

# ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Техническая  
часть



| <b>1. Общая информация</b>                              | <b>на стр.</b> |
|---|----------------|
| Режущие материалы для инструмента Gühring               | 1591           |
| Способы обработки поверхностей и покрытия               | 1596           |
| Технология обработки                                    | 1598           |
| Исполнение хвостовиков                                  | 1604           |
| Таблица перевода дюймов в миллиметры                    | 1608           |
| Обрабатываемые материалы                                | 1609           |
| <b>2. Сверлильный инструмент</b>                        |                |
| Основные положения                                      | 1610           |
| Размеры   | 1612           |
| Сверла Ratio  | 1621           |
| Точность обработки сверлением                           | 1622           |
| Центровочные сверла                                     | 1623           |
| <b>3. Резьбонарезной инструмент</b>                     |                |
| Основные положения DIN                                  | 1624           |
| Сравнение стандартов                                    | 1629           |
| Характеристики различных типов резьб                    | 1630           |
| Диаметр резьбы и диаметр отверстия                      | 1632           |
| Метчики - основные положения                            | 1636           |
| Выявление неисправностей у метчиков                     | 1641           |
| Бесстружечные метчики - основные положения              | 1644           |
| Выявление неисправностей у бесстружечных метчиков       | 1648           |
| Резьбовые фрезы - основные положения                    | 1650           |
| Резьбовые фрезы - операции                              | 1654           |
| Выявление неисправностей у резьбовых фрез               | 1661           |
| Плашки - основные положения                             | 1662           |
| Выявление неисправностей у плашек                       | 1663           |
| Опросный лист для резьбового инструмента                | 1664           |
| <b>4. Фрезерный инструмент</b>                          |                |
| Основные положения                                      | 1666           |
| Формулы   | 1667           |
| Типы фрез и их основные области применения              | 1668           |
| Таблица перевода для твердости                          | 1670           |
| Допуска по DIN ISO 286                                  | 1671           |
| Отчет о применении                                      | 1672           |
| Опросный лист для специальных фрез                      | 1673           |
| <b>5. Развертки и зенковки</b>                          |                |
| Основные положения                                      | 1674           |
| Выбор и применение                                      | 1675           |
| Допуски на изготовление                                 | 1677           |
| Предельные отклонения для отверстий в мкм               | 1683           |
| Дополнительная информация по разверткам                 | 1686           |
| Специальные развертки с режущей кромкой из кермета      | 1687           |
| Опросный лист   | 1688           |
| Инструкция по монтажу для цековок с укороченным конусом | 1690           |
| Дополнительная информация по зенковкам                  | 1692           |
| Зачистного инструмента                                  | 1693           |



## Быстрорежущие стали

Мы изготавливаем инструмент только из высококачественных, тщательно отобранных марок быстрорежущей стали. В зависимости от состава сплава инструмент получает специфические качества, подобранные для каждого случая применения:

Вольфрам, Молибден: повышает термостойкость и износостойкость.

Ванадий: повышает износостойкость.

Кобальт: повышает износостойкость, увеличивает твердость, сохраняемую при повышенной температуре.

| Обозначение Gühring   | Обозначение стали    | Материал № (код стали) | Область применения, свойства   | Сопоставимые зарубежные стали |                            |            |                 |                |       |
|-----------------------|----------------------|------------------------|--|-------------------------------|----------------------------|------------|-----------------|----------------|-------|
|                       |                      |                        |  | США                           | Франция                    | Италия     | Велико-британия | China          | Japan |
| <b>HSS</b>            | HS 6-5-2 (DMo5)      | 1.3343                 | Стандартный режущий материал для универсального применения   | M2                            | Z 90 WDCV 06-05-04-02      | HS 6-5-2   | BM 2            | W6Mo5 Cr4V2    | SKH51 |
| <b>HSCO<br/>HSS-E</b> | HS 6-5-2-5 (EMo5Co5) | 1.3243                 | Высокая твердость при высоких температурах резания, особенно подходит для работы при плохом охлаждении | M35                           | Z 90 WDKCV 06-05-05-04-02  | HS 6-5-2-5 | BM 35           | W6Mo5 Cr4V2Co5 | SKH55 |
| <b>HSS-E</b>          | HS 6-5-3 (EMo5V3)    | 1.3344                 | Высокая износостойкость и стабильность режущих кромок (особенно важно при разворачивании)              | M3                            | Z 120 WDCV 06-05-04-03     | HS 6-5-3   | —               | W6Mo5 Cr4V3    | SKH52 |
| <b>M42</b>            | HS 2-9-1-8           | 1.3247                 | Повышенные теплостойкость и твердость, подходит для обработки труднообрабатываемых материалов          | M42                           | Z 110 DKCWV 09-08-04-02-01 | HS 2-9-1-8 | BM 42           | W2Mo9Cr4 VCo8  | SKH59 |
| <b>HSS-E</b>          |                      |                        |  |                               |                            |            |                 |                |       |
| <b>HSS-E-PM</b>       | 10-2-5-8 PM52        | 1.3253                 | Высокие твердость, теплостойкость и прочность режущих кромок, очень плотная, однородная структура      | —                             |                            |            |                 |                |       |
|                       | HS 6-5-3-8 PM30      | 1.3294                 |  |                               |                            |            |                 |                |       |



## Сверхтвердые режущие материалы

Благодаря как высокой твердости, так и высокой термостойкости сверхтвердые режущие материалы позволяют достигать высочайших параметров резания и производительности. Однако их недостатком является низкая прочность. Поэтому их применение рентабельно

только на жестких станках и только в специальных областях обработки.

| Обозначение Gühring | Классификация                                      | Область применения, свойства   | Средний Размер зерна | Содержание алмаза  |
|---------------------|--|--|----------------------|--------------------|
| <b>PKD</b>          | Мелкое зерно                                       | Алюминий и алюминиевые сплавы системы ALSi с содержанием Si < 10%, магниевые сплавы, латунь, медь, бронза, композиционные материалы на древесной основе, правосходное качество режущих кромок, высокая износостойкость, высокое качество обработанной поверхности  | 2 - 4 мкм            | Ок. 90%            |
|                     | Среднее зерно                                      | Универсальные марки (общее применение для чистовой обработки)<br>Алюминиевые сплавы системы AlSi с содержанием Si < 14%, медные сплавы, графит и композиционные материалы на основе графита или древесной основе, неспекаемая керамика и твердые сплавы (содержание связующего металла < 15%)<br>Высокая износостойкость, высокое качество обработанной поверхности  | 5 - 10 мкм           | Ок. 92 %           |
|                     | Крупное зерно                                      | Применение для черновой и чистовой обработки<br>Алюминиевые сплавы системы AlSi с содержанием Si > 14%, абразивные материалы, MMC, неспекаемая керамика и твердые сплавы (содержание связующего металла < 15%); предельная износостойкость, высокая ударная прочность, высокая стойкость с обеспечением шероховатости обработанной поверхности от приемлемой до высококачественной.  | 25 мкм               | Ок. 94 %           |
|                     | Смешанное зерно                                    | Абразивные материалы (напр.: алюминиевые сплавы системы AlSi с содержанием Si свыше 14%, MMC, композитные материалы); высокая износостойкость, высокая ударная прочность, сверхустойчивый к разрушению при хорошей защитной фаске на режущей кромке, высокая стойкость при высоком качестве обработанной поверхности   | 2 - 4 мкм + 25 мкм   | Ок. 95 %           |
| <b>CBN 10..</b>     | Низкое содержание CBN с твердосплавной подложкой   | Режущая кромка из CBN на твердосплавной подложке для чистовой обработки, в том числе закаленных сталей и серого чугуна; предназначен (особенно при точении) для съема стабильного, непрерывного припуска с глубиной резания < 0,5 мм, высок. прочность на сжатие, низкая теплопроводность, высокая стойкость к абразивному износу, химическая стабильность, высокая ударная вязкость, хорошая чистота обработанной поверхности и высокая стойкость инструмента   | 2 мкм                | 50-65% Содерж. CBN |
| <b>CBN 20..</b>     | Высокое содержание CBN с твердосплавной подложкой  | Режущая кромка из CBN на твердосплавной подложке для обработки прежде всего серого чугуна (> 45 HRC), закаленной стали, инструментальной и штампованной стали, порошковых материалов на основе Fe-Si, сплавов на основе Ni-Cr (никелевый сплав „Superalloys“), с упрочненной поверхностью или твердыми покрытиями на основе Co, Ni и Fe, применяется для съема стабильного, непрерывного припуска с глубиной резания от 0,5 до 1,5 мм высокая теплопроводность, высокая прочность на разрыв, высокое качество обработанной поверхности | 2 мкм                | 80-95% Содерж. CBN |
| <b>CBN 30..</b>     | Высокое содержание CBN без твердосплавной подложки | Режущая кромка из цельного CBN без твердосплавной подложки для черновой обработки серого и отбеленно чугуна (> 45 HRC), закаленной стали; с высок. прочностью на разрыв, высок. износостойкостью, оч. высокой химической стабильностью, со специфической интенсивностью износа<br>Используется в державках, сверлильном и расточном инструменте, резцах, а также торцевых фрезах с прихватами и отрицательной геометрией переднего угла  | 15 мкм               | 80-95% Содерж. CBN |
| <b>Кермет</b>       | TCN 54 P15/P20                                     | Высокая стабильность обработки резанием; для чистового инструмента, такого как развертки   | < 2,5 мкм            |                    |





## Основные свойства твердых сплавов

### Режущий материал - твердый сплав

Твердый сплав, как и сталь, не совсем точное общее определение всей группы материалов. Поскольку твердый сплав является композиционным материалом и может изготавливаться как минимум из двух основных компонентов, возможно получение бесконечно многих его комбинаций с различными качествами.

### Производство твердого сплава

Твердые сплавы состоят из твердых соединений - карбида вольфрама (WC) и, в некоторых случаях, других карбидов - а также вязкой среды - кобальта (Co). Кобальт при этом служит цементирующей связующей средой, в которой расположены частицы твердого вещества.

Чтобы выполнить различные требования, предъявляемые к твердому сплаву в зависимости от применения, компания Gühring предлагает на выбор более 20 различных стандартных марок твердых сплавов. Одни очень твердые, имеют большую зернистость, другие напротив, обладают большим пределом прочности и состоят из мелких зерен. Кроме этого, по запросу клиента можно разработать необходимую марку твердого сплава и изготовить ее по специальному заказу.

Чтобы изделия из твердого сплава соответствовали высоким требованиям клиентов, производство твердых сплавов оснащено ультрасовременной лабораторией. Для обеспечения соответствия качества продукции и стабильности процесса производства стандартам сертификации, здесь постоянно берутся пробы материалов, от сырья до готового изделия, с возможностью протоколи-

рования результатов замеров. При обработки резанием следующие свойства имеют значение:

### Жесткость

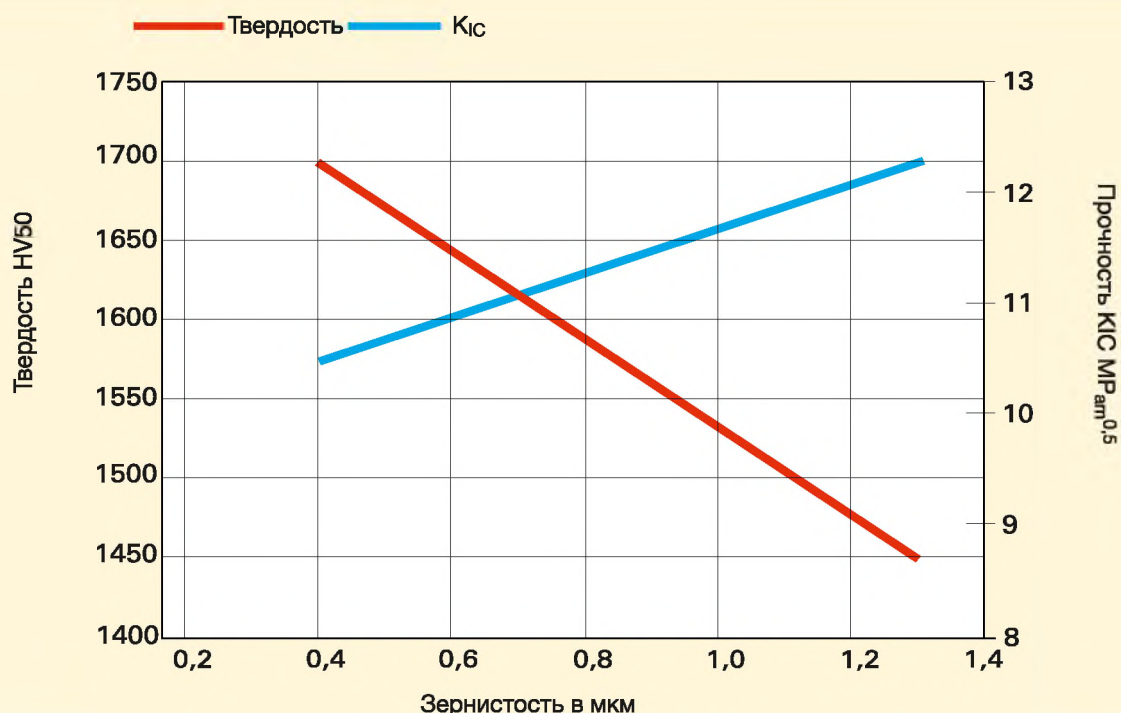
Жесткость - это величина сопротивления материала к изгибу. У твердых сплавов она определяется содержанием кобальта. Чем выше содержание кобальта, тем меньше жесткость материала.

Изделия из твердого сплава обладают большей жесткостью, приблизительно вдвое выше по сравнению с изделиями из стали. В связи с этим при обработке твердосплавными сверлами получают значительно более прямые отверстия, чем быстрорежущими сверлами. Однако действие этого положительного эффекта жесткости ограничено, поскольку деформация воспринимаемая сверлом, например из-за несоосности или биения, приводит к очень большим нагрузкам. Вследствие этого, более "жесткие" материалы являются чувствительными к сколу.

### Твердость

Твердость - свойство сопротивления материала к проникновению другого материала. Понятно, что инструментальный материал должен быть значительно тверже, чем материал обрабатываемой детали, чтобы не подвергаться сильному износу.

Для изменения твердости твердого сплава существует много возможностей: с одной стороны, с помощью изменения содержания кобальта, с другой стороны, с помощью изменения зернистости карбидов. Если содержание кобальта при постоянном размере зерен увеличить, то твердость твердого сплава снизится. Если, напротив, при постоянном содержании кобальта уменьшить размер зерна, то твердость увеличится.





## Основные свойства твердых сплавов для применения в обработке сверлением

### Вязкость

Под пределом прочности характеризует сопротивление, которое материал оказывает при возрастании усилия разрыва. Высокое сопротивление разрыву является знаком "добротных" твердых сплавов, имеющих высокую ударную прочность. К сожалению, твердость и прочность являются прямопротивоположными свойствами (см. рис.).

Высокое содержание кобальта и/или крупных частиц твердого сплава являются признаком вязких твердых сплавов. Высокая вязкость необходима при возникновении в процессе обработки внезапных перегрузок или больших сил резания. Большие силы резания возникают в том случае, когда между инструментом и материалом существует высокий коэффициент трения. Он определяется шероховатостью поверхности и химическими реакциями между поверхностью инструмента и деталью. Следует отметить, что характеристика „вязкий“ не означает высокое сопротивление изгибу. Характеристикой, которая значительно определяет сопротивление изгибу, является прочность режущих кромок.

### Прочность режущих кромок

Прочность режущих кромок определяет сопротивление кромки сколам отдельных частиц твердого сплава, либо их соединений. Прочность на изгиб представляет собой грубую характеристику прочности кромки. На ее значение помимо вязкости влияет также величина самых длинных расстояний между зернами в нагруженном участке. При этом высокая вязкость увеличивает значение прочности на изгиб, а большие расстояния между зернами (=более крупные частицы) ее уменьшают.

### Стойкость к химическим реакциям

Несмотря на то, что большинство твердых сплавов сегодня используется с покрытием, необходимо учитывать возможность химической реакции между инструментальным и обрабатываемым материалами. Покрытие на режущей кромке быстро изнашивается, поэтому может произойти реакция между твердым сплавом и обрабатываемым материалом.

Локальные разрушения, как и сквозная коррозия, имеют значительно стойкие последствия, чем повреждения на больших поверхностях. Особенно быстро при высоких температурах, преобладающих на режущей кромке, вступают в реакцию кобальт и железо. Другие металлы, такие как титан или кремний вступают в реакцию преимущественно с карбидом вольфрама. Поэтому содержание кобальта важно для характеристики химических свойств инструмента.

### Выбор материала

При выборе применяемого режущего материала каждый раз необходимо найти оптимальный баланс между его различными характеристиками. Именно поэтому предлагаемый выбор твердых сплавов очень велик. Для того чтобы найти подходящий твердый сплав для каждого конкретного применения, были испробованы различные системы классификации и введены стандарты, призванные облегчить выбор. Широко распространена система ISO, обозначающаяся в новой редакции 2005 г. как DIN ISO 513.

Согласно этому стандарту область применения комбинации твердого сплава и покрытия обозначается буквой, а сочетание твердости и прочности - цифрой. Меньшая цифра обозначает необходимость высокой твердости, большая - высокую потребность в прочности инструмента.



## Основные группы применения твердых сплавов для инструмента Gühring

### Основная группа применения P

Данная группа включает в себя материалы образующие длинную стружку, кроме нержавеющей и аустенитной стали. Группы применения делятся в зависимости от нагрузки при резании от 01 до 50.

### Основная группа применения M

К группе M относятся аустенитная нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная сталь и литая сталь. Группы применения делятся в зависимости от нагрузки при резании от 01 до 40. У фирмы Gühring применения P и M реализуются твердыми сплавами группы K с соответствующими покрытиями.

### Основная группа применения K

В группе K объединены все чугуны во всех его видах, в том числе и ковкий чугун. Группы применения делятся в зависимости от нагрузки при резании от 01 до 40.

### Основная группа применения S

Жаропрочные высоколегированные сплавы на основе железа, никеля или кобальта, а также титановые сплавы относятся к группе S. Группы применения делятся в зависимости от нагрузки при резании от 01 до 30.

### Основная группа применения N

Данная группа объединяет все несодержащие железа материалы, в особенности алюминиевые сплавы и цветные металлы. Группы применения делятся в зависимости от нагрузки при резании от 01 до 30.

### Основная группа применения H

В данной группе объединена обработка твердых закаленных сталей и отбеленного чугуна. Группы применения делятся в зависимости от нагрузки при резании от 01 до 30.

Многие марки твердых сплавов охватывают широкий диапазон этих основных групп обработки, особенно если применяются с покрытием. Так, например, большинство твердосплавных сверл с покрытием FIRE из программы Gühring относятся к основным группам обработки K и P.

### Отдельные марки Gühring

В следующей таблице даны наиболее применяемые марки твердых сплавов, имеющиеся в стандартной программе поставок фирмы Gühring. Информацию по другим маркам можно получить по запросу, более подробную информацию Вы найдете на сайте [www.guehring-carbide.de](http://www.guehring-carbide.de).

В более 80% случаев применение инструмента из сплава DK460UF в комбинации с подходящим покрытием показало результаты, превосходящие результаты применения других марок твердых сплавов. Этот факт, а также постоянное наличие данного материала на складе сильно упрощают подбор инструмента. Если необходимо применить другие марки твердых сплавов, наши специалисты охотно Вас проконсультируют.

| Марки     | Содержание кобальта Co [M-%] | Величина зерна [мкм] | Твердость [HV] | Классификация ISO [ISO 513]                    | Описание  |
|-----------|------------------------------|----------------------|----------------|--|---|
| DK 460 UF | 10                           | 0,5                  | 1620           | K 20 - K 40 с покрытием: P, M20-M40, H, S, N25 | Очень широко используемая марка, в основном применяется с покрытием, обрабатывает стали, некоторые алюминиевые сплавы, чугуны, а также специальные сплавы, например, инконель. Этот сплав является основой нашей продукции.   |
| DK 500 UF | 12                           | 0,5                  | 1680           | K25 с покрытием: P, M, H, S, N25               | Эта марка специально разработана для твердой обработки. Она отличается от DK 460 UF повышенной твердостью и сопротивлением к деформациям, и соответ. высокой точностью формы. По причине высокого содержания Co рекомендуется обязательное использование с покрытием. |
| DK 255 F  | 8                            | 0,7                  | 1720           | K20 с покрытием: P, M, H, S, N20               | Эта марка рекомендуется для твердой обработки, обработки высокопрочных сплавов чугуна и твердых AlSi-сплавов. Возможна сухая обработка. Предпочтительно применять с покрытием.  |
| DK120     | 6                            | 1,3                  | 1620           | K15 с покрытием: N15                           | Прежде всего эта марка предназначена для использования с алмазным покрытием.  |
| DK 120 UF | 7                            | 0,5                  | 1850           | K05  | Особо мелкозернистая марка с высокой износостойкостью, предназначена для абсолютно жестких станков, предпочтительна для разверток.  |
| K 55 SF   | 9                            | 0,2 - 0,5            | 1920           | K10 - K30                                      | Применяется для обработки высокоизносостойких материалов, нержавеющей стали, композиционных материалов таких, как кевлар и стеклопластики, для высокоскоростной и сухой обработки.  |
| DK 400 N  | 10                           | 0,7                  | 1580           | K35 M с покрытием: P, M, S, N35M               | Высокопрочная марка для обработки жаропрочных материалов  |



## Основные свойства

○ без покрытия

Инструмент из быстрореж. стали или твердого сплава и без улучшения поверхности или покрытия имеют общие хорошие базовые свойства. Кроме того, инструмент без покрытия в стандартной программе Гюринг может использоваться как базовый инструмент для выбора экономичного покрытия по желанию заказчика из полной гаммы покрытий фирмы Гюринг.

### Метод улучшения поверхности

Для специальных случаев применения рекомендуется улучшение поверхности, которое увеличивает износостойкость и сопротивление слипанию и уменьшает склонность к наросту. В связи с тем, что покрытия твердого и мягкого материала имеют намного лучшие результаты, улучшение поверхности все-же существенно теряет свое значение.

● паровое азотирование

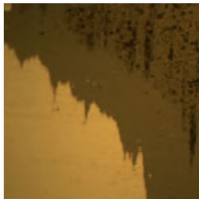


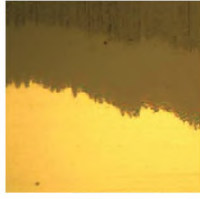
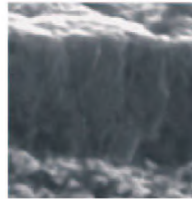
◐ фаски азотированы

Рекомендуется для обработки серого чугуна, алюминия с высоким содержанием Si, пластмасс, материалов с высоким содержанием перлита и т.д. Азотирование происходит различными методами, в зависимости от области применения.

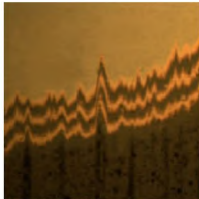


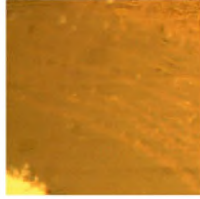

● обработка паром

Инструмент с обработкой паром может предотвращать холодную сварку, которая образуется, например, при обработке низкоуглеродистой стали. Данное улучшение поверхности предназначено только для обработки железосодержащих материалов.

### Покрытия фирмы Гюринг

|                              | TiAlN<br>A   | TiAlN SuperA/nanoA<br>A a  | TiCN<br>C   | Carbo<br>Cb  | Cristall<br>D  |
|------------------------------|--|--|---|--|--|
|                              |  |  |  |  |  |
| Цвет                         | фиолетовый   | серо-фиолетовый  | серо-фиолетовый   | чёрный   | антрацит   |
| Твердость                    | 3200 HV  | 3400 HV  | 3000 HV   | > 6000 HV  | > 8000 HV  |
| Коэффициент трения           | 0,55   | 0,6  | 0,4   | < 0,1  | < 0,1  |
| макс. температура применения | < 800°   | < 900°   | < 400°  | < 700°   | < 700°   |
| Тепловое расширение          | 7,2 *10 <sup>-6</sup> /K   | 6,9 *10 <sup>-6</sup> /K   | —   | 3 *10 <sup>-6</sup> /K   | 1,1 *10 <sup>-6</sup> /K   |
| Краткое описание             | Твёрдое покрытие для абразивного применения HPC и MMS                              | Твёрдое покрытие для тяжелого и твердого резания HPC и MMS                         | вязко-твёрдое покрытие  | Сверхтвёрдое покрытие  | Сверхтвёрдое алмазное покрытие   |

### Специальные покрытия

|                              | FIRE/nano FIRE<br>F   | AlCrN<br>P  | TiN/ TiN+<br>S S+  | Signum<br>Y   | ICE   |
|------------------------------|---|---|--|---|---|
|                              |  |  |  |  |  |
| Цвет                         | фиолетовый  | серо-синий  | золотисто-жёлтый   | бронзово-красный  | металлический серый   |
| Твердость                    | 3300 HV   | 3200 HV   | 2300 HV  | 5500 HV   | 3500 HV   |
| Коэффициент трения           | 0,6   | 0,35  | 0,5  | 0,55  | 0,6   |
| макс. температура применения | < 800°  | < 1100°   | < 600°   | < 800°  | < 1000°   |
| Тепловое расширение          | —   | 6,4 *10 <sup>-6</sup> /K  | 9,3 *10 <sup>-6</sup> /K   | 7,5 *10 <sup>-6</sup> /K  | —   |
| Краткое описание             | Износостойкое многослойное покрытие, также для MMS                                  | Износостойкое покрытие с высокой стойкостью к окислению и искусственному старению   | Экономичное стандартное покрытие   | Высокопрочное, теплостойкое многослойное покрытие                                     | Твёрдое, высокотеплостойкое покрытие  |





## Рекомендации по применению

|  | Сверление     |     |    | Фрезерование  |     |    | Нарезание резьбы |     |    | Фрезер. резьбы |     | Накатывание резьбы |     |    | Развертывание |     |   |
|--|---------------|-----|----|---------------|-----|----|------------------|-----|----|----------------|-----|--------------------|-----|----|---------------|-----|---|
|  | Твердый сплав |     |    | Твердый сплав |     |    | Твердый сплав    |     |    | Твердый сплав  |     | Твердый сплав      |     |    | Твердый сплав |     |   |
|  | обычн.        | MMS |    | обычн.        | MMS |    | обычн.           | MMS |    | обычн.         | MMS | обычн.             | MMS |    | обычн.        | MMS |   |
| Сталь<br>нелегирован.                      | F             | F   | F  | F             | F   | F  | C                | S   | C  | C              | A   | C                  | S   | C  | A             | A   | S |
|  | A             | A   | S  | a             | a   | C  | S                |     | S  | A              |     | S                  |     | S  |               |     |   |
|  | Y             | Y   |    | A             | A   |    |                  |     | A  |                |     |                    |     | P  |               |     |   |
| Сталь<br>легированная                      | F             | F   | F  | F             | F   | F  | C                | S   | C  | C              | A   | C                  | C   | C  | A             |     | S |
|  | A             | A   | S  | a             | a   | C  | S                |     | A  | A              |     | S                  | S   | S  |               |     |   |
|  | Y             | Y   |    | Y             | Y   |    |                  |     | S  |                |     |                    |     | P  |               |     |   |
| Сталь<br>закалённая<br><55 HRC             | F             | F   |    | Y             | Y   |    | A                | A   | C  | C              | A   | C                  | C   | C  | A             | A   |   |
|  | A             | A   |    | A             | A   |    | A                | A   |    | A              |     | S                  | S   | S  |               |     |   |
|  | Y             |     |    | A             | A   |    | C                |     |    |                |     |                    |     | P  |               |     |   |
| Сталь<br>закалённая<br>55 - 65 HRC         | A             | F   |    | Y             | Y   |    | A                |     |    | A              |     |                    |     |    | A             |     |   |
|  | F             | Y   |    | A             | A   |    |                  |     |    |                |     |                    |     |    |               |     |   |
|  | Y             |     |    |               |     |    |                  |     |    |                |     |                    |     |    |               |     |   |
| Сталь<br>нержавеющ. и<br>кислотостойк.     | a             | a   | F  | a             | a   | F  | A                | A   | C  | C              | A   | C                  |     | C  | A             | A   | S |
|  | F             | F   | S  | F             | F   | S  | A                | A   | S  | A              |     | S                  |     | P  |               |     |   |
|  | Y             | Y   |    | Y             | Y   |    | C                |     |    |                |     |                    |     | S  |               |     |   |
| Серый чугун                                | Y             | Y   | F  | Y             | Y   | F  | a                | a   | A  | A              | A   | C                  |     | P  | A             |     | S |
|  | F             | F   |    | F             | F   | C  | A                |     | C  |                |     | S                  |     | C  |               |     |   |
|  | A             | A   |    |               |     |    |                  |     | S  |                |     |                    |     | S  |               |     |   |
| Алюминиевый<br>деформируемый<br>сплав      | ○             | ○   | ○  | ○             | ○   | ○  | Cb               | Cb  | ○  | ○              | ○   | Cb                 |     | Cb | Cb            |     |   |
|  | Cb            | Cb  | Cb | Cb            | Cb  | Cb | ○                |     | Cb |                |     | Cb                 |     | Cb |               |     |   |
|  | D             | D   |    | D             | D   |    |                  |     |    |                |     |                    |     |    |               |     |   |
| Алюминиевый<br>литейный сплав              | ○             | ○   | ○  | ○             | ○   | ○  | ○                | Cb  | ○  | ○              | ○   | Cb                 |     | Cb | Cb            |     |   |
|  | D             | D   | Cb | Cb            | D   | Cb | Cb               |     | Cb |                |     |                    |     |    |               |     |   |
|  | Cb            | Cb  |    | D             | Cb  |    |                  |     |    |                |     |                    |     |    |               |     |   |
| Никелевые<br>сплавы                        | a             | a   | F  | a             | a   | F  |                  |     | A  | C              | A   | C                  |     | P  | A             |     | S |
|  | F             | F   |    | F             | F   |    |                  |     | C  | A              |     |                    |     | C  |               |     |   |
| Титан                                      | a             | a   |    | a             |     | F  |                  |     | A  | C              | A   | C                  |     | C  | A             |     | S |
|  | F             |     |    | F             |     |    |                  |     | C  | A              |     |                    |     |    |               |     |   |
| Медь                                       | ICE           | ICE | S  | ICE           | ICE | S  | ICE              | ICE | ○  | ○              |     | ICE                | ICE | S  | A             |     | S |
| Бронзовые/<br>латунные                     | ICE           | ICE | S  | ICE           | ICE | S  | ICE              | ICE | ○  |                |     | ICE                | ICE | S  | A             |     | S |
| Кобальт-<br>хромовые<br>сплавы             | a             | a   |    | a             | a   |    |                  |     |    |                |     |                    |     |    | A             |     | S |
|  | F             | F   |    | Y             | Y   |    |                  |     |    |                |     |                    |     |    |               |     |   |
|  |               |     |    | F             | F   |    |                  |     |    |                |     |                    |     |    |               |     |   |
| Благородные<br>металлы                     | a             | a   |    | a             | a   |    |                  |     |    |                |     |                    |     |    | A             | A   | S |
| Керамика,<br>предварительно<br>азотировано | D             | D   |    | D             | D   |    |                  |     |    |                |     |                    |     |    |               |     |   |
| Секлопластики<br>Пластики                  | D             | D   |    | D             | D   |    |                  |     |    |                |     |                    |     |    |               |     |   |
|  | Y             | Y   |    | Y             | Y   |    |                  |     |    |                |     |                    |     |    |               |     |   |

Последовательность слов по группам инструмента сверху вниз показывает наши рекомендации по применению. Оптимальную пригодность к соответствующим специфическим материалам в их применении можно определить только при исследованиях обработки.





## Сухая обработка и принцип минимального смазывания MMS

Важными технологическими направлениями, призванными снизить производственные расходы, являются сухая обработка и обработка MMS. Фирма Gühring интенсивно работала в данных направлениях и разрабатывала инструмент и приспособления для крепления инструмента, оптимально подходящие для этих видов обработки. При этом было особенно важно изучить термические процессы, протекающие на инструменте и на заготовке.

### Основные наблюдения

Так как при сухой обработке и обработке MMS возникающая теплота резания не может отводиться так же, как при обычной обработке с охлаждением СОЖ, важно, чтобы конструкция инструмента обеспечивала: оптимизированный инструмент таким образом, чтобы

- выделение во время процесса резания меньшего количества тепла (например, за счет применения острых режущих кромок с положительным передним углом при одновременно увеличенных режимах резания),
- уменьшение трения (например, вследствие уменьшения ширины направляющих ленточек и увеличения обратного конуса сверла),
- уменьшение теплообмена между стружкой и инструментом (например, вследствие применения термостойкого твердого покрытия и полированной поверхности инструмента для уменьшения трения между стружкой и стружечной канавкой),
- уменьшение теплообмена между стружкой и заготовкой (например, благодаря быстрому отводу стружки из отверстия или с поверхности заготовки).

### Влияние переднего угла на температуру в зоне резания

Для исследования данного параметра фирма Gühring изготовила три испытательных сверлильных инструмента диам. мм, для глубины сверления мм. Геометрия инструмента была идентичной, они отличались только углами подъема спирали и, соответственно, передними

углами. Испытательные инструменты имели передние углы 0° (т.е. прямая канавка) 15°, а также 30°. Диаметр внутренних каналов под охлаждение на всех инструментах был одинаковым.

С помощью термографической камеры была замерена и задокументирована выделяющаяся теплота при обработке отверстия в алюминиевом сплаве AlSi7 в режиме реального времени. Используемые для этого испытательные пластины имели толщину 14,0 мм и сверлились с торцевой стороны так, чтобы оставшаяся стенка между отверстием и термографически исследованной поверхностью

пластины составляла 2,0 мм. С помощью такого испытательного расположения представлялась возможность качественно сравнить теплоту в зависимости от применяемого испытательного инструмента.

При термографическом анализе вершины инструмента проявилась отчетливая связь между передним углом и возникающей температурой. Положительный передний угол привел к тому, что в зоне перелома стружки температура была значительно ниже, так как стружка на скрученном на 30° инструменте поворачивалась только на 60° (малый перелом), в то время, как поворот стружки на инструменте с прямыми канавками составляет 90° (большой перелом).

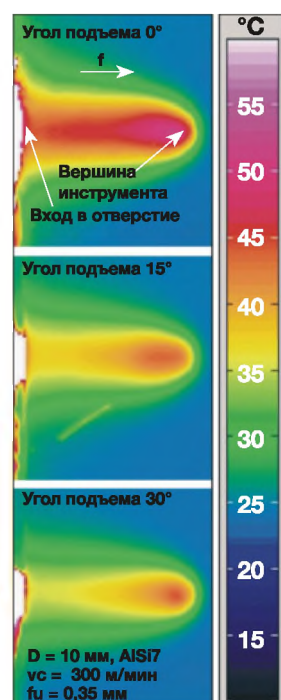
Возникающая в зоне перелома теплота непосредственно переходит в качестве теплоты резания в процесс. Более короткая стружка переносит - вследствие своего более короткого контакта на стружечной поверхности - меньшую теплоту трения на инструмент, что способствует более благоприятным температурным условиям.

Дополнительно высокоскоростная камера зарегистрировала прохождение стружки. На выбранных параметрах обработки  $v_c = 300,0$  м/мин и  $f = 0,35$  мм/об. наблюдались существенные различия относительно удаления стружки и теплоты при резании. Удаление стружки, т.е. непрерывная транспортировка стружки из отверстия, улучшалось с увеличением хода спирали инструмента.

Причина этого заключается главным образом в положительной геометрии и связанным с ней улучшенным переломом стружки, что и дает в результате укороченную стружку. Эта укороченная стружка вследствие своего лучшего соотношения поверхности - объема может легче выводиться из отверстия и меньше склонна к заклиниванию в стружечной канавке.

Спиральный инструмент со своей существенно улучшенной схемой удаления стружки и сравнительно более низкой температурой при обработке в значительной степени способствует повышению надежности производственного процесса при сухой обработке и обработке MMS.

Сверла с прямыми канавками могут использоваться для обработки алюминия и чугуна преимущественно там, где необходимы повышенные требования к качеству отверстия (улучшения круглость и меньшая длина отверстия). Это связано с тем, что инструмент с прямыми канавками имеет как правило четыре направляющих фаски. Температурный уровень сверлильного инструмента с прямыми канавками, кроме того, благодаря оптимизированной, геометрической структуре каналов под охлаждение может быть снижен таким образом, что этот термический недостаток по отношению к скрученному сверлильному инструменту может быть существенно компенсирован.





## Сухая обработка и принцип минимального смазывания MMS

### Влияние трения на температуру производственного процесса.

В следующем испытании отверстия помещались в чугун с шаровидным графитом GGG40, при этом это испытание было разделено на три этапа. Один идентичный для каждого испытания инструмент использовался для полости сухой обработки, обработки с потоком воздуха и обработки с MMS. В случае с применяемым



испытательным инструментом речь идет об оптимизированном для обработки с MMS сверлильном инструменте диам. 8,5 мм, глубина сверления составила 42,0 мм. Параметры

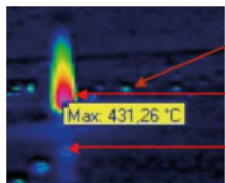
обработки:  $v_c = 130,0$  м/мин и  $f = 0,26$  мм/об.

Термографическая камера зарегистрировала на обратном выходе из отверстия температуру на вершине сверла. Для этого была рассмотрена последовательность обработки семи следующих друг з другом отверстий. С первого до пятого отверстия наблюдалось повышение температуры на вершине сверла, а после пятого отверстия максимальная температура на вершине сверла при выходе из отверстия больше не изменялась (квазистационарное состояние). По этой причине была определена температура инструмента соответственно после седьмого отверстия.

Эта температура последовательно ниже, чем значение во время резания на вершине сверла. Измерения с помощью термоэлементов под поверхностью стружки и почти сразу за главной режущей кромкой показали, что на точке измерения может быть температура до  $900^\circ\text{C}$ . Но проводимое в рамках данного испытания сравнение температур допускается, так как измерение производится постоянно в одно и то же время на вершине сверла.

Работающий полностью насухую сверлильный инструмент имел на своей вершине макс. температуру  $431^\circ\text{C}$ . Данная температура для современных режущих материалов и покрытий из твердых материалов не представляет

### СУХАЯ ОБРАБОТКА

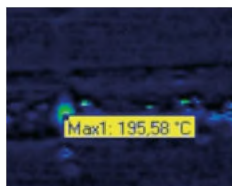


особо большой проблемы, обработка отверстий может производиться надежно полностью без СОЖ (насухую).

Но механизмы износа, диффузия и адгезия, на более высоком температурном

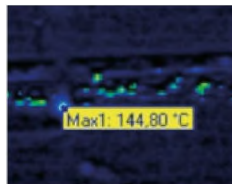
уровне работают быстрее, что ведет к уменьшению периода стойкости инструмента. Повышенная теплоотдача может привести, в дальнейшем, к термическому растяжению заготовки, которая, в свою очередь, при несоблюдении соответствующей стратегии обработки грозит нарушением размеров с узкими допусками. Кроме того, при обработке стали это может привести к повышению твердости рамочных зон стенки отверстия, что может осложнить следующие операции, н-р, изготовление резьбы или развертывание.

### воздух



Инструмент, испытанный во второй части испытательной серии с внутренним подводом воздуха, нагрелся на вершине сверла до  $196^\circ\text{C}$ , что позволяет сделать вывод о том, что воздушный поток отводит значительную часть возникающей теплоты. При этом, отвод стружки был значительно улучшен, что в сравнении с полностью сухой обработкой доказывает, что только спиральная канавка сверлильного инструмента не достаточна для оптимального отвода стружки.

### MMS



Для инструмента с MMS, т.е. смеси воздуха с масляными каплями, при прочих одинаковых испытательных условиях на вершине сверла была замерена температура всего  $145^\circ\text{C}$ . Так как незначительный объем масла 30 мл/час номинально

не может способствовать охлаждению процесса обработки, необходимо исходить из того, что примесь масляных капель в воздушном потоке обуславливают значительное снижение трения. Это также доказывает - в отличие от чистого охлаждения воздухом - увеличение скорости отвода стружки. Значительно меньшая по сравнению с чистым охлаждением воздуха температура стружки, кроме того, наглядно показывает, что масло попадает к точке измерения и улучшает прохождение стружки по стружечной поверхности благодаря лучшим фрикционным характеристикам.

### Сухая обработка (обработка без СОЖ)

Сухая обработка полностью отказывается от использования СОЖ. Отсюда экономия во многих областях. Так, например, может использоваться более экономичный инструмент без каналов СОЖ. Кроме того, в станках и инструментальной оснастке исключаются дорогие элементы для подвода СОЖ. И наконец, исключаются все затраты на СОЖ и ее утилизацию. К тому же, отпадает необходимость в очистке деталей и рабочей зоны станка от СОЖ.

Без СОЖ возникающее при обработке тепло должно быть по возможности минимальным и отводиться исключительно через стружку. В противном случае, происходит перегрев инструмента, а также заготовки, который может привести в итоге у инструмента к повышенному износу, а у заготовки к закаливанию обрабатываемой поверхности. Со стороны инструмента перегрев можно предотвратить нанесением



## Сухая обработка и принцип минимального смазывания MMS

соответствующего покрытия. Чрезмерного нагрева заготовки, в свою очередь, можно избежать только посредством хорошего отвода стружки, за что отвечает, в том числе, и геометрия инструмента. Короткая стружка и большие стружечные канавки с гладкой поверхностью - если необходимо, покрытие MolyGlide - это существующие для этого методы решения.

При сухой обработке возможно охлаждение воздухом. В этом случае применяется инструмент с каналами под охлаждение, через которые воздух поступает в отверстие. Воздух в этом случае не только охлаждает инструмент и заготовку, а при соответствующем давлении также выводит стружку из зоны резания.

Впрочем, сухая обработка и высокоскоростная обработка не исключают друг друга - как могло показаться вначале. Конструкция современных твердосплавных сверл и наличие покрытий позволяет производить т.н. обработку Dry HSC - сухую высокоскоростную обработку, которая сочетает в себе преимущества обеих тенденций в определенных случаях применения.

### Принцип минимального смазывания MMS

Среда MMS представляет собой смесь воздуха и СОЖ, которая содержит небольшой процент смазывающих компонентов.

Раньше технология смазки с минимальным количеством смазочных средств использовалась, как правило, по собственной инициативе пользователей для экономии средств. При этом, зачастую, брался инструмент для обработки с охлаждением и просто подгонялся под условия работы с MMS. Но при таком подходе очень быстро наступал предел производительности инструмента и стало ясно, что обычное замещение СОЖ не является целенаправленным действием.

Профессиональный подход при создании инструмента для MMS обеспечивает сегодня значительное увеличение производительности при одновременном сохранении надежности производственного процесса. Определяющие для производительности и надежности свойства сверлильного инструмента приводятся при этом в соответствие со специальными требованиями технологии MMS, начиная от лезвия, через стружечные канавки и до концевой части хвостовика. Сюда относится наряду с выбором твердого сплава, также и специальная геометрия инструмента, покрытие и структура концевой части хвостовика на сверлах с MMS.

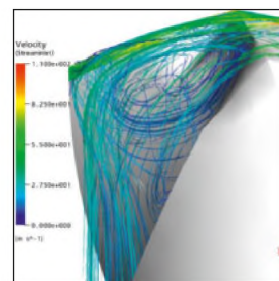
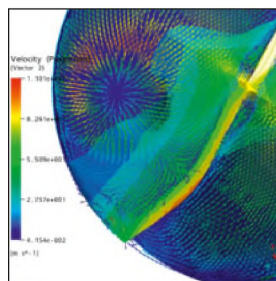
Для оптимизации сверл по технологии MMS на фирме Guhring все интенсивнее находит применение метод конечных элементов (FEM). FEM обеспечивает

замер и оптимизацию инструмента еще на стадии конструирования

Стружечная канавка в зоне непосредственно за лезвием имеет задачу так сформировать стружку, чтобы она ломалась как можно мельче. В задней зоне ее задачей является максимально быстрый отвод стружки. Эти задачи аналогичны для обработки с охлаждением, сухой обработки и MMS. Для MMS и сухой обработки кроме того, очень важно противопоставить стружке в задней зоне минимальное фрикционное сопротивление для обеспечения безостановочной транспортировки. Этому способствует оптимизированный профиль канавки, а также специально выравненная поверхность этой канавки.

### Стружечная канавка для MMS

С помощью уже упомянутого анализа FEM можно имитировать сопротивление потока по канавке со стружкой, если в данном случае известны оптимизированные формы канавок для различных классов материалов. На нижеследующем рисунке можно увидеть оптимизированную под прохождение потока форму канавки и пиковое построение, которое обеспечивает благодаря оптимизированному прохождению пиковой зоны и канавки посредством аэрозоли MMS оптимальный вывод стружки и также способствует тому, чтобы снизить температурную нагрузку на режущую кромку.



Дополнительно облегчает, и тем самым, увеличивает надежность обработки, наличие специализированного покрытия для принципа MMS. Фирма Guhring достигает этого благодаря нанесению двойного покрытия, которое состоит из твердого слоя с дополнительным мягким покрытием MolyGlide. Испытания показывают, что скорость отвода стружки инструментом с покрытием MMS значительно выше, чем у обычного инструмента.

### Подвод СОЖ при MMS

Так как при минимальном смазывании работа ведется с очень незначительным объемом масла, подвод этого небольшого объема смеси к режущей кромке имеет чрезвычайное значение. При этом, геометрической конструкции хвостовика инструмента и крепежных элементов отводится центральная роль.





## Сухая обработка и принцип минимального смазывания MMS

Для учета требований по производительности и надежности процесса обработки отверстий с системой минимального смазывания MMS, фирма Gühring детально изучила конструкцию торца хвостовика сверла и каналов подвода СОЖ. Исходя из незначительного объема смеси представляется очень важным конструкционная реализация четырех основных требований:

- Предотвращение образования мертвых зон, которые могут привести к возможному осаждению (скапливанию среды).
- Создание герметичной передаточной поверхности между концевой частью хвостовика и перегрузочным винтом с целью недопущения отклонения потока СОЖ в зажимную зону патрона или внутреннюю зону HSK (предотвращение приклеивания стружки, что может привести при последующей смене инструмента с торцовому биению).
- Простое обслуживание
- Экономичное изготовление

Технологии, использованные для конструкторского решения по концевой части хвостовика для MMS, основываются наряду с испытаниями на разбрызгивание также и на компьютерных имитационных программах. Особенно эффективной технологией зарекомендовало себя соединение CAD-CFD. CFD (Computational Fluid Dynamics / вычислительная гидродинамика) предназначена для определения полей прохождения потока. Окончательный выбор соответствующей концевой части хвостовика подтверждается коррозионным испытанием в тумане.



Посредством CAD-CFD и коррозионного испытания в тумане фирма Gühring провела исследование четырех типов хвостовиков и соответствующих регулировочных винтов на производительность:

1. Плоская концевая часть хвостовика без паза с плоским винтом (на рис. слева)
2. Плоская концевая часть хвостовика с серповидным пазом для соединения обоих каналов под охлаждение с плоским винтом (второй слева)
3. Конусный концевик с круглым пазом и конусным винтом (второй справа)
4. Ступенчатая концевая часть хвостовика (лабиринтное уплотнение) без соединительного паза с соответствующим винтом (вкл. приспособление для поворота для ориентации каналов под охлаждение, справа)

В интервальном коррозионном испытании в тумане изучались различные концевики хвостовиков на осаждение в зоне зажима хвостовика инструмента и внутри HSK. Во время испытания в течение одного часа с интервалами 5 сек. для разбрызгивания при частоте оборотов шпинделя 10.000 об/мин. и 2 сек. работы насухую при остановленном шпинделе для четырех исследованных концевиков был получен следующий результат:

для 1. и 2.: Сильное загрязнение масла с зоне зажима и внутренней зоне HSK

для 3. и 4.: нет загрязнения масла в зоне зажима и внутренней зоне HSK.

Конусная концевая часть хвостовика и хвостовик с лабиринтным уплотнением показали таким образом наилучшую герметичность.

Во втором испытании сравнивались различные типы хвостовиков на время срабатывания и истинности объема подачи передаваемой среды. Труба со шлицами была установлена наклонно в рабочую зону станка. В шлиц был вставлен инструмент. Во время перемещения по осям Z/Y включалась и выключалась подача MMS. Внутреннее пространство трубы было выложено промокательной бумагой, которая принимала поток СОЖ. После этого бумагу вынимали для исследования картины разбрызгивания.



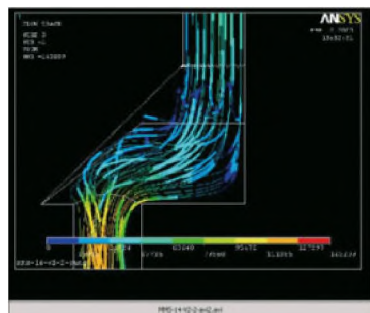
Разложенная на ровной поверхности промокательная бумага показывает картину разбрызгивания в параболическом виде. Посредством анализа картины разбрызгивания при начале испытания и его завершении, при одновременном рассмотрении сигнала позиционного регулятора осей станка, можно сделать вывод о времени срабатывания различных конструкций концевой части хвостовика.

Здесь обнаружилось существенные различия в работе различных конструкций концевика. При этом, на основании объема разбрызгиваемой среды, которая показана на более жирной картине разбрызгивания, можно сделать заключение о передаваемом в период разбрызгивания объеме среды. Используя новый измерительный прибор MQL-Check, фирма Gühring теперь имеет возможность анализировать характеристики объемной производительности аэрозоли MMS относительно количества и времени срабатывания. Этот прибор предоставляет пользователю надежные данные для согласования давления воздуха и содержания СОЖ в аэрозоли MMS с производственным процессом.



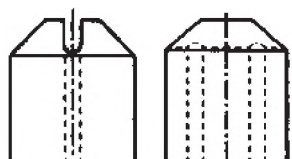
## Система минимального смазывания MMS фирмы Gühring

В обоих анализах (жирность и время срабатывания) конусная концевая часть хвостовика и концевик с лабиринтным уплотнением выглядели предпочтительнее вариантов с плоской концевой частью. Для других испытаний и оптимизаций в последующем использовалась только конусная концевая часть и концевая часть с лабиринтным уплотнением.

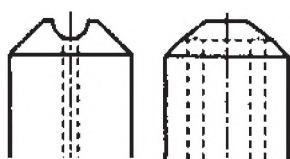


Посредством анализа CFD исследовалась форма и размер соединительного шлица на концевой части хвостовика. Изображение рядом показывает профиль прохождения потока внутри соединения

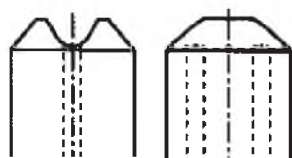
"концевая часть хвостовика - регулировочный винт" на конусном концевике. Исследовались различные формы шлицев:



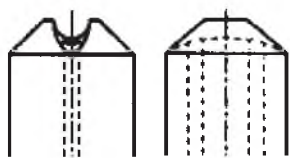
А: узкий паз с круглым основанием



В: широкий паз с круглым основанием



С: широкий паз с круглым выпуклым основанием



Д: широкий паз с выпуклым основанием

Для этих форм паза были также разработаны схемы разбрызгивания, которые имели тенденцию к решению В. Но различия были предельными, анализ CFD, напротив, показал ясную картину.

Так, как в случае с прохождением потока речь идет о векторном изображении, то схему прохождения потока можно оценивать по направлению потока. Для этого векторы скорости исследуются по прямому и обратному прохождению. Каждое вихревое образование имеет направление потока вперед и назад. В мертвых зонах это часто приводит к завихрениям. При этом для одно- и двухканальных систем может быть дана принципиально разная оценка.

В то время, как для одноканальных систем мертвые зоны ведут к тому, что среда низкую скорость прохождения потока в вихре прибавляет к стенке и, таким образом, расслаивается, мертвые зоны для двухканальных систем (теневые "шлирен"-системы) означают пространство, которое необходимо заполнять перед тем, как среда сможет двигаться дальше. На основании составленных схем прохождения потока концевая часть хвостовика В с конусной концевой частью и широким пазом с круглым основанием канавки в соединительном шлице в этом отношении показала себя как оптимальное решение.

Анализ обоих вышеописанных требований "Простое обслуживание" и "Экономичное изготовление" представил аналогичную картину. Нижеследующая таблица показывает анализ в этом отношении, при этом данные относятся соответственно к концевой части хвостовика и соответствующему винту. Определяющие для обеспечения надежности производства характеристики "Небольшие мертвые зоны" и "Герметичность" являются исключительными критериями для обеих версий с плоскими концевыми частями хвостовика. Таким образом, предпочтительной концевой частью хвостовика можно считать конусную концевую часть с широким пазом и круглым основанием канавки.

| Исполнение хвостовика                       | Обслуживание | Экономичное изготовление | Снижение числа мертвых зон | Герметичность |
|---|--------------|--------------------------|----------------------------|---------------|
| Плоский без шлица                           | ++           | ++                       | -                          | -             |
| Плоский с шлицем                            | ++           | +                        | -                          | -             |
| Торец с конической фаской и шлицем          | ++           | +                        | +                          | ++            |
| Ступенчатый торец с лабиринтным уплотнением | -            | -                        | ++                         | ++            |

++ = очень хорошие свойства, + = хорошие свойства, - = плохие свойства





## Система минимального смазывания MMS фирмы Gühring

Другим, решающим критерием для надежной работы инструмента с принципом минимального смазывания MMS, является безупречная сборка системы. Решение фирмы Gühring предусматривает, в данном случае, новую разработку системы подачи MMS с одной переходной втулкой, с вклеенной тонкостенной нержавеющей трубкой и специальным установочным винтом.

Встроенная в обычные системы MMS трубка вследствие своей высокой гибкости и небольшой термической устойчивости лишь условно пригодна для надежного монтажа. Поэтому Gühring использует тонкостенную нержавеющую трубку, которая не имеет этих недостатков. Ее большой внутренний диаметр одновременно обеспечивает лучшие условия прохождения потока. Необходимая радиальная упругость встроенной в зажимном патроне переходной втулки обеспечивается тем, что она вклеивается не по всей длине, а в основании только на несколько миллиметров по осевой длине. В месте склейки отверстие увеличено. Кроме того, система Gühring MMS предусматривает доступность со стороны торца хвостовика, здесь установлен шестигранник, тем самым, задается осевая регулировка.

Все предложенные конструктивные параметры для надежной передачи с MMS и создания инструмента с MMS фирма Gühring разработала для своей общей программы по инструменту и, тем самым, гарантирует, что операции с MMS будут возможны с твердосплавным инструментом и будут обеспечивать надежность произв. процесса. Наша программа GM 300 также включает в себя державки, зажимные приспособления и оснастку, которые специально разработаны для требований по обработке с MMS. Кроме того, вся наша система MMS была дополнена вариантом 2-х канальной MMS в ручном и автоматическом исполнении, см. обзор систем MMS в главе „Модульные инструментальные системы“.





## Цилиндрические хвостовики для инструмента из быстрорежущей стали, DIN 1835-1 (фрагмент)

Форма А, гладкая

Размеры в мм

|  | $d_1$ | $l_1$     |  | $d_1$ | $l_1$     |  | $d_1$ | $l_1$     |
|--|-------|-----------|--|-------|-----------|--|-------|-----------|
|  | h8    | $+2$<br>0 |  | h8    | $+2$<br>0 |  | h8    | $+2$<br>0 |
|  | 3     | 28        |  | 12    | 45        |  | 50    | 80        |
|  | 4     | 28        |  | 16    | 48        |  | 63    | 90        |
|  | 5     | 28        |  | 20    | 50        |  |       |           |
|  | 6     | 36        |  | 25    | 56        |  |       |           |
|  | 8     | 36        |  | 32    | 60        |  |       |           |
|  | 10    | 40        |  | 40    | 70        |  |       |           |

Форма В, с лыской

Размеры в мм

|  | $d_1$ | $b_1$        | $e_1$   | $h_1$ | $l_1$     | $l_2$     | центров. отверстия<br>Форма R<br>DIN 332 часть 1 |
|--|-------|--------------|---------|-------|-----------|-----------|--|
|  | h6    | $+0,05$<br>0 | 0<br>-1 | h13   | $+2$<br>0 | $+1$<br>0 |  |
| <p>с одной лыской<br/><math>d_1 = 6 \dots 20</math> мм</p>       | 6     | 4,2          | 18      | 4,8   | 36        | -         | 1,6 x 2,5  |
|  | 8     | 5,5          | 18      | 6,6   | 36        | -         | 1,6 x 3,35                                       |
|  | 10    | 7            | 20      | 8,4   | 40        | -         | 1,6 x 3,35                                       |
|  | 12    | 8            | 22,5    | 10,4  | 45        | -         | 1,6 x 3,35                                       |
|  | 16    | 10           | 24      | 14,2  | 48        | -         | 2 x 4,25   |
|  | 20    | 11           | 25      | 18,2  | 50        | -         | 2,5 x 5,3  |
| <p>с двумя лысками<br/>для <math>d_1 = 25 \dots 63</math> мм</p> | 25    | 12           | 32      | 23    | 56        | 17        | 2,5 x 5,3  |
|  | 32    | 14           | 36      | 30    | 60        | 19        | 3,15 x 6,7                                       |
|  | 40    | 14           | 40      | 38    | 70        | 19        | 3,15 x 6,7                                       |
|  | 50    | 18           | 45      | 47,8  | 80        | 23        | 3,15 x 6,7                                       |
|  | 63    | 18           | 50      | 60,8  | 90        | 23        | 3,15 x 6,7                                       |

Форма D, с резьбовым хвостовиком

Размеры в мм

|   | $d_1$ | $d_3$ | Предельн.<br>отклонения | $d_2$  | Предельн.<br>отклонения | $l_1$     | $l_3$     | центров. отверстия<br>Форма R<br>DIN 332 часть 1 |
|---|-------|-------|-------------------------|--------|-------------------------|-----------|-----------|--|
|   | h8    |       |                         |        |                         | $+2$<br>0 | $+2$<br>0 |  |
| <p>Вид Z<br/>(изображено в разрезе)<br/>Профиль резьбы<br/>по DIN ISO 228 часть 1</p> | 6     | 5,9   | 0<br>-0,1               | 5,087  | 0<br>-0,1               | 36        | 10        | 1,6 x 2,5  |
|   | 10    | 9,9   | 0<br>-0,1               | 9,087  | 0<br>-0,1               | 40        | 10        | 1,6 x 3,35                                       |
|   | 12    | 11,9  | 0<br>-0,1               | 11,087 | 0<br>-0,1               | 45        | 10        | 1,6 x 3,35                                       |
|   | 16    | 15,9  | 0<br>-0,1               | 15,087 | 0<br>-0,1               | 48        | 10        | 2 x 4,25   |
|   | 20    | 19,9  | 0<br>-0,15              | 19,087 | 0<br>-0,15              | 50        | 15        | 2,5 x 5,3  |
|   | 25    | 24,9  | 0<br>-0,15              | 24,087 | 0<br>-0,15              | 56        | 15        | 2,5 x 5,3  |
|   | 32    | 31,9  | 0<br>-0,15              | 31,087 | 0<br>-0,15              | 60        | 15        | 3,15 x 6,7                                       |
|   |       |       |                         |        |                         |           |           |  |



## Цилиндрические хвостовики для сверл и концевых фрез из твердого сплава DIN6535

Форма HA, гладкая

Размеры в мм

|  | d1<br>h6 | l1<br>+2<br>0 |  | d1<br>h6 | l1<br>+2<br>0 |
|--|----------|---------------|--|----------|---------------|
|  |          |               |  |          |               |
|  | 2        | 28            |  | 14       | 45            |
|  | 3        | 28            |  | 16       | 48            |
|  | 4        | 28            |  | 18       | 48            |
|  | 5        | 28            |  | 20       | 50            |
|  | 6        | 36            |  | 25       | 56            |
|  | 8        | 36            |  | 32       | 60            |
|  | 10       | 40            |  |          |               |
|  | 12       | 45            |  |          |               |
|  |          |               |  |          |               |
|  |          |               |  |          |               |

Форма HB, с лыской

Размеры в мм

|                             | d1<br>h6 | b1<br>+0,05<br>0 | e1<br>0<br>-1 | h1<br>h11 | l1<br>+2<br>0 | l2<br>+1<br>0 |
|-----------------------------|----------|------------------|---------------|-----------|---------------|---------------|
|                             |          |                  |               |           |               |               |
| с одной лыской<br>d = и мм  | 6        | 4,2              | 18            | 5,1       | 36            | —             |
|                             | 8        | 5,5              | 18            | 6,9       | 36            | —             |
|                             | 10       | 7                | 20            | 8,5       | 40            | —             |
|                             | 12       | 8                | 22,5          | 10,4      | 45            | —             |
|                             | 14       | 8                | 22,5          | 12,7      | 45            | —             |
|                             | 16       | 10               | 24            | 14,2      | 48            | —             |
|                             | 18       | 10               | 24            | 16,2      | 48            | —             |
|                             | 20       | 11               | 25            | 18,2      | 50            | —             |
| с двумя лысками<br>d = и мм | 25       | 12               | 32            | 23        | 56            | 17            |
|                             | 32       | 14               | 36            | 30        | 60            | 19            |

Форма HE, с наклонной лыской, без каналов под СОЖ\*

Размеры в мм

\* Исполнение: цилиндрические хвостовики согласно DIN6535 выполняются без или с каналами под СОЖ. Исполнения для различного инструмента, а также габаритные размеры и обозначения по положению каналов под СОЖ содержатся в соответствующих стандартах.

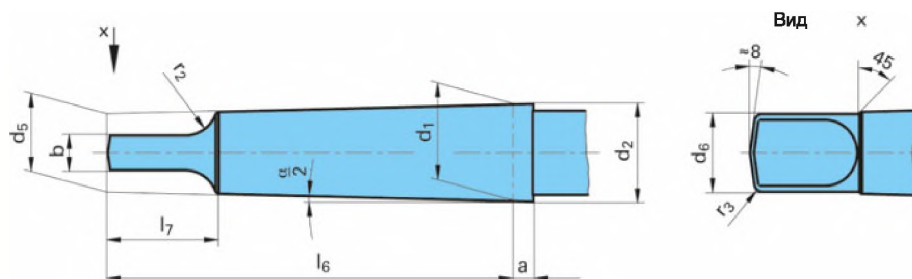
|                        | d1<br>h6 | (b2)<br>≈ | (b3) | h2<br>h11 | (h3) | l1<br>+2<br>0 | l4<br>0<br>-1 | l5<br>Номин.<br>размер | r2<br>мин. |
|------------------------|----------|-----------|------|-----------|------|---------------|---------------|------------------------|------------|
|                        |          |           |      |           |      |               |               |                        |            |
| для d1 = от 6 до 20 мм | 6        | 4,3       | —    | 5,1       | —    | 36            | 25            | 18                     | 1,2        |
|                        | 8        | 5,5       | —    | 6,9       | —    | 36            | 25            | 18                     | 1,2        |
|                        | 10       | 7,1       | —    | 8,5       | —    | 40            | 28            | 20                     | 1,2        |
|                        | 12       | 8,2       | —    | 10,4      | —    | 45            | 33            | 22,5                   | 1,2        |
|                        | 14       | 8,1       | —    | 12,7      | —    | 45            | 33            | 22,5                   | 1,2        |
|                        | 16       | 10,1      | —    | 14,2      | —    | 48            | 36            | 24                     | 1,6        |
|                        | 18       | 10,8      | —    | 16,2      | —    | 48            | 36            | 24                     | 1,6        |
|                        | 20       | 11,4      | —    | 18,2      | —    | 50            | 38            | 25                     | 1,6        |
|                        |          |           |      |           |      |               |               |                        |            |
| для d1 = 25 и 32 мм    | 25       | 13,6      | 9,3  | 23,0      | 24,1 | 56            | 44            | 32                     | 1,6        |
|                        | 32       | 15,5      | 9,9  | 30,0      | 31,2 | 60            | 48            | 35                     | 1,6        |

Описание



## Конус Морзе DIN 228 часть 1 (фрагмент)

### Форма В, конус Морзе с лапкой

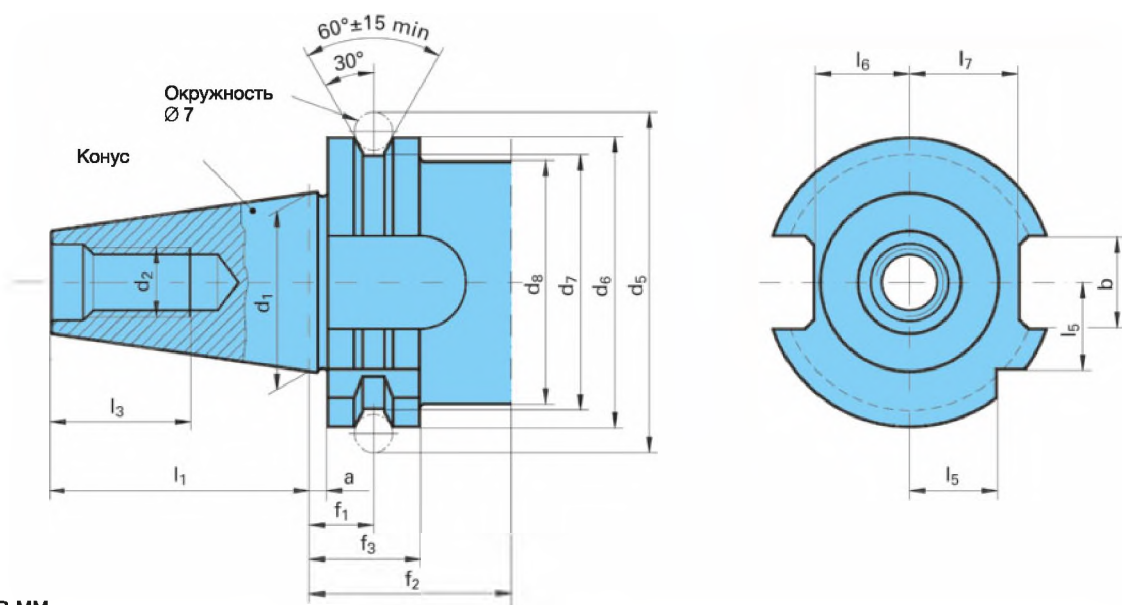


Размеры в мм

| Хвостовик<br>по DIN228<br>Форма В<br>Размер | Предельные<br>отклонения         | b    | d1     | d2<br>≈ | d5<br>≈ | d6<br>макс. | l6<br>0<br>-1 | l7<br>макс. | r2<br>макс. | r3<br>≈ | $\frac{\alpha}{2}$ |
|---|----------------------------------|------|--------|---------|---------|-------------|---------------|-------------|-------------|---------|--------------------|
| <b>МК 1</b>                                 | 3,5 <sup>+1,4</sup> <sub>0</sub> | 5,2  | 12,065 | 12,2    | 9,0     | 8,7         | 62            | 13,5        | 5           | 1,2     | 1°25'50"           |
| <b>МК 2</b>                                 | 5,0 <sup>+1,4</sup> <sub>0</sub> | 6,3  | 17,78  | 18,0    | 14,0    | 13,5        | 75            | 16          | 6           | 1,6     | 1°26'16"           |
| <b>МК 3</b>                                 | 5,0 <sup>+1,7</sup> <sub>0</sub> | 7,9  | 23,825 | 24,1    | 19,1    | 18,5        | 94            | 20          | 7           | 2       | 1°29'15"           |
| <b>МК 4</b>                                 | 6,5 <sup>+1,9</sup> <sub>0</sub> | 11,9 | 31,267 | 31,6    | 25,2    | 24,5        | 117,5         | 24          | 8           | 2,5     | 1°30'26"           |
| <b>МК 5</b>                                 | 6,5 <sup>+1,9</sup> <sub>0</sub> | 15,9 | 44,399 | 44,7    | 36,5    | 35,7        | 149,5         | 29          | 10          | 3       | 1°30'26"           |

## Хвостовики с конусом 7:24 для автоматической смены инструмента, DIN 69871(фрагмент)

**Форма А, с трапецевидной канавкой, без сквозного отверстия**



Размеры в мм

| №<br>конуса | a    | b    | d1    | d2  | d5     | d6        | d7        | d8    | f1   | f2   | f         | l1        | l3   | l5        | l6        | l7        |
|-------------|------|------|-------|-----|--------|-----------|-----------|-------|------|------|-----------|-----------|------|-----------|-----------|-----------|
|             | ±0,1 | H12  |       |     | ±0,05  | 0<br>-0,1 | 0<br>-0,5 | макс. | ±0,1 | мин. | 0<br>-0,1 | 0<br>-0,3 | мин. | 0<br>-0,3 | 0<br>-0,4 | 0<br>-0,4 |
| 30          | 3,2  | 16,1 | 31,75 | M12 | 59,3   | 50,00     | 44,30     | 45    | 11,1 | 35   | 19,1      | 47,8      | 24   | 15        | 16,4      | 19        |
| 40          | 3,2  | 16,1 | 44,45 | M16 | 72,3   | 63,55     | 63,55     | 50    | 11,1 | 35   | 19,1      | 68,4      | 32   | 18,5      | 22,8      | 25        |
| 45          | 3,2  | 19,3 | 57,15 | M20 | 91,35  | 82,55     | 82,55     | 63    | 11,1 | 35   | 19,1      | 82,7      | 40   | 24        | 29,1      | 31,3      |
| 50          | 3,2  | 25,7 | 69,85 | M24 | 107,25 | 97,50     | 97,50     | 80    | 11,1 | 35   | 19,1      | 101,75    | 47   | 30        | 35,5      | 37,7      |

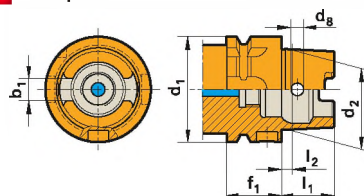




# Обзор хвостовиков HSK ISO 12164 - 1/ DIN 69893

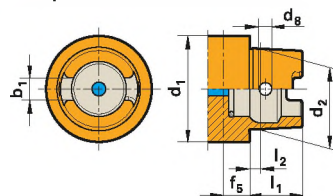
## Форма А DIN69893 часть 1

Размеры HSK 32 ... 160



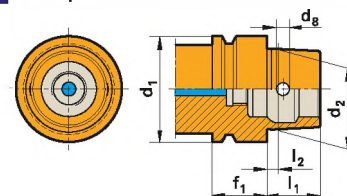
## Форма С DIN69893 часть 1

Размеры HSK 32 ... 160



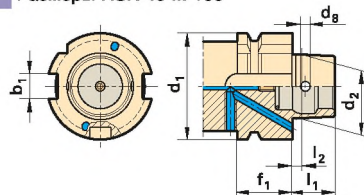
## Форма Е DIN69893 часть 5

Размеры HSK 25 ... 63



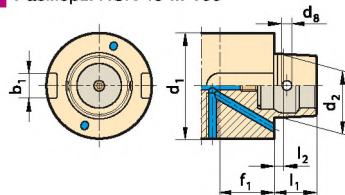
## Форма В DIN6983 часть 2

Размеры HSK 40 ... 160



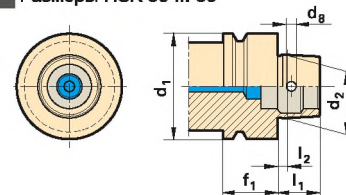
## (Форма D DIN69893 часть 2)

Размеры HSK 40 ... 160



## Форма F DIN69893 часть 6

Размеры HSK 50 ... 80



Полый конус хвостовика для авт. смены инструмента с зажимным пазом и позиц. пазом. Возможна ручная смена инструмента благодаря отверстию доступа в конусе, у формы В из-за отсутствия пазов на конце конуса необходимо осуществлять соответствующую установку внутреннего контура (захватывающая торцев. шпонка). Момент вращения передается силовым и геометрическим замыканием.

Полый конус хвостовика для ручн. смены инструмента. Смена инструмента благодаря отверстию доступа в конусе, у формы D необходимо осуществлять соответств. установку внутр. контура (захватывающая торцев. шпонка) из-за отсутствия пазов на конце конуса. Момент вращения передается силовым и геометрич. замыканием.

Полый конус хвостовика для авт. смены инструмента. Момент вращения передается силовым замыканием. Исполнение отверстия доступа согласно DIN69893 - 1 по согласованию.

| Форма HSK A C E      |  |         |    |      |    |      |      |       |
|----------------------|--|---------|----|------|----|------|------|-------|
| Номинальное значение |  | d2      | l1 | l2   | f1 | f5   | d8   | b1    |
| d1                   |  | mm      | mm | mm   | mm | mm   | mm   | mm    |
| 25                   |  | 19,000  | 13 | 2,5  | 10 | -    | -    | -     |
| 32                   |  | 24,007  | 16 | 3,2  | 20 | 10,0 | 4,0  | 7,05  |
| 40                   |  | 30,007  | 20 | 4,0  | 20 | 10,0 | 4,6  | 8,05  |
| 50                   |  | 38,009  | 25 | 5,0  | 26 | 12,5 | 6,0  | 10,54 |
| 63                   |  | 48,010  | 32 | 6,3  | 26 | 12,5 | 7,5  | 12,54 |
| 80                   |  | 60,012  | 40 | 8,0  | 26 | 16,0 | 8,5  | 16,04 |
| 100                  |  | 75,013  | 50 | 10,0 | 29 | 16,0 | 12,0 | 20,02 |
| 125                  |  | 95,016  | 63 | 12,5 | 29 | -    | -    | 25,02 |
| 160                  |  | 120,016 | 90 | 16,0 | 31 | -    | -    | 30,02 |

| Форма HSK <div>B</div> <div>D</div> <div>F</div> |  |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|--|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Номинальное значение<br>d <sub>1</sub><br>mm     |  | d <sub>2</sub><br>mm | l <sub>1</sub><br>mm | l <sub>2</sub><br>mm | f <sub>1</sub><br>mm | d <sub>8</sub><br>mm | b <sub>1</sub><br>mm |
| 25   |  | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    |
| 32   |  | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    |
| 40   | <div>B</div> <div>D</div> <div>F</div> | 24,007               | 16                   | 3,2                  | 20                   | 4,0                  | 10                   |
| 50   |  | 30,007               | 20                   | 4,0                  | 26                   | 4,6                  | 12                   |
| 63   |  | 38,009               | 25                   | 5,0                  | 26                   | 6,0                  | 16                   |
| 80   |  | 48,010               | 32                   | 6,3                  | 26                   | 7,5                  | 18                   |
| 100  |  | 60,012               | 40                   | 8,0                  | 29                   | 8,5                  | 20                   |
| 125  |  | 75,013               | 50                   | 10,0                 | 29                   | 12,0                 | 25                   |
| 160  |  | 95,016               | 63                   | 12,5                 | 31                   | 12,0                 | 32                   |

Частота вращения, наряду с длиной вылета инструмента из шпинделя, играет решающую роль при возникновении дисбаланса сил, действующих на инструмент. Поэтому в рамках стандартизации приняты следующие максимальные значения скорости вращения для различных размеров хвостовиков HSK:

|             |                 |
|-------------|-----------------|
| HSK-A/C 32  | до 50000 об/мин |
| HSK-A/C 40  | до 42000 об/мин |
| HSK-A/C 50  | до 30000 об/мин |
| HSK-A/C 63  | до 25000 об/мин |
| HSK-A/C 80  | до 20000 об/мин |
| HSK-A/C 100 | до 16000 об/мин |





# Таблица перевода дюймов в миллиметры

## От 1/64 до 11 63/64

| размер (дюйм) | мм   | Доли дюйма (Десятичный) | размер (дюйм) | мм   | Доли дюйма (Десятичный) | размер (дюйм) | мм    | Доли дюйма (Десятичный) | размер (дюйм) | мм    | Доли дюйма (Десятичный) |
|---------------|------|-------------------------|---------------|------|-------------------------|---------------|-------|-------------------------|---------------|-------|-------------------------|
| -             | 0,10 | 0,0039                  | 51            | 1,70 | 0,0670                  | 4             | 5,31  | 0,2090                  | -             | 14,00 | 0,5512                  |
| 97            | 0,15 | 0,0059                  |               | 1,75 | 0,0689                  | 3             | 5,41  | 0,2130                  | 9/16          | 14,29 | 0,5625                  |
| 96            | 0,16 | 0,0063                  | 50            | 1,78 | 0,0700                  |               | 5,50  | 0,2165                  |               | 14,50 | 0,5709                  |
| 95            | 0,17 | 0,0067                  |               | 1,80 | 0,0709                  | 7/32          | 5,56  | 0,2188                  | 37/64         | 14,68 | 0,5781                  |
| 94            | 0,18 | 0,0071                  | 49            | 1,85 | 0,0730                  | 2             | 5,61  | 0,2210                  | -             | 15,00 | 0,5906                  |
| 93            | 0,19 | 0,0075                  |               | 1,90 | 0,0748                  | 1             | 5,79  | 0,2280                  | 19/32         | 15,08 | 0,5938                  |
| 92            | 0,20 | 0,0079                  | 48            | 1,93 | 0,0760                  | A             | 5,84  | 0,2340                  | 39/64         | 15,48 | 0,6094                  |
| 91            | 0,21 | 0,0083                  |               | 1,95 | 0,0768                  | 15/64         | 5,95  | 0,2344                  |               | 15,50 | 0,6102                  |
| 90            | 0,22 | 0,0087                  | 5/64          | 1,98 | 0,0781                  | -             | 6,00  | 0,2362                  | 5/8           | 15,88 | 0,6250                  |
| 89            | 0,23 | 0,0091                  | 47            | 1,99 | 0,0785                  | B             | 6,05  | 0,2380                  | -             | 16,00 | 0,6299                  |
| 88            | 0,24 | 0,0095                  | -             | 2,00 | 0,0787                  | C             | 6,15  | 0,2420                  | 41/64         | 16,27 | 0,6406                  |
| -             | 0,25 | 0,0098                  |               | 2,05 | 0,0807                  | D             | 6,25  | 0,2460                  |               | 16,50 | 0,6496                  |
| 87            | 0,25 | 0,0100                  | 46            | 2,06 | 0,0810                  | 1/4           | 6,35  | 0,2500                  | 21/32         | 16,67 | 0,6562                  |
|               | 0,26 | 0,0102                  | 45            | 2,08 | 0,0820                  | E             | 6,35  | 0,2500                  | -             | 17,00 | 0,6693                  |
| 86            | 0,27 | 0,0105                  |               | 2,15 | 0,0846                  |               | 6,50  | 0,2559                  | 43/64         | 17,07 | 0,6719                  |
|               | 0,27 | 0,0106                  | 44            | 2,18 | 0,0860                  | F             | 6,53  | 0,2570                  | 11/16         | 17,46 | 0,6875                  |
| 85            | 0,28 | 0,0110                  | 43            | 2,26 | 0,0890                  | G             | 6,63  | 0,2610                  |               | 17,50 | 0,6890                  |
|               | 0,29 | 0,0114                  | 42            | 2,37 | 0,0935                  | 17/64         | 6,75  | 0,2656                  | 45/64         | 17,86 | 0,7031                  |
| 84            | 0,29 | 0,0115                  | 3/32          | 2,38 | 0,0938                  |               | 6,75  | 0,2657                  | -             | 18,00 | 0,7087                  |
| -             | 0,30 | 0,0118                  | 41            | 2,44 | 0,0960                  | H             | 6,76  | 0,2660                  | 23/32         | 18,26 | 0,7188                  |
| 83            | 0,30 | 0,0120                  | 40            | 2,50 | 0,0980                  | I             | 6,81  | 0,2720                  |               | 18,50 | 0,7283                  |
| 82            | 0,32 | 0,0125                  | 39            | 2,53 | 0,0995                  | -             | 7,00  | 0,2756                  | 47/64         | 18,65 | 0,7344                  |
|               | 0,32 | 0,0126                  | 38            | 2,58 | 0,1015                  | J             | 7,04  | 0,2772                  | -             | 19,00 | 0,7480                  |
| 81            | 0,33 | 0,0130                  | 37            | 2,64 | 0,1040                  | K             | 7,14  | 0,2810                  | 3/4           | 19,05 | 0,7500                  |
| 80            | 0,34 | 0,0135                  | 36            | 2,71 | 0,1065                  | 9/32          | 7,14  | 0,2812                  | 49/64         | 19,45 | 0,7656                  |
| 79            | 0,37 | 0,0145                  | 7/64          | 2,78 | 0,1094                  | L             | 7,37  | 0,2900                  |               | 19,50 | 0,7677                  |
| 1/64          | 0,40 | 0,0156                  | 35            | 2,79 | 0,1100                  | M             | 7,49  | 0,2949                  | 25/32         | 19,84 | 0,7812                  |
| 78            | 0,41 | 0,0160                  | 34            | 2,82 | 0,1110                  |               | 7,50  | 0,2953                  | -             | 20,00 | 0,7874                  |
| 77            | 0,46 | 0,0180                  | 33            | 2,87 | 0,1130                  | 19/64         | 7,54  | 0,2969                  | 51/64         | 20,24 | 0,7969                  |
| -             | 0,50 | 0,0197                  |               | 2,90 | 0,1142                  | N             | 7,67  | 0,3020                  |               | 20,50 | 0,8071                  |
| 76            | 0,51 | 0,0200                  | 32            | 2,95 | 0,1160                  |               | 7,75  | 0,3051                  | 13/16         | 20,64 | 0,8125                  |
| 75            | 0,53 | 0,0210                  | -             | 3,00 | 0,1181                  | 5/16          | 7,94  | 0,3125                  | -             | 21,00 | 0,8268                  |
| 74            | 0,57 | 0,0225                  | 31            | 3,05 | 0,1200                  | -             | 8,00  | 0,3150                  | 53/64         | 21,03 | 0,8281                  |
| -             | 0,60 | 0,0236                  | 1/8           | 3,18 | 0,1250                  | O             | 8,03  | 0,3160                  | 27/32         | 21,43 | 0,8438                  |
| 73            | 0,61 | 0,0240                  | 30            | 3,26 | 0,1285                  | P             | 8,20  | 0,3230                  |               | 21,50 | 0,8465                  |
| 72            | 0,64 | 0,0250                  |               | 3,30 | 0,1299                  | 21/64         | 8,33  | 0,3281                  | 55/64         | 21,84 | 0,8594                  |
| 71            | 0,66 | 0,0260                  | 29            | 3,45 | 0,1360                  | Q             | 8,43  | 0,3320                  | -             | 22,00 | 0,8661                  |
| -             | 0,70 | 0,0276                  |               | 3,50 | 0,1378                  |               | 8,50  | 0,3346                  | 7/8           | 22,23 | 0,8750                  |
| 70            | 0,71 | 0,0280                  | 28            | 3,57 | 0,1405                  | R             | 8,61  | 0,3390                  |               | 22,50 | 0,8858                  |
| 69            | 0,74 | 0,0292                  | 9/64          | 3,57 | 0,1406                  | 11/32         | 8,73  | 0,3438                  | 57/64         | 22,62 | 0,8906                  |
| -             | 0,75 | 0,0295                  | 27            | 3,66 | 0,1440                  |               | 8,75  | 0,3445                  | -             | 23,00 | 0,9055                  |
| 68            | 0,79 | 0,0310                  | 26            | 3,73 | 0,1470                  | S             | 8,84  | 0,3480                  | 29/32         | 23,02 | 0,9062                  |
| 1/32          | 0,79 | 0,0313                  |               | 3,75 | 0,1476                  | -             | 9,00  | 0,3543                  | 59/64         | 23,42 | 0,9219                  |
| -             | 0,80 | 0,0315                  | 25            | 3,80 | 0,1495                  | T             | 9,09  | 0,3580                  |               | 23,50 | 0,9252                  |
| 67            | 0,81 | 0,0320                  | 24            | 3,86 | 0,1520                  | 23/64         | 9,13  | 0,3594                  | 15/16         | 23,81 | 0,9375                  |
| 66            | 0,84 | 0,0330                  | 23            | 3,91 | 0,1540                  | U             | 9,35  | 0,3680                  | -             | 24,00 | 0,9449                  |
| 65            | 0,89 | 0,0350                  | 5/32          | 3,97 | 0,1562                  |               | 9,50  | 0,3740                  | 61/64         | 24,21 | 0,9531                  |
| -             | 0,90 | 0,0354                  | 22            | 3,99 | 0,1570                  | 3/8           | 9,53  | 0,3750                  |               | 24,50 | 0,9646                  |
| 64            | 0,91 | 0,0360                  | -             | 4,00 | 0,1575                  | V             | 9,56  | 0,3770                  | 31/32         | 24,61 | 0,9688                  |
| 63            | 0,94 | 0,0370                  | 21            | 4,04 | 0,1590                  | W             | 9,80  | 0,3860                  | -             | 25,00 | 0,9843                  |
| 62            | 0,97 | 0,0380                  | 20            | 4,09 | 0,1610                  | 25/64         | 9,92  | 0,3906                  | 63/64         | 25,00 | 0,9844                  |
| 61            | 0,99 | 0,0390                  |               | 4,20 | 0,1654                  | -             | 10,00 | 0,3937                  | 1             | 25,40 | 1,0000                  |
| -             | 1,00 | 0,0394                  | 19            | 4,22 | 0,1660                  | X             | 10,08 | 0,3970                  |               |       |                         |
| 60            | 1,02 | 0,0400                  | 18            | 4,31 | 0,1695                  | Y             | 10,26 | 0,4040                  |               |       |                         |
| 59            | 1,04 | 0,0410                  | 11/64         | 4,37 | 0,1719                  | 13/32         | 10,32 | 0,4062                  |               |       |                         |
| 58            | 1,07 | 0,0420                  | 17            | 4,39 | 0,1730                  | Z             | 10,49 | 0,4130                  |               |       |                         |
| 57            | 1,09 | 0,0430                  | 16            | 4,50 | 0,1770                  |               | 10,50 | 0,4134                  |               |       |                         |
| 56            | 1,18 | 0,0465                  | 15            | 4,57 | 0,1800                  | 27/64         | 10,72 | 0,4219                  |               |       |                         |
| 3/64          | 1,19 | 0,0469                  | 14            | 4,62 | 0,1820                  | -             | 11,00 | 0,4331                  |               |       |                         |
|               | 1,20 | 0,0472                  | 13            | 4,70 | 0,1850                  | 7/16          | 11,11 | 0,4375                  |               |       |                         |
|               | 1,25 | 0,0492                  | 3/16          | 4,76 | 0,1875                  |               | 11,50 | 0,4528                  |               |       |                         |
|               | 1,30 | 0,0512                  | 12            | 4,80 | 0,1890                  | 29/64         | 11,51 | 0,4531                  |               |       |                         |
| 55            | 1,32 | 0,0520                  | 11            | 4,85 | 0,1910                  | 15/32         | 11,91 | 0,4688                  |               |       |                         |
| 54            | 1,40 | 0,0550                  | 10            | 4,91 | 0,1935                  | -             | 12,00 | 0,4724                  |               |       |                         |
|               | 1,45 | 0,0571                  | 9             | 4,98 | 0,1960                  | 31/64         | 12,30 | 0,4844                  |               |       |                         |
|               | 1,50 | 0,0591                  | -             | 5,00 | 0,1968                  |               | 12,50 | 0,4921                  |               |       |                         |
| 53            | 1,51 | 0,0595                  | 8             | 5,05 | 0,1990                  | 1/2           | 12,70 | 0,5000                  |               |       |                         |
|               | 1,55 | 0,0610                  | 7             | 5,11 | 0,2010                  | -             | 13,00 | 0,5118                  |               |       |                         |
| 1/16          | 1,59 | 0,0625                  | 13/64         | 5,16 | 0,2031                  | 33/64         | 13,10 | 0,5156                  |               |       |                         |
|               | 1,60 | 0,0630                  | 6             | 5,18 | 0,2040                  | 17/32         | 13,49 | 0,5312                  |               |       |                         |
| 52            | 1,61 | 0,0635                  | 5             | 5,22 | 0,2055                  |               | 13,50 | 0,5315                  |               |       |                         |
|               | 1,65 | 0,0650                  |               | 5,25 | 0,2067                  | 35/64         | 13,89 | 0,5469                  |               |       |                         |

1 дюйм = 25,4 мм, см. DIN 4890 (издание 2/75)



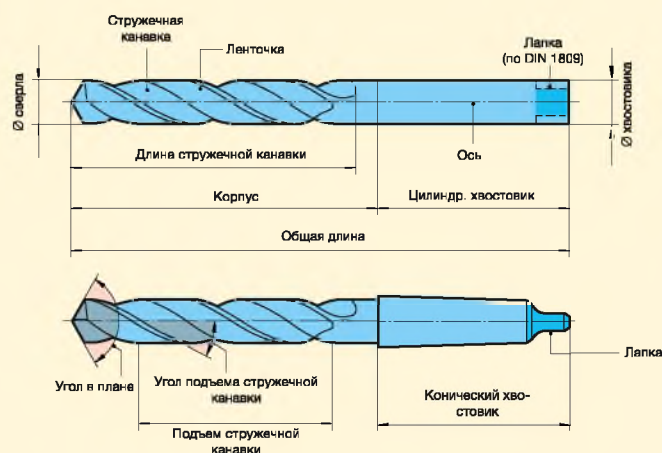
## Новые обозначения материалов (выборочные марки)

| Мат. № | Обозначение старое | Обозначение новое | Мат. № | Обозначение старое | Обозначение новое | Мат. № | Обозначение старое | Обозначение новое | Мат. № | Обозначение старое | Обозначение новое |
|--------|--------------------|-------------------|--------|--------------------|-------------------|--------|--------------------|-------------------|--------|--------------------|-------------------|
| 0.6010 | GG10               | EN-GJL-100        | 1.0728 | 60 S 20            | —                 | 1.4436 | X5CrNiMo17-13-3    | X3CrNiMo17-13-3   | 1.7043 | —                  | 38Cr4             |
| 0.6020 | GG20               | EN-GJL-200        | 1.0736 | 9 SMn 36           | 11SMn37           | 1.4438 | X2CrNiMo18-16-4    | X2CrNiMo18-16-4   | 1.7147 | 20 MnCr 5          | 20MnCr5           |
| 0.6025 | GG25               | EN-GJL-250        | 1.0737 | 9 SMnPb 36         | 11SMnPb37         | 1.4460 | X4CrNiMo27-5-2     | X3CrNiMo27-5-2    | 1.7149 | 20 MnCrS 5         | 20MnCrS5          |
| 0.6035 | GG35               | EN-GJL-350        | 1.0756 | 35 SPb 20          | 35SPb20           | 1.4462 | X2CrNiMoN22-5-3    | X2CrNiMoN22-5-3   | 1.7176 | 55 Cr 3            | 55Cr3             |
| 0.7050 | GGG 50             | EN-GJS - 500-7    | 1.0757 | 45 SPb 20          | 46SPb20           | 1.4509 | X6CrTiNb 18        | X2CrTiNb18        | 1.7182 | 27 MnCrB 5 2       | 27MnCrB5-2        |
| 0.7070 | GGG70              | EN-GJS - 700-2    | 1.0760 | —                  | 38SMn26           | 1.4510 | X6CrTi 17          | X3CrTi17          | 1.7185 | 33 MnCrB 5 2       | 33MnCrB5-2        |
| 0.8035 | GTW35              | EN-GJMW -350-4    | 1.0761 | —                  | 38SMnPb26         | 1.4511 | X6CrNb 17          | X3CrNb17          | 1.7189 | 39 MnCrB 6 2       | 39MnCrB6-2        |
| 0.8155 | GTS55              | EN-GJMB -550-4    | 1.0762 | —                  | 44SMn28           | 1.4512 | X6CrTi 12          | X2CrTi12          | 1.7213 | 25 CrMoS 4         | 25CrMoS4          |
| 0.8170 | GTS70              | EN-GJMB -700-2    | 1.0763 | —                  | 44SMnPb28         | 1.4520 | X1CrTi 15          | X2CrTi17          | 1.7218 | 25 CrMo 4          | 25CrMo4           |
| 1.0022 | St 01Z             | —                 | 1.0873 | —                  | DC06 [Fe P06]     | 1.4521 | X2CrMoTi 18 2      | X2CrMoTi18-2      | 1.7219 | —                  | 26CrMo4-2         |
| 1.0035 | St 33              | S 185             | 1.1103 | ESIE 255           | S255NL1           | 1.4522 | X2CrMoNb 18 2      | X2CrMoNb18-2      | 1.7220 | 34 CrMo 4          | 34CrMo4           |
| 1.0039 | St 37-2            | S 235 JRH         | 1.1105 | ESIE 315           | S315NL1           | 1.4532 | X7CrNiMoAl 15 7    | X8CrNiMoAl15-7-2  | 1.7225 | 42 CrMo 4          | 42CrMo4           |
| 1.0044 | St 44-2            | S 275 JR          | 1.1121 | Ck 10              | C10E              | 1.4541 | X6CrNiTi18 10      | X6CrNiTi18-10     | 1.7226 | 34 CrMoS 4         | 34CrMoS4          |
| 1.0050 | St 50-2            | E295              | 1.1141 | Ck15               | C15E              | 1.4542 | X5CrNiCuNb 17 4    | X5CrNiCuNb16-4    | 1.7227 | 42 CrMoS 4         | 42CrMoS4          |
| 1.0060 | St 60-2            | E335              | 1.1151 | Ck 22              | C22E              | 1.4550 | X6CrNiNb 18 10     | X6CrNiNb18-10     | 1.7228 | 50 CrMo 4          | 50CrMo4           |
| 1.0070 | St 70-2            | E 360             | 1.1158 | Ck 25              | C25E              | 1.4558 | X2NiCrAlTi 32 20   | X2NiCrAlTi32-20   | 1.7264 | 20 CrMo 5          | 20CrMo5           |
| 1.0114 | St 37 - 3U         | S235 J0           | 1.1170 | 28 Mn 6            | 28Mn6             | 1.4567 | X3CrNiCu 18 9 X    | X3CrNiCu18-9-4    | 1.7321 | 20 MoCr 4          | 20MoCr4           |
| 1.0226 | St 02 Z            | DX 51 D           | 1.1178 | Ck 30              | C30E              | 1.4568 | X7CrNiAl 17 7      | X7CrNiAl17-7      | 1.7323 | 20 MoCrS 4         | 20MoCrS4          |
| 1.0242 | StE 280 -2Z        | S250GD            | 1.1181 | Ck 35              | C35E              | 1.4571 | —                  | X6CrNiMoTi17-12-2 | 1.7333 | 22 CrMoS 3 5       | 22CrMoS3-5        |
| 1.0244 | StE 280 -2Z        | S280GD            | 1.1186 | Ck 40              | C40E              | 1.4577 | X3CrNiMoTi 25 25   | X3CrNiMoTi25-25   | 1.7335 | 13 CrMo 4 4        | 13CrMo4-5         |
| 1.0250 | StE 320 -3Z        | S320GD            | 1.1191 | Ck 45              | C45E              | 1.4592 | X1CrMoTi 29 4      | X2CrMoTi29-4      | 1.7362 | 12 CrMo 19 5       | 12CrMo19-5        |
| 1.0301 | C 10               | —                 | 1.1203 | Ck 55              | C55E              | 1.4713 | X10CrAl 7          | X10CrAlSi7        | 1.7380 | 10 CrMo 9 10       | 10CrMo9-10        |
| 1.0302 | C 10 Pb            | —                 | 1.1206 | Ck 50              | C50E              | 1.4724 | X10CrAl 13         | X10CrAlSi13       | 1.7383 | —                  | 11CrMo9-10        |
| 1.0306 | St 06 Z            | DX 54 D           | 1.1221 | Ck 60              | C60E              | 1.4742 | X10CrAl 18         | X10CrAlSi18       | 1.7779 | —                  | 20CrMoV13-5-5     |
| 1.0312 | St 15              | DC05 [Fe P05]     | 1.1241 | Cm 50              | C50R              | 1.4762 | X10CrAl 24         | X10CrAlSi25       | 1.8159 | 50 CrV 4           | 51CrV4            |
| 1.0319 | RRSIE 210.7        | L210GA            | 1.1750 | C 75 W             | C75W              | 1.4821 | X20CrNiSi 25 4     | X20CrNiSi25-4     | 1.8504 | 34 CrAl 6          | 34CrAl6           |
| 1.0322 | —                  | DX 56 D           | 1.2067 | 102 Cr 6           | 102Cr6            | 1.4828 | X15CrNiSi 20 12    | X15CrNiSi20-12    | 1.8519 | 31 CrMoV 9         | 31CrMoV9          |
| 1.0330 | St 12 [St 2]       | DC01 [Fe P01]     | 1.2080 | —                  | X210Cr12          | 1.4833 | X7CrNi 23 14       | X7CrNi23-12       | 1.8550 | 34 CrAlNi 7        | 34CrAlNi7         |
| 1.0333 | USi 13             | —                 | 1.2083 | —                  | X42Cr13           | 1.4841 | X15CrNiSi 25 20    | X15CrNiSi25-21    | 1.8807 | 13 MnNiMoV 5 4     | 13MnNiMoV5-4      |
| 1.0338 | St 14 [St 4]       | DC04 [Fe P04]     | 1.2419 | —                  | 105WCr6           | 1.4845 | X12CrNi 25 21      | X12CrNi25-21      | 1.8812 | 18 MnMoV 5 2       | 18MnMoV5-2        |
| 1.0345 | H I                | P235GH            | 1.2767 | —                  | X45NiCrMo4        | 1.4864 | X12NiCrSi 36 16    | X12NiCrSi35-16    | 1.8815 | 18 MnMoV 6 3       | 18MnMoV6-3        |
| 1.0347 | RRSt 13 [RRSt 3]   | DC03 [Fe P03]     | 1.3243 | S6 5 2 5           | S 6 5 2-5         | 1.4878 | X12CrNiTi18 9      | X10CrNiTi18-10    | 1.8818 | —                  | P355M             |
| 1.0348 | UH I               | P195GH            | 1.3343 | S6 5 2             | S 6 5-2           | 1.4903 | —                  | X10CrMoVNB9-1     | 1.8824 | StE 420 TM         | P420M             |
| 1.0350 | St 03 Z            | DX 52 D           | 1.3344 | S6 5 3             | S 6 5-3           | 1.5026 | 55 Si 7            | 55Si7             | 1.8826 | StE 460 TM         | P460M             |
| 1.0355 | St 05 Z            | DX 53 D           | 1.4000 | X6Cr 13            | X6Cr13            | 1.5131 | 50 MnSi 4          | 50MnSi4           | 1.8828 | ESIE 420 TM        | P420ML2           |
| 1.0356 | TTSt 35 N          | P215NL            | 1.4002 | X6CrAl 13          | X6CrAl13          | 1.5415 | 15 Mo 3            | 16Mo3             | 1.8831 | ESIE 460 TM        | P460ML2           |
| 1.0358 | St 05 Z            | —                 | 1.4003 | X2Cr 11            | X2CrNi12          | 1.5530 | 21 MnB 5           | 20MnB5            | 1.8832 | TSIE 355 TM        | P355ML1           |
| 1.0401 | C 15               | —                 | 1.4005 | —                  | X12CrS13          | 1.5531 | 30 MnB 5           | 30MnB5            | 1.8835 | TSIE 420 TM        | P420ML1           |
| 1.0402 | C 22               | C22               | 1.4006 | X10Cr 13           | X12Cr13           | 1.5532 | 38 MnB 5           | 38MnB5            | 1.8837 | TSIE 460 TM        | P460ML1           |
| 1.0403 | C 15 Pb            | —                 | 1.4016 | X6Cr 17            | X6Cr17            | 1.5637 | 10 Ni 14           | 12Ni14            | 1.8879 | StE ...            | P690Q             |
| 1.0406 | C 25               | C25               | 1.4021 | X20Cr 13           | X20Cr13           | 1.5662 | —                  | X11CrMo5+I        | 1.8880 | WSIE ...           | P690QH            |
| 1.0419 | St 52.0            | L355              | 1.4028 | X30Cr 13           | X30Cr13           | 1.5680 | —                  | X12Ni5            | 1.8881 | TSIE ...           | P690QL1           |
| 1.0424 | St 45.8 (заменен)  | P265              | 1.4031 | X38Cr 13           | X38Cr13           | 1.5710 | 36 NiCr 6          | 36NiCr6           | 1.8882 | 10 MnTi 3          | 10MnTi3           |
| 1.0424 | St 42.8 (заменен)  | P265              | 1.4034 | X46Cr 13           | X46Cr13           | 1.5715 | —                  | 16NiCrS4          | 1.8888 | ESIE ...           | P690QL2           |
| 1.0425 | H2                 | P265GH            | 1.4037 | X65Cr13            | X65Cr13           | 1.5752 | 14 NiCr 14         | 15NiCr13          | 1.8900 | StE 380            | S380N             |
| 1.0429 | StE 290.7 TM       | L290MB            | 1.4057 | X20CrNi 17 2       | X17CrNi16-2       | 1.6210 | 15 MnNi 6 3        | 15MnNi6-3         | 1.8901 | StE 460            | S460N             |
| 1.0457 | StE 240.7          | L245NB            | 1.4104 | X12CrMoS 17        | X14CrMoS17        | 1.6211 | 16 MnNi 6 3        | 16MnNi6-3         | 1.8902 | StE 420            | S420N             |
| 1.0459 | RRSIE 240.7        | L245GA            | 1.4105 | X4CrMoS 18         | X6CrMoS17         | 1.6310 | 20 MnMoNi 5 5      | 20MnMoNi5-5       | 1.8903 | TSIE 460           | S460NL            |
| 1.0461 | StE 255            | S255N             | 1.4109 | X65CrMo 14         | X70CrMo15         | 1.6311 | 20 MnMoNi 4 5      | 20MnMoNi4-5       | 1.8905 | StE 460            | P460N             |
| 1.0473 | 19 Mn 6            | P355GH            | 1.4110 | X55CrMo 14         | X55CrMo14         | 1.6341 | 11 NiMoV 5 3       | 11NiMoV5-3        | 1.8907 | StE 500            | S500N             |
| 1.0481 | 17 Mn 4            | P295GH            | 1.4112 | X90CrMoV 18        | X90CrMoV18        | 1.6368 | 15 NiCuMoNb 5      | 15NiCuMoNb5       | 1.8910 | TSIE 380           | S380NL            |
| 1.0484 | StE 290.7          | L290NB            | 1.4113 | X6CrMo 17 1        | X6CrMo17-1        | 1.6511 | 36 CrNiMo 4        | 36CrNiMo4         | 1.8911 | ESIE 380           | S380NL1           |
| 1.0486 | StE 285            | P275N             | 1.4116 | X45CrMoV 15        | X50CrMoV15        | 1.6523 | 21 NiCrMo 2        | 21NiCrMo2-2       | 1.8912 | TSIE 420           | S420NL            |
| 1.0501 | C 35               | C35               | 1.4120 | X20CrMo 13         | X20CrMo13         | 1.6526 | 21 NiCrMoS 2       | 21NiCrMoS2-2      | 1.8913 | ESIE 420           | S420NL1           |
| 1.0503 | C 45               | C45               | 1.4122 | X35CrMo 17         | X39CrMo17-1       | 1.6580 | 30 CrNiMo 8        | 30CrNiMo8         | 1.8915 | TSIE 460           | P460NL1           |
| 1.0505 | StE 315            | P315N             | 1.4125 | X105CrMo 17        | X105CrMo17        | 1.6582 | 34 CrNiMo 6        | 34CrNiMo6         | 1.8917 | WSIE 500           | S500NL            |
| 1.0511 | C 40               | C40               | 1.4301 | X5CrNi 18 10       | X5CrNi18-10       | 1.6587 | 17 CrNiMo 6        | 18CrNiMo7-6       | 1.8918 | ESIE 460           | P460NL2           |
| 1.0528 | C 30               | C30               | 1.4303 | X5CrNi 18 12       | X4CrNi18-12       | 1.7003 | 38 Cr 2            | 38Cr2             | 1.8919 | ESIE 500           | S500NL1           |
| 1.0529 | StE 350 -3Z        | S350GD            | 1.4305 | X10CrNiS 18 9      | X8CrNiS18-9       | 1.7006 | 46 Cr 2            | 46Cr2             | 1.8930 | WSIE 380           | P380NH            |
| 1.0535 | C 55               | C55               | 1.4306 | X2CrNi 19 11       | X2CrNi19-11       | 1.7016 | 17 Cr 3            | 17Cr3             | 1.8932 | WSIE 420           | P420NH            |
| 1.0539 | StE 355N           | S355NH            | 1.4310 | X12CrNi 17 7       | X10CrNi18-8       | 1.7023 | 38 CrS 2           | 38CrS2            | 1.8935 | WSIE 460           | P460NH            |
| 1.0540 | C 50               | C50               | 1.4311 | X2CrNiN 18 10      | X2CrNiN18-10      | 1.7025 | 46 CrS 2           | 46CrS2            | 1.8937 | TSIE 500           | P500NH            |
| 1.0547 | St 52 -3U          | S355J0H           | 1.4313 | X4CrNi 13 4        | X3CrNiMo13-4      | 1.7030 | 28 Cr 4            | 28Cr4             | 1.8972 | StE 415.7          | L415NB            |
| 1.0582 | StE 360.7          | L360NB            | 1.4318 | X2CrNiN 18 7       | X2CrNiN18-7       | 1.7033 | 34 Cr 4            | 34Cr4             | 1.8973 | StE 415.7 TM       | L415MB            |
| 1.0601 | C 60               | C60               | 1.4335 | X1CrNi 25 21       | X1CrNi25-21       | 1.7034 | 37 Cr 4            | 37Cr4             | 1.8975 | StE 445.7 TM       | L450MB            |
| 1.0710 | 15 S 10            | —                 | 1.4361 | X1CrNiSi 18 15     | X1CrNiSi18-15-4   | 1.7035 | 41 Cr 4            | 41Cr4             | 1.8977 | StE 480.7 TM       | L485MB            |
| 1.0715 | 9 SMn 28           | 11SMn30           | 1.4362 | X2CrNiN 23 4       | X2CrNiN23-4       | 1.7036 | 28 CrS 4           | 28CrS4            | 1.8978 | StE 550.7 TM       | L555MB            |
| 1.0718 | 9 SMnPb 28         | 11SMnPb30         | 1.4401 | X5CrNiMo17-12-2    | X5CrNiMo17-12-2   | 1.7037 | 34 CrS 4           | 34CrS4            |        |                    |                   |
| 1.0721 | 10 S 20            | 10S20             | 1.4404 | X2CrNiMo17-13-2    | X2CrNiMo17-13-2   | 1.7038 | 37 CrS 4           | 37CrS4            |        |                    |                   |
| 1.0722 | 10 S Pb 20         | 10SPb20           | 1.4410 | X10CrNiMo 18 9     | X2CrNiMoN25-7-4   | 1.7039 | 41 CrS 4           | 41CrS4            |        |                    |                   |
| 1.0726 | 35 S 20            | 35S20             | 1.4418 | X4CrNiMo 16 5      | X4CrNiMo16-5-1    | 1.7131 | 16 MnCr 5          | 16MnCr5           |        |                    |                   |
| 1.0727 | 45 S 20            | 46S20             | 1.4435 | X2CrNiMo 18 14 3   | X2CrNiMo18-14-3   | 1.7139 | 16 MnCrS 5         | 16MnCrS5          |        |                    |                   |

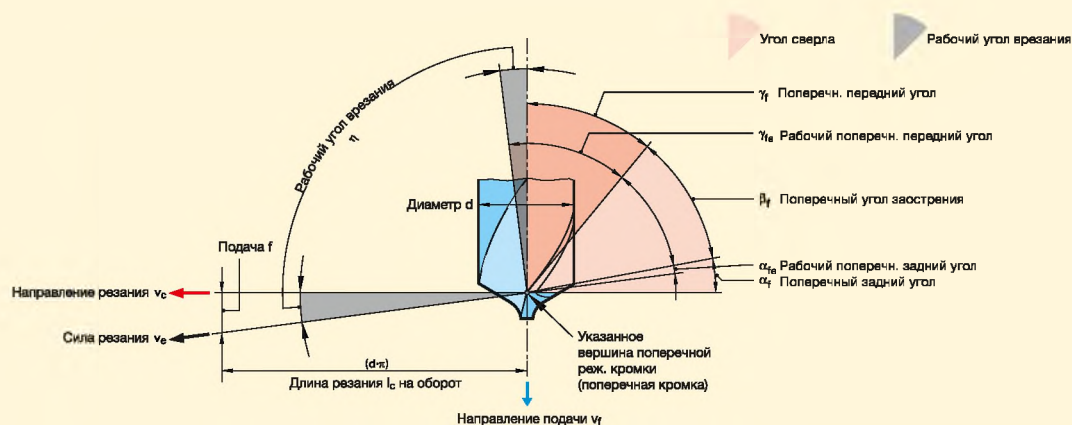
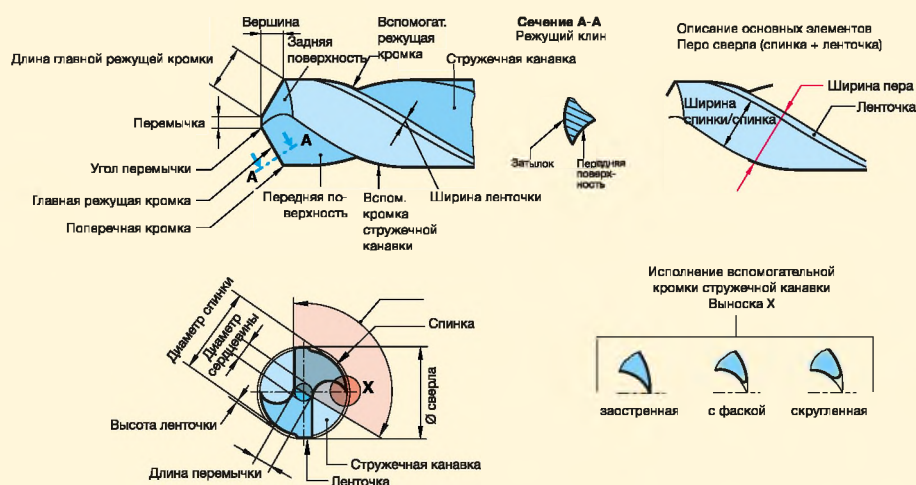


## Основные геометрические параметры сверл

### Спиральные сверла с цилиндрическим и коническим хвостовиком



### Геометрия режущей части

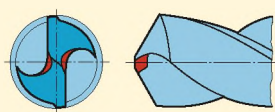




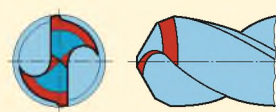


## Формы заточки и производственные допуски

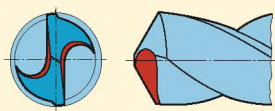
### Формы заточки по DIN 1412 (фрагмент; издание 03 / 01)



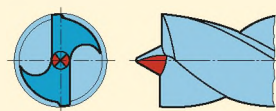
**Форма А**  
Подточка  
перемычки



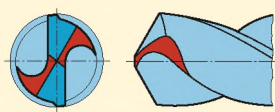
**Форма D**  
Подточка поперечной  
кромки  
для обработки серого  
чугуна



**Форма В**  
Подточка  
перемычки  
и подточка  
главной режущей кромки



**Форма Е**  
С зацентровочной вер-  
шиной



**Форма С**  
Затыловка

### Производственный допуск спиральных сверл согласно DIN286, часть 2

| Диаметр<br>(Номин. размер)<br>до вкл. мм | Размеры<br>мкм<br>h 8 h 7 |    |
|--|---------------------------|----|
| 0,38 ... 0,60                            | 10                        | 7  |
| 0,95                                     | 12                        | 8  |
| 3,00                                     | 14                        | 10 |
| 6,00                                     | 18                        | 12 |
| 10,00                                    | 22                        | 15 |
| 18,00                                    | 27                        | 18 |
| 30,00                                    | 33                        | 21 |
| 50,00                                    | 39                        | 25 |
| 80,00                                    | 46                        | 30 |
| 120,00                                   | 54                        | 35 |

\*Если Вам нужны допуски, отличные от ISO h8, просим сообщить нам об этом. Размеры дополнительной стоимости повышенной точности диаметров Вы найдете в таблице "дополнительная стоимость услуг" в конце главы "Сверла".

#### Ссылка на другие стандарты

DIN 228 лист инструментальный конус; конус Морзе и метрический конус, конич. хвостовики.

DIN 1414 - 1 Технические условия поставки для спиральных сверл из быстрорежущей стали.

DIN 6580 Термины технологии обработки резанием; движения и геометрия операции обработки резанием.

DIN 6581 Термины технологии обработки резанием; системы координат и углы на реж. части инструмента.

Стандарты выдаются с разрешения немецкого института стандартов. Нормативным является соотв. новейшее издание стандарта в формате A4, которое выпускается издательством Beuth GmbH, 10787 Берлин.



# Основные геометрические размеры

## Спиральные сверла с цилиндрическим хвостовиком

| Диаметр<br>до (вкл.)<br>мм | DIN 338     |                                | DIN 339     |                                | DIN 340     |                                | DIN 1897    |                                | DIN 1869<br>Сверхдлинные спиральные сверла |                                |             |                                |             |                                |
|----------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|--|--------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|
|                            |             |                                |             |                                |             |                                |             |                                | Ряд 1                                      |                                | Ряд 2       |                                | Ряд 3       |                                |
|                            | Общая длина | Длина<br>стружечной<br>канавки | Общая длина | Длина<br>стружечной<br>канавки | Общая длина | Длина<br>стружечной<br>канавки | Общая длина | Длина<br>стружечной<br>канавки | Общая длина                                | Длина<br>стружечной<br>канавки | Общая длина | Длина<br>стружечной<br>канавки | Общая длина | Длина<br>стружечной<br>канавки |
|                            | мм          | мм                             | мм          | мм                             | мм          | мм                             | мм          | мм                             | мм   | мм                             | мм          | мм                             | мм          | мм                             |
| ≤ 0,24                     | 19          | 2,5                            |             |                                |             |                                | 19          | 1,5                            |  |                                |             |                                |             |                                |
| 0,30                       | 19          | 3                              |             |                                |             |                                | 19          | 1,5                            |  |                                |             |                                |             |                                |
| 0,38                       | 19          | 4                              |             |                                |             |                                | 19          | 2                              |  |                                |             |                                |             |                                |
| 0,48                       | 20          | 5                              |             |                                | 30*         | 10*                            | 19          | 2,5                            |  |                                |             |                                |             |                                |
| 0,53                       | 22          | 6                              |             |                                | 32*         | 12*                            | 20          | 3                              |  |                                |             |                                |             |                                |
| 0,60                       | 24          | 7                              | 32*         | 15*                            | 35*         | 15*                            | 21          | 3,5                            |  |                                |             |                                |             |                                |
| 0,67                       | 26          | 8                              | 36*         | 18*                            | 38*         | 18*                            | 22          | 4                              |  |                                |             |                                |             |                                |
| 0,75                       | 28          | 9                              | 39*         | 20*                            | 42*         | 21*                            | 23          | 4,5                            |  |                                |             |                                |             |                                |
| 0,85                       | 30          | 10                             | 42*         | 22*                            | 46*         | 25*                            | 24          | 5                              |  |                                |             |                                |             |                                |
| 0,95                       | 32          | 11                             | 45*         | 24*                            | 51*         | 29*                            | 25          | 5,5                            |  |                                |             |                                |             |                                |
| 1,06                       | 34          | 12                             | 48          | 26                             | 56          | 33                             | 26          | 6                              |  |                                |             |                                |             |                                |
| 1,18                       | 36          | 14                             | 50          | 28                             | 60          | 37                             | 28          | 7                              |  |                                |             |                                |             |                                |
| 1,32                       | 38          | 16                             | 52          | 30                             | 65          | 41                             | 30          | 8                              |  |                                |             |                                |             |                                |
| 1,50                       | 40          | 18                             | 55          | 33                             | 70          | 45                             | 32          | 9                              |  |                                |             |                                |             |                                |
| 1,70                       | 43          | 20                             | 58          | 35                             | 76          | 50                             | 34          | 10                             | 115*                                       | 75*                            |             |                                |             |                                |
| 1,90                       | 46          | 22                             | 62          | 38                             | 80          | 53                             | 36          | 11                             | 120*                                       | 80*                            |             |                                |             |                                |
| 2,12                       | 49          | 24                             | 66          | 41                             | 85          | 56                             | 38          | 12                             | 125  | 85                             | 160*        | 110*                           | 205*        | 135*                           |
| 2,36                       | 53          | 27                             | 70          | 44                             | 90          | 59                             | 40          | 13                             | 135  | 90                             | 170*        | 115*                           | 215*        | 145*                           |
| 2,65                       | 57          | 30                             | 74          | 47                             | 95          | 62                             | 43          | 14                             | 140  | 95                             | 180*        | 120*                           | 225*        | 150*                           |
| 3,00                       | 61          | 33                             | 79          | 51                             | 100         | 66                             | 46          | 16                             | 150  | 100                            | 190         | 130                            | 240*        | 160*                           |
| 3,35                       | 65          | 36                             | 84          | 55                             | 106         | 69                             | 49          | 18                             | 155  | 105                            | 200         | 135                            | 250*        | 170*                           |
| 3,75                       | 70          | 39                             | 91          | 60                             | 112         | 73                             | 52          | 20                             | 165  | 115                            | 210         | 145                            | 265         | 180                            |
| 4,25                       | 75          | 43                             | 96          | 64                             | 119         | 78                             | 55          | 22                             | 175  | 120                            | 220         | 150                            | 280         | 190                            |
| 4,75                       | 80          | 47                             | 102         | 69                             | 126         | 82                             | 58          | 24                             | 185  | 125                            | 235         | 160                            | 295         | 200                            |
| 5,30                       | 86          | 52                             | 108         | 74                             | 132         | 87                             | 62          | 26                             | 195  | 135                            | 245         | 170                            | 315         | 210                            |
| 6,00                       | 93          | 57                             | 116         | 80                             | 139         | 91                             | 66          | 28                             | 205  | 140                            | 260         | 180                            | 330         | 225                            |
| 6,70                       | 101         | 63                             | 124         | 86                             | 148         | 97                             | 70          | 31                             | 215  | 150                            | 275         | 190                            | 350         | 235                            |
| 7,50                       | 109         | 69                             | 133         | 93                             | 156         | 102                            | 74          | 34                             | 225  | 155                            | 290         | 200                            | 370         | 250                            |
| 8,50                       | 117         | 75                             | 142         | 100                            | 165         | 109                            | 79          | 37                             | 240  | 165                            | 305         | 210                            | 390         | 265                            |
| 9,50                       | 125         | 81                             | 151         | 107                            | 175         | 115                            | 84          | 40                             | 250  | 175                            | 320         | 220                            | 410         | 280                            |
| 10,60                      | 133         | 87                             | 162         | 116                            | 184         | 121                            | 89          | 43                             | 265  | 185                            | 340         | 235                            | 430         | 295                            |
| 11,80                      | 142         | 94                             | 173         | 125                            | 195         | 128                            | 95          | 47                             | 280*                                       | 195*                           | 365*        | 250*                           | 455*        | 310*                           |
| 13,20                      | 151         | 101                            | 184         | 134                            | 205         | 134                            | 102         | 51                             | 295*                                       | 205*                           | 375*        | 260*                           | 480*        | 330*                           |
| 14,00                      | 160         | 108                            | 194         | 142                            | 214         | 140                            | 107         | 54                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 15,00                      | 169         | 114                            | 202         | 147                            | 220         | 144                            | 111         | 56                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 16,00                      | 178         | 120                            | 211         | 153                            | 227         | 149                            | 115         | 58                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 17,00                      | 184         | 125                            | 218         | 159                            | 235         | 154                            | 119         | 60                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 18,00                      | 191         | 130                            | 226         | 165                            | 241         | 158                            | 123         | 62                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 19,00                      | 198         | 135                            | 234         | 171                            | 247         | 162                            | 127         | 64                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 20,00                      | 205         | 140                            | 242         | 177                            | 254         | 166                            | 131         | 66                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 21,20                      |             |                                |             |                                | 261         | 171                            | 136         | 68                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 22,40                      |             |                                |             |                                | 268         | 176                            | 141         | 70                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 23,60                      |             |                                |             |                                | 275         | 180                            | 146         | 72                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 25,00                      |             |                                |             |                                | 282         | 185                            | 151         | 75                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 26,50                      |             |                                |             |                                | 290         | 190                            | 156         | 78                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 28,00                      |             |                                |             |                                | 298         | 195                            | 162         | 81                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 30,00                      |             |                                |             |                                | 307         | 201                            | 168         | 84                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 31,50                      |             |                                |             |                                | 316         | 207                            | 174         | 87                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 33,50                      |             |                                |             |                                |             |                                | 180         | 90                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 35,50                      |             |                                |             |                                |             |                                | 186         | 93                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 37,50                      |             |                                |             |                                |             |                                | 193         | 96                             |  |                                |             |                                |             |                                |
| 40,00                      |             |                                |             |                                |             |                                | 200         | 100                            |  |                                |             |                                |             |                                |
| 42,50                      |             |                                |             |                                |             |                                | 207         | 104                            |  |                                |             |                                |             |                                |
| 45,00                      |             |                                |             |                                |             |                                | 214         | 108                            |  |                                |             |                                |             |                                |
| 47,50                      |             |                                |             |                                |             |                                | 221         | 112                            |  |                                |             |                                |             |                                |
| 50,00                      |             |                                |             |                                |             |                                | 228         | 116                            |  |                                |             |                                |             |                                |

Сверла Guhring с заводским стандартом поставляются с длиной до 1000 мм. Art. 242, 243, 244.

\*Заводской стандарт





## Спиральные сверла с конусом Морзе

| Диаметр<br>до (вкл.)<br>мм | DIN 345     |                                |             | DIN 346     |                                |             | DIN 341     |                                |             | Сверла для<br>обработки<br>с кондукторной<br>штулкой с большим<br>конусом Морзе* |                                |             | Сверла GV/VA*<br>Для трудно-<br>обрабатываемых<br>материалов |                                |             | DIN 1870<br>Сверхдлинные спиральные сверла |                                |             |             |                                |             |
|----------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------|-------------|--|--------------------------------|-------------|--|--------------------------------|-------------|--|--------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------|-------------|
|                            | Ряд 1       |                                |             | Ряд 2       |                                |             | Ряд 1       |                                |             | Ряд 2  |                                |             | Ряд 1  |                                |             | Ряд 2                                      |                                |             | Ряд 1       |                                |             |
|                            | Общая длина | Длина<br>стружечной<br>канавки | Конус Морзе | Общая длина | Длина<br>стружечной<br>канавки | Конус Морзе | Общая длина | Длина<br>стружечной<br>канавки | Конус Морзе | Общая длина  | Длина<br>стружечной<br>канавки | Конус Морзе | Общая длина  | Длина<br>стружечной<br>канавки | Конус Морзе | Общая длина                                | Длина<br>стружечной<br>канавки | Конус Морзе | Общая длина | Длина<br>стружечной<br>канавки | Конус Морзе |
| мм                         | мм          | мм                             | мм          | мм          | мм                             | мм          | мм          | мм                             | мм          | мм   | мм                             | мм          | мм   | мм                             | мм          | мм   | мм                             | мм          | мм          | мм                             | мм          |
| 2,65                       | 111*        | 30*                            | 1*          |             |                                |             |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 3,00                       | 114         | 33                             | 1           |             |                                |             |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 3,35                       | 117         | 36                             | 1           |             |                                |             |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 3,75                       | 120         | 39                             | 1           |             |                                |             |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 4,25                       | 124         | 43                             | 1           |             |                                |             | 145*        | 64*                            | 1*          |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 4,75                       | 128         | 47                             | 1           |             |                                |             | 150*        | 69*                            | 1*          |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 5,30                       | 133         | 52                             | 1           |             |                                |             | 155         | 74                             | 1           |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 6,00                       | 138         | 57                             | 1           |             |                                |             | 161         | 80                             | 1           |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 6,70                       | 144         | 63                             | 1           |             |                                |             | 167         | 86                             | 1           |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 7,50                       | 150         | 69                             | 1           |             |                                |             | 174         | 93                             | 1           |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 8,50                       | 156         | 75                             | 1           |             |                                |             | 181         | 100                            | 1           |  |                                |             | 130  | 49                             | 1           | 265  | 165                            | 1           | 330         | 210                            | 1           |
| 9,50                       | 162         | 81                             | 1           |             |                                |             | 188         | 107                            | 1           |  |                                |             | 134  | 53                             | 1           | 275  | 175                            | 1           | 345         | 220                            | 1           |
| 10,60                      | 168         | 87                             | 1           | 185*        | 87*                            | 2*          | 197         | 116                            | 1           | 214  | 116                            | 2           | 138  | 57                             | 1           | 285  | 185                            | 1           | 360         | 235                            | 1           |
| 11,80                      | 175         | 94                             | 1           | 192*        | 94*                            | 2*          | 206         | 125                            | 1           | 223  | 125                            | 2           | 142  | 61                             | 1           | 300  | 195                            | 1           | 375         | 250                            | 1           |
| 13,20                      | 182         | 101                            | 1           | 199         | 101                            | 2           | 215         | 134                            | 1           | 232  | 134                            | 2           | 147  | 66                             | 1           | 310  | 205                            | 1           | 395         | 260                            | 1           |
| 14,00                      | 189         | 108                            | 1           | 206         | 108                            | 2           | 223         | 142                            | 1           | 240  | 142                            | 2           | 168  | 70                             | 2           | 325  | 220                            | 1           | 410         | 275                            | 1           |
| 15,00                      | 212         | 114                            | 2           | 235*        | 114*                           | 3*          | 245         | 147                            | 2           | 268  | 147                            | 3           | 172  | 74                             | 2           | 340  | 220                            | 2           | 425         | 275                            | 2           |
| 16,00                      | 218         | 120                            | 2           | 241*        | 120*                           | 3*          | 251         | 153                            | 2           | 274  | 153                            | 3           | 176  | 78                             | 2           | 355  | 230                            | 2           | 445         | 295                            | 2           |
| 17,00                      | 223         | 125                            | 2           | 246*        | 125*                           | 3*          | 257         | 159                            | 2           | 280  | 159                            | 3           | 179  | 81                             | 2           | 355  | 230                            | 2           | 445         | 295                            | 2           |
| 18,00                      | 228         | 130                            | 2           | 251*        | 130*                           | 3*          | 263         | 165                            | 2           | 286  | 165                            | 3           | 183  | 85                             | 2           | 370  | 245                            | 2           | 465         | 310                            | 2           |
| 19,00                      | 233         | 135                            | 2           | 256         | 135                            | 3           | 269         | 171                            | 2           | 292  | 171                            | 3           | 186  | 88                             | 2           | 370  | 245                            | 2           | 465         | 310                            | 2           |
| 20,00                      | 238         | 140                            | 2           | 261         | 140                            | 3           | 275         | 177                            | 2           | 298  | 177                            | 3           | 212  | 91                             | 3           | 385  | 260                            | 2           | 490         | 325                            | 2           |
| 21,20                      | 243         | 145                            | 2           | 266         | 145                            | 3           | 282         | 184                            | 2           | 305  | 184                            | 3           | 216  | 95                             | 3           | 385  | 260                            | 3           | 490         | 325                            | 3           |
| 22,40                      | 248         | 150                            | 2           | 271         | 150                            | 3           | 289         | 191                            | 2           | 312  | 191                            | 3           | 219  | 98                             | 3           | 405  | 270                            | 3           | 515         | 345                            | 3           |
| 23,02                      | 253         | 155                            | 2           | 276         | 155                            | 3           | 296         | 198                            | 2           | 319  | 198                            | 3           | 222  | 101                            | 3           | 405  | 270                            | 3           | 515         | 345                            | 3           |
| 23,60                      | 276         | 155                            | 3           | 304*        | 155*                           | 4*          | 319         | 198                            | 3           | 347  | 198                            | 4           | 222  | 101                            | 3           | 425  | 270                            | 3           | 535         | 345                            | 3           |
| 25,00                      | 281         | 160                            | 3           | 309*        | 160*                           | 4*          | 327         | 206                            | 3           | 355  | 206                            | 4           | 225  | 104                            | 3           | 440  | 290                            | 3           | 555         | 365                            | 3           |
| 26,50                      | 286         | 165                            | 3           | 314*        | 165*                           | 4*          | 335         | 214                            | 3           | 363  | 214                            | 4           | 256  | 107                            | 4           | 440  | 290                            | 3           | 555         | 365                            | 3           |
| 28,00                      | 291         | 170                            | 3           | 319         | 170                            | 4           | 343         | 222                            | 3           | 371  | 222                            | 4           | 259  | 110                            | 4           | 460  | 305                            | 3           | 580         | 385                            | 3           |
| 30,00                      | 296         | 175                            | 3           | 324         | 175                            | 4           | 351         | 230                            | 3           | 379  | 230                            | 4           | 263  | 114                            | 4           | 460  | 305                            | 3           | 580         | 385                            | 3           |
| 31,50                      | 301         | 180                            | 3           | 329         | 180                            | 4           | 360         | 239                            | 3           | 388  | 239                            | 4           | 266  | 117                            | 4           | 480  | 320                            | 3           | 610         | 410                            | 3           |
| 31,75                      | 306         | 185                            | 3           | 334         | 185                            | 4           | 369         | 248                            | 3           | 397  | 248                            | 4           | 269  | 120                            | 4           | 480  | 320                            | 3           | 610         | 410                            | 3           |
| 33,50                      | 334         | 185                            | 4           | 372*        | 185*                           | 5*          | 397         | 248                            | 4           | 435  | 248                            | 5           | 269  | 120                            | 4           | 505  | 320                            | 4           | 635         | 410                            | 4           |
| 35,50                      | 339         | 190                            | 4           | 377*        | 190*                           | 5*          | 406         | 257                            | 4           |  |                                |             | 272  | 123                            | 4           | 530  | 340                            | 4           | 665         | 430                            | 4           |
| 37,50                      | 344         | 195                            | 4           | 382*        | 195*                           | 5*          | 416         | 267                            | 4           |  |                                |             | 276  | 127                            | 4           | 530  | 340                            | 4           | 665         | 430                            | 4           |
| 40,00                      | 349         | 200                            | 4           | 387*        | 200*                           | 5*          | 426         | 277                            | 4           |  |                                |             | 317  | 130                            | 5           | 555  | 360                            | 4           | 695         | 460                            | 4           |
| 42,50                      | 354         | 205                            | 4           | 392         | 205                            | 5           | 436         | 287                            | 4           |  |                                |             | 320  | 133                            | 5           | 555  | 360                            | 4           | 695         | 460                            | 4           |
| 45,00                      | 359         | 210                            | 4           | 397         | 210                            | 5           | 447         | 298                            | 4           |  |                                |             | 323  | 136                            | 5           | 585  | 385                            | 4           | 735         | 490                            | 4           |
| 47,50                      | 364         | 215                            | 4           | 402         | 215                            | 5           | 459         | 310                            | 4           |  |                                |             |  |                                |             | 585  | 385                            | 4           | 735         | 490                            | 4           |
| 50,00                      | 369         | 220                            | 4           | 407         | 220                            | 5           | 470         | 321                            | 4           |  |                                |             |  |                                |             | 605  | 405                            | 4           | 765         | 510                            | 4           |
| 50,80                      | 374         | 225                            | 4           | 412         | 225                            | 5           | 475*        | 326*                           | 4*          |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 53,00                      | 412         | 225                            | 5           | 479*        | 225*                           | 6*          | 513*        | 326*                           | 5*          |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 56,00                      | 417         | 230                            | 5           | 484*        | 230*                           | 6*          | 518*        | 331*                           | 5*          |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 60,00                      | 422         | 235                            | 5           | 489*        | 235*                           | 6*          | 523*        | 336*                           | 5*          |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 63,00                      | 427         | 240                            | 5           | 494*        | 240*                           | 6*          |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 67,00                      | 432         | 245                            | 5           | 499         | 245                            | 6           |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 71,00                      | 437         | 250                            | 5           | 504         | 250                            | 6           |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 75,00                      | 442         | 255                            | 5           | 509         | 255                            | 6           |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 76,50                      | 447         | 260                            | 5           | 514         | 206                            | 6           |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 80,00                      | 514         | 260                            | 6           |             |                                |             |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 85,00                      | 519         | 265                            | 6           |             |                                |             |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 90,00                      | 524         | 270                            | 6           |             |                                |             |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 95,00                      | 529         | 275                            | 6           |             |                                |             |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 100,00                     | 534         | 280                            | 6           |             |                                |             |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |
| 106,00                     | 539*        | 285*                           | 6*          |             |                                |             |             |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |  |                                |             |             |                                |             |

Сверла Guhring с заводским стандартом поставляются с длиной до 1000 мм. Art. 293, 298, 563, 564, 565, 566.

\*Заводской стандарт

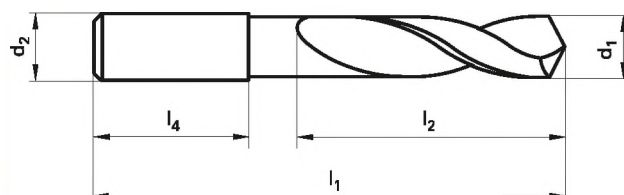
Сверла



## Твердосплавные спиральные сверла (сверла Ratio)

### Твердосплавные спиральные сверла (сверла Ratio) DIN 6537

Относится к цельным твердосплавным спиральным сверлам с 2 или 3 режущими кромками и цилиндрическим хвостовиком по DIN 6535

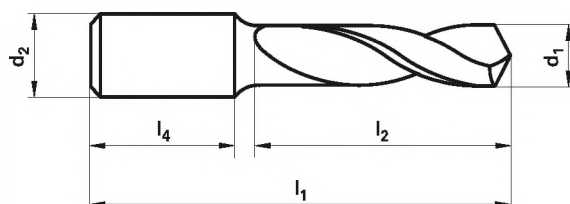


Размеры в мм

| Диапазон номин. Ø до d1m7 | Ø хвостовика d 2 h 6 | Сверла Ratio для 3 x D |                                   | Сверла Ratio для 5 x D |                                   | Длина хвостовика l4 |
|---------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------|
|                           |                      | Общая длина l1         | Длина стружечной канавки макс. l2 | Общая длина l1         | Длина стружечной канавки макс. l2 |                     |
| 2,9...3,75                | 6                    | 62                     | 20                                | 66                     | 28                                | 36                  |
| 4,75                      | 6                    | 66                     | 24                                | 74                     | 36                                | 36                  |
| 6,00                      | 6                    | 66                     | 28                                | 82                     | 44                                | 36                  |
| 7,00                      | 8                    | 79                     | 34                                | 91                     | 53                                | 36                  |
| 8,00                      | 8                    | 79                     | 41                                | 91                     | 53                                | 36                  |
| 10,00                     | 10                   | 89                     | 47                                | 103                    | 61                                | 40                  |
| 12,00                     | 12                   | 102                    | 55                                | 118                    | 71                                | 45                  |
| 14,00                     | 14                   | 107                    | 60                                | 124                    | 77                                | 45                  |
| 16,00                     | 16                   | 115                    | 65                                | 133                    | 83                                | 48                  |
| 18,00                     | 18                   | 123                    | 73                                | 143                    | 93                                | 48                  |
| 20,00                     | 20                   | 131                    | 79                                | 153                    | 101                               | 50                  |

### Твердосплавные спиральные сверла (сверла Ratio) DIN 6538

Относится к спиральным сверлам с впадной режущей пластиной или головкой из твердого сплава с усиленным хвостовиком из стали по DIN 6535. Припаянная головка может быть целой режущей частью либо ее составляющей.



Размеры в мм

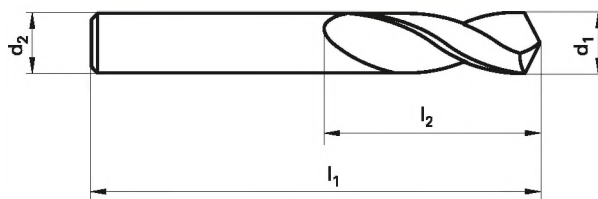
| Диапазон номин. Ø до d 1 h 7 | Ø хвостовика d 2 h 6 | Сверла Ratio для 3 x D |                               | Сверла Ratio для 5 x D |                               | Сверла Ratio для 7 x D |                               | Длина хвостовика l4 |
|------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------|
|                              |                      | Общая длина l1         | Длина струж. канавки макс. l2 | Общая длина l1         | Длина струж. канавки макс. l2 | Общая длина l1         | Длина струж. канавки макс. l2 |                     |
| 9,5...12,0                   | 16                   | 103                    | 51                            | 127                    | 75                            | 151                    | 99                            | 48                  |
| 14,0                         | 16                   | 111                    | 59                            | 139                    | 87                            | 167                    | 115                           | 48                  |
| 16,0                         | 20                   | 122                    | 68                            | 154                    | 100                           | 186                    | 132                           | 50                  |
| 18,0                         | 20                   | 130                    | 76                            | 166                    | 112                           | 202                    | 148                           | 50                  |
| 20,0                         | 25                   | 144                    | 84                            | 184                    | 124                           | 224                    | 164                           | 56                  |
| 22,0                         | 25                   | 153                    | 93                            | 197                    | 137                           | 241                    | 181                           | 56                  |
| 24,0                         | 25                   | 161                    | 101                           | 209                    | 149                           | 257                    | 197                           | 56                  |
| 26,0                         | 32                   | 174                    | 110                           | 226                    | 162                           | 278                    | 214                           | 60                  |
| 28,0                         | 32                   | 182                    | 118                           | 238                    | 174                           | 294                    | 230                           | 60                  |
| 30,0                         | 32                   | 190                    | 126                           | 250                    | 186                           | 310                    | 246                           | 60                  |



## Твердосплавные спиральные сверла (сверла Ratio)

### Твердосплавные спиральные сверла (сверла Ratio) DIN 6539

Относится к цельным твердосплавным спиральным сверлам с цилиндрическим хвостовиком (диаметр хвостовика равен диаметру режущей части).



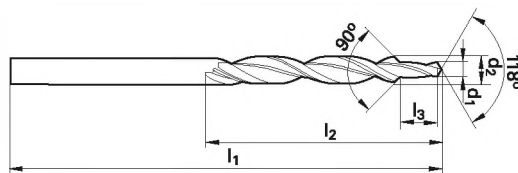
Размеры в мм

| Диапазон номин. $\varnothing$<br>до<br>(= $\varnothing$ хвостовика d2)<br>d | Общая длина<br>l1 | Длина стружечной<br>канавки<br>l2 |
|---|-------------------|-----------------------------------|
| 1,90...2,12   | 38                | 12                                |
| 2,36  | 40                | 13                                |
| 2,65  | 43                | 14                                |
| 3,00  | 46                | 16                                |
| 3,35  | 49                | 18                                |
| 3,75  | 52                | 20                                |
| 4,25  | 55                | 22                                |
| 4,75  | 58                | 24                                |
| 5,30  | 62                | 26                                |
| 6,00  | 66                | 28                                |
| 6,70  | 70                | 31                                |
| 7,50  | 74                | 34                                |
| 8,00  | 79                | 37                                |
| 8,50  | 79                | 37                                |
| 9,50  | 84                | 40                                |

| Диапазон номин. $\varnothing$<br>до<br>(= $\varnothing$ хвостовика d2)<br>d | Общая длина<br>l1 | Длина стружечной<br>канавки<br>l2 |
|---|-------------------|-----------------------------------|
| 10,00   | 89                | 43                                |
| 10,60   | 89                | 43                                |
| 11,80   | 95                | 47                                |
| 12,00   | 102               | 51                                |
| 13,20   | 102               | 51                                |
| 14,00   | 107               | 54                                |
| 15,00   | 111               | 56                                |
| 16,00   | 115               | 58                                |
| 17,00   | 119               | 60                                |
| 18,00   | 123               | 62                                |
| 19,00   | 127               | 64                                |
| 20,00   | 131               | 66                                |



## Ступенчатые сверла с цилиндрическим хвостовиком, угол ступени 90°

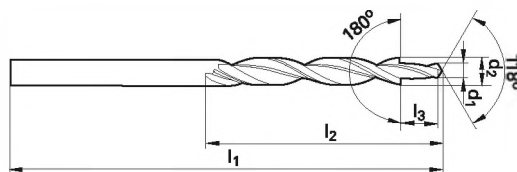


| Ø зенковки<br>d2 h8<br>мм           | Ø ступени<br>d1 h9<br>мм | Общая длина<br>l1<br>мм | Длина стружечной<br>канавки<br>l2<br>мм | Длина ступени<br>l3<br>мм | Для<br>резьбы | Область<br>применения  |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------|---|---------------------------|---------------|--|
| HSS DIN 8378/ VHM СТП               |                          |                         |   |                           |               |  |
| 3,4                                 | 2,5                      | 70                      | 39                                      | 8,8                       | M 3           | Для внутреннего диаметра резьбы по DIN 336 и сквозного зенкованного отверстия по DIN ISO 273 (старый) и DIN EN 20273. Средней серии.   |
| 4,5                                 | 3,3                      | 80                      | 47                                      | 11,4                      | M 4           |  |
| 5,5                                 | 4,2                      | 93                      | 57                                      | 13,6                      | M 5           |  |
| 6,6                                 | 5,0                      | 101                     | 63                                      | 16,5                      | M 6           |  |
| 9,0                                 | 6,8                      | 125                     | 81                                      | 21,0                      | M 8           |  |
| 11,0                                | 8,5                      | 142                     | 94                                      | 25,5                      | M 10          |  |
| 13,5                                | 10,2                     | 160                     | 108                                     | 30,0                      | M 12          |  |
| DIN 8374 для зенковок точной серии  |                          |                         |   |                           |               |  |
| 6,0                                 | 3,2                      | 93                      | 57                                      | 9,0                       | M 3           | Для сквозных отверстий по DIN-ISO 273 (старый), DIN EN 20273. Точной серии и углублений головки винта формы А и В по DIN 74 часть 1(старый). Точной серии и углублений головки винта по DIN 74 форма F. Для винтов по DIN 963 (старый) и DIN 964 (старый). |
| 8,0                                 | 4,3                      | 117                     | 75                                      | 11,0                      | M 4           |  |
| 10,0                                | 5,3                      | 133                     | 87                                      | 13,0                      | M 5           |  |
| 11,5                                | 6,4                      | 142                     | 94                                      | 15,0                      | M 6           |  |
| 15,0                                | 8,4                      | 169                     | 114                                     | 19,0                      | M 8           |  |
| 19,0                                | 10,5                     | 198                     | 135                                     | 23,0                      | M 10          |  |
| СТП для зенковок средней серии      |                          |                         |   |                           |               |  |
| 6,6                                 | 3,4                      | 101                     | 63                                      | 9,0                       | M 3           | Для сквозных отверстий по DIN-ISO 273 (старый) и углубления головки винта формы А и В по DIN 74 часть 1(старый). Средней серии. Для винтов по DIN 963 (старый) и DIN 964 (старый).   |
| 9,0                                 | 4,5                      | 125                     | 81                                      | 11,0                      | M 4           |  |
| 11,0                                | 5,5                      | 142                     | 94                                      | 13,0                      | M 5           |  |
| 13,0                                | 6,6                      | 151                     | 101                                     | 15,0                      | M 6           |  |
| 17,2                                | 9,0                      | 191                     | 130                                     | 19,0                      | M 8           |  |
| DIN 8374 для зенковок средней серии |                          |                         |   |                           |               |  |
| 7,5                                 | 3,4                      | 109                     | 69                                      | 9,0                       | M 3           | Для сквозных отверстий по DIN-ISO 273 (старый) и углубления головки винта формы А и В по DIN 74 часть 1(старый). Средней серии. Для винтов по DIN 963 (старый) и DIN 964 (старый).   |
| 9,7                                 | 4,5                      | 133                     | 87                                      | 11,0                      | M 4           |  |
| 12,0                                | 5,5                      | 151                     | 101                                     | 13,0                      | M 5           |  |
| 14,5                                | 6,6                      | 169                     | 114                                     | 15,0                      | M 6           |  |
| 19,9                                | 9,0                      | 198                     | 135                                     | 19,0                      | M 8           |  |





## Ступенчатые сверла с цилиндрическим хвостовиком, угол ступени 180°

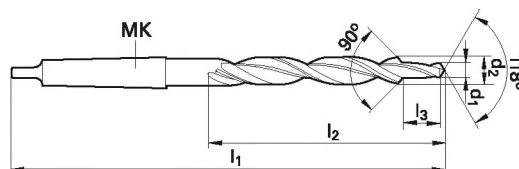


| Ø зенковки<br>d2 h8<br>мм                | Ø ступени<br>d1 h9<br>мм | Общая длина<br>l1<br>мм | Длина стружечной<br>канавки<br>l2<br>мм | Длина ступени<br>l3<br>мм | Для<br>резьбы | Область<br>применения   |
|--|--------------------------|-------------------------|---|---------------------------|---------------|---|
| <div>HSS DIN 8376/ VHM СТП</div>         |                          |                         |   |                           |               |   |
| 6,0**                                    | 3,4                      | 93**                    | 57**                                    | 9,0                       | M 3           | Для сквозных отверстий по DIN-ISO 273 (старый) DIN EN 20 273. Средней серии. Углубления головки болта по DIN 974 -1 и углубления головки болта формы H, J и K по DIN 74 часть 2 (старый). Средней серии. Для болтов по DIN 84 (старый), 912 (старый), 6912, 7513 и DIN7984. |
| 6,5                                      | 3,4                      | 101                     | 63                                      | 9,0                       | M 3           |   |
| 8,0                                      | 4,5                      | 117                     | 75                                      | 11,0                      | M 4           |   |
| 10,0                                     | 5,5                      | 133                     | 87                                      | 13,0                      | M 5           |   |
| 11,0                                     | 6,6                      | 142                     | 94                                      | 15,0                      | M 6           |   |
| 15,0                                     | 9,0                      | 169                     | 114                                     | 19,0                      | M 8           |   |
| 18,0                                     | 11,0                     | 191                     | 130                                     | 23,0                      | M 10          |   |
| СТП                                      |                          |                         |   |                           |               |   |
| 6,0                                      | 3,2                      | 93                      | 57                                      | 9,0                       | M 3           | Для сквозных отверстий по DIN-ISO 273 (старый) и углубления головки болта формы H, J и K по DIN 74 часть 2 (старый). Точной серии. Для болтов по DIN 84 (старый), 912 (старый), 6912, 7513 и DIN7984.   |
| 8,0                                      | 4,3                      | 117                     | 75                                      | 11,0                      | M 4           |   |
|  |                          |                         |   |                           |               |   |
| СТП для зенковок точной серии (старый*)  |                          |                         |   |                           |               |   |
| 5,9                                      | 3,2                      | 93                      | 57                                      | 11,0                      | M 3           | Для болтов DIN 84 (старый), DIN 912 (старый), и DIN6912. Для старых форм углублений H, J и K по DIN 75 часть 2. Точной серии.   |
| 7,4                                      | 4,3                      | 109                     | 69                                      | 13,0                      | M 4           |   |
| 9,4                                      | 5,3                      | 125                     | 81                                      | 16,0                      | M 5           |   |
| 10,4                                     | 6,4                      | 133                     | 87                                      | 19,0                      | M 6           |   |
| 13,5                                     | 8,4                      | 160                     | 108                                     | 22,0                      | M 8           |   |
| 16,5                                     | 10,5                     | 184                     | 125                                     | 25,0                      | M 10          |   |
| СТП для зенковок средней серии (старый*) |                          |                         |   |                           |               |   |
| 8,0                                      | 4,8                      | 117                     | 75                                      | 13,0                      | M 3           | Для болтов по DIN 84 (старый), DIN 912 (старый), и DIN 6912. Для старых форм углубления H, J и K по DIN 75 часть 2. Средней серии.  |
| 10,0                                     | 5,8                      | 133                     | 87                                      | 16,0                      | M 4           |   |
| 11,0                                     | 7,0                      | 142                     | 94                                      | 19,0                      | M 5           |   |
| 14,5                                     | 9,5                      | 169                     | 114                                     | 22,0                      | M 6           |   |
| 17,5                                     | 11,5                     | 191                     | 130                                     | 25,0                      | M 8           |   |
|  |                          |                         |   |                           |               |   |

\* DIN 75 , часть 2 ; \*\* СТП



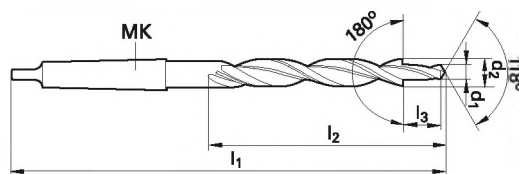
# Ступенчатые сверла с конусом Морзе, угол ступени 90°



| Ø зенковки<br>d2 h8<br>мм | Ø ступени<br>d1 h9<br>мм | Общая длина<br>l1<br>мм | Длина струж.<br>канавки<br>l2<br>мм | Конус<br>Морзе<br>МК | Длина ступени<br>l3<br>мм | Для<br>резьбы | Область<br>применения  |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------------|---------------|--|
| СТП                       |                          |                         |                                     |                      |                           |               |  |
| 11,0                      | 5,5                      | 175                     | 94                                  | 1                    | 13,0                      | М 5           | Для сквозных отверстий по DIN-ISO 273 (старый), DIN EN 20273. Средней серии. Углубления головки винта по DIN 74 формы F и углубления головки винта формы А и В по DIN 74 часть 1 (старый). Средней серии. Для винтов по DIN 963 (старый) и DIN 964 (старый). |
| 13,0                      | 6,6                      | 182                     | 101                                 | 1                    | 15,0                      | М 6           |  |
| 17,2                      | 9,0                      | 228                     | 130                                 | 2                    | 19,0                      | М 8           |  |
| 21,5                      | 11,0                     | 248                     | 150                                 | 2                    | 23,0                      | М 10          |  |
| 26,0                      | 14,0                     | 286                     | 165                                 | 3                    | 27,0                      | М 12          |  |
| 29,0                      | 16,0                     | 296                     | 175                                 | 3                    | 31,0                      | М 14          |  |
|                           |                          |                         |                                     |                      |                           |               |  |
| DIN 8375                  |                          |                         |                                     |                      |                           |               |  |
| 12,0                      | 5,5                      | 182                     | 101                                 | 1                    | 13,0                      | М 5           | Для сквозных отверстий по DIN-ISO 273 (старый), DIN EN 20273. Средней серии. Углубления головки винта по DIN 74 формы F и углубления головки винта формы А и В по DIN 74 часть 1 (старый). Средней серии. Для винтов по DIN 963 (старый) и DIN 964 (старый). |
| 14,5                      | 6,6                      | ---                     | 108                                 | 1                    | 15,0                      | М 6           |  |
| 19,0                      | 9,0                      | 253                     | 135                                 | 2                    | 19,0                      | М 8           |  |
| 23,0                      | 11,0                     | 248                     | 155                                 | 2                    | 23,0                      | М 10          |  |
|                           |                          |                         |                                     |                      |                           |               |  |
| СТП                       |                          |                         |                                     |                      |                           |               |  |
| 11,5                      | 6,4                      | 175                     | 94                                  | 1                    | 15,0                      | М 6           | Для сквозных отверстий по DIN-ISO 273 (старый), и углубления головки винта формы А и В по DIN 74 часть 1 (старый). Точной серии. Для винтов по DIN 963 (старый) и DIN 964 (старый).  |
| 15,0                      | 8,4                      | 212                     | 114                                 | 2                    | 19,0                      | М 8           |  |
| 19,0                      | 10,5                     | 233                     | 135                                 | 2                    | 23,0                      | М 10          |  |
| 23,0                      | 13,0                     | 253                     | 155                                 | 2                    | 27,0                      | М 12          |  |
| 26,0                      | 15,0                     | 286                     | 165                                 | 3                    | 31,0                      | М 14          |  |
| 30,0                      | 17,0                     | 296                     | 175                                 | 3                    | 35,0                      | М 16          |  |
|                           |                          |                         |                                     |                      |                           |               |  |
| DIN 8379                  |                          |                         |                                     |                      |                           |               |  |
| 9,0                       | 6,8                      | 162                     | 81                                  | 1                    | 21,0                      | М 8           | Для внутреннего диаметра резьбы по DIN 336, DIN EN 20273. Средней серии. Зенкованного сквозного отверстия по DIN ISO 273 (старый).   |
| 11,0                      | 8,5                      | 175                     | 94                                  | 1                    | 25,5                      | М 10          |  |
| 13,5                      | 10,2                     | 189                     | 108                                 | 1                    | 30,0                      | М 12          |  |
| 15,5                      | 12,0                     | 218                     | 120                                 | 2                    | 34,5                      | М 14          |  |
| 17,5                      | 14,0                     | 228                     | 130                                 | 2                    | 38,5                      | М 16          |  |
| 20,0                      | 15,5                     | 238                     | 140                                 | 2                    | 43,5                      | М 18          |  |
| 22,0                      | 17,5                     | 248                     | 150                                 | 2                    | 47,5                      | М 20          |  |



# Ступенчатые сверла с конусом Морзе, угол ступени 180°



| Ø зенковки<br>d2 h8<br>мм               | Ø ступени<br>d1 h9<br>мм | Общая длина<br>l1<br>мм | Длина стружеч-<br>ной канавки<br>l2<br>мм | Конус<br>Морзе<br>МК | Длина ступени<br>l3<br>мм | Для<br>резьбы | Область<br>применения  |  |
|---|--------------------------|-------------------------|---|----------------------|---------------------------|---------------|--|--|
| HSS DIN 8377/ VHM СТП                   |                          |                         |   |                      |                           |               |  |  |
| 10,0                                    | 5,5                      | 168                     | 87  | 1                    | 13,0                      | M 5           | Для сквозных отверстий по DIN-ISO 273 (старый), DIN EN 20273. Средней серии. Углубления головки болта по DIN 974- 1 и углубления головки болта формы H, J и K по DIN 74 часть 2 (старый). Средней серии. Для болтов по DIN 84 (старый), 912 (старый), 6912, 7513 и DIN 7984. |  |
| 11,0                                    | 6,6                      | 175                     | 94  | 1                    | 15,0                      | M 6           |  |  |
| 15,0                                    | 9,0                      | 212                     | 114                                       | 2                    | 19,0                      | M 8           |  |  |
| 18,0                                    | 11,0                     | 228                     | 130                                       | 2                    | 23,0                      | M 10          |  |  |
| 20,0                                    | 13,5                     | 238                     | 140                                       | 2                    | 27,0                      | M 12          |  |  |
| 24,0                                    | 15,5                     | 281                     | 160                                       | 3                    | 31,0                      | M 14          |  |  |
| 26,0                                    | 17,5                     | 286                     | 165                                       | 3                    | 35,0                      | M 16          |  |  |
| 30,0                                    | 20,0                     | 296                     | 175                                       | 3                    | 39,0                      | M 18          |  |  |
| 33,0                                    | 22,0                     | 334                     | 185                                       | 4                    | 43,0                      | M 20          |  |  |
| СТП                                     |                          |                         |   |                      |                           |               |  |  |
| 10,0                                    | 5,3                      | 168                     | 87  | 1                    | 13,0                      | M 5           | Для сквозных отверстий по DIN-ISO 273 (старый) и углубления головки болта формы H, J и K по DIN 74 часть 2 (старый). Точной серии. Для болтов по DIN 84 (старый), 912 (старый), 6912, 7513 и DIN 7984.   |  |
| 11,0                                    | 6,4                      | 175                     | 94  | 1                    | 15,0                      | M 6           |  |  |
| 15,0                                    | 8,4                      | 212                     | 114                                       | 2                    | 19,0                      | M 8           |  |  |
| 18,0                                    | 10,5                     | 228                     | 130                                       | 2                    | 23,0                      | M 10          |  |  |
| 20,0                                    | 13,0                     | 238                     | 140                                       | 2                    | 27,0                      | M 12          |  |  |
| 24,0                                    | 15,0                     | 281                     | 160                                       | 3                    | 31,0                      | M 14          |  |  |
| 26,0                                    | 17,0                     | 286                     | 165                                       | 3                    | 35,0                      | M 16          |  |  |
| СТП для зенковок точной серии (старый*) |                          |                         |   |                      |                           |               |  |  |
| 9,4                                     | 5,3                      | 162                     | 81  | 1                    | 16,0                      | M 5           | Для болтов по DIN 84 (старый), DIN 912 (старый), и DIN 6912. Для старых форм углублений H, J и K по DIN 75 часть 2. Точной серии.  |  |
| 10,4                                    | 6,4                      | 168                     | 87  | 1                    | 19,0                      | M 6           |  |  |
| 13,5                                    | 8,4                      | 189                     | 108                                       | 1                    | 22,0                      | M 8           |  |  |
| 16,5                                    | 10,5                     | 223                     | 125                                       | 2                    | 25,0                      | M 10          |  |  |
| 19,0                                    | 13,0                     | 233                     | 135                                       | 2                    | 28,0                      | M 12          |  |  |
| 23,0                                    | 15,0                     | 253                     | 155                                       | 2                    | 30,0                      | M 14          |  |  |
| 25,0                                    | 17,0                     | 281                     | 160                                       | 3                    | 33,0                      | M 16          |  |  |
| 28,0                                    | 19,0                     | 291                     | 170                                       | 3                    | 36,0                      | M 18          |  |  |
| 31,0                                    | 21,0                     | 301                     | 180                                       | 3                    | 39,0                      | M 20          |  |  |
| СТП для зенковок точной серии (старый*) |                          |                         |   |                      |                           |               |  |  |
| 10,0                                    | 5,8                      | 168                     | 87  | 1                    | 16,0                      | M 5           | Для болтов по DIN 84 (старый) и DIN 6912. Для старых форм углублений H, J и K по DIN 75 часть 2. Средней серии.  |  |
| 11,0                                    | 7,0                      | 175                     | 94  | 1                    | 19,0                      | M 6           |  |  |
| 14,5                                    | 9,5                      | 212                     | 114                                       | 2                    | 22,0                      | M 8           |  |  |
| 17,5                                    | 11,5                     | 228                     | 130                                       | 2                    | 25,0                      | M 10          |  |  |
| 20,0                                    | 14,0                     | 238                     | 140                                       | 2                    | 28,0                      | M 12          |  |  |
| 24,0                                    | 16,0                     | 281                     | 160                                       | 3                    | 30,0                      | M 14          |  |  |
| 26,0                                    | 18,0                     | 286                     | 165                                       | 3                    | 33,0                      | M 16          |  |  |
| 29,0                                    | 20,0                     | 296                     | 175                                       | 3                    | 36,0                      | M 18          |  |  |
| 33,0                                    | 23,0                     | 334                     | 185                                       | 4                    | 39,0                      | M 20          |  |  |
| Британский стандарт                     |                          |                         |   |                      |                           |               |  |  |
| 19/32 15,08                             | 25/64 9,92               | 8 5/8 219               | 4 3/4 121                                 | 2                    | 3/4 19,05                 | 3/8 дюйма     | Для болтов с плоской головкой по британскому стандарту.  |  |
| 21/32 16,67                             | 29/64 11,51              | 8 3/4 222               | 4 7/8 124                                 | 2                    | 7/8 22,22                 | 7/16 дюйма    |  |  |
| 25/32 19,84                             | 33/64 13,10              | 9 3/8 238               | 5 1/2 140                                 | 2                    | 1 25,40                   | 1/2 дюйма     |  |  |

\* DIN 75, часть 2



# Основные геометрические размеры

## Зенкеры с цилиндрическим хвостовиком

## Насадные зенкеры

| Диаметр до вкл. мм | DIN 344        |                         |                    |                |                         | DIN 222           |                |                       |
|--------------------|----------------|-------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|-------------------|----------------|-----------------------|
|                    | Общая длина мм | Длина струж. канавки мм | Диаметр до вкл. мм | Общая длина мм | Длина струж. канавки мм | Ном. Ø до вкл. мм | Общая длина мм | Номин. Ø отверстия мм |
| 4,25               | 96*            | 64*                     | 11,70              | 173            | 125                     | 35,5              | 45             | 13                    |
| 4,75               | 102*           | 69*                     | 13,20              | 184            | 134                     | 45,0              | 50             | 16                    |
| 5,30               | 108            | 74                      | 14,00              | 194            | 142                     | 53,0              | 56             | 19                    |
| 6,00               | 116            | 80                      | 15,00              | 202            | 147                     | 63,0              | 63             | 22                    |
| 6,70               | 124            | 86                      | 16,00              | 211            | 153                     | 75,0              | 71             | 27                    |
| 7,50               | 133            | 93                      | 17,00              | 218            | 159                     | 90,0              | 80             | 32                    |
| 8,50               | 142            | 100                     | 18,00              | 226            | 165                     | 101,6             | 90             | 40                    |
| 9,50               | 151            | 107                     | 19,00              | 234            | 171                     |                   |                |                       |
| 10,60              | 162            | 116                     | 20,00              | 242            | 177                     |                   |                |                       |

## Зенкеры с конусом Морзе

| Диаметр до вкл. мм | DIN 343        |                         |             | DIN 1884       |                         |             |
|--------------------|----------------|-------------------------|-------------|----------------|-------------------------|-------------|
|                    | Общая длина мм | Длина струж. канавки мм | Конус Морзе | Общая длина мм | Длина струж. канавки мм | Конус Морзе |
| 7,50               | 150*           | 69*                     | 1*          | 174*           | 93*                     | 1*          |
| 8,50               | 156*           | 75*                     | 1*          | 181*           | 100*                    | 1*          |
| 9,50               | 162            | 81                      | 1           | 188            | 107                     | 1           |
| 10,60              | 168            | 87                      | 1           | 197            | 116                     | 1           |
| 11,70              | 175            | 94                      | 1           | 206            | 125                     | 1           |
| 13,20              | 182            | 101                     | 1           | 215            | 134                     | 1           |
| 14,00              | 189            | 108                     | 1           | 223            | 142                     | 1           |
| 15,00              | 212            | 114                     | 2           | 245            | 147                     | 2           |
| 16,00              | 218            | 120                     | 2           | 251            | 153                     | 2           |
| 17,00              | 223            | 125                     | 2           | 257            | 159                     | 2           |
| 18,00              | 228            | 130                     | 2           | 263            | 165                     | 2           |
| 19,00              | 233            | 135                     | 2           | 269            | 171                     | 2           |
| 20,00              | 238            | 140                     | 2           | 275            | 177                     | 2           |
| 21,20              | 243            | 145                     | 2           | 282            | 184                     | 2           |
| 22,40              | 248            | 150                     | 2           | 289            | 191                     | 2           |
| 23,60              | 253            | 155                     | 2           | 296            | 198                     | 2           |
| 25,00              | 281            | 160                     | 3           | 327            | 206                     | 3           |
| 26,50              | 286            | 165                     | 3           | 335            | 214                     | 3           |
| 28,00              | 291            | 170                     | 3           | 343            | 222                     | 3           |
| 30,00              | 296            | 175                     | 3           | 351            | 230                     | 3           |
| 31,50              | 301            | 180                     | 3           | 360            | 239                     | 3           |
| 33,50              | 334            | 185                     | 4           |                |                         |             |
| 35,50              | 339            | 190                     | 4           |                |                         |             |
| 37,50              | 344            | 195                     | 4           |                |                         |             |
| 40,00              | 349            | 200                     | 4           |                |                         |             |
| 42,50              | 354            | 205                     | 4           |                |                         |             |
| 45,00              | 359            | 210                     | 4           |                |                         |             |
| 47,50              | 364            | 215                     | 4           |                |                         |             |
| 50,00              | 369            | 220                     | 4           |                |                         |             |

\*СТП

## Малоразмерные сверла (общая длина 25 мм)

| DIN 1899           |                 |                         |                    |                 |                         |
|--------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| Диаметр до вкл. мм | Ø хвостовика мм | Длина струж. канавки мм | Диаметр до вкл. мм | Ø хвостовика мм | Длина струж. канавки мм |
| от 0,1 . . . 0,12  | 1,0             | 0,5                     | 0,67               | 1,0             | 4,2                     |
| 0,15               | 1,0             | 0,8                     | 0,75               | 1,0             | 4,8                     |
| 0,19               | 1,0             | 1,1                     | 0,79               | 1,0             | 5,3                     |
| 0,24               | 1,0             | 1,5                     | 0,85               | 1,5             | 5,3                     |
| 0,30               | 1,0             | 1,9                     | 0,95               | 1,5             | 6,0                     |
| 0,38               | 1,0             | 2,4                     | 1,06               | 1,5             | 6,8                     |
| 0,48               | 1,0             | 3,0                     | 1,18               | 1,5             | 7,6                     |
| 0,53               | 1,0             | 3,4                     | 1,32               | 1,5             | 8,5                     |
| 0,60               | 1,0             | 3,9                     | 1,45               | 1,5             | 9,5                     |





## Давление и расход СОЖ

Представленный в диаграмме оптимальный, удовлетворительный и минимальный необходимый расход предназначен только для спиральных сверл Ratio тип RT 100 и не зависит от типа станка. Давление, наоборот, зависит от типа станка, т.к. каждый станок имеет собственные системы охлаждения и соответственно иные условия подачи СОЖ (Рис.1). Поэтому приведенные параметры давления даны в качестве информации для определения порядка величин.

Для сверл Ratio тип RT 80 с центральным каналом под СОЖ применяются другие критерии (Рис. 2).

Диаграммы предназначены для важнейшей области применения сверл Ratio - обработки стали. Они являются ориентировочными, но также применяются при обработке других материалов, в первую очередь именно потому, что для обработки стали всегда применяется самое высокое давление охлаждающей жидкости. Насколько выбор типа

охлаждения зависит от обрабатываемого материала, показывают чувствительные к охлаждению сверла Ratio тип RT 150 с прямыми канавками. В частности, потеря стойкости из-за низкого давления СОЖ при обработке чугуна значительно больше, чем при сверлении AISi-сплавов. Это, однако, относится только к обработке AISi-сплавов с короткой стружкой! Соответственно необходимое минимальное или удовлетворительное давление для обработки чугуна при подборе должно быть немного выше, чем при обработке AISi (Рис. 3 и 4).

Рекомендуемые величины следует использовать для глубины отверстия до 5 x D. Для более глубоких отверстий должны применяться инструменты с внутренним охлаждением, а именно RT150 GN, поскольку иначе обработка становится экономически неэффективной.

Необходимое давление СОЖ  
 — Оптим. давление  
 — Хорошее давление  
 — Миним. давление

Необходимый расход СОЖ  
 — Оптимальный расход  
 — Хороший расход  
 — Минимальный расход

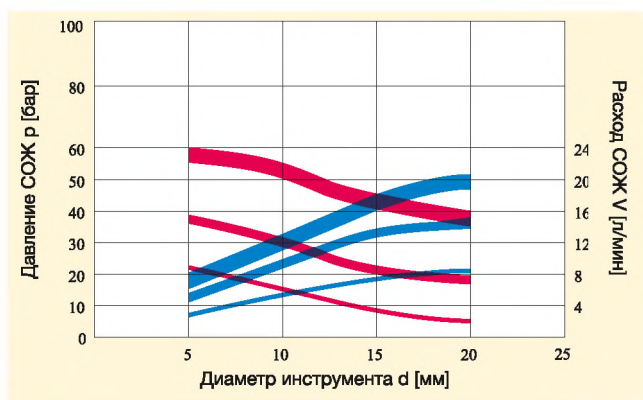


Рис. 1 :  
Необходимые давление и расход СОЖ для сверл Ratio типа RT 100 с винтовыми каналами СОЖ.

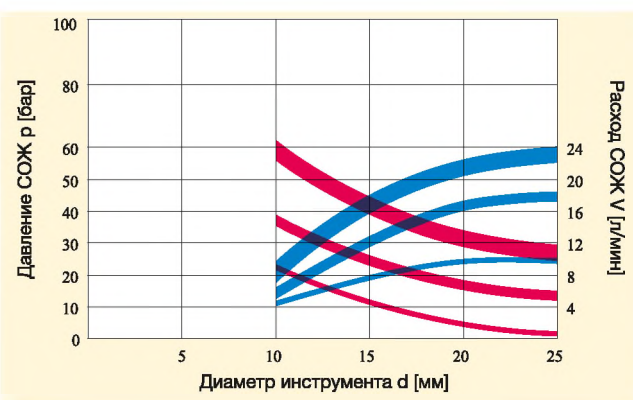


Рис. 2 :  
Необходимые давление и расход СОЖ для сверл Ratio тип RT 80 с центральным каналом СОЖ

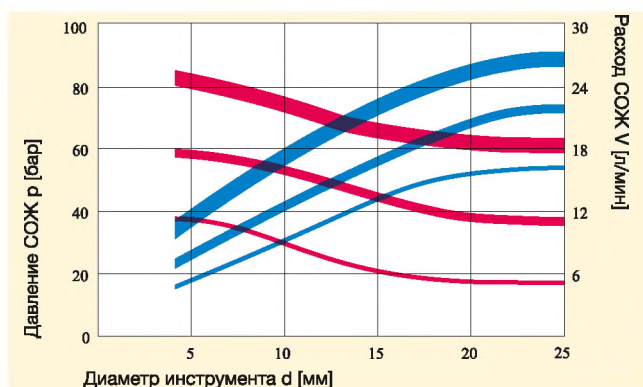


Рис.3 :  
Необходимые давление и расход СОЖ для обработки GG25 сверлами Ratio с прямыми канавками типа RT 150 GG.

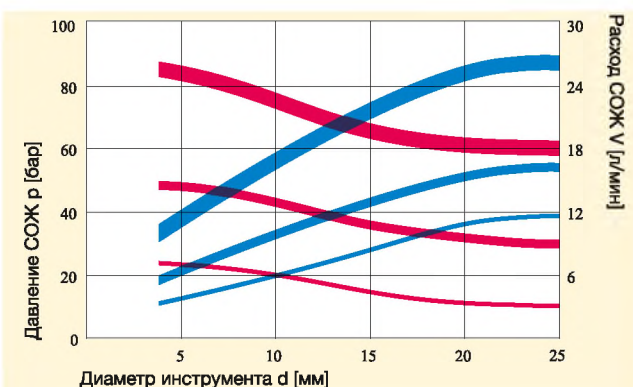


Рис. 4:  
Необходимые давление и расход СОЖ для обработки AISi7 сверлами Ratio с прямыми канавками, тип RT 150 GG.



## Примеры обработки, точность обработанного отверстия

### 1. В 40ХН2МА, Ø 14,5 мм

#### Сверло HSS, тип N

Арт. № 651



vc = 25 м/мин

f = 0.25 мм/об

+Rмакс = 131.8 мкм

-Rмакс = - 49.1 мкм

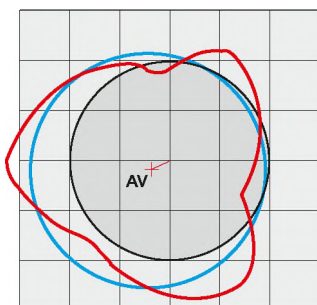
Факт. D = 14.566 мм

dRмакс = 103.5 мкм

AV = 49.2 мкм

Ra = 2.6 мкм, Rz = 6.8 мкм

IT 12



#### Сверло Ratio, тип RT 80

Арт. № 1171



vc = 70 м/мин

f = 0.25 мм/об

+Rмакс = 42.7 мкм

-Rмакс = - 29.6 мкм

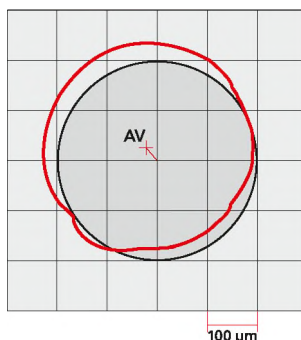
Факт. D = 14.515 мм

dRмакс = 12.9 мкм

AV = 35.3 мкм

Ra = 1.4 мкм, Rz = 4.31 мкм

IT 9



#### Сверло Ratio, тип RT 100

Арт. № 1181



vc = 70 м/мин

f = 0.25 мм/об

+Rмакс = 26.7 мкм

-Rмакс = - 17.2 мкм

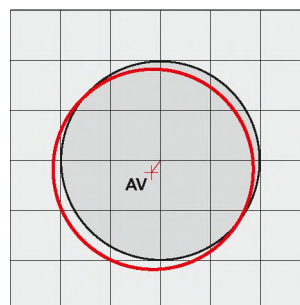
Факт. D = 14.509 мм

dRмакс = 5.2 мкм

AV = 22.8 мкм

Ra = 1.04 мкм, Rz = 3.2 мкм

IT 8



Максимальное отклонение круглости (dRмакс) образуется как абсолютная сумма наибольших положительных и отрицательных отклонений фактического контура к средней окружности. Смещение оси показывает на сколько мкм сверло отходит в сторону. Параметр с наибольшим отклонением определяет точность отверстия IT в зависимости от диаметра инструмента.

Черная окружность изображает заданное отверстие, которое инструмент должен сделать в идеальном случае. Красная окружность показывает фактический контур, т.е. фактическую форму отверстия, которую мы получаем соответствующими типами сверл. Огибающая окружность (голубая) представляет усреднение фактической окружности, т.е. средний диаметр (у сверл Ratio огибающая окружность практически равна фактическому Ø).

### 2. В В442-12, Ø 10 мм

#### Сверло HSS, тип N

Арт. № 651



vc = 30 м/мин

f = 0.2 мм/об

Факт. D = 10.77 мм

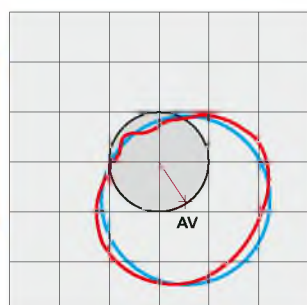
+Rмакс = 106 мкм

-Rмакс = 28 мкм

dRмакс = 42 мкм

AV = 68.5 мкм

Ra = 3,7 мкм, Rz = 17,2 мкм



#### Сверло Ratio, тип RT 100

Арт. № 1181



vc = 90 м/мин

f = 0.3 мм/об

Факт. D = 10.027 мм

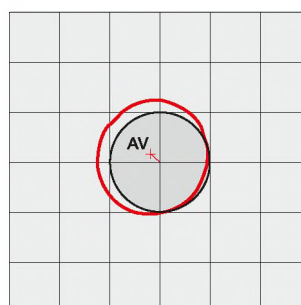
+Rмакс = 34 мкм

-Rмакс = 9.2 мкм

dRмакс = 6.5 мкм

AV = 22.5 мкм

Ra = 2.2 мкм, Rz = 11.5 мкм



#### Сверло Ratio, тип RT 150 GG

Арт. № 768



vc = 130 м/мин

f = 0.2 мм/об

Факт. D = 9.994 мм

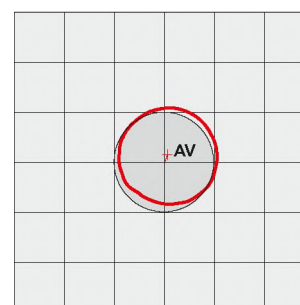
+Rмакс = 11.5 мкм

-Rмакс = - 18 мкм

dRмакс = 5 мкм

AV = 14 мкм

Ra = 1.99 мкм, Rz = 11.2 мкм





## Допуски

| DIN 333          |                             |
|------------------|-----------------------------|
| Диапазон Ø<br>мм | Предельные отклонения<br>мм |
| 0,50 – 2,50      | 0 +0,14                     |
| 3,15 – 5,00      | 0 +0,18                     |
| 6,30 – 10,00     | 0 +0,22                     |
| 12,50            | 0 +0,27                     |

| для Арт. № 285/ 286 |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| Диапазон Ø<br>мм    | Предельные отклонения<br>мм |
| 1,00 – 1,25         | 0 +0,10                     |
| 1,60 – 3,15         | 0 +0,15                     |
| 3,15 – 10,00        | 0 +0,20                     |

| по B.S. 328      |                             |
|------------------|-----------------------------|
| Диапазон Ø<br>мм | Предельные отклонения<br>мм |
| 1,19 – 1,59      | 0 ±0,05                     |
| 2,38 – 3,17      | 0 ±0,07                     |
| 4,76             | 0 ±0,07                     |
| 6,35 – 7,94      | 0 ±0,12                     |

| по B.S. 328                  |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| Диапазон Ø хвостовиков<br>мм | Предельные отклонения<br>мм |
| 3,17 – 4,76                  | -0,020                      |
| 6,35                         | -0,025                      |
| 7,94 – 11,11                 | -0,050                      |
| 15,87 – 19,05                | -0,050                      |

| согласно ASA     |                             |
|------------------|-----------------------------|
| Диапазон Ø<br>мм | Предельные отклонения<br>мм |
| все              | 0 + 0,07 мм                 |



## Работа со стандартом DIN 2184

Стандарт DIN 2184 определяет основные размеры для метчиков и бесстружечных метчиков, предназначенных для изготовления резьб с номинальным диаметром  $d_1 > 0,9 \dots 113$  мм. В части 1 приведены основные размеры инструмента длинной серии, в части 2 - основные размеры инструмента короткой серии. Данные разделы включают в себя соответственно диапазоны номин.

диаметров и, в зависимости от шага резьбы, количества заходов и соотношения общей длины к длине резьбовой части, возможные исполнения усиленного и заниженного хвостовиков. Подробное описание исполнений хвостовиков и особенностей стандартов Вы найдете на следующей странице.

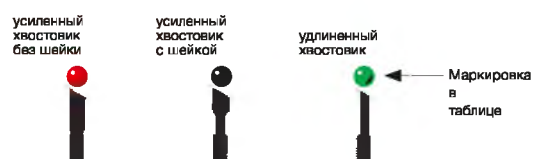
### Метчики

| DIN 2184-1                    |                             | DIN 2184-2                         |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Машинные метчики, длинные     |                             | Ручные и короткие машинные метчики |                             |
| Метр. резьба ISO основной шаг | Метр. резьба ISO мелкий шаг | Метр. резьба ISO основной шаг      | Метр. резьба ISO мелкий шаг |
| DIN 371<br>DIN 376            | DIN 371<br>DIN 374          | DIN 352                            | DIN 2181                    |
| UNC-/BSW-резьба               | UNF резьба                  | G-резьба                           | UNC-/BSW резьба             |
| ~DIN 371<br>~DIN 376          | ~DIN 371<br>~DIN 374        | DIN 5156                           | ~DIN 352<br>~DIN 2181       |
|                               |                             |                                    | DIN 5157<br>DIN 40 432      |

### Бесстружечные метчики

| DIN 2184-1                    |                             |                               |                               |                   |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| DIN 2174                      |                             | DIN 2184-1                    |                               |                   |
| Метр. резьба ISO основной шаг | Метр. резьба ISO мелкий шаг | UNC-резьба                    | UNF резьба                    | G-резьба          |
| ранее<br>DIN 371<br>DIN 376   | ранее<br>DIN 371<br>DIN 374 | ранее<br>~DIN 371<br>~DIN 376 | ранее<br>~DIN 371<br>~DIN 374 | ранее<br>DIN 5156 |

### Исполнение хвостовиков для резьбонарезного инструмента



| Вид резьбы                                     | DIN        | содержится в | Диапазоны номинальных диаметров в мм |               |                |       |
|--|------------|--------------|--------------------------------------|---------------|----------------|-------|
|  |            |              | 0,9 ... 2,6                          | >2,6 ... 6,35 | >6,35 ... 10,0 | >10,0 |
| <b>M</b><br>метрическая по ISO<br>основной шаг | DIN 371    | 2184-1       | ●                                    | ●             | ●              | —     |
|  | DIN 376    | 2184-1       | ●                                    | ●             | ●              | ●     |
|  | DIN 352    | 2184-2       | ●                                    | ●             | ●              | ●     |
|  | DIN 2174   | 2184-1       | ●                                    | ●             | ●              | ●     |
| <b>MF</b><br>метрическая по ISO<br>мелкий шаг  | DIN 371    | 2184-1       | ●                                    | ●             | ●              | —     |
|  | DIN 374    | 2184-1       | —                                    | ●             | ●              | ●     |
|  | DIN 2181   | 2184-2       | ●                                    | ●             | ●              | ●     |
|  | DIN 2174   | 2184-1       | ●                                    | ●             | ●              | ●     |
| <b>UNC-/BSW</b>                                | ~DIN 371   | 2184-1       | ●                                    | ●             | ●              | —     |
|  | ~DIN 376   | 2184-1       | ●                                    | ●             | ●              | ●     |
|  | ~DIN 352   | 2184-2       | ●                                    | ●             | ●              | ●     |
| <b>UNF</b>                                     | ~DIN 371   | 2184-1       | ●                                    | ●             | ●              | —     |
|  | ~DIN 374   | 2184-1       | —                                    | ●             | ●              | ●     |
|  | ~DIN 2181  | 2184-2       | ●                                    | ●             | ●              | ●     |
| <b>G</b>                                       | DIN 5156   | 2184-1       | —                                    | ●             | ●              | ●     |
|  | DIN 5157   | 2184-2       | —                                    | ●             | ●              | ●     |
| <b>Pg</b>                                      | DIN 40 432 | 2184-2       | —                                    | —             | —              | ●     |





## Основные размеры для инструмента по DIN 2184 часть 1

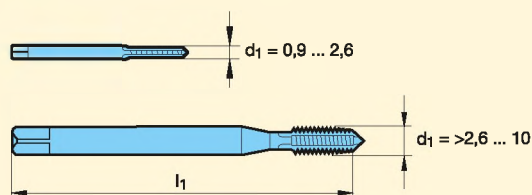
| Ном.Ø<br>мм   | Исполнение хвостовика<br>мм |               |                           | Ø <sub>г</sub><br>мм | Общая длина<br>мм | Макс.<br>длина резьбы<br>мм |
|---------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|
|               | усиленный хвостовик<br>Ø    | Рабочая длина | заниженный хвостовик<br>Ø |                      |                   |                             |
| более ... до  |                             |               |                           |                      |                   |                             |
| 0,9...1,20    | 2,5                         | 5,5           | —                         | ≤0,20                | 40                | 5,5                         |
| 1,20...1,40   | 2,5                         | 7,0           | —                         | ≤0,35                | 40                | 7,0                         |
| 1,40...1,80   | 2,5                         | 8,0           | —                         | ≤0,35                | 40                | 8,0                         |
| 1,80...2,00   | 2,8                         | 8,0           | —                         | ≤0,40                | 45                | 8,0                         |
| 2,00...2,30   | 2,8                         | 9,0           | —                         | ≤0,40                | 45                | 9,0                         |
| 2,30...2,60   | 2,8                         | 9,0           | —                         | ≤0,50                | 50                | 9,0                         |
| 2,60...3,20   | 3,5                         | 18            | 2,2                       | ≤0,45                | 56                | 8,0                         |
| 2,60...3,20   | 3,5                         | 18            | 2,2                       | 0,50...0,60          | 56                | 11,0                        |
| 3,20...3,55   | 4,0                         | 20            | 2,5                       | ≤0,50                | 56                | 9,0                         |
| 3,20...3,55   | 4,0                         | 20            | 2,5                       | 0,60...0,80          | 56                | 12,0                        |
| 3,55...4,20   | 4,5                         | 21            | 2,8                       | ≤0,50                | 63                | 10,0                        |
| 3,55...4,20   | 4,5                         | 21            | 2,8                       | 0,60...0,80          | 63                | 13,0                        |
| 4,20...4,55   | 6,0                         | 25            | 3,5                       | ≤0,60                | 70                | 12,0                        |
| 4,20...4,55   | 6,0                         | 25            | 3,5                       | 0,70...0,80          | 70                | 16,0                        |
| 4,55...5,00   | 6,0                         | 25            | 3,5                       | ≤0,75                | 70                | 12,0                        |
| 4,55...5,00   | 6,0                         | 25            | 3,5                       | 0,80...1,00          | 70                | 16,0                        |
| 5,00...5,60   | 6,0                         | 30            | 4,0                       | ≤0,75                | 80                | 12,0                        |
| 5,00...5,60   | 6,0                         | 30            | 4,0                       | 0,80...1,00          | 80                | 17,0                        |
| 5,60...6,10   | 6,0                         | 30            | 4,5                       | ≤0,80                | 80                | 14,0                        |
| 5,60...6,10   | 6,0                         | 30            | 4,5                       | 1,0                  | 80                | 19,0                        |
| 6,10...6,40   | 7,0                         | 30            | 4,5                       | ≤0,80                | 80                | 14,0                        |
| 6,10...6,40   | 7,0                         | 30            | 4,5                       | 1,00...1,25          | 80                | 19,0                        |
| 6,40...7,00   | 7,0                         | 30            | 5,5                       | ≤0,80                | 80                | 14,0                        |
| 6,40...7,00   | 7,0                         | 30            | 5,5                       | 1,00...1,25          | 80                | 19,0                        |
| 7,00...8,00   | 8,0                         | 30            | 6,0                       | ≤0,80                | 80                | 18,0                        |
| 7,00...8,00   | 8,0                         | 35            | 6,0                       | 1,00...1,50          | 90                | 22,0                        |
| 8,00...9,00   | 9,0                         | 30            | 7,0                       | ≤0,80                | 90                | 18,0                        |
| 8,00...9,00   | 9,0                         | 35            | 7,0                       | 1,00...1,50          | 90                | 22,0                        |
| 9,00...10,15  | 10,0                        | 35            | 7,0                       | ≤1,00                | 90                | 20,0                        |
| 9,00...10,15  | 10,0                        | 39            | 7,0                       | 1,25...1,50          | 100               | 24,0                        |
| 10,15...11,15 | —                           | —             | 8,0                       | 0,25...1,00          | 90                | 20,0                        |
| 10,15...11,15 | —                           | —             | 8,0                       | 1,25...1,75          | 100               | 24,0                        |
| 11,15...12,80 | —                           | —             | 9,0                       | 0,25...1,50          | 100               | 22,0                        |
| 11,15...12,80 | —                           | —             | 9,0                       | 1,75...2,00          | 110               | 28,0                        |
| 12,80...14,35 | —                           | —             | 11,0                      | 0,25...1,50          | 100               | 22,0                        |
| 12,80...14,35 | —                           | —             | 11,0                      | 1,75...2,00          | 110               | 30,0                        |
| 14,35...17,10 | —                           | —             | 12,0                      | 0,25...1,50          | 100               | 22,0                        |
| 14,35...17,10 | —                           | —             | 12,0                      | 1,75...2,00          | 110               | 32,0                        |
| 17,10...19,10 | —                           | —             | 14,0                      | 0,25...1,50          | 110               | 25,0                        |
| 17,10...19,10 | —                           | —             | 14,0                      | 1,75...2,50          | 125               | 34,0                        |
| 19,10...21,15 | —                           | —             | 16,0                      | 0,25...1,75          | 125               | 25,0                        |
| 19,10...21,15 | —                           | —             | 16,0                      | 2,00...2,50          | 140               | 34,0                        |
| 21,15...23,00 | —                           | —             | 18,0                      | 0,25...1,75          | 125               | 25,0                        |
| 21,15...23,00 | —                           | —             | 18,0                      | 2,00...2,50          | 140               | 34,0                        |
| 23,00...26,00 | —                           | —             | 18,0                      | 0,25...2,00          | 140               | 28,0                        |
| 23,00...26,00 | —                           | —             | 18,0                      | 2,50...3,00          | 160               | 38,0                        |
| 26,00...28,15 | —                           | —             | 20,0                      | 0,25...2,00          | 140               | 28,0                        |
| 26,00...28,15 | —                           | —             | 20,0                      | 2,50...3,00          | 160               | 38,0                        |
| 28,15...30,20 | —                           | —             | 22,0                      | 0,25...2,00          | 150               | 28,0                        |
| 28,15...30,20 | —                           | —             | 22,0                      | 2,50...3,50          | 180               | 45,0                        |
| 30,20...32,00 | —                           | —             | 22,0                      | 0,25...2,00          | 150               | 28,0                        |
| 30,20...32,00 | —                           | —             | 22,0                      | 2,50...3,50          | 180               | 50,0                        |
| 32,00...33,30 | —                           | —             | 25,0                      | 0,25...2,00          | 160               | 30,0                        |
| 32,00...33,30 | —                           | —             | 25,0                      | 2,50...3,50          | 180               | 50,0                        |
| 33,30...38,20 | —                           | —             | 28,0                      | 0,25...2,00          | 170               | 30,0                        |
| 33,30...38,20 | —                           | —             | 28,0                      | 2,50...4,50          | 200               | 56,0                        |
| 38,20...42,00 | —                           | —             | 32,0                      | 0,25...2,00          | 170               | 30,0                        |
| 38,20...42,00 | —                           | —             | 32,0                      | 2,50...4,50          | 200               | 60,0                        |
| 42,00...45,00 | —                           | —             | 36,0                      | 0,25...2,00          | 180               | 32,0                        |
| 42,00...45,00 | —                           | —             | 36,0                      | 2,50...3,00          | 200               | 50,0                        |
| 42,00...45,00 | —                           | —             | 36,0                      | 3,50...5,00          | 220               | 69,0                        |
| 45,00...50,00 | —                           | —             | 36,0                      | 0,25...2,00          | 190               | 82,0                        |
| 45,00...50,00 | —                           | —             | 36,0                      | 2,50...3,00          | 225               | 50,0                        |
| 45,00...50,00 | —                           | —             | 36,0                      | 3,50...5,00          | 250               | 70,0                        |



## Особенности отдельных стандартов

### DIN 371

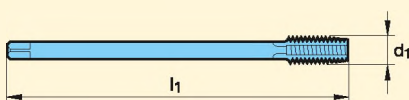
основные размеры DIN 2184-1



Стандарт для машинных метчиков для метрической резьбы ISO с основным и мелким шагом с усиленным хвостовиком. Длинная серия. Исполнение хвостовика соответствует расположенным рядом диапазонам диаметров (мм).

### DIN 376

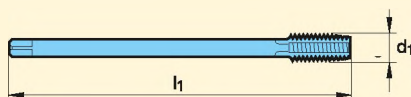
основные размеры DIN 2184-1



Стандарт для машинных метчиков для метрической резьбы ISO, с удлиненным заниженным хвостовиком (гаечный метчик). Длинная серия. Диапазон диаметров  $d_1 = 1,6 \dots 68$  мм ( $\leq \text{Ø M3}$ , исполнение хвостовика без четырехгранника)

### DIN 374

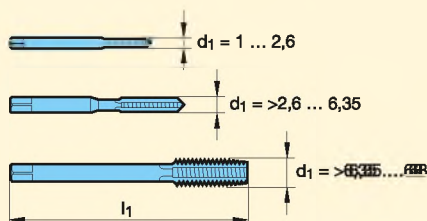
основные размеры DIN 2184-1



Стандарт для ручных метчиков для метрической резьбы ISO с мелким шагом, с удлиненным заниженным хвостовиком (гаечный метчик). Длинная серия. Диапазон диаметров  $d_1 = 3 \dots 52$  мм

### DIN 352

основные размеры DIN 2184-2



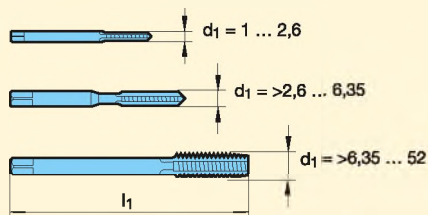
Стандарт для ручных и машинных метчиков для метрической резьбы ISO. Короткая серия. Исполнение хвостовика соотв. расположенным рядом диапазонам диаметров (мм).



## Особенности отдельных стандартов

### DIN 2181

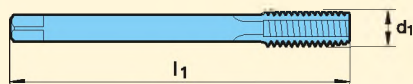
основные размеры DIN 2184-2



Стандарт для ручных и машинных метчиков для метрической резьбы ISO с мелким шагом. Короткая серия. Исполнение хвостовика соотв. расположенным рядом диапазонам диаметров (мм).

### DIN 5156

основные размеры DIN 2184-1



Стандарт для машинных метчиков для трубной резьбы G по DIN ISO 228 и для трубной резьбы Whitworth по DIN 2999. Длинная серия.

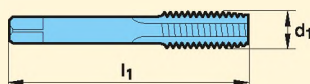
Диапазоны диаметров:

Трубная резьба G G 1/16" ... G 4"

Резьба Whitworth Rp 1/16" ... Rp 4"

### DIN 5157

основные размеры DIN 2184-2



Стандарт для машинных метчиков и для трубной резьбы G по DIN ISO 228 и для трубной резьбы Витворт по DIN EN 10 226-1. Короткая серия.

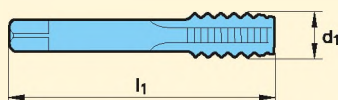
Диапазоны диаметров:

Трубная резьба G G 1/16" ... G 4"

Резьба Whitworth Rp 1/16" ... Rp 4"

### DIN 40 432

основные размеры DIN 2184-2



Стандарт для машинных метчиков для резьбы в стальной арматуре по DIN 40 430. Короткая серия.

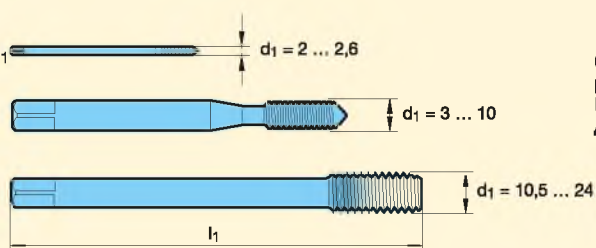
Диапазон диаметров:

Pg 7 (12,5 мм) ... Pg 48 (59,3 мм)

Заменен на DIN 374 ISO 3 6 G.

**DIN 2174**

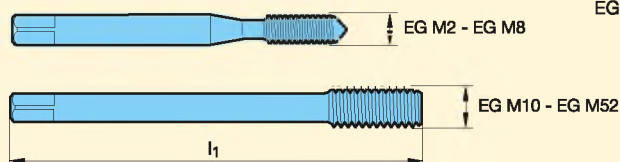
основные размеры DIN 2184-1



Стандарт для бесстружечных метчиков для метрической резьбы ISO с основным и мелким шагом. Длинная серия. Исполнение хвостовика соотв. расположенным рядом диапазонам диаметров (мм).

**DIN 40 435**

основные размеры DIN 2184-1



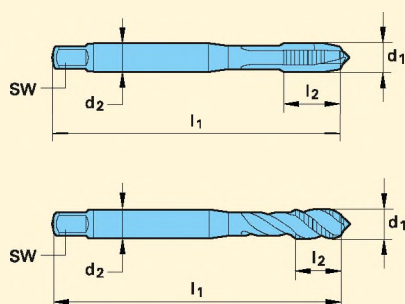
Стандарт для машинных метчиков под резьбовставки (EG) для метрической резьбы согласно DIN 8149. Со стандартным шагом EG M2 до EG M52 и с мелким шагом EG M8x1 до M48x3.





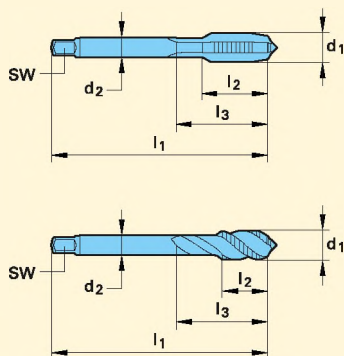
## DIN - Международные стандарты

### DIN 2184-1 DIN 2184-2

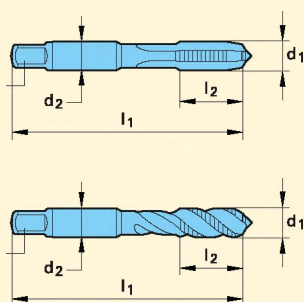


### JIS B 4430

Japan Industrial Standard

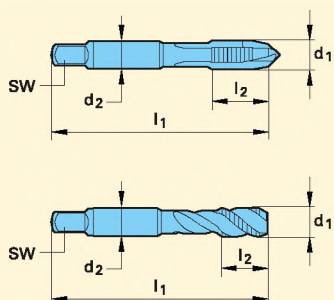


### ISO 529



### ASME B94.9

The American Society of  
Mechanical Engineers



Резьбонарезной  
инструмент



# Характеристики различных типов резьбы

| Эскиз профиля  | Стандарт          | Применение  |
|--|-------------------|---|
| <b>M метрическая резьба ISO</b>  |                   |   |
|  | DIN 13-1          | Общепринятая основная резьба                                      |
| <b>UNC Стандартная крупная дюймовая резьба</b>   |                   |   |
|  | ASME B1.1         | Общепринятая основная резьба UN                                   |
| <b>UNEF Стандартная дюймовая резьба с особо мелким шагом</b>                           |                   |   |
|  | ASME B1.1         | Общепринятая UN резьба с особо мелким шагом                       |
| <b>G Цилиндрическая трубная резьба для не уплотняющих по резьбе соединений</b>         |                   |   |
|  | DIN EN ISO 228-1  | Резьба для труб, трубных соединений и арматуры                    |
| <b>TR метрическая трапецидальная резьба ISO</b>  |                   |   |
|  | DIN 103           | Общие сведения, втягивающие зажимные цанги<br>Рельсовый транспорт |
| <b>W цилиндрическая резьба Витворта</b>  |                   |   |
|  | DIN 477           | Боковой штуцер и принадлежности для вентилей газовых баллонов     |
| <b>NPT Американская стандартная трубная дюймовая резьба коническая с уплотнителями</b> |                   |   |
|  | ANSI/ASME B1.20.1 | Резьбовые трубы и фитинги   |

| Эскиз профиля   | Стандарт  | Применение   |
|---|---|--|
| <b>MF метрическая точная резьба ISO</b>   |   |  |
|   | DIN 13-2 до DIN 13-11                               | Общепринятая резьба с мелким шагом   |
| <b>UNF Стандартная дюймовая резьба с мелким шагом</b>                                     |   |  |
|   | ASME B 1.1<br>Метрическая трапецидальная резьба ISO | Общепринятая UN резьба с мелким шагом  |
| <b>UNS стандартная специальная дюймовая резьба</b>  |   |  |
|   | ASME B1.1   | Общепринятая UN специальная резьба   |
| <b>PG Резьба стальных панцирных труб</b>  |   |  |
|   | DIN 40430<br>Цилиндрическая крупная резьба          | электротехника   |
| <b>S метрическая упорная резьба</b>   |   |  |
|   | DIN 513   | При восприятии односторонне действующих сил                                      |
| <b>W коническая резьба Витворта</b>   |   |  |
|   | DIN 477   | Вворачиваемые штуцеры и горловины газовых баллонов для вентилей газовых баллонов |
| <b>NPTF Американская стандартная дюймовая трубная резьба уплотняемая всухую по конусу</b> |   |  |
|   | ANSI B1.20.3  | трубы с резьбой и фитинги  |

# Характеристики различных типов резьбы



| Эскиз профиля   | Стандарт   | Применение   |
|---|--|--|
| <b>BSW цилиндрическая резьба Витворта</b>               |  |  |
|   | B.S. 84<br>Британский стандарт   | резьбы для труб<br>трубных соединений и<br>арматуры  |
| <b>BSP Цилиндрическая трубная резьба (идентично G)</b>  |  |  |
|   | B.S. 93<br>Британский стандарт   | резьбы для труб<br>трубных соединений и<br>арматуры  |
| <b>R Наружная трубная коническая резьба Витворта</b>    |  |  |
|   | DIN EN 10226-1<br>(основано на ISO 7-1)<br>взамен DIN 2999-1   | Наружная резьба для<br>труб с резьбой и<br>фиттингов<br>(для уплотняемых по резьбе соединений)   |
| <b>Rc Внутренняя трубная коническая резьба Витворта</b> |  |  |
|   | DIN EN 10226-2<br>(почти не применяемая в Европе,<br>взаимозаменяемая с<br>трубной резьбой по ISO 7-1) | Внутренняя резьба для<br>труб с резьбой и<br>фиттингов<br>(для уплотняемых по резьбе соединений) |
| <b>MJ Метрическая резьба</b>                            |  |  |
|   | DIN ISO - 5855<br>- 1  | Для аэрокосмической промышленности   |
| <b>Vg Резьба для вентиля</b>                            |  |  |
|   | DIN 7756   | Вентили для автомобильных шин<br>Картер раздаточной коробки                                      |
| <b>MFS</b>  |  |  |
|   | DIN 8141   | Глухая посадка в<br>алюминиевых сплавах  |

| Эскиз профиля   | Стандарт   | Применение   |
|---|--|--|
| <b>BSF Цилиндрическая резьба Витворта с мелким шагом</b>    |  |  |
|   | B.S. 84<br>Британская стандартная резьба с мелким шагом      | шагом для труб, трубных соединений и арматуры  |
| <b>BSPT Коническая трубная резьба (идентично Rc)</b>        |  |  |
|   | B.S. 93<br>Британский стандарт                               | Внутренняя резьба для резьбовых труб и фиттингов   |
| <b>Rp Цилиндрическая трубная внутренняя резьба Витворта</b> |  |  |
|   | DIN EN 10226-1<br>(основано на ISO 7-1)<br>взамен DIN 2999-1 | Внутренняя резьба для резьбовых труб и фиттингов<br>(для уплотняемых по резьбе соединений) |
| <b>RD Цилиндрическая круглая резьба</b>                     |  |  |
|   | DIN 405  | Общие сведения, грузоподъемные крюки, горная промышленность, пищевая промышленность        |
| <b>UNJ Дюймовая резьба</b>                                  |  |  |
|   | ISO 3161   | Для аэрокосмической промышленности   |
| <b>MSG Запорная резьба для гаек</b>                         |  |  |
|   | Заводской стандарт   | Самоконтрящаяся резьба, Картер КПП, и т.п.   |







# Внутренний диаметр отверстия и диаметр сверления

## Внутренний диаметр отверстия для нарезания резьбы

| Метрическая резьба с основным шагом DIN 13 |       |                         |                    |        | Метрическая резьба с мелким шагом DIN 13 |       |                         |                   |        | UNC-резьба ASME B1.1 |         |                         |                   |        |
|--|-------|-------------------------|--------------------|--------|--|-------|-------------------------|-------------------|--------|----------------------|---------|-------------------------|-------------------|--------|
| номин. Ø                                   | шаг P | внутр. диам. (Сверл.) Ø | внутр.-Ø гайка 6H* |        | номин. x шаг Ø                           | шаг P | внутр. диам. (Сверл.) Ø | внутр.-Ø гайка 6H |        | номин. Ø             | шаг P   | внутр. диам. (Сверл.) Ø | внутр.-Ø гайка 6H |        |
| М  | ММ    | ММ                      | ММ                 | ММ     | М  | ММ    | ММ                      | ММ                | ММ     | Нр.                  | на дюйм | внутр. диам. (Сверл.) Ø | внутр.-Ø гайка 2B | ММ     |
| M 1  | 0,25  | <b>0,75</b>             | 0,729              | 0,785  | M 2,5 x 0,35                             |       | <b>2,15</b>             | 2,121             | 2,221  | M 22 x 1,50          |         | <b>20,50</b>            | 20,376            | 20,676 |
| M 1,1                                      | 0,25  | <b>0,85</b>             | 0,829              | 0,885  | M 3,0 x 0,35                             |       | <b>2,65</b>             | 2,621             | 2,721  | M 22 x 2,00          |         | <b>20,00</b>            | 19,835            | 20,210 |
| M 1,2                                      | 0,25  | <b>0,95</b>             | 0,929              | 0,985  | M 3,5 x 0,35                             |       | <b>3,15</b>             | 3,121             | 3,221  | M 24 x 1,00          |         | <b>23,00</b>            | 22,917            | 23,153 |
| M 1,4                                      | 0,30  | <b>1,10</b>             | 1,075              | 1,142  | M 4,0 x 0,50                             |       | <b>3,50</b>             | 3,459             | 3,599  | M 24 x 1,50          |         | <b>22,50</b>            | 22,376            | 22,676 |
| M 1,6                                      | 0,35  | <b>1,25</b>             | 1,221              | 1,321  | M 4,5 x 0,50                             |       | <b>4,00</b>             | 3,959             | 4,099  | M 24 x 2,00          |         | <b>22,00</b>            | 21,835            | 22,210 |
| M 1,8                                      | 0,35  | <b>1,45</b>             | 1,421              | 1,521  | M 5,0 x 0,50                             |       | <b>4,50</b>             | 4,459             | 4,599  | M 25 x 1,00          |         | <b>24,00</b>            | 23,917            | 24,153 |
| M 2  | 0,40  | <b>1,60</b>             | 1,567              | 1,679  | M 5,5 x 0,50                             |       | <b>5,00</b>             | 4,959             | 5,099  | M 25 x 1,50          |         | <b>23,50</b>            | 23,376            | 23,676 |
| M 2,2                                      | 0,45  | <b>1,75</b>             | 1,713              | 1,838  | M 6,0 x 0,75                             |       | <b>5,20</b>             | 5,188             | 5,378  | M 25 x 2,00          |         | <b>23,00</b>            | 22,835            | 23,210 |
| M 2,5                                      | 0,45  | <b>2,05</b>             | 2,013              | 2,138  | M 7,0 x 0,75                             |       | <b>6,20</b>             | 6,188             | 6,378  | M 27 x 1,00          |         | <b>26,00</b>            | 25,917            | 26,153 |
| M 3  | 0,50  | <b>2,50</b>             | 2,459              | 2,599  | M 8,0 x 0,50                             |       | <b>7,50</b>             | 7,459             | 7,599  | M 27 x 1,50          |         | <b>25,50</b>            | 25,376            | 25,676 |
| M 3,5                                      | 0,60  | <b>2,90</b>             | 2,850              | 3,010  | M 8,0 x 0,75                             |       | <b>7,20</b>             | 7,188             | 7,378  | M 27 x 2,00          |         | <b>25,00</b>            | 24,835            | 25,210 |
| M 4  | 0,70  | <b>3,30</b>             | 3,242              | 3,422  | M 8,0 x 1,00                             |       | <b>7,00</b>             | 6,917             | 7,153  | M 28 x 1,00          |         | <b>27,00</b>            | 26,917            | 27,153 |
| M 4,5                                      | 0,75  | <b>3,70</b>             | 3,688              | 3,878  | M 9,0 x 0,75                             |       | <b>8,20</b>             | 8,188             | 8,378  | M 28 x 1,50          |         | <b>26,50</b>            | 26,376            | 26,676 |
| M 5  | 0,80  | <b>4,20</b>             | 4,134              | 4,334  | M 9,0 x 1,00                             |       | <b>8,00</b>             | 7,917             | 8,153  | M 28 x 2,00          |         | <b>26,00</b>            | 25,835            | 26,210 |
| M 6  | 1,00  | <b>5,00</b>             | 4,917              | 5,153  | M 10 x 0,75                              |       | <b>9,20</b>             | 9,188             | 9,378  | M 30 x 1,00          |         | <b>29,00</b>            | 28,917            | 29,153 |
| M 7  | 1,00  | <b>6,00</b>             | 5,917              | 6,153  | M 10 x 1,00                              |       | <b>9,00</b>             | 8,917             | 9,153  | M 30 x 1,50          |         | <b>28,50</b>            | 28,376            | 28,676 |
| M 8  | 1,25  | <b>6,80</b>             | 6,647              | 6,912  | M 10 x 1,25                              |       | <b>8,80</b>             | 8,647             | 8,912  | M 30 x 2,00          |         | <b>28,00</b>            | 27,835            | 28,210 |
| M 9  | 1,25  | <b>7,80</b>             | 7,647              | 7,912  | M 11 x 0,75                              |       | <b>10,20</b>            | 10,188            | 10,378 | M 30 x 3,00          |         | <b>27,00</b>            | 26,752            | 27,252 |
| M 10                                       | 1,50  | <b>8,50</b>             | 8,376              | 8,676  | M 11 x 1,00                              |       | <b>10,00</b>            | 9,917             | 10,153 | M 32 x 1,50          |         | <b>30,50</b>            | 30,376            | 30,676 |
| M 11                                       | 1,50  | <b>9,50</b>             | 9,376              | 9,676  | M 12 x 1,00                              |       | <b>11,00</b>            | 10,917            | 11,153 | M 32 x 2,00          |         | <b>30,00</b>            | 29,835            | 30,210 |
| M 12                                       | 1,75  | <b>10,20</b>            | 10,106             | 10,441 | M 12 x 1,25                              |       | <b>10,80</b>            | 10,647            | 10,912 | M 33 x 1,50          |         | <b>31,50</b>            | 31,376            | 31,676 |
| M 14                                       | 2,00  | <b>12,00</b>            | 11,835             | 12,210 | M 12 x 1,50                              |       | <b>10,50</b>            | 10,376            | 10,676 | M 33 x 2,00          |         | <b>31,00</b>            | 30,835            | 31,210 |
| M 16                                       | 2,00  | <b>14,00</b>            | 13,835             | 14,210 | M 14 x 1,00                              |       | <b>13,00</b>            | 12,917            | 13,153 | M 33 x 3,00          |         | <b>30,00</b>            | 29,752            | 30,252 |
| M 18                                       | 2,50  | <b>15,50</b>            | 15,294             | 15,744 | M 14 x 1,25                              |       | <b>12,80</b>            | 12,647            | 12,912 | M 35 x 1,50          |         | <b>33,50</b>            | 33,376            | 33,676 |
| M 20                                       | 2,50  | <b>17,50</b>            | 17,294             | 17,744 | M 14 x 1,50                              |       | <b>12,50</b>            | 12,376            | 12,676 | M 36 x 1,50          |         | <b>34,50</b>            | 34,376            | 34,676 |
| M 22                                       | 2,50  | <b>19,50</b>            | 19,294             | 19,744 | M 15 x 1,00                              |       | <b>14,00</b>            | 13,917            | 14,153 |                      |         |                         |                   |        |
| M 24                                       | 3,00  | <b>21,00</b>            | 20,752             | 21,252 | M 15 x 1,50                              |       | <b>13,50</b>            | 13,376            | 13,676 |                      |         |                         |                   |        |
| M 27                                       | 3,00  | <b>24,00</b>            | 23,752             | 24,252 | M 16 x 1,00                              |       | <b>15,00</b>            | 14,917            | 15,153 |                      |         |                         |                   |        |
| M 30                                       | 3,50  | <b>26,50</b>            | 26,211             | 26,771 | M 16 x 1,25                              |       | <b>14,80</b>            | 14,647            | 14,912 |                      |         |                         |                   |        |
| M 33                                       | 3,50  | <b>29,50</b>            | 29,211             | 29,771 | M 16 x 1,50                              |       | <b>14,50</b>            | 14,376            | 14,676 |                      |         |                         |                   |        |
| M 36                                       | 4,00  | <b>32,00</b>            | 31,670             | 32,270 | M 17 x 1,00                              |       | <b>16,00</b>            | 15,917            | 16,153 |                      |         |                         |                   |        |
| M 39                                       | 4,00  | <b>35,00</b>            | 34,670             | 35,270 | M 17 x 1,50                              |       | <b>15,50</b>            | 15,376            | 15,676 |                      |         |                         |                   |        |
| M 42                                       | 4,50  | <b>37,50</b>            | 37,129             | 37,799 | M 18 x 1,00                              |       | <b>17,00</b>            | 16,917            | 17,153 |                      |         |                         |                   |        |
| M 45                                       | 4,50  | <b>40,50</b>            | 40,129             | 40,799 | M 18 x 1,50                              |       | <b>16,50</b>            | 16,376            | 16,676 |                      |         |                         |                   |        |
| M 48                                       | 5,00  | <b>43,00</b>            | 42,587             | 43,297 | M 20 x 1,00                              |       | <b>19,00</b>            | 18,917            | 19,153 |                      |         |                         |                   |        |
| M 52                                       | 5,00  | <b>47,00</b>            | 46,587             | 47,297 | M 20 x 1,50                              |       | <b>18,50</b>            | 18,376            | 18,676 |                      |         |                         |                   |        |
| M 56                                       | 5,50  | <b>50,50</b>            | 50,046             | 50,796 | M 20 x 2,00                              |       | <b>18,00</b>            | 17,835            | 18,210 |                      |         |                         |                   |        |
|  |       |                         |                    |        | M 22 x 1,00                              |       | <b>21,00</b>            | 20,917            | 21,153 |                      |         |                         |                   |        |

\* М 1,1 до М 1,4 диаметр внутренней резьбы 5H

| MJ-резьба DIN ISO 5855 |         |                         |                    |        | UNJC-резьба ISO 3161 |         |                         |                   |        | UNJF-резьба ISO 3161 |         |                         |                   |        |
|------------------------|---------|-------------------------|--------------------|--------|----------------------|---------|-------------------------|-------------------|--------|----------------------|---------|-------------------------|-------------------|--------|
| номин. Ø               | x шаг P | внутр. диам. (Сверл.) Ø | внутр.-Ø гайка 5H* |        | номин. Ø             | на дюйм | внутр. диам. (Сверл.) Ø | внутр.-Ø гайка 3B |        | номин. Ø             | на дюйм | внутр. диам. (Сверл.) Ø | внутр.-Ø гайка 3B |        |
| ММ                     | ММ      | ММ                      | ММ                 | ММ     | Нр.                  |         | ММ                      | ММ                | ММ     | Нр.                  |         | ММ                      | ММ                | ММ     |
| MJ 3                   | x 0,50  | <b>2,60</b>             | 2,513              | 2,653  | Nr. 6                | - 32    | <b>2,85</b>             | 2,733             | 2,939  | Nr. 6                | - 40    | <b>3,00</b>             | 2,888             | 3,053  |
| MJ 4                   | x 0,70  | <b>3,40</b>             | 3,318              | 3,498  | Nr. 8                | - 32    | <b>3,55</b>             | 3,393             | 3,599  | Nr. 8                | - 36    | <b>3,60</b>             | 3,480             | 3,663  |
| MJ 5                   | x 0,80  | <b>4,30</b>             | 4,221              | 4,421  | Nr. 10               | - 24    | <b>4,00</b>             | 3,795             | 4,064  | Nr. 10               | - 32    | <b>4,20</b>             | 4,054             | 4,255  |
| MJ 6                   | x 0,50  | <b>5,55</b>             | 5,513              | 5,625  | Nr. 12               | - 24    | <b>4,80</b>             | 4,455             | 4,704  | Nr. 12               | - 28    | <b>4,75</b>             | 4,602             | 4,816  |
| MJ 6                   | x 0,75  | <b>5,35</b>             | 5,269              | 5,419  | 1/4                  | - 20    | <b>5,30</b>             | 5,113             | 5,387  | 1/4                  | - 28    | <b>5,60</b>             | 5,466             | 5,662  |
| MJ 6                   | x 1,00  | <b>5,10</b>             | 5,026              | 5,216  | 5/16                 | - 18    | <b>6,75</b>             | 6,563             | 6,833  | 5/16                 | - 24    | <b>7,00</b>             | 6,906             | 7,109  |
| MJ 8                   | x 0,50  | <b>7,55</b>             | 7,513              | 7,625  | 3/8                  | - 16    | <b>8,20</b>             | 7,978             | 8,255  | 3/8                  | - 24    | <b>8,60</b>             | 8,494             | 8,679  |
| MJ 8                   | x 0,75  | <b>7,35</b>             | 7,269              | 7,419  | 7/16                 | - 14    | <b>9,60</b>             | 9,346             | 9,639  | 7/16                 | - 20    | <b>10,00</b>            | 9,876             | 10,084 |
| MJ 8                   | x 1,00  | <b>7,10</b>             | 7,026              | 7,216  | 1/2                  | - 13    | <b>11,00</b>            | 10,798            | 11,095 | 1/2                  | - 20    | <b>11,60</b>            | 11,463            | 11,661 |
| MJ 8                   | x 1,25  | <b>6,90</b>             | 6,782              | 6,994  | 9/16                 | - 12    | <b>12,40</b>            | 12,228            | 12,482 | 9/16                 | - 18    | <b>13,00</b>            | 12,913            | 13,122 |
| MJ 10                  | x 1,00  | <b>9,10</b>             | 9,026              | 9,216  | 5/8                  | - 11    | <b>13,80</b>            | 13,627            | 13,904 | 5/8                  | - 18    | <b>14,60</b>            | 14,501            | 14,702 |
| MJ 10                  | x 1,25  | <b>8,90</b>             | 8,782              | 8,994  |                      |         |                         |                   |        |                      |         |                         |                   |        |
| MJ 10                  | x 1,50  | <b>8,60</b>             | 8,539              | 8,775  |                      |         |                         |                   |        |                      |         |                         |                   |        |
| MJ 12                  | x 1,75  | <b>10,40</b>            | 10,295             | 10,560 |                      |         |                         |                   |        |                      |         |                         |                   |        |
| MJ 16                  | x 2,00  | <b>14,20</b>            | 14,051             | 14,351 |                      |         |                         |                   |        |                      |         |                         |                   |        |

\* MJ 3 x 0,50! до MJ 5 x 0,80 диаметр внутренней резьбы 6H



## Внутренний диаметр отверстия и диаметр сверления



| UNF-резьба<br>ASME B1.1 |            |  |                      |             | BSW (Whitworth)-<br>резьба BS84 |            |                                   |                   |             | (Whitworth-) Трубная резьба<br>(согласно DIN-ISO 228-1) |            |  |                   |             | Резьба для стальной арматуры<br>по DIN 40430 |            |                                   |                   |             |  |
|-------------------------|------------|--|----------------------|-------------|---------------------------------|------------|-----------------------------------|-------------------|-------------|---|------------|--|-------------------|-------------|--|------------|-----------------------------------|-------------------|-------------|--|
| НОМИН.<br>Ø             | НИТОК      | ВНУТР.<br>ДИАМ.<br>(Сверл.)<br>DIN 336<br>ММ | ВНУТР.-Ø<br>ГАЙКА 2В |             | НОМИН.<br>Ø                     | НИТОК      | ВНУТР.<br>ДИАМ.<br>(Сверл.)<br>ММ | ВНУТР.-Ø<br>ГАЙКА |             | НОМИН.<br>Ø   | НИТОК      | ВНУТР.<br>ДИАМ.<br>(Сверл.)<br>DIN 336<br>ММ | ВНУТР.-Ø<br>ГАЙКА |             | НОМИН.<br>Ø                                  | НИТОК      | ВНУТР.<br>ДИАМ.<br>(Сверл.)<br>ММ | ВНУТР.-Ø<br>ГАЙКА |             |  |
|                         | НА<br>ДЮЙМ |  | МИН.<br>ММ           | МАКС.<br>ММ |                                 | НА<br>ДЮЙМ |                                   | МИН.<br>ММ        | МАКС.<br>ММ |   | НА<br>ДЮЙМ |  | МИН.<br>ММ        | МАКС.<br>ММ |  | НА<br>ДЮЙМ |                                   | МИН.<br>ММ        | МАКС.<br>ММ |  |
| Nr. 1 - 72              |            | 1,55   | 1,473                | 1,610       | W 1/16                          | 60         | 1,20                              | 1,045             | 1,230       | G 1 1/16  | 28         | 6,80   | 6,561             | 6,843       | Pg 7   | 20         | 11,40                             | 11,280            | 11,430      |  |
| Nr. 2 - 64              |            | 1,85   | 1,755                | 1,910       | W 3/32                          | 48         | 1,80                              | 1,704             | 1,912       | G 1/8   | 28         | 8,80   | 8,566             | 8,848       | Pg 9   | 18         | 14,00                             | 13,860            | 14,010      |  |
| Nr. 3 - 56              |            | 2,15   | 2,024                | 2,197       | W 1/8                           | 40         | 2,50                              | 2,362             | 2,591       | G 1/4   | 19         | 11,80  | 11,445            | 11,890      | Pg 11  | 18         | 17,30                             | 17,260            | 17,410      |  |
| Nr. 4 - 48              |            | 2,40   | 2,271                | 2,459       | W 5/32                          | 32         | 3,20                              | 2,952             | 3,214       | G 3/8   | 19         | 15,25  | 14,950            | 15,395      | Pg 13,5                                      | 18         | 19,00                             | 19,060            | 19,210      |  |
| Nr. 5 - 44              |            | 2,70   | 2,550                | 2,741       | W 3/16                          | 24         | 3,60                              | 3,407             | 3,745       | G 1/2   | 14         | 19,00  | 18,631            | 19,172      | Pg 16  | 18         | 21,30                             | 21,160            | 21,310      |  |
| Nr. 6 - 40              |            | 2,95   | 2,819                | 3,023       | W 7/32                          | 24         | 4,50                              | 4,201             | 4,539       | G 5/8   | 14         | 21,00  | 20,587            | 21,128      | Pg 21  | 16         | 26,90                             | 26,780            | 27,030      |  |
| Nr. 8 - 36              |            | 3,50   | 3,404                | 3,607       | W 1/4                           | 20         | 5,10                              | 4,724             | 5,156       | G 3/4   | 14         | 24,50  | 24,117            | 24,658      | Pg 29  | 16         | 35,50                             | 35,480            | 35,730      |  |
| Nr. 10 - 32             |            | 4,10   | 3,962                | 4,166       | W 5/16                          | 18         | 6,50                              | 6,130             | 6,590       | G 7/8   | 14         | 28,25  | 27,877            | 28,418      | Pg 36  | 16         | 45,50                             | 45,480            | 45,730      |  |
| Nr. 12 - 28             |            | 4,60   | 4,496                | 4,724       | W 3/8                           | 16         | 7,90                              | 7,492             | 7,987       | G 1   | 11         | 30,75  | 30,291            | 30,931      | Pg 42  | 16         | 52,50                             | 52,480            | 52,730      |  |
| 1/4 - 28                |            | 5,50   | 5,359                | 5,588       | W 7/16                          | 14         | 9,20                              | 8,789             | 9,330       | G 1 1/8   | 11         | 35,50  | 34,939            | 35,579      | Pg 48  | 16         | 57,80                             | 57,780            | 58,030      |  |
| 5/16 - 24               |            | 6,90   | 6,782                | 7,036       | W 1/2                           | 12         | 10,50                             | 9,989             | 10,591      | G 1 1/4   | 11         | 39,50  | 38,952            | 39,592      |  |            |                                   |                   |             |  |
| 3/8 - 24                |            | 8,50   | 8,382                | 8,636       | W 9/16                          | 12         | 12,00                             | 11,577            | 12,179      | G 1 1/2   | 11         | 45,25  | 44,845            | 45,485      |  |            |                                   |                   |             |  |
| 7/16 - 20               |            | 9,90   | 9,728                | 10,033      | W 5/8                           | 11         | 13,50                             | 12,918            | 13,558      | G 1 3/4   | 11         | 51,00  | 50,788            | 51,428      |  |            |                                   |                   |             |  |
| 1/2 - 20                |            | 11,50  | 11,328               | 11,608      | W 3/4                           | 10         | 16,25                             | 15,797            | 16,483      | G 2   | 11         | 57,00  | 56,656            | 57,296      |  |            |                                   |                   |             |  |
| 9/16 - 18               |            | 12,90  | 12,751               | 13,081      | W 7/8                           | 9          | 19,25                             | 18,611            | 19,353      |   |            |  |                   |             |  |            |                                   |                   |             |  |
| 5/8 - 18                |            | 14,50  | 14,351               | 14,681      | W 1                             | 8          | 22,00                             | 21,334            | 22,147      |   |            |  |                   |             |  |            |                                   |                   |             |  |
| 3/4 - 16                |            | 17,50  | 17,323               | 17,678      | W 1 1/8                         | 7          | 24,50                             | 23,928            | 24,832      |   |            |  |                   |             |  |            |                                   |                   |             |  |
| 7/8 - 14                |            | 20,40  | 20,269               | 20,650      | W 1 1/4                         | 7          | 27,75                             | 27,103            | 28,007      |   |            |  |                   |             |  |            |                                   |                   |             |  |
| 1 - 12                  |            | 23,25  | 23,114               | 23,571      | W 1 3/8                         | 6          | 30,50                             | 29,504            | 30,528      |   |            |  |                   |             |  |            |                                   |                   |             |  |
| 1 1/8 - 12              |            | 26,50  | 26,289               | 26,746      | W 1 1/2                         | 6          | 33,50                             | 32,679            | 33,703      |   |            |  |                   |             |  |            |                                   |                   |             |  |
| 1 1/4 - 12              |            | 29,50  | 29,464               | 29,921      | W 1 5/8                         | 5          | 35,50                             | 34,769            | 35,963      |   |            |  |                   |             |  |            |                                   |                   |             |  |
| 1 3/8 - 12              |            | 32,75  | 32,639               | 33,096      | W 1 3/4                         | 5          | 39,00                             | 37,944            | 39,138      |   |            |  |                   |             |  |            |                                   |                   |             |  |
| 1 1/2 - 12              |            | 36,00  | 35,814               | 36,271      | W 2                             | 4,5        | 44,50                             | 43,571            | 44,877      |   |            |  |                   |             |  |            |                                   |                   |             |  |

## NPT ANSI B 2.1

## Американская коническая трубная резьба, конус 1:16

| Форма А<br>(по возможности не применять) | Форма В | номин.<br>Ø  | ниток<br>на<br>дюйм | Диам. отв.<br>цилинд. (А)<br>d <sub>1</sub> | Диам. отв.<br>конич. (В)<br>D <sub>1</sub> | Глубина резьбы<br>ЕТ<br>ММ | Глубина сверл.<br>ВТ<br>ММ |
|--|---------|--------------|---------------------|---|--|----------------------------|----------------------------|
|  |         | 1/16 - 27    |                     | <b>6,15</b>                                 | 6,39                                       | 9,29                       | 10,7                       |
|  |         | 1/8 - 27     |                     | <b>8,40</b>                                 | 8,74                                       | 9,32                       | 10,8                       |
|  |         | 1/4 - 18     |                     | <b>11,10</b>                                | 11,36                                      | 13,52                      | 15,6                       |
|  |         | 3/8 - 18     |                     | <b>14,30</b>                                | 14,80                                      | 13,83                      | 16,0                       |
|  |         | 1/2 - 14     |                     | <b>17,90</b>                                | 18,32                                      | 18,07                      | 20,8                       |
|  |         | 3/4 - 14     |                     | <b>23,30</b>                                | 23,67                                      | 18,55                      | 21,3                       |
|  |         | 1 - 11,5     |                     | <b>29,00</b>                                | 29,69                                      | 22,29                      | 25,6                       |
|  |         | 1 1/4 - 11,5 |                     | <b>37,70</b>                                | 38,45                                      | 22,80                      | 26,1                       |
|  |         | 1 1/2 - 11,5 |                     | <b>43,70</b>                                | 44,52                                      | 22,80                      | 26,1                       |
|  |         | 2 - 11,5     |                     | <b>55,60</b>                                | 56,56                                      | 23,20                      | 26,5                       |
|  |         | 2 1/2 - 8    |                     | <b>66,30</b>                                | 67,62                                      | 31,75                      | 36,3                       |
|  |         | 3 - 8        |                     | <b>82,30</b>                                | 83,52                                      | 33,74                      | 38,5                       |

| EG-Метрич. резьба с основн. и мелк. шагом<br>(EG M 14 x 1,25) для резьбовых вставок DIN 8140 |        |     |                              |                   | EG UNC (UNC-STI) резьба<br>для резьбовых вставок ASME B18.29.1 |            |                              |                   |             | EG UNF (UNF-STI)резьба<br>для резьбовых вставок ASME B18.29.1 |                              |                   |             |  |
|--|--------|-----|------------------------------|-------------------|--|------------|------------------------------|-------------------|-------------|---|------------------------------|-------------------|-------------|--|
| НОМИН.<br>Ø  | Х<br>Р | ШАГ | ВНУТР.<br>ДИАМ.<br>(СВЕРЛ.)Ø | ВНУТР.-Ø<br>ГАЙКА | НОМИН.<br>Ø  | НИТОК      | ВНУТР.<br>ДИАМ.<br>(СВЕРЛ.)Ø | ВНУТР.-Ø<br>ГАЙКА | НОМИН.<br>Ø | НИТОК   | ВНУТР.<br>ДИАМ.<br>(СВЕРЛ.)Ø | ВНУТР.-Ø<br>ГАЙКА |             |  |
|  |        | ММ  | ММ                           | МИН.<br>ММ        |  | НА<br>ДЮЙМ | ММ                           | МИН.<br>ММ        |             | НА<br>ДЮЙМ  | ММ                           | МИН.<br>ММ        | МАКС.<br>ММ |  |
| EG M 4   | 0,70   |     | 4,20                         | 4,152             | EG Nr. 6   | - 32       | 3,80                         | 3,678             | EG Nr. 6    | - 40  | 3,70                         | 3,644             | 3,818       |  |
| EG M 5   | 0,80   |     | 5,25                         | 5,174             | EG Nr. 8   | - 32       | 4,40                         | 4,338             | EG Nr. 8    | - 36  | 4,40                         | 4,321             | 4,498       |  |
| EG M 6   | 1,00   |     | 6,30                         | 6,217             | EG Nr. 10  | - 24       | 5,20                         | 5,055             | EG Nr. 10   | - 32  | 5,10                         | 4,999             | 5,184       |  |
| EG M 8   | 1,25   |     | 8,40                         | 8,271             | EG Nr. 12  | - 24       | 5,80                         | 5,715             | EG Nr. 12   | - 28  | 5,70                         | 5,682             | 5,809       |  |
| EG M10   | 1,50   |     | 10,50                        | 10,324            | EG 1/4   | - 20       | 6,70                         | 6,624             | EG 1/4      | - 28  | 6,60                         | 6,546             | 6,721       |  |
| EG M12   | 1,75   |     | 12,50                        | 12,379            | EG 5/16  | - 18       | 8,40                         | 8,242             | EG 5/16     | - 24  | 8,25                         | 8,166             | 8,352       |  |
| EG M14 x 1,25  | 1,25   |     | 14,40                        | 14,271            | EG 3/8   | - 16       | 10,00                        | 9,868             | EG 3/8      | - 24  | 9,80                         | 9,754             | 9,931       |  |
| EG M16   | 2,00   |     | 16,50                        | 16,433            | EG 7/16  | - 14       | 11,60                        | 11,506            | EG 7/16     | - 20  | 11,50                        | 11,389            | 11,585      |  |
|  |        |     |                              |                   | EG 1/2   | - 13       | 13,30                        | 13,122            | EG 1/2      | - 20  | 13,10                        | 12,974            | 13,172      |  |
|  |        |     |                              |                   | EG 9/16  | - 12       | 14,90                        | 14,747            | EG 9/16     | - 18  | 14,70                        | 14,592            | 14,798      |  |
|  |        |     |                              |                   | EG 5/8   | - 11       | 16,50                        | 16,375            | EG 5/8      | - 18  | 16,25                        | 16,180            | 16,386      |  |



# Внутренний диаметр отверстия и диаметр сверления

## Внутренние диаметры отверстий при формировании резьбы бесстружечными метчиками

| Метрическая резьба<br>DIN 13 |          |              |          |       |                       |        | Метрическая резьба с мелким шагом<br>DIN 13 |          |              |          |        |                       |             |               |          |              |          |        |                       |       |
|------------------------------|----------|--------------|----------|-------|-----------------------|--------|---|----------|--------------|----------|--------|-----------------------|-------------|---------------|----------|--------------|----------|--------|-----------------------|-------|
| номин.<br>Ø                  | шаг<br>P | Сверл.-<br>Ø | Сверло-Ø |       | внутр.-Ø<br>гайка 7H* |        | номин. x<br>Ø                               | шаг<br>P | Сверл.-<br>Ø | Сверло-Ø |        | внутр.-Ø<br>гайка 7H* |             | номин. x<br>Ø | шаг<br>P | Сверл.-<br>Ø | Сверло-Ø |        | внутр.-Ø<br>гайка 7H* |       |
|                              |          |              | мин.     | макс. | мин.                  | макс.  |   |          |              | мин.     | макс.  | мин.                  | макс.       |               |          |              | мин.     | макс.  | мин.                  | макс. |
|                              | ММ       | ММ           | ММ       | ММ    | ММ                    | ММ     |   | ММ       | ММ           | ММ       | ММ     | ММ                    | ММ          |               | ММ       | ММ           | ММ       | ММ     | ММ                    | ММ    |
| M 2                          | 0,40     | 1,85         | 1,83     | 1,87  | 1,567                 | 1,679  | M 2,5 x 0,35                                | 2,35     | 2,35         | 2,58     | 2,121  | 2,221                 | M 17 x 1,50 | 16,30         | 16,26    | 16,38        | 15,376   | 15,751 |                       |       |
| M 2,2                        | 0,45     | 2,00         | 1,98     | 2,02  | 1,713                 | 1,838  | M 3 x 0,35                                  | 2,85     | 2,85         | 2,88     | 2,621  | 2,721                 | M 18 x 1,00 | 17,55         | 17,52    | 17,62        | 16,917   | 17,217 |                       |       |
| M 2,5                        | 0,45     | 2,30         | 2,28     | 2,32  | 2,013                 | 2,138  | M 4 x 0,35                                  | 3,85     | 3,85         | 3,88     | 3,621  | 3,721                 | M 18 x 1,50 | 17,30         | 17,26    | 17,38        | 16,376   | 16,751 |                       |       |
| M 3                          | 0,50     | 2,80         | 2,78     | 2,84  | 2,459                 | 2,639  | M 4 x 0,50                                  | 3,80     | 3,77         | 3,83     | 3,459  | 3,639                 | M 18 x 2,00 | 17,10         | 17,05    | 17,20        | 15,835   | 16,310 |                       |       |
| M 3,5                        | 0,60     | 3,25         | 3,22     | 3,28  | 2,850                 | 3,050  | M 5 x 0,50                                  | 4,80     | 4,77         | 4,83     | 4,459  | 4,639                 | M 20 x 1,00 | 19,55         | 19,52    | 19,62        | 18,917   | 19,217 |                       |       |
| M 4                          | 0,70     | 3,70         | 3,67     | 3,76  | 3,242                 | 3,466  | M 5,5 x 0,50                                | 5,30     | 5,27         | 5,33     | 4,959  | 5,139                 | M 20 x 1,50 | 19,30         | 19,26    | 19,38        | 18,376   | 19,751 |                       |       |
| M 5                          | 0,80     | 4,65         | 4,62     | 4,68  | 4,134                 | 4,384  | M 6 x 0,75                                  | 5,65     | 5,62         | 5,70     | 5,188  | 5,424                 | M 24 x 1,00 | 23,55         | 23,52    | 23,62        | 22,917   | 23,217 |                       |       |
| M 6                          | 1,00     | 5,55         | 5,52     | 5,60  | 4,917                 | 5,217  | M 7 x 0,75                                  | 6,65     | 6,62         | 6,70     | 6,188  | 6,424                 | M 24 x 1,50 | 23,30         | 23,26    | 23,38        | 22,376   | 22,751 |                       |       |
| M 7                          | 1,00     | 6,55         | 6,52     | 6,60  | 5,917                 | 6,217  | M 8 x 0,75                                  | 7,65     | 7,62         | 7,70     | 7,188  | 7,424                 | M 24 x 2,00 | 23,10         | 23,05    | 23,20        | 21,835   | 22,310 |                       |       |
| M 8                          | 1,25     | 7,40         | 7,39     | 7,47  | 6,647                 | 6,982  | M 8 x 1,00                                  | 7,55     | 7,52         | 7,62     | 6,917  | 7,217                 | M 27 x 1,50 | 26,30         | 26,26    | 26,38        | 25,376   | 25,751 |                       |       |
| M 9                          | 1,25     | 8,40         | 8,39     | 8,47  | 7,647                 | 7,982  | M 9 x 0,75                                  | 8,65     | 8,62         | 8,70     | 8,188  | 8,424                 | M 30 x 1,50 | 29,30         | 29,26    | 29,38        | 28,376   | 28,751 |                       |       |
| M 10                         | 1,50     | 9,30         | 9,29     | 9,37  | 8,376                 | 8,751  | M 9 x 1,00                                  | 8,55     | 8,52         | 8,62     | 7,917  | 8,217                 | M 33 x 1,50 | 32,30         | 32,26    | 32,38        | 31,376   | 31,751 |                       |       |
| M 11                         | 1,50     | 10,30        | 10,29    | 10,37 | 9,376                 | 9,751  | M 10 x 0,75                                 | 9,65     | 9,62         | 9,70     | 9,188  | 9,424                 | M 36 x 1,50 | 35,30         | 35,26    | 35,38        | 34,376   | 34,751 |                       |       |
| M 12                         | 1,75     | 11,20        | 11,18    | 11,28 | 10,106                | 10,531 | M 10 x 1,00                                 | 9,55     | 9,52         | 9,62     | 8,917  | 9,217                 | M 39 x 1,50 | 38,30         | 38,26    | 38,38        | 37,376   | 37,751 |                       |       |
| M 14                         | 2,00     | 13,10        | 13,07    | 13,16 | 11,835                | 12,310 | M 10 x 1,25                                 | 9,40     | 9,36         | 9,47     | 8,647  | 8,982                 | M 42 x 1,50 | 41,30         | 41,26    | 41,38        | 40,376   | 40,751 |                       |       |
| M 16                         | 2,00     | 15,10        | 15,07    | 15,16 | 13,835                | 14,310 | M 11 x 0,75                                 | 10,65    | 10,62        | 10,70    | 10,188 | 10,424                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
| M 18                         | 2,50     | 16,90        | 16,85    | 17,00 | 15,294                | 15,854 | M 11 x 1,00                                 | 10,55    | 10,52        | 10,62    | 9,917  | 10,217                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
| M 20                         | 2,50     | 18,90        | 18,85    | 19,00 | 17,294                | 17,854 | M 12 x 1,00                                 | 11,55    | 11,52        | 11,62    | 10,917 | 11,217                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
| M 22                         | 2,50     | 20,90        | 20,85    | 21,00 | 19,294                | 19,854 | M 12 x 1,25                                 | 11,40    | 11,36        | 11,47    | 10,647 | 10,982                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
| M 24                         | 3,00     | 22,70        | 22,62    | 22,80 | 20,752                | 21,382 | M 12 x 1,50                                 | 11,30    | 11,26        | 11,38    | 10,376 | 10,751                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
| M 27                         | 3,00     | 25,70        | 25,62    | 25,80 | 23,752                | 24,382 | M 14 x 1,00                                 | 13,55    | 13,52        | 13,62    | 12,917 | 13,217                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
| M 30                         | 3,50     | 28,50        | 28,40    | 28,60 | 26,211                | 26,921 | M 14 x 1,25                                 | 13,40    | 13,36        | 13,47    | 12,647 | 12,982                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
| M 33                         | 3,50     | 31,50        | 31,40    | 31,60 | 29,211                | 29,921 | M 14 x 1,50                                 | 13,30    | 13,26        | 13,38    | 12,376 | 12,751                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
| M 36                         | 4,00     | 34,30        | 34,17    | 34,40 | 31,670                | 32,420 | M 15 x 1,00                                 | 14,55    | 14,52        | 14,62    | 13,917 | 14,217                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
| M 39                         | 4,00     | 37,30        | 37,17    | 37,40 | 34,670                | 35,420 | M 15 x 1,50                                 | 14,30    | 14,26        | 14,38    | 13,376 | 13,751                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
| M 42                         | 4,50     | 40,10        | 39,95    | 40,20 | 37,129                | 37,979 | M 16 x 1,00                                 | 15,55    | 15,52        | 15,62    | 14,917 | 15,217                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
|                              |          |              |          |       |                       |        | M 16 x 1,50                                 | 15,30    | 15,26        | 15,38    | 14,376 | 14,751                |             |               |          |              |          |        |                       |       |
|                              |          |              |          |       |                       |        | M 17 x 1,00                                 | 16,55    | 16,52        | 16,62    | 15,917 | 16,217                |             |               |          |              |          |        |                       |       |

\* M 2 до M 2,5 диаметр внутренней резьбы 6H

\* M 2,5 x 0,35 до M 4 x 0,35 диаметр внутренней резьбы 6H

### Точность внутреннего диаметра резьбы для обработки бесстружечными метчиками (по DIN 13, Часть 50)

Для обеспечения прочности резьбы не стоит стремиться к достижению допуска на внутренний диаметр резьбы 6H; точность 7H достаточна для того, чтобы перекрытие боковых поверхностей резьбы болта и гайки не превышало 0,32 x P. Кроме того, благодаря сохранению структуры волокон и наклепу, накатанные резьбы, как правило, имеют более высокую прочность, чем нарезанные резьбы.

## Внутренний диаметр отверстия и диаметр сверления



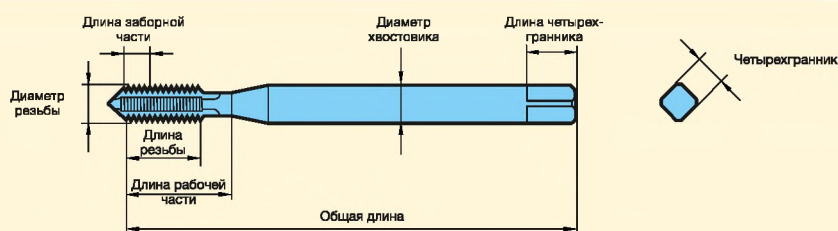
| UNC-Резьба<br>ASME B1.1 |              |            |             |                      |             |
|-------------------------|--------------|------------|-------------|----------------------|-------------|
| номин. ниток<br>Ø       | Свер.-<br>Ø  | Сверло-Ø   |             | внутр.-Ø<br>гайка 2В |             |
| на<br>дюйм              | ММ           | мин.<br>ММ | макс.<br>ММ | мин.<br>ММ           | макс.<br>ММ |
| Nr. 1 - 64              | <b>1,68</b>  | 1,67       | 1,70        | 1,425                | 1,580       |
| Nr. 2 - 56              | <b>1,98</b>  | 1,97       | 2,01        | 1,694                | 1,872       |
| Nr. 3 - 48              | <b>2,28</b>  | 2,27       | 2,32        | 1,941                | 2,146       |
| Nr. 4 - 40              | <b>2,55</b>  | 2,54       | 2,59        | 2,157                | 2,385       |
| Nr. 5 - 40              | <b>2,90</b>  | 2,89       | 2,94        | 2,487                | 2,698       |
| Nr. 6 - 32              | <b>3,15</b>  | 3,14       | 3,19        | 2,642                | 2,896       |
| Nr. 8 - 32              | <b>3,80</b>  | 3,78       | 3,82        | 3,302                | 3,531       |
| Nr. 10 - 24             | <b>4,35</b>  | 4,33       | 4,39        | 3,683                | 3,937       |
| Nr. 12 - 24             | <b>5,00</b>  | 4,97       | 5,03        | 4,343                | 4,597       |
| 1/4 - 20                | <b>5,75</b>  | 5,72       | 5,80        | 4,978                | 5,258       |
| 5/16 - 18               | <b>7,30</b>  | 7,26       | 7,37        | 6,401                | 6,731       |
| 3/8 - 16                | <b>8,80</b>  | 8,77       | 8,88        | 7,798                | 8,153       |
| 7/16 - 14               | <b>10,30</b> | 10,27      | 10,37       | 9,144                | 9,550       |
| 1/2 - 13                | <b>11,80</b> | 11,77      | 11,88       | 10,592               | 11,024      |
| 9/16 - 12               | <b>13,30</b> | 13,28      | 13,39       | 11,989               | 12,446      |
| 5/8 - 11                | <b>14,80</b> | 14,78      | 14,90       | 13,386               | 13,868      |
| 3/4 - 10                | <b>17,90</b> | 17,85      | 17,97       | 16,307               | 16,840      |
| 7/8 - 9                 | <b>21,00</b> | 20,95      | 21,10       | 19,177               | 19,761      |
| 1 - 8                   | <b>24,00</b> | 23,95      | 24,12       | 21,971               | 22,606      |

| UNF-Резьба<br>ASME B1.1 |              |            |             |                      |             |
|-------------------------|--------------|------------|-------------|----------------------|-------------|
| номин. ниток<br>Ø       | Свер.-<br>Ø  | Сверло-Ø   |             | внутр.-Ø<br>гайка 2В |             |
| на<br>дюйм              | ММ           | мин.<br>ММ | макс.<br>ММ | мин.<br>ММ           | макс.<br>ММ |
| Nr. 1 - 72              | <b>1,70</b>  | 1,69       | 1,72        | 1,473                | 1,610       |
| Nr. 2 - 64              | <b>2,00</b>  | 1,99       | 2,03        | 1,755                | 1,910       |
| Nr. 3 - 56              | <b>2,30</b>  | 2,29       | 2,34        | 2,024                | 2,197       |
| Nr. 4 - 48              | <b>2,60</b>  | 2,59       | 2,63        | 2,271                | 2,459       |
| Nr. 5 - 44              | <b>2,90</b>  | 2,89       | 2,93        | 2,550                | 2,741       |
| Nr. 6 - 40              | <b>3,20</b>  | 3,19       | 3,24        | 2,819                | 3,023       |
| Nr. 8 - 36              | <b>3,85</b>  | 3,83       | 3,88        | 3,404                | 3,607       |
| Nr. 10 - 32             | <b>4,45</b>  | 4,43       | 4,49        | 3,962                | 4,166       |
| Nr. 12 - 28             | <b>5,10</b>  | 5,07       | 5,13        | 4,496                | 4,724       |
| 1/4 - 28                | <b>5,95</b>  | 5,92       | 5,99        | 5,359                | 5,588       |
| 5/16 - 24               | <b>7,45</b>  | 7,42       | 7,50        | 6,782                | 7,036       |
| 3/8 - 24                | <b>9,05</b>  | 9,02       | 9,10        | 8,838                | 9,166       |
| 7/16 - 20               | <b>10,55</b> | 10,48      | 10,58       | 9,728                | 10,033      |
| 1/2 - 20                | <b>12,10</b> | 12,08      | 12,18       | 11,328               | 11,608      |
| 9/16 - 18               | <b>13,65</b> | 13,61      | 13,72       | 12,751               | 13,081      |
| 5/8 - 18                | <b>15,25</b> | 15,21      | 15,32       | 14,351               | 14,681      |
| 3/4 - 16                | <b>16,35</b> | 16,30      | 16,41       | 15,323               | 15,678      |
| 7/8 - 14                | <b>21,40</b> | 21,35      | 21,49       | 20,269               | 20,650      |
| 1 - 12                  | <b>24,45</b> | 24,40      | 24,54       | 23,114               | 23,571      |

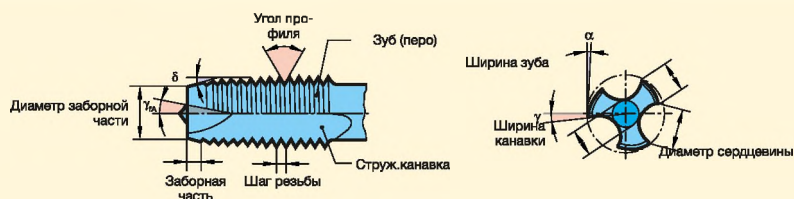
| (Whitworth-) Трубная резьба G<br>DIN EN ISO 228-1 |            |              |            |             |                   |             |
|---|------------|--------------|------------|-------------|-------------------|-------------|
| НОМИН. НИТОК<br>Ø                                 |            | Сверл.-<br>Ø | Сверло-Ø   |             | внутр.-Ø<br>гайка |             |
| дюйм  | на<br>дюйм | ММ           | мин.<br>ММ | макс.<br>ММ | мин.<br>ММ        | макс.<br>ММ |
| G 1/16  | 28         | 7,30         | 7,28       | 7,35        | 6,561             | 6,843       |
| G 1/8   | 28         | 9,30         | 9,28       | 9,35        | 8,566             | 8,848       |
| G 1/4   | 19         | 12,50        | 12,48      | 12,55       | 11,445            | 11,890      |
| G 3/8   | 19         | 16,00        | 15,98      | 16,05       | 14,950            | 15,395      |
| G 1/2   | 14         | 20,00        | 19,98      | 20,12       | 18,631            | 19,172      |
| G 5/8   | 14         | 22,00        | 21,98      | 22,12       | 20,587            | 21,128      |
| G 3/4   | 14         | 25,50        | 25,48      | 25,62       | 24,117            | 24,658      |
| G 7/8   | 14         | 29,25        | 29,23      | 29,37       | 27,877            | 28,418      |
| G 1   | 11         | 32,00        | 31,98      | 32,15       | 30,291            | 30,931      |
| G 1 1/4   | 11         | 40,75        | 40,70      | 40,85       | 38,952            | 39,592      |



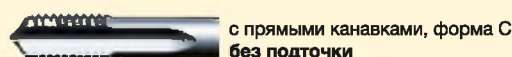
## Основные геометрические параметры метчиков



$\delta$  = Угол заборной части  
 $\gamma_{fA}$  = Угол подточки  
 $\alpha$  = Задний угол  
 $\gamma$  = Передний угол



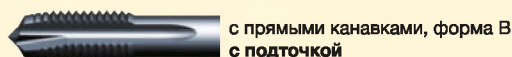
### Виды стружечных канавок



с прямыми канавками, форма С без подточки



Угол подъема 15°

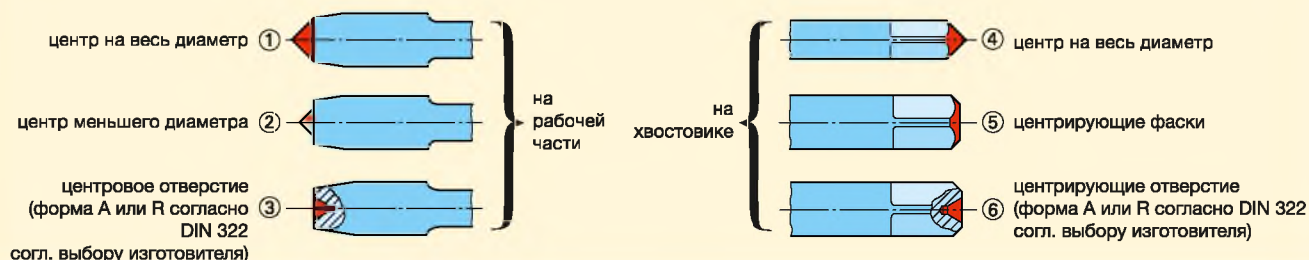


с прямыми канавками, форма В с подточкой



Угол подъема 40°

### Исполнение центров для изготовления (обычно по DIN2197/DIN 2175)



| Диапазон диаметров резьбы мм | Исполнение центра на рабочей части |                           | Исполнение центра на хвостовике |
|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
|                              | с формой заборной части А, С, D, E | с формой заборной части В |                                 |
| ≤ 4,2                        | ①                                  | ①                         | ④ ⑤ ⑥                           |
| > 4,2 ... 5,6                | ① ②                                | ①                         | ④ ⑤ ⑥                           |
| > 5,6 ... 10,0               | ① ② ③                              | ① ② ③                     | ④ ⑤ ⑥                           |
| > 10,0                       | ③                                  | ③                         | ⑥                               |

### Исполнение канала под СОЖ



Центральный подвод СОЖ с осевым выходом.



Центральный подвод СОЖ с радиальным выходом в стружечную канавку в зоне заборного конуса.





## Формы заборной части - выбор и применение

При нарезании внутренней резьбы вся обработка выполняется зубьями заборной части. Поэтому необходимо особо тщательно принимать решение о наиболее подходящей форме заборной части. От этого в большой степени зависит как стойкость метчика, так и качество резьбы.

Профиль и длина заборной части зависит в основном от вида отверстия. Понятие сквозного отверстия не требует дальнейшего уточнения. Глухим отверстием обозначают все отверстия, из которых при нарезании резьбы стружка должна выводиться против направления подачи и отрезаться при обратном ходе метчика. Глухими отверстиями т.о. могут считаться иногда и сквозные отверстия.

Длину заборной части определяют исходя из противоположных точек зрения. Для предотвращения перегрузки, преждевременного затупления и слишком большой резьбы число проходов заборной части не должно быть слишком маленьким. С другой стороны, слишком длинная заборная часть увеличивает крутящий момент и, следовательно, опасность поломки. Подточка „форма В“ гарантирует постоянный отвод стружки в направлении подачи.



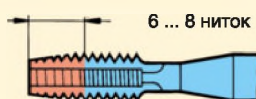
**Сквозное отверстие**



**Глухое отверстие**

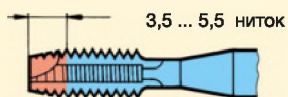
### Формы заборной части по DIN 2197

#### Форма А



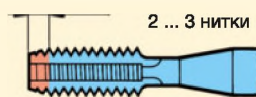
длинная, 6 - 8 ниток  
для коротких  
сквозных отверстий

#### Форма В



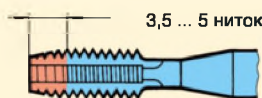
средняя, 3,5 - 5,5 ниток  
с подточкой,  
для всех сквозных отверстий и  
отверстий с большой глубиной  
для материалов с длинной и средней длины стружкой

#### Форма С



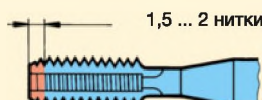
короткая, 2 - 3 нитки  
для глухих отверстий  
и общего применения  
для алюминия, серого чугуна  
и латуни

#### Форма D



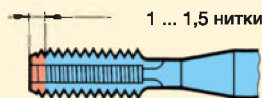
средняя, 3,5 - 5 ниток  
для коротких  
сквозных отверстий

#### Форма Е



очень короткая, 1,5 - 2 нитки,  
для глухих отверстий  
с очень коротким

#### Форма F



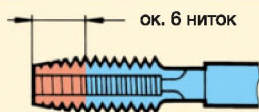
очень короткая, 1 - 1,5 нитки  
для глухих отверстий  
с очень коротким  
сбегом резьбы.  
по возможности не применять



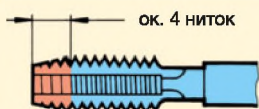
## Формы заборной части - выбор и применение

### Длина заборной части для комплектных метчиков (3 штуки)

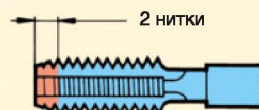
**Форма А**  
для чернового  
метчика



**Форма D**  
для среднего  
метчика

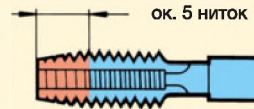


**Форма С**  
для чистового  
метчика

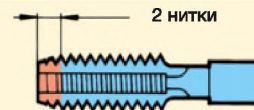


### Длина заборной части для комплектных метчиков (2 штуки)

**Форма D**  
для чернового  
метчика



**Форма С**  
для чистового  
метчика



### Рекомендации по применению

В то время, как тип отверстия определяет форму заборной части, другая геометрия метчика (форма, число и направление стружечных канавок, угол резания и т.д.) зависит от обрабатываемого материала и от условий применения. Метчики для нарезания метрической резьбы ISO до M16 в стальных заготовках имеют как правило 3, 4 и более стружечных канавки.

Метчики с левыми стружечными канавками, а также метчики с подточкой выводят стружку в направлении резания или направлении подачи и особенно хорошо пригодны для обработки сквозных отверстий. Также и прямые канавки с удлиненным заборным конусом (форма D) показывают в данном случае хорошие результаты.

Для глухих отверстий мы рекомендуем метчики с правыми стружечными канавками или метчики с прямыми канавками с коротким заборным конусом. Инструмент с правыми стружечными канавками выводит стружку назад

в направлении хвостовика. Заборный конус конструктивно выполнен таким образом, что при отводе стружка не зажимается, а гарантированно отрезается.

Для обработки алюминия, серого чугуна и латуни Вам нужны метчики с короткой заборной частью, как для сквозного, так и для глухого отверстия. Длинная заборная часть метчика в этих материалах работает как зенкер со стружкоотделяющими канавками и рассверливает отверстие под резьбу на номинальный диаметр, вместо нарезания резьбы.

Метчики с прямыми канавками без подточки являются универсальным инструментом, имеющим недостаток в том, что при их применении не достигаются оптимальные результаты по отдельным материалам. Необходимо приложить усилия по выбору наиболее подходящего инструмента для выполнения соответствующей задачи по металлообработке.



### Сквозное отверстие



с прямыми канавками  
с подточкой



с левыми канавками



с прямыми канавками  
с длинным заборным конусом



### Глухое отверстие



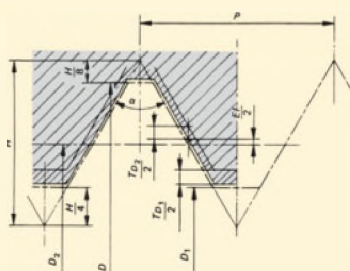
с правыми канавками



с прямыми канавками  
с короткой заборной частью



## Метчики для метрической резьбы ISO DIN EN 22857 (фрагмент)



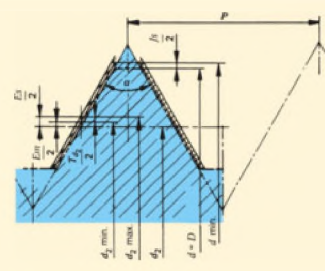
### Профиль внутренней резьбы

#### Базовый профиль:

- D Номинальный диаметр
- D<sub>1</sub> Внутренний диаметр резьбы
- D<sub>2</sub> Средний диаметр резьбы
- P Шаг резьбы
- α Угол профиля
- H Высота профиля резьбы
- E<sub>1</sub> Нижний предел, ноль для поля допуска H, положительный для допуска G

#### Допуски:

- T<sub>D1</sub> Допуск внут. диаметра резьбы
- T<sub>D2</sub> Допуск сред. диаметра резьбы



### Профиль метчика

#### Базовый профиль:

- d=D Номинальный диаметр
- d min. Минимальный размер наружного диаметра
- d max. Максимальный размер среднего диаметра резьбы
- E<sub>2</sub> Верхнее отклонение среднего диаметра резьбы
- E<sub>1</sub> Нижнее отклонение среднего диаметра резьбы

#### Допуск:

- T<sub>d2</sub> Допуск для среднего диаметра

Для международной унификации резьбы была создана резьба ISO. Это себя полностью оправдало. Метрическая резьба ISO является сегодня самым распространенным видом резьбы. Этот факт отражен и в нашей программе по метчикам.

Часть 1 обозначаются дополнительной буквой "X" (6 HX, 6 GX). Рекомендуем использовать метчики согласно прилагаемой диаграмме:

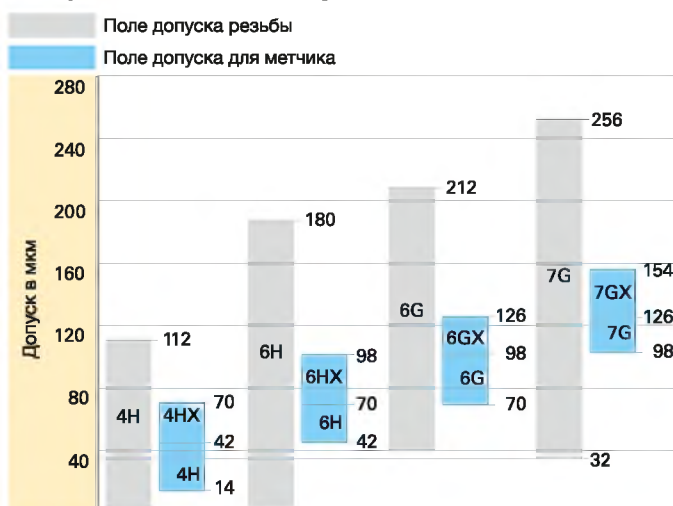
### Степень точности допуска (цифровое обозначение)

Для наружной резьбы степень точности выражается с помощью цифр от 3 до 9, для внутренней резьбы от 4 до 8. 3 - для самого узкого допуска, 9 - для самого широкого допуска.

### Основные отклонения поля допуска (буквенное обозначение)

Основные отклонения допуска обозначаются по ISO для внутренней резьбы заглавными буквами от A до H, для наружной резьбы - маленькими буквами от a до h. Допуска от A до G или от a до g имеют положительные или отрицательные предельные отклонения. Поля допусков H и h начинаются с нулевого отклонения. Для обычных резьб применяются допуски H и g; для резьбы с последующей обработкой поверхности - допуски G и e. При изготовлении резьбовых шпилек по ISO в отношении позиций допусков от a до g необходимо обратить внимание на то, что учитываются определенные предельные допуски для наружного диаметра (наружный диаметр болта = номинальный диаметр минус допуск).

### Распределение полей допусков / классов точности



### Поле допуска (внутренней резьбы)/

#### Класс точности (метчика)

Квалитет и положение допуска определяется полем допуска. Его обозначение состоит из соответствующих цифр и букв.

Обозначение допуска метчика соответствует полю допуска внутренней резьбы, для которой метчик имеет преимущественное применение. Это не в каждом случае аналогично полю допуска обработанной резьбы. Метчики со смещенным полем допуска по DIN 802

| DIN EN 22857   | Поле допусков нарезаемой внутренней резьбы | DIN 802 Часть 1 (выборка)         |
|--|--|-----------------------------------|
| Класс точности изготовления метчика<br>Наименование* Обозначение |  | Класс точности резьбы для метчика |
| Класс 1 ISO 1 4H 5H  |  | 4H                                |
| Класс 2 ISO 2 6H   |  | 6H                                |
| Класс 3 ISO 3 6G   |  | 6G                                |
|  | 7G   | 7G                                |

\* Допуски трех классов применения рассчитываются согласно приведенным данным в зависимости от единицы допуска t, величина которого соответствует допуску среднего диаметра TD2 с классом точности 5 для резьбы гайки (экстраполируется с шагом до 0,2 мм):  
t = T<sub>D2</sub> 2 Класс точности 5 резьбы гайки



# Метчики для метрической резьбы ISO DIN EN 22857 (фрагмент)

## Допуски и посадки для резьбы

Пары внутренней и наружной резьбы отделяются друг от друга косой чертой, напр. 6H/6g (гайка/болт). Выбор посадки в соответствии с выбранным резьбовым соединением.

Поля допусков, установленные в классах точности точный, средний и грубый, относятся к трем величинам длин свинчивания резьбы нормальной (N), короткой (S) и длинной (L). В основном, для выбора класса точности резьбы действуют следующие правила:

### Класс точности точный (S):

Для точной резьбы, если только допускаются изменения в характере посадки.

### Класс точности средний (N):

Общее применение

### Класс точности грубый (L):

Если не предъявляются особые требования к точности и в случаях, когда могут возникнуть трудности в производстве, напр. для резьбы в горячекатаных стержнях, при нарезании резьбы в глубоких базовых отверстиях или для резьбы в пластмассовых деталях.

## Длина свинчивания резьбы

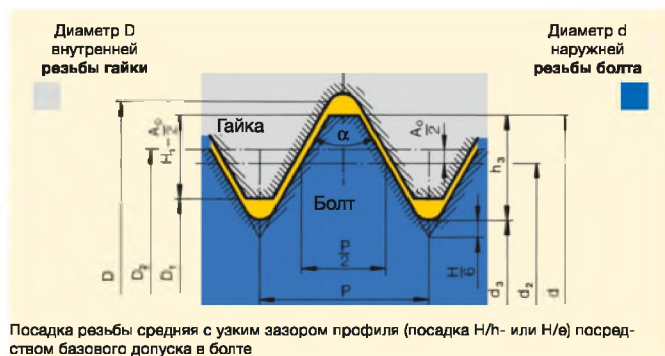
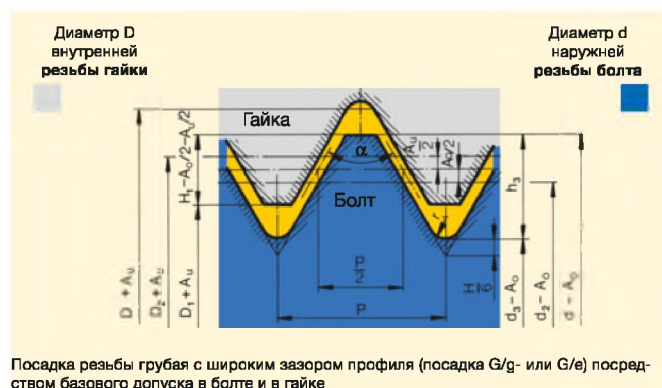
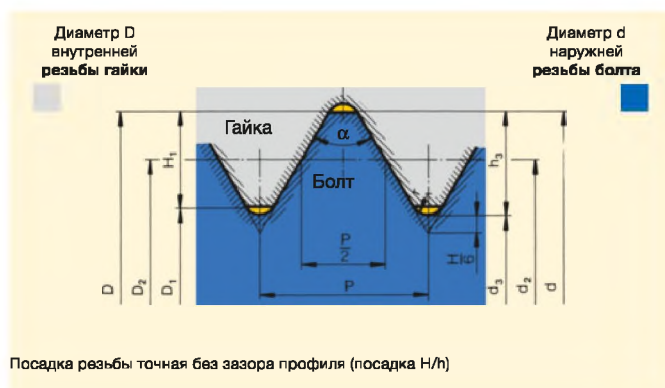
Длина свинчивания также оказывает влияние на точность резьбового соединения. Система допусков ISO была специально адаптирована для среднего диаметра резьбы для трех длин свинчивания:

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| S (Short)  | = короткая длина свинчивания резьбы   |
| N (Normal) | = нормальная длина свинчивания резьбы |
| L (Long)   | = длинная длина свинчивания резьбы    |

При нормальной длине свинчивания N необходимо выбирать следующие парные сочетания:

Для увеличения прочности резьбового соединения мы рекомендуем для короткой длины свинчивания выбирать более узкие парные сочетания. Для большой длины свинчивания с целью компенсации отклонений шага необходимо использовать парные сочетания с увеличенным допуском посадки.

## Резьбовые посадки при различном зазоре профиля






### Пояснение символов

|          |   |  |
|----------|---|--|
| D        | = | наружный диаметр внутренней резьбы (гайки)   |
| D1       | = | внутренний диаметр внутренней резьбы (гайки) |
| D2       | = | средний диаметр (гайки)                      |
| d        | = | наружный диаметр наружной резьбы (болта)     |
| d2       | = | средний диаметр (болта)                      |
| d3       | = | внутренний диаметр наружной резьбы (болта)   |
| P        | = | шаг  |
| $\alpha$ | = | угол профиля                                 |
| H        | = | высота исходного профиля резьбы              |
| Ao       | = | верхнее отклонение (макс.)                   |
| Au       | = | нижнее отклонение (мин.)                     |






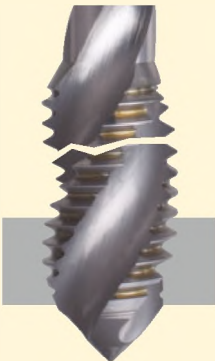
## Ошибки и проблемы обработки с новыми метчиками

| Проблема  | Причина   | Решение   |
|---|---|---|
| <b>1 Резьба слишком большая</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Геометрия для данного применения не пригодна</li> <li>Предварительно просверленное отверстие мало</li> <li>Позиционная или угловая ошибка отверстия под резьбу</li> <li>Ошибка хода шпинделя станка</li> <li>Метчик с наростом на режущей кромке</li> <li>Плохое направление метчика из-за недостаточной глубины резьбы</li> <li>Слишком высокая скорость резания</li> <li>Неправильный выбор СОЖ или недостаточный подвод СОЖ</li> <li>Допуск метчика не соответствует данным чертежа и/или резьбового калибра</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Использовать метчик, рекомендуемый для данного обрабатываемого материала</li> <li>Изготовить отверстие под резьбу с необходимым диаметром, см. табл. „Диаметры отверстий под резьбу“ в общей технической части</li> <li>Проверить крепление инструмента</li> <li>Использовать резьбонарезной патрон с компенсацией несоосности</li> <li>Проверить сверло для отверстия под резьбу</li> <li>Использовать машинную подачу</li> <li>использовать резьбонарезные патроны с компенсацией длины</li> <li>Использовать новый метчик или метчик с улучшенной поверхностью</li> <li>Оптимизировать СОЖ</li> <li>Резать с принудит.подачей</li> <li>Использовать метчик с улучшенными свойствами направляющей</li> <li>Согласовать скорость резания</li> <li>Оптимизировать СОЖ</li> <li>Обеспечить подходящую СОЖ в достаточном количестве</li> <li>Использовать метчик с соответствующим допуском</li> </ul> |
| <b>2 Резьба осевая подточка</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Метчики со спиральными канавками используются со слишком сильным усилием врезания</li> <li>Метчики с подточкой типа „В“ имеют слишком малое усилие врезания</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Метчики при врезании только слегка прижать. Метчик должен сразу переходить в зону компенсации хода резьбонарезного патрона</li> <li>Для обработки метчиками с подточкой или левой спиральной канавкой требуется усиленное осевое нажатие при врезании. Удерживать метчик в зоне компенсации</li> </ul>   |
| <b>3 Резьба слишком узкая</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Допуск метчика не соответствует данным чертежа и/или резьбового калибра</li> <li>Не верно подобран тип метчика</li> <li>Метчик обрабатывает с ошибкой допуска (проходной калибр-пробка)</li> <li>Ошибка хода шпинделя станка</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Использовать метчик с соответствующим допуском</li> <li>Использовать метчик, рекомендуемый для данного обрабатываемого материала</li> <li>Предотвращение сильных осевых усилий во время процесса резания</li> <li>Использовать резьбонарезные патроны с компенсацией длины</li> </ul>  |



# Выявление и устранение неисправностей

## Ошибки и проблемы обработки с новыми метчиками

| Проблема   | Причина   | Решение   |
|--|---|---|
| <b>4 Поверхность резьбы рваная</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Геометрия для данного применения не пригодна</li> <li>Слишком высокая скорость резания</li> <li>СОЖ или подвод СОЖ недостаточный</li> <li>Скопление стружки</li> <li>Предварительно просверленное отверстие мало</li> <li>В вязких, но твердых материалах слишком высокая нагрузка на инструмент или слишком большой шаг</li> <li>Нарост на режущей кромке</li> <li>Сваривание материала</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Использовать метчик, рекомендуемый для данного обрабатываемого материала</li> <li>Уменьшить скорость резания</li> <li>Оптимизировать смазку</li> <li>Обеспечить подходящую СОЖ в достаточном количестве</li> <li>Применить соответствующий тип метчика</li> <li>Изготовить отверстие под резьбу с необходимым диаметром, см. табл. „Диаметры отверстий под резьбу“ в общей технической части</li> <li>Использование нескольких метчиков из набора</li> <li>Использовать метчики с улучшенной поверхностью</li> <li>Оптимизировать СОЖ</li> </ul>   |
| <b>5 Стойкость низкая</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Наличие упрочнения предварительного отверстия</li> <li>Все причины см. в: "Поверхность резьбы рваная"</li> <li>Скопление стружки</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить остроту режущей кромки</li> <li>Выполнить термообработку поверхности</li> <li>Все ошибки см. в: "Поверхность резьбы рваная"</li> <li>Применить соответствующий тип метчика</li> </ul>  |
| <b>6 Поломка инструмента при врезании или выходе</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Предварительно просверленное отверстие мало</li> <li>Зубья заборной части перегружены</li> <li>Метчик бьет в основание отверстия под резьбу</li> <li>отсутствие или неправильное отверстие под резьбу</li> <li>позиционная или угловая ошибка отверстия под резьбу</li> <li>твердость инструмента для данной обработки не пригодна</li> <li>геометрия реж.кромки для данной обработки не пригодна</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Изготовить отверстие под резьбу с необходимым диаметром, см. табл. „Диаметры отверстий под резьбу“ в общей технической части</li> <li>проверить длину заборной части (для глухого или сквозного отверстия)</li> <li>увеличить число зубьев заборной части посредством большего количества стружечных канавок</li> <li>использовать комплект метчиков</li> <li>проверить глубину отверстия</li> <li>использовать резьбонарезные патроны с компенсацией длины</li> <li>использовать предохранительную муфту</li> <li>проверить угол отверстия под резьбу</li> <li>обратить внимание на крепление инструмента.</li> <li>использовать резьбонарезные патроны с компенсацией несоосности (плавающий патрон)</li> <li>проверить сверло для отверстия под резьбу</li> <li>Использовать метчики, соответствующие условиям обработки</li> </ul> |



## Ошибки и проблемы обработки с переточенными метчиками

| Проблема                           | Причина   | Решение  |
|------------------------------------|---|--|
| <b>7 Резьба слишком большая</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Имеется заусенец</li> <li>■ Геометрия режущей части (угол заборной части, передний угол и задний заборный угол, а также угол подточки) не соблюдена</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Шлифовать заусенец</li> <li>■ При переточке учитывать технические данные.</li> <li>■ Соблюдать указания по переточке</li> </ul>   |
| <b>8 Резьба слишком узкая</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Изношенная поверхность не достаточно чисто перешлифована</li> <li>■ Занижен размер метчик после переточки</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Еще раз переточить или использовать новый инструмент.</li> <li>■ Соблюдать макс. предел переточки</li> <li>■ Достигнут макс. предел переточки.</li> <li>■ Использовать новые метчики</li> </ul>   |
| <b>9 Поверхность резьбы рваная</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Имеется заусенец</li> <li>■ Геометрия режущей части (угол заборной части, передний угол и задний заборный угол, а также угол подточки) не соблюдена</li> <li>■ Шероховатость поверхности на переточенных метчиках слишком высокая</li> <li>■ Образование нароста на боковых сторонах профиля резьбы</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Шлифовать заусенец</li> <li>■ При переточке учитывать технические данные.</li> <li>■ Соблюдать указания по переточке</li> <li>■ Еще раз переточить или использовать новый инструмент.</li> <li>■ Соблюдать инструкцию по переточке!</li> <li>■ Удалить нарост</li> </ul>          |
| <b>10 Стойкость низкая</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Геометрия режущей части (угол заборной части, передний угол и задний заборный угол, а также угол подточки) не соблюдена</li> <li>■ Потеря твердости метчика из-за теплового воздействия при переточке</li> <li>■ Свойства поверхности метчика утрачены</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ При переточке учитывать технические данные.</li> <li>■ Соблюдать указания по переточке</li> <li>■ Проверить качество шлифовальных кругов</li> <li>■ Проверить подачу СОЖ</li> <li>■ Нанести новое покрытие</li> <li>■ проверить покрытие для обрабатываемого материала</li> </ul> |



## Обработка резьбы пластической деформацией

Бесстружечные метчики, также именуемые как раскатники или метчики для выдавливания резьбы, представляют собой инструмент для бесстружечного изготовления внутренней резьбы. В отличие от резбонарезания, при котором происходит обработка материала резанием, при накатывании речь идет о пластическом методе обработки под давлением для изготовления внутренней резьбы, когда материал подвергается холодной деформации, без прерывания т.н. "прохождения волокон".

Согласно DIN 8583 накатывание резьбы обозначается как "Обработка резьбы с помощью пластической деформации заготовки с помощью инструмента с винтовой рабочей поверхностью". Винтовая, в радиальном сечении полигональная, рабочая часть бесстружечного метчика "ввинчивается" с равномерной подачей, соответствующей шагу резьбы, в предварительно просверленное отверстие. При этом профиль резьбы плавно выдавливается зубьями заходной части (заборной части) метчика в отверстие заготовки. Вследствие увеличения силы врезания зуба в материал происходит пластическая деформация с выдавливанием материала, который "протекает" вдоль боковой поверхности зуба в свободное пространство основания зуба и формирует таким образом внутренний диаметр резьбы. Посредством процесса текучести на вершинах профиля резьбы образуются характерные формовочные карманы (канавки).

Выбор диаметра предварительно просверленного отверстия сильно зависит от пластичности материала, геометрии заготовки и необходимой глубины резьбы. По сравнению с диаметром отверстия для нарезания резьбы, в данном случае он должен быть больше. С увеличением диаметра предварительно просверленного отверстия уменьшается нагрузка на инструмент при одновременном увеличении периода стойкости. Нагрузочная способность резьбы вследствие непрерывного прохождения волокна и упрочнения материала уже достаточна при накатывании

только 50 % профиля резьбы (значение для резьбы в стальных деталях). Получение неполного профиля резьбы типично для деталей с накатанной резьбой. Полностью сформированный профиль не оказывает влияния на прочность резьбы. Нужная степень накатки резьбы в случае необходимости должна определяться при испытании.

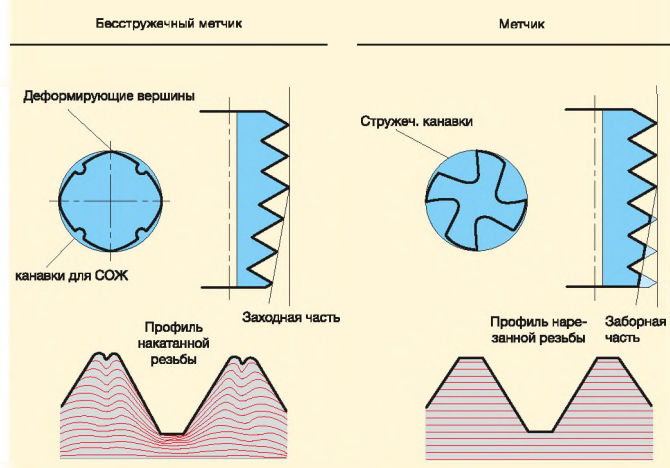
Решающее значение при накатывании резьбы приобретает смазка. Смазка предотвращает наращивание материала на рабочей поверхности инструмента и гарантирует, что крутящий момент не будет слишком большим. Поэтому смазка должна применяться всегда! Для смазки при накатывании резьбы лучше всего подходят смазочные, графитосодержащие СОЖ или масла, используемые при обработке материалов давлением. Всегда работайте по принципу: "Хорошая смазка - половина накатки!"

### Преимущества накатанной резьбы:

- Не образовывается стружка.
- Резьба в сквозном и глухом отверстии может быть изготовлена одним и тем же инструментом.
- Может обрабатываться широкий спектр материала.
- Вероятность среза резьбы исключается.
- Исключаются ошибки шага резьбы и угла профиля в том виде, в каком они могут появиться в нарезанной резьбе.
- Накатанная внутренняя резьба благодаря т.н. "непрерывному прохождению волокон" и упрочнению поверхности профиля зуба имеет повышенную прочность.
- Хорошая шероховатость обработанной поверхности.
- Бесстружечные метчики могут работать с более высокой частотой вращения, т.к. пластичность многих материалов возрастает с увеличением скорости обработки. На стойкость это не оказывает отрицательного влияния.
- Незначительная опасность поломки благодаря жесткой конструкции инструмента.

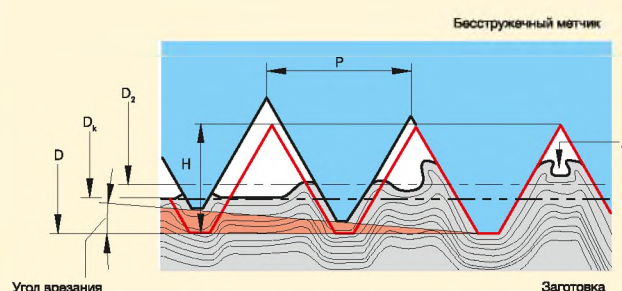
### Принцип работы

Сравнение двух методов получения резьбы: накатывание бесстружечным метчиком и обработка резанием метчиком.



Текучесть материала заготовки при обработке давлением бесстружечным метчиком

D = номинальный диаметр резьбы  
D<sub>2</sub> = средний диаметр резьбы  
D<sub>k</sub> = Ø предварительно просверленного отверстия  
H = высота профиля резьбы  
P = шаг резьбы  
A = формовоч. карман (канавка)  
— профиль резьбы







## Бесстружечные метчики „Profile“ фирмы Gühring

### Особенности и преимущества

Бесстружечные метчики изготовленные методом шлифования имеют на своей поверхности микроскопические неровности и «канавки». Это относится также к рабочей части, которая должна выполнять функцию накатывания.

Данные неровности поверхности (шероховатость), увеличивая трение между инструментом и деформируемым материалом, а в связи с этим температуру, отрицательно сказываются на необходимом крутящем моменте и не в последнюю очередь на износе деформируемых вершин бесстружечного метчика. Также "канавки" способствуют наращиванию деформируемого материала на поверхности зубьев бесстружечного метчика. В данном случае речь идет о наросте.

Благодаря специальному методу улучшения шероховатости поверхности, на новых бесстружечных метчиках Profile фирмы Gühring "канавки" не наблюдаются. Это показывают исследования и проведенные в

условиях производства тесты на стойкость инструмента с различными обрабатываемыми материалами. Пользователь получает преимущество от этого специального метода благодаря увеличению срока службы и более высокой скорости резания. Период стойкости, в зависимости от обрабатываемого материала и условий применения, значительно увеличивается. Увеличение вдвое периода стойкости не является редкостью.

Улучшенная шероховатость поверхности положительно сказывается не только на инструменте без покрытия. Именно инструмент с покрытием особенно

выигрывает от нового метода. Наружный контур и заборная часть в большой степени определяют производительность инструмента. Многочисленные испытания показали, что наши бесстружечные метчики Profile с оптимальной геометрией и числом деформируемых вершин имеют высокую стойкость и размерную точность. Еще один важный фактор увеличивающий качество наших бесстружечных метчиков - изготовление инструмента за один проход и одним шлифкругом, а также правка одним специальным роликом. Ошибка шага в вершине хода при переходе заборной части, как это обычно происходит при шлифовании, вследствие этого исключается.

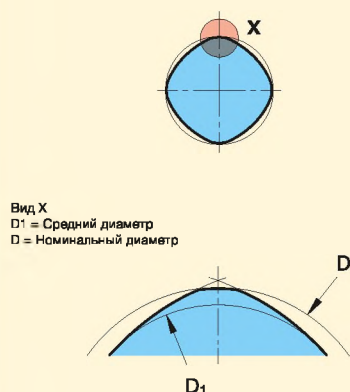


Зуб обычного бесстружечного метчика

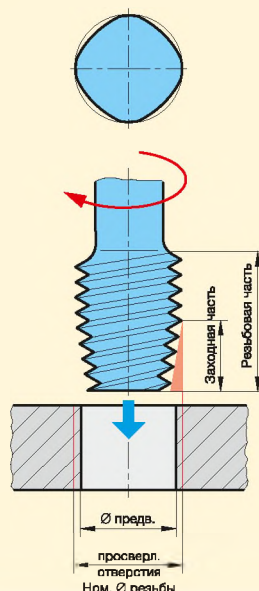


Оптимизированная поверхность бесстружечного метчика Profile фирмы Gühring

Радиальное сечение бесстружечного метчика



Принцип работы



Виды отверстий для работы бесстружечным метчиком без канавок под СОЖ  
Глубина резьбы  $\leq 1 \times D$



Глубина резьбы  $\geq 1 \times D$



для работы бесстружечным метчиком с канавками под СОЖ  
Все значения глубины резьбы

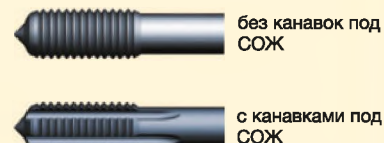
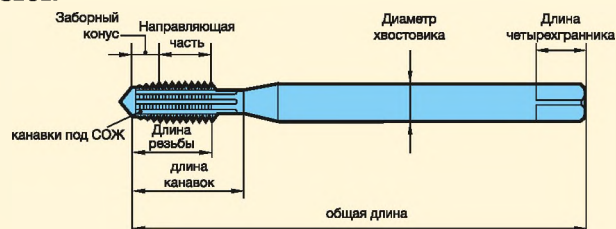


Резьбонарезной инструмент



## Основные геометрические параметры инструмента и резьбовых соединений

### Длина резьбы



### Исполнение центров для изготовления (обычно по DIN2197/DIN 2175)



| Диапазон диаметров<br>бесстружечного метчика<br>мм | Вид центра на рабочей части    |                       | Вид центра на хвостовике |
|--|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|
|  | с формой заточки<br>А, С, D, E | с формой заточки<br>В |                          |
| ≤ 5,6  | ①                              | ①                     | ④ ⑤ ⑥                    |
| > 5,6 ... 12,8                                     | ① ② ③                          | ① ② ③                 | ④ ⑤ ⑥                    |
| > 12,8   | ③                              | ③                     | ⑥                        |

### Допуски и посадки для резьбы

Пары внутренней и наружной резьбы отделяются друг от друга кривой чертой, н-р, 6Н/6g (гайка/болт). Выбор посадки в соответствии с выбранным резьбовым соединением. Поля допусков, установленные в классах точности точный, средний и грубый, относятся к трем величинам длин свинчивания резьбы нормальной (N), короткой (S) и длинной (L). В основном, для выбора класса точности резьбы действуют следующие правила:

#### Класс точности точный (S):

Для точной резьбы, если только допускаются изменения в характере посадки.

#### Длина свинчивания резьбы

Длина свинчивания также оказывает влияние на точность резьбового соединения. Система допусков ISO была специально адаптирована для среднего диаметра резьбы для трех длин свинчивания:

S (Short) = короткая длина свинчивания резьбы  
N (Normal) = нормальная длина свинчивания резьбы  
L (Long) = длинная длина свинчивания резьбы

#### Класс точности средний (N):

Общее применение

#### Класс точности грубый (L):

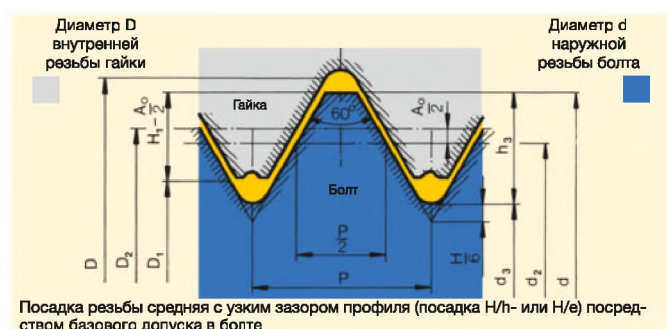
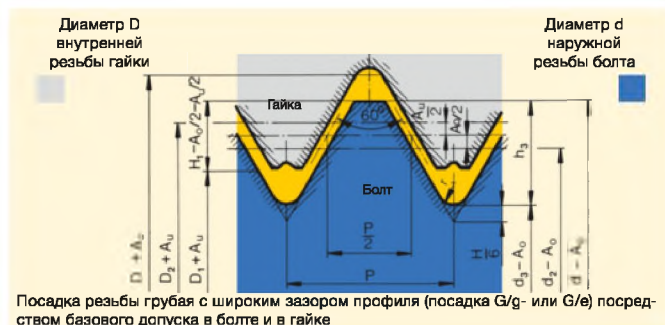
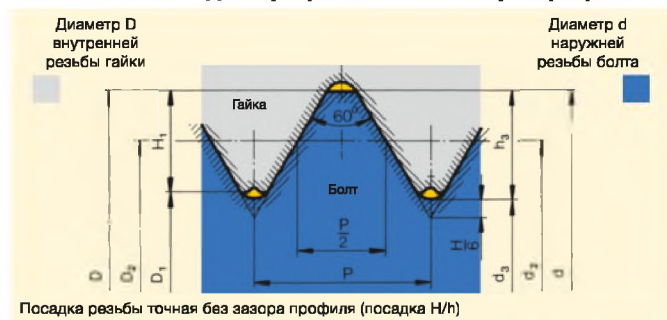
Если не предъявляются особые требования к точности и в случаях, когда могут возникнуть трудности в производстве, н-р, для резьбы в горячекатанных стержнях, при обработке резьбы в глубоких базовых отверстиях.

При нормальной длине свинчивания N необходимо выбирать следующие парные сочетания:

Для увеличения прочности резьбового соединения мы рекомендуем для короткой длины свинчивания выбирать более узкие парные сочетания.



## Резьбовые посадки при различном зазоре профиля



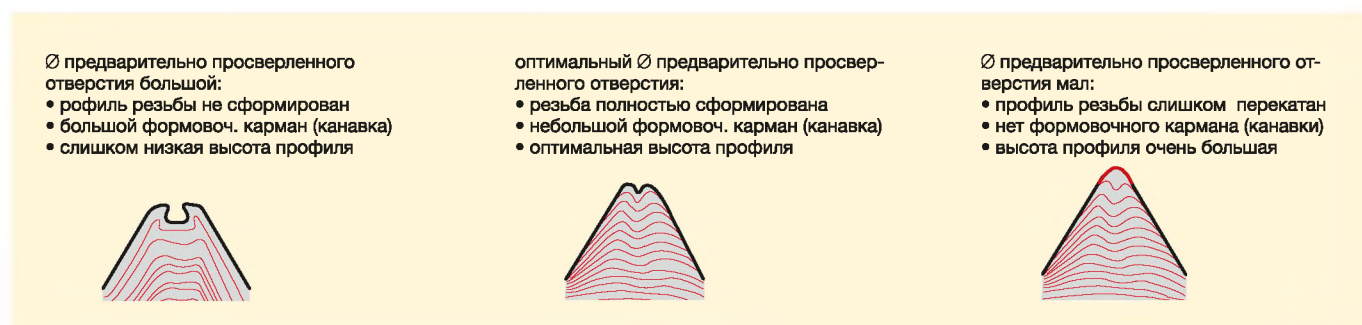
### Пояснения символов

- D = наружный диаметр внутренней резьбы (гайки)
- D1 = внутренний диаметр внутренней резьбы (гайки)
- D2 = средний диаметр (гайки)
- d = наружный диаметр наружной резьбы (болта)
- d2 = средний диаметр (болта)
- d3 = внутренний диаметр наружной резьбы (болта)
- P = шаг
- a = угол профиля
- H = высота исходного профиля резьбы
- Ao = верхний допуск (макс.)
- Au = нижний допуск (мин.)

## Диаметр предварительно просверленного отверстия

При обработке бесстружечным метчиком диаметр предварительно просверленного отверстия влияет на форму резьбы. Маленький диаметр приводит к слишком плотной накатке профиля резьбы и этого нельзя допускать, так как он может стать причиной поломки

инструмента. Слишком большой диаметр отверстия можно принять в определенных допусках, так как сформированная резьба уже начиная с 50 % накатанного профиля имеет достаточную нагрузочную способность.



## СОЖ для бесстружечного метчика

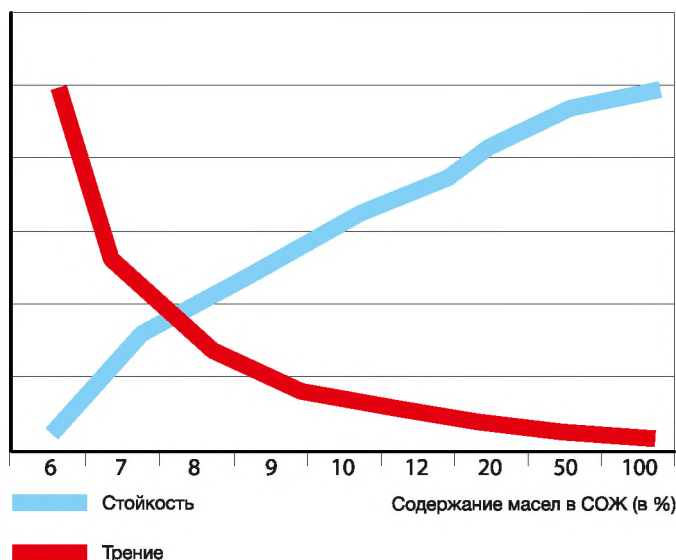
Для бесстружечного метчика основной задачей СОЖ является смазка. Чем в СОЖ больше содержание масла, тем выше стойкость инструмента. Различают два вида СОЖ:

### СОЖ на основе масла

Это минеральные масла с лучшими смазочными свойствами. Они уменьшают трение и достигают максимальной стойкости.

### СОЖ смешиваемая с водой

Эти эмульгированные СОЖ в качестве концентрата перед применением смешиваются с водой для получения эмульсии. Для процесса накатывания концентрация не должна быть меньше 6%. Концентрация свыше 12% является идеальным решением для накатывания резьбы бесстружечными метчиками с достижением большого периода стойкости.







Резьбонарезной инструмент





## Ошибки и проблемы при обработке новыми бесстружечными метчиками

| Проблема  | Причина   | Решение   |
|---|---|---|
| <b>1 Резьба слишком большая</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Плохой зажим инструмента</li> <li>Бесстружечный метчик с короткой заходной частью</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Использовать патрон с минимальной компенсацией</li> <li>Использовать бесстружечный метчик с длинной заходной частью</li> </ul>   |
| <b>2 Резьба слишком мало раскатана</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Диаметр предварительно просверленного отверстия слишком большой</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Правильно выбрать диаметр отверстия под резьбу согласно таблицы</li> </ul>   |
| <b>3 Резьба перекатана</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Предварительно просверленное отверстие имеет меньший диаметр</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Правильно выбрать диаметр отверстия под резьбу согласно таблицы</li> </ul>   |
| <b>4 Плохая шероховатость обработанной резьбы</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Образование нароста на инструменте</li> <li>СОЖ с очень низким содержанием масла</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить содержание масла в СОЖ или использовать масло</li> <li>Увеличить содержание масла в СОЖ или использовать масло</li> </ul>  |
| <b>5 Стойкость очень низкая</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>СОЖ с очень низким содержанием масла</li> <li>Предварительно просверленное отверстие имеет меньший диаметр</li> <li>Слишком высокая скорость резания</li> <li>Грязная СОЖ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличить содержание масла в СОЖ или использовать масло</li> <li>Правильно выбрать диаметр отверстия под резьбу согласно таблицы</li> <li>Согласовать скорость резания</li> <li>Проверить фильтры очистки</li> </ul> |





## Ошибки и проблемы обработки новыми бесстружечными метчиками

| Проблема   | Причина  | Решение   |
|--|--|---|
| <b>6 Поломка инструмента</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ СОЖ с очень низким содержанием масла</li> <li>■ Предварительно просверленное отверстие имеет меньший диаметр</li> <li>■ Неправильное крепление инструмента</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Увеличить содержание масла в СОЖ или использовать масло</li> <li>■ Правильно выбрать диаметр отверстия под резьбу согласно таблицы</li> <li>■ Проверить инструментальную оснастку</li> </ul> |



## Резьбовое фрезерование и его преимущества

Резьбофрезерование, так же как нарезание резьбы метчиком, является обработкой резанием с образованием стружки. При выборе метода обработки резьбы необходимо обратить внимание: на размер обрабатываемой резьбы, т.к. стоимость метчика большего размера ставит под сомнение экономичность его применения, кроме того, для нарезания резьбы метчиком с большим размером необходимо увеличивать мощность привода станка; на возможность обрабатывать заготовку с высокой плотностью или прочностью. Данные условия могут иметь решающее значение в выборе метода резьбового фрезерования.

При нарезании резьбы метчиком профиль резьбы образуется посредством врезания профиля резьбы инструмента в обрабатываемую деталь. При резьбофрезеровании, профиль резьбы образуется за счет контура резьбовой части фрезы, а шаг резьбы образуется за счет осевого движения инструмента. Контур резьбовой части инструмента непрерывно нарезает резьбу двигаясь по оси отверстия на величину шага, создавая таким образом профиль резьбы.

Существенный факт состоит в том, что скорость резания и значения подачи могут быть выбраны независимо друг от друга. Эти параметры значительно влияют на принцип стружкообразования и нагрузку на инструмент. При резьбофрезеровании, в отличие от нарезания резьбы метчиком, образуется лишь короткая стружка в виде запятой.

Нет необходимости менять направление вращения шпинделя станка для вывода инструмента. Резьбовая фреза имеет контур резьбы без шага винтовой спирали. Инструмент опускается в отверстие на величину длины резьбы. Резьбовая фреза врезается до номинального диаметра резьбы.

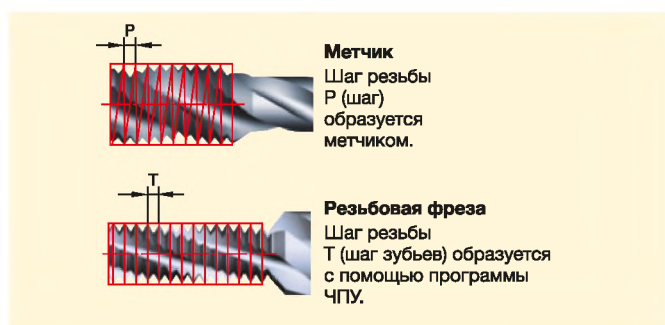
Образование резьбы происходит за счет круговой интерполяции на  $360^\circ$  и осевого движения фрезы на шаг резьбы за один виток.

С помощью одной резьбовой фрезы можно нарезать резьбу с разными диаметрами (или допусками) с одинаковым шагом. Одним и тем же инструментом можно нарезать правую и левую резьбу. Так как при резьбовом фрезеровании скапливается только очень короткая стружка, не возникает проблем с ее удалением.

При резьбовом фрезеровании возможно использовать одинаковую геометрию инструмента для нескольких видов деталей. Это значительно сокращает число используемых инструментов. В отличие от обработанной резьбы метчиком, при фрезеровании резьба полностью сформирована на всей длине, за счет того что инструмент не имеет заборного конуса.

### Сравнение методов обработки резьбы метчиком и резьбовой фрезой

В отличие от метчика, имеющего, фактически, один зуб спиральной формы, резьбовая фреза имеет несколько последовательно расположенных зубьев, которые не образуют спирали и соответственно не наклонены. Это существенное отличие в форме инструмента позволяет производить разные виды работ, которые описывались ранее.



### Программа поставок стандартной продукции

За исключением шага резьбы основные геометрические параметры резьбовой фрезы аналогичны параметрам метчика. Резьбовые фрезы также характеризуются габаритными размерами и длиной режущей части. К габаритным размерам относятся длина резьбы  $l_2$  и общая длина  $l_1$ .

Различают резьбовые фрезы по наличию заниженной шейки, а также ступени для обработки фаски. К размерам режущей части резьбовой фрезы относятся рабочая длина  $l_4$ , профиль стружечной канавки, ширина зуба и форма заточки. Как и для метчиков, рабочая длина включает в себя выход стружечной канавки. Ее профиль аналогичен профилю канавки у метчика. Стружечные канавки могут быть прямыми или спиральными, и не должны быть такими же большими как у метчиков, так как в этом случае образуется более мелкая стружка. Стружка во время обработки не остается в канавках и, тем самым, не вызывает пакетирования. Поэтому ширина зуба больше, чем у метчиков. За счет шлифования задней поверхности образуется необходимый для фрез задний угол.



## Типы фрез фирмы Gühring



### Резьбовые фрезы без фаски TM SP

Фреза со спиральной стружечной канавкой, с каналами под СОЖ, простой вариант фрезерования резьбы определенного типоразмера.

Виды резьбы: M, G, NPT, NPTF



### Резьбовые фрезы для диапазона резьбы TMU SP

Фреза со спиральной стружечной канавкой, с каналами под СОЖ, для обработки различных диаметров резьбы с определенным шагом.

Виды резьбы: M/MF, G, NPT, NPTF



### Резьбовые фрезы с фаской TMC SP

Фреза с обработкой фаски 45°, со спиральной стружечной канавкой, с каналами под СОЖ, для обработки фаски и фрезерования резьбы определенного типоразмера.

Виды резьбы: M, MF, G, UNC, UNF, NPT, NPTF



### Комбинированная резьбовая фреза-сверло DTMC SP

Двухзубая комбинированная фреза-сверло с обработкой фаски 45°, со спиральной стружечной канавкой, с/без каналов под СОЖ, для сверления отверстий под резьбу, обработки фаски и фрезерования резьбы определенного типоразмера.

Виды резьбы: M, MF



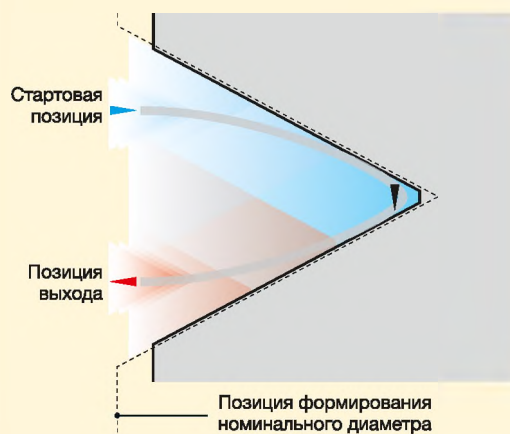
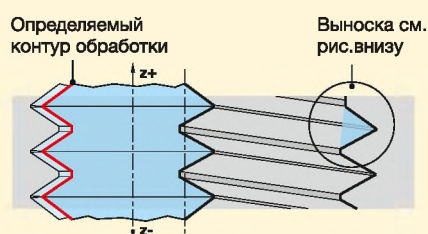
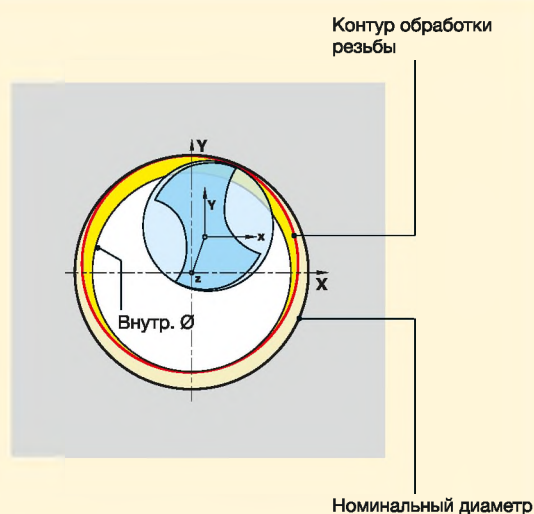
### Специальные резьбовые фрезы

Дополнительно к этим четырем стандартным типам мы поставляем по запросу:

- резьбовые фрезы TM SP и TMC SP с длиной резьбы 3xD
- комбинированные резьбовые фрезы-сверла DTMC SP трехзубые, с и без каналов под СОЖ, с длиной резьбы 1,5xD, 2xD, 2,5xD и 3xD
- цельные твердосплавные резьбовые фрезы по Вашему желанию и чертежам

### Профиль зуба

Профиль зуба соответствует как правило профилю образуемой нитки резьбы. В некоторых случаях есть необходимость в коррекции профиля зуба. Это происходит в том случае, когда диаметр фрезеруемой резьбы не соответствует диаметру резьбовой фрезы. Резьбовая фреза может фрезеровать резьбу различного диаметра. Но изменить шаг резьбы невозможно.





## Методика и технология фрезерования резьбы

### Схемы обработки (встречное/попутное фрезерование)

В связи с тем, что резьбовые фрезы изготавливаются с правой резьбой, направление вращения при резьбофрезеровании в основном правое. При изменении осевого направления подачи, посредством встречного или попутного фрезерования, могут быть изготовлены все комбинации резьбы.

Условия обработки, т.к. тип отверстия (глухое/сквозное), положение инструмента (горизонтальное/вертикальное), вид и способ подвода СОЖ (и соответственно вывода стружки) влияют на выбор вида фрезерования.

Для резьбофрезерования необходимо по возможности использовать встречное фрезерование с целью уменьшения силы резания, улучшения стружкообразования, увеличения стойкости инструмента и шероховатости обработанной поверхности.

Попутное фрезерование отличается тем, что из под режущей кромки выходит стружка с величиной  $h=0$

### Соотношение зоны зацепления и способа врезания

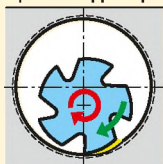
Если соблюдается соотношение диаметра фрезы к номинальному диаметру резьбы свыше 70 %, то независимо от глубины профиля резьбы исключается искажение профиля обработанной резьбы. Этот факт хорошо проявил себя на практике.

Из этого чертежа видно, что диаметр резьбовой фрезы и глубина профиля определяют угол зацепления относительно диаметра резьбы.

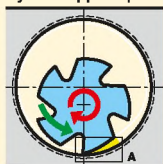
Подача на режущей кромке резьбовой фрезы рассчитывается через скорость резания (частоту вращения) и подачу на зуб. При линейном перемещении подача на реж. кромке равна подаче в центре инструмента. Но винтовая интерполяция перемещается по круговой траектории. Так как система ЧПУ для расчета траектории движения использует центр инструмента как точку, необходимо запрограммировать команду коррекции скорости (функция внесения коррекции). Если такая функция отсутствует или программируется относительно средней точки, то подачу необходимо предварительно пересчитать.

Система ЧПУ всегда показывает скорость точки центра инструмента. При сухой обработке контроль осуществляется легко. В случае ошибки расчетов коррекции скорость движения фрезы в несколько раз превышает необходимую подачу, что, как правило, приводит к поломке инструмента.

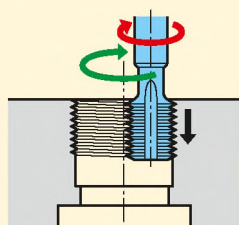
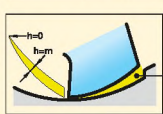
Встречное фрезерование



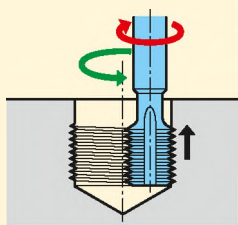
Попутное фрезерование



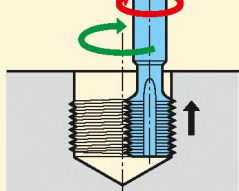
Попутное фрезерование резьбы отличается тем, что при выходе режущей кромки толщина стружки равна нулю.



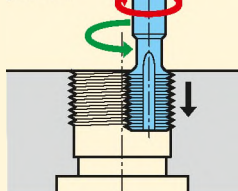
Правая резьба в сквозном отверстии: встречное фрезерование по часовой стрелке, движение вниз на шаг резьбы.



Правая резьба в глухом отверстии: попутное фрезерование против часовой стрелки, движение вверх на шаг резьбы.

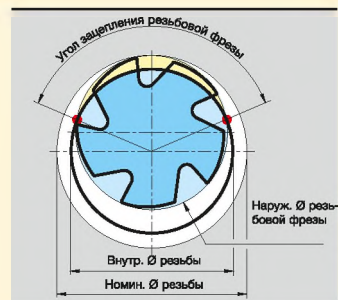


Левая резьба в глухом отверстии: встречное фрезерование по часовой стрелке, движение вверх на шаг резьбы.



Левая резьба в сквозном отверстии: попутное фрезерование против часовой стрелки, движение вниз на шаг резьбы.

→ Направление главного вращения резьбовой фрезы  
→ осевое направление подачи  
→ Шаг резьбы



### Расчетные формулы

$$v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \quad (\text{м/мин})$$

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi} \quad [\text{мин}^{-1}]$$

$$v_f = n \cdot z \cdot f_z \quad (\text{мм/мин})$$

$$v_m = \frac{v_f \cdot (D - d)}{D} \quad (\text{мм/мин})$$

$$v_b = n \cdot f_b \quad (\text{мм/мин})$$

$v_c$  = скорость резания  
 $v_f$  = подача расчетная (для режущей кромки)  
 $v_m$  = подача программируемая (для оси инструмента)  
 $n$  = частота вращения  
 $z$  = число зубьев  
 $f_z$  = подача на зуб  
 $f_b$  = подача на оборот для сверления\*  
 $v_b$  = минутная подача для сверления\*  
 $D$  = номинал. диаметр резьбы [мм]  
 $d$  = наружный диаметр фрезы [мм]  
\* для резьбовой фрезы сверла





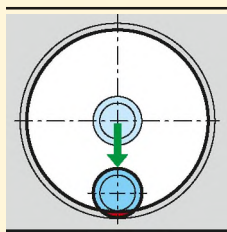


## Методика и технология фрезерования резьбы

### Траектории для врезания резьбовыми фрезами

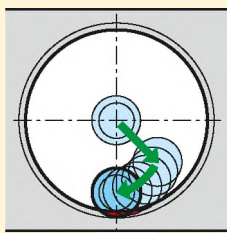
#### Прямолинейное врезание

При прямолинейном врезании резьбовой фрезы в материал возникает очень большой угол охвата по фрезе, который ведет к очень длинной стружке и высокой нагрузке на инструмент. Это в особенности заметно в случае с незначительной разницей диаметров между размером отверстия и фрезой. Кроме того, при данном методе существует небольшой период контакта. Для точной и мелкой резьбы такой метод не пригоден.



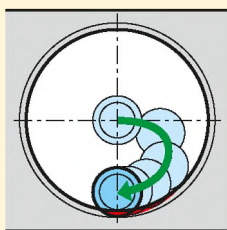
#### Врезание по траектории с квадрантом 90°

Для врезания на 90° при незначительной разнице диаметров между инструментом и резьбой, большая часть объема стружки отводится на прямом участке врезания. Поэтому этот метод рекомендуется только для относительно большой разницы диаметров отверстия и резьбовой фрезой (резьбовая фреза ТМУ). Преимуществом такого врезания является простое программирование и относительно короткие траектории.



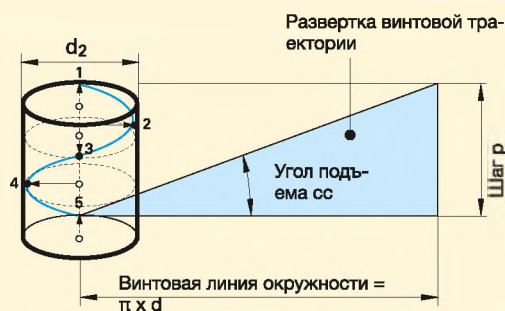
#### Врезание по траектории с полукругом 180°

Для врезания на 180° нагрузка на инструмент является самой минимальной, т.к. угол охвата по всему входному контуру относительно небольшой. Данный метод с программно-технической точки зрения несколько затратный, но он очень хорошо зарекомендовал себя при обработке резьбовыми фрезами ТМ, ТМС и DTМС.



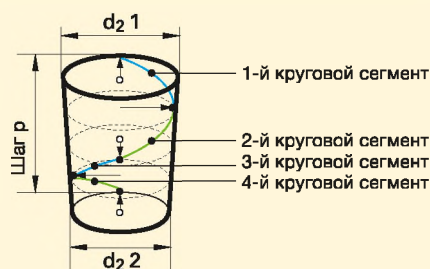
#### Винтовая интерполяция (цилиндрическая резьба)

Винтовая интерполяция является суммой двух движений: круговой интерполяции и линейного движения. В зависимости от их сочетания и изменения направлений можно нарезать различные виды резьбы.



#### Винтовая интерполяция (коническая резьба)

Для того, чтобы с помощью резьбовых фрез обработать коническую резьбу NPT необходимой точности формы отверстия, при написании программы ЧПУ следует учесть величину конуса. В отличие от цилиндрической резьбы, необходимо рассчитывать траекторию движения не на 360°, а на четыре круговых сегмента. Обязательно на каждом сегменте вносится корректировка на величину конуса.



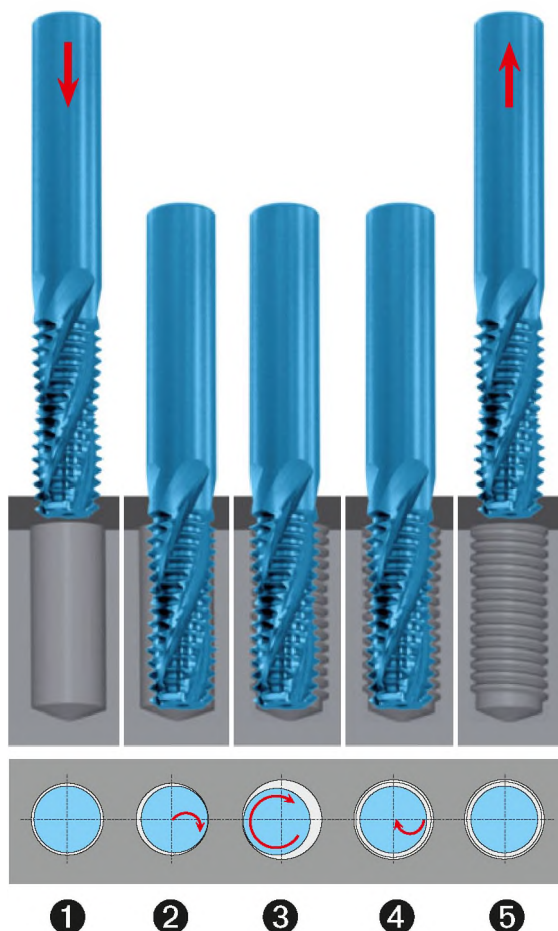


## Резьбовые фрезы без обработки фаски Тип TM SP

### Пример обработки

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Покрытие:       | TiCN          |
| Резьба:         | M12           |
| Шаг:            | 1,75 мм       |
| Глубина резьбы: | 24 мм / 2 x D |

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Обработ. материал:  | St 52     |
| Скорость резания:   | 100 м/мин |
| Подача на зуб:      | 0.08 мм   |
| Время на обработку: | 2,7 сек.  |



### Пример программирования:

| Код ЧПУ:   | Открытый текст   |
|--|--|
| N10 M6 T1  | Вызов инструмента  |
| N20 G90 G54 G00 X0.000 Y0.000                        | Смещение нулевой точки   |
| ① N30 Z2.000 S3199 M3 D1                             | Перемещение на стартовую позицию центр инструмента в центр отверстия и включение вращения инструмента      |
| N40 G00 Z-21.725                                     | Перемещение ускоренным ходом на стартовую позицию фрезерования резьбы центр инструмента в центре отверстия |
| N50 G91  | Переключение на приращение   |
| N60 G42 G01 X0.000 Y4.975 F1000                      | Компенсация радиуса режущей кромки   |
| ② N70 G02 X0.000 Y-10.975 I0.000 J-5.488 Z-0.263 F87 | Дуговая траектория врезания 180° на глубину профиля, начало фрезерования резьбы                            |
| ③ N80 G02 X0.000 Y0.000 I0.000 J6.000 Z-1.750 F175   | Цикл фрезерования резьбы 360° с осевым перемещением инструмента на шаг резьбы в направлении Z              |
| ④ N90 G02 X0.000 Y10.975 I0.000 J5.488 Z-0.263 F350  | Дуговая траектория выхода 180° в центр отверстия резьбы, окончание фрезерования резьбы                     |
| N100 G40 G01 X0.000 Y-4.975 F1000                    | Отключить компенсацию радиуса реж.кромки   |
| N110 G90   | Переключение на Абсолют  |
| ⑤ N120 G80 G53 G00 Z2.000                            | Выход из отверстия на стартовую позицию центр инструмента в центре отверстия                               |
| N130 M30 M95   | Окончание  |

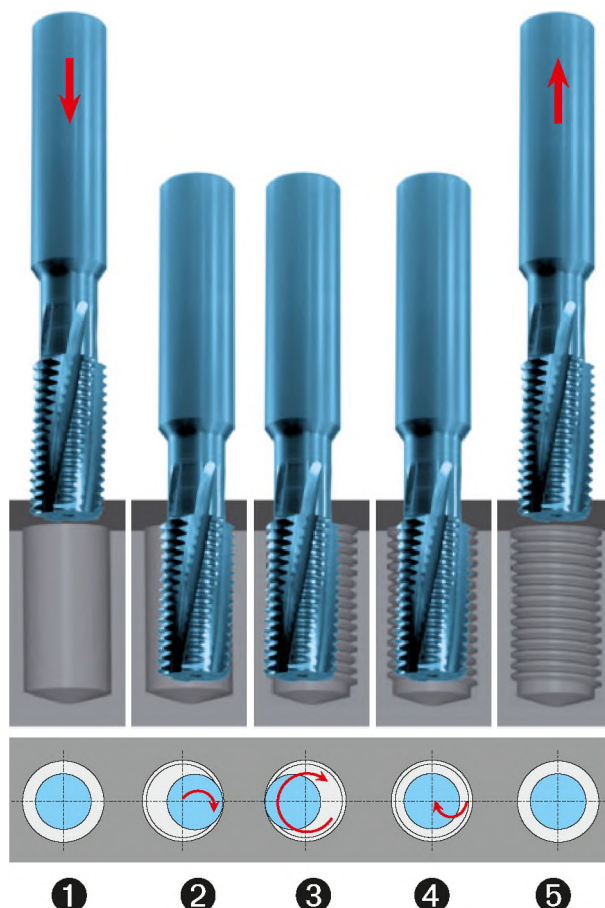


## Резьбовые фрезы для диапазона резьб Тип TMU SP - 1 цикл фрезерования

### Пример обработки

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| Покрытие:       | без покрытия    |
| Резьба:         | M24             |
| Шаг:            | 1,5 мм          |
| Глубина резьбы: | 24 мм / M16x1,5 |

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Обработ. материал:  | AlSi7     |
| Скорость резания:   | 220 м/мин |
| Подача на зуб:      | 0,15 мм   |
| Время на обработку: | 1,7 сек.  |



### Пример программирования:

| Код ЧПУ:   | Открытый текст   |
|--|--|
| N10 M6 T1  | Вызов инструмента  |
| N20 G90 G54 G00 X0.000 Y0.000                        | Смещение нулевой точки   |
| ① N30 Z2.000 S3199 M3 D1                             | Перемещение на стартовую позицию центр инструмента в центр отверстия и включение вращения инструмента      |
| N40 G00 Z-21.725                                     | Перемещение ускоренным ходом на стартовую позицию фрезерования резьбы центр инструмента в центре отверстия |
| N50 G91  | Переключение на приращение   |
| N60 G42 G01 X0.000 Y4.975 F1000                      | Компенсация радиуса режущей кромки   |
| ② N70 G02 X0.000 Y-10.975 I0.000 J-5.488 Z-0.263 F87 | Дуговая траектория врезания 180°, начало фрезеров. резьбы  |
| ③ N80 G02 X0.000 Y0.000 I0.000 J6.000 Z-1.750 F175   | Цикл фрезерования резьбы 360° с осевым перемещением инструмента на шаг резьбы в направлении Z              |
| ④ N90 G02 X0.000 Y10.975 I0.000 J5.488 Z-0.263 F350  | Дуговая траектория выхода 180° в центр отверстия резьбы, окончание фрезерования резьбы                     |
| N100 G40 G01 X0.000 Y-4.975 F1000                    | Отключить компенсацию радиуса реж.кромки   |
| N110 G90   | Переключение на Абсолют  |
| ⑤ N120 G80 G53 G00 Z2.000                            | Выход из отверстия на стартовую позицию центр инструмента в центре отверстия                               |
| N130 M30 M95   | Окончание  |



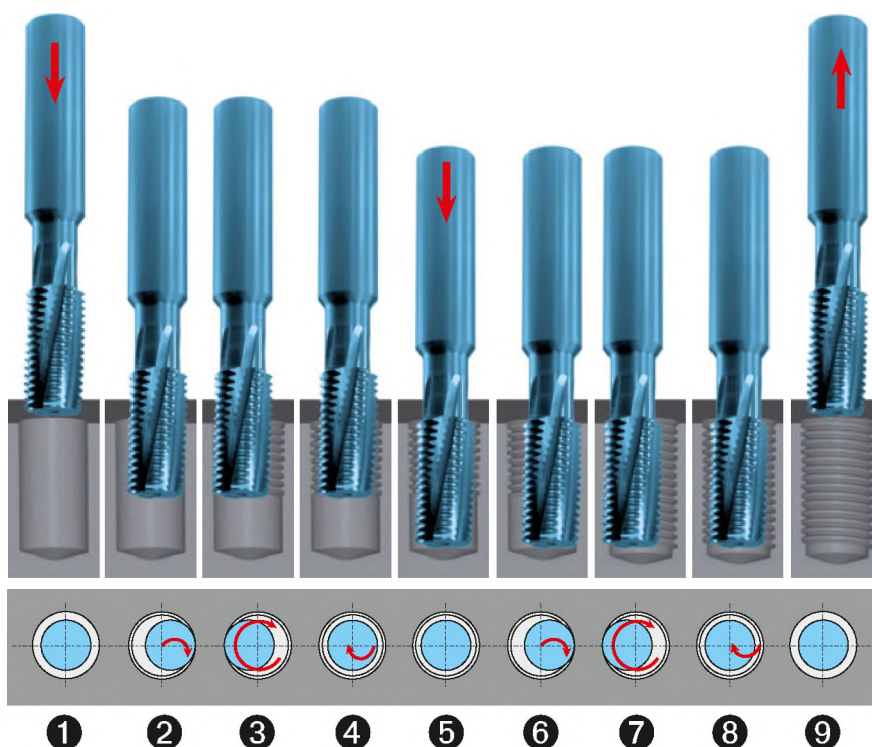


## Резьбовые фрезы для диапазона резьб Тип TMU SP - 2 цикла фрезерования

### Пример обработки

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| Покрытие:       | без покрытия    |
| Резьба:         | M24             |
| Шаг:            | 1,5 мм          |
| Глубина резьбы: | 46 мм / M16x1,5 |

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Обработ. материал:  | AlSi7     |
| Скорость резания:   | 220 м/мин |
| Подача на зуб:      | 0,15 мм   |
| Время на обработку: | 3,5 сек.  |



### Пример программирования:

| Код ЧПУ:   | Открытый текст  |
|--|---|
| N10 M6 T1  | Вызов инструмента   |
| N20 G90 G54 G00 X0.000 Y0.000                          | Смещение нулевой точки  |
| ① N30 Z2.000 S4390 M3 D1                               | Перемещение на стартовую позицию центр инструмента в центр отверстия и включение вращения инструмента                   |
| N40 G00 Z-21.550                                       | Перемещение ускоренным ходом на стартовую позицию фрезерования резьбы центрично в отверстии под резьбу                  |
| N50 G91  | Переключение на приращение  |
| N60 G42 G01 X0.000 Y7.975 F1000                        | Компенсация радиуса режущей кромки  |
| ② N70 G02 X0.000 Y-19.975 I0.000 J-9.988 Z-0.225 F552  | Дуговая траектория врезания 180°, начало 1-ого цикла фрезерования резьбы  |
| ③ N80 G02 X0.000 Y0.000 I0.000 J12.000 Z-1.500 F1104   | 1-ый цикл фрезеров. резьбы, цикл фрезеров. резьбы 360° с осевым перемещением инструмента на шаг резьбы в направлении Z  |
| ④ N90 G02 X0.000 Y19.975 I0.000 J9.988 Z-0.225 F2209   | 1-ый цикл фрезерования резьбы, дуговая траектория выхода 180° в центр отверстия   |
| ⑤ N100 G01 X0.000 Y0.000 Z-20.550 F1000                | Перемещение ускоренным ходом на стартовую позицию центр инструмента в центре отверстия для 2-ого цикла фрезеров. резьбы |
| ⑥ N110 G02 X0.000 Y-19.975 I0.000 J-9.988 Z-0.225 F552 | Дуговая траектория врезания 180°, начало 2-ого цикла фрезерования резьбы  |
| ⑦ N120 G02 X0.000 Y0.000 I0.000 J12.000 Z-1.500 F1104  | 2-ой цикл фрезеров. резьбы, цикл фрезеров. резьбы 360° с осевым перемещением инструмента на шаг резьбы в направлении Z  |
| ⑧ N130 G02 X0.000 Y19.975 I0.000 J9.988 Z-0.225 F2209  | 2-ой цикл фрезерования резьбы, дуговая траектория выхода 180° в центр отверстия   |
| N140 G40 G01 X0.000 Y-7.975 F1000                      | Отключить компенсацию радиуса режущей кромки  |
| N150 G90   | Переключение на Абсолют   |
| ⑨ N160 G80 G53 G00 Z2.000                              | Выход из отверстия на стартовую позицию центр инструмента в центре отверстия  |
| N170 M30 M95   | Окончание   |



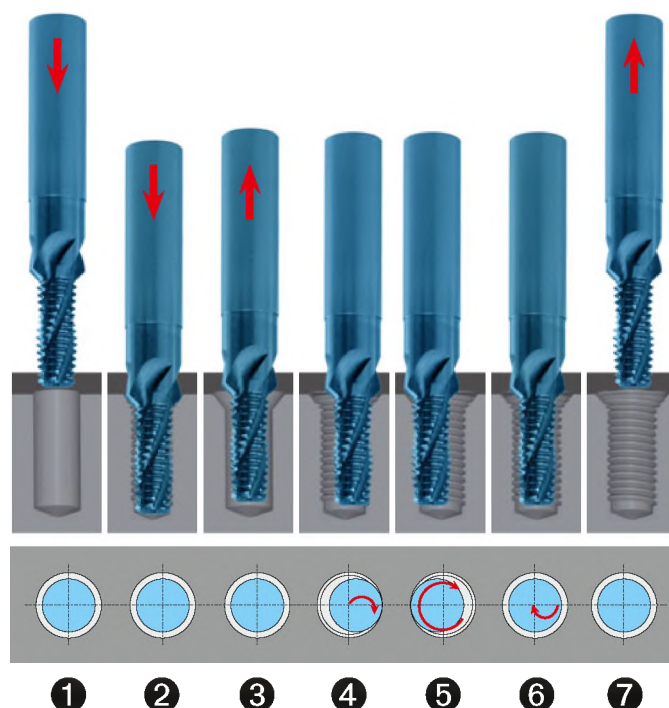


## Резьбовые фрезы с обработкой фаски Тип TMC SP

### Пример обработки

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| Покрытие:       | TiCN            |
| Резьба:         | M16             |
| Шаг:            | 1,5 мм          |
| Глубина резьбы: | 40 мм / M16x1,5 |

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Обработ. материал:  | 16MnCr5   |
| Скорость резания:   | 100 м/мин |
| Подача на зуб:      | 0,06 мм   |
| Время на обработку: | 6,4 сек.  |



### Пример программирования:

| Код ЧПУ:   | Открытый текст   |
|--|--|
| N10 M6 T1  | Вызов инструмента  |
| N20 G90 G54 G00 X0.000 Y0.000                        | Смещение нулевой точки   |
| ① N30 Z2.000 S497 M3 D1                              | Перемещение на стартовую позицию центр инструмента в центр отверстия и включение вращения инструмента      |
| N40 G00 X0.000 Y0.000 Z-41.300                       | Перемещение ускоренным ходом на стартовую позицию для обработки фаски                                      |
| ② N50 G01 X0.000 Y0.000 Z-43.200 F119                | Цековка фаски 90°  |
| ③ N60 G00 Z-38.050 S2487                             | Перемещение ускоренным ходом на стартовую позицию фрезерования резьбы центр инструмента в центре отверстия |
| N70 G91  | Переключение на приращение   |
| N80 G42 G01 X0.000 Y6.400 F1000                      | Компенсация радиуса режущей кромки   |
| ④ N90 G02 X0.000 Y-14.400 I0.000 J-7.200 Z-0.225 F60 | Дуговая траектория врезания 180°, начало фрезерования резьбы   |
| ⑤ N100 G02 X0.000 Y0.000 I0.000 J8.000 Z-1.500 F119  | Цикл фрезерования резьбы 360° с осевым перемещением инструмента на шаг резьбы в направлении Z              |
| ⑥ N110 G02 X0.000 Y14.400 I0.000 J7.200 Z-0.225 F239 | Дуговая траектория выхода 180° в центр отверстия резьбы, окончание фрезерования резьбы                     |
| N120 G40 G01 X0.000 Y-6.400 F1000                    | Отключить компенсацию радиуса режущей кромки   |
| N130 G90   | Переключение на Абсолют  |
| ⑦ N140 G80 G53 G00 Z2.000                            | Выход из отверстия на стартовую позицию центр инструмента в центре отверстия                               |
| N150 M30 M95   | Окончание  |

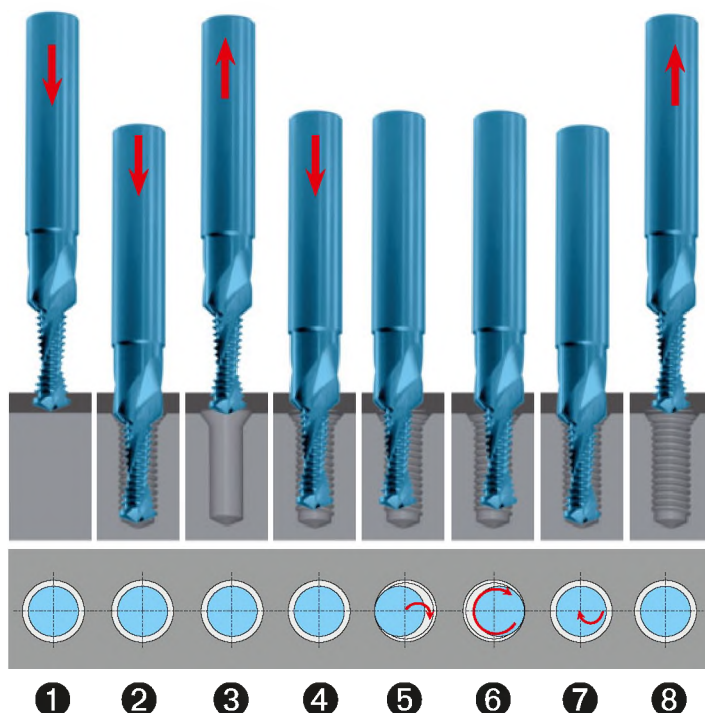


## Комбинированная резьбовая фреза-сверло Тип DTMC SP

### Пример обработки

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Покрытие:       | без покрытия  |
| Резьба:         | M8            |
| Шаг:            | 1,25 мм       |
| Глубина резьбы: | 16 мм / 2 x D |

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Обработ. материал:  | GGG 40    |
| Скорость резания:   | 100 м/мин |
| Подача на зуб:      | 0,06 мм   |
| Время на обработку: | 5,3 сек.  |



### Пример программирования:

| Код ЧПУ:   | Открытый текст   |
|--|--|
| N10 M6 T1  | Вызов инструмента  |
| N20 G90 G54 G00 X0.000 Y0.000                        | Смещение нулевой точки   |
| ① N30 Z2.000 S5013 M3 D1                             | Перемещение на стартовую позицию центр инструмента в центр отверстия и включение вращения инструмента      |
| N40 G01 X0.000 Y0.000 Z-1.000 F251                   | Центрирование на 50% от рекомендуемой подачи   |
| ② N50 X0.000 Y0.000 Z-19.825 F501                    | На полной подаче сверление отверстия под резьбу и цековка фаски 90°  |
| ③ N60 G00 X0.000 Y0.000 Z0.000 S5013                 | Полный вывод инструмента из отверстия  |
| ④ N70 Z-14.375                                       | Перемещение ускоренным ходом на стартовую позицию фрезерования резьбы центр инструмента в центре отверстия |
| N80 G91  | Переключение на приращение   |
| N90 G42 G01 X0.000 Y3.175 F1000                      | Компенсация радиуса режущей кромки   |
| ⑤ N100 G02 X0.000 Y-7.175 I0.000 J-3.588 Z-0.188 F62 | Дуговая траектория врезания 180°, начало фрезерования резьбы   |
| ⑥ N110 G02 X0.000 Y0.000 I0.000 J4.000 Z-1.250 F124  | Цикл фрезерования резьбы 360° с осевым перемещением инструмента на шаг резьбы в направлении Z              |
| ⑦ N120 G02 X0.000 Y7.175 I0.000 J3.588 Z-0.188 F248  | Дуговая траектория выхода 180° в центр отверстия резьбы, окончание фрезерования резьбы                     |
| N130 G40 G01 X0.000 Y-3.175 F1000                    | Отключить компенсацию радиуса режущей кромки   |
| N140 G90   | Переключение на Абсолют  |
| ⑧ N150 G80 G53 G00 Z2.000                            | Выход из отверстия на стартовую позицию центр инструмента в центре отверстия                               |
| N160 M30 M95   | Окончание  |

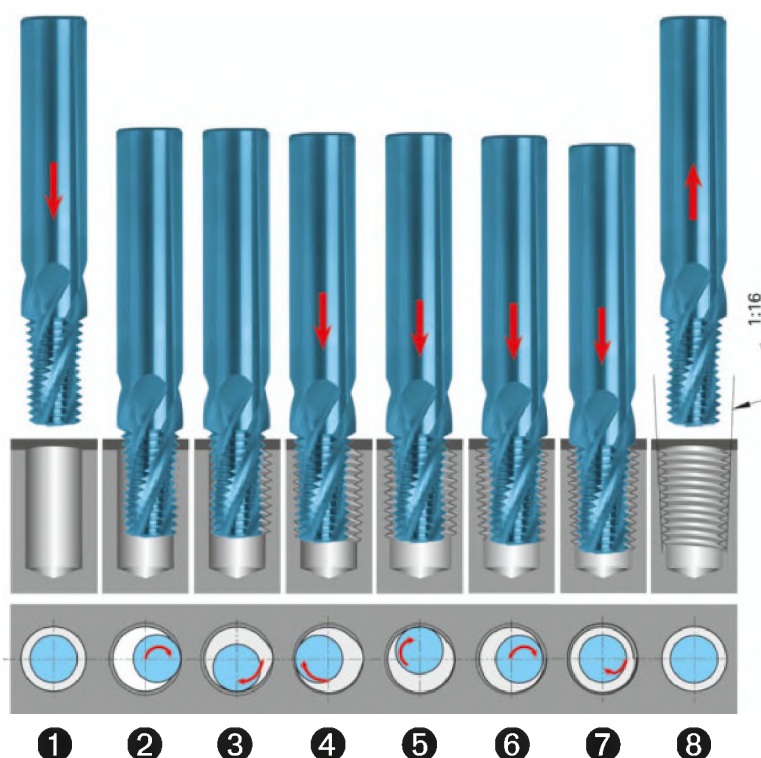


## Резьбовая фреза тип TMC SP - NPT - резьба

### Пример обработки

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| Покрытие:       | TiAlN     |
| Резьба:         | NPT 1 1/4 |
| Шаг:            | 11,5      |
| Глубина резьбы: | 1,5 x D   |

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Обработ. материал:  | St 52    |
| Скорость резания:   | 100 m/mn |
| Подача на зуб:      | 0,08 mm  |
| Время на обработку: | 2,7 s    |



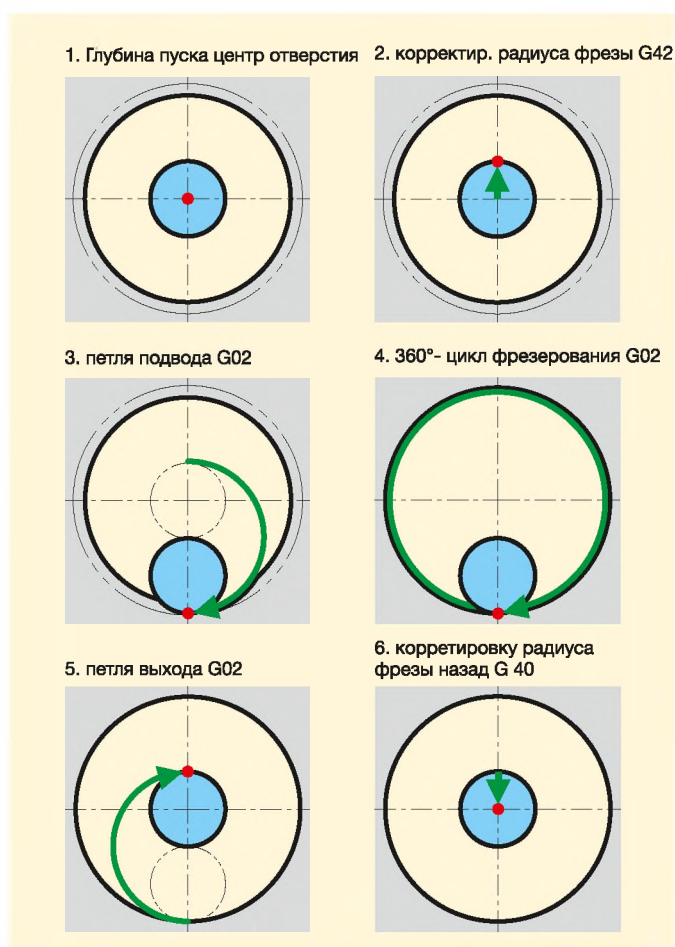
### Пример программирования:

| Код ЧПУ:   | Открытый текст  |
|--|---|
| N10 M6 T1  | Вызов инструмента   |
| N20 G90 G54 G00 X0.000 Y0.000                          | Смещение нулевой точки  |
| ① N30 Z2.000 S497 M3 D1                                | Перемещение на стартовую позицию центр инструмента в центр отверстия и включение вращения инструмента |
| N40 G00 Z-17.300                                       | Перемещение на стартовую позицию центр инструмента в центр отверстия и включение вращения инструмента |
| N50 G91  | Переключение на приращение  |
| N60 G42 G01 X0.000 Y8.750 F1000                        | Компенсация радиуса режущей кромки  |
| ② N70 G02 X0.000 Y-29.158 I0.000 J-14.579 Z-0.331 F103 | Дуговая траектория врезания 180°, начало фрезерования резьбы  |
| ③ N80 G02 X-20.408 Y20.408 I0.000 J20.408 Z-0.552 207  | 1. Процесс резьбофрезерования, цикл фрезерования резьбы 90°   |
| ④ N90 G02 X20.391 Y20.391 I20.391 J-0.000 Z-0.552      | 2. Процесс резьбофрезерования, цикл фрезерования резьбы 90° с аксиальным движением направления Z      |
| ⑤ N100 G02 X20.374 Y20.374 I0.000 J20.374 Z-0.552      | 3. Процесс резьбофрезерования, цикл фрезерования резьбы 90° с аксиальным движением направления Z      |
| ⑥ N110 G02 X-20.356 Y-20.356 I-20.356 J0.000 Z-0.552   | 4. Процесс резьбофрезерования, цикл фрезерования резьбы 90° с аксиальным движением направления Z      |
| ⑦ N120 G02 X0.000 Y29.089 I0.000 J14.545 Z-0.331       | 4-ый цикл фрезерования резьбы, дуговая траектория выхода 180° в центр отверстия                       |
| N130 G40 G01 X0.000 Y-8.750 F1000                      | Отключить компенсацию радиуса режущей кромки  |
| N140 G90   | Переключение на Абсолют   |
| ⑧ N150 G53 G00 Z2.000                                  | Выход из отверстия на стартовую позицию центр инструмента в центре отверстия                          |
| N160 M30   | Окончание   |





## Цикл резбифрезерования по DIN 66025



### Условия перемещения (Функции G) по DIN 66025, стр. 2

| Код     | Функция   |
|---------|---|
| G00     | Позиционирование на ускоренном ходу                   |
| G01     | Линейная интерполяция                                 |
| G02     | Круговая интерполяция по часовой стрелке              |
| G03     | Круговая интерполяция против часовой стрелки          |
| G04     | Время ожидания  |
| G17     | Выбор плоскостей XY                                   |
| G18     | Выбор плоскостей XZ                                   |
| G19     | Выбор плоскостей YZ                                   |
| G33     | Нарезание резьбы с постоянным шагом                   |
| G34     | Нарезание резьбы с нарастающим шагом                  |
| G35     | Нарезание резьбы с убывающим шагом                    |
| G40     | Удаление всех вызванных корректировок инструмента     |
| G41     | Корректировка радиуса инструмента, смещение влево     |
| G42     | Корректировка радиуса инструмента, смещение вправо    |
| G43     | Корректировка инструмента, положит.                   |
| G44     | Корректировка инструмента, отрицат.                   |
| G53     | Удаление всех вызванных смещений 0-точки              |
| G54-G59 | Смещение нулевой точки                                |
| G60     | Допуск подвода 1                                      |
| G61     | Допуск подвода 2, также движение по петле             |
| G62     | Быстрое позиционирование, только ускорен.ход          |
| G63     | Установить подачу 100%, напр., при нарезании метчиком |
| G64     | Смена подачи и/или оборотов                           |
| G70     | Вывести ось Z в исходное положение                    |
| G73     | Запрограммированная подача = Подачаоси                |
| G74     | Выход в референтную точку 1 и 2 оси                   |
| G75     | Выход в референтную точку 3 и 4 оси                   |
| G80     | Удаление вызванных циклов                             |
| G81-G89 | Заданные циклы сверления                              |
| G90     | Ввод исходного размера                                |
| G91     | Ввод относительного размера                           |
| G92     | Запрограммированное смещение исходной точки           |
| G94     | Подача в мм в минуту                                  |
| G95     | Подача в мм на оборот                                 |

### Присвоение адресов по DIN 66025

| Буква | Адрес для   |
|-------|---|
| A     | Угловой размер вокруг оси X   |
| B     | Угловой размер вокруг оси Y   |
| C     | Угловой размер вокруг оси Z   |
| D     | Угловой размер вокруг дополнит.оси или выбираемый свободно  |
| E     | Угловой размер вокруг дополнит.оси или имеющейся (код ошибки и т.п.)                                      |
| F     | Скорость подачи   |
| G     | Подготавливаемые условия перемещен.   |
| H     | Корректировка длины инструмента   |
| I     | Вспомогательные параметры для круговой интерполяции или шага резьбы параллельно оси X                     |
| J     | Вспомогательные параметры для круговой интерполяции или шага резьбы параллельно оси Y                     |
| K     | Вспомогательные параметры для круговой интерполяции или шага резьбы параллельно оси Z в свободном доступе |
| L     | Машинные команды, функции включений   |
| M     | Номер кадра   |
| O     | Offset (параллельное оси смещение инструмента) По возможности не применять                                |
| P     | Третье ограничение ускоренного хода   |
| Q     | Второе ограничение ускоренного хода   |
| R     | Первое ограничение ускоренного хода или исходная плоскость  |
| S     | Обороты основного шпинделя  |
| T     | № инструмента, возможно со значением корректировки  |
| U     | Вторая ось параллельно оси X  |
| V     | Вторая ось параллельно оси Y  |
| W     | Вторая ось параллельно оси Z  |
| X     | Первая основная ось   |
| Y     | Вторая основная ось   |
| Z     | Третья основная ось   |






### Функции включений по DIN 66025, стр. 2

| Код     | Функция  |
|---------|--|
| M00     | Останов программы. Шпиндель, СОЖ и подача выкл. Повторный пуск кнопкой „START“.  |
| M01     | Выборочный останов. Действие как при M 00<br>Если переключатель „WAHLWEISER HALT“ (ВЫБОРОЧН.ОСТАНОВ) стоит на EIN (ВКЛ). |
| M02     | Программа ЗАВЕРШЕНА  |
| M03     | Шпиндель ВКЛ, правое вращение  |
| M04     | Шпиндель ВКЛ, левое вращение   |
| M05     | Шпиндель СТОП  |
| M06     | Выполнить смену инструмента  |
| M07     | СОЖ 2 ВКЛ  |
| M08     | СОЖ 1 ВКЛ  |
| M09     | СОЖ ВЫКЛ   |
| M10     | Зажим ВКЛ  |
| M11     | Зажим ВЫКЛ   |
| M13     | Шпиндель ВКЛ, прав.вращение и СОЖ ВКЛ  |
| M14     | Шпиндель ВКЛ, лев.вращение и СОЖ ВКЛ   |
| M19     | Шпиндель СТОП в задан. угловом положении   |
| M30     | Как при M00, дополнит. обратная перемотка перфоленты   |
| M31     | Снять блокировку   |
| M40-M45 | Переключение передачи редуктора  |
| M50     | СОЖ 3 ВКЛ  |
| M51     | СОЖ 4 ВКЛ  |
| M60     | Смена заготовки  |
| M68     | Зажим заготовки  |
| M69     | Разжим заготовки   |



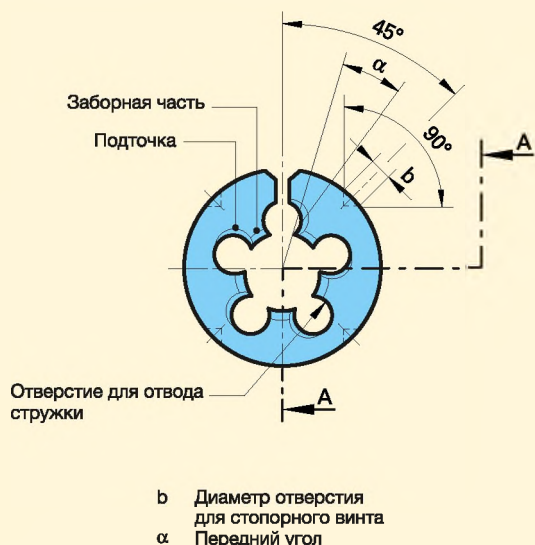


## Ошибки и проблемы обработки новыми резьбовыми фрезами

| Проблема  | Причина   | Решение   |
|---|---|---|
| <b>1 Слишком большая или слишком маленькая резьба</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильный радиус в ЧПУ-программе и следовательно неправильная траектория фрезерования</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Корректировка радиуса фрезерования до достижения точного размера резьбы</li> </ul>   |
| <b>2 Резьба не цилиндрическая</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Слишком высокая подача</li> <li>Траектория полутного фрезерования при большой длине фрезерования</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшить подачу</li> <li>Изменение направления фрезерования на встречное</li> </ul>   |
| <b>3 Плохая поверхность резьбы, следы дробления</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Слишком высокая скорость резания</li> <li>Неоптимальное крепление инструмента или заготовки</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Регулировать режимы резания</li> <li>Повторная проверка крепления инструмента и заготовки</li> </ul>                               |
| <b>4 Поломка инструмента</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ошибки в ЧПУ-программе</li> <li>Слишком высокие режимы резания</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Повторная проверка ЧПУ-программы</li> <li>Регулировать режимы резания</li> </ul>   |
| <b>5 Низкая стойкость</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Слишком высокие режимы резания</li> <li>Применение инструмента без покрытия</li> <li>Плохая смазка и плохой вывод стружки</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Регулировать режимы резания</li> <li>Применение инструмента с покрытием</li> <li>Улучшить смазку, внутренний подвод СОЖ</li> </ul> |
| <b>6 Поломка инструмента при обработке комбинированной фрезой-сверлом</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Проблема с выводом стружки при сверлении</li> <li>Слишком высокая подача при сверлении</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Использование инструмента с внутренним подводом СОЖ</li> <li>Установить циклы вывода стружки</li> </ul>                            |



## Основные геометрические параметры и термины



### Передний угол

Для достижения высокого качества резьбы, передний угол должен подходить к обрабатываемой детали. Для заготовок с длинной резьбой должен использоваться большой передний угол резания, с короткой - маленький. Если в заказе не указаны параметры обрабатываемой детали, используем плашки с передним углом для стали средней прочности.

### Заборная часть

Также как и у метчика делаем различие между длинной, средней и короткой заборной частью. Наши стандартные плашки изготавливаются со средней, так называемой нормальной заборной частью, с длиной заборной части прибл. 1,75 x шаг. Нормальная заборная часть подходит для обработки стали средней прочности. Плашки, устанавливаемые на станки-автоматы, должны заказываться с подточкой, благодаря которой стружка уходит в направлении подачи, что предотвращает сильное скопление стружки в отверстии. Другими преимуществами плашки с подточкой являются также снижение вращающегося момента, более высокая стойкость, более высокое качество поверхности резьбы. Длина заборной части плашки с короткой заборной частью прибл. от 1,25 x шаг. Специально сконструированы для резьбы с малой величиной сбега. Поставляется под заказ. Цена по запросу.

Для обработки труднообрабатываемых материалов рекомендуется, насколько позволяет геометрия обрабатываемой детали, необходимо использовать плашки с длинной заборной частью, т.е. с длиной заборной части прибл. от 2,25 x шаг. Поставляется под заказ. Цена по запросу.



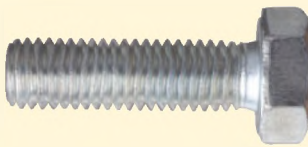
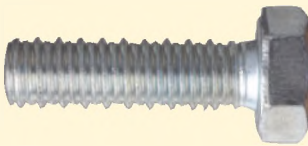
### Размеры допусков

Если в заказе не указаны размеры допусков, мы поставляем плашки стандартной точности для поля допуска 6h, 6g для метрической ISO-, Whitworth-, Whitworth-Rohr-, UNC-, UNF- и UNEF- резьбы. При необходимости, в программе поставок можно выбрать плашки с полями допуска 4h и 6e для метрических резьбы ISO.

|                 |  |
|-----------------|--|
| Поле допуска 4h | Класс допуска точный<br>Для винтов, поверхность которых должна оставаться без покрытия или только очень слабая обработка поверхности.  |
| Поле допуска 6h | Класс допуска средний<br>Размер резьбы до 1,4 мм.  |
| Поле допуска 6g | Класс допуска средний<br>Для винтов, поверхность которых должна оставаться без покрытия или только очень слабая обработка поверхности. |
| Поле допуска 6e | Класс допуска средний<br>Для винтов с упрочненной поверхностью   |



## Ошибки и проблемы обработки новым инструментом

| Проблема  | Причина  | Решение  |
|---|--|--|
| <b>1 Слишком большая или слишком маленькая резьба</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Плоская закреплена в плоскодержателе в наклонном положении</li> <li>Выбор неправильных допусков</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить еще раз плоскую в держателе</li> <li>Выбрать плоскую необходимой точности</li> </ul>  |
| <b>2 Разрушение зуба</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Блокировка стружки</li> <li>Перегрузка зубьев через высокие режимы резания</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Использовать плоскую с подточкой заходной части</li> <li>Удлинить заборную часть</li> </ul>   |
| <b>3 Резьба имеет плохую поверхность</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Низкая шероховатость резьбовой части плоской</li> <li>Недостаточная смазка</li> <li>Нарост на режущей кромке</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Использовать шлифованные плоские</li> <li>Улучшить смазку</li> <li>Проверить и очистить боковую кромку резьбовой части плоской</li> </ul> |
| <b>4 Низкая стойкость</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Несоответствие плоской для использования в конкретном случае.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Использовать плоские из быстрорежущей стали с повышенным содержанием кобальта HSS-E</li> <li>Применять инструмент с покрытием</li> </ul>  |
| <b>5 Испорченная резьба</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Зажало плоскую</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Использовать плоскую с прорезью</li> </ul>  |



# Опросный лист

По всем вопросам подбора инструмента и/или решения Ваших проблем обработки просим скопировать опросный лист и в заполненном виде отправить по факсу Вашему контактному лицу на фирме Guhring.

☐ Запрос ☐ Заказ Предложение № \_\_\_\_\_

☐ Образец на испытание

## Заказчик

Название фирмы \_\_\_\_\_  
 Улица \_\_\_\_\_  
 Индекс, город \_\_\_\_\_  
 Страна \_\_\_\_\_  
 Название детали \_\_\_\_\_  
 Статья расходов \_\_\_\_\_  
 Чертеж № \_\_\_\_\_

Контактное лицо \_\_\_\_\_  
 Телефон \_\_\_\_\_  
 Факс \_\_\_\_\_  
 e-Mail \_\_\_\_\_

## Инструмент

☐ Метчик ☐ Резьбовые фрезы

☐ Бесстружечный метчик

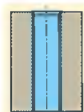
Размер резьбы \_\_\_\_\_  
 Допуск резьбы \_\_\_\_\_  
 DIN \_\_\_\_\_

(для специальной резьбы просим указать размеры на эскизе)

Ранее использованный инструмент:

Изготовитель \_\_\_\_\_ Режущий материал \_\_\_\_\_  
 Размер \_\_\_\_\_ Покрытие \_\_\_\_\_  
 Допуск \_\_\_\_\_ Охлаждение \_\_\_\_\_  
 Артикул № \_\_\_\_\_ Скорость резания \_\_\_\_\_

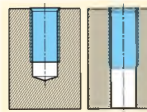
## Заготовка



Вид отверстия сквозное

Длина резьбы \_\_\_\_\_ мм

Эскиз:



Вид отверстия глухое

Глубина отверстия \_\_\_\_\_ x D

Длина резьбы \_\_\_\_\_ мм

Эскиз:

Обрабатываемый материал \_\_\_\_\_  
 или номер материала по DIN \_\_\_\_\_

Характеристики мат. ☐ с короткой стружкой ☐ с длинной стружкой

Исполнение отверстия под резьбу

☐ просверленное ☐ штампованное ☐ пролитое

Положение оси обрабатываемого отверстия

☐ горизонтальное ☐ вертикальное ☐ наклонное

Для специальной резьбы указать:

Наружный Ø \_\_\_\_\_

Шаг \_\_\_\_\_

Средний Ø \_\_\_\_\_

Угол профиля \_\_\_\_\_

Внутренний Ø \_\_\_\_\_

☐ Чертеж находится

## Оборудование

Производитель и тип \_\_\_\_\_

Мощность привода \_\_\_\_\_

Частота вращения \_\_\_\_\_

Число шпинделей \_\_\_\_\_ ☐ с внутренним подводом СОЖ

Положение шпинделя:

☐ горизонтальное ☐ вертикальное

Крепление инструмента:

☐ Резьбонарезные патроны ☐ растяжение ☐ сжатие

☐ Резьбонарезной аппарат

☐ Цанговый патрон (жесткий)

☐ Цанговый патрон с компенсацией длины

Крепление заготовки: ☐ вращается ☐ неподвижно

Подача:

☐ ручная

☐ гидравлическая ☐ синхронная

☐ механическая

☐ пневматическая (для ЧПУ / ходового винта)

СОЖ:

☐ отсутствует

☐ Воздух

☐ Масло

☐ Керосин

☐ Эмульсия %

☐ MMS

Обозначение СОЖ \_\_\_\_\_

Объем СОЖ л/мин \_\_\_\_\_

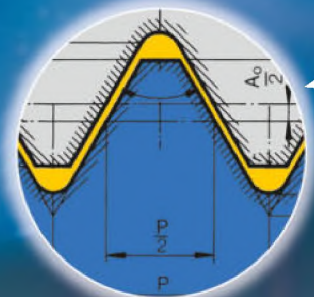
Давление СОЖ (ат/бар) \_\_\_\_\_

Резьбонарезной инструмент

Опросный лист: Дата, подпись \_\_\_\_\_

передано в работу: СоБО № Дата, печать \_\_\_\_\_





## СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТЧИКИ

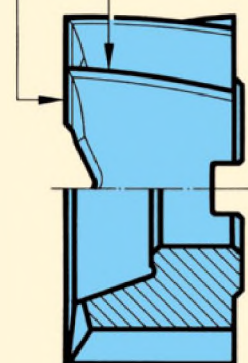
Дополнительно к стандартной программе возможно изготовление инструмента для других видов резьбы, со специальными размерами и допусками. Для выполнения Ваших специфических требований мы также разрабатываем комбинированный инструмент, например, с кромками для удаления заусенцев.



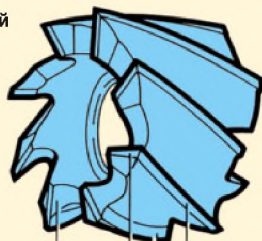
## Основные геометрические параметры

Вспомогательная режущая кромка

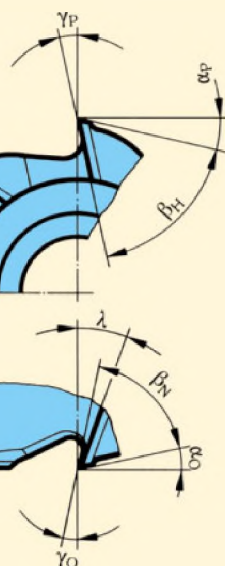
Главная режущая кромка



Подточка  
вспомогательной  
режущей  
кромки



Задняя поверхность главной реж.кромки  
Передняя поверхность главной реж.кромки  
Задняя поверхность вспомогат.реж.кромки \*  
Передняя поверхность вспомогат.реж.кромки \*



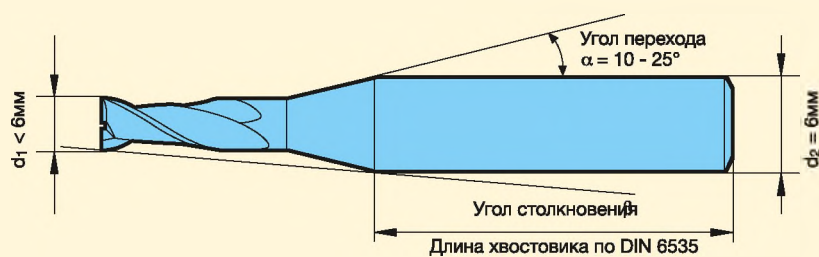
$\alpha_P$  = Задний угол Главн.реж.кромка  
 $\beta_H$  = Угол заострения Главн.реж.кромка  
 $\gamma_P$  = Передний угол Главн.реж.кромка

$\alpha_O$  = Задний угол Вспомогат.реж.кромка  
 $\beta_N$  = Угол заострения Вспомогат.реж.кромка  
 $\gamma_O$  = Передний угол Вспомогат.реж.кромка

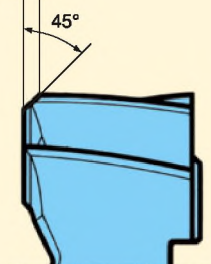
$\lambda$  = Угол подъема спирали

\*) Вспомогательные режущие кромки - кромки, работающие не в направлении подачи.


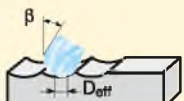
Угол перехода  $\alpha$   
и угол столкновения  $\beta$   
для инструмента с  $d_1 < d_2$  и  
коническим переходом в за-  
висимости от общей длины и  
длины реж.кромки.



Угловая защитная фаска  
Измерение  
вдоль оси



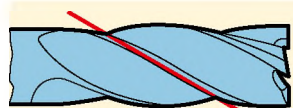


| Символ      | Описание   | метрич. | Формулы   |
|-------------|--|---------|---|
| $v_c$       | Скорость резания   | м/мин   | $v_c = \frac{\pi \cdot D_c \cdot n}{1000}$  |
| $D_c$       | Диаметр фрезы  | мм      |   |
| $n$         | Частота вращения (об/мин)  |         | $n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D_c}$  |
| $S$         | Подача на оборот   | мм      | $S = \frac{v_f}{n}$   |
| $v_f$       | Минутная подача  | мм      | $v_f = n \cdot z \cdot f_z$   |
| $f_z$       | Подача на зуб  | мм      | $f_z = \frac{v_f}{n \cdot z}$   |
| $f$         | Подача на оборот   | мм      | $f = f_z \cdot z$   |
| $v_{fH}$    | Подача при обработке с интерполяцией   | мм/мин  | $v_{fH} = \frac{v_f \cdot (D_{h1} - D_{h2})}{D_{h1}}$ <p><math>D_{h1}(\text{мм})</math> = наружный диаметр траектории интерполяции<br/> <math>D_{h2}(\text{мм})</math> = Ø, который описывает фрезу</p> |
| $z$         | Число зубьев   |         |   |
| $Q$         | Объем стружки  | см³/мин | $Q = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{1000}$  |
| $a_p$       | Глубина резания  | мм      |   |
| $a_e$       | Ширина резания   | мм      |   |
| $T$         | Время резания  | мин.    | $T = \frac{l_f}{v_f}$   |
| $l_f$       | Длина фрезер.  | мм      |   |
| $D_{(eff)}$ | Длина фрезерования<br><br>Эффективный диаметр при наклонном фрезеровании<br> | мм      | $D_{(eff)} = 2 \cdot \sqrt{D \cdot a_p - a_p^2}$<br>$D_{(eff)} = D \cdot \sin \left[ \beta + \arccos \left( \frac{D - 2a_p}{D} \right) \right]$   |
| $R_{th}$    | Шероховатость  | мм      | $R_{th} = \frac{D}{2} = \sqrt{\frac{D^2 - a_e^2}{4}}$   |
| $Z_b$       | Оптимальный шаг фрезерования для тороидальных фрез   | мм      | $Z_b = \frac{D - 2 \times R}{2}$  |





# Типы фрез и их основные области применения

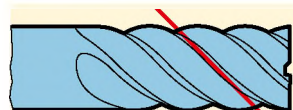


30°

## Тип N

Геометрия с углом подъёма спирали 30°, для чистового фрезерования конструкционной, цементированной и улучшенной стали, а также цветных металлов и металлов твёрдостью до

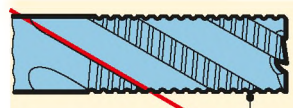
- 1200 Н/мм<sup>2</sup> с фрезами из быстрореж. стали
- 1600 Н/мм<sup>2</sup> с фрезами VHM



45°

## Тип NH

Геометрия с углом подъёма спирали 45° для чистовой обработки высокопрочных материалов и серого чугуна прочностью до 1600 Н/мм<sup>2</sup>



30°

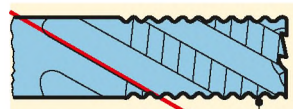
Стружколом -  
профиль  
уплощенный  
крупный



## Тип NF

Геометрия с плоским стружколомом для черновой обработки образует короткую стружку, с лучшей шероховатостью по сравнению с типом NR или NRf. Для фрезерования обычных материалов прочностью до 1200 Н/мм<sup>2</sup> с фрезами из быстрореж. стали

- 1600 Н/мм<sup>2</sup> с фрезами VHM



30°

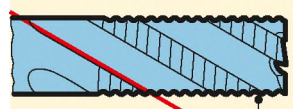
Стружколом -  
профиль  
крупный



## Тип NR

Геометрия со стружколомом для черновой обработки образует короткую стружку и её хороший вывод. Для фрезерования обычных материалов твёрдостью до

- 1000 Н/мм<sup>2</sup> с фрезами из быстрорежущей стали
- 1200 Н/мм<sup>2</sup> с фрезами VHM



30°

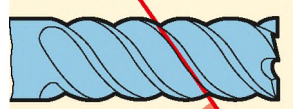
Стружколом -  
профиль  
малкий



## Тип NRf

Геометрия с крупным стружколомом для черновой обработки образует короткую стружку и её хороший отвод. Возможно увеличение подачи по сравнению с типом NR. Для фрезерования материалов с повышенной твёрдостью до 1400 Н/мм<sup>2</sup> с фрезами из быстрореж. стали

1600 Н/мм<sup>2</sup> с фрезами VHM



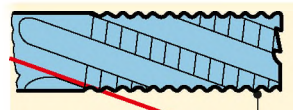
55°

## Тип H

Геометрия с углом подъёма спирали 55° для чистовой, а также высокоскоростной\* обработки закалённых материалов и отбелённого чугуна

- прочностью до 62 HRC

\* High Speed Cutting



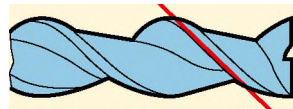
20°

Стружколом -  
профиль  
малкий



## Тип HR

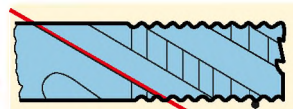
Геометрия с крупными стружколомами для черновой обработки образует короткую стружку и её хороший отвод. Для фрезерования закалённых материалов, а также для серого или отбелённого чугуна с прочностью до 56 HRC



45°

## Тип W

Геометрия с углом подъёма спирали 45° для чистовой обработки мягких материалов, например, алюминия, алюминиевых сплавов и цветных металлов прочностью до 600 Н/мм<sup>2</sup>



30°

Стружколом -  
профиль  
сверхкрупный



## Тип WR

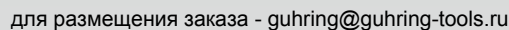
Грубое черновое зубчатое зацепление с косым рифлением производит короткую стружку при хорошем отводе стружки. Для фрезерования алюминия, цветных металлов, а также мягкой стали прочностью до 600 Н/мм<sup>2</sup>





# Типы RF 100 и их основные области применения

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <b>RF 100 U</b><br>(тип N)             | Спираль 35°/38°. Пригодна для обработки канавок, черновой и чистовой обработки в сталях, высоколегированных и закалённых сталях до<br>Предела прочности на разрыв• 1600 Н/мм <sup>2</sup> (48 HRC)  |
|  | <b>RF 100 U</b><br>(тип N)<br>3 лезвия | Спираль 41°/43°/45°. Пригодна для канавок, черновой и чистовой обработки в сталях, высоколегированных и закалённых сталях до предела прочности на разрыв• 1400 Н/мм <sup>2</sup> (44 HRC) в 3-лезвийном исполнении для сверхбольших глубин резания.               |
|  | <b>RF 100 U/HF</b><br>(тип HF)         | Спираль 30°/32° и профиль для черновой обработки. Пригодна для обработки канавок и черновой обработки с большой шириной и глубиной съёма в сталях, высоколегированных и закалённых сталях до<br>Предела прочности на разрыв• 1600 Н/мм <sup>2</sup> (48 HRC)      |
|  | <b>RF 100 F</b><br>(тип NH)            | Спираль 40°/42°. Пригодна для обработки канавок, черновой и чистовой обработки в мягких и вязких сталях, а также прочих длинностружечных материалах до<br>Предела прочности на разрыв• 850 Н/мм <sup>2</sup> (25 HRC)   |
|  | <b>RF 100 VA</b><br>(тип N)            | Спираль 36°/38°. Пригодна для канавок, черновой и чистовой обработки нержавеющей сталей и нержавеющей материалов.   |
|  | <b>RF 100 VA/NF</b><br>(тип NF)        | Спираль 36°/38° и профиль для черновой обработки. Пригодна для канавок и черновой обработки нержавеющей сталей и нержавеющей материалов.  |
|  | <b>RF 100 A</b><br>(тип W)             | Спираль 40°/42°. Пригодна для обработки канавок, черновой и чистовой обработки алюминия и алюминиевых сплавов, а также длинностружечных материалов и цветных металлов.  |
|  | <b>RF 100 A/WF</b><br>(тип WF)         | Спираль 29°/30°/31° и профиль для черновой об-ки. Пригодна для канавок и черновой обработки алюминия и алюминиевых сплавов.   |
|  | <b>RF 100 H</b><br>(тип H)             | Спираль 40°/42° и увеличением сердцевины. Пригодна для черновой обработки до 1xD в материалах до 54 HRC, для чистовой обработки по всей длине режущей кромки в материалах до 60 HRC. Благодаря стратегии HPC пригодна для черновой обработки материалов > 60 HRC. |
|  | <b>RF 100 Ti</b><br>(тип N)            | Спираль 35°/38° с угловым радиусом. Пригодна для канавок и черновой обработки титановых сплавов   |
|  | <b>RF 100 SF</b><br>(тип NH)           | Спираль 44°/45°/46° Пригодна для чистовой обработки HSC Для полужерновой обработки с шириной обработки до макс 0,3xD и черновой обработки HPC по всей длине режущей кромки стандартной стали, чугуна, цветных металлов и высоколегированных материалов.           |



## Таблица перевода твердости

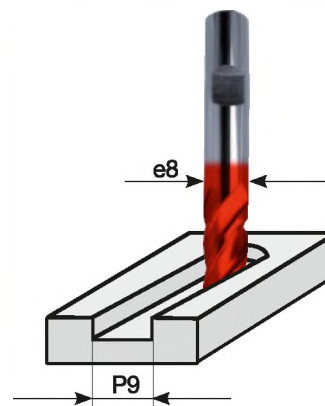
| Rm<br>(H/MM2) | HRC | HB30 | HV10 |
|---------------|-----|------|------|
| 240           |     | 71   | 75   |
| 255           |     | 76   | 80   |
| 270           |     | 81   | 85   |
| 285           |     | 86   | 90   |
| 305           |     | 90   | 95   |
| 320           |     | 95   | 100  |
| 335           |     | 100  | 105  |
| 350           |     | 105  | 110  |
| 370           |     | 109  | 115  |
| 385           |     | 114  | 120  |
| 400           |     | 119  | 125  |
| 415           |     | 124  | 130  |
| 430           |     | 128  | 135  |
| 450           |     | 133  | 140  |
| 465           |     | 138  | 145  |
| 480           |     | 143  | 150  |
| 495           |     | 147  | 155  |
| 510           |     | 152  | 160  |
| 530           |     | 157  | 165  |
| 545           |     | 162  | 170  |
| 560           |     | 166  | 175  |
| 575           |     | 171  | 180  |
| 595           |     | 176  | 185  |
| 610           |     | 181  | 190  |
| 625           |     | 185  | 195  |
| 640           |     | 190  | 200  |
| 660           |     | 195  | 205  |
| 675           |     | 199  | 210  |
| 690           |     | 204  | 215  |
| 705           |     | 209  | 220  |
| 720           |     | 214  | 225  |
| 740           |     | 219  | 230  |
| 755           |     | 223  | 235  |
| 770           |     | 228  | 240  |
| 785           |     | 233  | 245  |
| 800           | 22  | 238  | 250  |
| 820           | 23  | 242  | 255  |
| 835           | 24  | 247  | 260  |
| 860           | 25  | 255  | 268  |
| 870           | 26  | 258  | 272  |
| 900           | 27  | 266  | 280  |
| 920           | 28  | 273  | 287  |
| 940           | 29  | 278  | 293  |
| 970           | 30  | 287  | 302  |
| 995           | 31  | 295  | 310  |
| 1020          | 32  | 301  | 317  |
| 1050          | 33  | 311  | 327  |
| 1080          | 34  | 319  | 336  |
| 1110          | 35  | 328  | 345  |
| 1140          | 36  | 337  | 355  |
| 1170          | 37  | 346  | 364  |

[illegible]



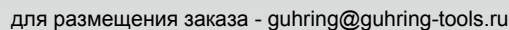
|                              |                  | Диапазон номинальных размеров в мм / значения допусков в мкм |                 |                  |                   |                   |                   |                   |                    |                     |                     |                |
|------------------------------|------------------|--|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------|
|                              |                  | от 1<br>до 3   | более 3<br>до 6 | более 6<br>до 10 | более 10<br>до 18 | более 18<br>до 30 | более 30<br>до 50 | более 50<br>до 80 | более 80<br>до 120 | более 120<br>до 180 | более 180<br>до 250 |                |
| Точность, положение и допуск | Наружные размеры | d 9  | -20<br>-45      | -30<br>-60       | -40<br>-76        | -50<br>-93        | -65<br>-117       | -80<br>-142       | -100<br>-174       | -120<br>-207        | -145<br>-245        | -170<br>-285   |
|                              |                  | d 11   | -20<br>-80      | -30<br>-105      | -40<br>-130       | -50<br>-160       | -65<br>-195       | -80<br>-240       | -100<br>-290       | -120<br>-340        | -145<br>-395        | -170<br>-460   |
|                              |                  | e8*  | -14<br>-28      | -20<br>-38       | -25<br>-47        | -32<br>-59        | -40<br>-73        | -50<br>-89        | -60<br>-106        | -72<br>-126         | -85<br>-148         | -100<br>-172   |
|                              |                  | f8   | -6<br>-20       | -10<br>-28       | -13<br>-35        | -16<br>-43        | -20<br>-53        | -25<br>-64        | -30<br>-76         | -36<br>-96          | -43<br>-106         | -50<br>-122    |
|                              |                  | f9   | -6<br>-31       | -10<br>-40       | -13<br>-49        | -16<br>-59        | -20<br>-72        | -25<br>-87        | -30<br>-104        | -36<br>-123         | -43<br>-143         | -50<br>-165    |
|                              |                  | h6   | 0<br>-6         | 0<br>-8          | 0<br>-9           | 0<br>-11          | 0<br>-13          | 0<br>-16          | 0<br>-19           | 0<br>-22            | 0<br>-25            | 0<br>-29       |
|                              |                  | h7   | 0<br>-10        | 0<br>-12         | 0<br>-15          | 0<br>-18          | 0<br>-21          | 0<br>-25          | 0<br>-30           | 0<br>-35            | 0<br>-40            | 0<br>-46       |
|                              |                  | h8   | 0<br>-14        | 0<br>-18         | 0<br>-22          | 0<br>-27          | 0<br>-33          | 0<br>-39          | 0<br>-46           | 0<br>-54            | 0<br>-63            | 0<br>-72       |
|                              |                  | h9   | 0<br>-25        | 0<br>-30         | 0<br>-36          | 0<br>-43          | 0<br>-52          | 0<br>-62          | 0<br>-74           | 0<br>-87            | 0<br>-100           | 0<br>-115      |
|                              |                  | h10  | 0<br>-40        | 0<br>-48         | 0<br>-58          | 0<br>-70          | 0<br>-84          | 0<br>-100         | 0<br>-120          | 0<br>-140           | 0<br>-160           | 0<br>-185      |
|                              |                  | h11  | 0<br>-60        | 0<br>-75         | 0<br>-90          | 0<br>-110         | 0<br>-130         | 0<br>-160         | 0<br>-190          | 0<br>-220           | 0<br>-250           | 0<br>-290      |
|                              |                  | h12  | 0<br>-100       | 0<br>-120        | 0<br>-150         | 0<br>-180         | 0<br>-210         | 0<br>-250         | 0<br>-300          | 0<br>-350           | 0<br>-400           | 0<br>-460      |
|                              |                  | js11   | +30<br>-30      | +37,5<br>-37,5   | +45<br>-45        | +55<br>-55        | +65<br>-65        | +80<br>-80        | +95<br>-95         | +110<br>-110        | +125<br>-125        | +145<br>-145   |
|                              |                  | js14   | +125<br>-125    | +150<br>-150     | +180<br>-180      | +215<br>-215      | +260<br>-260      | +310<br>-310      | +370<br>-370       | +435<br>-435        | +500<br>-500        | +575<br>-575   |
|                              |                  | js16   | +300<br>-300    | +375<br>-375     | +450<br>-450      | +550<br>-550      | +650<br>-650      | +800<br>-800      | +950<br>-950       | +1100<br>-1100      | +1250<br>-1250      | +1450<br>-1450 |
|                              |                  | k10  | +40<br>0        | +48<br>0         | +58<br>0          | +70<br>0          | +84<br>0          | +100<br>0         | +120<br>0          | +140<br>0           | +160<br>0           | +185<br>0      |
|                              |                  | k11  | +60<br>0        | +75<br>0         | +90<br>0          | +110<br>0         | +130<br>0         | +160<br>0         | +190<br>0          | +220<br>0           | +250<br>0           | +290<br>0      |
|                              |                  | k12  | +100<br>0       | +120<br>0        | +150<br>0         | +180<br>0         | +210<br>0         | +250<br>0         | +300<br>0          | +350<br>0           | +400<br>0           | +460<br>0      |
|                              |                  | k16  | +600<br>0       | +750<br>0        | +900<br>0         | +1100<br>0        | +1300<br>0        | +1600<br>0        | +1900<br>0         | +2200<br>0          | +2500<br>0          | +2900<br>0     |

\* Фрезы с допуском e8 фрезеруют за один проход канавку для призматической шпонки с допуском P9.



Фрезерный  
инструмент





|                  |  |                 |                                   |
|------------------|--|-----------------|-----------------------------------|
| Заказчик №       |  | Новый заказчик  | Номер для заказа                  |
| Фирма            |  | Контактное лицо |                                   |
| Улица/Номер дома |  | Индекс/Город    | Контактное лицо на фирме Gühring: |
| Телефон          |  | Факс            |                                   |
| Дата             |  | Подпись         |                                   |

|                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| Артикул .....                | (№)                     |
| Производитель .....          | (обозначение)           |
| Диаметр режущей части .....  | (мм)                    |
| Длина режущей части .....    | (мм)                    |
| Общая длина .....            | (мм)                    |
| Ø хвостовика .....           | (мм)                    |
| Число зубьев .....           | (кол-во)                |
| Покрытие .....               | (вид)                   |
| Станок .....                 | (год / производитель)   |
| Мощность привода .....       | (кВт)                   |
| Макс. частота вращения ..... |                         |
| Диапазон подачи .....        | (мм/мин)                |
| Зажим инструмента .....      | (HSK/SK40/ и т.д.)      |
| Охлаждение .....             | (эмульсия/спрей и т.д.) |
| Давление СОЖ .....           | (бар/psi)               |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Обозначение по DIN .....                 | (1.2222 и т.д.)                 |
| Химический состав .....                  | (42CrMo4 и т.д.)                |
| Твердость / предел прочности .....       | (H/мм <sup>2</sup> /HRC/и т.д.) |
| Ширина фрезер. а <sub>е</sub> .....      | (мм)                            |
| Глубина фрезер. а <sub>р</sub> .....     | (мм)                            |
| Длина фрезер. l <sub>f</sub> .....       | (мм)                            |
| Время обработки .....                    | (мин.)                          |
| Инструментальная оснастка.....           | (гидропластовый/и т.д.)         |
| Скорость резания .....                   | (м/мин)                         |
| Подача .....                             | (мм/мин.)                       |
| Подача на зуб .....                      | (мм/зуб)                        |
| Вид фрезерования (попутн./встреч.) ..... | (вид)                           |

Фрезерование канавок      Черновое фрезерование      Чистовое фрезерование      Контурная обработка



## Опросный лист для специальных фрез



|                  |                 |                                   |
|------------------|-----------------|-----------------------------------|
| Заказчик №       | Новый заказчик  | Номер для заказа                  |
| Фирма            | Контактное лицо |                                   |
| Улица/Номер дома | Индекс/Город    | Контактное лицо на фирме Guhring: |
| Телефон          | Факс            |                                   |
| Дата             | Подпись         |                                   |

☐ Запрос   ☐ Заказ

(Нужные данные просим внести в соответ. поля или отметить крестиком)

Исходный/базовый инструмент (Арт. №)

\* Данные только для ступенчатых фрез.

**1 Габариты**

с внутренним охлаждением

**2 Форма хвостовика**

☐ гладкий хвостовик   ☐ с лыской   ☐ Whistle Notch

**3 Защитная фаска / радиусы**

☐ угловая защитная фаска   ☐ Угловой радиус   ☐ Полный радиус   ☐ Размер

**4 Геометрия**

☐ Тип N, W, H   ☐ Тип NF   ☐ Тип NRf, HR   ☐ Тип WR

**5 Обработ. материал**   ☐ Целн. тв. сплав без покрытия   ☐ HSS M42   ☐ HSS-E-PM   другие: \_\_\_\_\_

**Покровие**   ☐ покрытие Super-A   ☐ покрытие A   ☐ покрытие FIRE

**6 Вид обработки**

☐ Фрезерование канавок   ☐ Черновое фрезерование   ☐ Чистовое фрезерование   ☐ Контурная обработка

Глубина резания: \_\_\_\_\_  
Ширина резания: \_\_\_\_\_

**7 Применение**   Обработываемый материал: \_\_\_\_\_

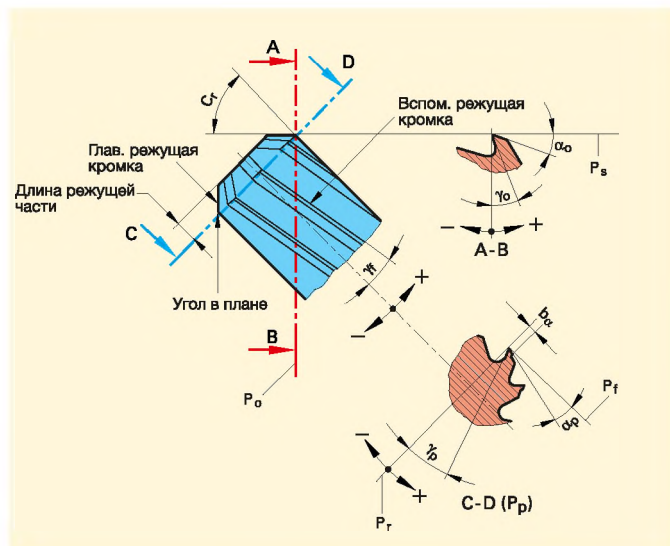
Твердость: \_\_\_\_\_

**8**   необходимое количество: \_\_\_\_\_

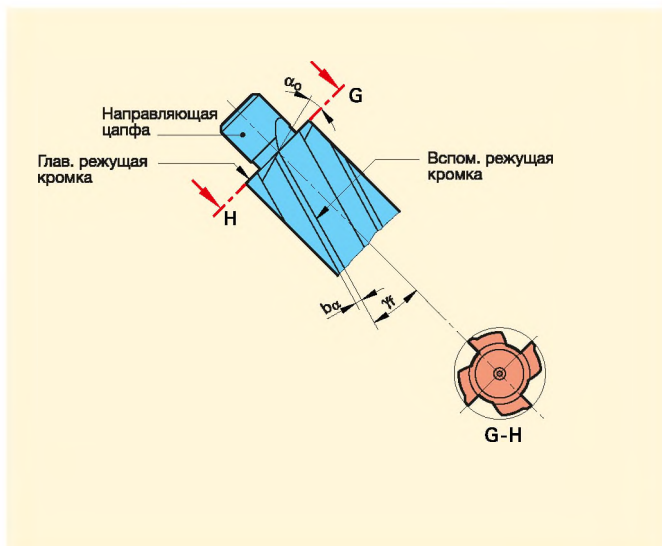
Фрезерный инструмент

## Основные геометрические параметры

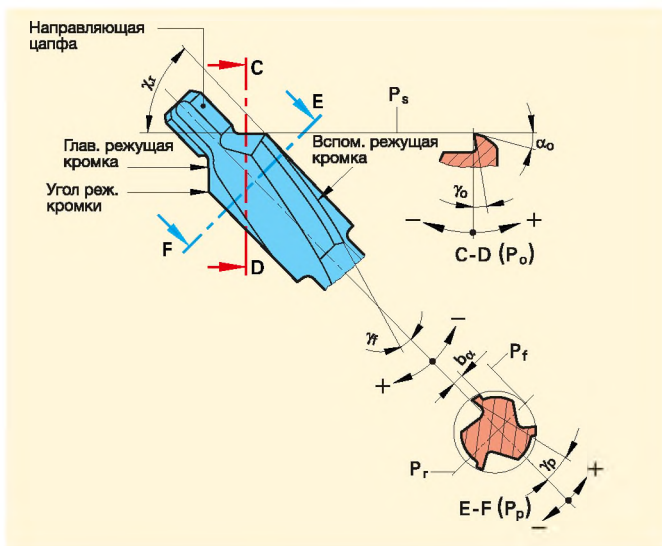
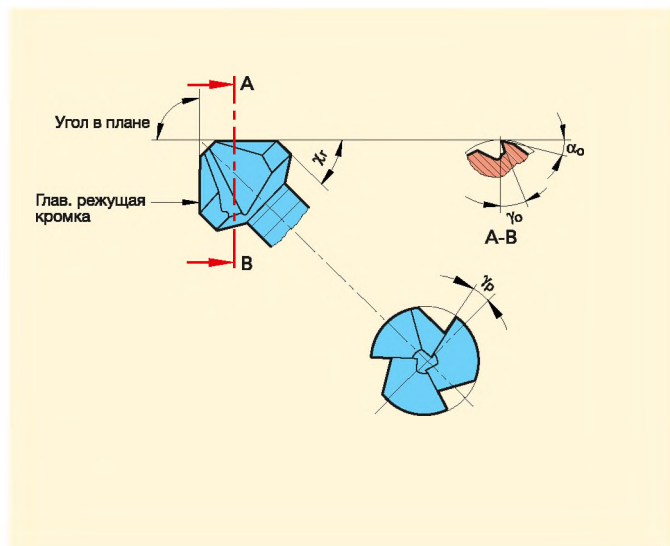
## Развертки



## Цевки



## Зенковки



$\alpha_o$  = Задний угол  
 $\alpha_p$  = Задний угол вспомогательной режущей кромки  
 $b_\alpha$  = Ширина ленточки в радиальной плоскости  
 $\gamma_o$  = Передний угол  
 $\gamma_f$  = Угол подъема винтовой канавки  
 $\gamma_p$  = Передний угол вспомогательной режущей кромки

$\chi_r$  = Угол в плане  
 $P_o$  = Плоскость перпендикулярная режущей кромке  
 $P_p$  = Рабочая плоскость инструмента  
 $P_r$  = Задняя плоскость инструмента  
 $P_s$  = Базовая плоскость инструмента  
 Плоскость режущей кромки инструмента



Развертка - самый применяемый инструмент для обработки точных отверстий с хорошей шероховатостью поверхности. Последнее соответствует уровню качества "чистовой обработки" или "финишной обработки", примерно  $Ra = 0,2 \dots 0,5$  мкм по DIN 4766, причем уже  $Ra = 0,5$  мкм можно считать хорошей обработкой. Достижимая точность обычно находится у IT 7. В особых случаях возможны также IT 6 или даже IT 5, если развертка затачивалась соответствующим образом, а также остальные условия работы соответствуют высоким требованиям.

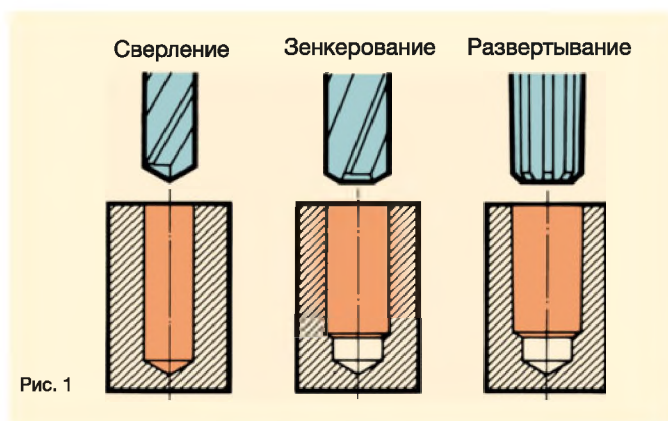


Рис. 1

При подготовке к развертыванию нужно предварительно просверлить и, как правило, зенкеровать отверстие. Предварительные отверстия, сделанные однолезвийным сверлом глубокого сверления, плохо развертываются по причине уплотнения поверхности. Кроме того, отверстия, сделанные однолезвийным инструментом, выполняются с окончательным допуском и необходимой шероховатостью поверхности, которые делают дополнительную финишную обработку излишней. Мы охотно предоставим Вам дополнительную информацию о наших однолезвийных сверлах.

#### Какая развертка для чего предназначена?

В зависимости от применения следует различать:

- ручные развертки
- машинные развертки

#### Ручные развертки

Ручные развертки, в полном смысле этого слова, работают в отверстии от руки при помощи воротка, надетого на квадрат хвостовика. Сила подачи также осуществляется вручную. Из-за малых параметров резания эти инструменты изготовлены из быстрорежущей стали (HSS). Чтобы получить хороший заход в отверстие, несмотря на ручную подачу, необходимо расположить заборную часть значительно дальше, как и у машинных разверток. Ручные развертки производятся как для цилиндрических, так и для конических отверстий.

Регулируемые ручные развертки согласно DIN 859 Вы можете устанавливать в пределах параметров упругости закаленной быстрорежущей стали. На практике это 1% от диаметра, например, 0,1 мм у развертки диаметром 10 мм. В рабочем полностью разведенном состоянии эти инструменты очень чувствительны к сколу, и поэтому их нужно беречь от ударов. Эти инструменты следует хранить только в ненагруженном состоянии.

Быстрорегулируемые развертки напротив можно устанавливать с большим диапазоном - до нескольких миллиметров! Регулировка точности должна осуществляться с помощью калибра-кольца.

Обратите внимание: ручные развертки вращать только по направлению резания, т.е. ни в коем случае не вращать в обратную сторону, как напр., при выходе нарезания резьбы. Режущие кромки сразу же затупятся при обратном вращении.



Рис. 2 : Ручные конические развертки



Рис. 3 : Быстрорегулируемые ручные развертки



Рис. 4 : Регулируемые ручные развертки

#### Машинные развертки

Машинные развертки - как уже видно из названия, изготавливаются исключительно для применения на станках. Они различаются по типу режущего материала. Из-за высоких режимов резания данный инструмент сделан из улучшенной быстрорежущей стали (HSS-E), цельного твердого сплава или с твердосплавными пластинами (рис. 5). Выбор материала реж. части зависит от обрабатываемого материала.



Рис. 5 : Машинные развертки с твердосплавными режущими кромками

Твердосплавные развертки имеют следующие преимущества:

- более высокие скорости резания и подачи.
- экономичная обработка материалов с прочностью  $> 1200$  Н/мм<sup>2</sup>.
- более высокую стойкость по сравнению с быстрорежущими развертками.



### Специальные развертки

Развертки со специальными формами и допусками находят всё большее применение. Их изготовление требует научных разработок и высокотехнологичное оборудование. У компании Гюринг есть опыт и станки для того, чтобы экономически выгодно производить наисложнейшие инструменты. Проблемы при обработке, для которых Вы не можете найти решения, разъясняют наши сотрудники на месте, чтобы никакой вопрос не остался без рассмотрения и чтобы Вы для своей задачи по обработке получили Gühring действительно оптимальный инструмент.

Следующий отличительный признак как у ручных, так и у машинных разверток - геометрия режущей части. Общеизвестными и стандартными являются:

- развертки с прямыми зубьями
- спиральные развертки с левыми винтовыми канавками
- развертки с крутой спиралью 45° и левыми винтовыми канавками

Спиральные развертки с правыми винтовыми канавками используются только в особых случаях. Как и спиральные сверла они хорошо выводят стружку из отверстия, но качество поверхности не всегда бывает удовлетворительным.

Развертки с прямыми зубьями используйте для обработки глухих отверстий, когда стружка должна отводиться по канавкам развертки. Для всех других случаев обработки, также специально для прерывистых отверстий (напр. пазы, поперечные отверстия и т.п.) самым подходящим инструментом являются спиральные развертки с левыми винтовыми канавками. Т.к. они выводят стружку вперед, ими можно обрабатывать прежде всего сквозные отверстия. Для глухих отверстий они используются только в том случае, если отверстие обрабатывается не на всю глубину и достаточно места для стружки.



Рис. 6 : Машинная зачистная развертка с крутой спиралью



Рис.7 : Машинная торцевая развертка

Спиральная зачистная развертка с левой крутой спиралью 45° (рис. 6 ) используется в длинностружечных материалах. Для совершенно прямых, глубоких отверстий с точным позиционированием мы рекомендуем Вам наши торцевые развертки (рис. 7 ). Ее режущая кромка, как видно из названия, расположена на торце. Поэтому они не следуют предварительному отверстию, а корректируют его по оси. Торцевые развертки должны работать через кондукторную втулку.



Рис. 8 : Машинная развертка с предварительной ступенью и твердосплавными реж. кромками

Оптимальную шероховатость и точность формы Вы получите, если разделите рабочий процесс на предварительное и окончательное развертывание. В т.ч. поэтому мы поставляем конические развертки также как для предварительной, так и для окончательной обработки, как для ручного, так и для машинного применения. У машинных разверток с предварительной ступенью (рис.8) эти два рабочих процесса совмещаются. Конические развертки с большим износом и неточные по размеру могут быть снова пригодными для использования после переточки конуса и затыловочного шлифования по задней поверхности.

### Хранение разверток

Развертки - инструмент для точной окончательной обработки, они очень чувствительны к удару. Поэтому они всегда должны храниться и транспортироваться по отдельности в наших пластмассовых футлярах. При таком отношении к инструменту результат его работы будет высоким, а срок эксплуатации - большим.

Назначение припуска под развертывание (рекомендованные значения в мм)

| Обработ. материал                                       | Ø до 6 мм | Ø до 10 мм | Ø до 16 мм | Ø до 25 мм | Ø более 25 мм |
|---|-----------|------------|------------|------------|---------------|
| Стали с пределом прочности до 700 Н/мм <sup>2</sup>     | 0,1 - 0,2 | 0,2        | 0,2 - 0,3  | 0,3 - 0,4  | 0,4           |
| Стали с пределом прочности 700 - 1000 Н/мм <sup>2</sup> | 0,1 - 0,2 | 0,2        | 0,2        | 0,3        | 0,3 - 0,4     |
| Стальное литье  | 0,1 - 0,2 | 0,2        | 0,2        | 0,2 - 0,3  | 0,3 - 0,4     |
| Серый чугун   | 0,1 - 0,2 | 0,2        | 0,2 - 0,3  | 0,3 - 0,4  | 0,3 - 0,4     |
| Ковкий чугун  | 0,1 - 0,2 | 0,2        | 0,3        | 0,3 - 0,4  | 0,4           |
| Медь  | 0,1 - 0,2 | 0,2 - 0,3  | 0,3 - 0,4  | 0,4        | 0,4 - 0,5     |
| Латунь, бронза  | 0,1 - 0,2 | 0,2        | 0,2 - 0,3  | 0,3        | 0,3 - 0,4     |
| Легкие сплавы   | 0,1 - 0,2 | 0,2 - 0,3  | 0,3 - 0,4  | 0,4        | 0,4 - 0,5     |
| Пластмассы, твердые                                     | 0,1 - 0,2 | 0,2        | 0,4        | 0,4 - 0,5  | 0,5           |
| Пластмассы, мягкие                                      | 0,1 - 0,2 | 0,2        | 0,2        | 0,3        | 0,3 - 0,4     |

При использовании регулируемых разверток припуск на развертывание должен быть уменьшен на 30%. Для зачистных разверток с крутой спиралью, напротив, приведенные значения могут быть увеличены на 50 - 100%, это зависит от особого принципа работы спирали.





### Основные принципы для определения допусков на изготовление разверток

Указанные в стандарте DIN 1420 допуски на изготовление упорядочены по определенным полям допусков отверстий для развертывания. В общем случае, они обеспечивают то, что развертываемое отверстие находится в пределах соответствующего поля допуска и что при этом развертка используется экономично.

Следует учесть, что размер развертываемого отверстия, помимо допуска на изготовление развертки, зависит еще от других факторов, например от углов на режущей кромке, от заборной части развертки, от крепления детали, от зажима инструмента, от состояния станка, от СОЖ, от обрабатываемого материала. Вследствие этого могут возникнуть особые случаи, для которых более выгодны другие допуски на изготовление инструмента.

С учетом экономики производства и хранения на складе другие допуски на изготовления инструмента следует запрашивать только в действительно обоснованных случаях.

Для вычисления допусков на изготовление разверток установлены следующие, подтвержденные практикой, основные правила:

### Вычисление предельных исполнительных размеров развертки

Верхний предел диаметра развертки  $d_1$  макс. находится на расстоянии 15% допуска на отверстие (0,15 IT) от максимального размера отверстия (рис.9). При этом значение 0,15 IT округляется до большего целого числа в мкм, так что  $d_1$  макс. получается в целых значениях в мкм.

Допустимый наименьший диаметр  $d_1$  мин. развертки находится в 35% допуска соответствующего отверстия (0,35 IT) при допустимом макс. диаметре развертки  $d_1$  макс.\*.

Пример 1 : для развертки 20 H 7

|                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| Номинальный диаметр $d_1$        | = 20,000 мм |
| Макс. диаметр отверстия          | = 20,021 мм |
| Поле допуска отверстия (IT 7)    | = 0,021 мм  |
| 15 % от допуска отв. (0,15 IT 7) | = 0,0031 мм |
|                                  | ≈ 0,004 мм  |

|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| Максим. диаметр развертки:           |             |
| $d_1 \text{ макс.} = 20,021 - 0,004$ | = 20,017 мм |

|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| Допуск на изготовление развертки:     |             |
| 35 % от допуска отверстия (0,35 IT 7) | = 0,0073 мм |
|                                       | ≈ 0,008 мм  |

|   |             |
|---|-------------|
| Миним. диаметр развертки:                                   |             |
| $d_1 \text{ мин.} = d_1 \text{ макс.} - 0,35 \text{ IT } 7$ |             |
| $= 20,017 - 0,008$  | = 20,009 мм |

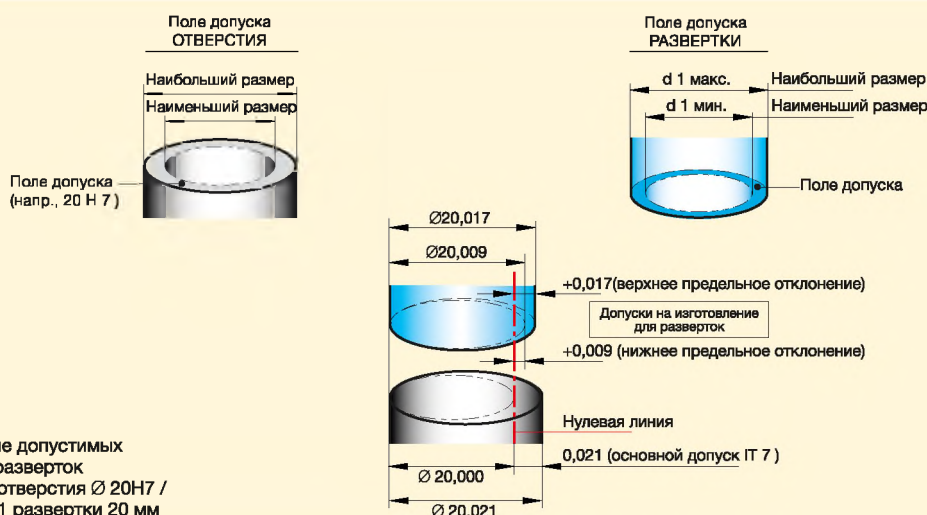
### Упрощенное вычисление допустимых предельных размеров разверток

Чтобы облегчить расчет, для самых применяемых полей допусков указаны верхние и нижние предельные отклонения на изготовление номинального диаметра  $d$  развертки. Они приведены в таблицах на следующих страницах.

С помощью этих допусков можно рассчитать допустимые предельные размеры разверток следующим образом:

Пример 2 : для развертки 20 H 7

|  |             |
|--|-------------|
| Номинальный диаметр $d_1$                          | = 20,000 мм |
| верхнее отклонение (см. табл.) + 17 мкм            | = 0,017 мм  |
| нижнее отклонение (см. табл.) + 9 мкм              | = 0,009 мм  |
| следовательно $d_1 \text{ макс.} = 20,000 + 0,017$ | = 20,017 мм |
| $d_1 \text{ мин.} = 20,000 + 0,009$                | = 20,009 мм |



\*) относительно номин. диаметра  $d_1$  развертки. Верх. и нижн. предел.отклонения см. таблицу на след. страницах.



# Обозначения по DIN 1420

## Обозначение

При обозначении разверток за номинальным диаметром указывается поле допуска обрабатываемого отверстия. Таким образом, обозначение развертки с номинальным диаметром  $d_1 = 20$  мм и допуском отверстия H7 следующее:

Развертка 20 H 7 DIN ...

(„...“: здесь ставится номер DIN соответствующей развертки)

Если в особых случаях заказываются развертки с предельными размерами, имеющими отклонения от

этой нормы, то в обозначении на месте поля допуска отверстия указываются верхнее и нижнее предельные отклонения развертки в мкм, например, для развертки с номинальным диаметром  $d_1 = 20$  мм, верх. допуск = + (p) 25 мкм и нижн. допуск = + (p) 15 мкм:

Развертка 20 p 25 p 15 DIN ...

В обозначении на месте знака „плюс“ буква „р“ и на месте знака „минус“ - буква „m“, т.к. знаки »+« и »-« можно использовать не на всех станках, в особенности на станках с ЧПУ.



# (поля допусков A...G)

## DIN 1420

| Номинальный диаметр<br>в мм<br>св. до |     | Предельные верхние и нижние отклонения номинального диаметра $d_1$ развертки в мкм<br>для поля допуска отверстия |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-----|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       |     | A9   | A11   | B8    | B9    | B10   | B11   | C8    | C9    | C10   | C11   |
| 1                                     | 3   | + 291  | + 321 | + 151 | + 161 | + 174 | + 191 | + 71  | + 81  | + 94  | + 111 |
|                                       |     | + 282  | + 300 | + 146 | + 152 | + 160 | + 170 | + 66  | + 72  | + 80  | + 90  |
| 3                                     | 6   | + 295  | + 333 | + 155 | + 165 | + 180 | + 203 | + 85  | + 95  | + 110 | + 133 |
|                                       |     | + 284  | + 306 | + 148 | + 154 | + 163 | + 176 | + 78  | + 84  | + 93  | + 106 |
| 6                                     | 10  | + 310  | + 356 | + 168 | + 180 | + 199 | + 226 | + 98  | + 110 | + 129 | + 156 |
|                                       |     | + 297  | + 324 | + 160 | + 167 | + 178 | + 194 | + 90  | + 97  | + 108 | + 124 |
| 10                                    | 18  | + 326  | + 383 | + 172 | + 186 | + 209 | + 243 | + 117 | + 131 | + 154 | + 188 |
|                                       |     | + 310  | + 344 | + 162 | + 170 | + 184 | + 204 | + 107 | + 115 | + 129 | + 149 |
| 18                                    | 30  | + 344  | + 410 | + 188 | + 204 | + 231 | + 270 | + 138 | + 154 | + 181 | + 220 |
|                                       |     | + 325  | + 364 | + 176 | + 185 | + 201 | + 224 | + 126 | + 135 | + 151 | + 174 |
| 30                                    | 40  | + 362  | + 446 | + 203 | + 222 | + 255 | + 306 | + 153 | + 172 | + 205 | + 256 |
|                                       |     | + 340  | + 390 | + 189 | + 200 | + 220 | + 250 | + 139 | + 150 | + 170 | + 200 |
| 40                                    | 50  | + 372  | + 456 | + 213 | + 232 | + 265 | + 316 | + 163 | + 182 | + 215 | + 266 |
|                                       |     | + 350  | + 400 | + 199 | + 210 | + 230 | + 260 | + 149 | + 160 | + 180 | + 210 |
| 50                                    | 65  | + 402  | + 501 | + 229 | + 252 | + 292 | + 351 | + 179 | + 202 | + 242 | + 301 |
|                                       |     | + 376  | + 434 | + 212 | + 226 | + 250 | + 284 | + 162 | + 176 | + 200 | + 234 |
| 65                                    | 80  | + 422  | + 521 | + 239 | + 262 | + 302 | + 361 | + 189 | + 212 | + 252 | + 311 |
|                                       |     | + 396  | + 454 | + 222 | + 236 | + 260 | + 294 | + 172 | + 186 | + 210 | + 244 |
| 80                                    | 100 | + 453  | + 567 | + 265 | + 293 | + 339 | + 407 | + 215 | + 243 | + 289 | + 357 |
|                                       |     | + 422  | + 490 | + 246 | + 262 | + 290 | + 330 | + 196 | + 212 | + 240 | + 280 |
| 100                                   | 120 | + 483  | + 597 | + 285 | + 313 | + 359 | + 427 | + 225 | + 253 | + 299 | + 367 |
|                                       |     | + 452  | + 520 | + 266 | + 282 | + 310 | + 350 | + 206 | + 222 | + 250 | + 290 |
| 120                                   | 140 | + 545  | + 672 | + 313 | + 345 | + 396 | + 472 | + 253 | + 285 | + 336 | + 412 |
|                                       |     | + 510  | + 584 | + 290 | + 310 | + 340 | + 384 | + 230 | + 250 | + 280 | + 324 |
| 140                                   | 160 | + 605  | + 732 | + 333 | + 365 | + 416 | + 492 | + 263 | + 295 | + 346 | + 422 |
|                                       |     | + 570  | + 644 | + 310 | + 330 | + 360 | + 404 | + 240 | + 260 | + 290 | + 334 |
| 160                                   | 180 | + 665  | + 792 | + 363 | + 395 | + 446 | + 522 | + 283 | + 315 | + 366 | + 442 |
|                                       |     | + 630  | + 704 | + 340 | + 360 | + 390 | + 434 | + 260 | + 280 | + 310 | + 354 |

| Номинальный диаметр<br>в мм<br>св. до |     | Предельные верхние и нижние отклонения номинального диаметра $d_1$ развертки в мкм<br>для поля допуска отверстия |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       |      |      |
|---------------------------------------|-----|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|------|
|                                       |     | D8   | D9    | D10   | D11   | E7    | E8    | E9    | F6   | F7   | F8   | F9    | G6   | G7   |
| 1                                     | 3   | + 31   | + 41  | + 54  | + 71  | + 22  | + 25  | + 35  | + 11 | + 14 | + 17 | + 27  | + 7  | + 10 |
|                                       |     | + 26   | + 32  | + 40  | + 50  | + 18  | + 20  | + 26  | + 8  | + 10 | + 12 | + 18  | + 4  | + 6  |
| 3                                     | 6   | + 45   | + 55  | + 70  | + 93  | + 30  | + 35  | + 45  | + 16 | + 20 | + 25 | + 35  | + 10 | + 14 |
|                                       |     | + 38   | + 44  | + 53  | + 66  | + 25  | + 28  | + 34  | + 13 | + 15 | + 18 | + 24  | + 7  | + 9  |
| 6                                     | 10  | + 58   | + 70  | + 89  | + 116 | + 37  | + 43  | + 55  | + 20 | + 25 | + 31 | + 43  | + 12 | + 17 |
|                                       |     | + 50   | + 57  | + 68  | + 84  | + 31  | + 35  | + 42  | + 16 | + 19 | + 23 | + 30  | + 8  | + 11 |
| 10                                    | 18  | + 72   | + 86  | + 109 | + 143 | + 47  | + 54  | + 68  | + 25 | + 31 | + 38 | + 52  | + 15 | + 21 |
|                                       |     | + 62   | + 70  | + 84  | + 104 | + 40  | + 44  | + 52  | + 21 | + 24 | + 28 | + 36  | + 11 | + 14 |
| 18                                    | 30  | + 93   | + 109 | + 136 | + 175 | + 57  | + 68  | + 84  | + 31 | + 37 | + 48 | + 64  | + 18 | + 24 |
|                                       |     | + 81   | + 90  | + 106 | + 129 | + 49  | + 56  | + 65  | + 26 | + 29 | + 36 | + 45  | + 13 | + 16 |
| 30                                    | 50  | + 113  | + 132 | + 165 | + 216 | + 71  | + 83  | + 102 | + 38 | + 46 | + 58 | + 77  | + 22 | + 30 |
|                                       |     | + 99   | + 110 | + 130 | + 160 | + 62  | + 69  | + 80  | + 32 | + 37 | + 44 | + 55  | + 16 | + 21 |
| 50                                    | 80  | + 139  | + 162 | + 202 | + 261 | + 85  | + 99  | + 122 | + 46 | + 55 | + 69 | + 92  | + 26 | + 35 |
|                                       |     | + 122  | + 136 | + 160 | + 194 | + 74  | + 82  | + 96  | + 39 | + 44 | + 52 | + 66  | + 19 | + 24 |
| 80                                    | 120 | + 165  | + 193 | + 239 | + 307 | + 101 | + 117 | + 145 | + 54 | + 65 | + 81 | + 109 | + 30 | + 41 |
|                                       |     | + 146  | + 162 | + 190 | + 230 | + 88  | + 98  | + 114 | + 46 | + 52 | + 62 | + 78  | + 22 | + 28 |
| 120                                   | 180 | + 198  | + 230 | + 281 | + 357 | + 119 | + 138 | + 170 | + 64 | + 77 | + 96 | + 128 | + 35 | + 48 |
|                                       |     | + 175  | + 195 | + 225 | + 269 | + 105 | + 115 | + 135 | + 55 | + 63 | + 73 | + 93  | + 26 | + 34 |



# Допуски на изготовление

## (поля допусков H...P) DIN 1420

| Номинальный диаметр<br>в мм<br>св. до |     | Предельные верхние и нижние отклонения номинального диаметра d <sub>1</sub> развертки в мкм<br>для поля допуска отверстия |     |     |     |      |      |      |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------------|-----|---|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                       |     | H6  | H7  | H8  | H9  | H10  | H11  | H12  | J6  | J7  | J8  | JS6 | JS7 | JS8 | JS9 |
| 1                                     | 3   | + 5   | + 8 | +11 | +21 | + 34 | + 51 | + 85 | + 1 | + 2 | + 3 | + 2 | + 3 | + 4 | + 8 |
|                                       |     | + 2   | + 4 | + 6 | +12 | + 20 | + 30 | + 50 | - 2 | - 2 | - 2 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 3                                     | 6   | + 6   | +10 | +15 | +25 | + 40 | + 63 | +102 | + 3 | + 4 | + 7 | + 2 | + 4 | + 6 | +10 |
|                                       |     | + 3   | + 5 | + 8 | +14 | + 23 | + 36 | + 60 | 0   | - 1 | 0   | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 6                                     | 10  | + 7   | +12 | +18 | +30 | + 49 | + 76 | +127 | + 3 | + 5 | + 8 | + 3 | + 5 | + 7 | +12 |
|                                       |     | + 3   | + 6 | +10 | +17 | + 28 | + 44 | + 74 | - 1 | - 1 | 0   | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 10                                    | 18  | + 9   | +15 | +22 | +36 | + 59 | + 93 | +153 | + 4 | + 7 | +10 | + 3 | + 6 | + 8 | +15 |
|                                       |     | + 5   | + 8 | +12 | +20 | + 34 | + 54 | + 90 | 0   | 0   | 0   | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 18                                    | 30  | +11   | +17 | +28 | +44 | + 71 | +110 | +178 | + 6 | + 8 | +15 | + 4 | + 7 | +11 | +18 |
|                                       |     | + 6   | + 9 | +16 | +25 | + 41 | + 64 | +104 | + 1 | 0   | + 3 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 30                                    | 50  | +13   | +21 | +33 | +52 | + 85 | +136 | +212 | + 7 | +10 | +18 | + 5 | + 8 | +13 | +21 |
|                                       |     | + 7   | +12 | +19 | +30 | + 50 | + 80 | +124 | + 1 | + 1 | + 4 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 50                                    | 80  | +16   | +25 | +39 | +62 | +102 | +161 | +255 | +10 | +13 | +21 | + 6 | +10 | +16 | +25 |
|                                       |     | + 9   | +14 | +22 | +36 | + 60 | + 94 | +150 | + 3 | + 2 | + 4 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 80                                    | 120 | +18   | +29 | +45 | +73 | +119 | +187 | +297 | +12 | +16 | +25 | + 7 | +12 | +18 | +30 |
|                                       |     | +10   | +16 | +26 | +42 | + 70 | +110 | +174 | + 4 | + 3 | + 6 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 120                                   | 180 | +21   | +34 | +53 | +85 | +136 | +212 | +340 | +14 | +20 | +31 | + 8 | +14 | +22 | +35 |
|                                       |     | +12   | +20 | +30 | +50 | + 80 | +124 | +200 | + 5 | + 6 | + 8 | - 1 | 0   | - 1 | 0   |

Наша  
стандартная  
точность изготовления

| Номинальный диаметр в мм<br>св. до |     | Предельные верхние и нижние отклонения номинального диаметра d <sub>1</sub> развертки в мкм для поля допуска отверстия |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |
|------------------------------------|-----|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
|                                    |     | K6   | K7 | K8  | M6  | M7  | M8  | N6  | N7  | N8  | N9  | N10 | N11  | P6  | P7  |
| 1                                  | 3   | -1   | -2 | -3  | -3  | -4  |     | -5  | -6  | -7  | -8  | -10 | -13  | -7  | -8  |
|                                    |     | -4   | -6 | -8  | -6  | -8  |     | -8  | -10 | -12 | -17 | -24 | -34  | -10 | -12 |
| 3                                  | 6   | 0  | +1 | +2  | -3  | -2  | -1  | -7  | -6  | -5  | -5  | -8  | -12  | -11 | -10 |
|                                    |     | -3   | -4 | -5  | -6  | -7  | -8  | -10 | -11 | -12 | -16 | -25 | -39  | -14 | -15 |
| 6                                  | 10  | 0  | +2 | +2  | -5  | -3  | -3  | -9  | -7  | -7  | -6  | -9  | -14  | -14 | -12 |
|                                    |     | -4   | -4 | -6  | -9  | -9  | -11 | -13 | -13 | -15 | -19 | -30 | -46  | -18 | -18 |
| 10                                 | 18  | 0  | +3 | +3  | -6  | -3  | -3  | -11 | -8  | -8  | -7  | -11 | -17  | -17 | -14 |
|                                    |     | -4   | -4 | -7  | -10 | -10 | -13 | -15 | -15 | -18 | -23 | -36 | -56  | -21 | -21 |
| 18                                 | 30  | 0  | +2 | +5  | -6  | -4  | -1  | -13 | -11 | -8  | -8  | -13 | -20  | -20 | -1  |
|                                    |     | -5   | -6 | -7  | -11 | -12 | -13 | -18 | -19 | -20 | -27 | -43 | -66  | -25 | -26 |
| 30                                 | 50  | 0  | +3 | +6  | -7  | -4  | -1  | -15 | -12 | -9  | -10 | -15 | -24  | -24 | -21 |
|                                    |     | -6   | -6 | -8  | -13 | -13 | -15 | -21 | -21 | -23 | -32 | -50 | -80  | -30 | -30 |
| 50                                 | 80  | +1   | +4 | +7  | -8  | -5  | -2  | -17 | -14 | -11 | -12 | -18 | -29  | -29 | -26 |
|                                    |     | -6   | -7 | -10 | -15 | -16 | -19 | -24 | -25 | -28 | -38 | -60 | -96  | -36 | -37 |
| 80                                 | 120 | 0  | +4 | +7  | -10 | -6  | -3  | -20 | -16 | -13 | -14 | -21 | -33  | -34 | -30 |
|                                    |     | -8   | -9 | -12 | -18 | -19 | -22 | -28 | -29 | -32 | -45 | -70 | -110 | -42 | -43 |
| 120                                | 180 | 0  | +6 | +10 | -12 | -6  | -2  | -24 | -18 | -14 | -15 | -24 | -38  | -40 | -43 |
|                                    |     | -9   | -8 | -13 | -21 | -20 | -25 | -33 | -32 | -37 | -50 | -80 | -126 | -49 | -48 |





# (поля допусков R...Z)

## DIN 1420

| Номинальный диаметр в мм<br>св. до |     | Предельные верхние и нижние отклонения номинального диаметра d <sub>1</sub> развертки в мкм для поля допуска отверстия |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|-----|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                    |     | R6   | R7   | S6   | S7   | T6   | U6   | U7   | U10  | X10  | X11  | Z10  | Z11  |
| 1                                  | 3   | - 11   | - 12 | - 15 | - 16 |      | - 19 | - 20 |      |      |      | - 32 |      |
|                                    |     | - 14   | - 16 | - 18 | - 20 |      | - 22 | - 24 |      |      |      | - 46 |      |
| 3                                  | 6   | - 14   | - 13 | - 18 | - 17 |      | - 22 | - 21 | - 31 |      |      | - 43 |      |
|                                    |     | - 17   | - 18 | - 21 | - 22 |      | - 25 | - 26 | - 48 |      |      | - 60 |      |
| 6                                  | 10  | - 18   | - 16 | - 22 | - 20 |      | - 27 | - 25 | - 37 |      |      | - 51 |      |
|                                    |     | - 22   | - 22 | - 26 | - 26 |      | - 31 | - 31 | - 58 |      |      | - 72 |      |
| 10                                 | 14  | - 22   | - 19 | - 27 | - 24 |      | - 32 | - 29 | - 44 |      |      | - 61 |      |
|                                    |     | - 26   | - 26 | - 31 | - 31 |      | - 36 | - 36 | - 69 |      |      | - 86 |      |
| 14                                 | 18  | - 22   | - 19 | - 27 | - 24 |      | - 32 | - 29 | - 44 | - 56 |      | - 71 |      |
|                                    |     | - 26   | - 26 | - 31 | - 31 |      | - 36 | - 36 | - 69 | - 81 |      | - 96 |      |
| 18                                 | 24  | - 26   | - 24 | - 33 | - 31 |      | - 39 | - 37 |      | - 67 |      | - 86 |      |
|                                    |     | - 31   | - 32 | - 38 | - 39 |      | - 44 | - 45 |      | - 97 |      | -116 |      |
| 24                                 | 30  | - 26   | - 24 | - 33 | - 31 | - 39 | - 46 | - 44 |      | - 77 |      | -101 | -108 |
|                                    |     | - 31   | - 32 | - 38 | - 39 | - 44 | - 51 | - 52 |      | -107 |      | -131 | -154 |
| 30                                 | 40  | - 32   | - 29 | - 41 | - 38 | - 46 | - 58 | - 55 |      | - 95 |      | -127 | -136 |
|                                    |     | - 38   | - 38 | - 47 | - 47 | - 52 | - 64 | - 64 |      | -130 |      | -162 | -192 |
| 40                                 | 50  | - 32   | - 29 | - 41 | - 38 | - 52 | - 68 | - 65 | - 85 | -112 |      | -151 | -160 |
|                                    |     | - 38   | - 38 | - 47 | - 47 | - 58 | - 74 | - 74 | -120 | -147 |      | -186 | -216 |
| 50                                 | 65  | - 38   | - 35 | - 50 | - 47 | - 63 | - 84 | - 81 | -105 | -140 | -151 | -190 | -201 |
|                                    |     | - 45   | - 46 | - 57 | - 58 | - 70 | - 91 | - 92 | -147 | -182 | -218 | -232 | -268 |
| 65                                 | 80  | - 40   | - 37 | - 56 | - 53 | - 72 | - 99 | - 96 | -120 | -164 | -175 | -228 | -239 |
|                                    |     | - 47   | - 48 | - 63 | - 64 | - 79 | -106 | -107 | -162 | -206 | -242 | -270 | -306 |
| 80                                 | 100 | - 48   | - 44 | - 68 | - 64 | - 88 | -121 | -117 | -145 | -199 | -211 | -279 | -291 |
|                                    |     | - 56   | - 57 | - 76 | - 77 | - 96 | -129 | -130 | -194 | -248 | -288 | -328 | -368 |
| 100                                | 120 | - 51   | - 47 | - 76 | - 72 | -101 | -141 | -137 | -165 | -231 | -243 | -331 | -343 |
|                                    |     | - 59   | - 60 | - 84 | - 85 | -109 | -149 | -150 | -214 | -280 | -320 | -380 | -420 |
| 120                                | 140 | - 60   | - 54 | - 89 | - 83 | -119 | -167 | -161 | -194 | -272 | -286 | -389 | -403 |
|                                    |     | - 69   | - 68 | - 98 | - 97 | -128 | -176 | -175 | -250 | -328 | -374 | -445 | -491 |
| 140                                | 160 | - 62   | - 56 | - 97 | - 91 | -131 | -187 | -181 | -214 | -304 | -318 | -439 | -453 |
|                                    |     | - 71   | - 70 | -106 | -105 | -140 | -196 | -195 | -270 | -360 | -406 | -495 | -541 |
| 160                                | 180 | - 65   | - 59 | -105 | - 99 | -143 | -207 | -201 | -234 | -334 | -348 | -489 | -503 |
|                                    |     | - 74   | - 73 | -114 | -113 | -152 | -216 | -215 | -290 | -390 | -436 | -546 | -591 |

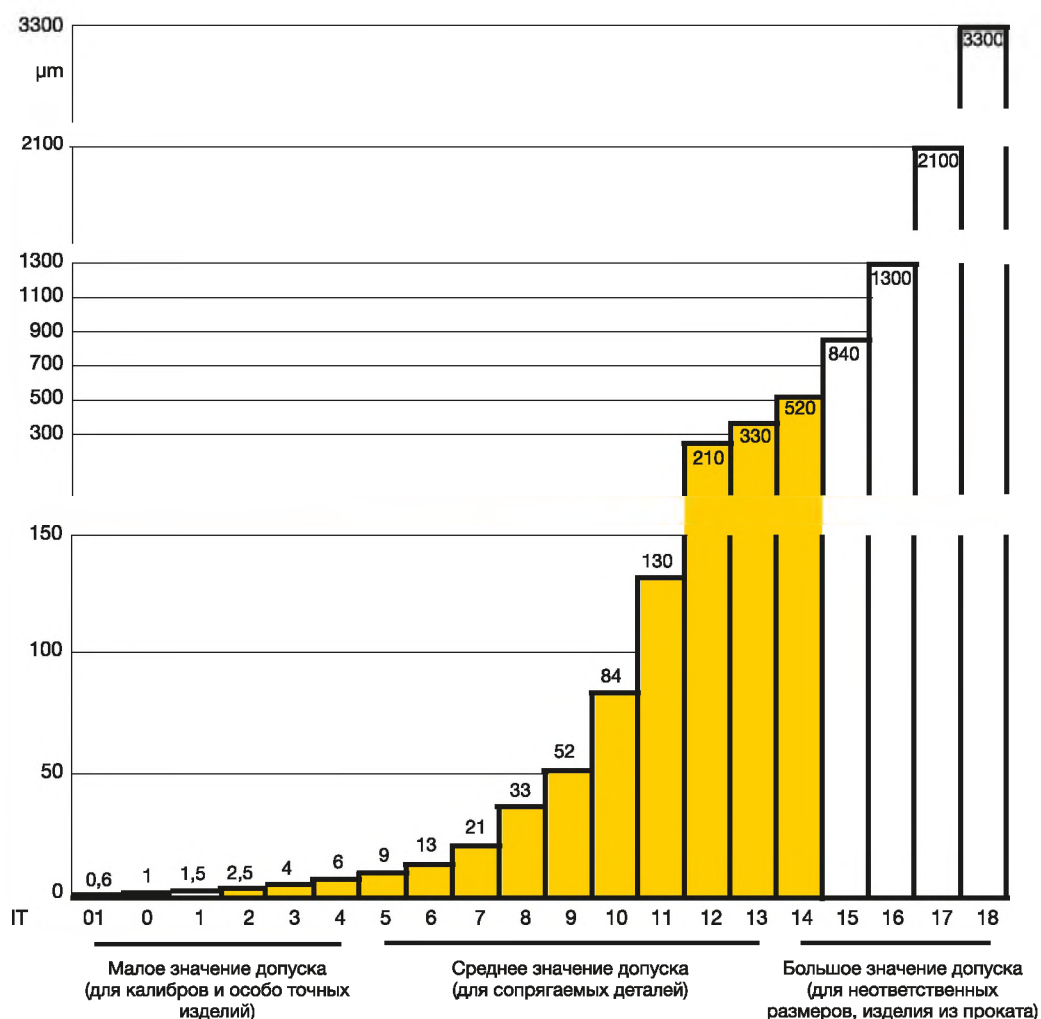
| Номинальный диаметр в мм<br>св. до |       | Дополнительные допуски для машинных разверток |  |
|------------------------------------|-------|---|--|
|                                    |       | мм  |  |
| 0,95                               | 5,50  | 0,000 / +0,004                                |  |
| 5,50                               | 12,05 | 0,00 / +0,005                                 |  |



## Значения основных допусков ISO для диапазона размеров от 1 - 120 мм DIN ISO - 286 - 1

| Номинальный диаметр в мм св. до | IT в мкм |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
|---------------------------------|----------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                 | 3        | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| от 1 до 3                       | 2        | 3  | 4  | 6  | 10 | 14 | 25 | 40  | 60  | 100 | 140 | 250 |
| св. 3 до 6                      | 2.5      | 4  | 5  | 8  | 12 | 18 | 30 | 48  | 75  | 120 | 180 | 300 |
| св. 6 до 10                     | 2.5      | 4  | 6  | 9  | 15 | 22 | 36 | 58  | 90  | 150 | 220 | 360 |
| св. 10 до 18                    | 3        | 5  | 8  | 11 | 18 | 27 | 43 | 70  | 110 | 180 | 270 | 430 |
| св. 18 до 30                    | 4        | 6  | 9  | 13 | 21 | 33 | 52 | 84  | 130 | 210 | 330 | 520 |
| св. 30 до 50                    | 4        | 7  | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 | 100 | 160 | 250 | 390 | 620 |
| св. 50 до 80                    | 5        | 8  | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 | 120 | 190 | 300 | 460 | 740 |
| св. 80 до 120                   | 6        | 10 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 | 140 | 220 | 350 | 540 | 870 |

Пример основного допуска ISO для диапазона номинальных размеров от 18 до 30 мм



## Предельные отклонения отверстий в мкм



| Номинальный<br>размер в мм<br>св. до |     | A    |      | B    |      |      |      | C    |      |      |      |
|--------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                      |     | 9    | 11   | 8    | 9    | 10   | 11   | 8    | 9    | 10   | 11   |
| 0                                    | 3   | +295 | +330 | +154 | +165 | +180 | +200 | +74  | +85  | +100 | +120 |
|                                      |     | +270 | +270 | +140 | +140 | +140 | +140 | +60  | +60  | +60  | +60  |
| 3                                    | 6   | +300 | +345 | +158 | +170 | +188 | +215 | +88  | +100 | +118 | +145 |
|                                      |     | +270 | +270 | +140 | +140 | +140 | +140 | +70  | +70  | +70  | +70  |
| 6                                    | 10  | +316 | +370 | +172 | +186 | +208 | +240 | +102 | +116 | +138 | +170 |
|                                      |     | +280 | +280 | +150 | +150 | +150 | +150 | +80  | +80  | +80  | +80  |
| 10                                   | 18  | +333 | +400 | +177 | +193 | +220 | +260 | +122 | +138 | +165 | +205 |
|                                      |     | +290 | +290 | +150 | +150 | +150 | +150 | +95  | +95  | +95  | +95  |
| 18                                   | 30  | +352 | +430 | +193 | +212 | +244 | +290 | +143 | +162 | +194 | +240 |
|                                      |     | +300 | +300 | +160 | +160 | +160 | +160 | +110 | +110 | +110 | +110 |
| 30                                   | 40  | +372 | +470 | +209 | +232 | +270 | +330 | +159 | +182 | +220 | +280 |
|                                      |     | +310 | +310 | +170 | +170 | +170 | +170 | +120 | +120 | +120 | +120 |
| 40                                   | 50  | +382 | +480 | +219 | +242 | +280 | +340 | +169 | +192 | +230 | +290 |
|                                      |     | +320 | +320 | +180 | +180 | +180 | +180 | +130 | +130 | +130 | +130 |
| 50                                   | 65  | +414 | +530 | +236 | +264 | +310 | +380 | +186 | +214 | +260 | +330 |
|                                      |     | +340 | +340 | +190 | +190 | +190 | +190 | +140 | +140 | +140 | +140 |
| 65                                   | 80  | +434 | +550 | +246 | +274 | +320 | +390 | +196 | +224 | +270 | +340 |
|                                      |     | +360 | +360 | +200 | +200 | +200 | +200 | +150 | +150 | +150 | +150 |
| 80                                   | 100 | +467 | +600 | +274 | +307 | +360 | +440 | +224 | +257 | +310 | +390 |
|                                      |     | +380 | +380 | +220 | +220 | +220 | +220 | +170 | +170 | +170 | +170 |
| 100                                  | 120 | +497 | +630 | +294 | +327 | +380 | +460 | +234 | +267 | +320 | +400 |
|                                      |     | +410 | +410 | +240 | +240 | +240 | +240 | +180 | +180 | +180 | +180 |

| Номинальный<br>размер в мм<br>св. до |     | D    |      |      |      |      | E    |      |      | F   |     |     |      |
|--------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|
|                                      |     | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 7    | 8    | 9    | 6   | 7   | 8   | 9    |
| 0                                    | 3   | +34  | +45  | +60  | +80  | +120 | +24  | +28  | +39  | +12 | 16  | +20 | +31  |
|                                      |     | +20  | +20  | +20  | +20  | +20  | +14  | +14  | +14  | +6  | +6  | +6  | +6   |
| 3                                    | 6   | +48  | +60  | +78  | +105 | +150 | +32  | +38  | +50  | +18 | +22 | +28 | +40  |
|                                      |     | +30  | +30  | +30  | +30  | +30  | +20  | +20  | +20  | +10 | +10 | +10 | +10  |
| 6                                    | 10  | +62  | +76  | +98  | +130 | +190 | +40  | +47  | +61  | +22 | +28 | +35 | +49  |
|                                      |     | +40  | +40  | +40  | +40  | +40  | +25  | +25  | +25  | +13 | +13 | +13 | +13  |
| 10                                   | 18  | +77  | +93  | +120 | +160 | +230 | +50  | +59  | +75  | +27 | +34 | +43 | +59  |
|                                      |     | +50  | +50  | +50  | +50  | +50  | +32  | +32  | +32  | +16 | +16 | +16 | +16  |
| 18                                   | 30  | +98  | +117 | +149 | +195 | +275 | +61  | +73  | +92  | +33 | +41 | +53 | +72  |
|                                      |     | +65  | +65  | +65  | +65  | +65  | +40  | +40  | +40  | +20 | +20 | +20 | +20  |
| 30                                   | 50  | +119 | +142 | +180 | +240 |      | +75  | +89  | +112 | +41 | +50 | +64 | +87  |
|                                      |     | +80  | +80  | +80  | +80  |      | +50  | +50  | +50  | +25 | +25 | +25 | +25  |
| 50                                   | 80  | +146 | +174 | +220 | +290 |      | +90  | +106 | +134 | +49 | +60 | +76 | +104 |
|                                      |     | +100 | +100 | +100 | +100 |      | +60  | +60  | +60  | +30 | +30 | +30 | +30  |
| 80                                   | 120 | +174 | +207 | +260 | +340 |      | +107 | +126 | +159 | +58 | +71 | +90 | +123 |
|                                      |     | +120 | +120 | +120 | +120 |      | +72  | +72  | +72  | +36 | +36 | +36 | +36  |
| 120                                  | 180 |      |      |      |      |      |      | +148 |      |     |     |     |      |
|                                      |     |      |      |      |      |      |      | +85  |      |     |     |     |      |
| 180                                  | 250 |      |      |      |      |      |      | +172 |      |     |     |     |      |
|                                      |     |      |      |      |      |      |      | +100 |      |     |     |     |      |



# Предельные отклонения отверстий в мкм

| Номинальный<br>размер в мм<br>св. до |     | G   |     | H   |     |     |      |      |      |      |  | J   |     |     |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--|-----|-----|-----|
|                                      |     | 6   | 7   | 6   | 7   | 8   | 9    | 10   | 11   | 12   |  | 6   | 7   | 8   |
| 0                                    | 3   | +8  | +12 | +6  | +10 | +14 | +25  | +40  | +60  | +100 |  | +2  | +4  | +6  |
|                                      |     | +2  | +2  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |  | -4  | -6  | -8  |
| 3                                    | 6   | +12 | +16 | +8  | +12 | +18 | +30  | +48  | +75  | +120 |  | +5  | +6  | +10 |
|                                      |     | +4  | +4  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |  | -3  | -6  | -8  |
| 6                                    | 10  | +14 | +20 | +9  | +15 | +22 | +36  | +58  | +90  | +150 |  | +5  | +8  | +12 |
|                                      |     | +5  | +5  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |  | -4  | -7  | -10 |
| 10                                   | 18  | +17 | +24 | +11 | +18 | +27 | +43  | +70  | +110 | +180 |  | +6  | +10 | +15 |
|                                      |     | +6  | +6  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |  | -5  | -8  | -12 |
| 18                                   | 30  | +20 | +28 | +13 | +21 | +33 | +52  | +84  | +130 | +210 |  | +8  | +12 | +20 |
|                                      |     | +7  | +7  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |  | -5  | -9  | -13 |
| 30                                   | 50  | +25 | +34 | +16 | +25 | +39 | +62  | +100 | +160 | +250 |  | +10 | +14 | +24 |
|                                      |     | +9  | +9  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |  | -6  | -11 | -15 |
| 50                                   | 80  | +29 | +40 | +19 | +30 | +46 | +74  | +120 | +190 | +300 |  | +13 | +18 | +28 |
|                                      |     | +10 | +10 | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |  | -6  | -12 | -18 |
| 80                                   | 120 | +34 | +47 | +22 | +35 | +54 | +87  | +140 | +220 | +350 |  | +16 | +22 | +34 |
|                                      |     | +12 | +12 | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |  | -6  | -13 | -20 |
| 120                                  | 180 |     | +54 | +25 | +40 | +63 | +100 | +160 | +250 |      |  | +18 | +26 | +41 |
|                                      |     |     | +14 | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    |      |  | -7  | -14 | -22 |
| 180                                  | 250 |     | +61 | +29 | +46 | +72 | +115 | +185 | +290 |      |  | +22 | +30 | +47 |
|                                      |     |     | +15 | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    |      |  | -7  | -16 | -25 |

| Номинальный<br>размер в мм<br>св. до |     | JS   |       |       |       | K   |     |     | M   |      |     |
|--------------------------------------|-----|------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
|                                      |     | 6    | 7     | 8     | 9     | 6   | 7   | 8   | 6   | 7    | 8   |
| 0                                    | 3   | +3   | +5    | +7    | +12,5 | 0   | 0   | 0   | -2  | -2   | -4  |
|                                      |     | -3   | -5    | -7    | -12,5 | -6  | -10 | -14 | -8  | -12  | -18 |
| 3                                    | 6   | +4   | +6    | +9    | +15   | +2  | +3  | +5  | -1  | 0    | +2  |
|                                      |     | -4   | -6    | -9    | -15   | -6  | -9  | -13 | -9  | -12  | -16 |
| 6                                    | 10  | +4,5 | +7,5  | +11   | +18   | +2  | +5  | +6  | -3  | 0    | +1  |
|                                      |     | -4,5 | -7,5  | -11   | -18   | -7  | -10 | -16 | -12 | -215 | -21 |
| 10                                   | 18  | +5,5 | +9    | +13,5 | +21,5 | +2  | +6  | +8  | -4  | 0    | +2  |
|                                      |     | -5,5 | -9    | -13,5 | -21,5 | -9  | -12 | -19 | -15 | -18  | -25 |
| 18                                   | 30  | +6,5 | +10,5 | +16,5 | +26   | +2  | +6  | +10 | -4  | 0    | +4  |
|                                      |     | -6,5 | -10,5 | -16,5 | -26   | -11 | -15 | -23 | -17 | -21  | -29 |
| 30                                   | 50  | +8   | +12,5 | +19,5 | +31   | +3  | +7  | +12 | -4  | 0    | +5  |
|                                      |     | -8   | -12,5 | -19,5 | -31   | -13 | -18 | -27 | -20 | -25  | -34 |
| 50                                   | 80  | +9,5 | +15   | +23   | +37   | +4  | +9  | +14 | -5  | 0    | +5  |
|                                      |     | -9,5 | -15   | -23   | -37   | -15 | -21 | -32 | -24 | -30  | -41 |
| 80                                   | 120 | +11  | +17,5 | +27   | +43,5 | +4  | +10 | +16 | -6  | 0    | +6  |
|                                      |     | -11  | -17,5 | -27   | -43,5 | -18 | -25 | -38 | -28 | -35  | -48 |
| 120                                  | 180 |      |       |       |       | +4  | +12 |     |     |      |     |
|                                      |     |      |       |       |       | -21 | -28 |     |     |      |     |
| 180                                  | 250 |      |       |       |       | +5  | +13 |     |     |      |     |
|                                      |     |      |       |       |       | -24 | -33 |     |     |      |     |



## Предельные отклонения отверстий в мкм



| Номинальный<br>размер в мм<br>св. до |     | N   |     |     |     |      |      | P   |     |      | R   |     |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|-----|-----|
|                                      |     | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   | 11   | 6   | 7   | 9    | 6   | 7   |
| 0                                    | 3   | -4  | -4  | -4  | -4  | -4   | -4   | -6  | -6  | -6   | -10 | -10 |
|                                      |     | -10 | -14 | -8  | -29 | -44  | -64  | -12 | -16 | -31  | -16 | -20 |
| 3                                    | 6   | -5  | -4  | -2  | 0   | 0    | 0    | -9  | -8  | -12  | -12 | -11 |
|                                      |     | -13 | -16 | -20 | -30 | -48  | -75  | -17 | -20 | -42  | -20 | -23 |
| 6                                    | 10  | -7  | -4  | -3  | 0   | 0    | 0    | -12 | -9  | -15  | -16 | -13 |
|                                      |     | -16 | -19 | -25 | -36 | -58  | -90  | -21 | -24 | -51  | -25 | -28 |
| 10                                   | 18  | -9  | -5  | -3  | 0   | 0    | 0    | -15 | -11 | -18  | -20 | -16 |
|                                      |     | -20 | -23 | -30 | -43 | -70  | -110 | -26 | -29 | -61  | -31 | -34 |
| 18                                   | 30  | -11 | -7  | -3  | 0   | 0    | 0    | -18 | -14 | -22  | -24 | -20 |
|                                      |     | -24 | -28 | -36 | -52 | -84  | -130 | -31 | -35 | -74  | -37 | -41 |
| 30                                   | 50  | -12 | -8  | -3  | 0   | 0    | 0    | -21 | -17 | -26  | -29 | -25 |
|                                      |     | -28 | -33 | -42 | -62 | -100 | -160 | -37 | -42 | -88  | -45 | -50 |
| 50                                   | 65  | -14 | -9  | -4  | 0   | 0    | 0    | -26 | -21 | -32  | -35 | -30 |
|                                      |     | -33 | -39 | -50 | -74 | -120 | -190 | -45 | -51 | -106 | -54 | -60 |
| 65                                   | 80  | -14 | -9  | -4  | 0   | 0    | 0    | -26 | -21 | -32  | -37 | -32 |
|                                      |     | -33 | -39 | -50 | -74 | -120 | -190 | -45 | -51 | -106 | -56 | -62 |
| 80                                   | 100 | -16 | -10 | -4  | 0   | 0    | 0    | -30 | -24 | -37  | -44 | -38 |
|                                      |     | -38 | -45 | -58 | -87 | -140 | -220 | -52 | -59 | -124 | -66 | -73 |
| 100                                  | 120 | -16 | -10 | -4  | 0   | 0    | 0    | -30 | -24 |      | -47 | -41 |
|                                      |     | -38 | -45 | -58 | -87 | -140 | -220 | -52 | -59 |      | -69 | -76 |

| Номинальный<br>размер в мм<br>св. до |     | S   |      | T    | U    |      |      | X    |      | Z    |      |
|--------------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                      |     | 6   | 7    | 6    | 6    | 7    | 10   | 10   | 11   | 10   | 11   |
| 0                                    | 3   | -14 | -14  | -18  | -18  | -18  | -18  | -20  | -20  | -26  | -26  |
|                                      |     | -20 | -24  | -24  | -24  | -28  | -58  | -60  | -80  | -66  | -86  |
| 3                                    | 6   | -16 | -15  | -20  | -20  | -19  | -23  | -28  | -28  | -35  | -35  |
|                                      |     | -24 | -27  | -28  | -28  | -31  | -71  | -76  | -103 | -83  | -110 |
| 6                                    | 10  | -20 | -17  | -25  | -25  | -22  | -28  | -34  | -34  | -42  | -42  |
|                                      |     | -29 | -32  | -34  | -34  | -37  | -86  | -92  | -124 | -100 | -132 |
| 10                                   | 14  | -25 | -21  | -30  | -30  | -26  | -33  | -40  | -40  | -50  | -50  |
|                                      |     | -36 | -39  | -41  | -41  | -44  | -103 | -110 | -150 | -120 | -160 |
| 14                                   | 18  | -25 | -21  | -30  | -30  | -26  | -33  | -45  | -45  | -60  | -60  |
|                                      |     | -36 | -39  | -41  | -41  | -44  | -103 | -115 | -155 | -130 | -170 |
| 18                                   | 24  | -31 | -27  | -37  | -37  | -33  | -41  | -54  | -54  | -73  | -73  |
|                                      |     | -44 | -48  | -50  | -50  | -54  | -125 | -138 | -184 | -157 | -203 |
| 24                                   | 30  | -31 | -27  | -37  | -44  | -40  | -48  | -64  | -64  | -88  | -88  |
|                                      |     | -44 | -48  | -50  | -57  | -61  | -132 | -148 | -194 | -172 | -218 |
| 30                                   | 40  | -38 | -34  | -43  | -55  | -51  | -60  | -80  | -80  | -112 | -112 |
|                                      |     | -54 | -59  | -59  | -71  | -76  | -160 | -180 | -240 | -212 | -272 |
| 40                                   | 50  | -38 | -34  | -49  | -65  | -61  | -70  | -97  | -97  | -136 | -136 |
|                                      |     | -54 | -59  | -65  | -81  | -86  | -170 | -197 | -257 | -236 | -296 |
| 50                                   | 65  | -47 | -42  | -60  | -81  | -76  | -87  | -122 | -122 | -172 | -172 |
|                                      |     | -66 | -72  | -79  | -100 | -106 | -207 | -242 | -312 | -292 | -362 |
| 65                                   | 80  | -53 | -48  | -69  | -96  | -91  | -102 | -146 | -146 | -210 | -210 |
|                                      |     | -72 | -78  | -88  | -115 | -121 | -222 | -266 | -336 | -330 | -400 |
| 80                                   | 100 | -64 | -58  | -84  | -117 | -111 | -124 | -178 | -178 | -258 | -258 |
|                                      |     | -86 | -93  | -106 | -139 | -146 | -264 | -318 | -398 | -398 | -478 |
| 100                                  | 120 | -72 | -66  | -97  | -137 | -131 | -144 | -210 | -210 | -310 | -310 |
|                                      |     | -94 | -101 | -119 | -159 | -166 | -284 | -350 | -430 | -450 | -530 |



### Исполнение твердосплавных разверток

Мы используем наши твердые сплавы для изготовления следующих разверток:

- Развертки для станков с ЧПУ: цельный твердый сплав
- Машинные развертки:
  - ≤ Ø 9,5 мм из цельного твердого сплава
  - > Ø 9,5 мм с твердосплавными пластинами
- Машинные регулируемые развертки: с твердосплавными пластинами

### Диапазон установки и регулировки раздвижных разверток

Наши раздвижные развертки в зависимости от диаметра могут поставляться со следующей точностью:

- ≥ Ø 12 мм около 0,015 мм
- ≥ Ø 17 мм около 0,020 мм
- ≥ Ø 24 мм около 0,025 мм
- ≥ Ø 32 мм около 0,030 мм

#### Внимание:

Раздвижные развертки только разводить! При возврате в исходное положение пропадает предварительное натяжение и появляется опасность разрушения!

### Диапазон регулировки раздвижных разверток

Наши раздвижные развертки настраиваются благодаря торцевому винту с точностью приблизительно 0,03 мм.

### Регулируемые ручные развертки Диапазон регулировки

Регулируемые ручные развертки выполнены с номинальным диаметром и не для отверстий с полем допуска H7. Диапазон регулировки составляет 1/100 от номинального диаметра, напр., для Ø 10,00 мм это около 0,1 мм. Начиная с Ø 6,50 мм происходит регулировка посредством контргайки.

### Насадные развертки Посадочное отверстие

Наши машинные насадные развертки согласно DIN 219 имеют посадочное отверстие с конусностью 1:30 и поперечный шпоночный паз согласно DIN 138.

## Развертки с керметом

В нижеследующей таблице мы составили краткий обзор применения разверток из кермета, а также рекомендуемых режимов обработки в зависимости от обрабатываемого материала. При этом речь идет об ориентировочных значениях, которые могут изменяться.

| Материалы, которые могут хорошо обрабатываться керметом | Скорость резания при развортывании керметом | Подача при обработке режущей кромкой из кермета в мм/об |                   |                 |
|---|---|---|-------------------|-----------------|
|   |   | Диаметр < 7 мм  | Диаметр 7 - 16 мм | Диаметр > 16 мм |
| Конструкционная сталь, напр. St 33, St 50 - 2           | 100 - 180 м/мин                             | 0,3-0,4   | 0,6-0,8           | 0,8-1,4         |
| Цементированная сталь, напр. C10, 16MnCr5               | 80 - 140 м/мин                              |   |                   |                 |
| Автоматная сталь, напр. 11SMnPb30, 9SMn36               | 100 - 180 м/мин                             |   |                   |                 |
| Улучшенная сталь, напр. 42CrMo4, 28Cr4                  | 80 - 140 м/мин                              |   |                   |                 |
| Высокопрочный чугун, напр. GGG40, GGG60                 | 100 - 180 м/мин                             |   |                   |                 |

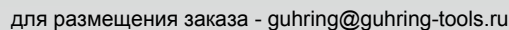


## СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗВЕРТКИ

Специальные требования к обработке требуют специальных конструктивных решений. Мы предлагаем Вам, наряду с обширной стандартной программой инструмента, также:

- инструмент с поликристаллическим алмазом (PKD), в том числе для обработки глухих отверстий;
- инструмент с кубическим нитридом бора (CBN), например, для обработки седла клапана;
- инструмент из собственных твердых сплавов со специально разработанной геометрией, например, для обработки направляющей втулки клапана.





|                  |  |              |                 |                 |
|------------------|--|--------------|-----------------|-----------------|
| № клиента        |  | Новый клиент | Номер запроса   |                 |
| Фирма            |  |              | Контактное лицо |                 |
| Улица/Номер дома |  |              | Индекс/Город    | Контактное лицо |
| Телефон          |  |              | Факс            |                 |
| Дата             |  |              | Подпись         |                 |

**Заказ по факсу:**

(Нужные данные просим внести в желтые поля или отметить крестиком)

**Заготовка (по возможности с эскизом или техн. чертежом)**

|                               |   |   |  |          |  |
|-------------------------------|---|---|--|----------|--|
| Номинальн. диаметр отверстия: |   | Допуск на отвер.:   |  | Припуск: |  |
| Вид отверстия:                | <input type="checkbox"/> Сквозное Глухое <input type="checkbox"/> |   |  |          |  |
| Обраб. материал:              |   | Шерох. обработ. повер. (R <sub>z</sub> /R <sub>a</sub> ): |  |          |  |

## Исполнение инструмента

|                               |  |  |          |  |                               |                              |
|-------------------------------|--|--|----------|--|-------------------------------|------------------------------|
| <b>Исполнение инструмента</b> | <input type="checkbox"/> Цельная тв.спл. <input type="checkbox"/> С тв.спл. пластинами <input type="checkbox"/> Быстрореж. <input type="checkbox"/> С керметом |  |          |  |                               |                              |
| Тип хвостовика:               | <input type="checkbox"/> DIN6535 (h6):   |  |          |  | Ø                          мм |                              |
|                               | <input type="checkbox"/> Цилиндрический:   |  |          |  | Ø                          мм |                              |
|                               | <input type="checkbox"/> Конус Морзе:  |  |          |  | Номер К.М.                    |                              |
| Необход. вылет инструмента:   | мм   |  |          |  |                               |                              |
| Тип развертки:                | <input type="checkbox"/> Ручная <input type="checkbox"/> Машинная  |  | Охлажд.: | <input type="checkbox"/> Внеш. <input type="checkbox"/> Внутр. | bar                           | <input type="checkbox"/> MMS |

### Дополнительные сведения

|                    |   |  |   |
|--------------------|---|--|---|
| Тип станка:        |   |  |   |
| Зажим инструмента: | <input type="checkbox"/> Гидро-/Термопатрон | <input type="checkbox"/> Цанговый патрон | <input type="checkbox"/> Сверлильный патрон |
| Прочее:            |   |  |   |

Примечания от руки / эскизы:







# Инструкция по установке для коротких зенковок

## 1. Фиксация инструмента

Для автоматических линий рекомендуется фиксировать цековку с укороченным конусом в державке. При этом предоставляется 2 возможности:

### а) Фиксация крепежными винтами Art.-Nr. 1648

Стопорный винт установить в корпус цековки и зажать в державке (Art.-Nr. 1629, 1630) двумя крепежными винтами.



### б) Фиксация направляющей цапфы гайкой Art.-Nr. 1649

В данном случае направляющая цапфа фиксирует с помощью контргайки Art.-Nr. 1649 цековку с укороченным конусом в державке (Art.-Nr. 1629, 1630)

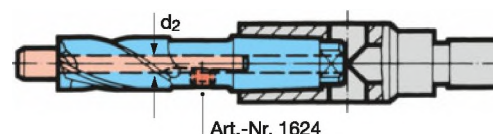


## 2. Установка направляющей цапфы

Посадочную поверхность d2 направляющей цапфы смазать, вставить в корпус цековки, привинтить гайки (кроме Art.-Nr. 1615), установить зазор и законтровать гайки. Направляющая цапфа должна в установленном положении легко проворачиваться.

### Установка направляющей цапфы Art.-Nr. 1615

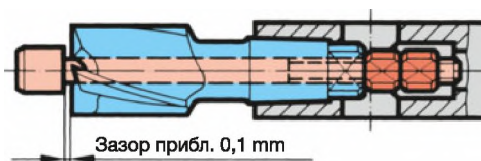
В цековках Art.-Nr. 1602 и 1603, для укороченного конуса 0. Направляющая цапфа удерживается в корпусе цековки благодаря крепежному винту Art.-Nr. 1624



### Установка направляющей цапфы Art.-Nr. 1616

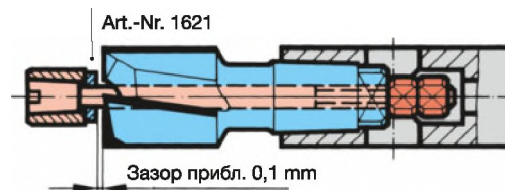
а) в цековках Art.-Nr. 1601, 1602 и 1605, размер укороченного конуса 1-7.

Эта направляющая цапфа должна быть установлена с парой гаек так, чтобы зазор между ней и цековкой с укороченным конусом составлял прибл. 0,1 мм.



б) в цековках с укороченным конусом Art.-Nr. 1603, 1604, 1606

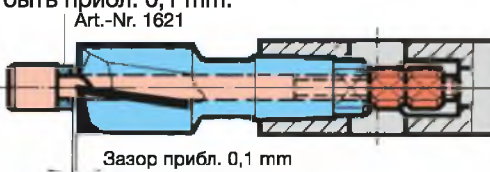
В этих цековках с твердосплавными режущими кромками для их защиты подкладывают защитную шайбу Art.-Nr. 1621 с зазором прибл. 0,1 мм.



### Установка направляющей цапфы Art.-Nr. 1617

а) во всех типах цековок с укороченным конусом кроме Art.-Nr. 1654.

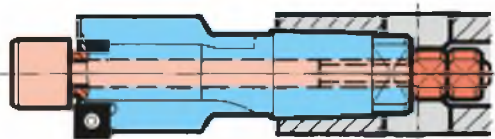
В основном между инструментом и напр.цапфой подкладывается защитная шайба Art.-Nr. 1621. Зазор должен быть прибл. 0,1 мм.





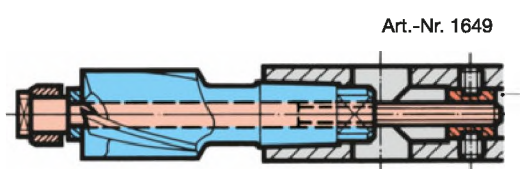
## 2. Установка направляющей цапфы

б) в цековке со сменными пластинами Art.-Nr. 1654  
В данном случае не устанавливается защитная шайба, т.к. на инструмент прикручивается специальная опорная поверхность для направляющей цапфы. Исключение - установка цековки с укороченным конусом с меньшим размером цапфы (см. таблицу внизу).



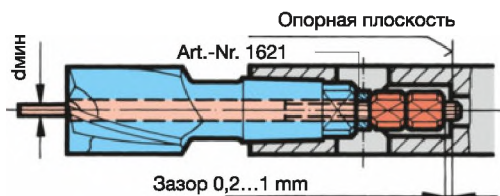
**Установка направляющей цапфы для крепления инструмента гайкой Art.-Nr. 1649 для всех типов цековок с укороченным конусом**

В державке резьбовая втулка (см. ниже) меняется на контргайку Art.-Nr. 1649. Цековка, как описано в п.3 вставляется в державку. Направляющая цапфа вместе с защитной шайбой ввинчивается и затягивается до упора.



**Установка направляющей цапфы с размером цапфы (d<sub>мин</sub>) меньше размера отверстия.**

Если устанавливается направляющая цапфа с d меньше минимального, между цековкой и гайкой подкладывают одну или несколько шайб Art.-Nr. 1621. Установка считается завершенной, если в зависимости от размера цековки остается зазор от 0,2 до 1 мм. С помощью этого осевое нажатие направляющей цапфы производится не цековкой, а державкой, т.е. предотвращается возможное повреждение режущей кромки.



Значение минимального диаметра d<sub>мин</sub>, мм направляющей цапфы.

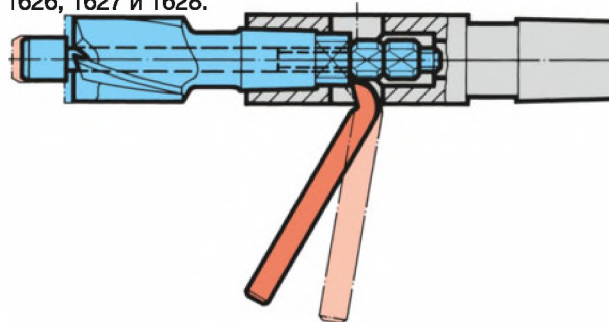
| Номер конуса | Быстрореж. цековка | Твердоспл. цековка |
|--------------|--------------------|--------------------|
| 1            | 4,5                | 6,5                |
| 2            | 6,0                | 8,5                |
| 3            | 7,0                | 9,5                |
| 4            | 9,0                | 12,0               |
| 5            | 11,0               | 15,0               |
| 5,5          | 12,0               | 18,0               |
| 6            | 14,0               | 19,0               |
| 7            | 17,0               | 22,0               |

## 3. Установка цековки с укороченным конусом в державку

Внутренний конус державки, также как конус цековки, должен быть тщательно отшлифован и перед использованием хорошо обезжирен. Жесткая напряженная посадка 2-го класса точности обеспечивается лишь тогда, когда и внутренний и внешний конус полностью обезжирены. Цековка с укороченным конусом при установке в державку закручивается в правую сторону до упора. Закрепление достигается через сильный нажим державки на опору из древесины твердых пород, алюминия или свинца.

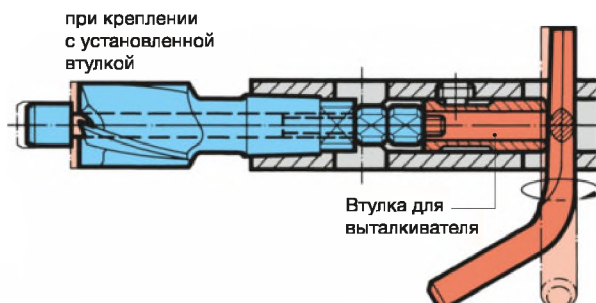
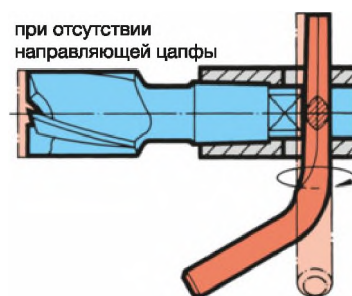
## 4. Извлечение цековки с укороченным конусом из державки

а) с выталкивателем Art.-Nr. 1650, для цековок с укороченным конусом с направляющей цапфой. Подходит для выталкивания цековки с укороченным конусом с размерами конуса от 1 до 7 из державок Art.-Nr. 1625, 1626, 1627 и 1628.



б) с выталкивателем Art.-Nr. 1651

Подходит для выталкивания цековки с укороченным конусом с размерами конуса от 1 до 7 из державок Art.-Nr. 1625, 1626, 1627 и 1628, а также из державок Art.-Nr. 1629 и 1630.



**Внутренняя крепежная резьба для цековок с конусом Морзе**

| конус Морзе | Внутренняя крепежная резьба по DIN228, часть 1, форма A |
|-------------|---|
| 1           | M6  |
| 2           | M10   |
| 3           | M12   |
| 4           | M16   |

**Внутренняя крепежная резьба для зенковок и цековок с укороченным конусом и с направляющей цапфой**

| Ø-мм   | Внутренняя крепежная резьба по DIN228, часть 1, форма A |
|--------|---|
| ≤ 8,50 | нет   |
| > 8    | есть  |

**Направляющие цапфы**

К нашим зенковкам и цековкам со сменными направляющими цапфами необходимо заказать дополнительно сменные направляющие цапфы.

**Крепление для обратного зенкера**

Наши обратные зенкеры крепятся благодаря байонетному замку.



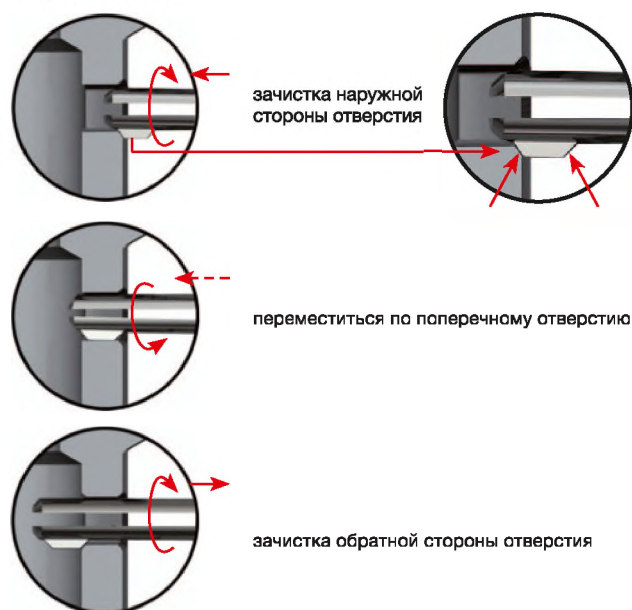


## Инструмент для снятия заусенцев EW 100 G

Принцип работы инструмента в виде зачистной вилки прост. Номинальный диаметр инструмента незначительно меньше, чем диаметр зачищаемого отверстия. Инструмент в зоне режущей части имеет продольный паз, и с помощью цапфы, которая находится на одной из наружных частей вилки, сжимаясь, направляется в отверстие. Когда эта цапфа в конце сквозного отверстия выходит из отверстия, вилка снова разжимается и точно позиционируется в отверстии. Благодаря длине продольного паза, а также определенного преднатяжения обеих частей вилки, задается давление, с помощью которого зачистная вилка прижимает заготовку.

Снаружи на вилке для удаления заусенцев находится до 3-х резцов, выполняющих последующую зачистку заусенцев на выходе из отверстия. Их расположение и исполнение определяют, какую обработку может выполнить инструмент: только зачистить заусенцы или дополнительно сформировать фаску или радиус.

### Обработка



Механическое удаление заусенцев на входе и выходе отверстия при помощи вилки для удаления заусенцев EW 100 G представляет собой простое и экономичное решение, альтернативное решение по сравнению с предыдущей, трудоёмкой доработкой вручную. При этом применяется один единственный инструмент для всех операций.

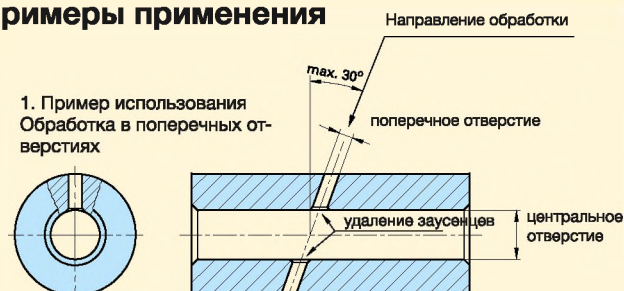
| Диапазон диаметров (мм) | Частота вращения (об/мин) |
|-------------------------|---------------------------|
| 2 - 2,9                 | 1000                      |
| 3 - 3,9                 | 960                       |
| 4 - 4,9                 | 940                       |
| 5 - 5,9                 | 900                       |
| 6 - 6,9                 | 880                       |
| 7 - 8,1                 | 860                       |

Подача f: 0,1-0,2 мм/об.

### Преимущества:

- экономично, т.к. данный стандартный инструмент существенно дешевле по сравнению с прежними специальными решениями.
- универсальность применения: на инструментальных, фрезерных и токарных станках, а также в роботах. Кроме того, рабочий диапазон 0,25 мм позволяет использовать зачистной инструмент в отверстиях с соответственно большими допусками. Вы экономите ценное время и затраты на переналадку!
- увеличение производительности, т.к. зачистной инструмент EW 100 G выполняет зачистку машинным способом за один проход. Дорогая и затратная дополнительная работа вручную исключается.

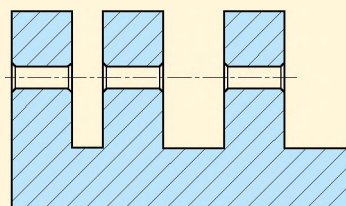
### Примеры применения



1. Пример использования  
Обработка в поперечных отверстиях

У деталей с поперечным отверстием:  
- Диаметр поперечного отверстия должен составлять максимум 35% от диаметра центрального отверстия;  
- Диаметр поперечного отверстия должен быть на 40% больше длины резца l4.

2. Пример использования  
Заготовка с многократно прерывистым отверстием



Универсальное применение:

Новый стандартный зачистной инструмент может обрабатывать детали как с поперечным отверстием, так и с многократно прерывистым отверстием. В любом случае результатом является хорошо зачищенная поверхность входа и выхода отверстия.

Важно:

Обратите внимание, параметры резания являются ориентировочными значениями. Они могут изменяться как большую, так и в меньшую сторону.

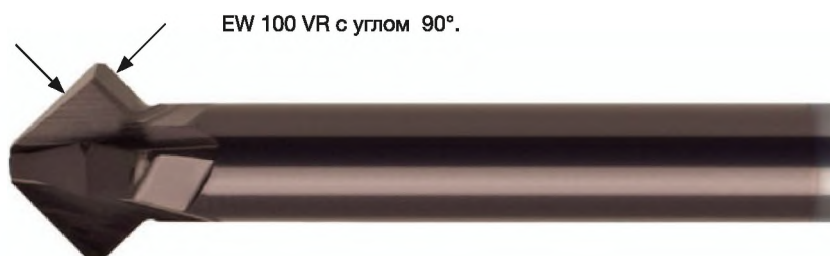


# Инструмент для снятия заусенцев

## Инструмент для удаления заусенцев на входе и выходе EW 100 VR

Инструмент VHM для удаления заусенцев на входе и выходе EW 100 VR фирмы Гюринг! С покрытием TiAlN позволяет как удалять заусенцы, так и выполнять фаску на входе и выходе отверстия под углом 90°. Для этого

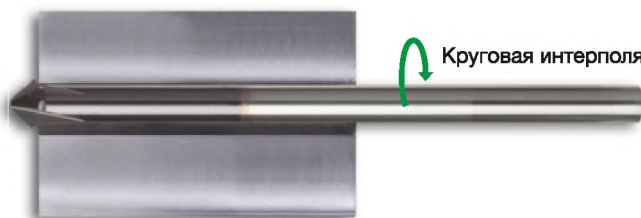
EW 100 VR имеет фрезерную головку. Для удаления заусенцев или выполнения фаски инструмент выполняет круговое фрезерование.



EW 100 VR с углом 90°.



Круговая интерполяция



Круговая интерполяция

### Параметры резания для инструмента

| Группа материалов            | Предел прочности при растяжении, Н/мм <sup>2</sup><br>Твердость | V <sub>c</sub><br>м/мин | Код подачи |
|------------------------------|---|-------------------------|------------|
| Стали                        | < 850   | 120 - 200               | 71         |
|                              | 850-1200  | 100 - 180               | 71         |
|                              | > 1200  | 80 - 140                | 71         |
| Закалённые стали             | < 54 HRC  | 60 - 120                | 71         |
|                              | 54-60 HRC   | 40 - 80                 | 71         |
| Нержав./кислотостойкая сталь | < 850   | 80 - 120                | 71         |
| Никелевые сплавы             | < 1300  | 30 - 60                 | 71         |
| Титановые сплавы             | < 1300  | 50 - 100                | 71         |
| Литой чугун                  | < 240 HB30  | 120 - 180               | 72         |
|                              | > 240 HB30  | 100 - 160               | 72         |
| Деформир. сплавы Al < 3% Si  |   | 150 - 250               | 72         |
| Алюминиевое литьё > 3% Si    |   | 100 - 200               | 72         |
| Магниеые сплавы              |   | 150 - 250               | 72         |
| Цветные сплавы               | < 850   | 30 - 200                | 72         |

### Код подачи (мм/об)

| Ø      | 71    | 72    |
|--------|-------|-------|
| ≤ 3.00 | 0.060 | 0.080 |
| 4.00   | 0.100 | 0.125 |
| 5.00   | 0.100 | 0.125 |
| 6.30   | 0.125 | 0.160 |
| 8.00   | 0.160 | 0.200 |
| 10.00  | 0.200 | 0.250 |
| 12.50  | 0.200 | 0.250 |

### Важно:

Просим учесть, что данные резания являются ориентировочными. Их можно изменять как в большую, так и в меньшую сторону.



## Твердосплавный инструмент для удаления заусенцев со спиралью EW 100 S

Для удаления заусенцев в поперечных отверстиях через центральное фирме «Гюринг» разработала твердосплавный спиральный инструмент для удаления заусенцев EW 100 S. Шлицевой инструмент уже имеется в наличии в виде полустандартного исполнения, то есть, в заданном диапазоне диаметров может в короткие сроки поставаться инструмент с габаритами через одну сотую с соответствующими размерами хвостовика и длины, по доступным ценам. Но кроме этого, в любое время возможны и другие специфичные для заказчика решения в качестве специнструмента, напр., с увеличенной зоной досягаемости или другим диаметром хвостовика.

Принцип работы инструмента для удаления заусенцев EW 100 S основан на предварительном натяжении шлицевой режущей части. В зоне режущей части у спирали для удаления заусенцев имеется минимально больший диаметр относительно обрабатываемого отверстия. За счёт подвода шлицевая режущая часть при входе в обрабатываемое отверстие сжимается и тем самым получает предварительное напряжение. Это предварительное напряжение в пределах допуска отверстия, и особенно в зоне обрабатываемого поперечного отверстия, обеспечивает отличное прилегание режущих кромок спирали к стенкам

отверстия и/или кромкам поперечного отверстия. Заусенцы в поперечном отверстии точно и чисто снимают заусенцы в основании. При этом образуется очень мелкая стружка, которую без проблем можно удалить из отверстия.

Условием для разработки спирального инструмента для удаления заусенцев EW 100 S был цельный твёрдый сплав в качестве режущего материала, имеющий соответственно низкую жёсткость и допускающий необходимую деформацию в зоне резцов. Благодаря собственным компетенциям фирмы «Гюринг» в области разработки и производства твёрдых сплавов появился твёрдый сплав с этими особыми свойствами.

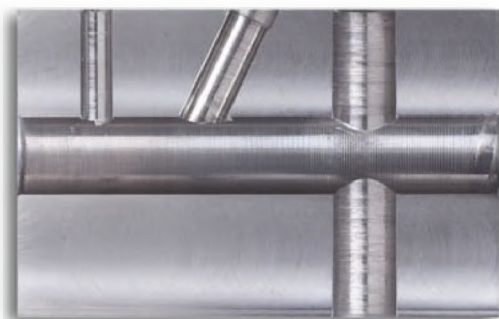
### Параметры резания

| Ø диапазон (mm) | $v_c$ m/min | $f_u$ (mm) |
|-----------------|-------------|------------|
| < Ø 8           | 15 - 25     | 0.2 - 0.3  |
| ≥ Ø 8           | 15 - 25     | 0.4 - 0.8  |

### Важно:

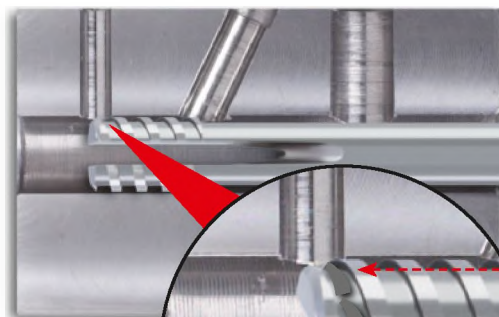
Просим учесть, что данные резания являются ориентировочными значениями. Их можно изменять как в большую, так и в меньшую сторону.

### Принцип работы



#### Ввод:

Подача ввода с максимальным значением до первого поперечного отверстия.



#### Удаление заусенцев:

Движение с заданной рабочей подачей через поперечное отверстие. При этом минимум 50% длины головки должно пересечь поперечное отверстие.

#### Удаление заусенцев

#### Вывод из отверстия:

С правым вращением около 2х – 5ти скорости подачи или с левым вращением на шаг спирали.



## Специальные решения

Фирма «Гюринг» предлагает инструмент из твёрдого сплава для зачистки входа и выхода отверстий. При этом обработка в собственном смысле производится не так, как традиционным инструментом сверлами, фрезами, метчиками, развёртками и зенковками. Напротив, зачистной инструмент крайне осторожно шабрит заусенцы и при этом притупляет кромки.

Особое значение для качества инструмента, особенно точных и пересекающихся отверстий, приобретает зачистка выхода отверстий. Это касается, напр., каналов смазки в современных форсированных двигателях, у которых оптимальный поток зависит и от чистоты выхода отверстий. Однако высокоточное удаление заусенцев с притуплением кромок приобретает растущую необходимость и в блоках клапанов, поворотных рычагах, ротационных картерах, элементах приводов, форсунках или тормозных цилиндрах.

Во то время, как процесс удаления заусенцев на входе и выходе отверстия не составляет проблемы, внутренняя зачистка пересекающихся отверстий во многих случаях затратная операция, которая выполняется вручную и требует много времени и затрат.

С помощью нового разработанного и запатентованного твердосплавного инструмента для внутреннего удаления заусенцев фирма Gühring предоставляет возможность автоматизировать и рационализировать эту операцию благодаря высокопроизводительному инструменту. Для производства это означает не только значительную экономию времени и средств, но и прежде всего более высокое качество и надежность. Кроме того, для наружной зачистки имеются также зачистные бор-фрезы в специальном исполнении для заказчика.

### Зачистной инструмент EW 100 L



EW 100 L  
Зачистная бор-фреза с наклонными зубьями.

Диаметр этого инструмента значительно меньше чем сквозное отверстие и имеет с одной стороны выход для СОЖ. С помощью подачи СОЖ под высоким давлением из бокового выхода, зачистная головка отклоняется в сторону.

В зависимости от применения этого инструмента, могут формироваться различные режущие части для достижения необходимого результата при удалении заусенцев. Усилие прижатия режущей части к заготовке определяет давление СОЖ.

При данной конструкции стружка сразу выводится из отверстия, и в любое время возможно комбинирование данного метода с удалением заусенцев под высоким давлением (до 2000 бар).

### Зачистная бор-фреза EW 100 F



EW 100 F  
Зачистная бор-фреза с разнонаправленными зубьями.

Для зачистки входа отверстий фирма «Гюринг» также предлагает и борфрезы.

Этот инструмент может быть изготовлен с различной геометрией режущих кромок, для обработки различных материалов и зачистки заусенцев на фасках или радиусах.





## Спиральный инструмент для удаления заусенцев EW 100 S – полустандарт

Запрос по факсу / заказ

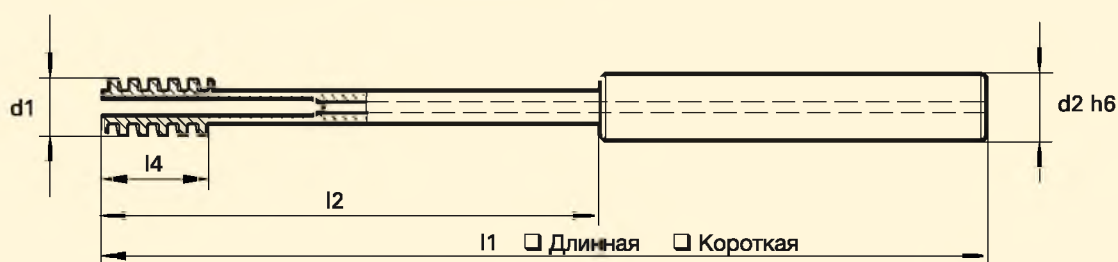
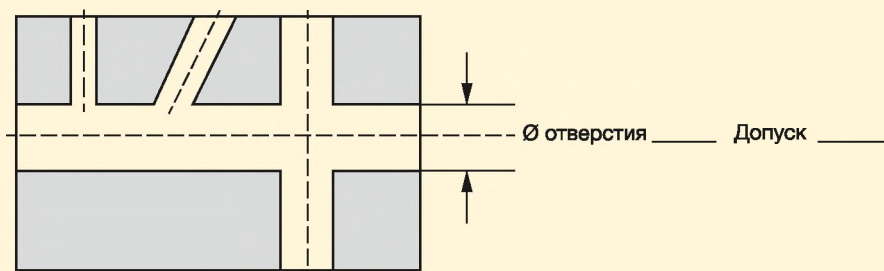
Просто скопируйте, заполните и отправьте по факсу ...

☐ Запрос

☐ Заказ

☐ Повторный заказ, Sobo №

Требуемое количество: \_\_\_\_\_ шт.



Изготавливаемый  $\varnothing$  d1 инструмента для удаления заусенцев определяется по  $\varnothing$  отверстия в детали.  $\varnothing$  хвостовика и длина определяются в зависимости от изготавливаемого  $\varnothing$  по приведённой ниже таблице:

| Размеры d1<br>от ... до с шагом<br>в 0,01 мм | l4 | Длина для длинной<br>версии |     | Длина для короткой<br>версии |    | Хвостовик<br>d2 h6 |
|--|----|-----------------------------|-----|------------------------------|----|--------------------|
|  |    | l1                          | l2  | l1                           | l2 |                    |
| mm   | mm | mm                          | mm  | mm                           | mm | mm                 |
| 3.00 - 4.10                                  | 12 | 68.00                       | 40  |                              |    | 4.00               |
| 4.11 - 6.10                                  | 12 | 76.00                       | 40  |                              |    | 6.00               |
| 6.11 - 8.10                                  | 16 | 101.00                      | 65  | 76.00                        | 40 | 8.00               |
| 8.11 - 10.10                                 | 19 | 101.00                      | 61  | 76.00                        | 36 | 10.00              |
| 10.11 - 12.10                                | 19 | 130.00                      | 85  | 80.00                        | 35 | 12.00              |
| 12.11 - 14.10                                | 22 | 130.00                      | 85  | 80.00                        | 35 | 14.00              |
| 14.11 - 16.10                                | 22 | 150.00                      | 102 | 90.00                        | 42 | 16.00              |

Компания: \_\_\_\_\_

Печать компании: \_\_\_\_\_

Тел./факс: \_\_\_\_\_

Контактное лицо: \_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_



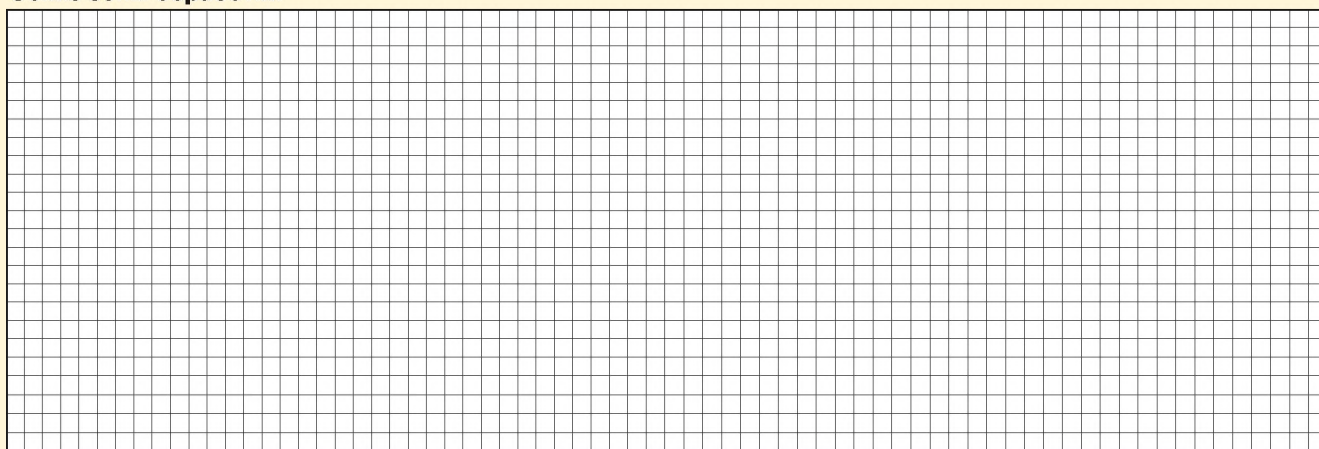
## Специальные решения

## Запрос по факсу / заказ

Просто скопируйте, заполните и отправьте по факсу ...

☐ Запрос☐ Заказ☐ Повторный заказ, Sobo №☐ EW 100 G☐ EW 100 VR☐ EW 100 S☐ EW 100 L☐ EW 100 F☐ Просим порекомендовать оптимальный инструмент для описанного вида обработки

Эскиз зоны обработки



Обработка:

Зачистка

☐ вход☐ выход☐ поперечное отверстие

Фрезерование

☐ вход, угол \_\_\_\_\_°☐ выход, угол \_\_\_\_\_°

Деталь:

Отверстие Ø: \_\_\_\_\_mm

Глубина отверстия: \_\_\_\_\_mm

Поперечное отверстие

☐ нет☐ да, до \_\_\_\_\_mm

Материал/ обозначение: \_\_\_\_\_

Тип станка:

☐ Обраб.центр ☐ Токарный центр ☐ Другое: \_\_\_\_\_

Хвостовик:

☐ HA☐ HE☐ Другое: \_\_\_\_\_

СОЖ:

☐ внутреннее ☐ наружное☐ масло☐ Эмульсия☐ MQL

Давление: \_\_\_\_\_bar

Количество: \_\_\_\_\_l/min

Компания:

Печать компании:

Тел./факс:

Контактное лицо:

Подпись: \_\_\_\_\_