



General information - English 559 - 578

Información General - Español 579 - 598

Informação Geral - Português 599 - 618

Informations Générales - Français 619 - 638

547 - 640



Common Icons / Símbolos comunes
 Símbolos Comuns / Symboles standard

Material Material Material Matière	HM	HSS	HSS-E
	Carbide Metal Duro Metal Duro Carbure	High Speed Steel Acero rápido Aço Rápido Acier rapide	High Speed Cobalt Acero rápido al Cobalto Aço Rápido ao Cobalto Acier rapide au cobalt
	HSS-E PM	HSS HM	
	HSS-E Powder Metallurgy Steel Acero rápido al Cobalto sinterizado Aço Rápido ao Cobalto Sinterizado Acier rapide au cobalt fritté	High Speed Steel/ Carbide Acero rápido/ Metal Duro Aço Rápido/ Metal Duro Acier rapide/ Carbure	
Coating Tratamiento superficial Revestimento Revêtement	AlCrN Aluminium Chromium Nitride Nitruro de Cromo de Aluminio Nitreto de Aluminio Cromio Nitrure d'aluminium de chrome	Hi Polished Pulido Polido Poli	TiSiN Titanium Silicon Nitride Titanio de Nitruro de Silicio Nitreto Titânio Silício Nitrure de titane silicone
	ST Steam Tempered Templado al vapor Tratamento a Vapor Traitement vapeur	Bronze Bronze Bronce Bronze Bronze	Cr Flash Chrome Cromado Cromio Chrome dur
	Bright Brillante Brilhante Brillant	Diamond Diamante Diamante Diamant	TiN Titanium Nitride Nitruro de Titanio Nitreto Titânio Nitrure de titane
	Super B Super B	TiAlN Titanium Aluminium Nitride Nitruro de Aluminio al Titanio Nitreto Titânio Aluminio Nitrure de titane aluminium	TiCN Titanium Carbo-Nitride Carbo-nitruro de Titanio Carbo Nitreto Titânio Carbonitrure de titane
	ST Bright/ Steam Tempered Brillante/templado al vapor Brilhante/Tratamento a Vapor Brillant/traitement vapeur	TiN Bright/ Titanium Nitride Brillante/nitruro de Titanio Brilhante/Nitreto Titânio Brillant/Nitrure de titane	TiAlN Top Titanium Aluminium Nitride - Top Nitruro de Aluminio al Titanio - Top Nitreto Titânio Aluminio - Top Nitrure de titane aluminium - Top
	X-CEED X-CEED	Ti-phon Ti-phon	AlTiCN Aluminium Titanium Carbo-Nitride Carbo-nitruro de Titanio al Aluminio Carbo Nitreto Aluminio Titânio Carbonitrure d'aluminium titane
	Alcrona Alcrona	Alcrona Top Alcrona Top	AlTiN Aluminium Titanium Nitride Nitruro de Aluminio al Titanio Nitreto Aluminio Titânio Nitrure d'aluminium titane
	Alcrona Pro Alcrona Pro	Alcrona Pro Alcrona Pro	

Icon descriptions / Descripción de los iconos
 Descrição dos Símbolos / Description des symboles

Common Icons / Símbolos comunes
 Símbolos Comuns / Symboles standard

Direction Dirección Direcção Direction		
	Right A derecha À direita À droite	left A izquierda À esquerda À gauche
Rating Clasificación Classificação Appréciations		
	Excellent Excelente Excelente Excellent	Good Bueno Bom Acceptable
Depth Profundidad Profundidade Profondeur		

Drilling icons / Iconos de taladrado
 Símbolos de Furação / Symboles pour le perçage

Point Angle ° de la punta ° da Ponta ° d'affûtage								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Countersink ° ° de avellanado ° do Escareado ° d'épaulement				
	Centre 60° Centro 60° De Centrar 60° Chanfrein 60°	Centre radius form Forma con radio al centro De Centrar em forma de Raio Chanfrein à rayon	Subland 90° Brocas bidiametrales 90° Escalonado 90° Angle d'épaulement à 90°	Subland 180° Brocas bidiametrales 180° Escalonado 180° Angle d'épaulement à 180°
	Step drill 90° Brocas escalonadas 90° Broca Escalonada a 90° Forets étagés 90°	Step drill 180° Brocas escalonadas 180° Broca Escalonada a 180° Forets étagés 180°		

Form Forma Forma Forme				
				Continuously Thinned Web Alma continuamente adelgazada Alma continuamente adelgada Ame totalement amincie

Coolant Refrigeración Refrigeração Lubrification	
	Internal Coolant Refrigeración Interna Refrigeração Interna Lubrification interne

Drilling icons / Iconos de taladrado
 Símbolos de Furação / Symboles pour le perçage

Shank Mango Encabadouro Queue			
	Straight Shank Mango cilíndrico Encabadouro Cilíndrico Queue cylindrique	Morse taper shank Mango cónico Encabadouro Cónico Queue cône morse	DIN 6535 HA
	DIN 6535 HE DIN 6535 HE DIN 6535 HE DIN 6535 HE	Shank with tang Mango con espiga Encabadouro com Patilhão Queue avec tenon	Shank with square Mango con cuadrado Encabadouro com Quadrado Queue avec carré
	Reduced shank Mango rebajado Encabadouro reduzido Queue réduite	DIN 6535 HB DIN 6535 HE DIN 6535 HB / HE	

Standard Norma Standard Standard											

Icon descriptions / Descripción de los iconos
 Descrição dos Símbolos / Description des symboles

Reaming - Countersink Icons / Iconos Escariado - Avellanado
 Símbolos de Mandrigalem - Escareadores / Symboles pour les alesages et les fraises coniques

Taper Gradient Conicidad Ângulo de Conicidade Conicité												
Tolerance Tolerancia Tolerância Tolérance												
Application Aplicaciones Aplicação Utilisation	 Countersink Avellanadores Escareador Fraises à chanfreiner	 Counterbore Refrentadores Escareador p/ abertura de caixas Fraises pour logement de tête de vis	 G314 Broca multidiametral Broca Multi Diâmetros	 M138 Broca cónica Broca de corte Cónico								
Countersink ° ° de avellanado Ângulo de Escareador ° d'épaulement	 60°	 82°	 90°	 100°								
			 180° G314	 20° M138								
Shank Mango Haste Queue	 Straight Mango cilíndrico Encabadouro Cilíndrico Queue cylíndrique	 Morse taper Mango cónico Encabadouro Cónico Queue cône morse										
Standard Norma Standard Standard												

Threading icons / Iconos de Roscado
 Símbolos de Roscagem / Symboles pour le taraudage

Thread form
 Forma de Rosca
 Forma da Rosca
 Forme de filet



Metric coarse
 Métrica
 Métrica
 Métrique



Metric fine
 Métrica fina
 Métrica Fina
 Métrique fin



Unified Coarse
 Rosca Unificada
 Rosca Unificada
 Filetage américain



Unified Fine
 Rosca Unificada Fina
 Rosca Unificada Passo Fino
 Filetage américain pas fin



Unified
 Unificada
 Unificada
 Filetage américain



British standard pipe fastening - G series
 Rosca Gas
 Rosca Gás
 Filetage Gaz



National taper pipe
 Rosca Gas Cónica
 Rosca Gás Cónica
 Filetage Gaz conique



National taper pipe dryseal
 Rosca NPTF
 Rosca NPTF
 Filetage NPTF



National taper pipe dryseal
 Rosca NPSF
 Rosca NPSF
 Filetage NPSF



National straight pipe mechanical
 Rosca NPSM
 Rosca NPSM
 Filetage NPSM



British association
 Rosca BA
 Rosca BA
 Filetage BA



British standard fine
 Rosca BS paso Fino
 Rosca BS Passo fino
 Withworth pas fin



British standard Whitworth
 Rosca BS Whitworth
 Rosca BSW (Withworth)
 Withworth



EGM
 Rosca para hilos insertados
 Rosca EGM
 Pour filets rapportés



Armour pipe/ steel conduit
 Rosca para tubos eléctricos
 Rosca para Bucins Eléctricos
 Pour tubes électriques



British standard pipe taper - Rc Series
 Rosca BSPT / Rc
 Rosca Rc/BSPT
 Gaz conique Withworth

Flute Geometry
 Geometría
 Geometria
 Géométrie



Straight Flute
 Estrías rectas
 Canais Direitos
 Goujures droites



Spiral Point
 Estrías rectas, entrada en hélice
 Entrada Helicoidal
 Coupe gun



Fluteless - thread forming
 de laminación
 de Laminação
 A refouler



Fluteless - thread forming - oil grooves
 de laminación, con ranuras de lubricación
 de Laminação, Rasgos p/ Lubr.
 A refouler, rainures de lubrification



Spiral flute 10°
 Estrías helicoidales 10°
 Canais Helicoidais a 10°
 Goujures hélicoidales 10°



15°



27°



30°



35°



40°



45°



48°

Hole Type
 Tipo de agujero
 Tipo do furo
 Type de trou



Through hole
 Agujero pasante
 Furo a Passar
 Trou débouchant



Blind hole
 Agujero ciego
 Furo cego
 Trou borgne



Through or blind hole
 Agujero pasante/ciego
 Furo a Passar ou Furo Cego
 Trou débouchant/borgne

Threading icons / Iconos de Roscado
 Símbolos de Roscagem / Symboles pour le taraudage

Chamfer Chañán Chanfro Chanfrein	B 3.5-5	C 2-3	C 2-3.5	E 1.5-2
Chamfer No. B Chañán no. B Chanfro No. B Chanfrein No. B	A 6-8 C 2-3	D 18-20 C 2-3	1.75XP	2.25XP

Tolerance Tolerancia Tolerância Tolérance	2A	2B	6G	6GX	6g	6H	6HX	Class A
--	-----------	-----------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	-------------------

Medium

Medium
Mediano
Médio
Moyen

Normal

Normal
Normal
Normal
Normal

Shank Mango Haste Queue	DIN 6535HA 	DIN 6535HB
----------------------------------	--------------------------	--------------------------

Standard Norma Standard Standard	DORMER DIN	DORMER ISO	DORMER ANSI	DIN 351	DIN 352	DIN 357	DIN 371	DIN 374	DIN 376	DIN 371≤10 376≥12	DIN 382
	DIN 2174	DIN 2181	DIN 2184-1	ISO 2283	ISO 2284	DIN 5156	DIN 5157	DIN 40432	DIN-EN 22568	ISO 529	ISO 2568
	ANSI	ANSI B94.9	BS 1127: 1950								

Milling icons / Iconos de Fresado

Símbolos de Fresagem / Symboles pour le fraisage

Type Tipo Tipo Type	FS	HRA	N
	Semi-finishing chipbreaker Rompevirutas semiacabado Semi-Acabamento Semi-finition Ebauche	Fine pitch asymmetrical rounded profile chipbreaker Rompevirutas de perfil fino redondeado asimétrico Desbaste Fino Assimétrico Brise-copeaux ronds fins asymétrique	For steels with low to high resistance Para aceros con resistencia baja o alta Acabamento Pour aciers de moyenne à haute résistance
	NF	NRA	W
	Coarse pitch flat profile chipbreaker Rompevirutas de semidesbaste 1/2 Desbaste Brise-copeaux plats	Coarse pitch asymmetrical rounded profile chipbreaker Rompevirutas de gran desbaste Desbaste Assimétrico Brise copeaux ronds asymétrique	For soft and malleable materials Para materiales suaves y Maleables Para Materiais macios e maleáveis Fraise pour les matières douces et malléables
	NR		
	Coarse pitch rounded profile chipbreaker Rompevirutas de perfil grueso redondeado Desbaste Brise-copeaux ronds fins		

Application Aplicaciones Aplicação Utilisation	P9			
	Slotting P9 Ranurar Abertura de Rasgos Rainurage P9	Slotting Ranurar Abertura de Rasgos Rainurage	Super-finishing Super-acabado Super Acabamento Super finition	Finishing Acabado Acabamento Finition
	Roughing Gran desbaste Desbaste Ébauche	Ball nose Fresas radiales Topo Boleado Bout hémisphérique	Corner radius Con radio en la punta Fresa de Acabamento c/ Raio A matrice torique	High feed gran avance elevado desempenho Grandes avance
	Chamfering de achaflanar de Chanfrar A chanfreiner	T-shaped Ranurados tipo "T" Forma - T Pour rainures en T	Woodruff Ranurados tipo Woodruff Escatel Fraises Woodruff	Dovetail Fresas angulares Cónica Invertida Fraises coniques cône renversé
	Inverse dovetail Fresas con ángulo inverso Cónica Fraises coniques cône direct	Corner rounding Fresas frontales de perfil cóncavo De Raio Fraises concaves 1/4 de cercle	Side and face saws Fresas de ranurar de 3 cortes/sierras Dente Alternado / Circular Fraise 3 tailles	Multi
	Shell End Mill Fresas frontales con agujero de Acabado Fresas de Acabamento Tipo Tacho Fraises 2 tailles finition	Roughing Shell End Mill Fresas frontales con agujero de desbaste Fresa de Desbaste Tipo Tacho Fraises 2 tailles ébauche		

Milling icons / Iconos de Fresado
 Símbolos de Fresagem / Symboles pour le fraisage

Direction Dirección Direcção Direction				
	Slotting, ramping, diving Ranurar, fresado lateral, penetración Escatelar, Corte Lateral, Penetração Rainurage, ramping, plongée	Slotting, ramping Ranurar, fresado lateral Escatelar, Corte Lateral Rainurage, ramping	Finishing Acabado Acabamento Finition	Milling Fresado Fresagem Fraisage

Cut Length Longitud de corte Comprimento Navalha Longueur de coupe					
	Extra short Extra corta Extra curta Extra court	Medium Mediana Médio Moyen			Extra long Extra larga Extra longa Extra Long

Diameter tolerance Tolerancia del diámetro Tolerância do diâmetro Tolérance	d11	e8	h9	h10	h11	h12	k10	k12	js14	js16
--	------------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	-------------



e8 full and half diameters, h10 others
 Tol e8 en diámetros enteros y medios, h10 en otros
 e8 diâmetros inteiros e intermediários, h10 outros
 e8 cotes rondes et intermédiaires, h10 autres





















Helix Angle/ Rake Angle Ângulo de la hélice/ Ângulo de corte Ângulo da Hélice / Ângulo de Saída Angle d'hélice / Angle de coupe	γ 5°	γ 15°	γ 18°	λ 0° γ 0°	λ ≠ γ 10°	λ 10° γ 10°	λ 12° γ 10°	λ 15° γ 10°	λ 15° γ 15°	λ 25° γ 0°	λ 25° γ 20°
	λ 30° γ -10°	λ 30° γ 3°	λ 30° γ 9°	λ 30° γ 10°	λ 30° γ 12°	λ 30° γ 15°	λ 30° γ 20°	λ 35° γ 9°	λ 35° γ 12°	λ 40° γ -6°	λ 40° γ 3°
	λ 40° γ 4°	λ 40° γ 10°	λ 40° γ 15°	λ 40° γ 20°	λ 40° γ 25°	λ 45° γ -10°	λ 45° γ 12°	λ 50° γ -26°	λ 50° γ 3°		

Teeth (z) Dientes Navalhas Dent	Z 1	Z 2	Z 3	Z 3-4	Z 3-5	Z 3-6	Z 4	Z 4-6	Z 4-8	Z 6-8	Z 6-10
	Z 6-12	Z 8-12	Z 10-12	Z 16-30	Z 28-44	Z 28-100	Z 40-200	Z 80-180	Z 100-140	Z 128-220	Z 160-350



4 teeth - differential pitch
 4 Dientes - espacio Desigual
 4 Navalhas - espaçamento Assimétrico
 4 dents - pas inégal

Milling icons / Iconos de Fresado
 Símbolos de Fresagem / Symboles pour le fraisage

Shank Mango Haste Queue																				
																				
Standard Norma Standard Standard																				
																				

Icons for Burrs / Iconos de Lima Rotativa
 Símbolos de Lima Rotativa / Symboles pour les Limes rotatives

Application
 Aplicaciones
 Aplicação
 Utilisation



A

Cylinder without end cut
 Cilíndrica sin corte frontal
 Forma Cilíndrica sem corte frontal
 Cylindrique sans coupe en bout



B

Cylinder with endcut
 Cilíndrica con corte frontal
 Forma Cilíndrica com corte frontal
 Cylindrique avec coupe en bout



C

Ball nosed cylinder
 Cilíndrica con Punta Esférica
 Forma Cilíndrica com Topo Boleado
 Cylindrique à bout rond



D

Ball Esférica
 Forma Esférica
 Boule



E

Oval
 Ovalada
 Forma Oval
 Ovale



F

Ball nosed tree
 Arbol con Punta Esférica
 Forma de Árvore Boleada
 Ogive à bout rond



G

Pointed tree
 Arbol con Punta
 Forma de Árvore Pontaguda
 Ogive à bout pointu



H

Flame
 Llama
 Forma de Chama
 Flamme



J

60° degree countersink
 Cónica 60°
 Forma Escareador a 60°
 Fraisure à 60°



K

90° degree countersink
 Cónica 90°
 Forma Escareador a 90°
 Fraisure à 90°



L

Ball nosed cone
 Cónica con Punta Esférica
 Forma Cónica Boleada
 Conique à bout rond



M

Cone
 Cónica con Punta Esférica
 Forma Cónica Boleada
 Conique à bout rond



N

Inverted cone
 Cónica Invertida
 Forma Cónica Invertida
 Conique inverse



Fibreglass routing
 Para fibra de vidrio
 Para fibra de Vidro e Sintéticos
 Fraisage de la fibre de verre

Type
 Tipo
 Tipo
 Type

ST

High metal removal rate in steel

Alto volumen de viruta en acero

Elevado desempenho em Aço

Taux d'enlèvement élevé dans les aciers

VA

High metal removal rate in stainless steel

Alto volumen de viruta en acero inoxidable

Elevado desempenho em Inox

Taux d'enlèvement élevé dans les aciers inoxydables

AL

Aluminium cut for non-ferrous material including plastics

Aluminio y materiales no ferreos incluidos plásticos

Alumínio, materiais não Ferrosos e Plásticos

Coupe aluminium pour les matériaux non-ferreux et les plastiques

GRP

Fibreglass and composites

Fibra de vidrio y materiales compuestos

Fibra de Vidro e Materiais Compósitos

Fibre de verre et composites

DC

Double cut for general purpose use

Doble corte para uso general

Corte Duplo / Maquinação Geral

Denture croisée pour utilisation générale

End cut
 Corte frontal
 corte frontal
 coupe en bout



Standard
 Norma
 Standard
 Standard



Drill point
 Corte al centro
 Corte ao Centro
 Pointe de foret



End mill
 Fresa
 Fresa
 Fraise de finition

Parting off icons / Iconos de cuchillas de tronzar /
 Símbolos de Acessórios / Symboles pour les outils de tronçonnage

Edge angle
 ° de corte
 inclinado
 ° de Corte do
 Acessório
 Angle de coupe 0°



8° left - right
 8° a izquierdas - a derechas
 8° à esquerda - à direita
 8° à gauche - à droite

15° left - right
 15° a izquierdas - a derechas
 15° à esquerda - à direita
 15° à gauche - à droite

Insert size
 Tamanho
 Dimensão da
 Plaquete
 Taille



Direction of cut
 Dirección de corte
 Direção do corte
 Direction de coupe



Right
 A derecha
 À direita
 À droite

Left
 A izquierda
 À esquerda
 À gauche

Application
 Aplicaciones
 Aplicação
 Utilisation



Cut
 Corte
 Corte
 Tronçonnage

Groove
 Ranura
 Ranhura
 Gorge

Form
 Formas
 Forma
 Forme



Round
 Redonda
 Redondo
 Rond

Square
 Cuadrada
 Quadrado
 Carré

Rectangular
 Rectangular
 Rectangular
 Rectangulaire

Tolerance
 Tolerancia
 Tolerância
 Tolérance



Standard
 Norma
 Standard
 Standard



English		Hardness	Tensile strength	ISO
Application Material Groups		HB	N/mm ²	
1. Steel	1.1 Magnetic soft steel	< 120	< 400	P 1
	1.2 Structural steel, case carburizing steel	< 200	< 700	P 1
	1.3 Plain Carbon steel	< 250	< 850	P 2
	1.4 Alloy steel	< 250	< 850	P 3
	1.5 Alloy steel, Hardened and tempered steel	> 250 < 350	> 850 < 1200	P 4
	1.6 Alloy steel, Hardened and tempered steel	> 350	> 1200 < 1620	H 1
	1.7 Alloy steel, Heat treated	49-55HRC	> 1620	H 3
	1.8 Alloy steel, Hardened & Wear resistant steel	55-63HRC	> 1980	H 4
2. Stainless Steel	2.1 Free machining, Stainless Steel	< 250	< 850	M 1
	2.2 Austenitic,	< 320	< 1100	M 3
	2.3 Ferritic + Austenitic, Ferritic, Martensitic	< 300	< 1000	M 2
	2.4 Precipitation hardened	>320 <410	>1100 <1400	S 2
3. Cast Iron	3.1 Lamellar graphite	< 150	> 500	K 1
	3.2 Lamellar graphite	> 150 <300	> 500 < 1000	K 2
	3.3 Nodular graphite, Malleable Cast Iron	< 200	< 700	K 3
	3.4 Nodular graphite, Malleable Cast Iron	> 200 < 300	> 700 < 1000	K 4
4. Titanium	4.1 Titanium, unalloyed	< 200	< 700	S 1
	4.2 Titanium, alloyed	< 270	< 900	S 2
	4.3 Titanium, alloyed	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250	S 3
5. Nickel	5.1 Nickel, unalloyed	< 150	< 500	S 1
	5.2 Nickel, alloyed	< 270	> 900	S 2
	5.3 Nickel, alloyed	> 270 < 350	> 900 < 1200	S 3
6. Copper	6.1 Copper	< 100	< 350	N 3
	6.2 β-Brass, Bronze	< 200	< 700	N 4
	6.3 α-Brass	< 200	< 700	N 3
	6.4 High Strength Bronze	< 470	< 1500	N 4
7. Aluminium	7.1 Al, Mg, unalloyed	< 100	< 350	N 1
	7.2 Al alloyed, Si < 0.5%	< 150	< 500	N 1
	7.3 Al alloyed, Si > 0.5% < 10%	< 120	< 400	N 1
	7.4 Al alloyed, Si > 10% Whisker reinforced. Al-alloys MG-alloys	< 120	< 400	N 2
8. Synthetic materials	8.1 Thermoplastics	---	---	O
	8.2 Thermosetting plastics	---	---	O
	8.3 Reinforced plastic materials	---	---	O
9. Hard material	9.1 Cermet (metals-ceramics)	< 550	< 1700	H
10. Graphite	10.1 Graphite	---	< 100	O

EXAMPLES OF WORKPIECE MATERIALS
FROM DIFFERENT STANDARDS

AMS	EN	W.Nr.	DIN	BS	SS	USA	UNS	ISO
1.1		1.1015, 1.1013	Rle60, Rle100	230M07, 050A12	1160	Leaded Steels	G12120	P 1
1.2	EN 10 025 - S235JRG2	1.1012, 1.1053, 1.7131	S137-2, 16MnCr5, S150-2	060A35, 080M40, 4360-50B	1312, 1412, 1914	135, 30	G10100	P 1
1.3	EN 10 025 - E295	1.1191, 1.0601	CK45, C60	080M46, 080A62	1550, 2142, 2172	1024, 1060, 1061	G10600	P 2
1.4	EN 10 083-1 - 42 CrMo 4 - EN 10 270-2	1.7225, 1.3505, 1.6582, 1.3247	42CrMo4, 100Cr6, 34CrNiMo6, S2-10-1-8	708M40/42, 817M40, 534A99, BM2, BT42	1672-04, 2090, 2244-02, 2541-02	4140, A2, 4340, M42, M2	G41270, G41470, T30102, T11342	P 3
1.5	EN ISO 4857 - HS6-5-2 - EN ISO 4857 - HS6-5-2.5	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, 55NiCrMoV6, X210Cr12, S2-10-1-8	801, BM2, BT142, 826 M40, 830M31	2244-04, 2541-03, 2550, 2722, 2723	01, L6, M42, D3, A2, M2, 4140, 8630	G96300, T30102, T11302, T30403, T11342	P 4
1.6	EN ISO 4857 - HS2-9-1-8	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, X210Cr12, S2-10-1-8	801, 826 M40, 830M31	2244-05, 2541-05, , HARDOX 400	01, L6, M42, D3, 4140, 8130	T30403, G41400, J14047	H 1
1.7	EN ISO 4857 - HS2-9-1-8	1.2510	100MnCrW4	BO1, BD3, BH13	HARDOX 500			H 3
1.8	EN ISO 4857 - X40CrMoV5-1	1.3343, 1.2344	S6-5-2, GX40CrMoV5-1	BM2, BH13	2242, HARDOX 600			H 4
2.1	EN 10 088-3 - X14CrMoS17	1.4305, 1.4104	X10CrNiSi189, X12CrMoS17	303 S21, 416 S37	2301, 2312, 2314, 2346, 2380	303, 416, 430F	S30300, S41600, S43020	M 1
2.2	EN 10 088-2-0 - 3 - 1, 4301+AT	1.4301, 1.4541, 1.4571	X5CrNi189, X10CrNiMoTi1810	304 S15, 321 S17, 316 S, 320 S12	2310, 2333, 2337, 2343, 2353, 2377	304, 321, 316	S30400, S32100, S31600	M 3
2.3	EN 10 088-3 - 1, 4460	1.4460, 1.4512, 1.4582	X8CrNiMo275, X4CrNiMoNi6257	317 S16, 316 S16	2324, 2387, 2570	409, 430, 436	S40900, S4300, S43600	M 2
2.4	EN 1,4547	1.4547	X2CrNiMo20-18-6	HR41	2378	17-4PH	S31254	S 2
3.1	EN 1561 - EN-JL1030	0.6010, 0.6040	GG10, GG40	Grade150, Grade 400	0120, 0212, 0814	ASTM A48 class 20	F11401, F12801	K 1
3.2	EN 1561 - EN-JL1050	0.6025, 0.6040	GG25, GG40	Grade200, Grade 400	0125, 0130, 0140, 0217	ASTM A48 class 40, STM A48 class 60	F12801, F14101	K 2
3.3	EN 1561 - EN-JL2040	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	420/12, P4407, 700/2, 309/72	0219, 0717, 0727, 0732, 0852	ASTM A220 grade 40010, ASTM A602 grade M4504	F22830, F20001	K 3
3.4	EN 1561 - EN-JL2050	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	420/12, P4407, 700/2, 309/72	0221, 0223, 0737, 0854	ASTM A220 grade 90001, ASTM A602 grade M8501	F26230, 20005	K 4
4.1		3.7024LN	T199.8	TA1 to 9	T199.8	ASTM B265 grade 1	R50250	S 1
4.2		3.7164LN, 3.7119LN	TA16V4, TA165n2	TA10 to 14, TA17	TA16V4, TA165n2	AMS4928	R54790	S 2
4.3		3.7164LN, 3.7174LN, 3.7184LN	TA16V4, TA16V5Sn2, TA14MoSn2	TA10 to 13, TA28	TA16V5Sn2	AMS4928, AMS4971	R56400, R54790	S 3
5.1		2.4060, 2.4066	Nickel 200, 270, N199.6	NA 11, NA12	Ni200, Ni270	Nickel 200, Nickel 230	N02200, N02230	S 1
5.2		2.4630LN, 2.4602, 2.4650LN	Nimonic 75, Monel 400, Hastelloy C, Inconel 600	HR203, 3027-76		Nimonic 75, Monel 400, Hastelloy, Inconel600	N06075, N10002, N04400, N06600	S 2
5.3		2.4668LN, 2.4631LN, 2.6554LN	Inconel 718, Nimonic 80A, Waspaloy	HR8, HR401, 601		Inconel 718, 625, Nimonic 80	N07718, N07080, N06625	S 3
6.1	EN 1652 - CW004A	2.0060, 2.0070	E-Cu57, SE-Cu	C101	5010	101	C10100, C1020	N 3
6.2	EN 1652 - CW612N	2.0380, 2.0360, 2.1030, 2.1080	CuZn39Pb2, CuZn40, CuSn8, CuSn6Zn	CZ120, CZ109/PB104	5168		C28000, C37710	N 4
6.3	EN 1652 - CW508L	2.0321, 2.0260	CuZn37, CuZn28	CZ108, CZ106	5150		C2600, C27200	N 3
6.4			Ampco 18, Ampco 25	AB1 type	5238, JM7-20			N 4
7.1	EN 485-2 - EN AW-1070A	3.0255	A199.5	LMO, 1 B (1050A)	4005	EC, 1060, 1100	A91060, A91100	N 1
7.2	EN 755-2 - EN AW-5005	3.1355, 3.3525	AlCuMg2, AlMg2Mn0.8	LM5, 10, 12, N4 (5251)	4106, 4212	380, 520.0, 520.2, 2024, 6061	A03800, A05200, A92024	N 1
7.3	EN 1706 - EN AC-42000	3.2162.05, 3.2341.01	GD-ALSi8Cu, G-ALSi5Mg	LM2, 4, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 26, 27, L109	4244	319.0, 333.0, 319.1, 356.0	A03190, A03330, C35600	N 1
7.4	SS-EN 1706 - EN AC-47000	3.2581.01	G-ALSi18, G-ALSi12	LM6, 12, 13, 20, 28, 29, 30	4260, 4261, 4262	4032, 222.1, A332.0	A94032, A02220, A13320	N 2
8.1		8.1	Polystyrene, Nylon, PVC Cellulose, Acetate & Nitrate			Polystyrene, Nylon, PVC		O
8.2			Ebonite, Tufnol, Bakelite			Bakelite		O
8.3			Kevlar, Pinned Circuit boards			Kevlar		O
9.1			Ferroc, Ferroclittant					H
10.1			Graphite					O

Table of Cutting Speeds



		Vc															
m/Min		5	8	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	150
Feet/Min		16	26	32	50	66	82	98	130	165	197	230	262	296	330	362	495
Ø		RPM															
mm	inch																
1,00		1592	2546	3183	4775	6366	7958	9549	12732	15916	19099	22282	25465	28648	31831	35014	47747
1,50		1061	1698	2122	3183	4244	5305	6366	8488	10610	12732	14854	16977	19099	21221	23343	31831
2,00		796	1273	1592	2387	3183	3979	4775	6366	7958	9549	11141	12732	14324	15916	17507	23873
2,50		637	1019	1273	1910	2546	3183	3820	5093	6366	7639	8913	10186	11459	12732	14006	19099
3,00		531	849	1061	1592	2122	2653	3183	4244	5305	6366	7427	8488	9549	10610	11671	15916
3,18	1/8	500	801	1001	1501	2002	2502	3003	4004	5005	6006	7007	8008	9009	10010	11011	15015
3,50		455	728	909	1364	1819	2274	2728	3638	4547	5457	6366	7276	8185	9095	10004	13642
4,00		398	637	796	1194	1592	1989	2387	3183	3979	4775	5570	6366	7162	7958	8754	11937
4,50		354	566	707	1061	1415	1768	2122	2829	3537	4244	4951	5659	6366	7074	7781	10610
4,76	3/16	334	535	669	1003	1337	1672	2006	2675	3344	4012	4681	5350	6018	6687	7356	10031
5,00		318	509	637	955	1273	1592	1910	2546	3183	3820	4456	5093	5730	6366	7003	9549
6,00		265	424	531	796	1061	1326	1592	2122	2653	3183	3714	4244	4775	5305	5836	7958
6,35	1/4	251	401	501	752	1003	1253	1504	2005	2506	3008	3509	4010	4511	5013	5514	7519
7,00		227	364	455	682	909	1137	1364	1819	2274	2728	3183	3638	4093	4547	5002	6821
7,94	5/16	200	321	401	601	802	1002	1203	1604	2004	2405	2806	3207	3608	4009	4410	6013
8,00		199	318	398	597	796	995	1194	1592	1989	2387	2785	3183	3581	3979	4377	5968
9,00		177	283	354	531	707	884	1061	1415	1768	2122	2476	2829	3183	3537	3890	5305
9,53	3/8	167	267	334	501	668	835	1002	1336	1670	2004	2338	2672	3006	3340	3674	5010
10,00		159	255	318	477	637	796	955	1273	1592	1910	2228	2546	2865	3183	3501	4775
11,11	7/16	143	229	287	430	573	716	860	1146	1433	1719	2006	2292	2579	2865	3152	4298
12,00		133	212	265	398	531	663	796	1061	1326	1592	1857	2122	2387	2653	2918	3979
12,70	1/2	125	201	251	376	501	627	752	1003	1253	1504	1754	2005	2256	2506	2757	3760
14,00		114	182	227	341	455	568	682	909	1137	1364	1592	1819	2046	2274	2501	3410
14,29	9/16	111	178	223	334	446	557	668	891	1114	1337	1559	1782	2005	2228	2450	3341
15,00		106	170	212	318	424	531	637	849	1061	1273	1485	1698	1910	2122	2334	3183
15,88	5/8	100	160	200	301	401	501	601	802	1002	1203	1403	1604	1804	2004	2205	3007
16,00		99	159	199	298	398	497	597	796	995	1194	1393	1592	1790	1989	2188	2984
17,46	11/16	91	146	182	273	365	456	547	729	912	1094	1276	1458	1641	1823	2005	2735
18,00		88	141	177	265	354	442	531	707	884	1061	1238	1415	1592	1768	1945	2653
19,05	3/4	84	134	167	251	334	418	501	668	835	1003	1170	1337	1504	1671	1838	2506
20,00		80	127	159	239	318	398	477	637	796	955	1114	1273	1432	1592	1751	2387
24,00		66	106	133	199	265	332	398	531	663	796	928	1061	1194	1326	1459	1989
25,00		64	102	127	191	255	318	382	509	637	764	891	1019	1146	1273	1401	1910
27,00		59	94	118	177	236	295	354	472	589	707	825	943	1061	1179	1297	1768
30,00		53	85	106	159	212	265	318	424	531	637	743	849	955	1061	1167	1592
32,00		50	80	99	149	199	249	298	398	497	597	696	796	895	995	1094	1492
36,00		44	71	88	133	177	221	265	354	442	531	619	707	796	884	973	1326
40,00		40	64	80	119	159	199	239	318	398	477	557	637	716	796	875	1194
50,00		32	51	64	95	127	159	191	255	318	382	446	509	573	637	700	955

HV Vickers	HRC Rockwell	HB Brinell	N/ mm ²	Tons/ sq. in.
940	68			
900	67			
864	66			
829	65			
800	64			
773	63			
745	62			
720	61			
698	60			
675	59			
655	58		2200	142
650		618	2180	141
640		608	2145	139
639	57	607	2140	138
630		599	2105	136
620		589	2070	134
615	56	584	2050	133
610		580	2030	131
600		570	1995	129
596	55	567	1980	128
590		561	1955	126
580		551	1920	124
578	54	549	1910	124
570		542	1880	122
560	53	532	1845	119
550		523	1810	117
544	52	517	1790	116
540		513	1775	115
530		504	1740	113
527	51	501	1730	112
520		494	1700	110
514	50	488	1680	109
510		485	1665	108
500		475	1630	105
497	49	472	1620	105
490		466	1595	103
484	48	460	1570	102
480		456	1555	101
473	47	449	1530	99
470		447	1520	98
460		437	1485	96
458	46	435	1480	96
450		428	1455	94
446	45	424	1440	93
440		418	1420	92

HV Vickers	HRC Rockwell	HB Brinell	N/ mm ²	Tons/ sq. in.
434	44	413	1400	91
423	43	402	1360	88
413	42	393	1330	86
403	41	383	1300	84
392	40	372	1260	82
382	39	363	1230	80
373	38	354	1200	78
364	37	346	1170	76
355	36	337	1140	74
350		333	1125	73
345	35	328	1110	72
340		323	1095	71
336	34	319	1080	70
330		314	1060	69
327	33	311	1050	68
320		304	1030	67
317	32	301	1020	66
310	31	295	995	64
302	30	287	970	63
300		285	965	62
295		280	950	61
293	29	278	940	61
290		276	930	60
287	28	273	920	60
285		271	915	59
280	27	266	900	58
275		261	880	57
272	26	258	870	56
270		257	865	56
268	25	255	860	56
265		252	850	55
260	24	247	835	54
255	23	242	820	53
250	22	238	800	52
245		233	785	51
243	21	231	780	50
240		228	770	50
235		223	755	49
230		219	740	48
225		214	720	47
220		209	705	46
215		204	690	45
210		199	675	44
205		195	660	43
200		190	640	41

Tol	Ø mm							
	> 1 ≤ 3	> 3 ≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10 ≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80 ≤ 120
	µm							
e8	-14 / -28	-20 / -38	-25 / -47	-32 / -59	-40 / -73	-50 / -89	-60 / -106	-72 / -126
f6	-6 / -12	-10 / -18	-13 / -22	-16 / -27	-20 / -33	-25 / -41	-30 / -49	-36 / -58
f7	-6 / -16	-10 / -22	-13 / -28	-16 / -34	-20 / -41	-25 / -50	-30 / -60	-36 / -71
h6	0 / -6	0 / -8	0 / -9	0 / -11	0 / -13	0 / -16	0 / -19	0 / -22
h7	0 / -10	0 / -12	0 / -15	0 / -18	0 / -21	0 / -25	0 / -30	0 / -35
h8	0 / -14	0 / -18	0 / -22	0 / -27	0 / -33	0 / -39	0 / -46	0 / -54
h9	0 / -25	0 / -30	0 / -36	0 / -43	0 / -52	0 / -62	0 / -74	0 / -87
h10	0 / -40	0 / -48	0 / -58	0 / -70	0 / -84	0 / -100	0 / -120	0 / -140
h11	0 / -60	0 / -75	0 / -90	0 / -110	0 / -130	0 / -160	0 / -190	0 / -220
h12	0 / -100	0 / -120	0 / -150	0 / -180	0 / -210	0 / -250	0 / -300	0 / -350
k10	+40 / 0	+48 / 0	+58 / 0	+70 / 0	+84 / 0	+100 / 0	+120 / 0	+140 / 0
k12	+100 / 0	+120 / 0	+150 / 0	+180 / 0	+210 / 0	+250 / 0	+300 / 0	+350 / 0
m7	+2 / +12	+4 / +16	+6 / +21	+7 / +25	+8 / +29	+9 / +34	+11 / +41	+13 / +48
js14	+/- 125	+/- 150	+/- 180	+/- 215	+/- 260	+/- 310	+/- 370	+/- 435
js16	+/- 300	+/- 375	+/- 450	+/- 550	+/- 650	+/- 800	+/- 950	+/- 1100
H7	+10 / 0	+12 / 0	+15 / 0	+18 / 0	+21 / 0	+25 / 0	+30 / 0	+35 / 0
H8	+14 / 0	+18 / 0	+22 / 0	+27 / 0	+33 / 0	+39 / 0	+46 / 0	+54 / 0

1µm = 0.001mm

DRILLING

GENERAL HINTS ON DRILLING

1. Select the most appropriate drill for the application, bearing in mind the material to be machined, the capability of the machine tool and the coolant to be used.
2. Flexibility within the component and machine tool spindle can cause damage to the drill as well as the component and machine - ensure maximum stability at all times. This can be improved by selecting the shortest possible drill for the application.
3. Tool holding is an important aspect of the drilling operation and the drill cannot be allowed to slip or move in the tool holder.
4. The correct use of Morse Taper Shank drills relies on an efficient fit between the taper surfaces of the tool and the tool holder. The use of a soft-faced hammer should be used to drive the drill into the holder.
5. The use of suitable coolants and lubricants are recommended as required by the particular drilling operation. When using coolants and lubricants, ensure a copious supply, especially at the drill point.
6. Swarf evacuation whilst drilling is essential in ensuring the correct drilling procedure. Never allow the swarf to become stationary in the flute.
7. When regrinding a drill, always make sure that the correct point geometry is produced and that any wear has been removed.

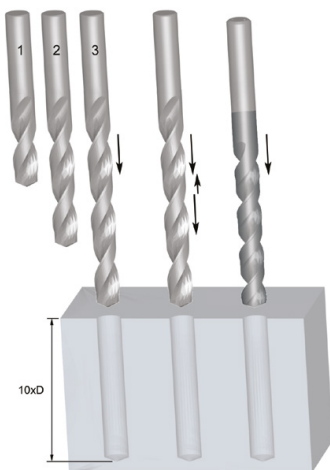
HOLE SIZE

As geometric, substrate and coating configurations become more advanced, the ability of a drill to produce a more accurate hole size increases. In general, a standard geometry tool will achieve a hole size to H12. However as the configuration of the drill becomes more complex the achievable hole size, under favourable conditions, can be as good as H8. To offer a better insight, listed below are the product types and their achievable hole tolerances:

- HSS General Purpose drills – H12
- HSS / HSS-E Parabolic Flute Deep Hole Drills – H10
- Solid Carbide High Performance coated – H8/H9

DEEP HOLE DRILLING STRATEGY

When drilling deep holes, several methods can be adopted to achieve the depth required. The example below shows four ways of drilling a hole with 10 x the diameter of the drill.



	Series Drilling	Series Drilling
No of drills	3 (2,5xD, 6xD, 10xD)	2 (2,5xD, 10xD)
Type of drill	Standard geometry, general purpose	Standard geometry, general purpose
+ / -	Expensive Time consuming	More cost effective Quick

	Peck Drilling	Single Pass Drilling
No of drills	1 (10xD)	1 (10xD)
Type of drill	Standard geometry, general purpose	Purpose specific tools
+ / -	Time consuming	Cost effective Fast

TROUBLE SHOOTING WHEN DRILLING

PROBLEM	CAUSE	REMEDY
Broken or twisted tangs	Bad fit between shank and socket	Ensure the shank and socket are clean and free from damage
Splitting of the web	Feed too high	Reduce feed to optimum rate
	Insufficient initial clearance	Regrind to correct specification
	Excessive web thinning	Regrind to correct specification
	Heavy impact at point of drill	Avoid impact at the point of drill. Take care with taper shank drills when inserting/ejecting from spindle
Worn outer corner	Excessive speed	Reduce speed to optimum - may be able to increase feed
Broken outer corners	Unstable component set up	Reduce movement in the component
Chipped cutting lips	Excessive initial clearance	Regrind to correct specification
Breakage at flute run out	Choking of flutes	Adopt a peck/series drilling concept
	Drill slipping	Ensure the drill is held securely in the chuck and spindle
Spiral finish in hole	Insufficient feed	Increase feed
	Bad positional accuracy	Use a spot drill before drilling
Hole size too large	Incorrect point geometry	Check point geometry
	Ineffective swarf clearance	Adjust speed, feed and peck length to achieve more manageable swarf

REAMING

GENERAL HINTS ON REAMING

To obtain the best results when using reamers it is essential to make them 'work'. It is a common fault to prepare holes for reaming with too little stock left in. If insufficient stock is left in the hole before reaming, then the reamer will rub, quickly show wear and will result in loss of diameter. It is equally important for performance not to leave too much stock in the hole. (See Stock Removal below).

1. Select the optimum type of reamer and the optimum speeds and feeds for the application. Ensure that pre-drilled holes are the correct diameter.
2. The workpiece must be held rigid and the machine spindle should have no play.
3. The chuck in which a straight shank reamer is held must be good quality. If the reamer slips in the chuck and the feed is automatic, breakage of the reamer may occur.
4. Keep tool overhang from machine spindle to a minimum.
5. Use recommended lubricants to enhance the life of the reamer and ensure the fluid reaches the cutting edges. As reaming is not a heavy cutting operation, soluble oil 40:1 dilution is normally satisfactory. Air blasting may be used with grey cast iron, if dry machining.
6. Do not allow the flutes of a reamer to become blocked with swarf.
7. Before the reamer is reground, check concentricity between centres. In most instances only the bevel lead will need regrinding.
8. Keep reamers sharp. Frequent regrinding is good economy, but it is important to understand that reamers cut only on the bevel and taper leads and not on the lands. Consequently only these leads need regrinding. Accuracy of regrinding is important to hole quality and tool life.

STOCK REMOVAL

The recommended stock removal in reaming is dependent on the application material and the surface finish of the pre-drilled hole. General guidelines for stock removal are shown in the following tables:

Size of reamed hole (mm)	When pre-drilled	When pre-core-drilled	Size of reamed hole (inches)	When pre-drilled	When pre-core-drilled
Below 4	0.1	0.1	Below 3/16	0.004	0.004
Over 4 to 11	0.2	0.15	3/16 to 1/2	0.008	0.006
Over 11 to 39	0.3	0.2	1/2 to 1.1/2	0.010	0.008
Over 39 to 50	0.4	0.3	1.1/2 to 2	0.016	0.010

TOLERANCE LIMITS



1. ON THE CUTTING DIAMETER OF STANDARD REAMERS

The diameter (d_1) is measured across the circular land immediately behind the bevel or taper lead. The tolerance is in accordance with DIN 1420 and is intended to produce H7 holes.

REAMER TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008

REAMER TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

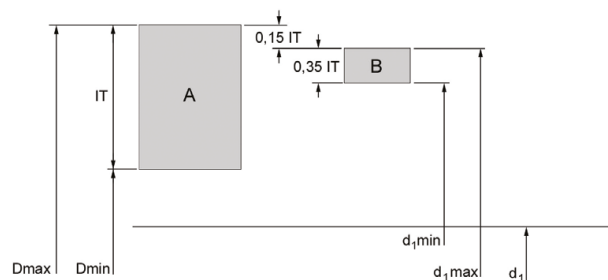
2. ON A H7 HOLE

The most common tolerance on a finished hole is H7 (see table below). For any other tolerance the figure and table beneath point 3 can be used to calculate the reamers tolerance location and width.

HOLE TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0

HOLE TOLERANCE			
Diameter (mm)		Tolerance Limit (mm)	
Over	Up to and including	High +	Low +
18	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. When it is necessary to define the dimensions of a special reamer intended to cut to a specific tolerance, e.g. D8, this well proven guide can be used.



A = Hole Tolerance
 B = Reamer Tolerance
 IT = Tolerance Width
 Dmax = Max Diameter of Hole
 Dmin = Min Diameter of Hole
 d_1 = Nominal Diameter
 $d_{1,max}$ = Max Diameter of Reamer
 $d_{1,min}$ = Min Diameter of Reamer

Tolerance width (microns)	Diameter Tolerance Width (mm)								
	over 1 incl. 3	over 3 incl. 6	over 6 incl. 10	over 10 incl. 18	over 18 incl. 30	over 30 incl. 50	over 50 incl. 80	over 80 incl. 120	over 120 incl. 180
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15	18
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22	27
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35	43
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54	63
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87	100
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140	170
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220	270
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350	430

e.g. 10mm hole with tolerance D8, Max dia = 10.062, Min dia = 10.040, Hole tol (IT8) = 0.022

Maximum limit: $0.15 \times \text{hole tolerance (IT8)} = 0.0033$, rounded up = 0.004

Minimum limit: $0.35 \times \text{hole tolerance (IT8)} = 0.0077$, rounded up = 0.008

Maximum limit for reamer = $10.062 - 0.004 = 10.058$

Minimum limit for reamer = $10.058 - 0.008 = 10.050$

TROUBLE SHOOTING WHEN REAMING

PROBLEM	CAUSE	REMEDY
Broken or twisted tangs	Incorrect fit between shank and socket	Ensure the shank and socket are clean and free from damage
Rapid tool wear	Insufficient stock to remove	Increase the amount of stock to be removed
Oversize hole	Excessive lip height variation	Regrind to correct specification
	Displacement in the machine spindle	Repair and rectify spindle displacement
	Deflects on the tool holder	Replace tool holder
	Tool shank is damaged	Replace or regrind the shank
	Ovality of the tool	Replace or regrind the tool
	Asymmetric bevel lead angle	Regrind to correct specification
	Too high feed or cutting speed	Adjust cutting conditions in accordance with Catalogue
Undersize hole	Insufficient stock to remove	Increase the amount of stock to be removed
	Too much heat generated while reaming. The hole widens and shrinks	Increase coolant flow
	The tool diameter is worn and is undersize	Regrind to correct specification
	Too low feed or cutting speed	Adjust cutting conditions in accordance with the Catalogue
	Pre-drilled hole is too small	Decrease the amount of stock to be removed
Oval and conical holes	Displacement in the machine spindle	Repair and rectify spindle displacement
	Misalignment between tool and hole	Use a bridge reamer
	Asymmetric bevel lead angle	Regrind to correct specification
Bad hole finish	Excessive stock to remove	Decrease the amount of stock to be removed
	Worn out tool	Regind to correct specification
	Too small cutting rake angle	Regind to correct specification
	Too diluted emulsion or cutting oil	Increase % concentration
	Feed and/or speed too low	Adjust cutting conditions in accordance with Catalogue
	Cutting speed too high	Adjust cutting conditions in accordance with Catalogue
The tool clamps and breaks	Worn out tool	Regind to correct specification
	Back taper of the tool is too small	Check and replace/modify the tool
	The width of the land is too wide	Check and replace/modify the tool
	Workpiece material tend to squeeze	Use an adjustable reamer to compensate for the displacement
	Pre-drilled hole is too small	Decrease the amount of stock to be removed
	Heterogeneous material with hard inclusions	Use solid carbide reamer

THREAD MILLING

GENERAL HINTS ON THREAD MILLING

1. Thread milling is the process of generating a thread by the circular interpolation of a milling cutter with a specific thread geometry ground around its periphery.
2. To be able to use a thread milling cutter it is necessary to have a CNC machine that can make circular paths.
3. Most modern CNC machines are equipped with machining cycles for thread milling
4. Consult the manual or contact the machine supplier for information

FEATURES AND BENEFITS

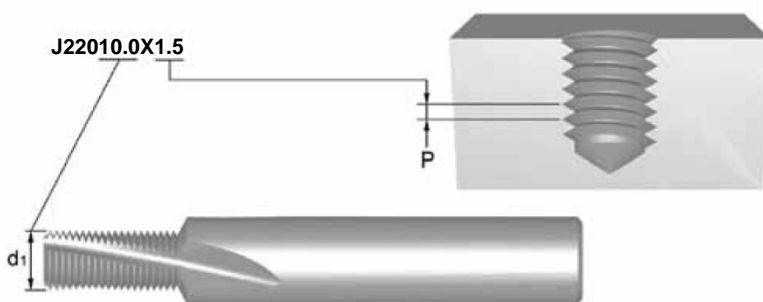
1. Thread milling gives increased reliability and tool life
2. Threadmills produce small chips resulting in problem free threading
3. Tolerance adjustments can be made using exact co-ordinates
4. You can generate a fuller thread to the bottom of the hole
5. Capable of machining a wide variety of materials
6. The same cutter can produce different size threads provided the pitch is the same
7. Both right and left hand threads can be created with the same tool
8. Some thread mills can also machine the entry chamfer (J200, J205, J260)

CHOOSING YOUR TOOL

Thread milling cutters have an item code based on the type, diameter (d_1) and pitch (P)

The item code is the number to use when ordering your tool

Always consult the catalogue to ensure you have the correct thread dimensions



This thread milling cutter can be used for threads \geq M12x1.5 (M14x1.5, M18x1.5 etc)

PROGRAMMING WITH Rprg

- For easy adjustment of the thread tolerance always program with radius correction
- The Rprg value is the start value for a new cutter and is printed on the cutter shank. This should be entered in the tool memory offset
- Rprg is based on the theoretical zero-line of the thread meaning that when you program using Rprg the thread is never oversize, but normally tight
- This means that with a small modification to the program co-ordinates you can create the thread to the required size

RECOMMENDATIONS

- Always use the correct cutting data (refer to the cutting data chart on page 198)
- Use the recommended drill size for the thread diameter, as for conventional taps
- For easy adjustment of the thread tolerance always start with the Rprg value printed on the shank of the threadmill
- Use a gauge to check the tolerance on the first thread to establish if the radius needs to be corrected. The radius can be corrected 2 or 3 times before the threadmill is worn out
- When dry machining, compressed air is recommended to help with swarf removal
- When threading more difficult materials, it is recommended to take 2 or 3 passes

THREADING

GENERAL HINTS ON TAPPING

The success of any tapping operation depends on a number of factors, all of which affect the quality of the finished product.

1. Select the correct design of tap for the component material and type of hole, i.e. through or blind, from the Materials Classification chart.
2. Ensure the component is securely clamped - lateral movement may cause tap breakage or poor quality threads.
3. Select the correct size of drill from the relevant catalogue page. Always ensure that work hardening of the component material is kept to a minimum.
4. Select the correct cutting speed as shown on the catalogue product page.
5. Use appropriate cutting fluid for correct application.
6. In NC applications ensure that the feed value chosen for the program is correct. When using a tapping attachment, 95% to 97% of the pitch is recommended to allow the tap to generate its own pitch.
7. Where possible, hold the tap in a good quality torque limiting tapping attachment, which ensures free axial movement of the tap and presents it squarely to the hole. It also protects the tap from breakage if accidentally 'bottomed' in a blind hole.
8. Ensure smooth entry of the tap into the hole, as an uneven feed may cause 'bell mouting'.

TAP TOLERANCE VS TOLERANCE ON INTERNAL THREAD (NUT)

Tolerance class, Tap			Tolerance, Internal thread (Nut)					Application
ISO	DIN	ANSI BS						
ISO 1	4 H	3 B	4 H	5 H				Fit without allowance
ISO 2	6 H	2 B	4 G	5 G	6 H			Normal fit
ISO 3	6 G	1 B			6 G	7 H	8 H	Fit with large allowance
-	7 G	-				7 G	8 G	Loose fit for following treatment or coating

TROUBLE SHOOTING WHEN TAPPING

PROBLEM	CAUSE	REMEDY
Oversize	Incorrect tolerance	Choose a tap with lower thread tolerance
	Incorrect axial feed rate	Reduce feed rate by 5-10% or increase compression of tap holder
	Wrong type of tap for application	Use spiral point for through hole or spiral flute for blind hole. Use coated tool to prevent built up edge. Check Catalogue or Product Selector for correct tool alternative
	Tap not centered on the hole	Check tap holder and position tap centre on the hole
	Lack of lubrication	Use good lubrication in order to prevent built up edge. See lubricant section in technical handbook
	Tap speed too slow	Follow recommendation in Catalogue / Product Selector
Undersize	Wrong type of tap for application	Use spiral point for through hole or spiral flute for blind hole. Use coated tool to prevent built up edge. Use tap with higher rake angle. Check Catalogue or Product Selector for correct tool alternative
	Incorrect tolerance	Choose a tap with higher tolerance, especially on material with low oversize tendency, such as cast iron, stainless steel
	Incorrect or lack of lubricant	Use good lubrication in order to prevent chip blockage inside the hole. See lubricant section in technical handbook
	Tap drill hole too small	Increase drill diameter to the maximum value. Check tapping size drill
	Material closing in after tapping	See recommendation in Catalogue / Product Selector for correct tool alternative
Chipping	Wrong type of tap for application	Choose a tap with lower rake angle. Choose a tap with longer chamfer. Use spiral point taps for through hole and spiral flute for blind holes, in order to avoid chip blockage. Check Catalogue or Product Selector for correct tool alternative
	Incorrect or lack of lubricant	Use good lubrication in order to prevent built up edge. See lubricant section in technical handbook
	Taps hit bottom of hole	Increase depth of drilling or decrease depth of tapping
	Work hardening surface	Reduce speed, use coated tool, use good lubrication. See section for machining of stainless steel in technical handbook
	Swarf trapping on reversal	Avoid sudden return of tap on reversal motion
	Chamfer hits hole entrance	Check axial position and reduce axial error of tap point on hole centre
	Tap drill hole too small	Increase drill diameter to maximum value. Check tapping size drill

TROUBLE SHOOTING WHEN TAPPING

PROBLEM	CAUSE	REMEDY
Breakage	Tap worn out	Use a new tap or regrind the old one
	Lack of lubricant	Use good lubrication in order to prevent built up edge and chip blockage. See lubricant section in technical handbook
	Taps hit bottom of hole	Increase depth of drilling or decrease depth of tapping
	Tap speed too high	Reduce cutting speed. Follow recommendation in Catalogue / Product Selector
	Work hardening surface	Reduce speed. Use coated tool Use good lubrication. See section for machining of stainless steel in technical handbook
	Tap drill hole too small	Increase drill diameter up to maximum value. See tap drill tables
	Too high torque	Use tapping attachment with torque adjustment clutch
	Material closing in after tapping	See recommendation in Catalogue / Product Selector for correct tool alternative
Rapid wear	Wrong type of tap for application	Use tap with lower rake angle and/or higher relief and/or longer chamfer. Use coated tool. Check Catalogue or Product Selector for correct tool alternative
	Lack of lubricant	Use good lubrication in order to prevent built up edge and thermal stress on cutting edge. See lubricant section in technical handbook
	Tap speed too high	Reduce cutting speed. Follow recommendation in Catalogue / Product Selector
Built up edge	Wrong type of tap for application	Use tap with lower rake angle and/or higher relief. Check Catalogue or Product Selector for correct tool alternative
	Lack of lubricant	Use good lubrication in order to prevent built up edge. See lubricant section in technical handbook
	Surface treatment not suitable	Choose a tap with the recommended surface treatment
	Tap speed too low	Follow recommendation in Catalogue / Product Selector

MILLING

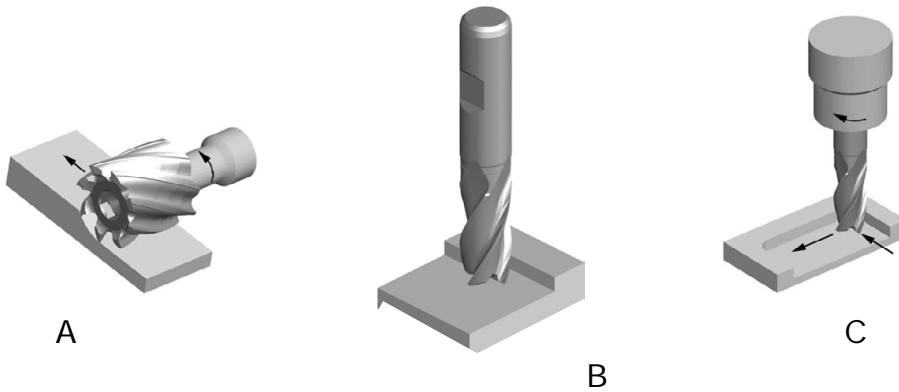
GENERAL HINTS ON MILLING

Milling is a process of generating machined surfaces by progressively removing a predetermined amount of material or stock from the workpiece at a relatively slow rate of movement or feed by a milling cutter rotating at a comparatively high speed.

The characteristic feature of the milling process is that each milling cutter tooth removes its share of the stock in the form of small individual chips

TYPE OF MILLING CUTTERS

The three basic milling operations are shown below: (A) peripheral milling, (B) face milling and (C) end milling.



In peripheral milling (also called slab milling), the axis of cutter rotation is parallel to the workpiece surface to be machined. The cutter has a number of teeth along its circumference, each tooth acting like a single-point cutting tool called a plain mill. Cutters used in peripheral milling may have straight or helical teeth generating an orthogonal or oblique cutting action.

In face milling, the cutter is mounted on a spindle with an axis of rotation perpendicular to the workpiece surface. The milled surface results from the action of cutting edges located on the periphery and face of the cutter.

In end milling, the cutter generally rotates on an axis vertical to the workpiece. It can be tilted to machine tapered surfaces. Cutting teeth are located on both the end face of the cutter and the periphery of the cutter body.

DIFFERENT APPLICATIONS FOR END MILLS

The MRR and the applications are strongly related. For each different application we have a different MRR that increases with the engagement section of the cutter on the workpiece. The recent Dormer Catalogue was produced with simple icons that show the different applications.

Side Milling	Face Milling	Slot Milling	Plunge Milling	Ramping
The radial depth of cut should be less than 0.25 of the diameter of the end mill.	The radial depth of cut should be no more than 0.9 of the diameter, axial depth of cut less than 0.1 of the diameter.	Machining of a slot for keyways. The radial depth of cut is equal to the diameter on the end mill.	It is possible to drill the workpiece with an end mill only with the cutting centre. In this operation the feed has to be halved.	Both axial and radial entering into the workpiece.

TROUBLE SHOOTING WHEN MILLING

PROBLEM	CAUSE	REMEDY
Breakage	Too high stock removal	Decrease feed per tooth
	Feed too fast	Slow down feed
Wear	Flute length or overall length too long	Hold shank deeper, use shorter end mill
	Workpiece material too hard	Check Catalogue or Selector for correct tool with higher grade material and/or proper coating
	Improper feed and speed	Check Catalogue or Selector for correct cutting parameters
	Poor chip evacuation	Reposition coolant lines
	Conventional milling	Climb milling
	Improper cutter helix	See recommendation in Catalogue/Selector for correct tool alternative
Chipping	Feed rate too high	Reduce feed rate
	Chattering	Reduce the RPM
	Low cutting speed	Increase the RPM
	Conventional milling	Climb milling
	Tool rigidity	Choose a shorter tool and/or place shank further up holder
	Workpiece rigidity	Hold workpiece tightly
Short Tool Life	Tough work material	Check Catalogue or Selector for correct tool alternative
	Improper cutting angle and primary relief	Change to correct cutting angle
	Cutter/workpiece friction	Use coated tool
Bad Surface finish	Feed too fast	Slow down to correct speed
	Speed too slow	Increase the speed
	Chip biting	Decrease stock removal
	Tool wear	Replace or regrind the tool
	Edge build up	Change to higher helix tool
	Chip welding	Increase coolant quantity

PROBLEM	CAUSE	REMEDY
Workpiece inaccuracy	Tool deflection	Choose a shorter tool and/or place shank further up holder
	Insufficient number of flutes	Use a tool with more flutes
	Loose/worn tool holder	Repair or replace it
	Poor tool holder rigidity	Replace with shorter/more rigid tool holder
	Poor spindle rigidity	Use larger spindle
Chattering	Feed and speed too high	Correct feed and speed with the help of the Catalogue/Selector
	Flute or overall length too long	Hold shank deeper and use shorter end mill
	Cutting too deep	Decrease depth of cut
	Not enough rigidity (machine and holder)	Check the tool holder and change it if necessary

CARBIDE BURRS

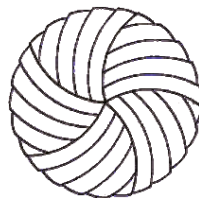
GENERAL HINTS ON CARBIDE BURRS

Carbide Burrs are widely used for preparing and finishing components in a wide range of materials.

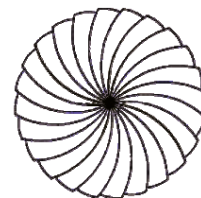
They are generally used by hand and mounted in air driven die-grinders

FEATURES AND BENEFITS

1. Toughened and hardened steel shanks improve rigidity and reduce the risk of bending or vibration
2. Accurately ground shanks improve holding and reduce likelihood of spinning
3. Special brazing elements prevent high temperature failure and also provide increased strength to withstand pressure and impact
4. The universal Double Cut geometry is suitable for a wide range of materials and applications
5. Material specific geometries are also available suited to Steel (ST), Stainless Steel (VA), Aluminium (AL) and Fibreglass (GRP)
6. Available with TiAlN coating to increase tool life in abrasive materials
7. Ball nose burrs are ground with Skip Flute geometry
8. This provides active geometry towards the centre of the burr, improving the cutting action and reducing the chances of swarf build up and clogging



Skip



Normal

SAFETY FIRST

1. High speed rotating tools are hazardous and can be dangerous if miss-used
2. Always disconnect the die grinder from the air supply before attempting to change the burrs
3. Check the condition of the die grinder and if possible use low vibration versions
4. Always use the appropriate protective equipment and ensure anyone working close by is also protected



Personal protective equipment must be worn at all times.

RECOMMENDATIONS

- Always use the appropriate speed rated die grinder (refer to the speed chart on page??)
- Routine maintenance of die grinders is important, ensure they are oiled and bearings are not worn
- Always clean the clamping nut, collet and internal taper of the die grinder when changing a burr
- Try to avoid mechanical shock and heavy impact of the burrs
- Try to avoid thermal shock by not allowing the burr to become overheated
- Don't plunge the burr too deep into the workpiece material or jam the bur into corners or channels

TROUBLE SHOOTING USING BURRS

PROBLEM	CAUSE
Chipping of Burr Teeth	Running too low rpm, can cause bouncing
	Eccentricity (worn spindle, collet or bearings)
	Plunging and jamming the burr into the workpiece
Clogging of Burr Teeth	Flute length or overall length too long
	Incorrect geometry choice for workpiece material
Premature Wear	Running too high rpm for size of burr and workpiece material
	Eccentricity (worn spindle, collet or bearings)
Head Detaches from Shank	Running too high rpm causing overheating
	Running for prolonged periods causing overheating

Español		Resistencia a la tracción		ISO
Aplicación por grupo de material		Dureza	N/mm ²	
		HB		
1. Acero	1.1 Acero blando	< 120	< 400	P 1
	1.2 Acero de construcción/cementación	< 200	< 700	P 1
	1.3 Acero al carbono	< 250	< 850	P 2
	1.4 Acero aleado	< 250	< 850	P 3
	1.5 Acero aleado/temple y revenido	> 250 < 350	> 850 < 1200	P 4
	1.6 Acero aleado/temple y revenido	> 350	> 1200 < 1620	H 1
	1.7 Acero aleado cementado	49-55HRC	> 1620	H 3
	1.8 Acero aleado cementado	55-63HRC	> 1980	H 4
2. Acero inoxidable	2.1 Acero inoxidable fácil mecanizado	< 250	< 850	M 1
	2.2 Austenítico	< 320	< 1100	M 3
	2.3 Ferrítico, Ferr. + Aust., Marten	< 300	< 1000	M 2
	2.4 Acero inoxidable Templado	>320 <410	>1100 <1400	S 2
3. Hierro Fundido	3.1 Con grafito laminar	< 150	> 500	K 1
	3.2 Con grafito laminar	> 150 <300	> 500 < 1000	K 2
	3.3 Con graf. laminar, fundic. maleable	< 200	< 700	K 3
	3.4 Con graf. laminar, fundic. maleable	> 200 < 300	> 700 < 1000	K 4
4. Titanio	4.1 Titanio no aleado	< 200	< 700	S 1
	4.2 Titanio aleado	< 270	< 900	S 2
	4.3 Titanio aleado	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250	S 3
5. Nickel	5.1 Niquel no aleado	< 150	< 500	S 1
	5.2 Niquel aleado	< 270	> 900	S 2
	5.3 Niquel aleado	> 270 < 350	> 900 < 1200	S 3
6. Cobre	6.1 Cobre	< 100	< 350	N 3
	6.2 β-Latón, bronce	< 200	< 700	N 4
	6.3 α-Latón	< 200	< 700	N 3
	6.4 Metal AMPCO	< 470	< 1500	N 4
7. Aluminio Magnesio	7.1 Al. Mg, no aleado	< 100	< 350	N 1
	7.2 Al aleado con Si < 0.5%	< 150	< 500	N 1
	7.3 Al aleado con Si > 0.5% < 10%	< 120	< 400	N 1
	7.4 Al aleado, Si>10% Reforzado por filamentos Al-aleados, Mg-aleados	< 120	< 400	N 2
8. Materiales Sintéticos	8.1 Termoplásticos	---	---	O
	8.2 Plásticos endurecidos por calor	---	---	O
	8.3 Materiales plásticos reforzados	---	---	O
9. Materiales duros	9.1 Cerámicas (metales-cerámicas)	< 550	< 1700	H
	10. Grafito	---	< 100	O

EJEMPLOS DE MATERIALES DE LAS PIEZAS DE TRABAJO EN DIFERENTES NORMAS

AMG	EN	W Nr.	DIN	BS	SS	USA	UNS	ISO
1.1		1.1015, 1.1013	Rb60, Rf6100	230Mn7, 050A12	1160	Leaded Steels	G12120	P 1
1.2	EN 10 025 - S235JRG2	1.1012, 1.1053, 1.17131	S137-2, 16MnCr5, S150-2	060A35, 080M40, 4360-50B	1312, 1412, 1914	135, 30	G10100	P 1
1.3	EN 10 025 - E295	1.1191, 1.0601	CK45, C60	080M46, 080A62	1550, 2142, 2172	1024, 1060, 1061	G10600	P 2
1.4	EN 10 083-1 - 42 CrMo 4 - EN 10 270-2	1.7225, 1.3505, 1.6582, 1.3247	42CrMo4, 100Cr6, 34CrNiMo6, S2-10+8	708M40/42, 817M40, 534A99, BM2, BT42	1672-04, 2090, 2244-02, 2541-02	4140, A2, 4340, M42, M2	G41270, G41470, T30102, T11342	P 3
1.5	EN ISO 4957 - HS6-5-2 - EN ISO 4957 - HS6-5-25	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, 5NiCrMoV6, X210Cr12, S2-10+8	B01, BM2, BT42, 826 M40, 830M31	2244-04, 2541-03, 2550, 2722, 2723	01, L6, M42, D3, A2, M2, 4140, 8630	G86300, T30102, T11302, T30403, T11342	P 4
1.6	EN ISO 4957 - HS2-9+8	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, X210Cr12, S2-10+8	801, 826 M40, 830M31	2244-05, 2541-05, , HARDOX 400	01, L6, M42, D3, 4140, 8130	T30403, G41400, J14047	H 1
1.7	EN ISO 4957 - HS2-9+8	1.2510	100MnCrW12	B01, BD3, BH13	HARDOX 500			H 3
1.8	EN ISO 4957 - X40CrMoV5-1	1.3343, 1.2344	S6-5-2, GX40CrMoV5-1	BM2, BH13	2242 HARDOX 600			H 4
2.1	EN 10 088-3 - X14CrMoS17	1.4305, 1.4104	X10CrNiS189, X12CrMoS17	303 S21, 416 S37	2301, 2312, 2314, 2346, 2380	303, 416, 430F	S30300, S41600, S43020	M 1
2.2	EN 10 088-2-0-3 - 1.4301+AT	1.4301, 1.4541, 1.4571	X5CrNi189 X10CrNiMoTi1810	304 S15, 321 S17, 316 S, 320 S12	2310, 2333, 2337, 2343, 2353, 2377	304, 321, 316	S50400, S32100, S31600	M 3
2.3	EN 10 088-3 - 1.4460	1.4460, 1.4512, 1.4582	X8CrNiMo275, X4CrNiMoN6257	317 S16, 316 S16	2324, 2387, 2570	409, 430, 436	S40900, S4300, S43600	M 2
2.4	EN 1.4547	1.4547	X2CrNiMo20-18-6	HR41	2378	17-4PH	S31254	S 2
3.1	EN 1561 - EN-JL1030	0.6010, 0.6040	GG10, GG40	Grade150, Grade 400	0120, 0212, 0814	ASTM A48 class 20	F11401, F12801	K 1
3.2	EN 1561 - EN-JL1050	0.6025, 0.6040	GG25, GG40	Grade200, Grade 400	0125, 0130, 0140, 0217	ASTM A48 class 40, STM A48 class 60	F12801, F14101	K 2
3.3	EN 1561 - EN-JL2040	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GG40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	42012, P44007, 7002, 30g/72	0219, 0717, 0727, 0732, 0852	ASTM A220 grade 40010, ASTM A602 grade M4504	F22830, F20001	K 3
3.4	EN 1561 - EN-JL2050	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GG40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	42012, P44007, 7002, 30g/72	0221, 0223, 0737, 0854	ASTM A220 grade 90001, ASTM A602 grade M8501	F26230, 20005	K 4
4.1		3.7024LN	T89.8	TA1 to 9	T89.8	ASTM B265 grade 1	R50250	S 1
4.2		3.7164LN, 3.7119LN	TA16V4, TA165n2	TA10 to 14, TA17	TA16V4, TA165n2	AMS4928	R54790	S 2
4.3		3.7164LN, 3.7174LN, 3.7184LN	TA16V4, TA16V5Sn2, TA14MoSn2	TA10 to 13, TA28	TA16V5Sn2	AMS4928, AMS4971	R56400, R54790	S 3
5.1		2.4060, 2.4066	Nickel 200, 270, N199.6	NA 11, NA12	N1200, N1270	Nickel 200, Nickel 230	N02200, N02230	S 1
5.2		2.4630LN, 2.4602, 2.4650LN	Nimonic 75, Monel 400, Hastelloy C, Inconel 600	HR203, 3027-76		Nimonic 75, Monel400, Hastelloy, Inconel600	N06075, N10002, N04400, N06600	S 2
5.3		2.4668LN, 2.4631LN, 2.6554LN	Inconel 718, Nimonic 80A, Waspaloy	HR8, HR401, 601		Inconel 718, 625, Nimonic 80	N07718, N07080, N06625	S 3
6.1	EN 1652 - CW004A	2.0060, 2.0070	E-Cu57, SE-Cu	C101	5010	101	C10100, C1020	N 3
6.2	EN 1652 - CW612N	2.0380, 2.0360, 2.1030, 2.1080	CuZn39Pb2, CuZn40, CuSn8, CuSn6Zn	CZ120, CZ109, PB104	5168		C28000, C37710	N 4
6.3	EN 1652 - CW508L	2.0321, 2.0260	CuZn37, CuZn28	CZ108, CZ106	5150		C2600, C37720	N 3
6.4			Ampco 18, Ampco 25	AB1 type	5238, JIM7-20			N 4
7.1	EN 485-2 - EN AW-1070A	3.0255	Al99.5	LM0, 1 B (1050A)	4005	EC, 1060, 1100	A91060, A91100	N 1
7.2	EN 755-2 - EN AW-5005	3.1355, 3.3525	AlCuMg2, AlMg2Mn0.8	LM5, 10, 12, N4 (6251)	4106, 4212	380, 520.0, 520.2, 2024, 6061	A03800, A05200, A92024	N 1
7.3	EN 1706 - EN AC-42000	3.2162.05, 3.2341.01	GD-ALSi8Cu, G-ASi5Mg	LM2, 4, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 26, 27, L 109	4244	319.0, 333.0, 319.1, 356.0	A03190, A03330, C35600	N 1
7.4	SS-EN 1706 - EN AC-47000	3.2581.01	G-ALSiH8, G-ALSi12	LM6, 12, 13, 20, 28, 29, 30	4260, 4261, 4262	4032, 222.1, A332.0	A94032, A02220, A13320	N 2
8.1			Polystyrene, Nylon, PVC Cellulose, Acetate & Nitrate			Polystyrene, Nylon, PVC		O
8.2			Ebonite, Tufnol, Bakelite			Bakelite		O
8.3			Kevlar, Printed Circuit boards			Kevlar		O
9.1			Ferrocite, Ferrotitanit					H
10.1			Graphite					O

Tabla de Velocidades de Corte



		Vc															
m/Min		5	8	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	150
Feet/Min		16	26	32	50	66	82	98	130	165	197	230	262	296	330	362	495
Ø		RPM															
mm	inch																
1,00		1592	2546	3183	4775	6366	7958	9549	12732	15916	19099	22282	25465	28648	31831	35014	47747
1,50		1061	1698	2122	3183	4244	5305	6366	8488	10610	12732	14854	16977	19099	21221	23343	31831
2,00		796	1273	1592	2387	3183	3979	4775	6366	7958	9549	11141	12732	14324	15916	17507	23873
2,50		637	1019	1273	1910	2546	3183	3820	5093	6366	7639	8913	10186	11459	12732	14006	19099
3,00		531	849	1061	1592	2122	2653	3183	4244	5305	6366	7427	8488	9549	10610	11671	15916
3,18	1/8	500	801	1001	1501	2002	2502	3003	4004	5005	6006	7007	8008	9009	10010	11011	15015
3,50		455	728	909	1364	1819	2274	2728	3638	4547	5457	6366	7276	8185	9095	10004	13642
4,00		398	637	796	1194	1592	1989	2387	3183	3979	4775	5570	6366	7162	7958	8754	11937
4,50		354	566	707	1061	1415	1768	2122	2829	3537	4244	4951	5659	6366	7074	7781	10610
4,76	3/16	334	535	669	1003	1337	1672	2006	2675	3344	4012	4681	5350	6018	6687	7356	10031
5,00		318	509	637	955	1273	1592	1910	2546	3183	3820	4456	5093	5730	6366	7003	9549
6,00		265	424	531	796	1061	1326	1592	2122	2653	3183	3714	4244	4775	5305	5836	7958
6,35	1/4	251	401	501	752	1003	1253	1504	2005	2506	3008	3509	4010	4511	5013	5514	7519
7,00		227	364	455	682	909	1137	1364	1819	2274	2728	3183	3638	4093	4547	5002	6821
7,94	5/16	200	321	401	601	802	1002	1203	1604	2004	2405	2806	3207	3608	4009	4410	6013
8,00		199	318	398	597	796	995	1194	1592	1989	2387	2785	3183	3581	3979	4377	5968
9,00		177	283	354	531	707	884	1061	1415	1768	2122	2476	2829	3183	3537	3890	5305
9,53	3/8	167	267	334	501	668	835	1002	1336	1670	2004	2338	2672	3006	3340	3674	5010
10,00		159	255	318	477	637	796	955	1273	1592	1910	2228	2546	2865	3183	3501	4775
11,11	7/16	143	229	287	430	573	716	860	1146	1433	1719	2006	2292	2579	2865	3152	4298
12,00		133	212	265	398	531	663	796	1061	1326	1592	1857	2122	2387	2653	2918	3979
12,70	1/2	125	201	251	376	501	627	752	1003	1253	1504	1754	2005	2256	2506	2757	3760
14,00		114	182	227	341	455	568	682	909	1137	1364	1592	1819	2046	2274	2501	3410
14,29	9/16	111	178	223	334	446	557	668	891	1114	1337	1559	1782	2005	2228	2450	3341
15,00		106	170	212	318	424	531	637	849	1061	1273	1485	1698	1910	2122	2334	3183
15,88	5/8	100	160	200	301	401	501	601	802	1002	1203	1403	1604	1804	2004	2205	3007
16,00		99	159	199	298	398	497	597	796	995	1194	1393	1592	1790	1989	2188	2984
17,46	11/16	91	146	182	273	365	456	547	729	912	1094	1276	1458	1641	1823	2005	2735
18,00		88	141	177	265	354	442	531	707	884	1061	1238	1415	1592	1768	1945	2653
19,05	3/4	84	134	167	251	334	418	501	668	835	1003	1170	1337	1504	1671	1838	2506
20,00		80	127	159	239	318	398	477	637	796	955	1114	1273	1432	1592	1751	2387
24,00		66	106	133	199	265	332	398	531	663	796	928	1061	1194	1326	1459	1989
25,00		64	102	127	191	255	318	382	509	637	764	891	1019	1146	1273	1401	1910
27,00		59	94	118	177	236	295	354	472	589	707	825	943	1061	1179	1297	1768
30,00		53	85	106	159	212	265	318	424	531	637	743	849	955	1061	1167	1592
32,00		50	80	99	149	199	249	298	398	497	597	696	796	895	995	1094	1492
36,00		44	71	88	133	177	221	265	354	442	531	619	707	796	884	973	1326
40,00		40	64	80	119	159	199	239	318	398	477	557	637	716	796	875	1194
50,00		32	51	64	95	127	159	191	255	318	382	446	509	573	637	700	955

HV	HRC	HB		
Vickers	Rockwell	Brinell	N/ mm ²	Tons/ sq. in.
940	68			
900	67			
864	66			
829	65			
800	64			
773	63			
745	62			
720	61			
698	60			
675	59			
655	58		2200	142
650		618	2180	141
640		608	2145	139
639	57	607	2140	138
630		599	2105	136
620		589	2070	134
615	56	584	2050	133
610		580	2030	131
600		570	1995	129
596	55	567	1980	128
590		561	1955	126
580		551	1920	124
578	54	549	1910	124
570		542	1880	122
560	53	532	1845	119
550		523	1810	117
544	52	517	1790	116
540		513	1775	115
530		504	1740	113
527	51	501	1730	112
520		494	1700	110
514	50	488	1680	109
510		485	1665	108
500		475	1630	105
497	49	472	1620	105
490		466	1595	103
484	48	460	1570	102
480		456	1555	101
473	47	449	1530	99
470		447	1520	98
460		437	1485	96
458	46	435	1480	96
450		428	1455	94
446	45	424	1440	93
440		418	1420	92

HV	HRC	HB		
Vickers	Rockwell	Brinell	N/ mm ²	Tons/ sq. in.
434	44	413	1400	91
423	43	402	1360	88
413	42	393	1330	86
403	41	383	1300	84
392	40	372	1260	82
382	39	363	1230	80
373	38	354	1200	78
364	37	346	1170	76
355	36	337	1140	74
350		333	1125	73
345	35	328	1110	72
340		323	1095	71
336	34	319	1080	70
330		314	1060	69
327	33	311	1050	68
320		304	1030	67
317	32	301	1020	66
310	31	295	995	64
302	30	287	970	63
300		285	965	62
295		280	950	61
293	29	278	940	61
290		276	930	60
287	28	273	920	60
285		271	915	59
280	27	266	900	58
275		261	880	57
272	26	258	870	56
270		257	865	56
268	25	255	860	56
265		252	850	55
260	24	247	835	54
255	23	242	820	53
250	22	238	800	52
245		233	785	51
243	21	231	780	50
240		228	770	50
235		223	755	49
230		219	740	48
225		214	720	47
220		209	705	46
215		204	690	45
210		199	675	44
205		195	660	43
200		190	640	41

Tol	Ø mm							
	> 1 ≤ 3	> 3 ≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10 ≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80 ≤ 120
	µm							
e8	-14 / -28	-20 / -38	-25 / -47	-32 / -59	-40 / -73	-50 / -89	-60 / -106	-72 / -126
f6	-6 / -12	-10 / -18	-13 / -22	-16 / -27	-20 / -33	-25 / -41	-30 / -49	-36 / -58
f7	-6 / -16	-10 / -22	-13 / -28	-16 / -34	-20 / -41	-25 / -50	-30 / -60	-36 / -71
h6	0 / -6	0 / -8	0 / -9	0 / -11	0 / -13	0 / -16	0 / -19	0 / -22
h7	0 / -10	0 / -12	0 / -15	0 / -18	0 / -21	0 / -25	0 / -30	0 / -35
h8	0 / -14	0 / -18	0 / -22	0 / -27	0 / -33	0 / -39	0 / -46	0 / -54
h9	0 / -25	0 / -30	0 / -36	0 / -43	0 / -52	0 / -62	0 / -74	0 / -87
h10	0 / -40	0 / -48	0 / -58	0 / -70	0 / -84	0 / -100	0 / -120	0 / -140
h11	0 / -60	0 / -75	0 / -90	0 / -110	0 / -130	0 / -160	0 / -190	0 / -220
h12	0 / -100	0 / -120	0 / -150	0 / -180	0 / -210	0 / -250	0 / -300	0 / -350
k10	+40 / 0	+48 / 0	+58 / 0	+70 / 0	+84 / 0	+100 / 0	+120 / 0	+140 / 0
k12	+100 / 0	+120 / 0	+150 / 0	+180 / 0	+210 / 0	+250 / 0	+300 / 0	+350 / 0
m7	+2 / +12	+4 / +16	+6 / +21	+7 / +25	+8 / +29	+9 / +34	+11 / +41	+13 / +48
js14	+/- 125	+/- 150	+/- 180	+/- 215	+/- 260	+/- 310	+/- 370	+/- 435
js16	+/- 300	+/- 375	+/- 450	+/- 550	+/- 650	+/- 800	+/- 950	+/- 1100
H7	+10 / 0	+12 / 0	+15 / 0	+18 / 0	+21 / 0	+25 / 0	+30 / 0	+35 / 0
H8	+14 / 0	+18 / 0	+22 / 0	+27 / 0	+33 / 0	+39 / 0	+46 / 0	+54 / 0
H9	+25 / 0	+30 / 0	+36 / 0	+43 / 0	+52 / 0	+62 / 0	+74 / 0	+87 / 0
H12	+100 / 0	+120 / 0	+150 / 0	+180 / 0	+210 / 0	+250 / 0	+300 / 0	+350 / 0
P9	-6 / -31	-12 / -42	-15 / -51	-18 / -61	-22 / -74	-26 / -86	-32 / -106	-37 / -124

1µm = 0.001 mm

TALADRADO

INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL TALADRADO

1. Seleccione la broca más apropiada para la aplicación, en función del material que se debe mecanizar, la capacidad de la máquina herramienta y el refrigerante que se va a utilizar.
2. La falta de rigidez del componente y del husillo de la máquina herramienta puede ocasionar daños en la broca, además de en el componente y en la máquina. Deberá garantizarse por tanto la máxima estabilidad en todo momento. Dicha estabilidad puede mejorarse seleccionando la broca más corta posible para la aplicación.
3. La sujeción de la herramienta es un aspecto importante en la operación de taladrar y no se puede permitir que la broca resbale o que se mueva en el portaherramientas.
4. El uso de refrigerantes y lubricantes adecuados se recomienda en función de la operación específica de taladrado. Cuando utilice refrigerantes y lubricantes, asegure un suministro abundante, especialmente en la punta de la broca.
5. La evacuación de la viruta durante el taladrado es esencial para garantizar un correcto procedimiento del taladrado. No permita que las estrías de la broca se atasquen de virutas.
6. Al reafilarse la broca, cerciórese de que se ha eliminado todo el desgaste y de que se produce la geometría de punta correcta.

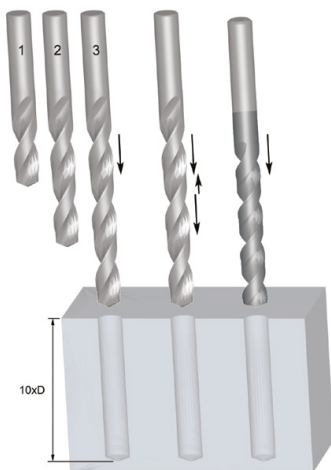
TAMAÑO DEL AGUJERO

A medida que aumenta la complejidad de las configuraciones de geometría, sustrato y recubrimiento, aumenta también la capacidad de la broca para producir tamaños de agujero más precisos. En general, una herramienta con geometría estándar logrará, como máximo, un tamaño de agujero H12. Sin embargo, a medida que la configuración de la broca se hace más compleja, el tamaño del agujero puede llegar, en condiciones favorables, hasta una tolerancia H8. A continuación se muestran las tolerancias de agujero que se puede lograr para cada tipo de brocas:

- Brocas HSS para aplicaciones generales – H12
- Brocas HSS/HSS-E con estrías parabólicas para agujeros profundos – H10
- Metal duro con recubrimiento de alto rendimiento – H8/H9

ESTRATEGIA DE TALADRADO DE AGUJEROS PROFUNDOS

Al taladrar agujeros profundos, pueden adoptarse varios métodos para lograr la profundidad requerida. En el ejemplo se muestran cuatro formas de taladrar un agujero con una profundidad de 10 veces el diámetro de la broca.



	Taladro en series	Taladro en series
Número de brocas	3 (2,5 xD, 6 xD, 10 xD)	2 (2,5 xD, 10 xD)
Tipo de broca	Geometría estándar, aplicaciones generales	Geometría estándar, aplicaciones generales
+ / -	Caro Largo	Más rentable Rápido

	Taladro con desahogo (misma broca)	Taladro en 1 paso
Número de brocas	1 (10 xD)	1 (10 xD)
Tipo de broca	Geometría estándar, aplicaciones generales	Herramientas específicas
+ / -	Largo	Rentable Rápido

PROBLEMAS EN EL TALADRADO

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Rotura o torsión en la espiga	Malas condiciones entre el mango y el portaherramientas	Comprobar que el mango y el portaherramientas están limpios y no están dañados
Grietas en el alma de la herramienta	Avance demasiado alto	Reducir el avance a un valor óptimo
	Insuficiente holgura inicial	Reafilarse según las especificaciones correctas
	Alma excesivamente delgada	Reafilarse según las especificaciones correctas
	Duro impacto en la punta de la broca	Evitar impactos en la punta de la broca. Tener precaución con las brocas del mango cónico al introducirlas/expulsarlas del husillo
Desgaste en las esquinas exteriores	Excesiva velocidad	Reducir la velocidad al valor óptimo, debe poder incrementarse el avance
Rotura de las esquinas exteriores	Montaje de la herramienta inestable	Reducir el movimiento en el componente
Labios de corte astillados	Excesiva holgura inicial	Reafilarse según las especificaciones correctas
Rotura en la salida de la estría	Estrías atascadas	Adoptar un concepto de taladrado con desahogo/en serie
	Resbalamiento de la broca	Asegurar que la broca está bien sujeta en el portapinzas y el husillo
Acabado en espiral del agujero	Avance insuficiente	Incrementar el avance
	Exactitud del posicionamiento mala	Usar una broca de centrar antes del taladrado
Tamaño del agujero demasiado grande	Geometría de la punta incorrecta	Corregir la geometría de la punta
	Holgura de la viruta deficiente	Ajustar la velocidad y el avance y la longitud de desahogo para lograr una viruta más manejable

ESCARIADO**INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL ESCARIADO**

Para obtener los mejores resultados con los escariadores, es esencial hacerlos 'trabajar'. Un error frecuente es el de preparar orificios para escariar dejando dentro poco material. Si se deja en el orificio material insuficiente antes de escariar, el escariador rozará, se desgastará rápidamente y el resultado será la pérdida de diámetro. Para garantizar un buen rendimiento, también es importante no dejar demasiado material en el agujero. (Véase el apartado "Eliminación de material" a continuación).

1. Seleccionar el tipo óptimo de escariador y las velocidades y avances óptimos para la aplicación. Asegurar que los agujeros pretaladrados sean del diámetro correcto.
2. La pieza de trabajo debe sujetarse rígida y el husillo de la máquina no debe tener juego.
3. El portapinzas en el que se sujeta un escariador de mango recto debe ser de buena calidad. Si el escariador resbala en el portapinzas y el avance es automático, el escariador podría romperse.
4. Mantener al mínimo el voladizo de la herramienta respecto al husillo de la máquina.
5. Usar los lubricantes recomendados para prolongar la vida útil del escariador y asegurar que el fluido llegue a los filos de corte. Como la operación de escariar no es un trabajo de corte pesado, normalmente bastará una disolución 40:1 de aceite soluble. Cuando se trata de mecanizado en seco, se puede emplear aire a presión (ej. con el mecanizado de acero de fundición gris).
6. No permitir que las estrías del escariador se atasquen de virutas.
7. Antes de volver a reafilar el escariador, comprobar la concentricidad entre centros. En la mayoría de los casos, sólo habrá que rectificar el paso del bisel.
8. Mantener afilados los escariadores. El reafilado frecuente es rentable, pero es importante entender que los escariadores sólo cortan en el chaflán de entrada y no en las superficies entre estrías. Por lo tanto, sólo hay que rectificar dichas superficies. La exactitud de la rectificación es importante para la calidad del acabado del orificio y la vida útil de la herramienta.

ELIMINACIÓN DE MATERIAL

La eliminación de material recomendada al escariar depende del material de aplicación y el acabado de la superficie del orificio pretaladrado. En la siguiente tabla se dan las directrices generales para la eliminación de material:

Tamaño del agujero escariado (mm)	Con pretaladrado	Con pretaladrado de núcleo	Tamaño del agujero escariado (pulgadas)	Con pretaladrado	Con pretaladrado de núcleo
Menos de 4	0.1	0.1	Menos de 3/16	0.004	0.004
De 4 a 11	0.2	0.15	3/16 a 1/2	0.008	0.006
De 11 a 39	0.3	0.2	1/2 a 1.1/2	0.010	0.008
De 39 a 50	0.4	0.3	1.1/2 a 2	0.016	0.010

LÍMITES DE TOLERANCIA



1. EN EL DIÁMETRO DE CORTE DE LOS ESCARIADORES ESTÁNDAR

El diámetro (d_1) se mide sobre la superficie circular entre estrías inmediatamente detrás del bisel o paso cónico. La tolerancia se ajusta a DIN 1420 y sirve para producir agujeros H7.

TOLERANCIA DEL ESCARIADOR			
Diámetro (mm)		Límite de tolerancia (mm)	
Por encima de	Hasta e incluido	Alto +	Bajo +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008

TOLERANCIA DEL ESCARIADOR			
Diámetro (mm)		Límite de tolerancia (mm)	
Por encima de	Hasta e incluido	Alto +	Bajo +
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

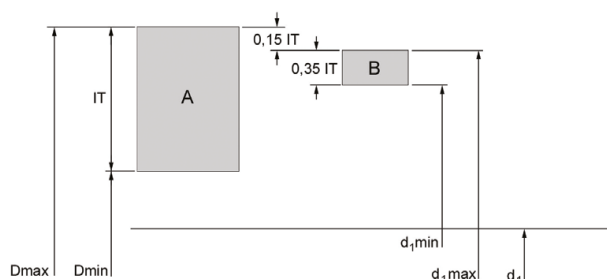
2. EN UN AGUJERO H7

La tolerancia más común en un agujero acabado es H7 (ver la tabla de abajo). Para cualquier otra tolerancia, ver la figura y la tabla del punto 3 (se muestra más abajo); esta tabla se puede usar para calcular el ancho y la ubicación de tolerancia de los escariadores.

TOLERANCIA DEL AGUJERO			
Diámetro (mm)		Límite de tolerancia (mm)	
Por encima de	Hasta e incluido	Alto +	Bajo +
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0

TOLERANCIA DEL AGUJERO			
Diámetro (mm)		Límite de tolerancia (mm)	
Por encima de	Hasta e incluido	Alto +	Bajo +
18	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. Cuando es necesario definir las dimensiones para un escariador especial para cortar según una tolerancia específica, por ejemplo D8, se puede usar esta guía.



A = Tolerancia del Agujero
 B = Tolerancia del Escariador
 IT = Ancho de tolerancia
 Dmax = Diámetro máx. del agujero
 Dmin = Diámetro mín. del agujero
 d_1 = Diámetro nominal
 $d_{1,max}$ = Diámetro máx. del escariador
 $d_{1,min}$ = Diámetro mín. del escariador

Ancho de tolerancia (micrones)	Ancho de tolerancia del diámetro (mm)							
	por encima de 1 incl. 3	por encima de 3 incl. 6	por encima de 6 incl. 10	por encima de 10 incl. 18	por encima de 18 incl. 30	por encima de 30 incl. 50	por encima de 50 incl. 80	por encima de 80 incl. 120
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350

por ejemplo: agujero de 10 mm con tolerancia D8, diám. máx. = 10,062, diám. mín. = 10,040, toler. del agujero (IT8) = 0,022

Límite máximo: $0.15 \times$ tolerancia de agujero (IT8) = 0.0033, redondeado = 0.004

Límite mínimo: $0.35 \times$ tolerancia de agujero (IT8) = 0.0077, redondeado = 0.008

Límite máximo para escariador = $10.062 - 0.004 = 10.058$

Límite mínimo para escariador = $10.058 - 0.008 = 10.050$

PROBLEMAS EN EL ESCARIADO

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Rotura o torsión en la espiga	Ajuste incorrecto entre el mango y el portaherramientas	Comprobar que el mango y el portaherramientas están limpios y no están dañados
Desgaste rápido de la herramienta	Material insuficiente que eliminar	Aumentar la cantidad de material que eliminar
Agujero sobredimensionado	Excesiva variación de la altura del labio	Reafilar según las especificaciones correctas
	Desplazamiento en el husillo de la máquina	Reparar y rectificar el desplazamiento del husillo
	Desviaciones en el portaherramientas	Reemplazar el portaherramientas
	El mango de la herramienta esta dañado	Sustituir o rectificar el mango
	Forma ovalada de la herramienta	Sustituir o rectificar la herramienta
	Ángulo del paso biselado asimétrico	Reafilar según las especificaciones correctas
	Avance o velocidad de corte de la herramienta demasiado alto	Ajustar las condiciones de corte de acuerdo con el catálogo
Menor tamaño del agujero	Material insuficiente que eliminar	Aumentar la cantidad de material que eliminar
	Excesiva generación de calor en el escariado El agujero se amplía y se contrae	Incrementar la refrigeración
	El diámetro de la herramienta esta desgastado e infradimensionado	Reafilar según las especificaciones correctas
	Avance o velocidad de corte de la herramienta demasiado baja	Ajustar las condiciones de corte de acuerdo con el catálogo
	El agujero pretaladrado es demasiado pequeño	Reducir la cantidad de material que eliminar
Agujeros ovalados y cónicos	Desplazamiento en el husillo de la máquina	Reparar y rectificar el desplazamiento del husillo
	Mal centraje entre la herramienta y el agujero	Usar un escariador guiado
	Ángulo de avance del bisel asimétrico	Reafilar según las especificaciones correctas
Acabado del agujero deficiente	Excesivo material a eliminar	Reducir la cantidad de material que eliminar
	Herramienta muy gastada	Reafilar según las especificaciones correctas
	Ángulo de desprendimiento demasiado pequeño	Reafilar según las especificaciones correctas
	Emulsión o aceite de corte demasiado diluido	Incrementar el % de concentración
	Avance y/o velocidad demasiado baja	Ajustar las condiciones de corte de acuerdo con el catálogo
	Velocidad de corte demasiado alta	Ajustar las condiciones de corte de acuerdo con el catálogo
La herramienta se clava o se rompe	Herramienta muy gastada	Reafilar según las especificaciones correctas
	Chaflán de salida de la herramienta demasiado pequeño	Verificar y reemplazar o modificar la herramienta
	Ancho entre estrías demasiado grande	Verificar y reemplazar o modificar la herramienta
	El material de la pieza de trabajo tiende a retorcerse	Utilizar un escariador regulable para compensar el desplazamiento
	El agujero pretaladrado es demasiado pequeño	Reducir la cantidad de material que eliminar
	Material heterogéneo con inclusiones duras	Usar un escariador de metal duro

FRESADO DE ROSCAS

INDICACIONES GENERALES SOBRE EL FRESADO DE ROSCAS

1. El fresado de roscas es el proceso por el cual se generan roscas mediante la interpolación circular de una fresa con una geometría de rosca específica conformada alrededor de su perímetro.
2. Para poder utilizar una fresa de roscar se necesita una máquina CNC capaz de realizar recorridos circulares.
3. Las máquinas CNC más modernas están equipadas con ciclos de mecanizado para el fresado de roscas
4. Consulte el manual o póngase en contacto con el proveedor de la máquina para obtener más información

CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS

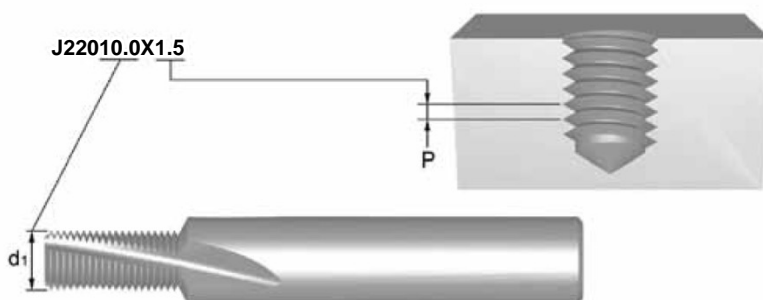
1. El fresado de roscas proporciona una mayor fiabilidad y vida útil
2. Las pequeñas virutas que producen las fresas de roscar son propias de un roscado normal
3. Se pueden realizar ajustes de tolerancia utilizando coordenadas exactas
4. Puede generar una rosca más completa en el fondo del orificio
5. Capaz de mecanizar una gran variedad de materiales
6. La misma fresa puede producir roscas de diferente tamaño siempre que el paso sea el mismo
7. Se pueden crear tanto roscas a izquierda como a derecha con la misma herramienta
8. Algunas fresas de roscar también pueden mecanizar el chaflán de entrada (J200, J205, J260)

ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA

Las fresas de roscar tienen un código de artículo basado en el tipo, el diámetro (d1) y el paso (P)

El código de artículo es el número que deberá utilizar para encargar su herramienta

Consulte siempre el catálogo para asegurarse de que tiene las dimensiones de rosca correctas



Esta fresa de roscar se puede utilizar para roscas \geq M12x1,5 (M14x1,5, M18x1,5 etc.)

PROGRAMACIÓN CON Rprg

- Para un ajuste sencillo de la tolerancia de la rosca, programe siempre con corrección de radio
- El valor Rprg es el valor de inicio para una fresa nueva, y se encuentra impreso en el mango de la fresa. Este valor debe introducirse en el descentrado de la memoria de la herramienta
- Rprg se basa en la línea cero teórica de la rosca, es decir, cuando realiza la programación con el Rprg, la rosca nunca está sobredimensionada, sino ajustada
- Esto significa que, modificando ligeramente las coordenadas del programa, puede crear una rosca del tamaño requerido

RECOMENDACIONES

- Utilice siempre los datos de corte correctos (consulte la tabla de datos de corte en la página 198)
- Utilice el tamaño de broca recomendado para el diámetro de la rosca, como en el caso de los machos de roscar convencionales
- Para un ajuste sencillo de la tolerancia de la rosca, comience siempre con el valor Rprg impreso en el mango de la fresa
- Utilice un calibre para comprobar la tolerancia en la primera rosca y determinar si el radio requiere una corrección. El radio puede corregirse 2 o 3 veces antes de que la fresa de roscar se desgaste
- Al realizar un mecanizado en seco, se recomienda utilizar aire comprimido para la eliminación de virutas
- En el roscado de materiales más difíciles, se recomiendan 2 o 3 pasadas

ROSCADO

INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL ROSCADO

El éxito de toda operación de roscado depende de diversos factores; todos ellos afectan a la calidad del producto acabado.

1. Seleccione el diseño correcto del macho para el material del componente y el tipo de agujero, es decir, pasante o ciego, de la tabla Clasificación de materiales.
2. Asegurar que el componente esté bien sujeto, ya que el movimiento lateral podría causar la rotura del macho o la formación de roscas de mala calidad.
3. Seleccionar el tamaño correcto de la broca de la página del catálogo correspondiente. Asegurarse siempre de mantener al mínimo el endurecimiento del material del componente.
4. Seleccionar la velocidad de corte correcta, según se muestra en la página de productos del catálogo.
5. Usar el fluido de corte adecuado para la aplicación correcta.
6. En aplicaciones NC, asegurar que el valor de avance escogido para el programa sea el correcto. Al usar un accesorio de roscar, se recomienda un 95% a 97% del paso para permitir que el macho genere su propio paso.
7. Siempre que sea posible, sujetar el macho con un dispositivo de roscar de alta calidad con limitador de par; esto asegura el movimiento axial libre del macho y lo sitúa encuadrado en el agujero. Además protege el macho de una posible rotura si “toca fondo” accidentalmente en un agujero ciego.
8. Asegurar la introducción suave del macho en el agujero, ya que un avance desigual podría producir “abocinamiento”.

TABLA DE TOLERANCIAS SOBRE EL MACHO COMPARADA CON TOLERANCIA SOBRE ROSCA INTERNA (TUERCA)

Clase de tolerancia, Macho			Tolerancia, rosca interna (Tuerca)					Aplicación
ISO	DIN	ANSI BS						
ISO 1	4 H	3 B	4 H	5 H				Ajustes sin aumentos
ISO 2	6 H	2 B	4 G	5 G	6 H			Ajustes normales
ISO 3	6 G	1 B			6 G	7 H	8 H	Ajustes con aumentos
-	7 G	-				7 G	8 G	Pérdida de los ajustes por realizar recubrimientos

PROBLEMAS EN LA REALIZACIÓN DE ROSCAS

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Tamaño demasiado grande	Tolerancia incorrecta	Cambiar a un macho con una tolerancia inferior en la rosca
	Valor de avance axial incorrecto	Reducir el valor de avance un 5 –10% o incrementar la compresión del portamachos
	Tipo de macho equivocado para la aplicación	Usar un macho con entrada en hélice para roscar agujeros pasantes y un macho con estrías helicoidales para roscar agujeros ciegos. Usar un macho recubierto para prevenir la acumulación de viruta en la estría. Asegurarse de una buena alternativa con el catálogo Dormer o con el "Product Selector"
	Centrado del macho respecto el agujero incorrecto	Asegurar la sujeción del macho y centrar el macho respecto al agujero
	Falta de lubricación	Usar un buen lubricante para prevenir la acumulación de viruta. Mirar la sección de lubricantes en el libro técnico.
	Velocidad del macho demasiado baja	Seguir las recomendaciones del catálogo Dormer o "Product Selector".
Tamaño demasiado pequeño	Tipo de macho equivocado para la aplicación	Usar un macho con entrada en hélice para roscar agujeros pasantes y un macho con estrías helicoidales para roscar agujeros ciegos. Usar un macho recubierto para prevenir la acumulación de viruta en la estría. Usar un macho con un ángulo superior. Asegurarse de una buena alternativa con el catálogo Dormer o con el "Product Selector"
	Tolerancia incorrecta	Cambiar a un macho con una tolerancia superior, especialmente en materiales con una tendencia a contraerse, así como el hierro fundido y el acero inoxidable.
	Lubricación incorrecta o falta de lubricación	Usar un buen lubricante para prevenir la acumulación de la viruta. Mirar la sección de lubricantes en el libro técnico.
	Diámetro del agujero a roscar demasiado pequeño	Aumentar el diámetro de la broca hasta el máximo valor posible. revisar la medida de la broca
	El material se contrae después del roscado	Mirar la alternativa recomendada en el catálogo Dormer o en el "Product Selector"
Viruta	Tipo de macho equivocado para la aplicación	Cambiar a un macho con un ángulo menor. Cambiar a un macho con un chaflán más largo. Usar un macho con entrada en hélice para roscar agujeros pasantes y un macho con estrías helicoidales para roscar agujeros ciegos. Usar un macho recubierto para prevenir la acumulación de viruta en la estría. Asegurarse de una buena alternativa con el Catálogo Dormer o con el "Product Selector"
	Lubricación incorrecta o falta de lubricación	Usar un buen lubricante para prevenir la acumulación de la viruta. Mirar la sección de lubricantes en el libro técnico.
	Golpe del macho con el fondo del agujero	Incrementar la profundidad del taladro o disminuir la profundidad de roscado
	Superficie de trabajo demasiado dura	Reducir la velocidad, usar una herramienta recubierta, usar un buen lubricante. Mirar en la sección de mecanizado de acero inoxidable en el libro técnico.
	Viruta generada en el roscado excesivamente enredada	Evitar un brusco cambio de sentido del macho
	El chaflán de entrada daña el agujero	Revisar la posición axial del macho y reducir el error del centrado del macho en el agujero
	Diámetro del agujero a roscar demasiado pequeño.	Aumentar el diámetro de la broca hasta el máximo valor posible. revisar la medida de la broca

PROBLEMAS EN LA REALIZACIÓN DE ROSCAS

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Rotura	Macho gastado	Rectificar el macho o usar un macho nuevo
	Falta de lubricación	Usar un buen lubricante para prevenir la acumulación de la viruta. Mirar la sección de lubricantes en el libro técnico
	Golpe del macho con el fondo del agujero	Incrementar la profundidad del taladro o disminuir la profundidad de roscado
	Velocidad del macho demasiado alta	Reducir la velocidad de corte. Seguir las recomendaciones del Catálogo Dormer o "Product Selector"
	Superficie de trabajo demasiado dura	Reducir la velocidad, usar una herramienta recubierta, usar un buen lubricante. Mirar en la sección de mecanizado de acero inoxidable en el libro técnico
	Diámetro del agujero a roscar demasiado pequeño	Aumentar el diámetro de la broca hasta el máximo valor posible. Mirar en las tablas de taladros para roscar
	Potencia demasiado alta	Usar un portamachos de potencia regulable
	El material se contrae después del roscado	Mirar la alternativa recomendada en el Catálogo Dormer o en el "Product Selector"
Desgaste rápido	Macho equivocado para la aplicación realizada	Usar un macho con un ángulo inferior a con un rebaje superior, y/o con un chafán largo. Usar herramientas recubiertas. Asegurarse de la alternativa correcta en el catálogo Dormer o en el "Product Selector"
	Falta de lubricación	Usar un buen lubricante para prevenir la acumulación de la viruta y la generación de temperatura. Mirar la sección de lubricantes en el libro técnico
	Velocidad del macho demasiado alta	Reducir la velocidad de corte. Seguir las recomendaciones del Catálogo Dormer o del "Product Selector"
Acumulación de Viruta	Macho equivocado para la aplicación realizada	Usar un macho con un ángulo inferior a con un rebaje superior. Asegurarse de la alternativa correcta en el Catálogo Dormer o en el "Product Selector"
	Falta de lubricación	Usar un buen lubricante para prevenir la acumulación de la viruta. Mirar la sección de lubricantes en el libro técnico
	Tratamiento superficial no adecuado	Escoger un macho con el recubrimiento superficial adecuado
	Velocidad del macho demasiado lenta	Seguir las recomendaciones del Catálogo Dormer o del "Product Selector"

Fresado

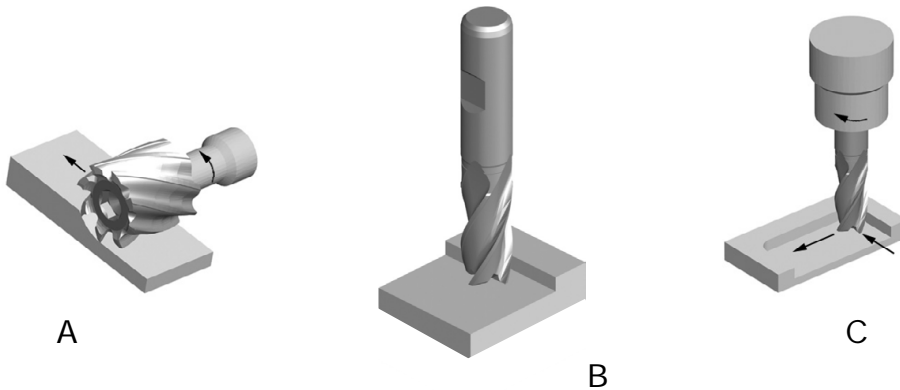
CONSEJOS GENERALES PARA FRESAR

El fresado es un proceso de mecanizado de superficies, que consiste en el eliminado progresivo de una determinada cantidad de material de la pieza de trabajo con un valor de avance relativamente bajo y con una alta velocidad de rotación.

Las principales características del proceso de fresado es la eliminación de material de cada labio de la fresa, partiéndolo en pequeñas porciones (viruta).

TIPO DE FRESAS

Las tres operaciones básicas de fresado se muestran a continuación: (A) fresado cilíndrico, (B) fresado frontal, (C) fresado de acabado.



En el fresado cilíndrico el eje de rotación de las fresas es paralelo a la superficie de la pieza de trabajo a mecanizar. La fresa está rodeada de dientes a lo largo de su circunferencia, cada diente actúa como un punto de corte de la herramienta.

Las fresas usadas para el fresado cilíndrico pueden tener estrías rectas o helicoidales, generando una sección de corte ortogonal u oblicua.

En el fresado frontal, la fresa se monta en el husillo de la máquina o en un portaherramientas, esta fresa tiene un eje de rotación perpendicular a la superficie de la pieza de trabajo. Las fresas frontales, tienen los filos de corte localizados en la periferia de la fresa y en la parte frontal.

En el fresado de acabado, las fresas generalmente rotan sobre un eje vertical a la pieza de trabajo. La fresa también puede estar inclinada respecto a la pieza de trabajo en caso que se quieran realizar superficies cónicas. Los dientes de corte están localizados en la periferia de la fresa y en la parte frontal.

APLICACIONES

El Volumen de Viruta Arrancado (MRR) y las aplicaciones están estrechamente relacionadas. Por cada aplicación diferente, nosotros tenemos un valor distinto de Volumen de Viruta Arrancado (MRR) que aumenta con el aumento del área de contacto entre la herramienta y la pieza de trabajo. En el catálogo Dormer se muestran las distintas aplicaciones en distintos iconos.

Contorneado	Fresado Frontal	Ranurado	Fresado por penetración	Fresado en rampa
La profundidad radial de corte debe ser inferior a 0,25 x diámetro de la fresa frontal.	La profundidad radial de corte debe ser inferior a 0,9 x diámetro, la profundidad axial de corte debe ser inferior a 0,1 x diámetro de las fresa frontal.	Para mecanizar ranuras para chavetas. La profundidad radial de corte ha de ser igual que el diámetro de la fresa frontal.	Es posible realizar un taladro en la pieza de trabajo solamente con las fresas frontales que tienen corte al centro, en estas aplicaciones el avance tiene que ser reducido	Tanto la profundidad radial como la axial se realizan simultáneamente en la pieza de trabajo.

PROBLEMAS EN EL FRESADO

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Rotura	Demasiada cantidad de material eliminado	Disminuir el avance por diente
	Avance demasiado rápido	Disminuir el avance
Desgaste	Longitud del labio o longitud total demasiado larga	Usar un portaherramientas profundo o usar una fresa más corta
	Material de la pieza de trabajo demasiado duro	Comprobar en el catálogo Dormer o en el "Product Selector" la herramienta adecuada para trabajar materiales duros, y su posible recubrimiento
	Avance y velocidad inadecuada	Comprobar en el catálogo Dormer o en el "Product Selector" los parámetros de corte adecuados
	Mala evacuación de la viruta	Mejorar la refrigeración
	Fresado convencional	Fresado inverso
	Hélice de la fresa inadecuada	Mirar las recomendaciones en el catálogo Dormer o en "Product Selector" para una correcta alternativa
Virutas	Valor de avance demasiado alto	Reducir el valor del avance
	Vibración de los dientes	Reducir las RPM
	Velocidad de corte baja	Aumentar las RPM
	Fresado convencional	Fresado inverso
	Rigidez de la herramienta	Cambiar a una herramienta más corta y/o aumentar la profundidad del mango insertada en el portaherramientas
	Rigidez de la pieza de trabajo	Sujetar más fuerte la pieza de trabajo
Corta vida de la herramienta	Material de trabajo resistente	Comprobar en el catálogo Dormer o en "Product Selector" la herramienta correcta o la alternativa más apropiada
	Rebaje del ángulo primario inadecuado	Cambiar a un ángulo de corte apropiado
	Fricción elevada entre la fresa y la pieza de trabajo	Usar una herramienta recubierta
Mal acabado superficial	Avance demasiado rápido	Disminuir el avance
	Velocidad demasiado lenta	Aumentar la velocidad
	Viruta cortante y penetrante	Disminuir la cantidad de material a eliminar
	Desgaste de la herramienta	Sustituir o rectificar la herramienta
	Acumulación de viruta en el filo	Sustituir a una herramienta con un ángulo de hélice superior
	Micro-soldadura de la viruta	Aumentar la cantidad de refrigerante

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Inexactitud en la pieza de trabajo	Flexión de la herramienta	Cambiar a una herramienta más corta y/o aumentar la profundidad del mango insertada en el portaherramientas
	Número de labios insuficiente	Usar una herramienta con más labios
	Desgaste del porteherramientas o herramienta mal sujeta	Reparar o reemplazar el portaherramientas
	Baja rigidez en la sujeción de la herramienta	Mejorar la rigidez con una herramienta más corta
	Baja rigidez del husillo de la máquina	Usar un husillo más grande
Vibración	Valores de avance y velocidad demasiado altos	Cambiar a valores de avance y de velocidad correctos con la ayuda del catálogo Dormer o "Product Selector"
	Longitud de los labios o longitud total demasiado larga	Cambiar a una herramienta más corta y /o aumentar la profundidad del mango insertada en el portaherramientas
	Corte demasiado profundo	Disminuir la profundidad de corte
	Rigidez insuficiente (entre la máquina y el portaherramientas)	Corregir el portaherramientas y cambiarlo si es necesario

LIMAS DE METAL DURO

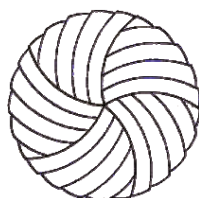
INDICACIONES GENERALES SOBRE LAS LIMAS DE METAL DURO

La limas de metal duro a menudo se utilizan para la preparación y el acabado de componentes de una amplia variedad de materiales.

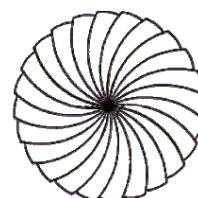
Normalmente se utilizan de forma manual y se montan en amoladoras rectas con accionamiento neumático

CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS

1. Los mangos de acero templado mejoran la rigidez y reducen el riesgo de torsión o vibración
2. Los mangos de precisión mejoran el agarre y reducen la probabilidad de rotación
3. Los elementos especiales de soldadura previenen los fallos por alta temperatura y proporcionan mayor robustez para resistir la presión y los impactos
4. La geometría universal de doble corte es adecuada para una amplia variedad de materiales y aplicaciones
5. Existen también geometrías específicas adecuadas a cada material: acero (ST), acero inoxidable (VA), aluminio (AL) y fibra de vidrio (GRP)
6. Disponible con revestimiento de TiAIN para aumentar la vida útil de la herramienta con materiales abrasivos
7. Las limas de punta esférica se fabrican con geometría de canales en saltos
8. Esto proporciona una geometría activa hacia el centro de la lima, lo cual mejora el corte y reduce la probabilidad de acumulación y atascos de virutas



Canales en saltos



Normal

LA SEGURIDAD ES LO PRIMERO

1. Las herramientas de rotación de alta velocidad pueden ser peligrosas si no se emplean correctamente
2. Desconecte siempre la amoladora recta del suministro de aire antes de cambiar la lima
3. Compruebe el estado de la amoladora recta y utilice versiones de bajas vibraciones si es posible
4. Utilice siempre el equipo de protección adecuado y asegúrese de que todas las personas que se encuentren cerca también estén protegidas



El equipo de protección personal debe llevarse puesto en todo momento.

RECOMENDACIONES

- Utilice siempre la amoladora recta con la velocidad nominal adecuada
- El mantenimiento rutinario de las amoladoras rectas es importante; asegúrese de que están engrasadas y de que los rodamientos no están desgastados
- Cuando cambie la lima, limpie siempre la tuerca de fijación, la pinza y el macho de roscar interno de la amoladora recta
- Intente evitar choques mecánicos y fuertes impactos en las limas
- Para evitar el choque térmico, intente que la lima no se sobrecaliente
- No introduzca la lima a mucha profundidad en el material de la pieza de trabajo ni la fuerce en esquinas o canales

Resolución de problemas de las LIMAS

PROBLEMA	CAUSA
Desprendimiento de virutas de los dientes de la lima	Utilizar un régimen de revoluciones demasiado bajo puede causar rebotes
	Excentricidad (husillo, pinza o rodamiento desgastados)
	Introducción profunda y forzado de la lima en la pieza de trabajo
Obstrucción de los dientes de la lima	La longitud del canal o la longitud total es excesiva
	La geometría seleccionada no es adecuada para el material de la pieza de trabajo
Desgaste prematuro	Régimen de revoluciones demasiado elevado para el tamaño de la lima y el material de la pieza de trabajo
	Excentricidad (husillo, pinza o rodamiento desgastados)
Desprendimiento de la cabeza del mango	Régimen de revoluciones demasiado elevado, causa sobrecalentamiento
	Funcionamiento prolongado, causa sobrecalentamiento

Português		Dureza	Resistência à força de tração	ISO
Grupos de Materiais (AMG)		HB	N/mm ²	
1. Aço	1.1 Aço macio de baixa resistência	< 120	< 400	P 1
	1.2 Aço estrutural / Aço cementado	< 200	< 700	P 1
	1.3 Aço carbono	< 250	< 850	P 2
	1.4 Aço de liga	< 250	< 850	P 3
	1.5 Aço de Liga endurecido e temperado	> 250 < 350	> 850 < 1200	P 4
	1.6 Aço de Liga endurecido e temperado	> 350	> 1200 < 1620	H 1
	1.7 Aço de liga temperado	49-55HRC	> 1620	H 3
	1.8 Aço de liga temperado / resistente ao desgaste	55-63HRC	> 1980	H 4
2. Aço inoxidável	2.1 Aço inoxidável de fácil maquinação	< 250	< 850	M 1
	2.2 Austenítico	< 320	< 1100	M 3
	2.3 Ferrítico + Austenítico + Martensítico	< 300	< 1000	M 2
3. Ferro fundido	2.4 Aço Inoxidável Temperado	>320 <410	>1100 <1400	S 2
	3.1 Grafite Lamelar	< 150	> 500	K 1
	3.2 Grafite Lamelar	> 150 <300	> 500 < 1000	K 2
	3.3 Grafite nodular / Ferro fundido maleável	< 200	< 700	K 3
	3.4 Grafite nodular / Ferro fundido maleável	> 200 < 300	> 700 < 1000	K 4
	4.1 Titânio, sem liga	< 200	< 700	S 1
4. Titânio	4.2 Ligas de Titânio	< 270	< 900	S 2
	4.3 Ligas de Titânio	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250	S 3
	5.1 Níquel, sem liga	< 150	< 500	S 1
5. Níquel	5.2 Ligas de níquel	< 270	> 900	S 2
	5.3 Ligas de níquel	> 270 < 350	> 900 < 1200	S 3
	6.1 Cobre	< 100	< 350	N 3
6. Cobre	6.2 Latão beta, bronze	< 200	< 700	N 4
	6.3 Latão alfa	< 200	< 700	N 3
	6.4 Ligas de Cu-Al-Fe, Bronze de alta resistência	< 470	< 1500	N 4
7. Alumínio Magnésio	7.1 Al, Mg, sem liga	< 100	< 350	N 1
	7.2 Ligas de Al, Si : Si < 0.5%	< 150	< 500	N 1
	7.3 Ligas de Al, Si : Si > 0.5% < 10%	< 120	< 400	N 1
	7.4 Al com liga, Si > 10%, reforçadas com monocristais filiformes, ligas Al/Mg	< 120	< 400	N 2
8. Materiais sintéticos	8.1 Termoplásticos	***	***	O
	8.2 Plásticos termoduros	***	***	O
	8.3 Materiais plásticos reforçados	***	***	O
9. Materiais duros	9.1 Materiais cerâmicos (metaloceâmica)	< 550	< 1700	H
	10. Grafite	***	< 100	O

EXEMPLOS DE MATERIAIS
DE PEÇAS A MAQUINAR

AVMG	EN	W.N.	DIN	BS	SS	USA	UNS	ISO
1.1		1.1015, 1.1013	Rte60, Rte100	230M07, 050A12	1160	Leadeds Steels	G12120	P1
1.2	EN 10 025 - S235JRG2	1.1012, 1.1053, 1.7131	S137-2, 16MnCr5, S150-2	060A35, 080M40, 4360-50B	1312, 1412, 1914	135, 30	G10100	P1
1.3	EN 10 025 - E295	1.1191, 1.0601	CK45, C60	080M46, 080A62	1550, 2142, 2172	1024, 1060, 1061	G10600	P2
1.4	EN 10 083-1 - 42 CrMo 4 - EN 10 270-2	1.7225, 1.3505, 1.6582, 1.3247	42CrMo4, 100Cr6, 34CrNiMo6, S2-10-1-8	708M40/42, 817M40, 554A99, BM2, BT42	1672-04, 2090, 2244-02, 2541-02	4140, A2, 4340, M42, M2	G41270, G41470, T30102, T11342	P3
1.5	EN ISO 4957 - HS6-5-2 - EN ISO 4957 - HS6-5-2-5	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, 55NiCrMoV6, X210Cr12, S2-10-1-8	B01, BM2, BT42, 826 M40, 830M81	2244-04, 2541-03, 2550, 2722, 2723	01, L6, M42, D3, A2, M2, 4140, 8630	G86300, T30102 T11302, T30403, T11342	P4
1.6	EN ISO 4957 - HS2-9-1-8	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, X210Cr12, S2-10-1-8	801, 826 M40, 830M81	2244-05, 2541-05, , HARDOX 400	01, L6, M42, D3, 4140, 8130	T30403, G41400, J14047	H1
1.7	EN ISO 4957 - HS2-9-1-8	1.2510	100MnCrW4	BO1, BD3, BH13	HARDOX 500			H3
1.8	EN ISO 4957 - X40CrMoV5-1	1.3343, 1.2344	S6-5-2, GX40CrMoV5-1	BM2, BH13	2242 HARDOX 600			H4
2.1	EN 10 088-3 - X14CrMoS17	1.4305, 1.4104	X10CrNiS189, X12CrMoS17	303 S21, 416 S37	2301, 2312, 2314, 2346, 2380	303, 416, 430F	S30300, S41600, S43020	M1
2.2	EN 10 088-2,0 - 3 - 1.4301+AT	1.4301, 1.4541, 1.4571	X5CrNi189 X10CrNiMoTi1810	304 S15, 321 S17, 316 S, 320 S12	2310, 2333, 2337, 2343, 2353, 2377	304, 321, 316	S30400, S32100, S31600	M3
2.3	EN 10 088-3 - 1.4460	1.4460, 1.4512, 1.4582	XBCrNiMo275, X4CrNiMoN6257	317 S16, 316 S16	2324, 2387, 2570	409, 430, 436	S40900, S4300, S43600	M2
2.4	EN 1.4547	1.4547	X2CrNiMo20-18-6	HR41	2378	17-4PH	S31254	S2
3.1	EN 1561 - EN-JL1030	0.6010, 0.6040	GG10, GG40	Grade 150, Grade 400	0120, 0212, 0814	ASTM A48 class 20	F11401, F12801	K1
3.2	EN 1561 - EN-JL1050	0.6025, 0.6040	GG25, GG40	Grade200, Grade 400	0125, 0130, 0140, 0217	ASTM A48 class 40, STM A48 class 60	F12801, F14101	K2
3.3	EN 1561 - EN-JL2040	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	420/12, P4407, 700/2, 30g/72	0219, 0717, 0727, 0732, 0852	ASTM A220 grade 40010, ASTM A602 grade M4504	F22830, F20001	K3
3.4	EN 1561 - EN-JL2050	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	420/12, P4407, 700/2, 30g/72	0221, 0223, 0737, 0854	ASTM A220 grade 90001, ASTM A602 grade M8501	F26230, 20005	K4
4.1		3.7024LN	Ti99.8	TA1 to 9	Ti99.8	ASTM B265 grade 1	R50250	S1
4.2		3.7164LN, 3.7119LN	TiAl6V4, TiAl5Sn2	TA10 to 14, TA17	TiAl6V4, TiAl5Sn2	AMS4928	R54790	S2
4.3		3.7164LN, 3.7174LN, 3.7184LN	TiAl6V4, TiAl6V5Sn2, TiAl4MoSn2	TA10 to 13, TA28	TiAl6V5Sn2	AMS4928, AMS4971	R56400, R54790	S3
5.1		2.4060, 2.4086	Nickel 200, 270, N699.6	NA 11, NA12	Ni200, Ni270	Nickel 200, Nickel 230	N02200, N02230	S1
5.2		2.4630LN, 2.4602, 2.4650LN	Nimonic 75, Monel 400, Hastelloy C, Inconel 600	HR203, 3027-76		Nimonic 75, Monel 400, Hastelloy, Inconel 600	N06075, N10002, N04400, N06600	S2
5.3		2.4668LN, 2.4631LN, 2.6554LN	Inconel 718, Nimonic 80A, Waspaloy	HR8, HR401, 601		Inconel 718, 625, Nimonic 80	N07718, N07080, N06625	S3
6.1	EN 1652 - CW004A	2.0060, 2.0070	E-Cu57, SE-Cu	C101	5010	101	C10100, C1020	N3
6.2	EN 1652 - CW612N	2.0380, 2.0360, 2.1030, 2.1080	CuZn39Pb2, CuZn40, CuSn8, CuSn6Zn	CZ120, CZ109, PB104	5168		C28000, C37710	N4
6.3	EN 1652 - CW508L	2.0321, 2.0260	CuZn37, CuZn28	CZ108, CZ106	5150		C2800, C27200	N3
6.4			Ampco 18, Ampco 25	AB1 type	5238, JM7-20			N4
7.1	EN 485-2 - EN AW-1070A	3.0255	A99.5	LMO, 1 B (1050A)	4005	EC, 1060, 1100	A91060, A91100	N1
7.2	EN 755-2 - EN AW-5005	3.1355, 3.3525	AlCuMg2, AlMg2Mn0.8	LMS, 10, 12, N4 (5251)	4106, 4212	380, 520.0, 520.2, 2024, 6061	A03800, A05200, A92024	N1
7.3	EN 1706 - EN AC-42000	3.2162.05, 3.2341.01	GD-ALSi8Cu, G-ALSi8Mg	LMZ.4, 16, 18, 21, 22., 24, 25, 26, 27, L109	4244	319.0, 333.0, 319.1, 356.0	A03190, A03330, C35600	N1
7.4	SS-EN 1706 - EN AC-47000	3.2581.01	G-ALSi18, G-ALSi12	LM6, 12, 13, 20, 28, 29, 30	4260, 4261, 4262	4032, 222.1, A332.0	A94032, A02220, A13320	N2
8.1			Polystyrene, Nylon, PVC Cellulose, Acetate & Nitrate			Polystyrene, Nylon, PVC		O
8.2			Ebonite, Tufnol, Bakelite			Bakelite		O
8.3			Kevlar, Printed Circuit boards			Kevlar		O
9.1			Ferrotic, Ferritanit					H
10.1			Graphite					O

Tabela de Velocidades de Corte



		Vc															
m/Min		5	8	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	150
Pés /Min		16	26	32	50	66	82	98	130	165	197	230	262	296	330	362	495
Ø		RPM															
mm	Pol																
1,00		1592	2546	3183	4775	6366	7958	9549	12732	15916	19099	22282	25465	28648	31831	35014	47747
1,50		1061	1698	2122	3183	4244	5305	6366	8488	10610	12732	14854	16977	19099	21221	23343	31831
2,00		796	1273	1592	2387	3183	3979	4775	6366	7958	9549	11141	12732	14324	15916	17507	23873
2,50		637	1019	1273	1910	2546	3183	3820	5093	6366	7639	8913	10186	11459	12732	14006	19099
3,00		531	849	1061	1592	2122	2653	3183	4244	5305	6366	7427	8488	9549	10610	11671	15916
3,18	1/8	500	801	1001	1501	2002	2502	3003	4004	5005	6006	7007	8008	9009	10010	11011	15015
3,50		455	728	909	1364	1819	2274	2728	3638	4547	5457	6366	7276	8185	9095	10004	13642
4,00		398	637	796	1194	1592	1989	2387	3183	3979	4775	5570	6366	7162	7958	8754	11937
4,50		354	566	707	1061	1415	1768	2122	2829	3537	4244	4951	5659	6366	7074	7781	10610
4,76	3/16	334	535	669	1003	1337	1672	2006	2675	3344	4012	4681	5350	6018	6687	7356	10031
5,00		318	509	637	955	1273	1592	1910	2546	3183	3820	4456	5093	5730	6366	7003	9549
6,00		265	424	531	796	1061	1326	1592	2122	2653	3183	3714	4244	4775	5305	5836	7958
6,35	1/4	251	401	501	752	1003	1253	1504	2005	2506	3008	3509	4010	4511	5013	5514	7519
7,00		227	364	455	682	909	1137	1364	1819	2274	2728	3183	3638	4093	4547	5002	6821
7,94	5/16	200	321	401	601	802	1002	1203	1604	2004	2405	2806	3207	3608	4009	4410	6013
8,00		199	318	398	597	796	995	1194	1592	1989	2387	2785	3183	3581	3979	4377	5968
9,00		177	283	354	531	707	884	1061	1415	1768	2122	2476	2829	3183	3537	3890	5305
9,53	3/8	167	267	334	501	668	835	1002	1336	1670	2004	2338	2672	3006	3340	3674	5010
10,00		159	255	318	477	637	796	955	1273	1592	1910	2228	2546	2865	3183	3501	4775
11,11	7/16	143	229	287	430	573	716	860	1146	1433	1719	2006	2292	2579	2865	3152	4298
12,00		133	212	265	398	531	663	796	1061	1326	1592	1857	2122	2387	2653	2918	3979
12,70	1/2	125	201	251	376	501	627	752	1003	1253	1504	1754	2005	2256	2506	2757	3760
14,00		114	182	227	341	455	568	682	909	1137	1364	1592	1819	2046	2274	2501	3410
14,29	9/16	111	178	223	334	446	557	668	891	1114	1337	1559	1782	2005	2228	2450	3341
15,00		106	170	212	318	424	531	637	849	1061	1273	1485	1698	1910	2122	2334	3183
15,88	5/8	100	160	200	301	401	501	601	802	1002	1203	1403	1604	1804	2004	2205	3007
16,00		99	159	199	298	398	497	597	796	995	1194	1393	1592	1790	1989	2188	2984
17,46	11/16	91	146	182	273	365	456	547	729	912	1094	1276	1458	1641	1823	2005	2735
18,00		88	141	177	265	354	442	531	707	884	1061	1238	1415	1592	1768	1945	2653
19,05	3/4	84	134	167	251	334	418	501	668	835	1003	1170	1337	1504	1671	1838	2506
20,00		80	127	159	239	318	398	477	637	796	955	1114	1273	1432	1592	1751	2387
24,00		66	106	133	199	265	332	398	531	663	796	928	1061	1194	1326	1459	1989
25,00		64	102	127	191	255	318	382	509	637	764	891	1019	1146	1273	1401	1910
27,00		59	94	118	177	236	295	354	472	589	707	825	943	1061	1179	1297	1768
30,00		53	85	106	159	212	265	318	424	531	637	743	849	955	1061	1167	1592
32,00		50	80	99	149	199	249	298	398	497	597	696	796	895	995	1094	1492
36,00		44	71	88	133	177	221	265	354	442	531	619	707	796	884	973	1326
40,00		40	64	80	119	159	199	239	318	398	477	557	637	716	796	875	1194
50,00		32	51	64	95	127	159	191	255	318	382	446	509	573	637	700	955

HV	HRC	HB		
Vickers	Rockwell	Brinell	N/ mm ²	Tons/ sq. in.
940	68			
900	67			
864	66			
829	65			
800	64			
773	63			
745	62			
720	61			
698	60			
675	59			
655	58		2200	142
650		618	2180	141
640		608	2145	139
639	57	607	2140	138
630		599	2105	136
620		589	2070	134
615	56	584	2050	133
610		580	2030	131
600		570	1995	129
596	55	567	1980	128
590		561	1955	126
580		551	1920	124
578	54	549	1910	124
570		542	1880	122
560	53	532	1845	119
550		523	1810	117
544	52	517	1790	116
540		513	1775	115
530		504	1740	113
527	51	501	1730	112
520		494	1700	110
514	50	488	1680	109
510		485	1665	108
500		475	1630	105
497	49	472	1620	105
490		466	1595	103
484	48	460	1570	102
480		456	1555	101
473	47	449	1530	99
470		447	1520	98
460		437	1485	96
458	46	435	1480	96
450		428	1455	94
446	45	424	1440	93
440		418	1420	92

HV	HRC	HB		
Vickers	Rockwell	Brinell	N/ mm ²	Tons/ sq. in.
434	44	413	1400	91
423	43	402	1360	88
413	42	393	1330	86
403	41	383	1300	84
392	40	372	1260	82
382	39	363	1230	80
373	38	354	1200	78
364	37	346	1170	76
355	36	337	1140	74
350		333	1125	73
345	35	328	1110	72
340		323	1095	71
336	34	319	1080	70
330		314	1060	69
327	33	311	1050	68
320		304	1030	67
317	32	301	1020	66
310	31	295	995	64
302	30	287	970	63
300		285	965	62
295		280	950	61
293	29	278	940	61
290		276	930	60
287	28	273	920	60
285		271	915	59
280	27	266	900	58
275		261	880	57
272	26	258	870	56
270		257	865	56
268	25	255	860	56
265		252	850	55
260	24	247	835	54
255	23	242	820	53
250	22	238	800	52
245		233	785	51
243	21	231	780	50
240		228	770	50
235		223	755	49
230		219	740	48
225		214	720	47
220		209	705	46
215		204	690	45
210		199	675	44
205		195	660	43
200		190	640	41

TOLERÂNCIA



Tol	Ø mm							
	> 1 ≤ 3	> 3 ≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10 ≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80 ≤ 120
	µm							
e8	-14 / -28	-20 / -38	-25 / -47	-32 / -59	-40 / -73	-50 / -89	-60 / -106	-72 / -126
f6	-6 / -12	-10 / -18	-13 / -22	-16 / -27	-20 / -33	-25 / -41	-30 / -49	-36 / -58
f7	-6 / -16	-10 / -22	-13 / -28	-16 / -34	-20 / -41	-25 / -50	-30 / -60	-36 / -71
h6	0 / -6	0 / -8	0 / -9	0 / -11	0 / -13	0 / -16	0 / -19	0 / -22
h7	0 / -10	0 / -12	0 / -15	0 / -18	0 / -21	0 / -25	0 / -30	0 / -35
h8	0 / -14	0 / -18	0 / -22	0 / -27	0 / -33	0 / -39	0 / -46	0 / -54
h9	0 / -25	0 / -30	0 / -36	0 / -43	0 / -52	0 / -62	0 / -74	0 / -87
h10	0 / -40	0 / -48	0 / -58	0 / -70	0 / -84	0 / -100	0 / -120	0 / -140
h11	0 / -60	0 / -75	0 / -90	0 / -110	0 / -130	0 / -160	0 / -190	0 / -220
h12	0 / -100	0 / -120	0 / -150	0 / -180	0 / -210	0 / -250	0 / -300	0 / -350
k10	+40 / 0	+48 / 0	+58 / 0	+70 / 0	+84 / 0	+100 / 0	+120 / 0	+140 / 0
k12	+100 / 0	+120 / 0	+150 / 0	+180 / 0	+210 / 0	+250 / 0	+300 / 0	+350 / 0
m7	+2 / +12	+4 / +16	+6 / +21	+7 / +25	+8 / +29	+9 / +34	+11 / +41	+13 / +48
js14	+/- 125	+/- 150	+/- 180	+/- 215	+/- 260	+/- 310	+/- 370	+/- 435
js16	+/- 300	+/- 375	+/- 450	+/- 550	+/- 650	+/- 800	+/- 950	+/- 1100
H7	+10 / 0	+12 / 0	+15 / 0	+18 / 0	+21 / 0	+25 / 0	+30 / 0	+35 / 0
H8	+14 / 0	+18 / 0	+22 / 0	+27 / 0	+33 / 0	+39 / 0	+46 / 0	+54 / 0

1µm = 0.001mm

FURAÇÃO

SUGESTÕES GERAIS SOBRE FURAÇÃO

1. Escolha a broca mais adequada à aplicação, tendo em conta o material a ser maquinado, a capacidade da ferramenta mecânica e o refrigerante a ser utilizado.
2. A flexibilidade dentro do componente e eixo da ferramenta mecânica podem danificar a broca, bem como o componente e a máquina - assegurar, sempre, estabilidade máxima. Pode fazê-lo, selecionando para a aplicação a broca mais curta possível.
3. O suporte da ferramenta é um aspeto importante da furação, sendo que a broca não pode escorregar ou deslocar-se do porta-ferramentas.
4. Recomenda-se a utilização de refrigerantes e lubrificantes adequados, conforme necessário para o processo de furação. Ao utilizar refrigerantes e lubrificantes, assegurar um fornecimento abundante, especialmente na ponta da broca.
5. A remoção das aparas durante a furação é essencial para garantir um procedimento correto. Nunca deixar que se acumulem aparas no canal.
6. Ao reafiar a broca, assegurar sempre a geometria correta da ponta e a remoção de qualquer sinal de desgaste.

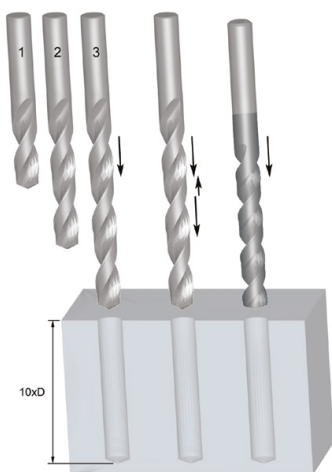
TAMANHO DO FURO

À medida que as configurações geométricas, substratas e de revestimento progredirem, maior é a capacidade de a broca atingir um tamanho de furo mais exacto. Em geral, uma ferramenta geométrica normalizada atingirá um tamanho de furo até H12. Contudo, à medida que a configuração da broca se torna mais complexa, o tamanho atingido, sob condições favoráveis, será H8. Para uma melhor perspectiva, são apresentados abaixo os tipos de produto e respectivas tolerâncias de furo alcançáveis:

- HSS Brocas para Fins Gerais – H12
- HSS/HSS-E Brocas para Furos Profundos com canal Parabólico – H10
- Alto Desempenho de Metal Duro Integral – H8/H9

ESTRATÉGIA PARA ABERTURA DE FUROS PROFUNDOS

Para abrir furos profundos, podem ser adoptados vários métodos, de modo a atingir a profundidade requerida. O exemplo a seguir apresenta quatro maneiras de abrir um furo com profundidade 10 X o diâmetro da broca.



	Furação em Série	Furação em Série
N.º de brocas	3 (2,5xD, 6xD, 10xD)	2 (2,5xD, 10xD)
Tipo de broca	Geometria normalizada, fins gerais	Geometria normalizada, fins gerais
+ / -	Dispendiosa Lenta	Mais rentável Rápida

	Furação Intermitente	Furação de um Único Passo
N.º de brocas	1 (10xD)	1 (10xD)
Tipo de broca	Geometria normalizada, fins gerais	Ferramentas para usos específicos
+ / -	Lenta	Rentável Rápida

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DURANTE A FURAÇÃO

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Patilhas quebradas ou torcidas	Má adequação da haste à anilha	Certificar-se de que a haste e a anilha estão limpas e sem danos
Divisão da alma da broca	Avanço demasiado elevado	Reduzir avanço a uma taxa óptima
	Folga inicial insuficiente	Retificar para a especificação correta
	Adelgaçamento excessivo da alma	Retificar para a especificação correta
	Forte impacto na ponta da broca	Evitar impacto na ponta da broca. Ter cuidado com as brocas de haste cónica ao inserir/ejectar do eixo
Esquinas de corte gastas	Velocidade excessiva	Reduzir a velocidade para óptima - poderá aumentar o avanço
Esquinas de corte quebradas	Montagem instável do componente	Reduzir o movimento no componente
Bordos de corte lascados	Folga inicial excessiva	Retificar para a especificação correta
Vazamento por ruptura no canal	Afogamento de canais	Adotar um conceito de furação por intermitente/em série
	Deslizamento da broca	Assegurar que a broca está bem apoiada no mandril porta-ferramentas e eixo
Acabamento no furo em espiral	Avanço insuficiente	Aumentar avanço
	Má precisão posicional	Utilizar uma broca de marcação antes da furação
Tamanho do furo demasiado grande	Geometria da ponta incorreta	Verificar a geometria da ponta
	Remoção ineficaz das aparas	Ajustar velocidade, avanço e comprimento de furação, para obter aparas mais fáceis de remover

MANDRILAGEM**SUGESTÕES GERAIS SOBRE MANDRILAGEM**

Para obter os melhores resultados ao utilizar mandris, é fundamental fazê-los “funcionar”. Um erro comum passa por preparar furos para mandrilar com muito pouco material para retirar. Se existir pouco material a retirar antes da mandrilagem, o mandril irá lixar, desgastar rapidamente e resultar na perda de diâmetro. É igualmente importante, para o desempenho, não deixar demasiado material a retirar do furo. (Ver Remoção de material restante abaixo).

1. Selecionar o tipo de mandril ideal, bem como as velocidades e avanços óptimos para a aplicação. Assegurar que os furos pré-abertos têm o diâmetro certo.
2. A peça tem de estar firmemente segura, sem que o eixo da máquina interfira.
3. O mandril porta-ferramentas onde a haste do mandril está inserido deve ser de boa qualidade. Se o mandril deslizar no mandril porta-ferramentas e o avanço for automático, o mandril poderá partir-se.
4. Manter a ferramenta inclinada do eixo da máquina, no mínimo.
5. Utilizar lubrificantes recomendados, para melhorar a vida do mandril e assegurar que o fluido chega aos extremos de corte. Como a mandrilagem não é um trabalho de corte pesado, opta-se, normalmente, pela diluição de óleo solúvel 40:1. O jacto de ar pode ser utilizado com ferro fundido cinzento, no caso de maquinagem a seco.
6. Não permitir que os canais do mandril fiquem bloqueados por aparas.
7. Antes de o mandril ser reafiado, verificar a concentricidade entre os centros. Na maior parte dos casos, apenas o avanço bisel precisará ser reafiado.
8. Manter os mandris afiados. A reafiação frequente é um bom método, mas é importante perceber que os mandris apenas cortam nos biséis e inclinações, e não nas costuras. Consequentemente, apenas estes avanços precisam ser reafiados. A exactidão da reafiação é importante para a qualidade do orifício e vida da ferramenta.

REMOÇÃO DE MATERIAL

A remoção da quantidade de material recomendada na mandrilagem depende do material da aplicação e do acabamento da superfície do furo pré-aberto. As orientações gerais para a remoção de material restante estão apresentadas nas seguintes tabelas:

Tamanho do orifício mandrilado (mm)	Quando pré-aberto	Quando pré-aberto no centro	Tamanho do orifício mandrilado (polegadas)	Quando pré-aberto	Quando pré-aberto no centro
Inferior a 4	0.1	0.1	Inferior a 3/16	0.004	0.004
Superior a 4 até 11	0.2	0.15	3/16 a 1/2	0.008	0.006
Superior a 11 até 39	0.3	0.2	1/2 a 1.1/2	0.010	0.008
Superior a 39 até 50	0.4	0.3	1.1/2 a 2	0.016	0.010

LIMITES DE TOLERÂNCIA



1. NO DIÂMETRO DE CORTE DE BROCAS NORMALIZADAS

O diâmetro (d_1) é medido ao longo da costura circular, imediatamente atrás do bisel ou inclinação. A tolerância está de acordo com a norma DIN 1420 e tem o objectivo de criar furo H7.

TOLERÂNCIA DO MANDRIL			
Diâmetro (mm)		Limite de tolerância (mm)	
Superior a	Até e incluindo	Máximo +	Mínimo +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008

TOLERÂNCIA DO MANDRIL			
Diâmetro (mm)		Limite de tolerância (mm)	
Superior a	Até e incluindo	Máximo +	Mínimo +
	30	0.017	0.009
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

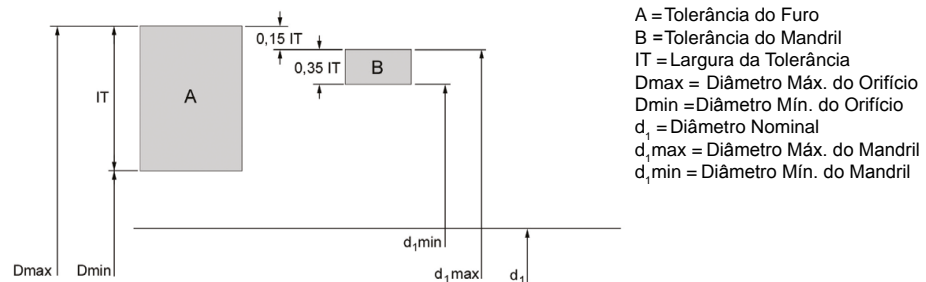
2. NUM FURO H7

A tolerância mais comum num furo acabado é a H7 (ver tabela abaixo). Para qualquer outra tolerância, o valor e a tabela abaixo do ponto 3 podem ser utilizados para calcular a localização e largura da tolerância dos mandris.

TOLERÂNCIA DO FURO			
Diâmetro (mm)		Limite de tolerância (mm)	
Superior a	Até e incluindo	Máximo +	Mínimo +
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0

TOLERÂNCIA DO FURO			
Diâmetro (mm)		Limite de tolerância (mm)	
Superior a	Até e incluindo	Máximo +	Mínimo +
	30	0.021	0
18	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. Se for necessário definir as dimensões de um mandril especial, destinado a cortar a uma tolerância específica, p. ex. D8, pode ser utilizado este guia aprovado.



Largura da Tolerância (micrones)	Largura da Tolerância do Diâmetro (mm)							
	> 1 <= 3	> 3 <= 6	> 6 <= 10	> 10 <= 18	> 18 <= 30	> 30 <= 50	> 50 <= 80	> 80 <= 120
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350

p. ex. um furo de 10 mm com tolerância D8, Máx. dia = 10,062, Mín. dia = 10,040, tol Orifício (IT8) = 0,022

Limite máximo: $0,15 \times$ tolerância orifício (IT8) = 0,0033, arredondado = 0,004

Limite mínimo: $0,35 \times$ tolerância orifício (IT8) = 0,0077, arredondado = 0,008

Limite máximo para a broca = $10,062 - 0,004 = 10,058$

Limite mínimo para a broca = $10,058 - 0,008 = 10,050$

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DURANTE A MANDRILAGEM

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Patilhas quebradas ou torcidas	Adequação incorrecta da haste à anilha	Certificar-se de que a haste e a anilha estão limpas e sem danos
Rápido desgaste da ferramenta	Material restante insuficiente para remover	Aumentar a quantidade de material restante a ser removida
Furo de tamanho excessivo	Varição excessiva da altura do bordo	Retificar para a especificação correta
	Deslocação no eixo da máquina	Reparar e rectificar a deslocação do eixo
	Deformações no apoio da ferramenta	Substituir apoio da ferramenta
	A haste da ferramenta está danificada	Substituir ou reafiar a haste
	Ovalização da ferramenta	Substituir ou reafiar a ferramenta
	Ângulo do bisel assimétrico	Retificar para a especificação correta
	Avanço ou velocidade de corte demasiado elevados	Ajustar as condições de corte em conformidade com o Catálogo
Furo de tamanho insuficiente	Material restante insuficiente para remover	Aumentar a quantidade de material restante a ser removida
	Demasiado calor gerado durante a mandrilagem. O furo alarga e encolhe	Aumentar o fluxo de refrigeração
	O diâmetro da ferramenta está gasto e sem tamanho suficiente	Retificar para a especificação correta
	Avanço ou velocidade de corte demasiado baixos	Ajustar as condições de corte em conformidade com o Catálogo
	O furo pré-aberto é demasiado pequeno	Diminuir a quantidade de material restante a ser removida
Furos ovais e cónicos	Deslocação no eixo da máquina	Reparar e retificar a deslocação do fuso
	Desalinhamento entre a ferramenta e o orifício	Utilizar uma broca de ponto
	Ângulo do bisel assimétrico	Rectificar para a especificação correcta
Mau acabamento do furo	Demasiado material para remover	Diminuir a quantidade de material restante a ser removida
	Ferramenta desgastada	Retificar para a especificação correta
	Ângulo de corte demasiado pequeno	Retificar para a especificação correta
	Emulsão ou óleo de corte demasiado diluídos	aumentar a percentagem de concentração
	Avanço e/ou velocidade demasiado baixos	Ajustar as condições de corte em conformidade com o Catálogo
	Velocidade de corte demasiado elevada	Ajustar as condições de corte em conformidade com o Catálogo
A ferramenta bloqueia e quebra	Ferramenta desgastada	Retificar para a especificação correta
	A inclinação retaguarda da ferramenta é demasiado pequena	Verificar e substituir/alterar a ferramenta
	A largura da costura é demasiado grande	Verificar e substituir/alterar a ferramenta
	O material da peça tem tendência para comprimir	Utilizar uma broca ajustável para compensar a deslocação
	O furo pré-aberto é demasiado pequeno	Reduzir a quantidade de material a remover
	Material heterogéneo com inclusões duras	Utilizar uma broca carboneto de tungsténio integral

FRESAGEM DE ROSCAS

GENERALIDADES SOBRE A FRESAGEM DE ROSCAS

1. A fresagem de roscas é o processo de criação de uma rosca através da interpolação circular de uma fresa com uma geometria de rosca específica desbastada em volta da sua periferia.
2. Para se poder utilizar uma fresa para roscar, é necessário dispor de uma máquina CNC que possa efectuar trajectórias circulares.
3. A maioria das máquinas CNC modernas dispõe de ciclos de maquinação para a fresagem de roscas
4. Consultar o manual ou contactar o fornecedor da máquina para obter mais informações

CARACTERÍSTICAS E VANTAGENS

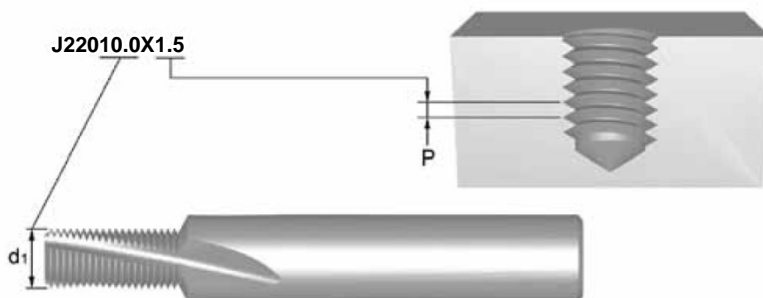
1. A fresagem de roscas oferece maior fiabilidade e melhora a vida útil da ferramenta
2. As fresas para roscar produzem aparas pequenas, para uma roscagem isenta de problemas
3. Os ajustes de tolerância podem ser realizados através de coordenadas exactas
4. Pode criar-se uma rosca mais completa até ao fundo do furo
5. Capacidade para a maquinação de uma grande variedade de materiais
6. A mesma fresa permite produzir roscas de diferentes dimensões, desde que o passo seja o mesmo
7. A mesma ferramenta permite criar roscas para a direita e para a esquerda
8. Algumas fresas para roscar também permitem a maquinação do chanfro de entrada (J200, J205, J260)

ESCOLHER A FERRAMENTA

As fresas para roscar têm um código de artigo baseado no tipo, no diâmetro (d_1) e no passo (P)

O código de artigo é o número a utilizar para encomendar a ferramenta

Consultar sempre o catálogo, para se assegurar de que dispõe das dimensões de rosca correctas



Esta fresa para roscar pode ser utilizada para roscas $\geq M12 \times 1,5$ ($M14 \times 1,5$, $M18 \times 1,5$, etc.)

PROGRAMAR COM Rprg

- Para um ajuste facilitado da tolerância de rosca, programar sempre com correcção do raio
- O valor Rprg é o valor inicial para uma fresa nova e está impresso na haste da fresa. Este deve ser introduzido no desvio da memória da ferramenta
- O Rprg baseia-se na linha zero teórica da rosca, o que significa que quando se programa com o Rprg a rosca nunca é sobredimensionada, apresentando sim dimensões justas
- Desta forma, com uma pequena modificação das coordenadas do programa, pode criar-se a rosca com as dimensões pretendidas

RECOMENDAÇÕES

- Aplicar sempre os dados de corte corretos
- Utilizar o tamanho de broca recomendado para o diâmetro de rosca, como para os machos convencionais
- Para um ajuste fácil da tolerância da rosca, começar sempre com o valor Rprg impresso na haste da fresa para roscar
- Utilizar um medidor para verificar a tolerância na primeira rosca, de forma a determinar se é necessário corrigir o raio. É possível corrigir o raio 2 ou 3 vezes antes de a fresa para roscar se gastar
- Durante a maquinagem a seco, recomenda-se a utilização de ar comprimido, para ajudar a remover as rebarbas
- Durante a roscagem de materiais mais difíceis, recomenda-se que sejam realizadas 2 ou 3 passagens

ROSCAGEM

DICAS GERAIS SOBRE A ABERTURA DE ROSCAS

O sucesso de qualquer trabalho de fundição depende de um número de fatores, influenciando todos eles a qualidade do produto acabado.

1. Selecionar a geometria correta do macho para o material componente através da Tabela de Classificação de Materiais, e o tipo de furo, ou seja, passante ou cego.
2. Assegurar que o componente esteja firmemente fixado - o movimento lateral poderá causar a rutura do macho ou roscas de baixa qualidade.
3. Selecionar a dimensão correta da broca para o pré-furo conforme indicado na respetiva página do catálogo. Assegurar que seja mantido no mínimo o endurecimento do material componente.
4. Selecionar a velocidade de corte correta, conforme apresentado na página do catálogo do produto.
5. Utilizar fluido de corte apropriado para uma aplicação correta.
6. Em aplicações NC, assegurar que o valor de avanço escolhido para o programa está correto. Ao utilizar uma máquina de roscar, recomenda-se 95% a 97% do passo, para permitir que o macho gere o seu próprio passo.
7. Sempre que possível fixar o macho num dispositivo de boa qualidade com limitação do torque, que assegure o movimento axial livre do macho e que o apresente corretamente em relação ao furo. Isto também protege o macho de rutura no caso de atingir acidentalmente o fundo de um furo cego.
8. Controlar a entrada suave do macho no furo, pois um avanço irregular poderá causar um alargamento da rosca.

TABELA DE TOLERÂNCIAS DE MACHOS VS TOLERÂNCIAS DE ROSCAS INTERNAS (PORCAS)

Classe de Tolerância, macho			Tolerância de Rosca Interna (porca)					Aplicação
ISO	DIN	ANSI BS						
ISO 1	4 H	3 B	4 H	5 H				Ajuste sem folga
ISO 2	6 H	2 B	4 G	5 G	6 H			Ajuste Normal
ISO 3	6 G	1 B			6 G	7 H	8 H	Ajuste com folga grande
-	7 G	-				7 G	8 G	Ajuste solto para tratamento ou revestimento a seguir

SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA ROSCAGEM

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Sobre-Dimensão	Tolerância incorreta	Escolher um macho com tolerância de rosca mais baixa.
	Taxa de avanço axial incorreta	Reduzir a taxa de avanço em 5-10% ou aumentar a pressão no porta-macho.
	Tipo errado de macho para a aplicação	Utilizar ponta helicoidal para furo passante ou canal helicoidal para furo cego. Utilizar ferramenta revestida para evitar as arestas postiças. Verificar Catálogo ou Selector para alternativa correta de ferramenta.
	Macho não centralizado no furo	Verificar o porta-macho e posicionar o centro do macho no furo.
	Falta de lubrificação	Utilizar uma boa lubrificação a fim de evitar a formação de aresta postiça. Ver Seção de Lubrificantes no livro técnico.
	Velocidade do macho baixa demais	Seguir as recomendações no Catálogo / Selector.
Sub-Dimensão	Tipo errado de macho para a aplicação	Utilizar ponta helicoidal para furo passante ou canal helicoidal para furo cego. Utilizar ferramenta com cobertura para evitar as arestas postiças. Utilizar macho com ângulo de incidência maior. Verificar Catálogo ou Selector para alternativa correta de ferramenta.
	Tolerância incorreta	Escolher um macho com tolerância mais elevada, especialmente em materiais com baixa tendência a super-dimensão, tais como ferro fundido, aço inoxidável.
	Lubrificante incorreto ou falta do mesmo	Utilizar uma boa lubrificação a fim de evitar o bloqueio dos cavacos dentro do furo. Ver Seção de Lubrificantes no livro técnico.
	Furo pequeno demais para o macho	Aumentar o diâmetro da broca para o valor máximo. Ver Tabela de Brocas para Roscagem.
	O material "fecha-se" após a roscagem	Ver recomendações no Catálogo / Selector para alternativa correta de ferramenta.
Escamação	Tipo errado de macho para a aplicação	Escolher um macho com menor ângulo de incidência. Escolher um macho com chanfro mais longo. Utilizar machos com ponta helicoidal para furo passante e canais helicoidais para furos cegos, a fim de evitar bloqueio das aparas. Verificar Catálogo ou Selector para alternativa correta de ferramenta.
	Lubrificação incorreta ou falta da mesma	Utilizar boa lubrificação a fim de evitar aresta postiça. Ver Seção Lubrificantes no livro técnico.
	Os machos batem no fundo do furo	Aumentar profundidade de furação ou diminuir profundidade de roscagem.
	Superfície endurecida pelo trabalho	Reduzir velocidade, utilizar ferramenta com revestimento, utilizar boa lubrificação. Ver Seção para usinagem de aços inoxidáveis no livro técnico.
	Cavacos presos na reversão	Evitar retorno repentino do macho no movimento de inversão.
	O chanfro bate na entrada do furo	Verificar posição axial e reduzir o erro axial da ponta do macho no centro do furo.
	Furo pequeno demais para o macho	Aumentar o diâmetro da broca até o valor máximo. Ver Tabela de Brocas para Roscagem.

SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA ROSCAGEM

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Rutura do Macho	Macho desgastado	Usar um macho novo ou reafiar o que está usando.
	Falta de lubrificante	Utilizar uma boa lubrificação a fim de evitar aresta postiça e bloqueio de aparas. Ver Seção Lubrificação no livro técnico.
	O macho bate no fundo do furo	Aumentar a profundidade da furação ou diminuir a profundidade do roscagem.
	Velocidade do macho muito elevada	Reduzir a velocidade do macho. Seguir as recomendações de Catálogo/Selector.
	Superfície endurecida pelo trabalho	Reduzir velocidade. Utilizar ferramenta revestida. Utilizar boa lubrificação. Ver Seção para Usinagem de Aços Inoxidáveis no livro técnico.
	Furo a ser roscado pequeno demais	Aumentar o diâmetro da broca até o valor máximo. Ver Tabelas de Brocas para roscagem.
	Torque demasiado elevado	Utilizar dispositivo de roscagem com embreagem de reajuste do torque.
	O material contrai-se após a roscagem	Ver recomendações no Catálogo/ Selector de Produto para a alternativa correta da ferramenta.
Desgaste rápido	Tipo errado de macho para a aplicação	Utilizar macho com menor ângulo de incidência e maior alívio. Verificar Catálogo ou Selector para alternativa correta da ferramenta.
	Falta de lubrificante	Utilizar uma boa lubrificação a fim de evitar aresta postiça. Ver Seção Lubrificação no livro técnico.
	Velocidade do macho alta demais	Reduzir velocidade de corte. Seguir recomendações no Catálogo/Selector.
Aresta postiça	Tipo de macho errado... para a aplicação	Utilizar macho com menor ângulo de incidência e maior alívio. Verificar Catálogo ou Selector para alternativa correta da ferramenta.
	Falta de lubrificante	Utilizar uma boa lubrificação a fim de evitar aresta postiça. Ver Seção Lubrificação no livro técnico.
	Tratamento da superfície não é adequado	Vêr Secção de Tratamentos Superficiais para recomendações.
	Velocidade do macho baixa demais	Seguir recomendações do Catálogo/ Selector.

FRESAGEM

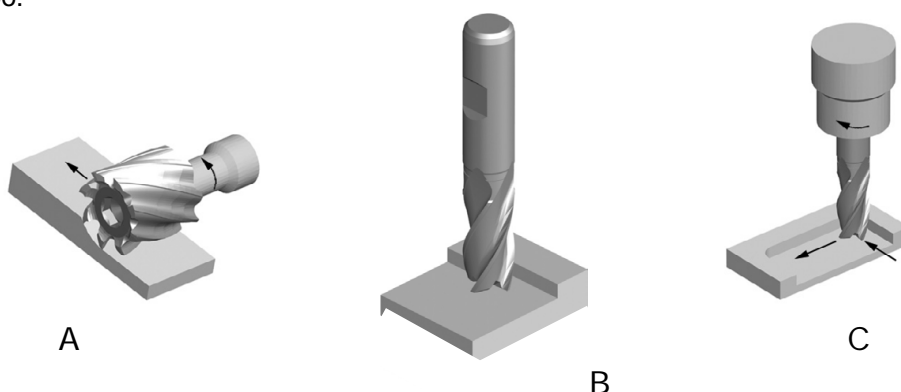
DICAS GERAIS PARA FRESAGEM

A Fresagem é um processo de gerar superfícies maquinadas pela remoção progressiva de uma quantidade pré-determinada de material da peça de trabalho a uma taxa de movimento ou avanço relativamente baixa mediante uma fresa que gira a uma velocidade comparativamente alta.

A característica principal do processo de fresagem é que cada aresta de corte da fresa remove a sua parcela do material na forma de aparas individuais pequenas.

TIPOS DE FRESAS

As três operações básicas de fresagem são mostradas abaixo: (A) fresagem periférica, (B) fresagem facial e (C) fresagem de topo.



Na fresagem periférica (também denominado fresagem de blocos), o eixo de rotação da fresa está paralelo à superfície da peça de trabalho a ser maquinada. A fresa tem um número de navalhas no seu perímetro, cada uma atuando como uma ferramenta de corte individual para fresagem plana. As fresas utilizadas em fresagem periférica podem ter navalhas direitas ou helicoidais gerando uma ação de corte ortogonal ou oblíqua.

No fresagem facial, a fresa está montada num fuso com uma rotação do eixo perpendicular à superfície da peça de trabalho. A superfície fresada resulta da ação de arestas de corte localizadas na periferia e na face da fresa.

Na fresagem de topo, a fresa geralmente gira num eixo vertical com relação à peça de trabalho. Pode ser inclinada para usinar superfícies cônicas. As arestas cortantes estão localizadas tanto na face terminal da fresa quanto na periferia do corpo da fresa.

APLICAÇÕES

A MRR e as aplicações estão fortemente relacionadas. Para cada diferente aplicação temos um diferente MRR que aumenta com a área da fresa que age sobre a peça de trabalho. O Catálogo Dormer mais recente foi elaborado com ícones simples que mostram as diversas aplicações.

Fresagem Lateral	Fresagem Facial	Fresagem de Ranhuras	Fres. de mergulho	Fres. de rampas
A profundidade radial do corte deverá ser inferior a 0.25 do diâmetro da fresa de topo.	A profundidade radial do corte não deverá ser superior a 0.9 do diâmetro, a profundidade axial do corte menor que 0.1 do diâmetro.	Maquinagem de um rasgo para chave. A profundidade radial do corte é igual ao diâmetro da fresa de topo.	Só é possível furar a peça de trabalho com uma fresa de topo com corte central. Nesta operação o avanço deverá ser dividido por 2.	Entradas tanto axial quanto radial na peça de trabalho.

SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA FRESAGEM

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Quebra	Remoção exagerada de material	Diminuir o avanço por navalha
	Avanço demasiado elevado	Diminuir o avanço
Desgaste	Comprimento dos canais ou total grandes demais	Introduzir mais a haste no porta-ferramenta, utilizar fresa de topo mais curta
	Material da peça de trabalho duro demais	Verificar Catálogo ou Selector para ferramenta correta com material de classe mais elevada e/ou revestimento adequado
	Avanço e velocidade inadequados	Verificar Catálogo ou Selector para parâmetros de corte corretos
	Evacuação deficiente das aparas	Reposicionar as linhas do refrigerante
	Fresagem convencional	Fresagem ascendente
	Hélice de corte inadequada	Ver recomendações no Catálogo/ Selector para alternativa correta de ferramenta
Escamação	Taxa de avanço demasiado elevado	Reduzir taxa de avanço
	Trepidação	Reduzir as RPM
	Baixa velocidade de corte	Aumentar as RPM
	Fresagem convencional	Fresagem ascendente
	Rigidez da ferramenta insuficiente	Escolher uma ferramenta mais curta e/ou colocar a haste mais para dentro do porta ferramentas
	Rigidez insuficiente da peça de trabalho	Fixar firmemente a peça de trabalho
Vida útil curta da ferramenta	Material de trabalho tenaz	Verificar Catálogo ou Selector por alternativa correta da ferramenta
	Ângulo de corte e alívio primário inadequados	Mudar para ângulo de corte correto
	Atrito fresa/ peça de trabalho	Utilizar ferramenta revestida
Mau acabamento da superfície	Avanço rápido demais	Diminuir para avanço correto
	Velocidade baixa demais	Aumentar a velocidade
	Aparas mordidas	Diminuir a remoção de material
	Desgaste da ferramenta	Substituir ou reafiar a ferramenta
	Acumulação de aparas	Mudar para ferramenta com hélice maior
	Aparas falsas	Aumentar a quantidade do fluido refrigerante

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
Baixa precisão na peça de trabalho	Deflexão da ferramenta	Escolher uma ferramenta mais curta e/ou colocar a haste mais para dentro do porta-ferramentas
	Número de canais insuficiente	Usar uma ferramenta com mais canais
	Porta-ferramentas solto ou gasto	Consertar ou substituir o porta-ferramenta
	Baixa rigidez do porta-ferramenta	Substituir por porta-ferramenta mais curto/ rígido
	Rigidez deficiente do fuso	Utilizar fuso maior
Trepidação	Avanço e velocidade demasiado elevado	Corrigir avanço e velocidade com o auxílio do Catálogo/ Selector
	Comprimento dos canais ou total grandes demais	Introduzir mais a haste no porta-ferramenta, usar fresa de topo mais curta
	Corte profundo demais Não há rigidez suficiente (máquina e porta-ferramenta)	Diminuir profundidade do corte Verificar o porta-ferramenta e trocar se necessário
	Rigidez insuficiente da peça de trabalho	Fixar firmemente a peça de trabalho

LIMAS EM METAL DURO

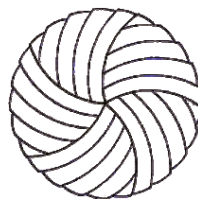
GENERALIDADES SOBRE LIMAS EM METAL DURO

As limas em metal duro são muito utilizadas na preparação e acabamento de componentes numa grande variedade de materiais.

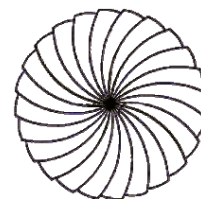
Geralmente, são utilizadas manualmente e montadas em rectificadoras de matrizes pneumáticas

CARACTERÍSTICAS E VANTAGENS

1. As hastes em aço temperado e endurecido melhoram a rigidez e reduzem o risco de arqueamento ou vibração
2. As hastes produzidas com grande precisão melhoram a fixação e reduzem a probabilidade de patinagem
3. Os elementos de brasagem especiais evitam falhas provocadas pelas altas temperaturas e proporcionam maior resistência à pressão e ao impacto
4. A geometria de duplo corte universal é adequada a uma grande variedade de materiais e aplicações
5. Também estão disponíveis geometrias específicas de material para Aço (ST), Aço inoxidável (VA), Alumínio (AL) e Fibra de vidro (GRP)
6. Disponível com revestimento TiAlN, para aumentar a vida útil da ferramenta em materiais abrasivos
7. As limas de ponta esférica dispõem de geometria de canal de dentes alternados
8. Isto oferece uma geometria activa até ao centro da lima, melhorando a acção de corte e reduzindo as probabilidades de acumulação de rebarbas e obstrução



Canal de dentes alternados



Normal

A SEGURANÇA EM PRIMEIRO LUGAR

1. As ferramentas rotativas a alta velocidade constituem um risco e podem ser perigosas se utilizadas incorrectamente
2. Antes de mudar de lima, desligar sempre a rectificadora de matrizes da alimentação de ar
3. Verificar o estado da rectificadora de matrizes e, se possível, utilizar versões de baixa vibração
4. Usar sempre equipamento de protecção adequado e assegurar que quem estiver a trabalhar nas proximidades também está protegido



O equipamento de protecção individual tem de ser usado em permanência.

RECOMENDAÇÕES

- Utilizar sempre uma rectificadora de matrizes com a velocidade adequada
- A manutenção de rotina das rectificadoras de matrizes é importante: assegurar que estão lubrificadas e que os rolamentos não estão gastos
- Ao mudar uma lima, limpar sempre a porca de fixação, o pino e o cone interno da rectificadora de matrizes
- Procurar evitar choques mecânicos e impactos pesados das limas
- Procurar evitar choques térmicos, impedindo que a lima sobreaqueça
- Não penetrar excessivamente com a lima no material da peça de trabalho ou prender a lima em cantos ou canais

Resolução de problemas na UTILIZAÇÃO DE LIMAS

PROBLEMA	CAUSA
Lascagem dos dentes da lima	Rpm demasiado baixas podem provocar ressaltos
	Excentricidade (desgaste do fuso, do pino ou dos rolamentos)
	Penetração e bloqueio da lima na peça de trabalho
Obstrução dos dentes da lima	Comprimento do canal ou comprimento global excessivo
	Escolha da geometria incorrecta para o material da peça de trabalho
Desgaste prematuro	Rpm demasiado altas para o tamanho da lima e o material da peça de trabalho
	Excentricidade (desgaste do fuso, do pino ou dos rolamentos)
A cabeça separa-se da haste	Rpm demasiado altas provocam sobreaquecimento
	O funcionamento durante longos períodos provoca sobreaquecimento

Français		Dureté	Résistance à la traction	ISO
Groupes d'application Matière		HB	N/mm ²	
1. Acier	1.1 Acier doux magnétique	< 120	< 400	P 1
	1.2 Acier de construction, Acier de cémentation	< 200	< 700	P 1
	1.3 Acier au carbone ordinaire	< 250	< 850	P 2
	1.4 Acier allié	< 250	< 850	P 3
	1.5 Acier allié/ Acier trempé et revenu	> 250 < 350	> 850 < 1200	P 4
	1.6 Acier allié/ Acier trempé et revenu	> 350	> 1200 < 1620	H 1
	1.7 Acier allié trempé	49-55HRC	> 1620	H 3
	1.8 Acier allié trempé	55-63HRC	> 1980	H 4
2. Acier inoxydable	2.1 Acier inoxydable de décolletage	< 250	< 850	M 1
	2.2 Austénitique	< 320	< 1100	M 3
	2.3 Ferritique + Austénitique, Martensitique	< 300	< 1000	M 2
	2.4 Acier Inoxydable Trempé	>320 <410	>1100 <1400	S 2
3. Fonte	3.1 Graphite lamellaire	< 150	> 500	K 1
	3.2 Graphite lamellaire	> 150 <300	> 500 < 1000	K 2
	3.3 Graphite nodulaire/ Fonte malleable	< 200	< 700	K 3
	3.4 Graphite nodulaire/ Fonte malleable	> 200 < 300	> 700 < 1000	K 4
4. Titane	4.1 Titane, non-allié	< 200	< 700	S 1
	4.2 Titane, allié	< 270	< 900	S 2
	4.3 Titane, allié	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250	S 3
5. Nickel	5.1 Nickel, non-allié	< 150	< 500	S 1
	5.2 Nickel, allié	< 270	> 900	S 2
	5.3 Nickel, allié	> 270 < 350	> 900 < 1200	S 3
6. Cuivre	6.1 Cuivre	< 100	< 350	N 3
	6.2 β-Laiton, Bronze	< 200	< 700	N 4
	6.3 α-Laiton	< 200	< 700	N 3
	6.4 Bronze, haute résistance	< 470	< 1500	N 4
7. Aluminium Magnésium	7.1 Al, Mg, non-allié	< 100	< 350	N 1
	7.2 Al allié, Si < 0.5%	< 150	< 500	N 1
	7.3 Al allié, Si > 0.5% < 10%	< 120	< 400	N 1
	7.4 Al allié, Si > 10% Alliages d'Al ou Mg, céramique renforcée	< 120	< 400	N 2
8. Matières synthétiques	8.1 Thermoplastiques	---	---	O
	8.2 Plastiques thermodurissables	---	---	O
	8.3 Plastiques renforcés	---	---	O
9. Matières dures	9.1 Cermets (céramiques métalliques)	< 550	< 1700	H
	10. Graphite	---	< 100	O

EXEMPLES DE MATIERES A USINER
SELON DIFFERENTES NORMES

AMG	EN	W.Nr.	DIN	BS	SS	USA	UNS	ISO
1.1	EN 10 1025 - S235JR2	1.1015, 1.1013	Rte60, Rte100	230M07, 050A12	1160	Lead Steels	G12120	P 1
1.2	EN 10 025 - E295	1.1012, 1.1053, 1.7131	S137-2, 16MnCr5, S150-2	060A35, 080M40, 4360-50B	1312, 1412, 1914	135, 30	G10100	P 1
1.3	EN 10 025 - E295	1.1191, 1.0601	CK45, C60	080M46, 080A62	1550, 2142, 2172	1024, 1060, 1061	G10600	P 2
1.4	EN 10 083-1 - 42 CrMo 4 - EN 10 270-2	1.7225, 1.3505, 1.6582, 1.3247	42CrMo4, 100Cr6, 34CrNiMo6, S2-10-1-8	708M40/42, 817M40, 534A99, BM2, BT42	1672-04, 2090, 2244-02, 2541-02	4140, A2, 4340, M42, M2	G41270, G41470, T30102, T11342	P 3
1.5	EN ISO 4857 - HS6-5-2	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, 55NiCrMoV6, X210Cr12, S2-10-1-8	801, BM2, BT42, 826M40, 830M31	2244-04, 2541-03, 2550, 2722, 2723	01, L6, M42, D3, A2, M2, 4140, 8630	G96300, T30102, T11302, T30403, T11342	P 4
1.6	EN ISO 4957 - HS2-9-1-8	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, X210Cr12, S2-10-1-8	801, 826 M40, 830M31	2244-05, 2541-05, , HARDOX 400	01, L6, M42, D3, 4140, 8130	T30403, G41400, J14047	H 1
1.7	EN ISO 4957 - HS2-9-1-8	1.2510	100MnCrW4	BO1, BO3, BH13	HARDOX 500			H 3
1.8	EN ISO 4957 - X40CrMoV5-1	1.3343, 1.2344	S6-5-2, GX40CrMoV5-1	BM2, BH13	2242 HARDOX 600			H 4
2.1	EN 10 088-3 - X14CrMoS17	1.4305, 1.4104	X10CrNiS189, X12CrMoS17	303 S21, 416 S37	2301, 2312, 2314, 2346, 2380	303, 416, 430F	S30300, S41600, S43020	M 1
2.2	EN 10 088-2-0 - 3 - 1,4301+AT	1.4301, 1.4541, 1.4571	X5CrNiFe189, X10CrNiMoTi1810	304 S15, 321 S17, 316 S, 320 S12	2310, 2333, 2337, 2343, 2353, 2377	304, 321, 316	S30400, S32100, S31600	M 3
2.3	EN 10 088-3 - 1,4460	1.4460, 1.4512, 1.4582	X8CrNiMo275, X4CrNiMoN6257	317 S16, 316 S16	2324, 2387, 2570	409, 430, 436	S40900, S4300, S43600	M 2
2.4	EN 1,4547	1.4547	X2CrNiMo20-18-6	HR41	2378	17-4PH	S31254	S 2
3.1	EN 1561 - EN-JL1030	0.6010, 0.6040	GG10, GG40	Grade150, Grade 400	0120, 0212, 0814	ASTM A48 class 20	F11401, F12801	K 1
3.2	EN 1561 - EN-JL1050	0.6025, 0.6040	GG25, GG40	Grade200, Grade 400	0125, 0130, 0140, 0217	ASTM A48 class 40, STM A48 class 60	F12801, F14101	K 2
3.3	EN 1561 - EN-JL2040	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGC40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	420/12, P4407, 700/2, 30g/72	0219, 0717, 0727, 0732, 0852	ASTM A220 grade 40010, ASTM A602 grade M4504	F22830, F20001	K 3
3.4	EN 1561 - EN-JL2050	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70, GTS45-06, GTW45-07	420/12, P4407, 700/2, 30g/72	0221, 0223, 0737, 0854	ASTM A220 grade 90001, ASTM A602 grade M8501	F26230, 20005	K 4
4.1		3.7024LN	T199 8	TA1 to 9	T199 8	ASTM B265 grade 1	R50250	S 1
4.2		3.7164LN, 3.7119LN	TiA6V4, TiA55n2	TA10 to 14, TA17	TiA6V4, TiA55n2	AMS4928	R54790	S 2
4.3		3.7164LN, 3.7174LN, 3.7184LN	TiA6V4, TiA6V5Sn2, TiA4MoSn2	TA10 to 13, TA28	TiA6V5Sn2	AMS4928, AMS4971	R56400, R54790	S 3
5.1		2.4060, 2.4066	Nickel 200, 270, N199 6	NA 11, NA12	Ni200, Ni270	Nickel 200, Nickel 230	N02200, N02230	S 1
5.2		2.4630LN, 2.4602, 2.4650LN	Nimonic 75, Monel 400, Hastelloy C, Inconel 600	HR203, 3027-76		Nimonic 75 Monel400, Hastelloy, Inconel600	N06075, N10002, N04400, N06600	S 2
5.3		2.4668LN, 2.4631LN, 2.6554LN	Inconel 718, Nimonic 80A, Waspaloy	HR8, HR401, 601		Inconel 718, 625, Nimonic 80	N07718, N07080, N06625	S 3
6.1	EN 1652 - CW004A	2.0060, 2.0070	E-Cu57, SE-Cu	C101	5010	101	C10100, C1020	N 3
6.2	EN 1652 - CW612N	2.0380, 2.0360, 2.1030, 2.1080	CuZn39PB2, CuZn40, CuSn8, CuSh6Zn	CZ120, CZ109/PB104	5168		C28000, C37710	N 4
6.3	EN 1652 - CW508L	2.0321, 2.0260	CuZn37, CuZn28	CZ108,CZ106	5150		C2600, C27200	N 3
6.4			Ampco 18, Ampco 25	AB1 type	5238, JM7-20			N 4
7.1	EN 485-2 - EN AW-1070A	3.0255	A199.5	LMO, 1 B (1050A)	4005	EC, 1060, 1100	A91060, A91100	N 1
7.2	EN 755-2 - EN AW-5005	3.1355, 3.3525	AlCuMg2, AlMg2Mn0.8	LM5, 10, 12, M (5251)	4106, 4212	380, 520.0, 520.2, 2024, 6061	A03800, A05200, A92024	N 1
7.3	EN 1706 - EN AC-42000	3.2162.05, 3.2341.01	GD-AISI80Cu, G-AISI5Mg	LM2,4,16,18,21,22,,24,25,26,27,L109	4244	319.0, 333.0, 319.1, 356.0	A03190, A03330, C35600	N 1
7.4	SS-EN 1706 - EN AC-47000	3.2581.01	G-AISI18, G-AISI12	LM6, 12,13, 20, 28, 29, 30	4260, 4261, 4262	4032, 222.1, A332.0	A94032, A02220, A13320	N 2
8.1				Polystyrene, Nylon, PVC Cellulose, Acetate & Nitrate		Polystyrene, Nylon, PVC		O
8.2				Ebonite, Tufnol, Bakelite		Bakelite		O
8.3				Kevlar, Primed Circuit boards		Kevlar		O
9.1				Ferrotic, Ferrotiltant		Ferrotic, Ferrotiltant		H
10.1				Graphite		Graphite		O

Tableau des vitesses de coupe



		Vc															
m/Min		5	8	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	150
Feet/Min		16	26	32	50	66	82	98	130	165	197	230	262	296	330	362	495
Ø		RPM															
mm	inch																
1,00		1592	2546	3183	4775	6366	7958	9549	12732	15916	19099	22282	25465	28648	31831	35014	47747
1,50		1061	1698	2122	3183	4244	5305	6366	8488	10610	12732	14854	16977	19099	21221	23343	31831
2,00		796	1273	1592	2387	3183	3979	4775	6366	7958	9549	11141	12732	14324	15916	17507	23873
2,50		637	1019	1273	1910	2546	3183	3820	5093	6366	7639	8913	10186	11459	12732	14006	19099
3,00		531	849	1061	1592	2122	2653	3183	4244	5305	6366	7427	8488	9549	10610	11671	15916
3,18	1/8	500	801	1001	1501	2002	2502	3003	4004	5005	6006	7007	8008	9009	10010	11011	15015
3,50		455	728	909	1364	1819	2274	2728	3638	4547	5457	6366	7276	8185	9095	10004	13642
4,00		398	637	796	1194	1592	1989	2387	3183	3979	4775	5570	6366	7162	7958	8754	11937
4,50		354	566	707	1061	1415	1768	2122	2829	3537	4244	4951	5659	6366	7074	7781	10610
4,76	3/16	334	535	669	1003	1337	1672	2006	2675	3344	4012	4681	5350	6018	6687	7356	10031
5,00		318	509	637	955	1273	1592	1910	2546	3183	3820	4456	5093	5730	6366	7003	9549
6,00		265	424	531	796	1061	1326	1592	2122	2653	3183	3714	4244	4775	5305	5836	7958
6,35	1/4	251	401	501	752	1003	1253	1504	2005	2506	3008	3509	4010	4511	5013	5514	7519
7,00		227	364	455	682	909	1137	1364	1819	2274	2728	3183	3638	4093	4547	5002	6821
7,94	5/16	200	321	401	601	802	1002	1203	1604	2004	2405	2806	3207	3608	4009	4410	6013
8,00		199	318	398	597	796	995	1194	1592	1989	2387	2785	3183	3581	3979	4377	5968
9,00		177	283	354	531	707	884	1061	1415	1768	2122	2476	2829	3183	3537	3890	5305
9,53	3/8	167	267	334	501	668	835	1002	1336	1670	2004	2338	2672	3006	3340	3674	5010
10,00		159	255	318	477	637	796	955	1273	1592	1910	2228	2546	2865	3183	3501	4775
11,11	7/16	143	229	287	430	573	716	860	1146	1433	1719	2006	2292	2579	2865	3152	4298
12,00		133	212	265	398	531	663	796	1061	1326	1592	1857	2122	2387	2653	2918	3979
12,70	1/2	125	201	251	376	501	627	752	1003	1253	1504	1754	2005	2256	2506	2757	3760
14,00		114	182	227	341	455	568	682	909	1137	1364	1592	1819	2046	2274	2501	3410
14,29	9/16	111	178	223	334	446	557	668	891	1114	1337	1559	1782	2005	2228	2450	3341
15,00		106	170	212	318	424	531	637	849	1061	1273	1485	1698	1910	2122	2334	3183
15,88	5/8	100	160	200	301	401	501	601	802	1002	1203	1403	1604	1804	2004	2205	3007
16,00		99	159	199	298	398	497	597	796	995	1194	1393	1592	1790	1989	2188	2984
17,46	11/16	91	146	182	273	365	456	547	729	912	1094	1276	1458	1641	1823	2005	2735
18,00		88	141	177	265	354	442	531	707	884	1061	1238	1415	1592	1768	1945	2653
19,05	3/4	84	134	167	251	334	418	501	668	835	1003	1170	1337	1504	1671	1838	2506
20,00		80	127	159	239	318	398	477	637	796	955	1114	1273	1432	1592	1751	2387
24,00		66	106	133	199	265	332	398	531	663	796	928	1061	1194	1326	1459	1989
25,00		64	102	127	191	255	318	382	509	637	764	891	1019	1146	1273	1401	1910
27,00		59	94	118	177	236	295	354	472	589	707	825	943	1061	1179	1297	1768
30,00		53	85	106	159	212	265	318	424	531	637	743	849	955	1061	1167	1592
32,00		50	80	99	149	199	249	298	398	497	597	696	796	895	995	1094	1492
36,00		44	71	88	133	177	221	265	354	442	531	619	707	796	884	973	1326
40,00		40	64	80	119	159	199	239	318	398	477	557	637	716	796	875	1194
50,00		32	51	64	95	127	159	191	255	318	382	446	509	573	637	700	955

HV Vickers	HRC Rockwell	HB Brinell	N/ mm ²	Tons/ sq. in.
940	68			
900	67			
864	66			
829	65			
800	64			
773	63			
745	62			
720	61			
698	60			
675	59			
655	58		2200	142
650		618	2180	141
640		608	2145	139
639	57	607	2140	138
630		599	2105	136
620		589	2070	134
615	56	584	2050	133
610		580	2030	131
600		570	1995	129
596	55	567	1980	128
590		561	1955	126
580		551	1920	124
578	54	549	1910	124
570		542	1880	122
560	53	532	1845	119
550		523	1810	117
544	52	517	1790	116
540		513	1775	115
530		504	1740	113
527	51	501	1730	112
520		494	1700	110
514	50	488	1680	109
510		485	1665	108
500		475	1630	105
497	49	472	1620	105
490		466	1595	103
484	48	460	1570	102
480		456	1555	101
473	47	449	1530	99
470		447	1520	98
460		437	1485	96
458	46	435	1480	96
450		428	1455	94
446	45	424	1440	93
440		418	1420	92

HV Vickers	HRC Rockwell	HB Brinell	N/ mm ²	Tons/ sq. in.
434	44	413	1400	91
423	43	402	1360	88
413	42	393	1330	86
403	41	383	1300	84
392	40	372	1260	82
382	39	363	1230	80
373	38	354	1200	78
364	37	346	1170	76
355	36	337	1140	74
350		333	1125	73
345	35	328	1110	72
340		323	1095	71
336	34	319	1080	70
330		314	1060	69
327	33	311	1050	68
320		304	1030	67
317	32	301	1020	66
310	31	295	995	64
302	30	287	970	63
300		285	965	62
295		280	950	61
293	29	278	940	61
290		276	930	60
287	28	273	920	60
285		271	915	59
280	27	266	900	58
275		261	880	57
272	26	258	870	56
270		257	865	56
268	25	255	860	56
265		252	850	55
260	24	247	835	54
255	23	242	820	53
250	22	238	800	52
245		233	785	51
243	21	231	780	50
240		228	770	50
235		223	755	49
230		219	740	48
225		214	720	47
220		209	705	46
215		204	690	45
210		199	675	44
205		195	660	43
200		190	640	41

Tol	Ø mm							
	> 1 ≤ 3	> 3 ≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10 ≤ 18	> 18 ≤ 30	> 30 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80 ≤ 120
	µm							
e8	-14 / -28	-20 / -38	-25 / -47	-32 / -59	-40 / -73	-50 / -89	-60 / -106	-72 / -126
f6	-6 / -12	-10 / -18	-13 / -22	-16 / -27	-20 / -33	-25 / -41	-30 / -49	-36 / -58
f7	-6 / -16	-10 / -22	-13 / -28	-16 / -34	-20 / -41	-25 / -50	-30 / -60	-36 / -71
h6	0 / -6	0 / -8	0 / -9	0 / -11	0 / -13	0 / -16	0 / -19	0 / -22
h7	0 / -10	0 / -12	0 / -15	0 / -18	0 / -21	0 / -25	0 / -30	0 / -35
h8	0 / -14	0 / -18	0 / -22	0 / -27	0 / -33	0 / -39	0 / -46	0 / -54
h9	0 / -25	0 / -30	0 / -36	0 / -43	0 / -52	0 / -62	0 / -74	0 / -87
h10	0 / -40	0 / -48	0 / -58	0 / -70	0 / -84	0 / -100	0 / -120	0 / -140
h11	0 / -60	0 / -75	0 / -90	0 / -110	0 / -130	0 / -160	0 / -190	0 / -220
h12	0 / -100	0 / -120	0 / -150	0 / -180	0 / -210	0 / -250	0 / -300	0 / -350
k10	+40 / 0	+48 / 0	+58 / 0	+70 / 0	+84 / 0	+100 / 0	+120 / 0	+140 / 0
k12	+100 / 0	+120 / 0	+150 / 0	+180 / 0	+210 / 0	+250 / 0	+300 / 0	+350 / 0
m7	+2 / +12	+4 / +16	+6 / +21	+7 / +25	+8 / +29	+9 / +34	+11 / +41	+13 / +48
js14	+/- 125	+/- 150	+/- 180	+/- 215	+/- 260	+/- 310	+/- 370	+/- 435
js16	+/- 300	+/- 375	+/- 450	+/- 550	+/- 650	+/- 800	+/- 950	+/- 1100
H7	+10 / 0	+12 / 0	+15 / 0	+18 / 0	+21 / 0	+25 / 0	+30 / 0	+35 / 0
H8	+14 / 0	+18 / 0	+22 / 0	+27 / 0	+33 / 0	+39 / 0	+46 / 0	+54 / 0

1µm = 0.001mm

PERÇAGE

RECOMMANDATIONS GENERALES POUR LE PERÇAGE

1. Sélectionner le foret le plus approprié pour l'application, en gardant en mémoire le matériau à usiner, la capacité de la machine outil et l'huile de coupe utilisée.
2. La flexibilité entre la pièce et l'axe de la machine peut endommager le foret aussi bien que la pièce et la machine – il faut donc assurer un maximum de stabilité tout le temps. Ceci peut être amélioré en choisissant le foret le plus court possible pour l'application.
3. Le mandrin est un aspect important dans l'opération de perçage et le foret ne peut se permettre de casser ou de bouger du porte-outil.
4. Il est recommandé d'utiliser l'huile et les lubrifiants requis par l'opération de perçage. Lors de l'utilisation d'huiles ou de lubrifiants, il faut assurer un arrosage important, spécialement à la pointe du foret.
5. L'évacuation des copeaux durant le perçage est essentielle pour assurer une bonne opération de perçage. Ne jamais permettre aux copeaux de rester dans la goujure.
6. Lors du réaffûtage d'un foret, il faut toujours être sûr que la géométrie de pointe correcte est produite et que toute usure a été éliminée.

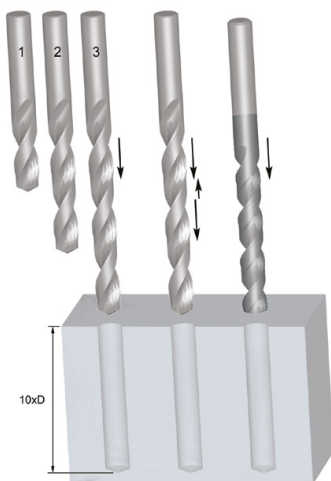
DIMENSION DE TROU

Plus les configurations de géométrie, de substrat et de revêtement sont avancées, plus la capacité d'un foret à produire un trou précis augmente. En général, un outil à géométrie standard produira un trou d'une tolérance H12. Cependant, étant donné que la configuration du foret devient plus complexe à la dimension du trou fini, dans des conditions favorables, peut se rapprocher de la tolérance H8. Pour offrir une plus grande précision, les types de produits et la tolérance des trous qu'ils réalisent sont listés ci-dessous :

- Forets HSS d'utilisation générale – H12
- Forets à goujure parabolique HSS / HSS-E pour trous profonds – H10
- Forets avec revêtement en carbure monobloc hautes performances – H8/H9

STRATEGIE DE PERÇAGE DE TROUS PROFONDS

Lors du perçage de trous profonds, il est possible d'utiliser différentes méthodes. L'exemple ci-dessous nous montre quatre possibilités de perçage de trous de 10 x le diamètre.



	Perçage en série	Perçage en série
No de forets	3 (2,5xD, 6xD, 10xD)	2 (2,5xD, 10xD)
Type de forets	Géométrie standard, utilisation générale	Géométrie standard, utilisation générale
+ / -	Coûteux Long	Plus rentable Rapide

	Perçage en plusieurs passes	Perçage en une seule passe
No de forets	1 (10xD)	1 (10xD)
Type de forets	Géométrie standard, utilisation générale	Outils d'utilisation spécifique
+ / -	Long	Rentable Rapide

PRESSION DE REFROIDISSEMENT INTERNE

Problème	Cause	Remède
Tenon cassé ou tordu	Mauvais contact entre la queue et le porte-outil	S'assurer du bon état de la queue et du porte-outil
Casse de l'âme	Avance trop élevée	Réduire l'avance à un taux optimum
	Dépouille initiale insuffisante	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Amincissement de l'âme excessif	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Lourd impact au niveau de la pointe du foret	Eviter tout impact au niveau de la pointe du foret. Faire attention lors de la mise en place ou de l'éjection des forets queue cône morse de l'axe
Usure des angles extérieurs	Vitesse excessive	Réduire la vitesse – peut-être augmenter l'avance
Casse des angles extérieurs	Pièce à usiner instable	Réduire le jeu de la pièce
Eclat des lèvres de coupe	Dépouille initiale excessive	Réaffûter selon les spécifications correctes
Casse de la goujure	Choc sur les goujures	Adopter un concept de perçage en plusieurs passes/ en série
	Glisse du foret	S'assurer que le foret est bien maintenu dans le mandrin et dans l'axe
Finition en spirale dans le trou	Avance insuffisante	Augmenter la vitesse de coupe
	Manque de précision dans le positionnement	Utiliser un foret de pré-perçage avant le perçage
Trou trop grand	Géométrie de pointe incorrecte	Vérifier la géométrie de pointe
	Mauvaise évacuation des copeaux	Ajuster la vitesse, l'avance et la longueur des passes pour obtenir une meilleure fragmentation des copeaux

ALESAGE

RECOMMANDATIONS GENERALES POUR L'ALESAGE

Pour obtenir les meilleurs résultats avec les alésoirs, il est important de les faire « travailler ». On fait souvent l'erreur de préparer les trous à aléser en y laissant une surépaisseur insuffisante. Si on ne laisse pas assez de surépaisseur dans le trou à aléser, le frottement entraîne une usure rapide de l'alésoir, avec pour conséquence une perte de diamètre. Pour de bons résultats, il est tout aussi important que la surépaisseur ne soit pas excessive. (Voir la section Enlèvement de matière ci-dessous).

1. Sélectionner le type d'alésoir le plus adapté ainsi que les conditions de vitesse de coupe et d'avance optimales pour l'application. Vérifiez que les trous percés ont un diamètre correct.
2. La pièce doit être maintenue de manière rigide et la broche de la machine ne doit pas avoir de jeu.
3. Le mandrin utilisé pour monter un alésoir à queue cylindrique doit être de bonne qualité. Si l'alésoir glisse dans le mandrin et si l'avance est automatique, l'alésoir risque de se casser.
4. Réduisez au minimum le porte-à-faux de l'outil par rapport à l'axe de la machine.
5. Utilisez les lubrifiants recommandés pour prolonger la durée de vie de l'alésoir et veillez à ce que le fluide atteigne toute les arêtes de coupe. Comme l'alésage n'est pas une opération de coupe difficile, une dilution 40:1 d'huile soluble convient généralement. De l'air comprimé peut être utilisé pour l'alésage à sec de la fonte grise.
6. Evitez le bourrage des copeaux dans les goujures d'un alésoir.
7. Avant d'affûter l'alésoir, vérifiez sa concentricité entre pointes. Dans la plupart des cas, seul le chanfrein d'entrée a besoin d'être réaffûté.
8. Veillez à ce que les alésoirs soient toujours bien affûtés. Un affûtage fréquent se justifie d'un point de vue économique, mais il ne faut pas oublier que les alésoirs ne coupent que sur le chanfrein et le cône d'entrée et non pas sur les listels de guidage. Par conséquent, seuls le chanfrein et le cône d'entrée doivent être réaffûtés. La précision de l'affûtage est importante tant pour la qualité du trou que pour la durée de vie de l'outil.

ENLEVEMENT DE SUREPAISSEUR

L'enlèvement de surépaisseur recommandé en alésage dépend du matériau de l'application et de la finition de surface du trou à aléser. Les recommandations de surépaisseur à enlever sont décrites dans les tableaux ci-dessous :

Diamètre du trou alésé (mm)	Sur avant trou au foret	Sur avant trou au foret alésoir	Diamètre du trou alésé (pouce)	Sur avant trou au foret	Sur avant trou au foret alésoir
En dessous de 3/16	0.1	0.1	En dessous de 3/16	0.004	0.004
De 4 à 11	0.2	0.15	3/16 à 1/2	0.008	0.006
De 11 à 39	0.3	0.2	1/2 à 1,1/2	0.010	0.008
De 39 à 50	0.4	0.3	1,1/2 à 2	0.016	0.010

ECARTS DE TOLERANCE



1. SUR LE DIAMETRE DE COUPE D'ALESOIRS STANDARD

Le diamètre se mesure sur le listel de guidage juste derrière le chanfrein ou le cône d'entrée. La tolérance selon la DIN 1420 est destinée à produire des alésages H7.

TOLERANCE DE L'ALESOIR			
Diamètre (mm)		Ecart de tolérance (mm)	
Supérieur	Jusqu'à et y compris	Elevé +	Faible +
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008

TOLERANCE DE L'ALESOIR			
Diamètre (mm)		Ecart de tolérance (mm)	
Supérieur	Jusqu'à et y compris	Elevé +	Faible +
	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

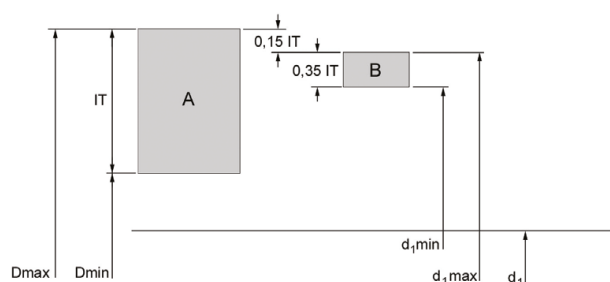
2. SUR UN ALESAGE H7

La tolérance la plus commune pour un trou fini est H7 (voir le tableau ci-dessous). Pour toute autre tolérance les données en dessous du point 3 peuvent être utilisées pour la calculer.

TOLERANCE DU TROU			
Diamètre (mm)		Ecart de tolérance (mm)	
Supérieur	Jusqu'à et y compris	Elevé +	Faible +
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0

TOLERANCE DU TROU			
Diamètre (mm)		Ecart de tolérance (mm)	
Supérieur	Jusqu'à et y compris	Elevé +	Faible +
	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. Lorsqu'il est nécessaire de définir les dimensions d'un alésoir spécial destiné à produire une tolérance spécifique, par ex. D8, utilisez la formule suivante :



A = Tolerance du Trou
 B = Tolerance de l'alésoir
 IT = Amplitude de tolérance
 Dmax = Diamètre de trou max
 Dmin = Diamètre de trou min
 d₁ = Diamètre nominal
 d_{1,max} = Diamètre max de l'alésoir
 d_{1,min} = Diamètre min de l'alésoir

Amplitude de tolérance (microns)	Amplitude de tolérance du diamètre (mm)							
	de 1 à 3	de 3 à 6	de 6 à 10	de 10 à 18	de 18 à 30	de 30 à 50	de 50 à 80	de 80 à 120
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350

par ex. trou de 10 mm avec une tolérance D8, diam. max. = 10,062, diam. min. = 10,040, tol. alésage (IT8) = 0,022

Diamètre maximal : 0,15 x tolérance de l'alésage (IT8) = 0,0033, soit = 0,004

Diamètre minimal : 0,35 x tolérance de l'alésage (IT8) = 0,0077, soit = 0,008

Diamètre maximal de l'alésoir = 10,062 - 0,004 = 10,058

Diamètre minimal de l'alésoir = 10,058 - 0,008 = 10,050

INTERRUPTIONS LORS DE L'ALEPAGE

Problème	Cause	Remède
Tenon cassé ou tordu	Mauvais contact entre la pince et la queue	S'assurer du bon état de la queue et de la douille
Usure rapide de l'outil	Enlèvement de matière insuffisant	Accroître la surépaisseur de matière
Trou surdimensionné	Variation excessive de la hauteur de lèvre	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Jeu dans la broche de la machine	Réparer et rectifier l'axe
	Défaut du porte-outil	Remplacer le porte-outil
	Queue de l'outil endommagée	Remplacer ou réaffûter la queue
	Ovalisation de l'outil	Remplacer ou rectifier l'outil
	Angle de chanfrein d'entrée asymétrique	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Avance ou vitesse de coupe trop élevées	Ajuster les conditions de coupe selon le catalogue
Trou sous dimensionné	Enlèvement de matière insuffisant	Accroître la surépaisseur de matière
	Trop de chaleur dégagée lors de l'alésage. Le trou s'élargit et se rétrécit	Accroître le flux d'huile
	Le diamètre de l'outil est détérioré et sous-dimensionné	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Avance et vitesse de coupe trop faibles	Ajuster les conditions de coupe selon le catalogue
	Le trou de pré perçage est trop petit	Diminuer la surépaisseur de matière
Trous ovales et coniques	Jeu dans la broche de la machine	Réparer et rectifier l'axe
	Mauvais alignement entre l'outil et le trou	Utiliser un alésoir guide
	Angle de chanfrein d'entrée asymétrique	Réaffûter selon les spécifications correctes
Mauvaise finition de trou	Enlèvement de surépaisseur excessif	Diminuer la surépaisseur de matière
	Détérioration de l'outil	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Angle de coupe trop faible	Réaffûter selon les spécifications correctes
	Huile de coupe ou émulsion trop diluée	Accroître le % de concentration
	Avance et/ou vitesse trop faibles	Ajuster les conditions de coupe selon le catalogue
	Vitesse de coupe trop élevée	Ajuster les conditions de coupe selon le catalogue
L'outil se bloque et casse	Détérioration de l'outil	Réaffûter selon les spécifications correctes
	La conicité arrière de l'outil est trop faible	Vérifier et remplacer / modifier l'outil
	Une dépouille trop grande	Vérifier et remplacer / modifier l'outil
	Le matériau de la pièce usinée a tendance à se resserrer	Utiliser un alésoir réglable pour compenser le jeu
	Le trou de pré perçage est trop petit	Diminuer la surépaisseur de matière
	Matériau hétérogène avec inclusions dures	Utiliser un alésoir en carbure monobloc

FRAISAGE PAR INTERPOLATION

RECOMMANDATIONS GENERALES POUR LE FRAISAGE PAR INTERPOLLATION

1. Le fraisage par interpolation est le procédé par lequel on crée un filetage par interpolation circulaire d'une fraise avec une géométrie spécifique de filetage usinée autour de sa périphérie.
2. Pour pouvoir utiliser une fraise à fileter, il faut disposer d'une machine CNC capable de suivre un chemin circulaire.
3. La plupart des machines CNC modernes sont dotées de cycles d'usinage pour le fraisage de filetages
4. Consulter le manuel ou prendre contact avec le fabricant de la machine pour tout complément d'information

CARACTÉRISTIQUES ET AVANTAGES

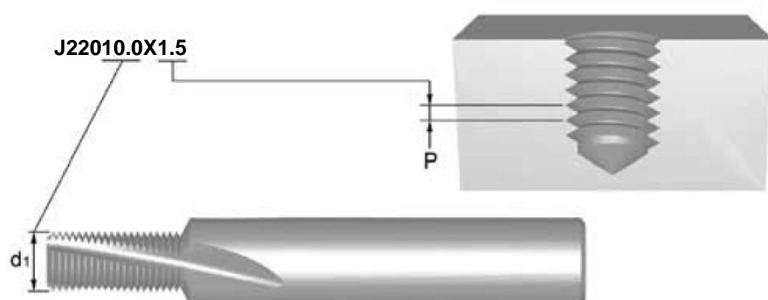
1. Le fraisage par interpolation permet d'accroître la fiabilité et la durée de vie de l'outil
2. Les fraises à fileter produisent des copeaux de petite taille et permettent ainsi de fileter sans problèmes
3. Tolérance très précise
4. Possibilité de fileter plus en profondeur, jusqu'au fond du trou
5. Capacité d'usinage dans un large éventail de matières
6. La même fraise peut produire des filetages de tailles différentes, à condition que le pas reste le même
7. Un seul et même outil pour les filets à droite et à gauche
8. Certaines fraises à fileter sont aussi capables d'usiner le chanfrein d'entrée (J200, J205, J260)

CHOISIR VOTRE OUTIL

Chaque fraise à fileter possède un code article basé sur le type, le diamètre (d1) et le pas (P)

Le code article est le numéro à utiliser pour commander votre outil

Consulter systématiquement le catalogue pour être sûr que les dimensions du filetage sont correctes



Cette fraise à fileter peut-être utilisée pour les dimensions \geq M12x1.5 (M14x1.5, M18x1.5 etc)

PROGRAMMATION AVEC LA VALEUR Rprg

- Pour un réglage aisé de la tolérance de filet, utiliser toujours le programme avec correcteur de rayon
- La valeur Rprg est la valeur de départ de chaque nouvelle fraise, elle est gravée sur la queue. Elle doit être saisie dans la mémoire du correcteur d'outils
- La valeur Rprg est basée sur le zéro théorique du filet, avec pour conséquence que lorsque vous programmez avec elle, le filet n'est jamais surcoté, mais normalement serré
- Cela implique qu'il est possible d'obtenir le filetage à la taille voulue en ne modifiant que légèrement les coordonnées du programme

RECOMMANDATIONS

- Utiliser toujours les données de coupe correctes
- Utiliser la taille de foret recommandée pour le diamètre de taraud, comme pour les tarauds conventionnels
- Pour un réglage aisé de la tolérance de filet, toujours commencer avec la valeur Rprg gravée sur la queue de la fraise à fileter
- Utiliser un calibre pour vérifier la tolérance sur le premier filet afin d'établir si le rayon doit être corrigé. Le rayon peut être corrigé 2 ou 3 fois avant que la fraise à fileter ne soit usée
- En usinage à sec, il est recommandé d'aider à l'évacuation des copeaux avec de l'air comprimé
- Lorsque la matière est plus difficile à fileter, il est recommandé de travailler en 2 ou 3 passes

TARAUDAGE

RECOMMANDATIONS GENERALES POUR LE TARAUDAGE

Le succès de toute opération de taraudage est fonction d'un nombre de facteurs, chacun affectant la qualité du produit fini.

1. Sélectionner le type de taraud qui convient à la matière de la pièce et au type de trou, borgne ou débouchant, dans le tableau de classification des matériaux.
2. Veiller à la rigidité du bridage de la pièce, tout mouvement latéral pouvant causer la rupture du taraud ou la production d'un filetage de mauvaise qualité.
3. Sélectionner le diamètre de foret correct sur la page adéquate du catalogue. Veiller toujours à éviter autant que possible l'écaillage de la pièce.
4. Sélectionner la vitesse de coupe correcte comme il est décrit sur la page produit du catalogue.
5. Utiliser le liquide de coupe adapté à l'application.
6. Sur les machines à commandes numériques, veiller à ce que le programme utilise une valeur de pas correcte. Avec un adaptateur de taraudage, utiliser 95 % à 97 % du pas pour permettre au taraud de générer son propre pas.
7. Si possible, utiliser un adaptateur de taraudage à limiteur de couple de bonne qualité, qui laisse le taraud libre de se déplacer dans le sens axial tout en garantissant sa perpendicularité par rapport au trou. Ces adaptateurs protègent également le taraud et évitent sa rupture s'il touche accidentellement le fond d'un trou borgne.
8. Veiller à la régularité de l'entrée du taraud dans le trou, car une avance irrégulière peut produire un évasement.

CORRESPONDANCE DES CLASSES DE TOLERANCE DU TARAUD ET DU FILETAGE INTERIEUR (ECROU)

Classe de tol. du taraud			Tolérance du filetage intérieur (Ecou)					Application
ISO	DIN	ANSI BS						
ISO 1	4 H	3 B	4 H	5 H				Ajustement sans tolérance
ISO 2	6 H	2 B	4 G	5 G	6 H			Ajustement normal
ISO 3	6 G	1 B			6 G	7 H	8 H	Ajustement avec une large tolérance
-	7 G	-				7 G	8 G	Ajustement lâche pour être suivi d'un traitement du revêtement

INTERRUPTIONS DURANT LE TARAUDAGE

Problème	Cause	Remède
Surcoté	Tolérance incorrecte	Choisir un taraud avec une tolérance de filet plus faible
	Taux d'avance axiale incorrect	Réduire le taux d'avance de 5 à 10% ou augmenter la compression du mandrin de taraudage
	Taux d'avance axiale incorrect	Utiliser une coupe gun pour les trous débouchants ou une goujure hélicoïdale pour les trous borgnes. Utiliser un taraud revêtu pour éviter les arêtes rapportés. Consulter le catalogue ou le Product Selector pour un bon choix d'outil.
	Le taraud n'est pas centré sur le trou	Vérifier le mandrin de taraudage et la position du taraud dans le trou.
	Manque de lubrification	Utiliser la bonne lubrification pour éviter les arêtes rapportées. Voir la section sur les lubrifiants dans le guide technique.
	Vitesse de taraud trop lente	Suivre les recommandations dans le catalogue/Product Selector.
Souscoté	Mauvais choix de taraud pour l'application	Utiliser une coupe gun pour les trous débouchants ou une goujure hélicoïdale pour les trous borgnes. Utiliser un taraud revêtu pour éviter les arêtes rapportés. Consulter le catalogue ou le Product Selector pour un bon choix d'outil.
	Tolérance incorrecte	Choisir un taraud avec une tolérance plus élevée, surtout dans les matières avec de faibles tendances au surcotage, telles que la fonte, l'acier inoxydable.
	Mauvais lubrifiant ou manque de lubrifiant	Utiliser une bonne lubrification afin d'éviter le blocage des copeaux dans le trou. Voir la section sur les lubrifiants dans le guide technique.
	Trou de perçage avant taraudage trop petit	Augmenter le diamètre du foret au maximum. Vérifiez le diamètre de perçage.
	Rétrécissement de la matière après taraudage	Voir les recommandations dans la Catalogue/Product Selector pour un bon choix d'outil.
Copeaux	Mauvais choix de taraud pour l'application	Utiliser une coupe gun pour les trous débouchants ou une goujure hélicoïdale pour les trous borgnes. Utiliser un taraud revêtu pour éviter les arêtes rapportés. Consulter le catalogue ou le Product Selector pour un bon choix d'outil.
	Mauvais lubrifiant ou manque de lubrifiant	Utiliser une bonne lubrification afin d'éviter les arêtes rapportées. Voir la section sur les lubrifiants dans le guide technique.
	Les tarauds heurtent le fond du trou	Augmenter la profondeur du perçage ou diminuer la profondeur du taraudage.
	Travail de surfaces difficiles	Réduire la vitesse, utiliser un outil revêtu, utiliser une bonne lubrification. Voir la section sur l'usinage de l'acier inoxydable dans le guide technique.
	Blocage des copeaux à l'inversion	Eviter un retour soudain du taraud à l'inversion.
	Le chanfrein heurte l'entrée du trou	Vérifier la position axiale et réduire l'erreur axiale de la pointe du taraud sur le centre du trou.
	Le trou de pré taraudage est trop petit	Augmenter le diamètre de perçage à la valeur maximale. Vérifiez le diamètre de perçage.

INTERRUPTIONS DURANT LE TARAUDAGE

Problème	Cause	Remède
Casse	Le taraud s'use	Utiliser un nouveau taraud ou réaffûter l'ancien.
	Manque de lubrifiant	Utiliser une bonne lubrification pour éviter les arêtes rapportées et le bourrage des copeaux. Voir la section sur les lubrifiants dans le guide technique.
	Les tarauds heurtent le fond du trou	Augmenter la profondeur du perçage ou diminuer la profondeur du taraudage.
	La Vitesse du taraud trop élevée	Réduire la vitesse de coupe. Suivre les recommandations du Catalogue/Product Selector.
	Travail de surfaces difficiles	Réduire la vitesse, utiliser un outil revêtu, utiliser une bonne lubrification. Voir la section sur l'usinage de l'acier inoxydable dans le guide technique.
	Trou de perçage avant taraudage trop petit	Augmenter le diamètre du foret au maximum. Voir le tableau.
	Couple trop élevée	Utiliser un attachement de taraudage ajustable.
	Rétrécissement de la matière après taraudage	Voir les recommandations du Catalogue/Product Selector pour un choix correct d'outil.
Usure rapide	Mauvais type de taraud pour l'application	Utiliser un taraud avec un angle de coupe plus faible et/ou un relief plus fort et/ou un chanfrein plus long. Utiliser un outil revêtu. Consulter le Catalogue/Product Selector pour sélectionner l'outil correct.
	Manque de lubrifiant	Utiliser une bonne lubrification afin d'éviter les arêtes rapportées ou l'usure thermique sur les arêtes de coupe dans le guide technique. Voir la section sur les lubrifiants.
	Vitesse du taraud trop élevée	Réduire la vitesse de coupe, Suivre les recommandations du Catalogue/Product Selector.
Arêtes de coupe rapportées	Mauvais type de taraud pour l'application	Utiliser un taraud avec un angle de coupe plus faible et/ou un relief plus fort. Consulter le Catalogue/Product Selector.
	Manque de lubrifiant	Utiliser une bonne lubrification afin d'éviter les arêtes rapportées. Voir la section sur les lubrifiants.
	Traitement de surface non adéquat	Choisir un taraud avec le traitement approprié.
	Vitesse de taraudage trop lente	Suivre les recommandations du Catalogue/Product Selector.

Fraisage

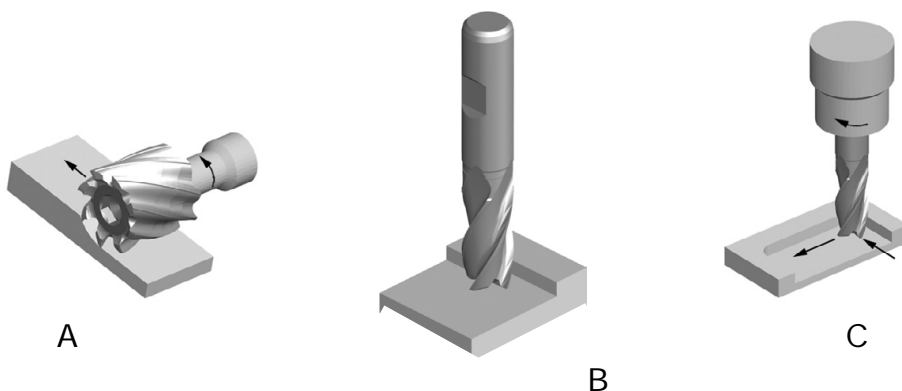
RECOMMANDATIONS GENERALES POUR LE FRAISAGE

Le fraisage est un procédé qui réalise un état de surface par enlèvement progressif d'une certaine quantité de matière de la pièce usinée à un taux de mouvement ou d'avance relativement faible par une fraise tournant à une vitesse comparativement élevée.

La caractéristique principale du procédé de fraisage est l'enlèvement de matière sous forme de copeaux individuels par chaque dent.

TYPES DE FRAISES

Les trois opérations de fraisage de base sont décrites ci-dessous : (A) fraisage périphérique, (B) fraisage en bout ou de surface, (C) fraisage de finition.



Lors du fraisage périphérique (également appelé dressage), l'axe de rotation de la fraise est parallèle à la surface de la pièce à usiner. La fraise a un certain nombre de dents autour de sa circonférence, chaque dent agissant en un seul point comme les outils coupants appelés fraises une taille.

Les fraises utilisées en fraisage périphérique peuvent avoir une denture droite ou hélicoïdale réalisant une action de coupe orthogonale ou oblique.

Lors du fraisage en bout, la fraise est montée sur une broche avec un axe de rotation perpendiculaire à la surface de la pièce usinée. La surface fraisée résulte d'une action des arêtes de coupe situées sur la périphérie ou le bout de la fraise.

Lors du fraisage de finition, la fraise tourne généralement sur un axe vertical de la pièce usinée. Les dents de coupe se situent à la fois sur le bout de la fraise et sur la périphérie du corps de la fraise.

APPLICATIONS

Le TEM et les applications sont extrêmement liés. Pour chaque type d'application il peut y avoir différents TEM qui augmentent selon l'engagement de la fraise dans la pièce usinée. Le Catalogue Dormer contient des icônes décrivant les différentes applications.

Contournage	Fraisage en bout	Rainurage	Fraisage en plongée	Ramping
La profondeur radiale de la coupe doit être inférieure à 0,25 du diamètre de la fraise.	La profondeur radiale de coupe ne doit pas dépasser 0,9 du diamètre, la profondeur axiale inférieure à 0,1 du diamètre.	Usinage d'une rainure de clavette. La profondeur radiale est égale au diamètre de la fraise.	Il est possible de percer la pièce usinée avec une fraise de finition en se servant simplement de la coupe au centre. Dans cette opération l'avance doit être divisée par deux.	Entrée à la fois axiale et radiale dans la pièce usinée.

PROBLÈMES LORS DU FRAISAGE

Problème	Cause	Remède
Casse	Enlèvement de copeaux trop important	Diminuer l'avance par dent
	Avance trop rapide	Diminuer l'avance
Usure	Longueur taillée ou totale trop importante	Utiliser une fraise plus courte
	Matière de la pièce usinée trop dure	Consulter le Catalogue ou le Selector pour trouver l'outil qui correspond à la matière ou avec le revêtement adéquat
	Mauvaises avance et vitesse	Consulter le Catalogue ou Selector pour trouver les paramètres corrects
	Faible évacuation des copeaux	Repositionner le lubrifiant
	Fraisage en opposition	Fraisage en avalant
	Mauvaise hélice de fraise	Consulter le Catalogue ou Selector pour trouver l'alternative correcte
Copeaux	Taux d'avance trop élevé	Réduire le taux d'avance
	Vibrations	Réduire le RPM
	Faible vitesse de coupe	Augmenter le RPM
	Fraisage en opposition	Fraisage en avalant
	Rigidité de l'outil	Choisir un outil plus court ou engager plus la queue dans le mandrin
	Rigidité de la pièce usinée	Maintenir la pièce fortement
Durée de vie courte	Matière travaillée résistante	Consulter le Catalogue ou Selector pour trouver l'alternative correcte
	Mauvais angle de coupe	Modifier l'angle de coupe
	Friction de la fraise/pièce usinée	Utiliser un outil revêtu
Mauvaise finition de surface	Avance trop élevée	Diminuer jusqu'à la vitesse correcte
	Vitesse trop faible	Augmenter la vitesse
	Petits copeaux	Diminuer l'enlèvement de copeaux
	Usure d'outil	Remplacer ou réaffûter l'outil
	Arête de coupe rapportée	Modifier l'hélice de l'outil
	Copeaux collants	Augmenter la quantité d'huile

Problème	Cause	Remède
Manque de précision de la pièce usinée	Déflexion de l'outil	Choisir un outil plus court ou engager davantage la queue dans le mandrin
	Nombre de dents insuffisant	Utiliser un outil avec plus de dents
	Usure du mandrin	Le réparer ou le remplacer
	Faible rigidité du mandrin	Utiliser un mandrin plus petit et/ou plus rigide
	Faible rigidité de la broche	Utiliser une broche plus large
Vibration	Avance et vitesse trop élevées	Corriger la vitesse et l'avance à l'aide du Catalogue ou Sélector
	Longueur taillée et totale trop importante	Enfoncer la queue dans le mandrin et utiliser une fraise plus courte
	Coupe trop profonde	Diminuer la profondeur de coupe
	Pas assez de rigidité	Vérifier le mandrin et le changer si nécessaire

FRAISES EN CARBURE

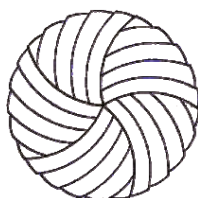
RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES POUR LES FRAISES EN CARBURE

Les fraises en carbure sont couramment employées pour la préparation et la finition, dans les matières les plus variées.

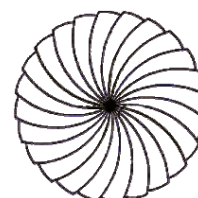
Elles sont généralement utilisées à la main, montées dans une meuleuse pneumatique

CARACTÉRISTIQUES ET AVANTAGES

1. La queue en acier trempé et durci améliore la rigidité et réduit le risque de flexion ou de vibrations
2. La grande précision d'usinage de la queue améliore la qualité de serrage et réduit la probabilité de patinage
3. Les éléments spéciaux de brasage préviennent le bris à haute température et apportent par ailleurs une rigidité accrue pour supporter la pression et les chocs
4. La géométrie universelle à denture croisée convient aux matières et aux applications les plus variées
5. Des géométries spécialisées sont également disponibles spécifiquement pour l'acier (ST), l'inox (VA), l'aluminium (AL) et la fibre de verre (GRP)
6. Disponible avec revêtement au TiAlN pour accroître la longévité dans les matières abrasives
7. Les fraises à nez sphérique sont usinées avec une goujure à géométrie de type "Skip"
8. Géométrie active près du centre de la fraise, qui améliore l'action de coupe et réduit le risque d'agglomération des copeaux



Skip



Normal

SÉCURITÉ PRIMORDIALE

1. Les outils qui tournent à haute vitesse sont dangereux et peuvent présenter des risques s'ils sont mal utilisés
2. Toujours déconnecter la meuleuse de l'alimentation en air comprimé avant d'entreprendre un changement de fraise
3. Contrôler l'état de la meuleuse et si possible, utiliser un modèle à faibles vibrations
4. Toujours utiliser un équipement de protection adapté et veiller à ce que toute personne travaillant à proximité soit également protégée



L'équipement de protection individuelle doit être porté en toutes circonstances.

RECOMMANDATIONS

- Toujours utiliser une meuleuse de vitesse nominale adaptée
- L'entretien périodique des meuleuses est important, contrôler qu'elles sont huilées et que les roulements ne sont pas usés
- Toujours nettoyer la pince et l'écrou de serrage, ainsi que le cône intérieur, à chaque changement de fraise
- Essayer d'éviter les chocs mécaniques et tout impact important sur les fraises
- Essayer d'éviter les chocs thermiques, en ne laissant pas la fraise surchauffer
- Ne pas plonger la fraise trop profondément dans la pièce, ni la coincer dans les angles ou les gorges

RÉSOLUTION DES PROBLÈMES LORS DE L'UTILISATION DES FRAISES

PROBLÈME	CAUSE
Écaillage de la denture de la fraise	Vitesse de travail trop lente, cause possible de rebond
	Excentricité (broche, pince ou roulements usés)
	Plongée et bourrage de la fraise dans la pièce
Colmatage de la denture de la fraise	Goujure trop longue ou longueur totale trop grande
	Choix incorrect de géométrie pour la matière à travailler
Usure prématurée	Vitesse de travail trop rapide pour la taille de fraise et la matière à travailler
	Excentricité (broche, pince ou roulements usés)
La tête se détache de la queue	Vitesse de travail trop rapide entraînant une surchauffe
	Période prolongée de travail entraînant une surchauffe

SIMPLY RELIABLE

As a professional you can judge the quality of work by just looking at the chip. Our chip is a clean and uncomplicated shape that in itself tells a story. It is a clear and consistent signal and that's why we use it as a symbol for being **Simply Reliable**.

Como profissional você pode julgar a qualidade de um trabalho apenas olhando para a apanha. A apanha é uma forma limpa e simples, que só por si mesma conta uma história. É um sinal claro e consistente e é por isso que podemos usá-lo como símbolo para ser **simplesmente confiável**.

Como profesional se puede juzgar la calidad del trabajo sólo mirando la viruta. La viruta es una forma limpia y sin complicaciones, que en sí misma cuenta una historia. Es una señal clara y consistente y es por eso que la usamos como un símbolo por ser **simplesmente fiables**.

Un copeau peut vous raconter une histoire de part sa forme et son fractionnement. En tant que professionnel, vous pouvez juger de la qualité d'un usinage rien qu'en le regardant. Le copeau envoie un message clair et évident, c'est pourquoi nous l'avons choisi comme symbole, **efficace tout simplement**.

Argentina

T: 54 (11) 6777-6777
F: 54 (11) 4441-4467
info.ar@dormerpramet.com

Austria

T: +31 10 2080 240
info.at@dormerpramet.com

Belgium & Luxembourg

T: +32 3 440 59 01
info.be@dormerpramet.com

Brazil

T: +55 11 5660 3000
info.br@dormerpramet.com

Canada

T: (888) 336 7637
En Français: (888) 368 8457
F: (905) 542 7000
cs.canada@dormerpramet.com

China

T: +86 21 2416 0508
info.cn@dormerpramet.com

Croatia

T: +385 98 407 489
info.hr@dormerpramet.com

Czech Republic

T: +420 583 381 111
F: +420 583 215 401
info.cz@dormerpramet.com

Denmark

T: 808 82106
info.se@dormerpramet.com

Finland

T: 0205 44 7003
info.fi@dormerpramet.com

France

T: +33 (0)2 47 62 57 01
F: +33 (0)2 47 62 52 00
info.fr@dormerpramet.com

Germany

T: +49 9131 933 08 70
F: +49 9131 933 08 742
info.de@dormerpramet.com

Hungary

T: +36-96 / 522-846
F: +36-96 / 522-847
info.hu@dormerpramet.com

India

T: +91 11 4601 5686
info.in@dormerpramet.com

Italy

T: +39 02 30 70 54 44
info.it@dormerpramet.com

Kazakhstan

T: +7 771 305 11 45
info.kz@dormerpramet.com

Mexico

T: +52 (555) 7293981
F: +52 (555) 7293981
cs.mexico@dormerpramet.com

Netherlands

T: +31 10 2080 240
info.nl@dormerpramet.com

Norway

T: 800 10 113
info.se@dormerpramet.com

Poland

T: +48 32 78-15-890
F: +48 32 78-60-406
info.pl@dormerpramet.com

Portugal

T: +351 21 424 54 21
info.pt@dormerpramet.com

Romania

T: +4(0)730 015 885
info.ro@dormerpramet.com

Russia

T: +7 (495) 775 10 28
Ф: +7 (499) 763 38 90
info.ru@dormerpramet.com

Slovakia

T: +421 (41) 764 54 60
F: +421 (41) 763 74 49
info.sk@dormerpramet.com

Slovenia

T: +385 98 407 489
info.si@dormerpramet.com

Spain

T: +34 935717722
info.es@dormerpramet.com

Sweden

responsible for Iceland
T: +46 35 16 52 96
info.se@dormerpramet.com

Switzerland

T: +31 10 2080 240
info.ch@dormerpramet.com

Turkey

T: +90 533 212 45 47
info.tr@dormerpramet.com

Ukraine

T: +38 056 736 30 21
F: +38 067 220 97 48
info.ua@dormerpramet.com

United Kingdom

responsible for Ireland
T: 0870 850 4466
F: 0870 850 8866
info.uk@dormerpramet.com

United States of America

T: (800) 877-3745
F: (847) 783-5760
cs@dormerpramet.com

Other countries

South America

T: +55 11 5660 3000
info.br@dormerpramet.com

Adria

T: +420 583 381 527
F: +420 583 381 401
info.rcee@dormerpramet.com

Rest of the World

Dormer Pramet International UK
T: +44 1246 571338
F: +44 1246 571339
info.int@dormerpramet.com

Dormer Pramet International CZ

T: +420 583 381 520
F: +420 583 215 401
info.int.cz@dormerpramet.com

DOR-CAT-2019-EN-ES-PT-FR