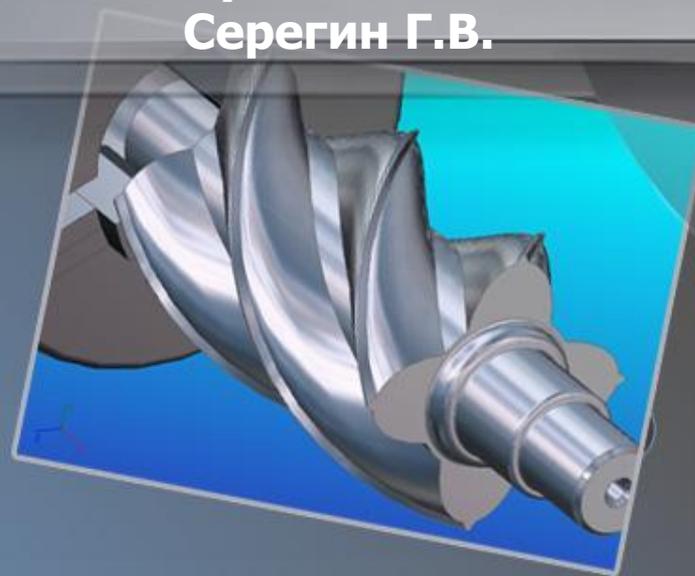


современные методы программирования для станков с ЧПУ

д.т.н., проф. Евгеньев Г.
Б.
Кузьмин Б.В.
Серегин Г.В.



P11PX(0).900
L142P11.900
P14PY(-54.48).L12
P15PY(50).L12
K11PP12.L11.P13
K12PP14.L12.P15
P16PX(-83).Y(-0)
P17PX(-73.04).Y(23.94)



Современные тенденции совершенствования обработки на станках с ЧПУ





ВСО - высокоскоростная обработка



Требования, накладываемые ВСО

Главное преимущество высокоскоростной обработки — способность точно обрабатывать детали с минимальными температурными искажениями и хорошей чистотой поверхностью

Основная идея ВСО состоит в том, что если вести обработку с высокой скоростью резания при малой глубине, то материал может быть удален быстрее, чем в случае обработки с большой глубиной при малой скорости. Небольшая глубина резания означает небольшое режущее усилие, то есть меньшую вибрацию и искажения. Высокие скорости резания позволяют обрабатывать очень твердые материалы соответствующим инструментом. Высокие скорости резания также приводят к тому, что большая часть энергии обработки тратится на нагрев стружки, тем самым уменьшая термическую деформацию детали.

Требования к оборудованию:

- высокоскоростной станок, оснащенный мощным CNC и высокоточным шпинделем;
- точно подогнанные и сбалансированные резцедержатели;
- высокоточный инструмент.

Траектория для ВСО

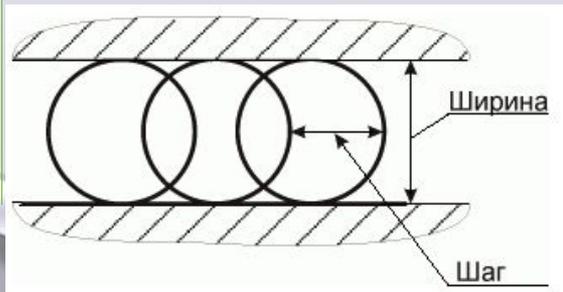
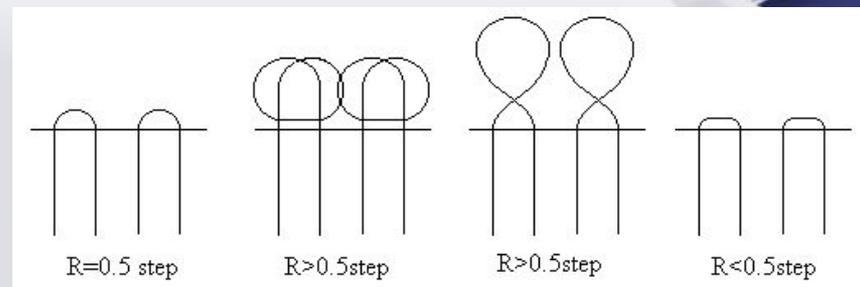
Траектория инструмента для высокоскоростного фрезерования должна удовлетворять требованиям:

- инструмент не должен долбить деталь;
- режущая нагрузка на инструмент должна быть в допустимых для него пределах;
- траектория инструмента не должна делать острых выступов (пиков), превышающих определенный предел;
- необходимо избегать резких изменений скорости удаления материала;
- скорости и ускорения должны быть в допустимых для станка пределах;
- должно поддерживаться встречное/попутное направление резания;
- нужно избегать резких изменений направления резания;
- холостые ходы должны быть минимизированы;
- время прохождения всей траектории должно быть сведено к минимуму.

ВСО. Обработка трохоидами

Трохоидальная обработка формируется путем создания в определенных точках траектории дополнительных проходов вдоль замкнутых окружностей. Такой способ позволяет значительно сократить длину управляющей программы по сравнению с классической циклоидой и одновременно обеспечивает плавное изменение сил резания

Примеры способов переходов

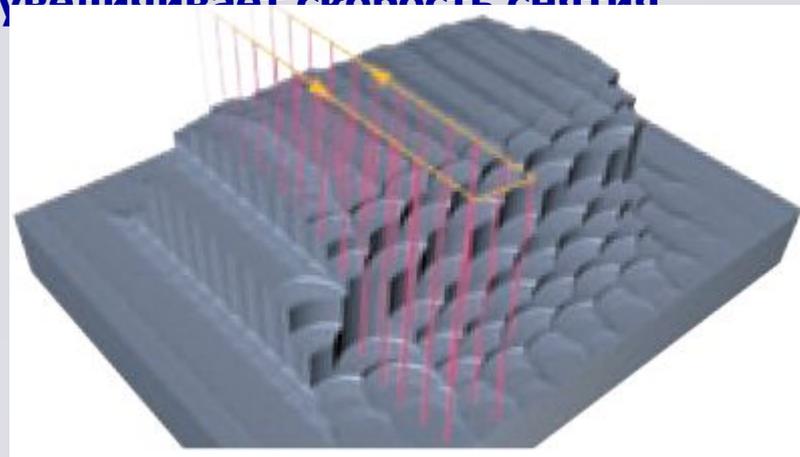


Плунжерное фрезерование

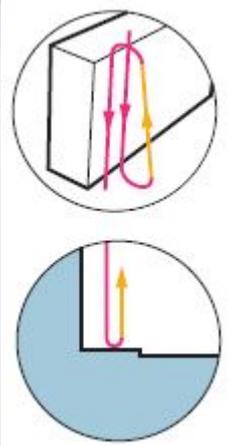
Плунжерное фрезерование – это самый быстрый способ снятия больших объемов металла, который характеризуется подачей инструмента в осевом направлении.

Рабочий ход фрезы заканчивается вертикальным отводом и повторным позиционированием на требуемую ширину захвата для следующего врезания. Это позволяет быстро снимать металл без длинных продольных холостых ходов, характерных для работы торцевой поверхностью инструмента. Это высокопроизводительный метод фрезерования глубоких карманов и наружного фрезерования вдоль высоких ребер. По сравнению с обычным фрезерованием с траекторией движения инструмента в плоскости X-Y, повышенная жесткость при движении по оси Z позволяет инструменту срезать больше материала при той же подаче, что увеличивает скорость снятия

металла. Высокие осевые силы, возникающие при черновом плунжерном фрезеровании, накладывают высокие требования к осевой опоре шпинделя. Соответственно, оптимальный уровень качества обработки можно получить на станках с конусом ISO 50.



Плунжерное фрезерование



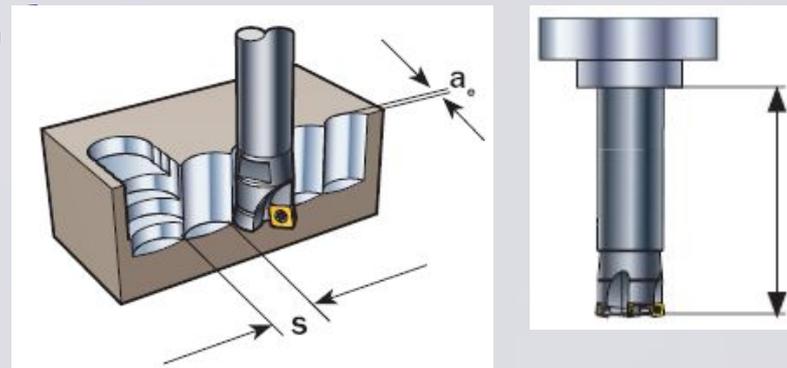
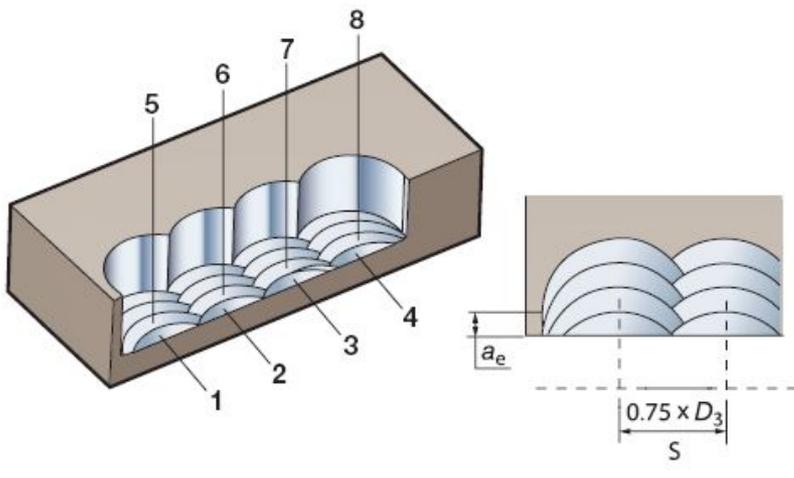
Программирование траектории

Цикл сверления не рекомендуется. Задайте траекторию движения – отход от стенки перед быстрым перемещением. Наилучшие результаты обработки достигаются при плавном выходе из заготовки перед

— = рабочая подача
— = быстрый отвод

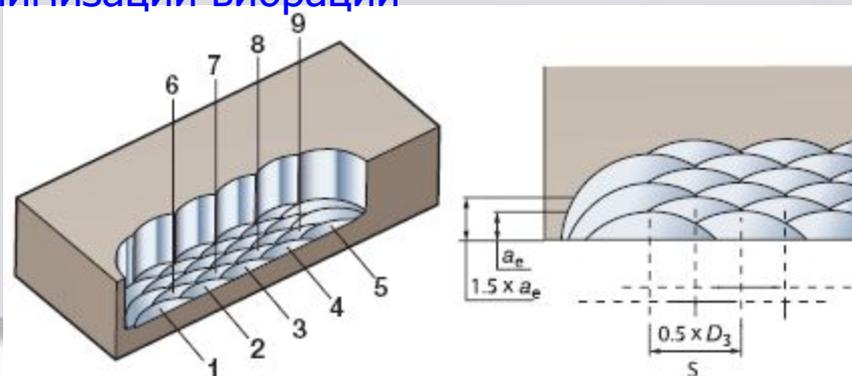
Для работы с вылетом $L < 4 \times D_3$

Рекомендуемое значение шага s равно приблизительно $0.75 \times D_3$



Для работы с вылетом $L \geq 4 \times D_3$

Уменьшить угол охвата фрезы для сокращения риска появления вибраций и постепенное уменьшение глубины врезания для минимизации вибраций



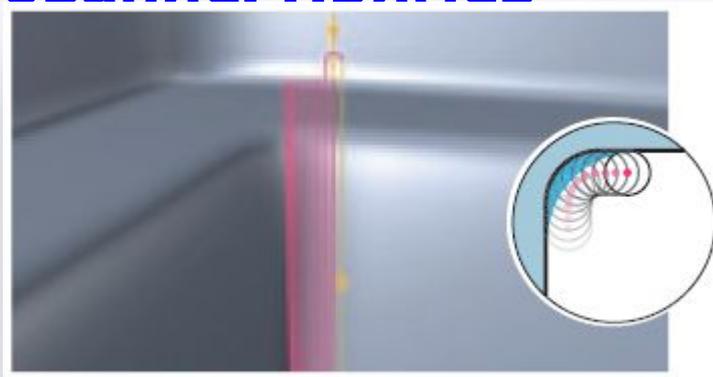
Плунжерное фрезерование. Пример

Обработка углов кармана

1. Основную часть глубокого кармана можно обработать начерно, используя метод фрезерования с большой подачей.
2. Затем часть припуска снять плунжерным фрезерованием с подачей по оси Z.

Итак,

- Углы могут быть обработаны методом плунжерного фрезерования.
 - Фрезерование с большой подачей и плунжерное фрезерование фрезой часто комбинируются при обработке одной и той же заготовки.
- При этом повышается производительность и снижается номенклатура используемого инструмента.



Плунжерное фрезерование. Инструменты ISCAR

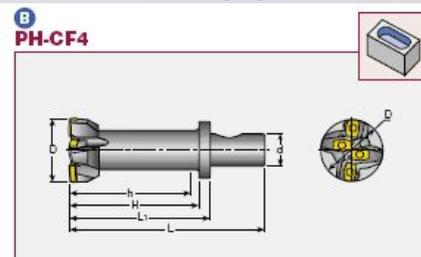
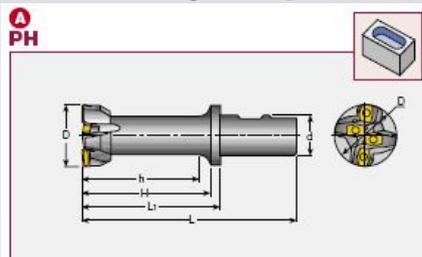
ISCAR (ISCAR LTD.) предлагает несколько вариантов "плунжерных" фрез работающих с осевой подачей спроектированных для обработки глубоких впадин и высоких уступов. Такой инструмент эффективен и экономичен при обработке глубоких пазов, прямых и наклонных стенок, когда требуется инструмент с большим вылетом. Основным свойством "плунжерных" инструментов является наличие преимущественно осевых нагрузок на станок, инструмент и заготовку, исключая изгибающие моменты.



Плунжерное фрезерование. Инструменты ISCAR

PH

Фреза с режущим центром, использующая прочную двухстороннюю пластину с 4-мя режущими кромками. инструмент снабжен цилиндрическим хвостовиком или хвостовиками CLICKFIT. В случае обработки в вертикальном положении рекомендуется применять фрезы PH-A со спиральными, как у сверла, канавками, что эффективно удаляет стружку.

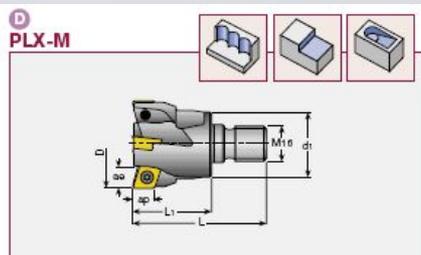
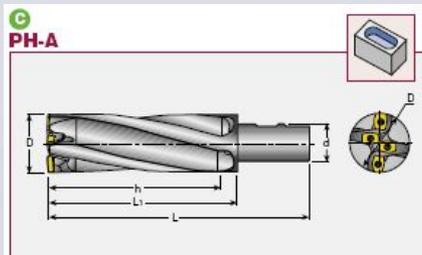


A PH Плунжерная фреза с режущим центром

Обозначение	D	h	H	Zeff	Z	d	Тип хвостовика	L1	L	Пластин
PH D40-H90-W32-13	40	90	105.7	1	2	32	W	113.7	173.7	PLHT 1305-PDX
PH D50-H100-W32-13	50	100	103.0	2	4	32	W	111.0	171.0	PLHT 1305-PDX

B PH-CF4 Плунжерная фреза с режущим центром с переходниками CLICKFIT

Обозначение	D	h	H	Zeff	Z	d	L1	L	Пластин
PH D40-H90-CF4-13	40	90	105.7	1	2	CF4	113.7	155.7	PLHT 1305-PDX
PH D50-H100-CF4-13	50	96	100.0	2	4	CF4	105.0	150.0	PLHT 1305-PDX



C PH-A Плунжерная фреза с режущим центром

Обозначение	D	h	Zeff	Z	d	Тип хвостовика	L1	L	Пластина
PH D50-H140-A-W32-13	50	140	2	4	32	W	160	220	PLHT 1305-PDX
PH D63-H140-A-W40-13	63	140	2	6	40	W	160	230	PLHT 1305-PDX

D PLX-M Плунжерная фреза с режущим центром

Обозначение	D	d1	L1	Z	ae ⁽¹⁾	ap	α°	L	Пластина
PLX D32-M16-12	32	30.4	35	3	11	9	8.6°	60	XCMT 120408TR
PLX D40-M16-12	40	29	35	4	11	9	6.8°	60	XCMT 120408TR

Плунжерное фрезерование. Инструменты ISCAR

Рекомендуемая схема обработки "плунжерными" фрезами PH...

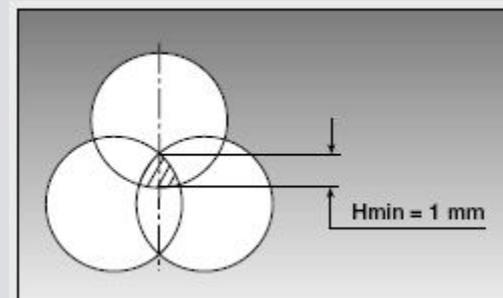
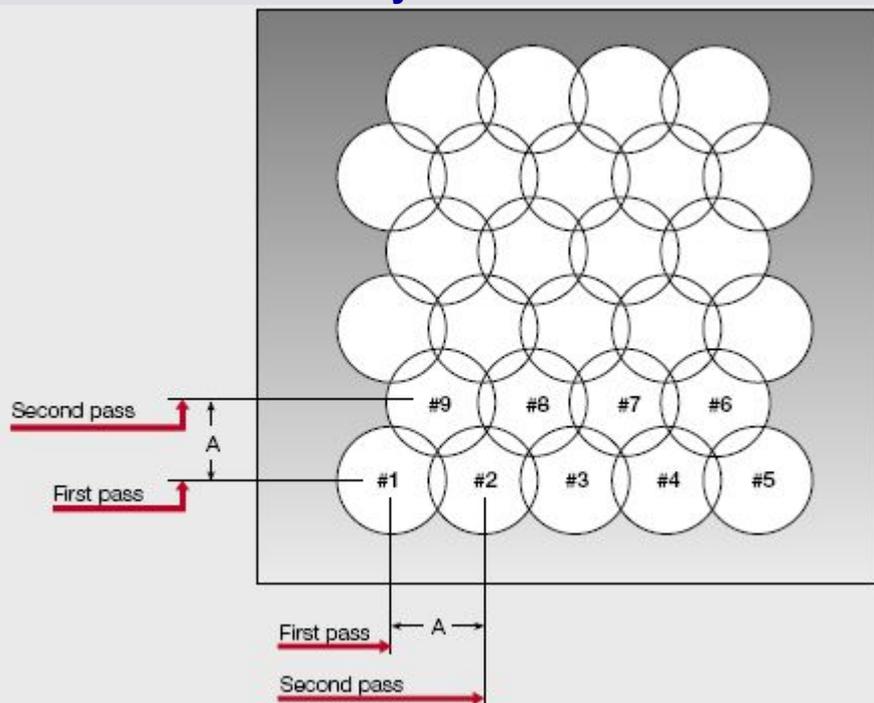
- 1) Первое отверстие - режим сверления Рис.1.
- 2) Второе и последующие с перекрытием на шаг $0.5d < A < 0.8d$, Рис.1.
- 3) Перекрытие между первым и вторым проходами Рис. 2.

Условия резания:

Для легированной стали SAE 4340, P20, используя твёрдый сплав IC 328

$V_c = 150$ м/мин

$fz = 0.05 - 0.07$ мм/зуб



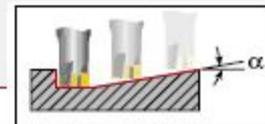
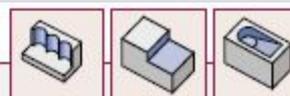
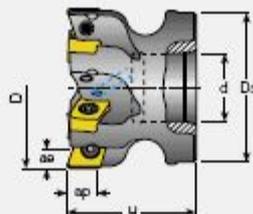
Плунжерное фрезерование. Инструменты ISCAR

PLX

Фреза, оснащенная стандартными пластинками XCMT 120408TR с максимальной шириной резания $a_e=11\text{мм}$ для осевого фрезерования. Каждая пластинка снабжена двумя режущими кромками.

инструмент может применяться для чернового глубинного фрезерования, лёгкого фрезерования или частичной чистовой обработки. Фрезы PLX с вылетом до $3-3.5 \times D$ не нуждаются в угловом выходе из заготовки. Обработка с большим вылетом проводится фрезами PLX только с выходом под 45 градусов. Другие фрезы не могут работать с таким вылетом. Фрезы PLX имеют специальный наклон режущей кромки в 17 градусов компенсирующий радиальную силу резания и препятствующий поломке пластинки. У фрезы большее количество зубьев, что обеспечивает большую производительность обработки.

PLX



PLX Плунжерная фреза

Обозначение	D	D _s	d	H	Z	$a_e^{(1)}$	a_p	α°	Тип оправки ⁽²⁾	Пластинки
PLX D32-22-12	52	50	22	40	6	11	9	4,9°	A	XCMT 120408TR
PLX D36-22-12	66	64	22	40	7	11	9	3,5°	A	
PLX D80-32-12	80	68	32	50	8	11	9	2,6°	B	

Плунжерное фрезерование. Инструменты ISCAR

Рекомендуемая схема обработки "плунжерными" фрезами **PLX...**

- 1) Максимальная ширина каждого прохода не должна превышать 11 мм,
- 2) Общая рекомендуемая ширина врезания $A < 0.7D$.
- 3) a_e для дополнительной боковой выборки не должно превышать 11 мм.

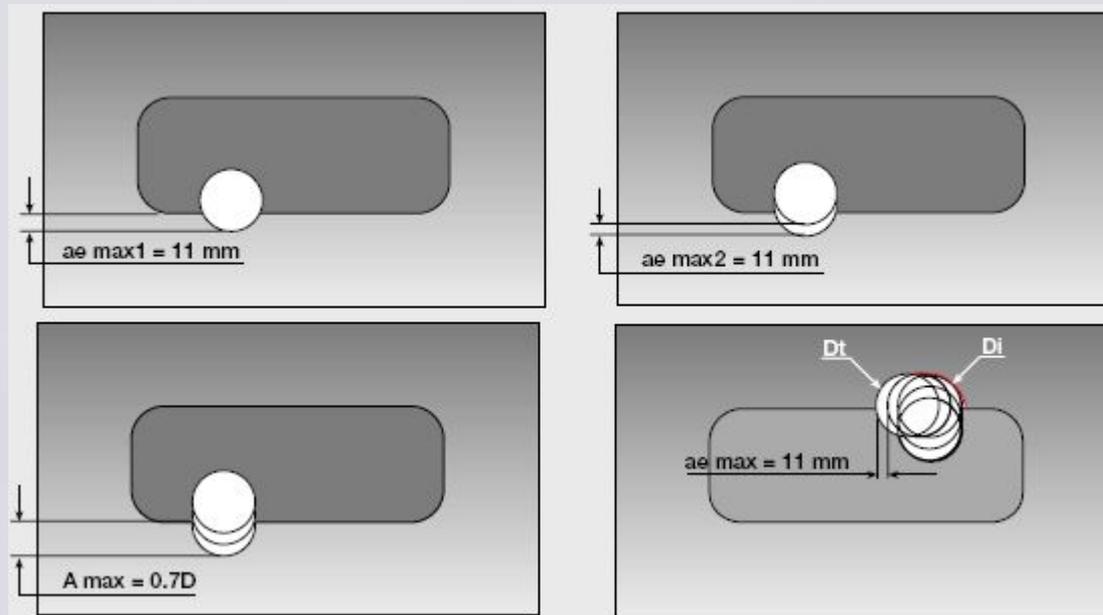
Условия резания:

Для легированной стали SAE 4340, P20. 30 до 32 Rc, используя твёрдый сплав IC 328

$V_c = 150$ м/мин

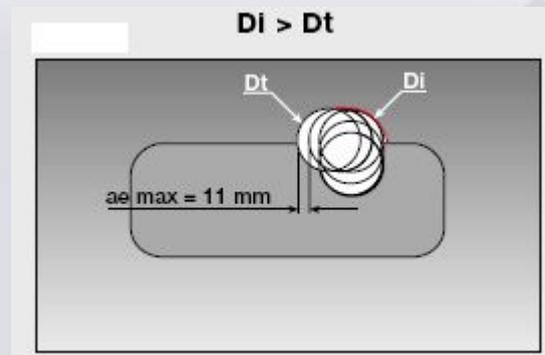
$f_z = 0.12 - 0.15$ мм/зуб

D - диаметр фрезы

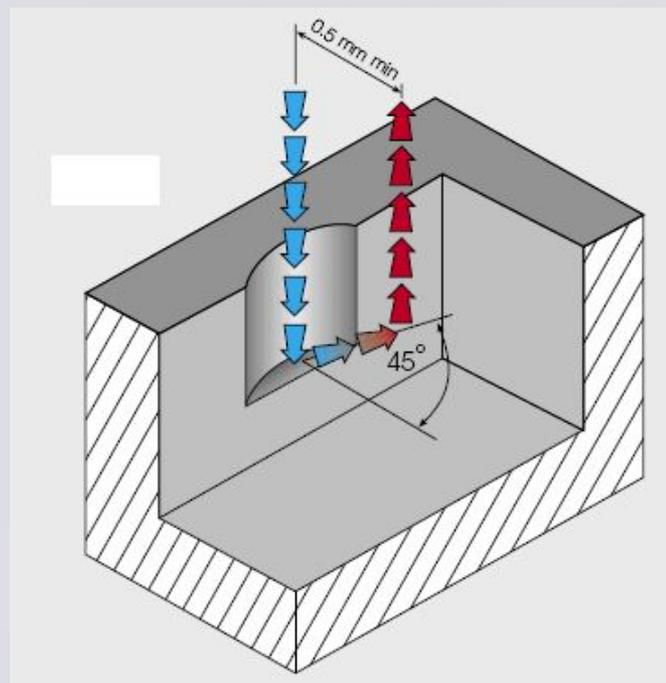


Плунжерное фрезерование. Инструменты ISCAR

Если фрезерование начинается с предварительно просверленного отверстия, размер начального отверстия D_i должен быть больше диаметра фрезы D_t .



После каждого вертикального прохода при работе на больших вылетах смещайте инструмент под углом 45° на расстояние не менее 0.5 mm . Только после такого смещения можно поднимать инструмент и выходить из заготовки

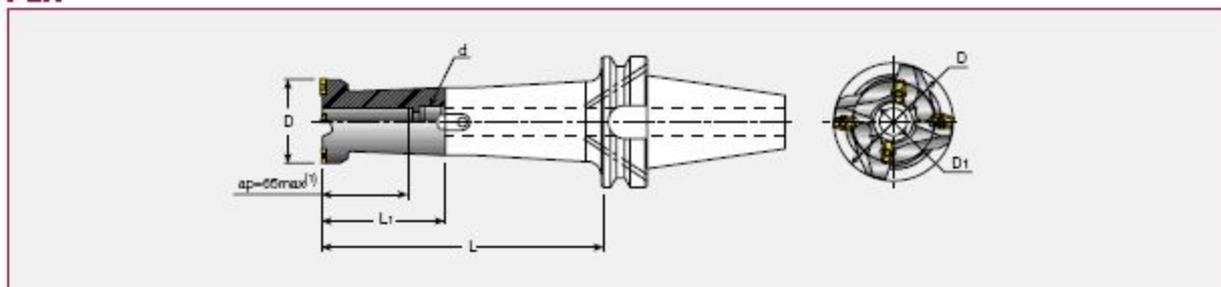


Плунжерное фрезерование. Инструменты ISCAR

PLH

Полюе фрезы бурового типа, использующие двухсторонние пластины с 2-мя режущими кромками PLMT 13-5 шт. Полая конструкция инструмента устраняет проблему низкой скорости резания в центре инструмента, что позволяет обрабатывать с большими подачами и увеличивает срок службы инструмента.

PLH

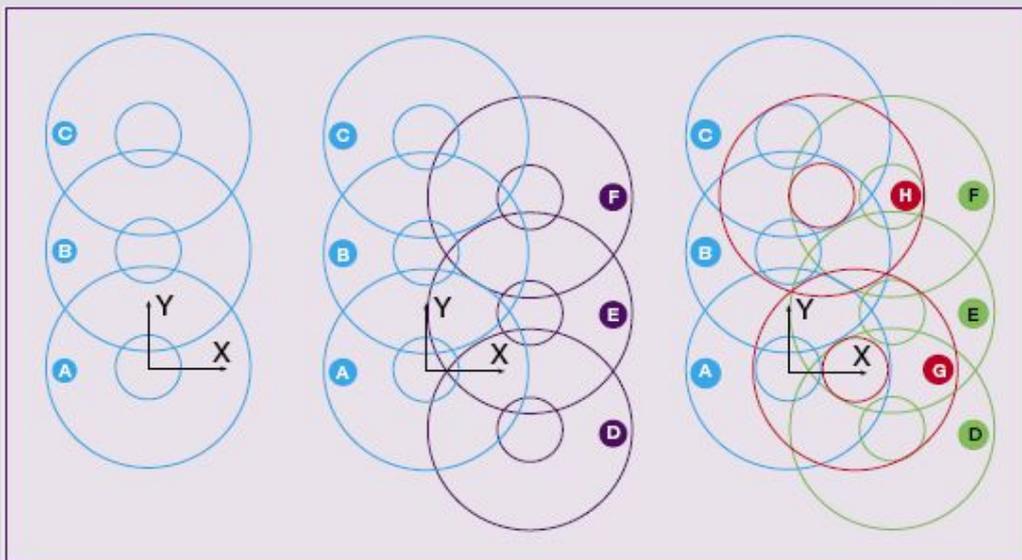


PLH Фрезы бурового типа

Head	Переходник ⁽²⁾	D	D1 ⁽³⁾	Z _{eff}	d	Z	L ₁	L		Пластины
PLH D75-27-13	PA 27-L152-BT50	75	24	2	27	4	110	262		PLMT 13-5-TR
	PA 27-L152-INT50	75	24	2	27	4	110	262		
	PA 27-L152-CAT50	75	24	2	27	4	110	262		

Плунжерное фрезерование. Инструменты ISCAR

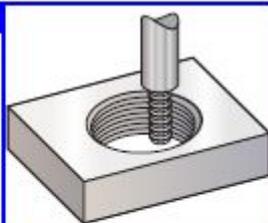
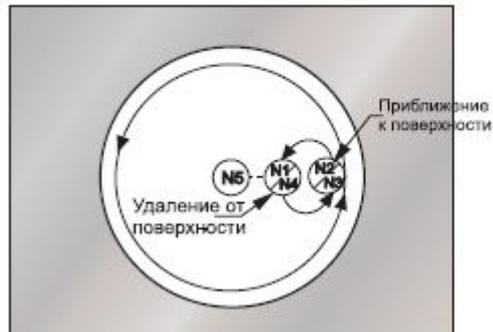
Фрезы бурового типа **PLH...** имеют полу сердцевину. Необходима специальная схема обработки для полного удаления остающегося после фрезерования цилиндра. Координаты из Таблицы 1 дают схему обработки, показанную на рисунке. Это наилучшая схема обработки фрезой PLH D75-27-13 (наружный диаметр 75 мм, внутренний диаметр 24 мм).



Отверстие	X	Y
A	0.0000	0.0000
B	0.0000	43.300
C	0.0000	86.601
D	37.125	-21.650
E	37.125	21.650
F	37.125	64.951
G	24.750	0.0000
H	12.375	64.951

Внутреннее резьбофрезерование. Пример

Пример внутреннего резьбофрезерования



Резьбофрезерование
1,5 x 8 TPJ
→ Траектория
инструмента
----- Вкл. и Выкл.
коррекции на
инструмент

Пример программы

```
%
O2300
ВИТКОВ/ДУЙМ)

G00 G90 G54 X0 Y0 S400 M03
G43 H01 Z.1 M08
Z-.6
N1 G01 G41 D01 X.175 F25.
N2 G03 X.375 R.100 F7.
N3 G03 I-.375 Z-.475
на 0.125)
N4 G03 X.175 R.100
N5 G01 G40 X0 Y0
G00 Z1.0 M09
G28 G91 Y0 Z0
M30
%
```

Описание

(Резьбофрезерование отверстия диаметром 1.5 x 8

(X0, Y0 в центре окружности)

(Z0 сверху детали - Исп. материал толщиной 0.5

(Вкл. коррекция на режущий инструмент)

(Перемещение к внутреннему диаметру отверстия)

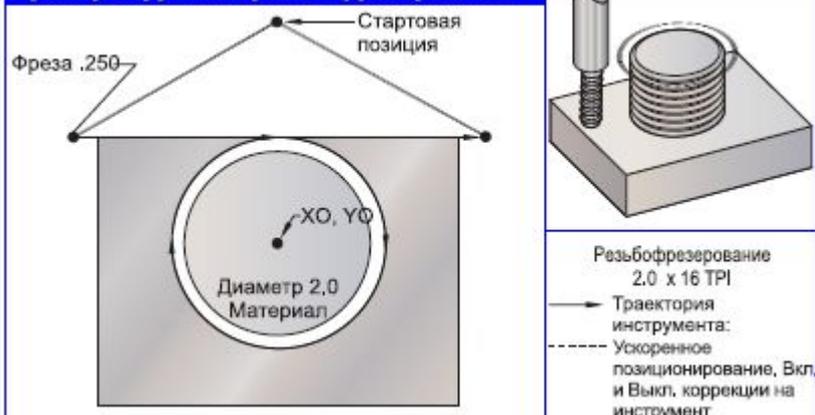
(Один полный оборот с перемещением оси Z вверх

(Отвод от новой резьбы)

(Выкл. коррекция на режущий инструмент)

Внешнее резьбофрезерование. Пример

Пример наружного резьбофрезерования



Пример программы

```
%
O2400
дюйм)

G00 G90 G54 X0 Y2.0 S2000 M03
G43 H01 Z.1 M08
Z-1.0
G41 D01 X-1.5 Y1.125
G01 X0. F15.
G02 J-1.125 Z-1.0625
G01 X1.5
G00 G40 X0 Y2.0
Z1.0 M09
G28 G91 Y0 Z0
M30
%
```

Описание

(Резьбофрезерование детали диаметром 2.0 x 16 витков/

(X0, Y0 в центре детали)

(Z0 сверху детали - Высота детали 1.125 дюйма

(Вкл. коррекция на режущий инструмент)

(Линейное перемещение к детали)

(Круговое движение; отрицательное перемещение по оси Z)

(Линейное перемещение от детали)

(Выкл. коррекция на режущий инструмент)

HEIDENHAIN ITNC 530. Циклы

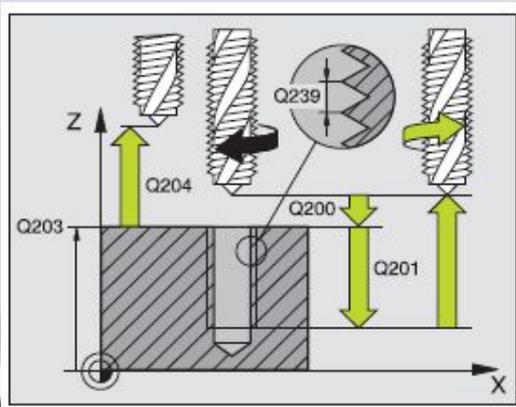
НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ ЛОМАНИЕ СТРУЖКИ (цикл 209)



- Станок и УЧПУ должны быть подготовлены производителем станков для цикла нарезания внутренней резьбы!
- Обработка осуществляется с помощью регулируемого шпинделя!

▶ CYCL DEF: выбор цикла 209 НАР. ВНУТР. РЕЗЬБЫ ЛОМАНИЕ СТРУЖКИ

- ▶ безопасное расстояние: Q200
- ▶ глубина сверления: длина резьбы = расстояние между поверхностью заготовки и концом резьбы: Q201
- ▶ шаг резьбы: Q239
знак числа определяет правую или левую резьбу:
правая резьба: +
левая резьба: -
- ▶ коорд. поверхности заготовки: Q203
- ▶ 2. безопасное расстояние: Q204
- ▶ глубина сверления до ломания стружки: Q257
- ▶ возврат при ломании стружки: Q256
- ▶ угол для ориентации шпинделя: Q336

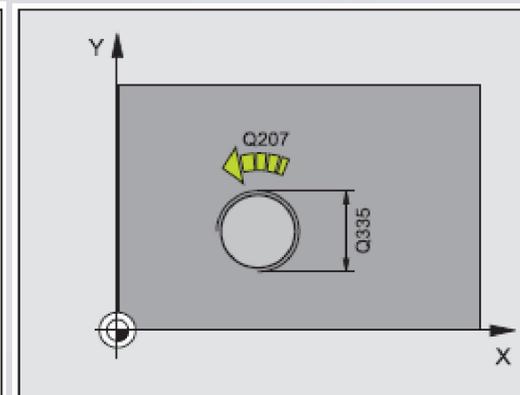
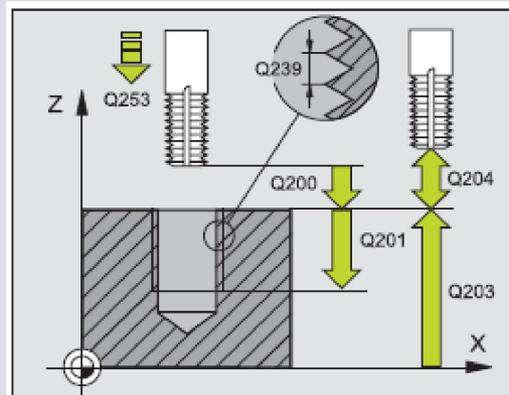


ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ (цикл 262)

- ▶ предпозиционирование в центре отверстия с R0
- ▶ CYCL DEF: выбор цикла 262 ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ
- ▶ заданный диаметр резьбы: Q335
- ▶ шаг резьбы: Q239
знак числа определяет правую или левую резьбу:
правая резьба: +
левая резьба: -
- ▶ глубина резьбы: расстояние между поверхностью заготовки и концом резьбы: Q201
- ▶ количество последующих заходов: Q355
- ▶ подача предпозиционирования: Q253
- ▶ вид фрезерования: Q351
попутное: +1
встречное: -1
- ▶ безопасное расстояние: Q200
- ▶ коорд. поверхности заготовки: Q203
- ▶ 2. безопасное расстояние: Q204
- ▶ подача фрезерования: Q207



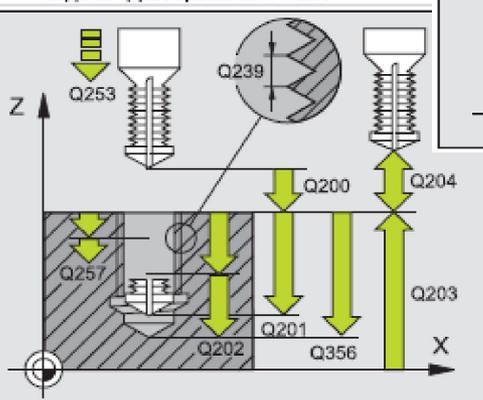
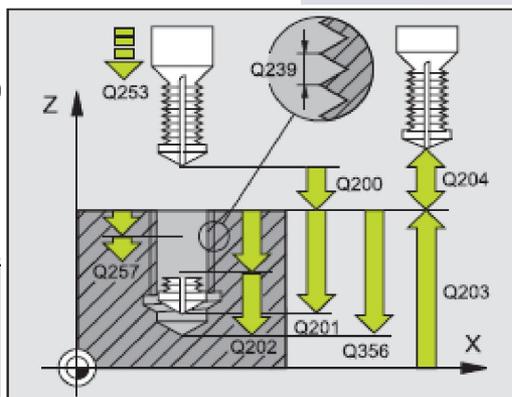
Учтите, что УЧПУ выполняет выравнивающее движение на оси инструментов перед движением подвода. Величина выравнивающего движения зависит от шага резьбы. Обратите внимание на достаточно места в отверстии!



HEIDENHAIN ITNC 530. Циклы

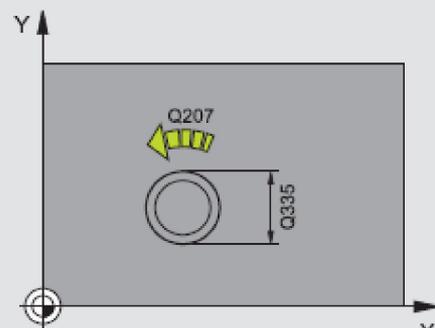
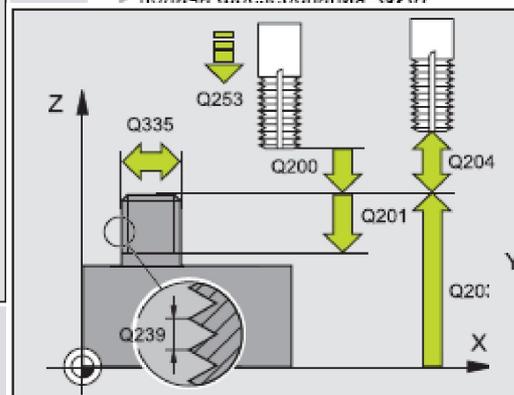
ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ СВЕРЛЕНИЕМ (цикл 264)

- ▶ предпозиционирование в центре отверстия с R0
- ▶ CYCL DEF: выбор цикла 264 ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ СВЕРЛЕНИЕМ
- ▶ заданный диаметр резьбы: Q335
- ▶ шаг резьбы: Q239
знак числа определяет правую или левую резьбу:
правая резьба: +
левая резьба: -
- ▶ глубина резьбы: расстояние между поверхностью заготовки и концом резьбы: Q201
- ▶ глубина сверления: расстояние поверхности заготовки – дна сверления: Q356
- ▶ подача предпозиционирования: Q253
- ▶ вид фрезерования: Q351
попутное: +1
встречное: -1
- ▶ глубина врезания: Q202
- ▶ расстояние опережения вверху: Q258
- ▶ глубина сверления до ломания стружки: Q257
- ▶ возврат при ломании стружки: Q256
- ▶ время перерыва вниз: Q211
- ▶ глубина зенкования торец: Q358
- ▶ смещение зенкования торцовое: Q359
- ▶ безопасное расстояние: Q200
- ▶ коорд. поверхности заготовки: Q203
- ▶ 2. безопасное расстояние: Q204
- ▶ подача врезания на глубину: Q206
- ▶ подача фрезерования: Q207



ФРЕЗЕРОВАНИЕ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ (цикл 267)

- ▶ предпозиционирование в центре отверстия с R0
- ▶ CYCL DEF: выбор цикла 267 ФРЕЗЕРОВАНИЕ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ
- ▶ заданный диаметр резьбы: Q335
- ▶ шаг резьбы: Q239
знак числа определяет правую или левую резьбу:
правая резьба: +
левая резьба: -
- ▶ глубина резьбы: расстояние между поверхностью заготовки и концом резьбы: Q201
- ▶ количество последующих заходов: Q355
- ▶ подача предпозиционирования: Q253
- ▶ вид фрезерования: Q351
попутное: +1
встречное: -1
- ▶ безопасное расстояние: Q200
- ▶ глубина зенкования торец: Q358
- ▶ смещение зенкования торцовое: Q359
- ▶ коорд. поверхности заготовки: Q203
- ▶ 2. безопасное расстояние: Q204
- ▶ подача зенкерования: Q254
- ▶ подача фрезерования: Q207

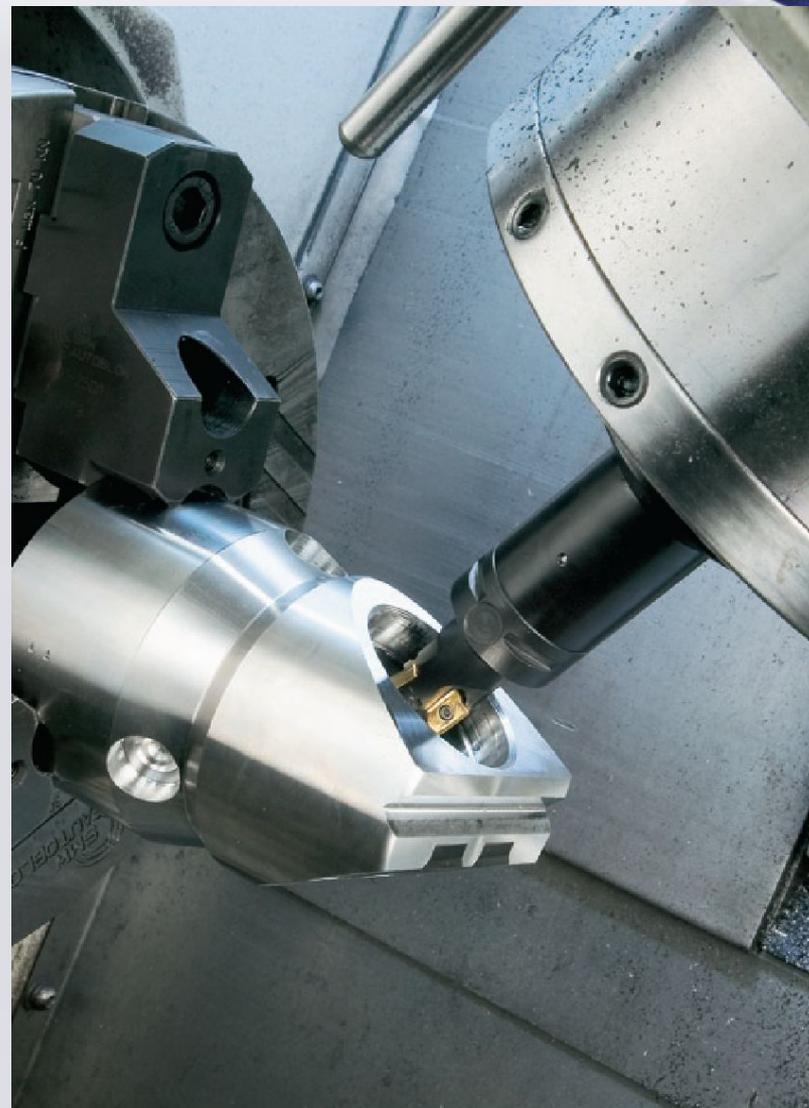


Современные тенденции

Современный станок – это многоосевой центр с ЧПУ, способный изготовить деталь за один установ.

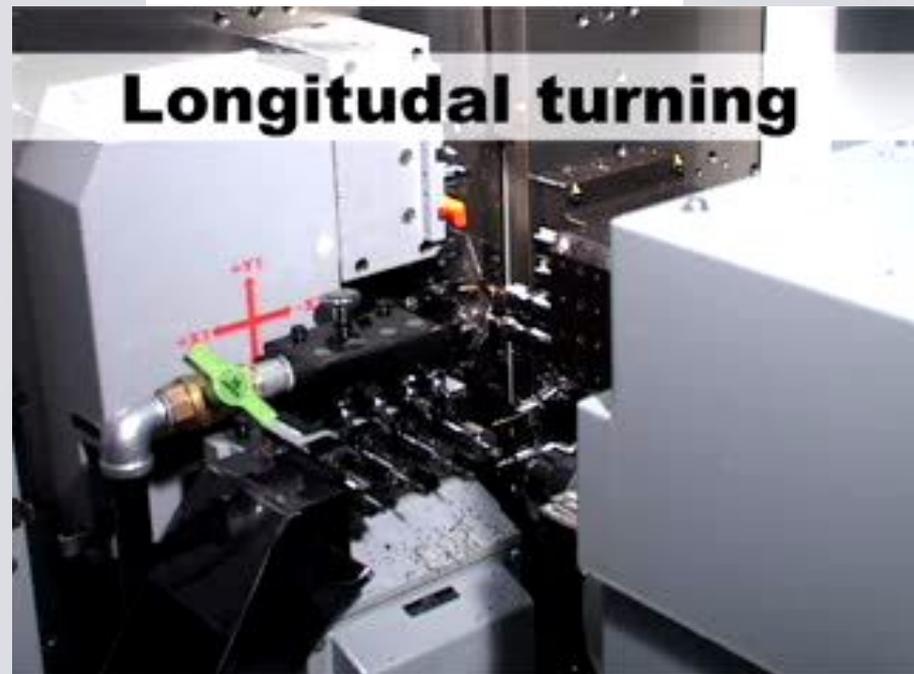
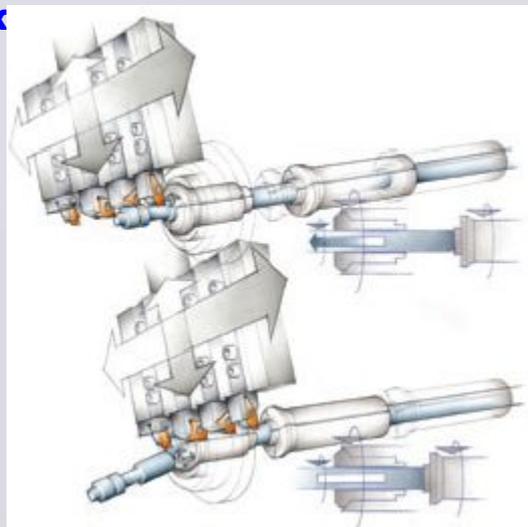
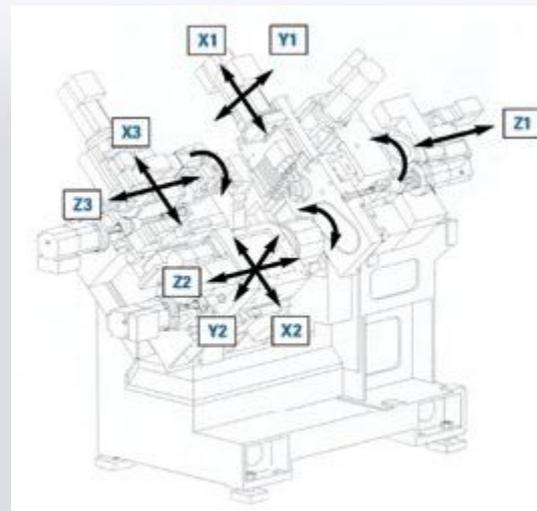
Обработка должна быть эффективной и в то же время качественной, что обеспечивает и станок, и режущий инструмент.

Огромная номенклатура деталей может быть полностью обработана на одном станке. Типовыми деталями станков подобного рода являются кулачковые и коленчатые валы, корпусные детали и различные лопатки. Многоцелевые станки предназначены для разных типов производства, начиная от крупносерийного и заканчивая единичным производством.



Современные тенденции. Автоматы с подающей цангой

Автоматы с подающей цангой имеют особенность конструкции, которая заключается в возможности перемещения заготовки вдоль оси Z во время обработки, в то время как инструмент неподвижен и работает в месте, где пруток выходит из направляющей цанги. Вторая цанга внутри шпиндельного узла вращает заготовку и может подавать её вперед и назад, что дает возможность обработки даже длинных деталей без использования заднего центра или люнета. На станке также может применяться контршпindel для обеспечения возможности полной обработки



Современные тенденции. Автоматы с подающей цангой

1. Начало обработки - с выполнения внутренних операций на главном шпинделе. Это будет способствовать максимальной жесткости закрепления

заготовки, поскольку подающая цанга надежно удерживает ее по наружному диаметру.

• Точение. По возможности снимайте весь припуск за

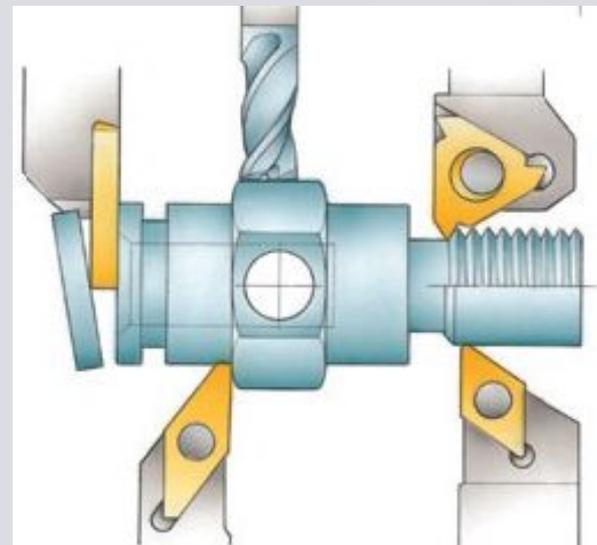
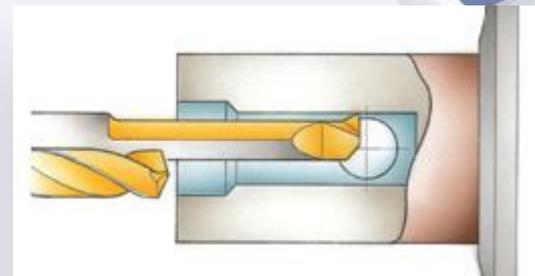
один проход (максимальное значение глубины резания

4 мм), в противном случае подающей цанге придется совершать возвратное движение, вследствие чего может произойти потеря точности обработки. В случае

неизбежности второго прохода или при осуществлении

цикла резьбонарезания, удостоверьтесь в том, что подающая цанга и направляющая втулка способны обеспечить обратный ход на заданную длину.

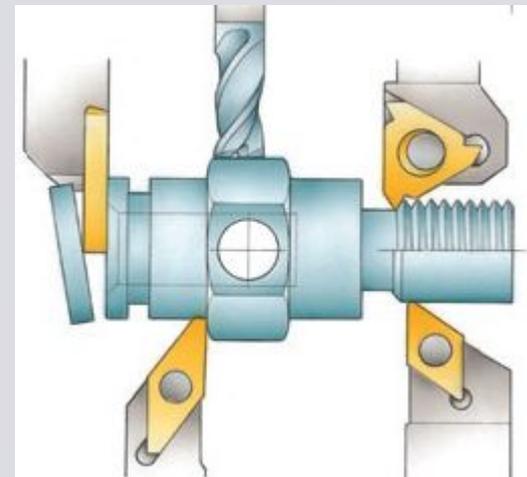
• Нарезание резьбы. Пластины T-Max U-lock при использовании на станках с подающей цангой обеспечивают максимальную производительность обработки. Первым выбором, особенно для маленьких диаметров, являются пластины с острокромочной геометрией F, которая обеспечивает минимальные усилия резания.



Современные тенденции. Автоматы с подающей цангой

2. Выбор последовательности операций для наружной обработки:

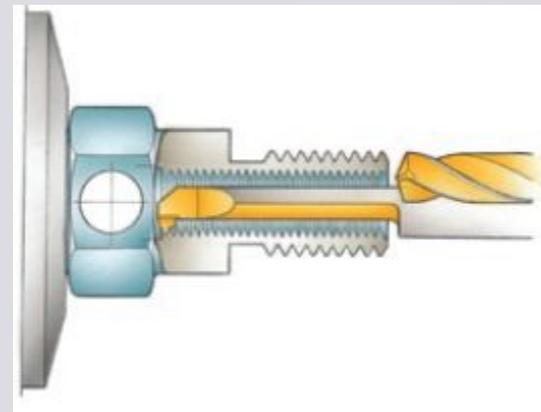
- Обратное точение. Это типичная операция, выполняемая на станках с подающей цангой. Возможности пластин для таких операций позволяют совместить черновой и чистовой проход в одном, повышая производительность обработки.
- Отрезка и обработка канавок. К отрезному инструменту, применяемому на станках с подающей цангой, предъявляются особые требования, поскольку тело резца используется в качестве упора при выдвигании прутка на заданную длину. При этом сила, действующая на державку со стороны движущегося прутка, достаточно велика и требует достаточной прочности самой державки и надежного закрепления пластины в ней. Инструмент для отрезки может иногда использоваться для выполнения канавочных операций, когда нет возможности установить канавочный резец.



Современные тенденции. Автоматы с подающей цангой

3. При использовании контр-шпинделя для обработки второй стороны детали, возможно выполнение как наружных, так и внутренних операций, но, как правило, число позиций инструмента для него ограничено.

- Если для контр-шпинделя имеется несколько незанятых позиций, то возможно они подойдут для размещения инструмента для наружной обработки. Это позволит в полной мере использовать возможности станка и сократит время обработки.
- Свободные позиции контр-шпинделя рекомендуется использовать для размещения самоцентрирующихся сверл Coromant Delta-C, а также для ступенчатых и фасочных сверл, использование которых сократит число необходимого инструмента.



Современные тенденции. Многоцелевая обработка

Многоцелевая обработка – один станок, один установ

На сегодняшний день многоцелевые станки, которые сочетают возможности токарных станков с ЧПУ и обрабатывающих центров, являются наиболее интенсивно развивающейся областью станкостроения. Способность пятикоординатной обработки и наличие инструментального магазина позволяет выполнять широкий диапазон операций: от металлорежущих до операций шлифования, зубофрезерования и термической обработки.

Характерной чертой многоцелевого станка является инструментальный шпиндель, способный с равным успехом выполнять как токарные, так и фрезерные операции. При этом траектория движения инструмента может быть достаточно сложной. В сочетании с современными методами программирования многоцелевые станки выполняют задачи, ранее выполняемые на уникальных станках, либо требующие несколько единиц оборудования.



Современные тенденции. Многоцелевая обработка

Программирование многоцелевых станков не простая задача для программистов и операторов.

В тоже время многообразии вариантов обработки требует от пользователя станка повышенного внимания для недопущения конфликтов в рабочей зоне.

Особое внимание стоит уделить экономической целесообразности обработки деталей на этих станках. Умелое использование всех возможностей оборудования позволит окупить его максимально быстро.

Огромная номенклатура деталей может быть полностью обработана на одном станке. Типовыми деталями станков подобного рода являются кулачковые и коленчатые валы, корпусные детали и различные лопатки. Многоцелевые станки предназначены для разных типов производства, начиная от крупносерийного и заканчивая единичным производством..



Многоцелевая обработка

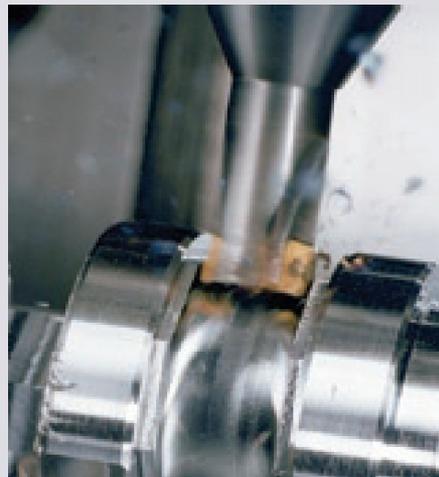
Оснастка для многоцелевых станков

Требования к инструменту для многоцелевой обработки:

- высокая степень гибкости, обеспечивающая обширную область применения;
- многопозиционный инструмент (одна державка с несколькими инструментами)
- облегченная конструкция инструмента (сокращает мощность резания и минимизирует вибрации)
- специализированный инструмент для выполнения конкретной операции

Производительность на многоцелевых станках достигается за счет оптимальной траектории движения и ориентации инструмента относительно заготовки.

Минимизация числа инструментов достигается путем применения одного инструмента для обработки нескольких различных поверхностей. Зачастую можно избежать применения специального инструмента с большим вылетом за счет правильной ориентации стандартного с небольшим вылетом. Выгодность такого подхода повлечет повышение стабильности обработки в автоматическом режиме и значительно повысит точность детали.



Многоцелевая обработка

Токарный инструмент

Многоцелевые станки накладывают на токарный инструмент определенные требования по форме и размеру державки для полной реализации возможностей станка. Массивный инструментальный шпиндель не должен конфликтовать с зажимным патроном, задней бабкой и деталью. Компенсировать недостаток рабочей зоны в этом случае должен инструмент. Некоторые токарные державки разработаны для точения при оптимальном расположении оси инструментального шпинделя (под 45 градусов) и оси детали. Сбалансированная длина державки, форма и расположение пластины позволяют добиться идеального угла в плане при резании.

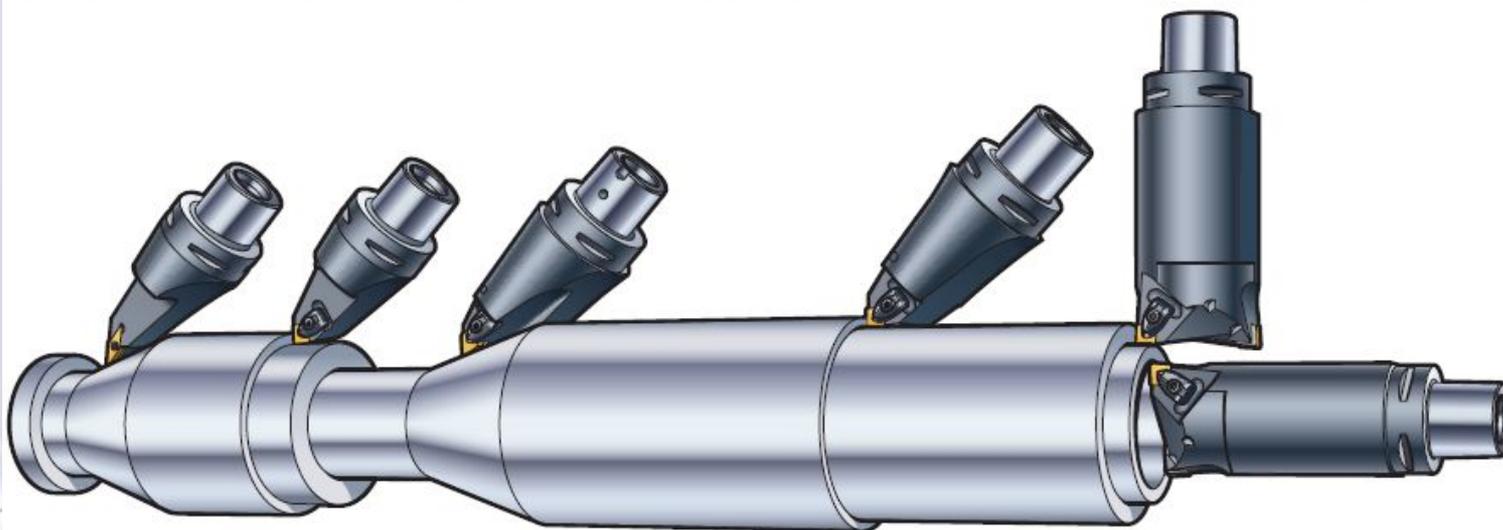
Многопозиционные адаптеры с четырьмя режущими головками, скомпонованными на одной державке, предназначены для повышения эффективности многоцелевой обработки. Точение, растачивание, профильная обработка, обработка канавок и резбонарезание могут выполняться одним многопозиционным адаптером с минимальным временем смены инструмента.



Многоцелевая обработка

Требования, предъявляемые к токарному инструменту:

- один инструмент имеет возможность заменить несколько стандартных при различных подходах и траекториях.
 - инструмент не должен конфликтовать с крепежными элементами заготовки.
 - инструмент должен обеспечивать обработку как у главного, так и у контр-шпинделя.
 - инструмент должен выполнять четырехосевую обработку с одновременной работой револьверной головки.
 - многопозиционные инструменты значительно снижают время на смену инструмента.
 - В-осевое точение в сочетании с перемещениями по осям X и Z наилучшим образом подходит для профильной обработки.
 - расточные оправки со сменными головками наилучшим образом подходят для растачивания.
- Антивибрационные оправки применяются для растачивания глубоких отверстий.



Многоцелевая обработка

Инструмент для сверления и фрезерования

На многоцелевых станках выполняется широкий спектр фрезерных операций при обработке деталей сложной формы. Следовательно, для выполнения этих операций необходимо использовать ассортимент облегченного фрезерного инструмента, отвечающего требованиям многоцелевой обработки. Среди них торцевые, концевые фрезы, фрезы для профильной обработки и фрезы для обработки карманов и выборок.

Факторы, которые необходимо рассматривать при выборе осевого инструмента для многоцелевой обработки:

- фрезерный инструмент должен быть наиболее универсальным и иметь широкие возможности обработки;
- фрезы и сверла должны обеспечивать возможность пятикоординатной обработки;
- инструмент должен обеспечивать возможность фрезерования симметричных и асимметричных тел вращения, плунжерного фрезерования, винтовой интерполяции, а также трахоидального фрезерования и резьбофрезерования;
- фрезерный инструмент должен быть пригодным как для черновых, так и для чистовых операций;
- сверла должны иметь широкий диапазон по диаметрам и глубине обработки;
- сверла должны обеспечивать обработку отверстия под резьбу.



Многоцелевая обработка. Примеры обработок

Сдвоенный резец с разворотом инструментального шпинделя под 45°

Максимум надежности и удобства при работе вблизи патрона и дет



Точение и подрезка торца



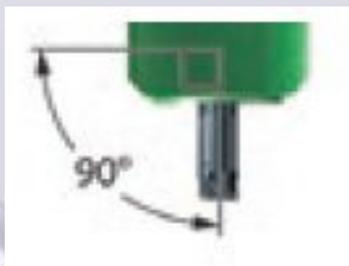
Точение и контурная обработка



Точение по направлению к контршпинделю. Поворот инструментального шпинделя вокруг оси В и смена направления вращения детали.

Сдвоенный резец с разворотом инструментального шпинделя под 90°

Для наружного точения и подрезки торца.



Повышенные возможности обработки вблизи заднего центра.



Точение с расположением инструментального шпинделя под углом 0° . Хороший вариант для станков с ограниченным перемещением по оси X.



Использование сдвоенного инструмента с разворотом инструментального шпинделя под 90° в качестве расточной оправки.

Многоцелевая обработка. Примеры обработок

Для многоцелевых станков не требуется изготавливать инструмент в левом и в правом исполнении. Благодаря возможности фиксации инструментального шпинделя с поворотом на 180° , возможно использовать одну и ту же державку в разных направлениях обработки, изменив, соответственно, направление вращения главного шпинделя.

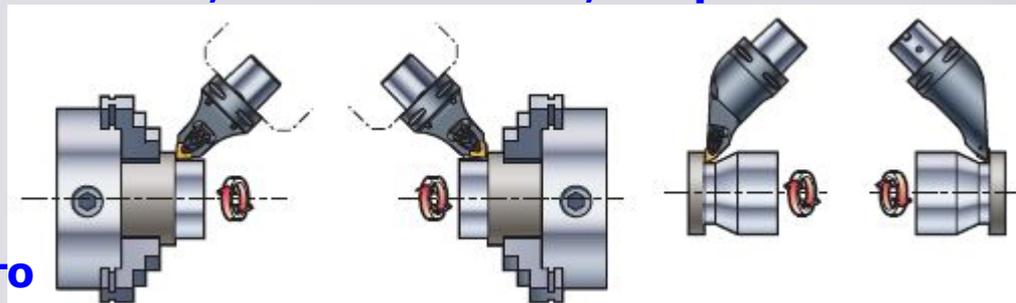
Примеры обработки с осевым расположением многопозиционного адаптера



Точение с разворотом фрезерного шпинделя под углом 0° .
Хороший вариант для станков с ограниченным перемещением по оси X.



Применение многопозиционного адаптера в качестве расточного инструмента.



Примеры обработки с радиальным расположением многопозиционного адаптера с углом установки 5°



Точение с разворотом фрезерного шпинделя под углом 95° .



Точение с разворотом фрезерного шпинделя под углом 95° , чтобы режущие кромки головок, не участвующих в работе, не касались заготовки.

Пример повышения экономической эффективности обработки

Отрезка:

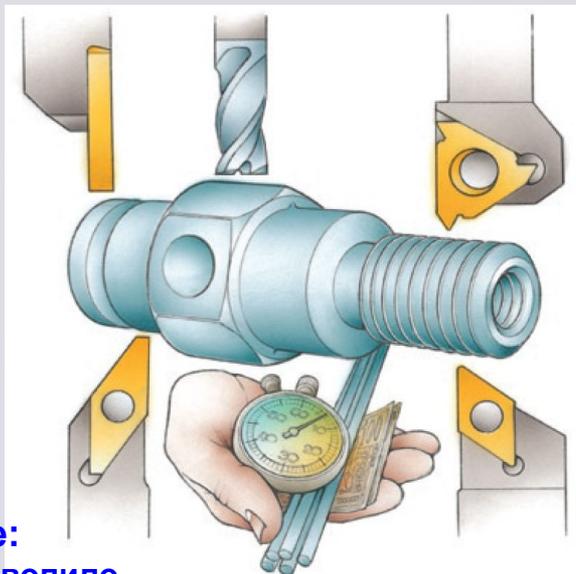
Применение пластин CoroCut XS с шириной реза 1.5 мм вместо 2.5 мм позволило сэкономить 500 м материала заготовок.

Фрезерование:

При использовании фрез CoroMill Plura с геометрией Kordell, удалось снизить силы резания и, соответственно, увеличить режимы обработки. Это привело к экономии 11 секунд времени обработки.

Резьбонарезание:

Применение многозубых резьбовых пластин позволило сократить число проходов, что отразилось в 5 секундах экономии времени обработки.



Обратное точение:

Применение пластин VCEX, позволило увеличить вдвое величину подачи при той же чистоте обработанной поверхности.

Подача: 0.08 мм/об

ар: 3 мм

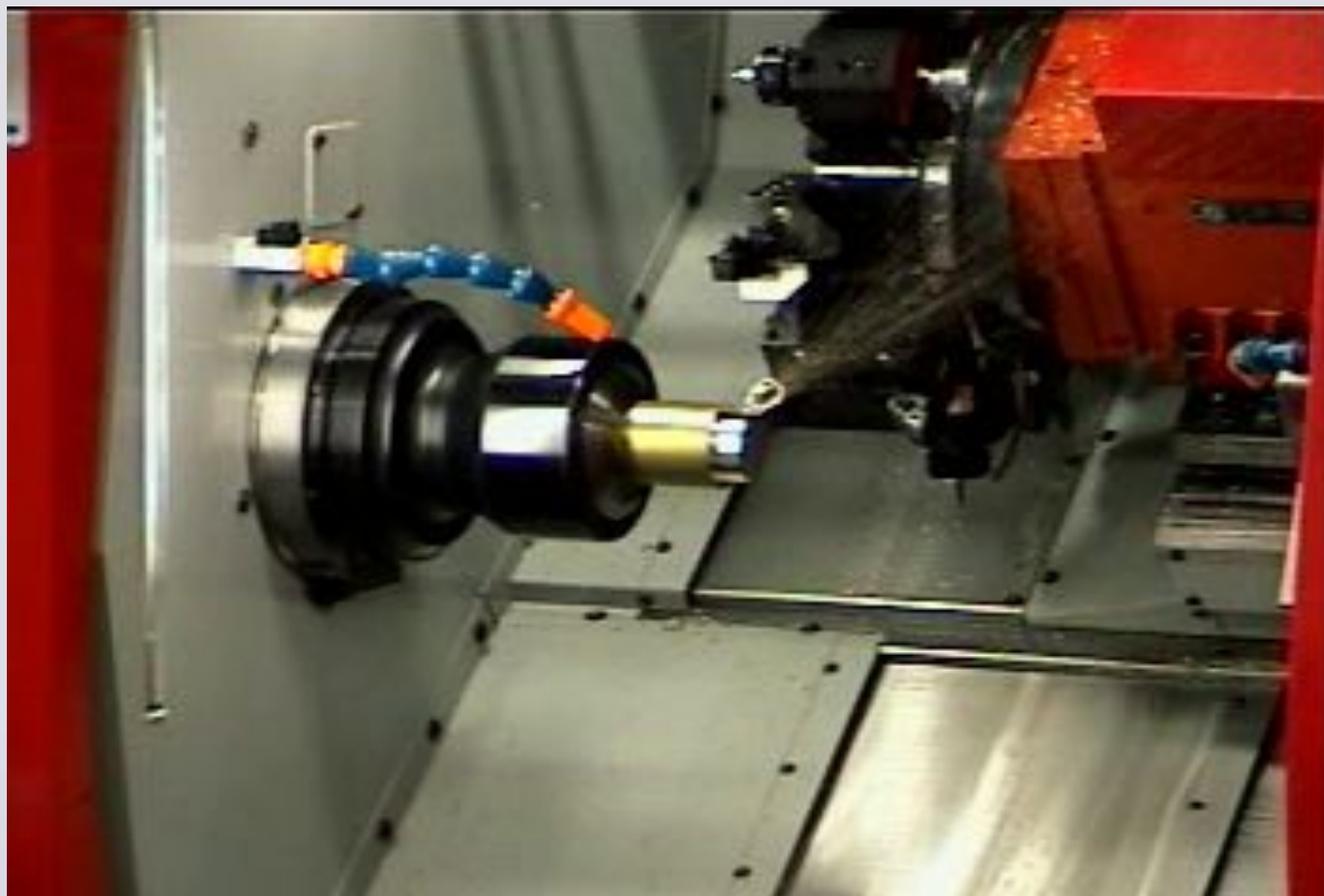
Такая замена привела к экономии времени на 3 сек.

Наружное точение:

Применение пластин Wiper, позволило уменьшить число необходимых проходов и увеличить значение подачи, с обеспечением той же шероховатости поверхности. В данном примере стала возможным обработка каждого диаметра отдельным инструментом за один проход.

1-ый резец, ар: 3 мм (fn: 0.15 мм/об)
2-ой резец, ар: 1 мм (fn: 0.20 мм/об)

Многоцелевая обработка. Примеры обработок



5-ти координатная обработка



Литература

Периодические зарубежные издания по станко- и общему машиностроению, современным технологиям и инструментам

Великобритания
Machinery
Metalworking Production (MWP)
Industrial Diamond Review (IDR)
США
Cutting Technology
Aviation Week & Space Technology
American Machinist
Cutting Tool Engineering
Manufacturing Engineering
MetIfax
Modern Machine Shop
Tooling & Production
Metalworking Insiders' Report
Quality Digest
MAN (Modern Application News)
Франция
TraMetal

Германия
Industrie Anzeiger, Industrie magazine
Dima (Die Maschine)
Fertigung
Maschinenmarkt
VDI – Z
*Werkstatt und Betrieb
*Maschine + Werkzeug
Werkzeuge
*ZWF
IDR (Industrie Diamanten Rundschau)
Form + Werkzeug
Produktion
Werkstatt Fertigung
Швейцария
EPE. Swiss Quality Production
Technische Rundschau + Technica
Италия
Utensili e Attrezature