

Резьбо-фрезерование

8 Мая 2017



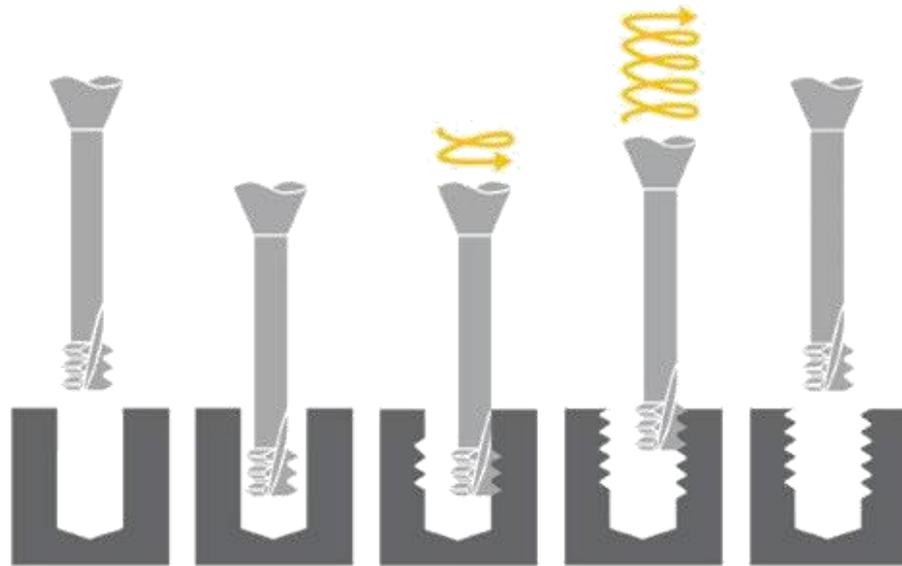
LAMINA
TECHNOLOGIES

#10 – W19/17

Введение



- Определение процесса резьба-фрезерования: Нарезание резьбы производится с помощью инструмента – резьбофрезы, которая совершает следующие типы движений: вращательного (резьбофреза вращается вокруг своей оси), круговой интерполяции (резьбофреза движется вдоль окружности самого отверстия), поступательного (резьбофреза движется вдоль оси отверстия). Чтобы обеспечить процесс резьбо-фрезерования станок должен иметь возможность одновременного перемещения по 3-м осям.



Преимущества резьбо-фрезерования



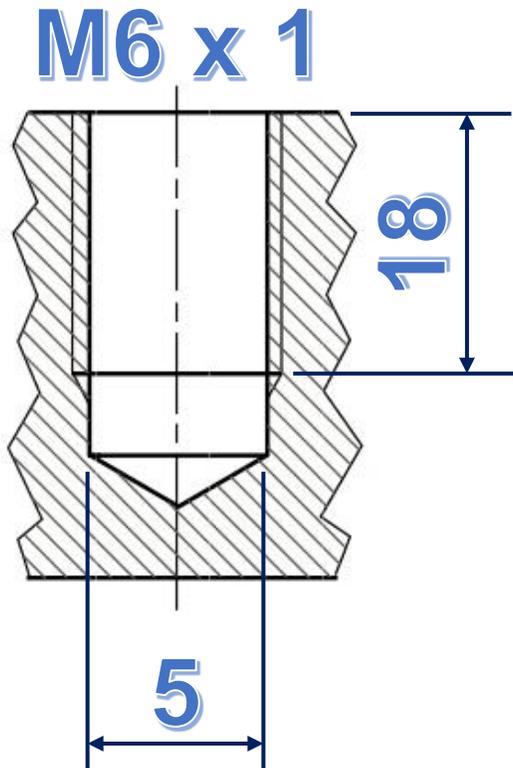
1. Возможность нарезания различную по диаметру резьбу используя одну резьбофрезу.
2. Непрерывное вращение шпинделя – нет необходимости останавливать шпиндель и производить реверс для выхода из резьбы, меньше износ шпинделя станка а так же нет необходимости покупать дорогостоящую оснастку (компенсационный патрон).
3. Легче обрабатывать труднообрабатываемые материалы. Меньше силы резания и меньше нагрузка на шпиндель, лучше контроль процесса резания, образование короткой стружки.
4. Возможность резьбо-фрезерования до торца отверстия, точный контроль места захода фрезы и выхода.
5. Ниже риск испортить тонкостенные заготовки. Меньше радиальное усилие при фрезеровании резьбы.
6. Выше качество резьбы и меньше крутящий момент на шпинделе.
7. Если заготовка дорогая, нет опасности сломать инструмент и испортить заготовку (как в случае с метчиком).
8. Подходит для слабо-закрепленных деталей
9. Один инструмент для нарезания как правой, так и левой резьбы, а также сквозных или глухих отверстий... минимальных запасах инструмента, меньше затраты на инструмент!

Упрощённое использование резьбо-фрезерования



Фрезерование резьбы является сложным процессом, в основном из-за отсутствия знаний о программировании.

На следующем примере мы покажем какая стратегия является наиболее простой и успешной для резьбо-фрезерования.



Пример резьбо-фрезерования

Правосторонняя резьба M6 x 18мм

Шаг = 1мм

Глубина = 18мм (3xD)

Диаметр отверстия = 5mm

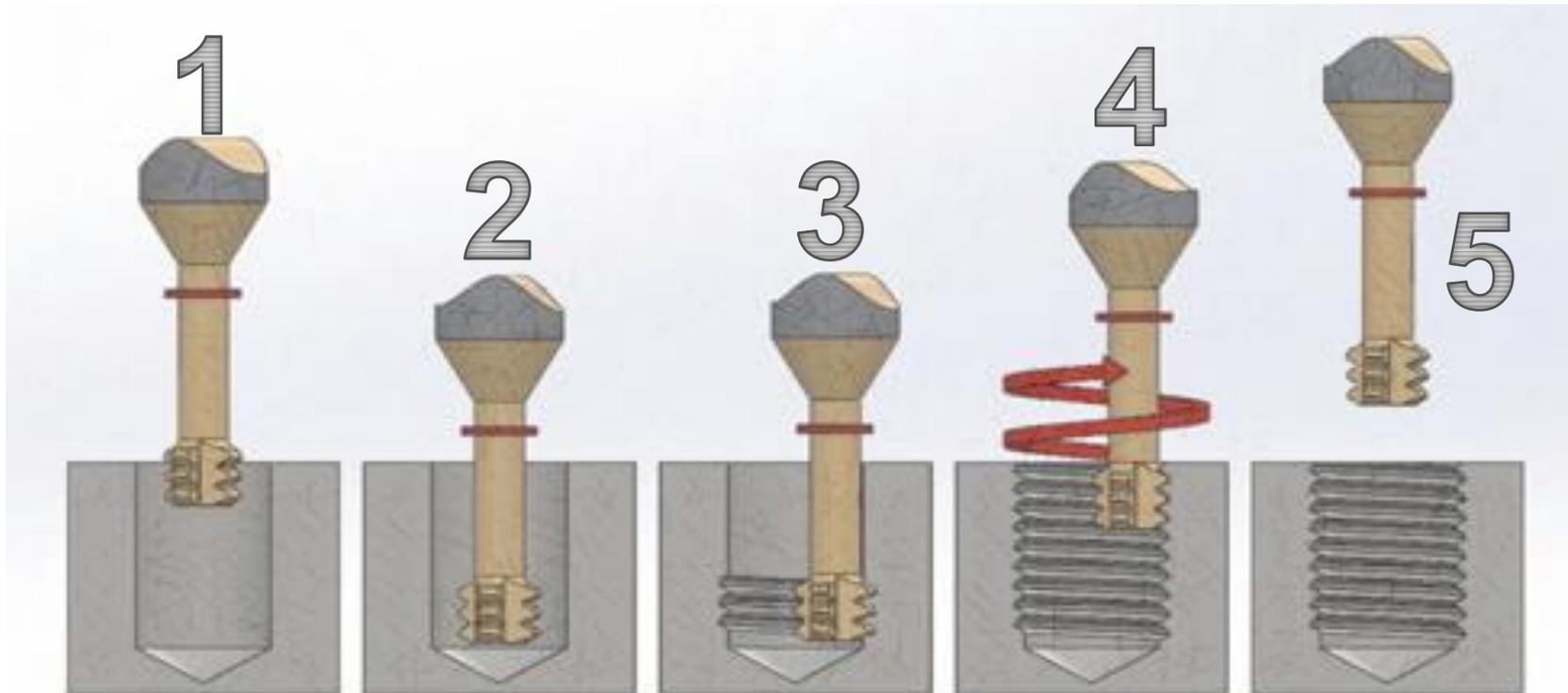
Метирал = Inconel 718 (Жаропрочный сплав)

Направления обработки = Попутное фрезерование

Avoiding Chip Crushing



В резбифрезеровании, заготовка остается неподвижной, а резбобая фреза вращается и движется по винтовой траектории. Инструмент перемещается в положение над отверстием (1) и затем опускают в отверстие до начала резания (2). Затем инструмент перемещается в радиальном направлении до касания стенки заготовки(3) и начинает спирально подниматься обратно из отверстия (4), наконец он выходит из отверстия (5), контролируется ЧПУ программы, эта стратегия фрезерования является наиболее безопасным плодить темы без поломки инструмента риски, связанные с чип дробления. Данная стратегия обработки справедлива для резбифрезы с правым направлением резания.



Делаем правильный выбор



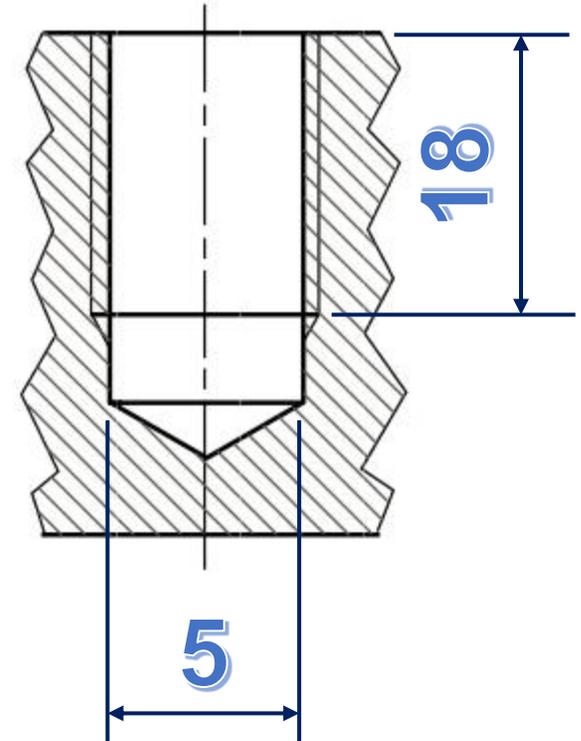
Посмотрите на наш пример, для резьбы M6 x 1 x 18 (диаметр отверстия = 5)

ISO METRIC Internal Miniature Tools									
Designation	Thread Size	Pitch mm	L	L1	D1	D2	N° of Flutes	Catalog Nr.	
TMC03012L5 0.35 ISO	M1.6x0.35	0.35	39	5.1	3	1.20	3	TH400001	
TMC06015L6 0.4 ISO	M2.0x0.4	0.40	39	6.1	3	1.54	3	TH400019	
TMC06019L7 0.45 ISO	M2.5x0.45	0.45	39	7.6	4	1.96	3	TH400016	
TMC06024L9 0.5 ISO	M3.0x0.5	0.50	51	9.3	4	2.40	3	TH400013	
TMC06031L12 0.7 ISO	M4.0x0.7	0.70	51	12.4	6	3.15	3	TH400004	
TMC06040L15 0.8 ISO	M5.0x0.8	0.80	57	15.6	6	4.00	3	TH400010	
TMC06047L19 1.0 ISO	M6.0x1.0	1.00	57	19.0	6	4.75	3	TH400007	
TMC06059L24 1.25 ISO	M8.0x1.25	1.25	57	24.3	6	5.95	3	TH400022	
TMC08079L31 1.5 ISO	M10x1.5	1.50	63	31.0	8	7.90	3	TH400025	

Thread Length - Up to 3D

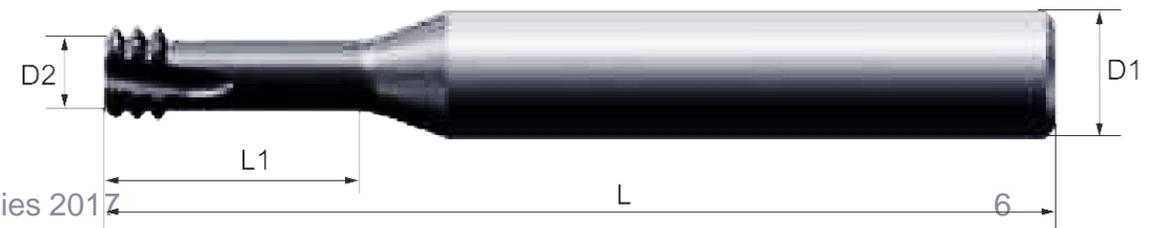
D = Nominal Thread Size

M6 x 1



TMC06047L19 1.0 ISO

Для данной резьбы, подойдет резьбофреза с рабочей длиной L1 = 19мм и диаметр рабочей части D2 = 4,75 мм.

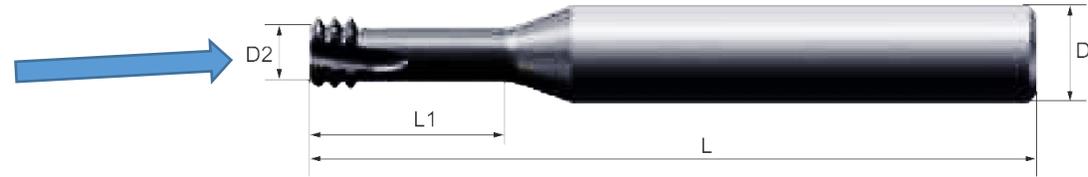


Выбор параметров резания



Чтобы понять какие поставить режимы резания нужна следующая информация:

- 1) Материал : Inconel 718
- 2) Диаметр рабочей части (D2)



Material Group	Gr. N°	VDI Group	Material Exemples	Hardness	V _c [m/min]	
					min	max
High Temp. Alloys Fe, Ni & Co Based Ti Based	9	31,32	Incoloy 800	240 HB	40	60
		33	Inconel 700	250 HB	30	50
		34	Stellite 21	350 HB	20	40
	10	36	TiAl6V4	-	40	70
		37	T40	-	25	50

Для материала Inconel 718 скорость резания 30 м/мин – 50 м/мин

Для примера мы использовали среднее значение 40 м/мин

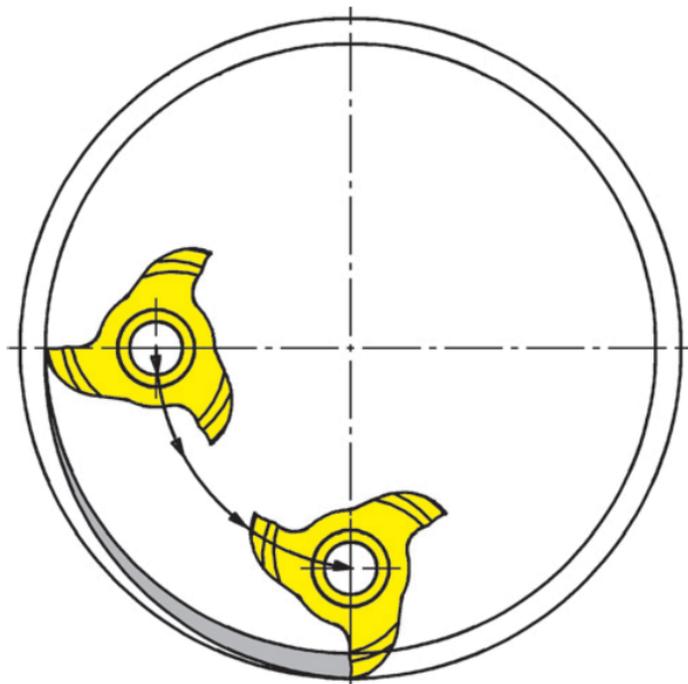
Feed (mm/tooth) per cutting dia				
1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-7.0	7.0-9.0	9.0-11
0.020	0.020	0.020	0.030	0.040
0.015	0.015	0.015	0.020	0.020
0.010	0.010	0.010	0.015	0.015

Для выбора подачи на зуб, нам нужен диаметр **D2**, в нашем примера **4.75**, мы использовали значение в диапазоне **3.0 – 5.0**. В данном случае подача на зуб составляет 0.015 мм/зуб.

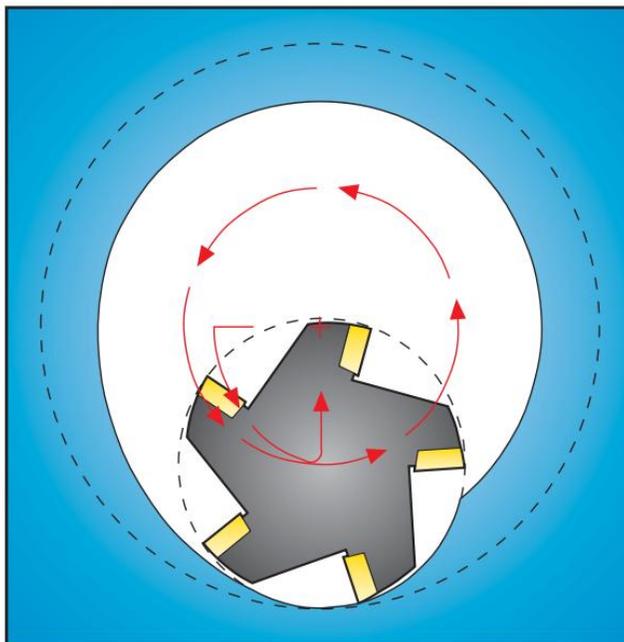
Заход при резьбофрезеровании



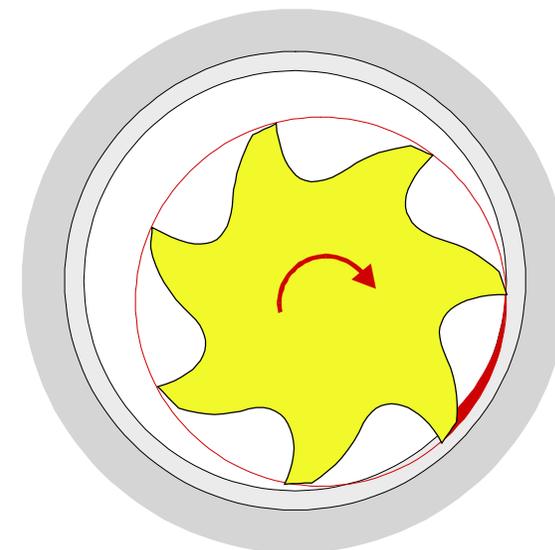
Мы настоятельно рекомендуем делать заход при резьбофрезеровании по круговой интерполяции (по концентрической спирали). С Общим углом от 30° до 180° . Обычно 90° является оптимальным значением.



Заход под 90°



Такой заход обеспечивает минимальный износ инструмента.



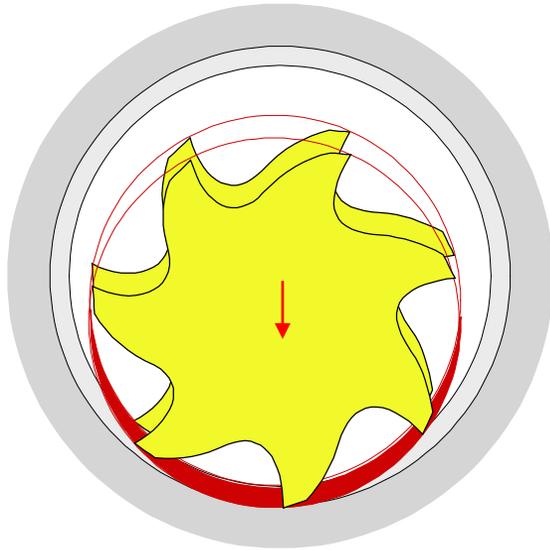
А так же снижает нагрузку на инструмент и соответственно риск сломать резьбофрезу.

Заход при резьбофрезеровании

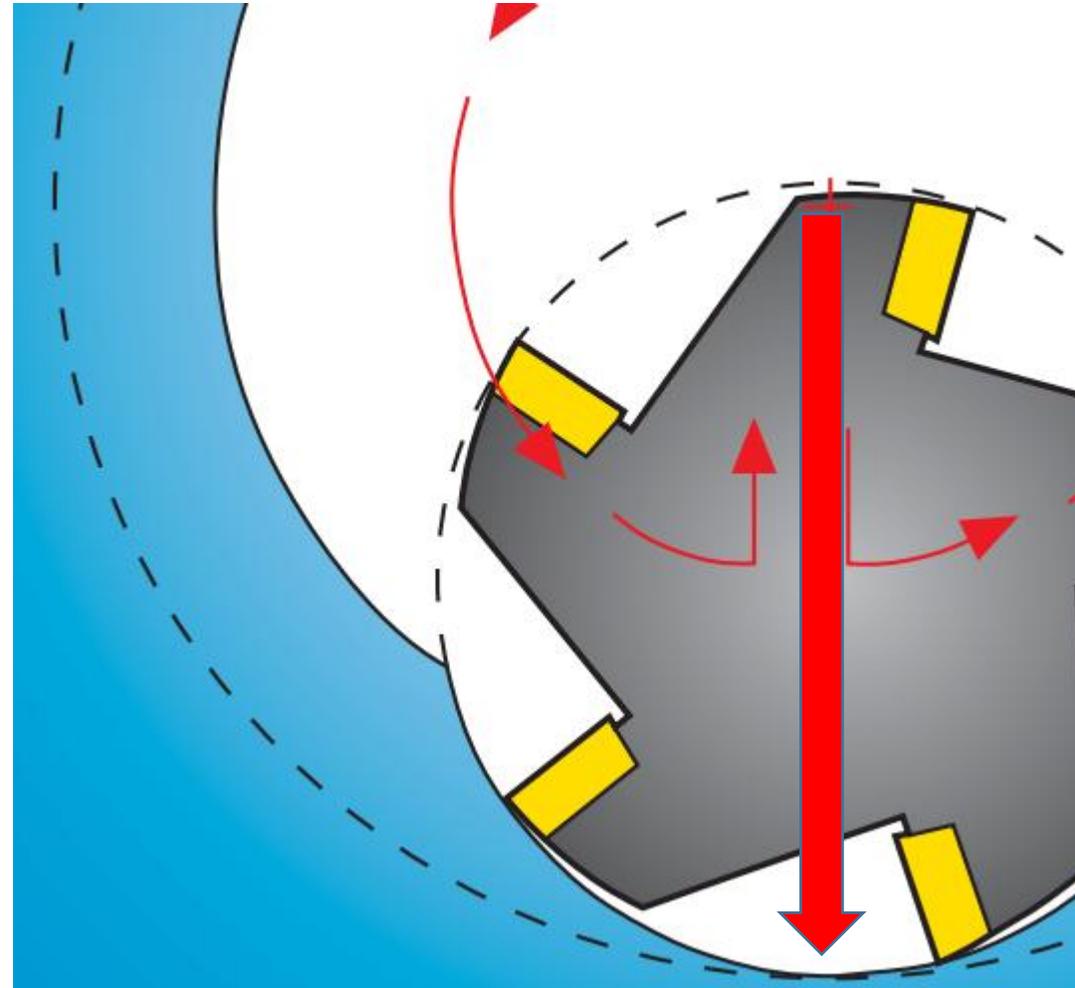


В случае радиального врезания (жирная красная линия), подача во время захода должна быть уменьшена на 25% от номинальной.

Неблагоприятный заход



Похоже на фрезерование паза.
Фреза испытывает максимальные радиальные силы

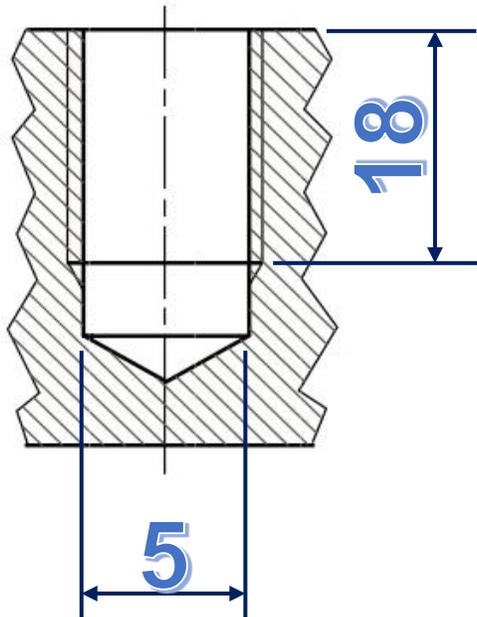


Пример программы (G-код Sinumerik 3M)



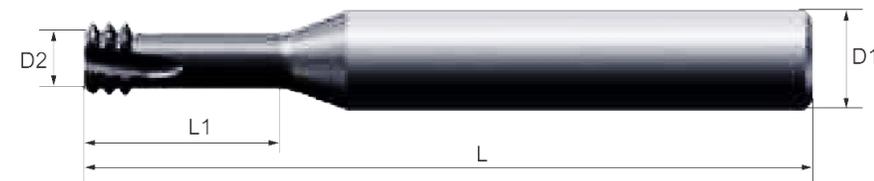
Задача: Фрезеровать резьбу M6 x 1 x 18 , материал Inconel 718 ,
Параметры резания : обороты RPM = 2678 ; подача F = 120mm/min
Использование СОЖ строго рекомендуется.

M6 x 1



```
N110 M06 T1
N120 S2678 M3
N130 G00 G40 X0 Y0 Z3 D1 M8
N140 Z-18.000 ( полная длина резьбы)
N150 G01 G41 Y2.500 F240 ( диаметр отверстия =5 / Y=D/2 )
N160 G01 X-0.500 F120 ( Шаг =1 / X= шаг /-2 )
N170 G03 X-3.000 Y0.000 I0.000 J-2.500 (X=Диаметр резьбы/-2 ; J=Hole/-2)
N180 L2000019 (повторение подпрограммы19 times)
N190 G00 G90 G40 X0 Y0
N200 M30
%SP
L20000
N100 G91 G3 X0.000 Y0.000 Z1.000 I3.000 J0.000 (Z=шаг / I=Диаметр резьбы/2)
N110 M17
```

TMC06047L19 1.0 ISO



Описание программы



Здесь вы можете наблюдать пояснение каждой строчки программы:

N110 => Вызов инструмента T1
N120 => Включение оборотов шпинделя, по часовой стрелке, 2678 об/мин.
N130 => Подход в точку позиционирования отверстия, назначение корректора по диаметру инструмента, включение эмульсии (СОЖ)
N140 => Перемещение в нижнюю точку (на глубину резьбы)
N150 => Включение коррекции по диаметру, подход с коррекцией в координату Y =2.5 с подачей 240мм/мин.
N160 => Начало расчета захода под 90 градусов

N170 => Подход по дуге 90°
N180 => Повторение подпрограммы L20000 x 19 раз
N190 => Возврат в нулевую точку в абсолютной системе координат
N200 => Конец программы переход к началу программы %SP (знак конца программы)
L20000 (подпрограмма)
N110 => Конец подпрограммы

Хотя большинство ЧПУ в наше время имеет возможность использования встроенных циклов резьбо-фрезерования, данная программа может быть использована в ЧПУ без таких готовых решений.

Выбор резьборез Lamina



Таблица для выбора резьбофрез для метрической резьбы длиной 3D.

ISO METRIC Internal Miniature Tools								
Designation	Thread Size	Pitch mm	L	L1	D1	D2	N° of Flutes	Catalog Nr.
TMC03012L5 0.35 ISO	M1.6x0.35	0.35	39	5.1	3	1.20	3	TH400001
TMC06015L6 0.4 ISO	M2.0x0.4	0.40	39	6.1	3	1.54	3	TH400019
TMC06019L7 0.45 ISO	M2.5x0.45	0.45	39	7.6	4	1.96	3	TH400016
TMC06024L9 0.5 ISO	M3.0x0.5	0.50	51	9.3	4	2.40	3	TH400013
TMC06031L12 0.7 ISO	M4.0x0.7	0.70	51	12.4	6	3.15	3	TH400004
TMC06040L15 0.8 ISO	M5.0x0.8	0.80	57	15.6	6	4.00	3	TH400010
TMC06047L19 1.0 ISO	M6.0x1.0	1.00	57	19.0	6	4.75	3	TH400007
TMC06059L24 1.25 ISO	M8.0x1.25	1.25	57	24.3	6	5.95	3	TH400022
TMC08079L31 1.5 ISO	M10x1.5	1.50	63	31.0	8	7.90	3	TH400025

Thread Length - Up to 3D

D = Nominal Thread Size

Lamina's Thread Mills



Резьбофрезы для резьбы стандарта UN 3-х зубые, длина 3-D

UN Internal Miniature Tools									
Designation	Coarse UNC	Fine UNF	Pitch TPI	L	L1	D1	D2	N° of Flutes	Catalog Nr.
TMC03011L3 80UN	-	0-80UNF	80	39	3.9	3	1.18	3	TH400052
TMC03014L5 72UN	-	1-72UNF	72	39	5.8	3	1.44	3	TH400040
TMC03016L6 56UN	2-56UNC	3-56UNF	56	39	6.8	3	1.66	3	TH400034
TMC06021L8 40UN	4-40UNC	-	40	51	8.1	6	2.12	3	TH400028
TMC06024L9 40UN	5-40UNC	6-40UNF	40	51	9.8	6	2.46	3	TH400055
TMC06025L10 32UN	6-32UNC	-	32	51	10.7	6	2.57	3	TH400031
TMC06032L12 32UN	8-32UNC	10-32UNF	32	57	12.7	6	3.22	3	TH400037
TMC06052L19 28 UN	-	1/4-28UNF	28	57	19.3	6	5.20	3	TH400043
TMC08066L24 24 UN	-	5/16-24UNF	24	63	24.2	8	6.65	3	TH400049
TMC06048L19 20UN	1/4-20UNC	7/16-20UNF	20	57	19.4	6	4.85	3	TH400046



Резьбо-фрезерование – Итог

В итоге: если есть необходимость обработки заготовок из труднообрабатываемых материалов, либо при слабом закреплении заготовки, обработки резьбы на трубах, кольцах, корпусных деталях. А так же при обработке дорогостоящих заготовок с жесткими допусками и необходимостью сделать высококлассную резьбу. Лучшим выбором могут быть именно резьбофрезы!

...И как обычно, если у вас возникли какие-либо вопросы мы будем рады ответить, обращайтесь к нашим специалистам!

SUMMARY





СПАСИБО!