

# Высокоскоростная обработка резанием

# Основной эффект ВСО заключается в следующем:

- Повышение качества обработки;
- Возможность обработки материалов, чувствительных к перегреву;
- Эффективное использование станков с ЧПУ;
- Переход от электроэрозионной обработки и шлифования к лезвийной обработке.
- Сокращение и упрощение технологических процессов, в которых исключается эрозионная обработка и ручная доводка

# применение ВСО

ВСО применяется там, где необходимо быстро снять металл, а также при обработке сложных деталей:

Обработка длинных тонкостенных алюминиевых деталей (например, деталей крыла и фюзеляжа самолетов). К данным деталям обычно предъявляются высокие требования по качеству обработки. Учитывая большие объемы срезаемого металла, высокое качество данных деталей возможно добиться только путем применения ВСО. Так как благодаря небольшим сечениям среза, силы резания не велики.

Обработка изделий из высокопрочных алюминиевых сплавов в аэрокосмической и автомобильной промышленности так же композиционных материалов

Обработка штампов и пресс-форм, характеризующихся жесткими допусками, высокой точностью и низкой шероховатостью поверхности. Достижение данных требований возможно применением ВСО.

Обработка деталей малых размеров, миниатюрных деталей в медицине и других отраслях, включая нанотехнологии.

Обработка в ювелирной промышленности

# Станки для ВСО

Для ВСО используются станки, оснащенные высокоскоростным инструментальным шпинделем, частота вращения шпинделя находится в пределах 12000-40000 об/мин

Скорость подач для ВСО должна составлять порядка 40-60 м/мин, скорость быстрого перемещения до 90 м/мин, обрабатывая при этом малые перемещения - от 1 до 20 мкм.

Скорость резания может достигать 1500...3000 м/мин

Особые требования также налагаются и на систему ЧПУ, она должна позволять высокую скорость просмотра кадров вперед (100-200 кадров/с), чтобы успевать сделать расчеты для торможения на подходе к углу и разгона после поворота

# Принцип ВСО

Малое сечение среза, снимаемое с высокой скоростью резания и высокой минутной подачей.

Скорость резания и подача в 5-10 раз выше, чем при обычной обработке.

Рекомендуемая глубина резания не должна превышать 10% диаметра фрезы

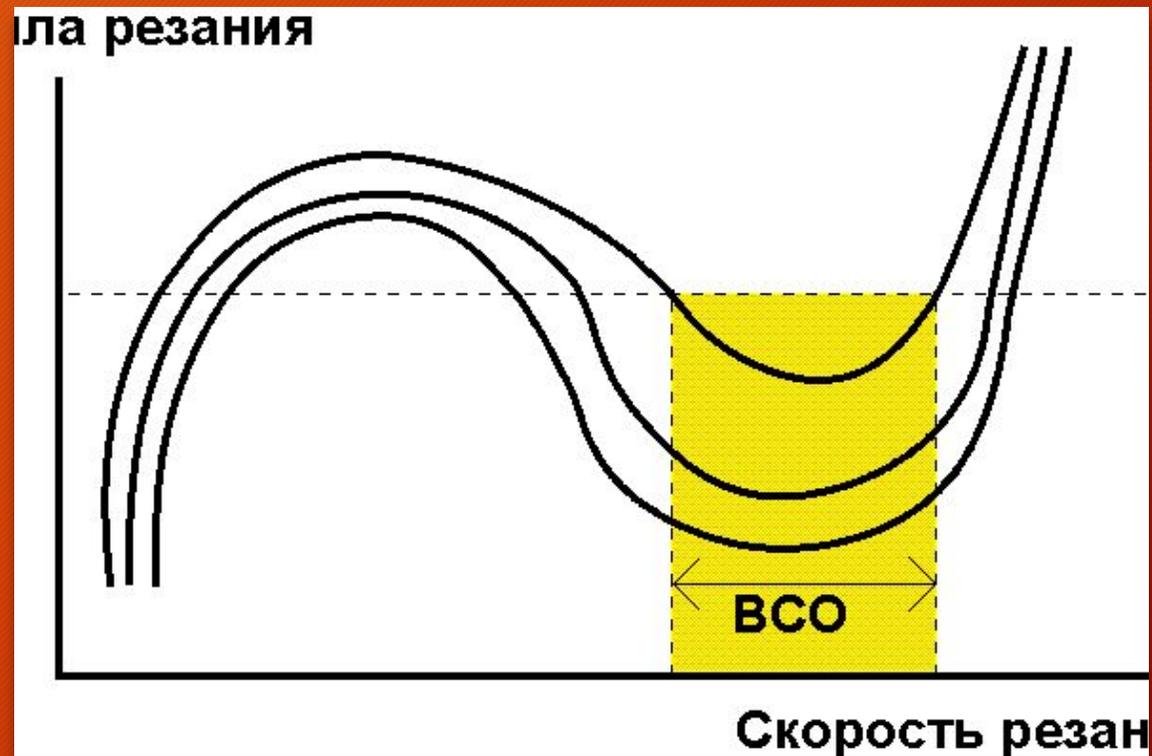
Скорость подачи превышает скорость теплопроводности обрабатываемого материала, поэтому основная масса тепла концентрируется в стружке, не успевая переходить в заготовку и инструмент. Таким образом, с помощью ВСО можно фрезеровать закаленные стали, не опасаясь отпуса поверхностного слоя.



# Теоретическое обоснование ВСО

Теоретическим обоснованием высокоскоростной обработки являются так называемые кривые Соломона, которые показывают снижение сил резания в некотором диапазоне скоростей

Эффект ВСО обуславливается структурными изменениями материала (из-за пластических деформаций, осуществляемых с большой скоростью) в месте отрыва стружки. При повышении скорости деформаций силы резания первоначально растут, а потом, с достижением определенной температуры в зоне образования стружки, начинают существенно снижаться



# Режущий инструмент для ВСО

Производители режущего инструмента не стоят на месте и уже давно выпускают твердосплавные режущие инструменты, работающие преимущественно на больших скоростях. Для создания подобного инструмента используются мелкодисперсные сплавы. Использование больших оборотов (40000 об/мин) предполагает применение инструментов небольшого диаметра 15-20 мм.

Применение данных инструментов на малых скоростях может быстро вывести их из строя, но стоит только повысить скорость резания - стойкость пластины вырастает в разы! Все дело в выходе на особый режим ВСО, когда сопротивление металла резанию резко снижается. По незнанию данных моментов на практике часто возникают проблемы при работе с данными инструментами.

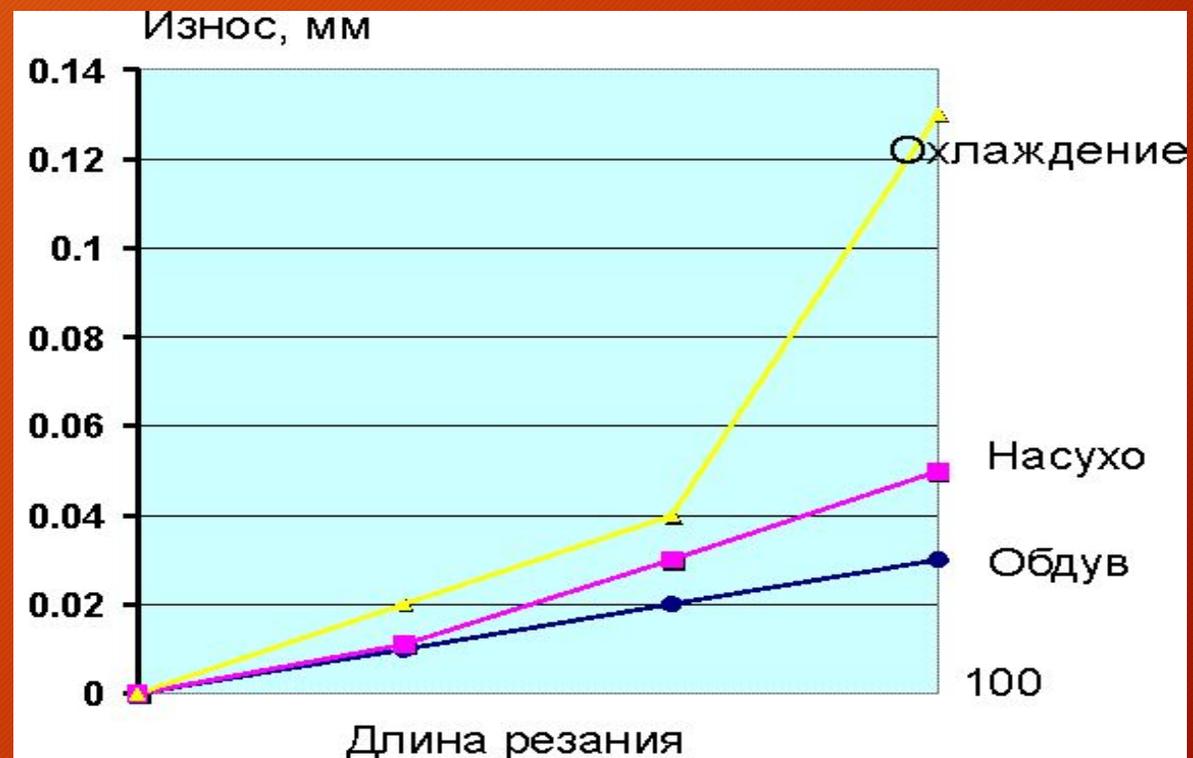
Часто для ВСО используют плунжерные фрезы (монокристаллические и с пластинами), инструменты с кубическим нитридом бора (КНБ), а также инструмент с поликристаллическим алмазом (ПКА).

Из-за большого объема материала, срезаемого при ВСО на больших подачах, желательно использовать двузубые фрезы, чтобы стружка могла свободно уместиться в канавке

# Охлаждение инструмента при ВСО

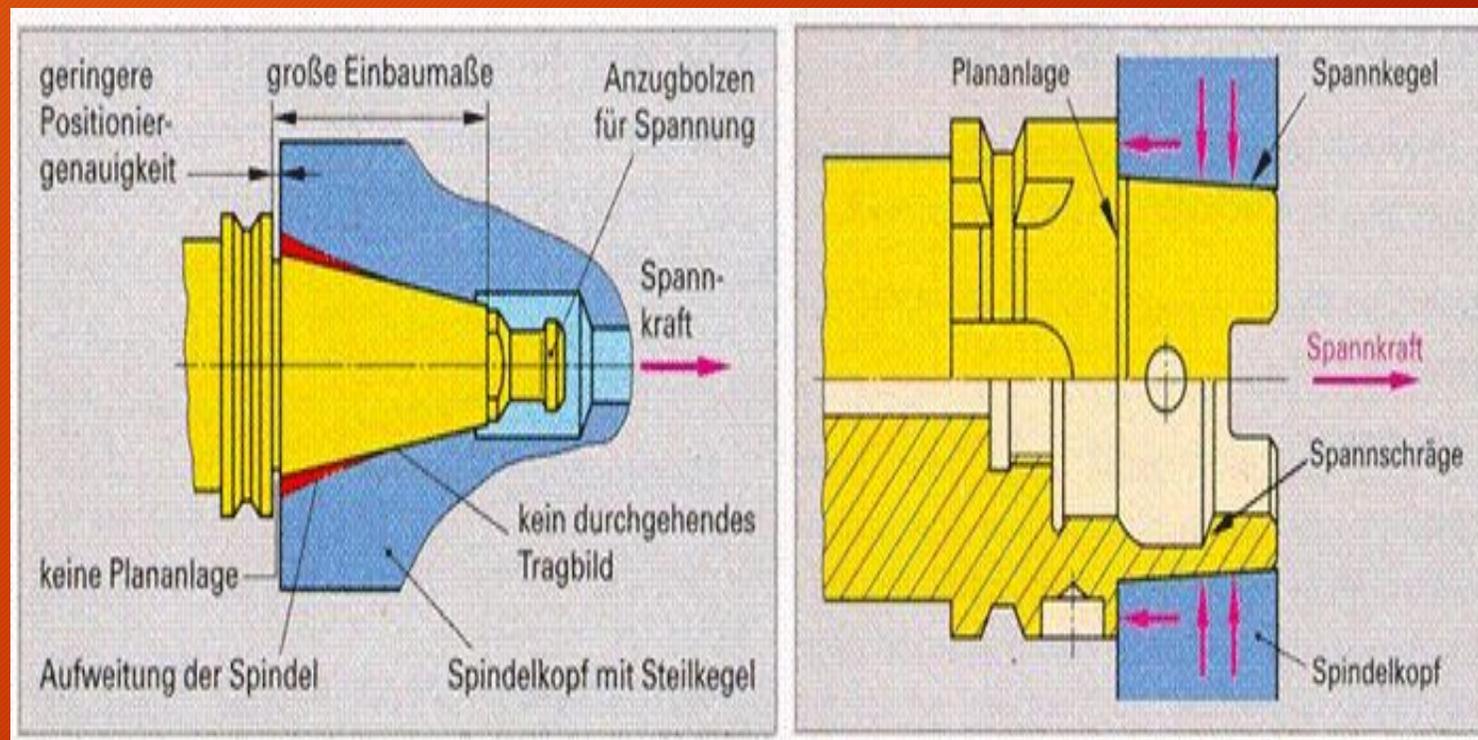
Интересный эффект увеличения стойкости инструмента при ВСО наблюдается при сравнении способов охлаждения. Как показывает график, наибольшая стойкость наблюдается при использовании обдува. Так как тепло концентрируется в стружке, ее надо просто быстро удалить из зоны резания.

Низкая стойкость инструмента при охлаждении объясняют главным образом выкрашиванием, вследствие циклических термических нагрузок на режущую кромку инструмента. Постоянная тепловая нагрузка, даже на относительно высоких температурах лучше, чем меняющаяся циклическая нагрузка



# Вспомогательный инструмент для ВСО

Вспомогательный инструмент для крепления инструментов должен иметь конус HSK (возможно VBT конус), обладающего высокой статической и динамической стабильностью, высокой точностью, возможностью самобалансировки на высоких скоростях, а также меньшей массой по сравнению с другими конусами



# Режимы резания при ВСО

- ВСО ведется в надкритическом для колебаний диапазоне, потому что везде при таких высоких скоростях вращения, значительно превышаются частоты резонанса детали, инструмента и компонентов станка.
- Назначение режимов резания вызывает некоторые трудности. Хотя они указаны в каталогах применяемого инструмента, тем не менее, имеют предварительный характер, окончательное же назначение режимов резания ведется исходя из опыта и экспериментов для конкретного обрабатываемого материала.
- Для самых труднообрабатываемых материалов величину подачи на зуб можно вычислить по формуле  $fz=0,01xD$ , при этом рекомендуется, чтобы  $fz$  удовлетворяло следующему условию  $0,005xD \leq fz \leq 0,02xD$ , где  $D$ - номинальный диаметр фрезы.
- Необходимо иметь в виду, что в некоторых случаях приходится занижать режимы резания при обработке отдельных участков. Например, при фрезеровании полостей, когда опускание происходит по спирали или зигзагу. Здесь возможно опускание и в предварительно засверленное отверстие, но это не всегда бывает удобным. Иногда при обработке сложных участков выгодно фрезеровать с большими съемами, но меньшей скоростью, это увеличивает время обработки, однако исключает различные поломки.

# CAM-система

Применение ВСО невозможно без инновационных САМ-систем, обладающих возможностью программирования данной обработки. К САМ-системе для ВСО предъявляются множество требований, так как от качества УП во многом зависит износ дорогостоящего станка и инструмента, а также качество самой обработки.

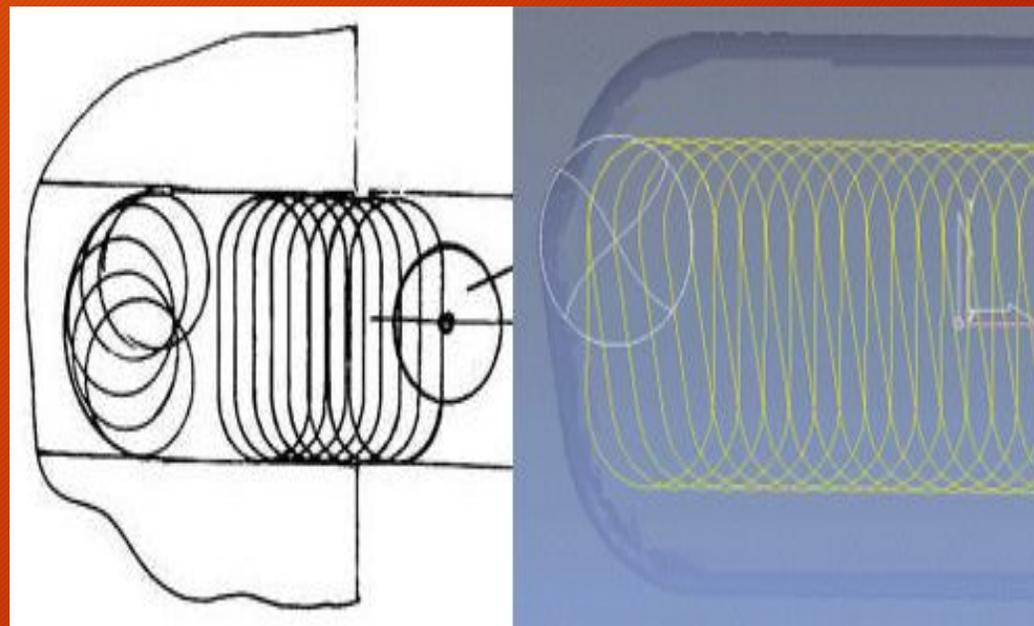
Кроме того, САМ-система должна обеспечивать:

широкий выбор вариантов гладкого подвода-отвода и связок между проходами;

набором стратегий спиральной и эквидистантной обработки как на чистовой, так и на черновой обработке и поиск оптимальной стратегии в различных зонах;

автоматическое сглаживание траекторий в углах;

оптимизацию подач для сглаживания нагрузки на инструмент



# Заключение Преимущества ВСО

- Сокращение времени производственного цикла на 50% и более.
- Увеличение производительности.
- Более эффективная обработка.
- Упрощение технологических процессов (отсутствие эрозионных и ручных доводочных операций).
- Высокое качество обработки (получаемые поверхности как после шлифования).
- Экономия (уменьшение времени обработки обуславливает экономический эффект).
- Увеличение ресурса инструментов (инструмент или пластины меняются реже).
- Уменьшение износа станка (постоянное усилие резания уменьшает переменные нагрузки двигателей).
- Оптимальное использование времени.
- Эффективное использование станков с ЧПУ.
- Обработка сложных тонкостенных деталей с обеспечением высокого качества.
- Обработка закаленных и труднообрабатываемых деталей твердостью 50 HRC и выше
- Обработка деталей малых размеров.
- Обработка композитов