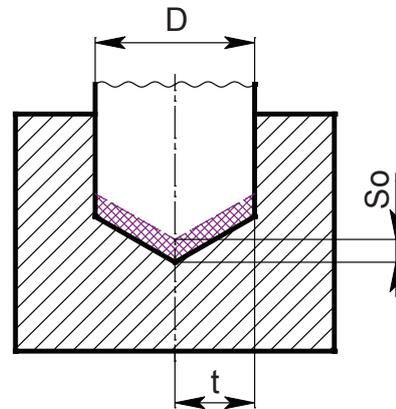
$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} \text{ (об/мин)}$$

$\pi = 3,1416$

$D$  - диаметр сверла (мм)

$V_c$  - скорость резания (м/мин)

$n$  - частота вращения шпинделя (об/мин)





## Обработка поверхностей свёрл и износостойкие покрытия.

### 1. Полирование.

Свёрла с зеркально полированной поверхностью наиболее эффективно применяются для обработки цветных металлов и сплавов.

### 2. Обработка перегретым паром (оксидирование).

На поверхности инструмента формируется чёрная оксидная пленка толщиной 1 - 2 мкм. Обработка перегретым паром позволяет получить защитное антикоррозийное покрытие на основе окислов железа (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). Пористая структура этого покрытия улучшает антифрикционные свойства инструмента путём удержания СОЖ, что позволяет избежать „защемления” сверла при работе на низких скоростях резания и способствует эффективному стружкоудалению.

### 2. Нитрид титана TiN.

Твёрдость приблизительно 2300 HV. Устойчиво к температуре примерно до 600°C. Коэффициент трения 0,4. Цвет - золотистый. Универсальное покрытие для инструмента общего применения. Используется для обработки материалов с одинаковой степенью дающих абразивный, адгезионный и химический износ.

### 3. Покрытие GOLD.

Это тоже покрытие TiN, но покрывается только 1/3 режущей части сверла. Покрытие GOLD - отличное сочетание конкурентоспособной цены и производительности, аналогичной свёрлам целиком покрытыми нитридом титана TiN.

### 4. Карбо-нитрид титана TiCN.

Твёрдость приблизительно 3000 HV. Устойчиво к температуре до 400°C. Коэффициент трения 0,4. Цвет - сине-серый. TiCN используется, когда требуется более высокая износостойкость, чем у покрытия TiN. Наилучшие результаты показывает при обработке сложнолегированных сталей, чугунов, медных сплавов и пластиков. Требуется обильного охлаждения во время обработки.

### 5. Алюмо-нитрид титана TiAlN.

Твёрдость приблизительно 3000 HV. Устойчиво к температуре примерно до 800°C. Коэффициент трения 0,4. Цвет - фиолетово-серый. Это специальное покрытие для обработки материалов, дающих абразивный износ, таких как серый чугун, алюминиевые сплавы с высоким содержанием кремния, стеклопластики. Применяется также при обработке с высокими температурами (недостаточное охлаждение при высоких скоростях резания) и при высокопроизводительном сверлении закалённых сталей.

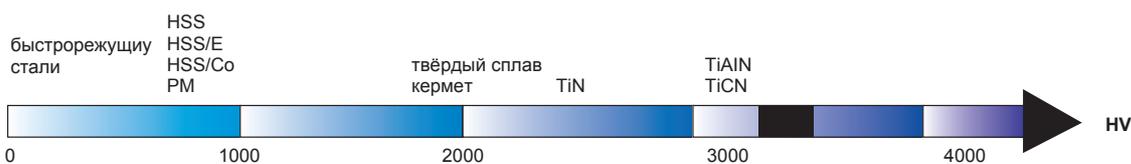
### Рекомендации по применяемости различных покрытий

Обрабатываемый материал	Свёрла из быстрорежущих сталей	Твёрдосплавные свёрла
Углеродистые стали	TiCN, TiAlN	TiCN, TiAlN
Легированные стали менее 1000 Н/мм <sup>2</sup>	TiCN, TiAlN	TiCN, TiAlN
Легированные стали более 1000 Н/мм <sup>2</sup>	TiCN, TiAlN	TiCN, TiAlN
Нержавеющие стали	TiCN, TiAlN	TiCN, TiAlN
Чугуны	TiCN, TiAlN	TiAlN
Деформируемые алюминиевые сплавы	TiN	TiN
Литейные алюминиевые сплавы	TiCN	TiCN
Медь	CrN	CrN
Латунь	TiCN	TiCN
Бронза	TiCN	TiCN

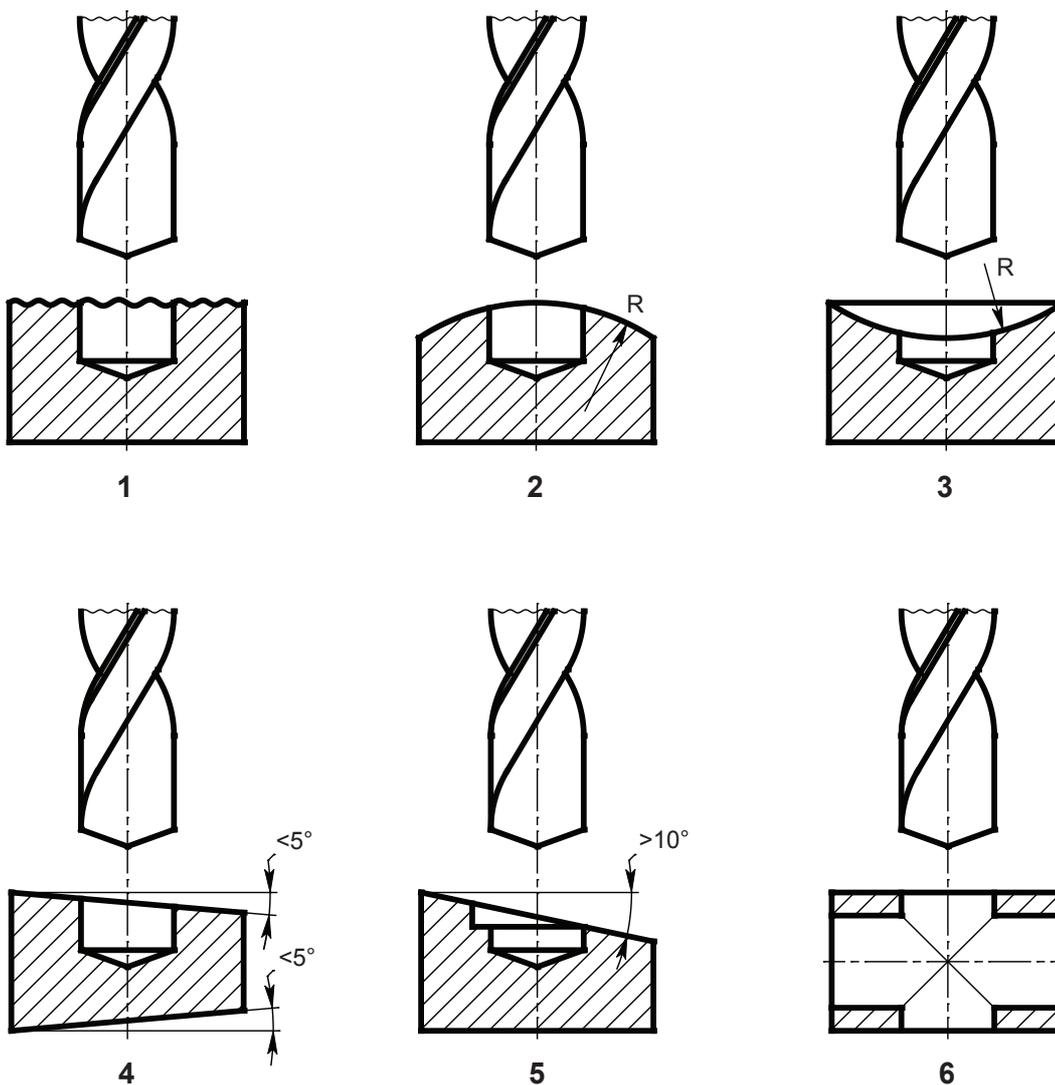


Свойства покрытий:

Свойства	TiN	TiCN	TiAlN
Цвет покрытия	золотистый	сине-серый	фиолетово-серый
Твёрдость (HV)	2300	3000	3000
Толщина покрытия (мкм)	1 - 4	1 - 4	1 - 5
Устойчивость к температуре (°C)	600	400	800
Коэффициент трения	0,4	0,4	0,4



**Рекомендации по работе монолитными твёрдосплавными свёрлами.**



### 1. Необработанная поверхность.

На входе снижайте подачу в 3 - 4 раза от рекомендованной.

### 2. Выпуклая поверхность.

Радиус R должен превышать значение  $4 \times D$  (D - диаметр сверла). Отверстие должно располагаться перпендикулярно радиусу. На входе снижайте подачу в 2 раза от рекомендованной.

### 3. Вогнутая поверхность.

Радиус R должен быть более  $15 \times D$  (D - диаметр сверла). На входе снижайте подачу в 3 - 4 раза от рекомендованной.

### 4. Наклонная поверхность.

При внедрении сверла в материал происходит прерывистое резание. Если угол наклона поверхности менее  $5^\circ$ , подача должна быть уменьшена в 3 раза от рекомендованной, пока в контакт с обрабатываемым материалом не вступит весь диаметр сверла. На выходе сверла по наклонной поверхности также снижайте подачу в 3 раза. Если угол наклона поверхности  $5^\circ - 10^\circ$ , рекомендуется предварительно просверлить центровочное отверстие.

### 5. Наклонная поверхность более $10^\circ$ .

Если угол наклона поверхности более  $10^\circ$ , перед сверлением необходимо подготовить плоскость, которая будет перпендикулярна оси сверла.

### 6. Пересекающиеся отверстия.

При подходе к пересекающему отверстию и выходе из него, снижайте подачу в 4 раза от рекомендованной.



## Заточка свёрл.

Геометрия передней поверхности стандартных спиральных свёрл, как правило, постоянна, а величина переднего угла зависит от конструктивных элементов сверла - диаметра, толщины сердцевины, углов  $\omega$  и  $2\phi$ . Задние углы могут изменяться в широких пределах в зависимости от способа получения задней поверхности (метода заточки) и параметров настройки свёрлозаточных станков и приспособлений.

Максимальный износ сверла наблюдается на периферийном участке главных режущих кромок - уголках. На направляющих цилиндрических ленточках, в особенности при обработке вязких материалов, очень часто образуются налипы, способствующие возникновению вибраций и снижению стойкости сверла.

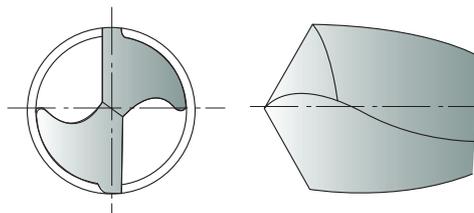
Для монолитных твёрдосплавных свёрл разные по величине режущие кромки могут привести к полной потере работоспособности. В отличие от быстрорежущих свёрл монолитные твёрдосплавные свёрла предназначены для обработки отверстий с точностью по 11 - 8 качеству. Изгибная прочность твёрдого сплава ниже, чем у быстрорежущей стали ( $1000 - 2500 \text{ Н/мм}^2$  у твёрдого сплава и  $2500 - 3800 \text{ Н/мм}^2$  у быстрорежущей стали). Изгибающее усилие из-за разных режущих кромок может превысить указанные пределы и привести к поломке сверла. При ручной переточке без использования специальных приспособлений происходит расхождение между параметрами чертежа заточки и реальной заточкой. Точность позиционирования сверла и заточного станка не позволяет производить заточку с точностью до сотых долей миллиметра, что означает превышение допустимого значения радиального биения. Таким образом ручная переточка монолитных твёрдосплавных свёрл исключена. Для быстрорежущих свёрл такая точность не нужна. Область применения сверла из быстрорежущей стали - обработка отверстий невысокой точности с невысокой производительностью.

В целях уменьшения усилий резания необходимо уменьшить ширину перемычки. Для этого применяются различные подточки поперечной режущей кромки. Форма подточки зависит от применяемости сверла.

### 1. Без подточки.

Подходят для сверл общего применения.

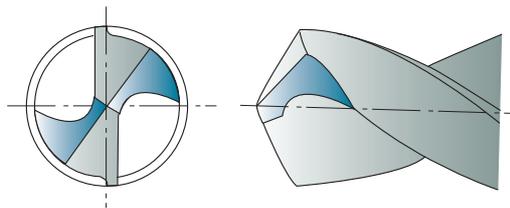
Благодаря малой толщине перемычки подточка не требуется. Конструкция без подточки применяется в свёрлах для обработки мягких сталей, легированных сталей, чугуна, нержавеющей сталей, титана, жаропрочных никелевых сплавов и т.д., а также при обработке на обычных режимах резания.





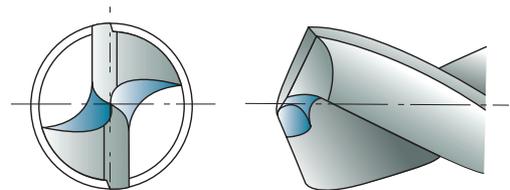
## 2. Подточка типа С по DIN1412.

Подточка перемычки со сведением режущих кромок в точку позволяет добиться лучшего центрирования и стружкоудаления при сверлении. Применяются для высокопроизводительного сверления закалённых сталей, титановых сплавов, нержавеющей сталей, жаропрочных никелевых сплавов и т.д.



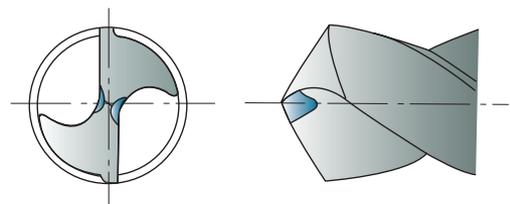
## 3. Подточка типа R.

Винтовая подточка перемычки, плавно переходящая в главную режущую кромку, уменьшает пиковые нагрузки и обеспечивает свободный сход стружки по всей ширине резания. Сверло с такой подточкой обладает отличным самоцентрированием.



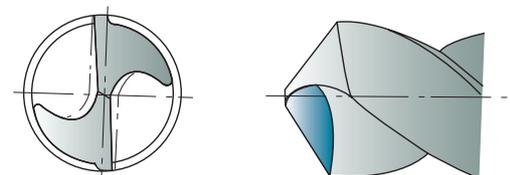
## 4. Подточка типа А по DIN1412.

При использовании этого типа подточки образуется тонкая поперечная режущая кромка, обеспечивающая хорошее стружкоудаление и центрирование. Этот тип подточки вышлифовывается проще всего. За счёт узкой перемычки и широких стружечных канавок сохраняется стабильность и плавное стружкоудаление.



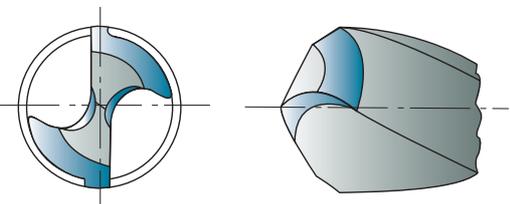
## 5. Подточка типа В по DIN1412.

Применяется для материалов с низким сопротивлением резанию и хорошим стружкоудалением, т.е. чугуна, алюминия, пластмасс и т.д. Данный тип подточки применяется также при разработке свёрл для обработки закалённых сталей с высокой твёрдостью для уменьшения переднего угла и исключения выкрашивания режущих кромок.



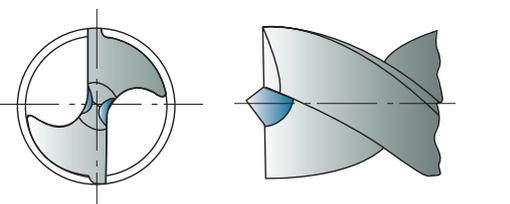
## 6. Подточка типа D по DIN1412.

Двойная заточка заключается в образовании уменьшенного угла при вершине на наиболее нагруженных кромках сверла-уголках. Благодаря такой заточке увеличивается ширина стружки и уменьшается её толщина. Сочетание двойной заточки с подточкой поперечной режущей кромки значительно повышает стойкость сверла. Применяется для обработки чугунов.



## 7. Подточка типа Е по DIN1412.

Такая подточка обеспечивает отличное самоцентрирование и не оставляет заусенцев в сквозных отверстиях. Свёрла с этим типом подточки применяют для обработки неметаллических материалов, тонколистовых деталей и дерева.



При переточке твёрдосплавных свёрл необходимо помнить о том, что при сколах режущих кромок в структуре твёрдого сплава образуются микротрещины. Стандартная переточка не убирает микротрещины и при работе переточенным сверлом на режущей кромке могут опять возникнуть сколы. В этом случае необходимо обрезать режущую часть и заточить сверло заново.

Заточку свёрл из быстрорежущих сталей возможно производить на универсально-заточных станках, а заточку твёрдосплавных свёрл только на специализированном оборудовании или станках с ЧПУ.

Качество заточки в большей степени определяется правильностью выбора абразивных кругов и режимов шлифования.

Выбор абразивного материала зависит от инструментального материала. Свёрла из быстрорежущих сталей затачивают и перетачивают кругами из кубического нитрида бора. Такие круги имеют много преимуществ перед кругами из традиционных абразивов:

- независимо от марки быстрорежущей стали режущие свойства круга из кубического нитрида бора в процессе обработки практически не изменяются;
- при заточке в поверхностном слое инструмента не происходит структурных изменений;
- высокие режущие свойства кругов из кубического нитрида бора позволяют работать с достаточно большими припусками, используя круги сравнительно малой зернистости (80/62 - 125/100), при этом обеспечивается шероховатость поверхности Ra 0,63 - 0,16 мкм;
- высокая износостойкость круга повышает стабильность геометрических параметров инструмента и остроту режущих кромок.

Для заточки быстрорежущих сталей целесообразно применять круги из кубического нитрида бора зернистостью 100/80 - 125/100 с концентрацией 100% на органических связках, которые обеспечивают шероховатость обработанных поверхностей Ra 0,63 - 0,16 мкм.

Уменьшение зернистости кругов снижает интенсивность съёма металла при незначительном уменьшении шероховатости поверхности.

Основные режимы заточки - скорость вращения круга, скорость касательной подачи и подача на глубину.

Рекомендуемые режимы заточки свёрл из быстрорежущих сталей без использования СОЖ:

Режимы заточки	Переход	
	Черновой	Чистовой
Скорость круга, м/с	30 - 35	35 - 42
Скорость касательной подачи, м/мин	1,5 - 3,0	0,7 - 1,0
Подача на глубину, мм/дв. ход	0,03 - 0,06	0,01 - 0,02

Цикл состоит из одного-трёх черновых и одного-двух чистовых переходов.

Основным материалом при заточке твёрдосплавных свёрл является алмаз. При заточке алмазными кругами следует отметить более низкие скорости шлифования, что обусловлено низкой температурной стойкостью алмаза (~650°C). При заточке с использованием СОЖ скорость круга составляет 20 - 25 м/с, без СОЖ - 14 - 16 м/с. Глубина шлифования на черновых операциях 0,04 - 0,06 мм, на чистовых операциях 0,01 - 0,02 мм. Концентрация алмаза в кругах для заточки в большинстве случаев составляет 100%.



## Технологии заточки свёрл.

Заточка свёрл производится по задним поверхностям, кроме случаев специальных видов заточки. Существует ряд формообразования задних поверхностей, наибольшее распространение получили следующие из них:

- плоскостная, при которой задняя поверхность выполняется в виде плоскости;
- двухплоскостная, при которой задняя поверхность образуется двумя плоскостями - главной и вспомогательной, ребро пересечения которых проходит через ось сверла и имеет наклон относительно главной режущей кромки;
- коническая, при которой задняя поверхность выполняется в виде конуса;
- цилиндрическая, при которой задняя поверхность выполняется в виде цилиндра;
- винтовая, при которой заднюю поверхность образует прямая линия, вращаясь вокруг оси сверла и одновременно перемещаясь поступательно. При глубинной (однопроходной) схеме припуск полностью снимается с одного пера сверла, затем сверло поворачивают на 180° и шлифуют второе перо. При этой схеме сверло поворачивается только один раз. При многопроходной схеме припуск может сниматься или раздельно - сначала с одного пера, затем с другого, или попеременно с обоих. Попеременная многопроходная заточка снижает опасность появления прижогов и трещин, обеспечивает более высокую симметричность, так как износ круга не оказывает непосредственного влияния на биение режущих кромок, однако возрастает время на процесс деления. При заточке по винтовой схеме сверло вращается непрерывно и попеременная заточка оказывается целесообразной.

По плоскостной или двухплоскостной схеме, как правило, затачивают твёрдосплавные свёрла. Такие схемы имеют ряд преимуществ:

- простота заточки;
- достаточная точность.

Неправильная переточка и подготовка режущей кромки существенно сокращают стойкость переточенного сверла. Подготовка подразумевает под собой доводку режущей кромки и создание защитной фаски. Защитная фаска наносится вручную с помощью алмазного надфиля. Эта операция выполняется под микроскопом при увеличении 15 - 20 крат. Доводка режущей кромки обеспечивает её скругление для удаления микронеровностей и усиления кромки. Доводка осуществляется мягким абразивным кругом или струйной абразивной обработкой.



## Износ сверла и методы его устранения.

Износ сверла	Методы устранения
Интенсивный износ режущих кромок	<ul style="list-style-type: none"> <li>- уменьшить скорость резания</li> <li>- увеличить подачу</li> <li>- увеличить давление и расход СОЖ</li> </ul>
Выкрашивание по уголкам	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить жёсткость закрепления заготовки</li> <li>- проверить радиальное биение сверла</li> <li>- уменьшить подачу</li> <li>- увеличить давление и расход СОЖ</li> </ul>
Наростообразование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- увеличить скорость резания</li> <li>- использовать сверло с более острой режущей кромкой</li> <li>- увеличить концентрацию СОЖ</li> </ul>
Выкрашивание режущей кромки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить жёсткость технологической системы</li> <li>- выбрать сверло с менее острой режущей кромкой</li> </ul>
Интенсивный износ по ленточке	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить радиальное биение сверла</li> <li>- увеличить давление и расход СОЖ</li> <li>- уменьшить скорость резания</li> </ul>
Выкрашивание или износ по перемычке	<ul style="list-style-type: none"> <li>- увеличить скорость резания</li> <li>- уменьшить подачу</li> <li>- выбрать сверло с подточкой перемычки</li> </ul>
Поломка сверла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить жёсткость технологической системы</li> <li>- проверить жёсткость закрепления заготовки</li> <li>- проверить глубину сверления и материал заготовки на соответствие применяемому типу сверла</li> <li>- проверить организацию подвода СОЖ</li> <li>- проверить режимы резания, возможно, уменьшить подачу</li> </ul>



## Поиск и устранение неисправностей.

Проблема	Возможные причины	Устранение
Отверстие большего диаметра	<ul style="list-style-type: none"> <li>- несимметричность режущих кромок</li> <li>- недостаточная жёсткость технологической системы</li> <li>- неправильно выбрана геометрия сверла</li> <li>- пакетирование стружки</li> <li>- сильное радиальное биение</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить жёсткость закрепления заготовки и сверла</li> <li>- уменьшить вылет сверла</li> <li>- увеличить угол при вершине</li> <li>- выбрать сверло с более толстой сердцевиной</li> <li>- увеличить давление и расход СОЖ</li> </ul>
Непрямолинейность обработанного отверстия	<ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточная жёсткость технологической системы</li> <li>- сильное радиальное биение сверла</li> <li>- увод сверла</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить жёсткость закрепления заготовки и сверла</li> <li>- проверить радиальное биение и выбрать более точный патрон</li> <li>- уменьшить вылет сверла</li> <li>- предварительно центровать отверстие или сверлить пилотное отверстие</li> </ul>
Отклонение от круглости обработанного отверстия	<ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточная жёсткость технологической системы</li> <li>- вибрации при врезании</li> <li>- сильное радиальное биение сверла</li> <li>- неправильные режимы резания</li> <li>- пакетирование стружки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить жёсткость закрепления заготовки и сверла</li> <li>- снизить подачу при врезании</li> <li>- выбрать сверло с более толстой сердцевиной</li> <li>- уменьшить вылет сверла</li> <li>- выбрать сверло с подточкой перемычки</li> <li>- проверить радиальное биение и выбрать более точный патрон</li> <li>- увеличить давление и расход СОЖ</li> </ul>
Образование заусенцев	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неправильные режимы резания</li> <li>- неправильно выбрано сверло</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- снизить подачу на выходе сверла из отверстия</li> <li>- выбрать сверло с более острой режущей кромкой</li> </ul>



**Диаметры свёрл под нарезание резьбы.**

**Унифицированная дюймовая резьба с крупным шагом**

UNC	Диаметр сверла		UNC	Диаметр сверла	
	дюймы	мм		дюймы	мм
1	53	1,50	7/16	U	9,40
2	50	1,80	1/2	27/64	10,75
3	47	2,10	9/16	31/64	12,25
4	43	2,30	5/8	17/32	13,50
5	38	2,60	3/4	21/32	16,50
6	36	2,85	7/8	49/64	19,50
8	29	3,50	1	7/8	22,25
10	25	3,90	1 1/8	63/64	25,00
12	16	4,50	1 1/4	1 7/64	28,25
1/4	7	5,20	1 3/8	1 7/32	30,75
5/16	F	6,60	1 1/2	1 11/32	34,00
3/8	5/16	8,00			

**Унифицированная дюймовая резьба с мелким шагом**

UNF	Диаметр сверла		UNF	Диаметр сверла	
	дюймы	мм		дюймы	мм
0	3/64	1,30	3/8	Q	8,50
1	53	1,60	7/16	25/64	9,90
2	50	1,90	1/2	29/64	11,50
3	45	2,10	9/16	33/64	12,90
4	42	2,40	5/8	37/64	14,50
5	37	2,70	3/4	11/16	17,50
6	33	3,00	7/8	13/16	20,50
8	29	3,50	1	59/64	23,25
10	21	4,10	1 1/8	1 3/64	26,50
12	14	4,70	1 1/4	1 11/32	29,50
1/4	3	5,50	1 3/8	1 19/32	32,70
5/16	1	6,90	1 1/2	1 27/64	36,00

**Трубная цилиндрическая резьба WHITWORTH G (BSP)**

Номинальный диаметр резьбы	Диаметр сверла	Номинальный диаметр резьбы	Диаметр сверла
дюймы	мм	дюймы	мм
G 1/8	8,8	G 1 1/4	39,5
G 1/4	11,8	G 1 3/8	42,0
G 3/8	15,25	G 1 1/2	45,2
G 1/2	19,0	G 1 3/4	51,4
G 5/8	21,0	G 2	57,2
G 3/4	24,5	G 2 1/4	63,3
G 7/8	28,25	G 2 1/2	72,8
G 1	30,75	G 2 3/4	79,1
G 1 1/8	35,5	G 3	85,5

**Метрическая резьба по ISO с основным шагом**

Номинальный диаметр резьбы	Диаметр сверла						
		M3	2,5	M11	9,5	M30	26,5
M1	0,75	M3,5	2,9	M12	10,2	M33	29,5
M1,2	0,95	M4	3,3	M14	12,0	M36	32,0
M1,4	1,1	M5	4,2	M16	14,0	M39	35,0
M1,6	1,25	M6	5,0	M18	15,5	M42	37,5
M1,8	1,45	M7	6,0	M20	17,5	M45	40,5
M2	1,6	M8	6,8	M22	19,5	M48	43,0
M2,2	1,75	M9	7,8	M24	21,0	M52	47,0
M2,5	2,05	M10	8,5	M27	24,0	M56	50,5

ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ СВЕРЛА

СВЕРЛА ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

СВЕРЛА i-DREAM СО СМЕННЫМИ ПЛАСТИНАМИ

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ СВЕРЛА DREAM

СВЕРЛА DREAM ДЛЯ ОБРАБОТКИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

СВЕРЛА DREAM ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

СВЕРЛА DREAM ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ

ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ СВЕРЛА ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ СВЕРЛА ДЛЯ ЗАЦЕНТРОВКИ

СВЕРЛА MULTI-1

СВЕРЛА HPD

СВЕРЛА GOLD-P

СВЕРЛА WORM PATTERN

СВЕРЛА ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ХВОСТОВИКОМ

СВЕРЛА С ХВОСТОВИКОМ КОНУС МОРЗЕ

СВЕРЛА ДЛЯ ЗАЦЕНТРОВКИ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЦЕНТРОВОЧНЫЕ СВЕРЛА

ПЕРВЫЕ СВЕРЛА СО СМЕННЫМИ ПЛАСТИНАМИ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### Метрическая резьба по ISO с мелким шагом

Номинальный диаметр резьбы	Шаг	Диаметр сверла	Номинальный диаметр резьбы	Шаг	Диаметр сверла
2,5	0,35	2,15	26	1,5	24,5
3	0,35	2,65	27	1	26
3,5	0,35	3,15	27	1,5	25,5
4	0,5	3,5	27	2	25
4,5	0,5	4	28	1	27
5	0,5	4,5	28	1,5	26,5
5,5	0,5	5	28	2	26
6	0,75	5,2	30	1	29
7	0,75	6,2	30	1,5	28,5
8	0,75	7,2	30	2	28
8	1	7	30	3	27
9	0,75	8,2	32	1,5	30,5
9	1	8	32	2	30
10	0,75	9,2	33	1,5	31,5
10	1	9	33	2	31
10	1,25	8,8	33	3	30
11	0,75	10,2	35	1,5	33,5
11	1	10	36	1,5	34,5
12	1	11	36	2	34
12	1,25	10,8	36	3	33
12	1,5	10,5	38	1,5	36,5
14	1	13	39	1,5	37,5
14	1,25	12,8	39	2	37
14	1,5	12,5	39	3	36
15	1	14	40	1,5	38,5
15	1,5	13,5	40	2	38
16	1	15	40	3	37
16	1,5	14,5	42	1,5	40,5
17	1	16	42	2	40
17	1,5	15,5	42	3	39
18	1	17	45	1,5	43,5
18	1,5	16,5	45	2	43
18	2	16	45	3	42
20	1	19	48	1,5	46,5
20	1,5	18,5	48	2	46
20	2	18	48	3	45
22	1	21	50	1,5	48,5
22	1,5	20,5	50	2	48
22	2	20	50	3	47
24	1	23	52	1,5	50,5
24	1,5	22,5	52	2	50
24	2	22	52	3	49
25	1	24			
25	1,5	23,5			
25	2	23			


**Соответствие твёрдости материала по различным методам измерений.**

По Бринеллю НВ	Предел прочности $\sigma_b$ Н/мм <sup>2</sup>	По Викерсу	По Роквеллу	По Шору
		НВ	HRC	HSC
200	700	200	-	28
210	740	210	-	29
220	770	220	-	30
230	810	230	19,2	31
240	840	240	21,2	33
250	880	250	23	34
260	910	260	24,7	35
270	950	270	26,1	36
280	980	280	27,6	37
290	1020	290	29	39
300	1050	300	30,3	40
310	1090	310	31,5	41
320	1120	320	32,9	42
330	1150	330	33,8	43
340	1190	340	34,9	44
350	1230	350	36	45
359	1260	360	37	46
368	1300	370	38	47
373	1330	380	38,9	48
385	1370	390	39,8	49
393	1400	400	40,7	50
400	1440	410	41,5	51
407	1470	420	42,3	52
416	1510	430	43,2	53
423	1540	440	44	54
429	1580	450	44,8	55
435	1610	460	45,5	56
441	1650	470	46,3	57
450	1680	480	47	58
457	1720	490	47,7	59
465	1750	500	48,3	60
474	1790	510	49	61
482	1820	520	49,6	62
489	1860	530	50,3	63
496	1890	540	50,9	64
503	1930	550	51,5	65
511	1960	560	52,1	66
520	2000	570	52,7	67
527	2030	580	53,3	68
533	2070	590	53,8	69
533	2100	600	54,4	70
543	2140	610	54,9	71
549	2170	620	55,4	72
555	2210	630	55,9	73
561	2240	640	56,4	74
568	2280	650	56,9	75
574	2310	660	57,4	75
581	2350	670	57,9	76
588	2380	680	58,7	77
595	2410	690	58,9	78
602	2450	700	59,3	79
609	2480	710	59,8	80
616	2520	720	60,2	81
622	2550	730	60,7	82
627	2590	740	61,1	83
633	2630	750	61,5	83
639	2660	760	61,9	84
644	2700	770	62,3	85
650	2730	780	62,7	86
656	2770	790	63,1	86
661	2800	800	63,5	87
666	2840	810	63,9	87
670	2870	820	64,3	88
677	2910	830	64,6	89
682	2940	840	65	89

 ТВЁРДОСПЛАВНЫЕ  
СВЁРЛА

 СВЁРЛА ИЗ  
БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ  
СТАЛИ

 СВЁРЛА i-DREAM  
СО СМЕННЫМИ  
ПЛАСТИНАМИ

 УНИВЕРСАЛЬНЫЕ  
СВЁРЛА DREAM

 СВЁРЛА DREAM  
ДЛЯ ОБРАБОТКИ  
НЕРЖАВЕЮЩИХ  
СТАЛЕЙ

 СВЁРЛА DREAM  
ДЛЯ ОБРАБОТКИ  
ГЛУБОКИХ  
ОТВЕРСТИЙ

 СВЁРЛА DREAM  
ДЛЯ ОБРАБОТКИ  
ЗАКАЛЁННЫХ  
СТАЛЕЙ

 ТВЁРДОСПЛАВНЫЕ  
СВЁРЛА  
ОБЩЕГО  
ПРИМЕНЕНИЯ

 ТВЁРДОСПЛАВНЫЕ  
СВЁРЛА ДЛЯ  
ЗАЦЕНТРОВКИ

 СВЁРЛА  
MULTI-1

 СВЁРЛА  
HPD

 СВЁРЛА  
GOLD-P

 СВЁРЛА  
WORM PATTERN

 СВЁРЛА ОБЩЕГО  
ПРИМЕНЕНИЯ С  
ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ  
ХВОСТОВИКОМ

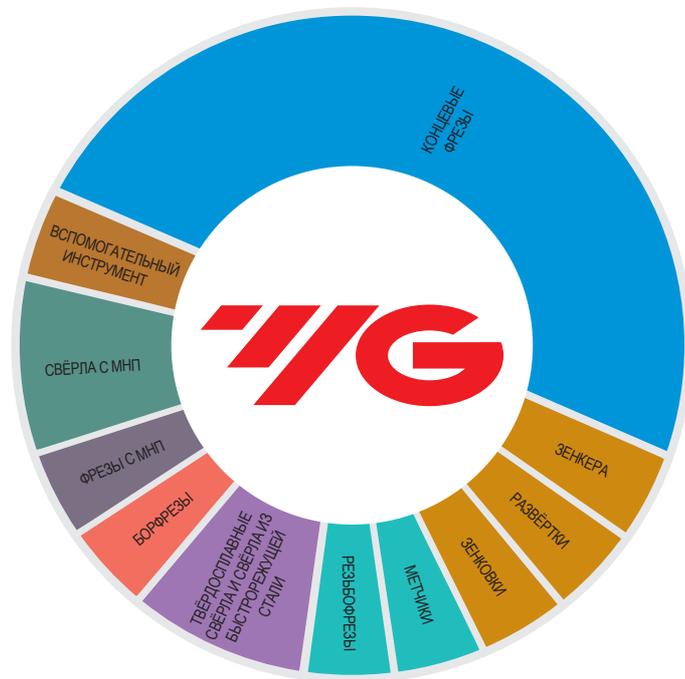
 СВЁРЛА С  
ХВОСТОВИКОМ  
КОНУС МОРЗЕ

 СВЁРЛА ДЛЯ  
ЗАЦЕНТРОВКИ ИЗ  
БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ  
СТАЛИ

 УНИВЕРСАЛЬНЫЕ  
ЦЕНТРОВОЧНЫЕ  
СВЁРЛА

 ПЕРОВЫЕ СВЁРЛА  
СО СМЕННЫМИ  
ПЛАСТИНАМИ

# ST STANDART TOOLS GROUP



Challenge toward a Global Leader-  
**YG-1 Leads the World Market.**