

1 – INTRODUÇÃO

O processo de fabricação industrial envolve a aplicação de várias máquinas e operações, cujo conhecimento aprofundado é fundamental.

No processo industrial as operações com máquinas são divididas em:

- Sem retirada de cavaco¹ na usinagem utilizando prensas, corte a laser, corte a fio na eletro-erosão, entre outros;
- Com a retirada de cavaco, torno mecânico, furadeiras, centro de usinagem, etc;

Nessa apostila abordaremos o torno mecânico universal e suas operações específicas, ferramentas, acessórios, instrumentos de medição, cuidados no manuseio, incluindo a utilização correta dos EPIs.

8

Com abordagens práticas, incluindo exercícios de fixação no final da apostila.

Objetivo Geral: Auxiliar o aluno no processo de ensino aprendizagem no laboratório de usinagem.

Objetivo Específico: Capacitar o aluno em operações específicas do torno mecânico universal.

¹ Resíduos de processos

2 – O TORNO MECÂNICO

Apresentação das partes principais do torno mecânico seus acessórios e de alguns instrumentos e algumas ferramentas utilizadas, nas operações mais executadas nessa máquina ferramenta.

O torno mecânico, (Figura 1-2) é uma máquina-ferramenta muito versátil, o torno mais simples que existe é o torno universal. Estudando seu funcionamento, é possível entender o funcionamento de todos os outros, mesmo sendo mais modernos.

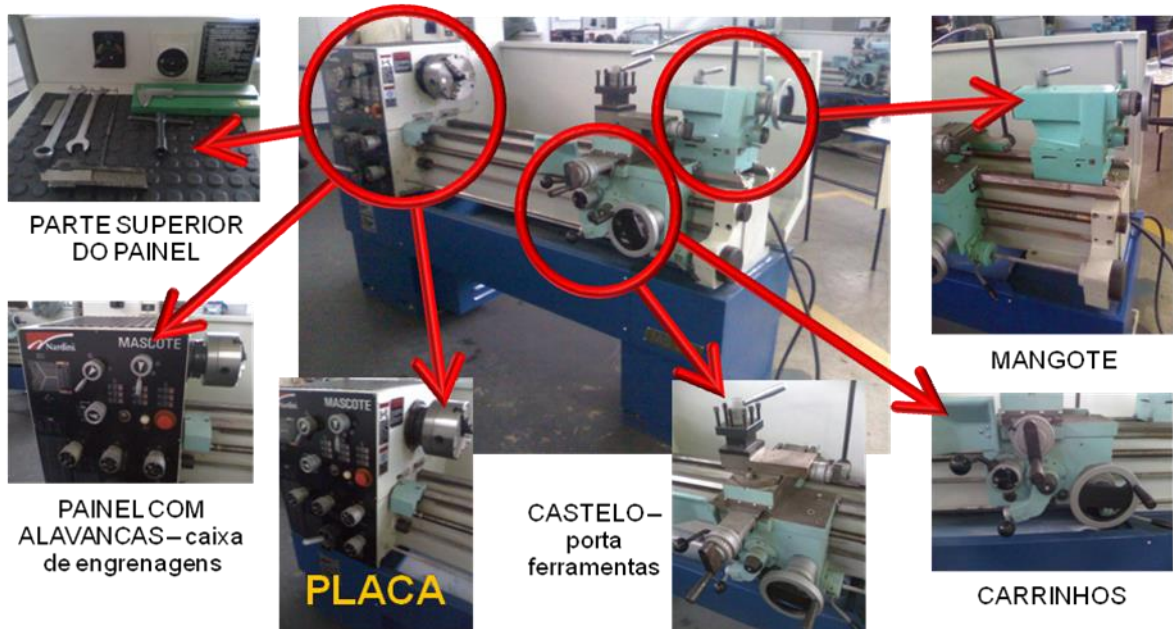


Figura 1-2 – Partes principais do torno mecânico.

Alguns dos seus acessórios:

Os acessórios, (Figura 2-2) são itens capazes de aumentar o número de tarefas executadas no torno mecânico, tornando-o uma máquina muito versátil.



CONTRA PONTAS



ARRASTADOR



CHAVES DE APERTO



LUNETAS FIXAS



LUNETAS MÓVEIS



PLACA DE ARRASTE

Figura 2-2– Acessórios.

Alguns instrumentos, (Figura 3-2) utilizados para a medição das peças executadas em um torno mecânico:



PAQUÍMETRO QUADRIMENSIONAL



ESCANTILHÃO



GABARITO DE RAIO



PENTE DE RAIO



PENTE DE ROSCA

Figura 3-2 – Instrumentos de medição.

Alguns tipos de ferramentas:

As ferramentas, (Figura 4-2) utilizadas no torno mecânico são responsáveis por entrar em contato com o material a ser usinado e moldá-lo de acordo com os movimentos dos carrinhos.



FERRAMENTAS DE USINAGEM



BROCAS DE CENTRO E PARALELA



CHAPINHAS PARA CALÇO



RECARTELA



MANDRIL



SUPORTES

Figura 4-2 – Algumas ferramentas utilizadas no torno mecânico.

3 – Torneamento

É o processo mecânico de usinagem destinada à obtenção de superfícies de revolução com auxílio de uma ou mais ferramentas monocortantes.

Para tanto, a peça gira em torno de do eixo principal de rotação e a ferramenta, simultaneamente desloca-se numa trajetória no mesmo plano do referido eixo (Figura1-3).

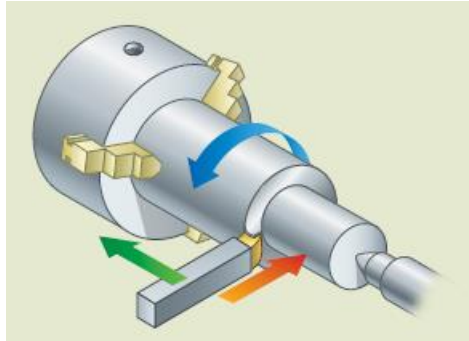


Figura 1-3 – Torneamento

4 – Ângulos da ferramenta de tornear

As ferramentas possuem ângulos e superfícies em sua geometria de corte, que são de grande importância e constituem elementos fundamentais do seu rendimento e durabilidade (Figuras 1-4 e 2-4).

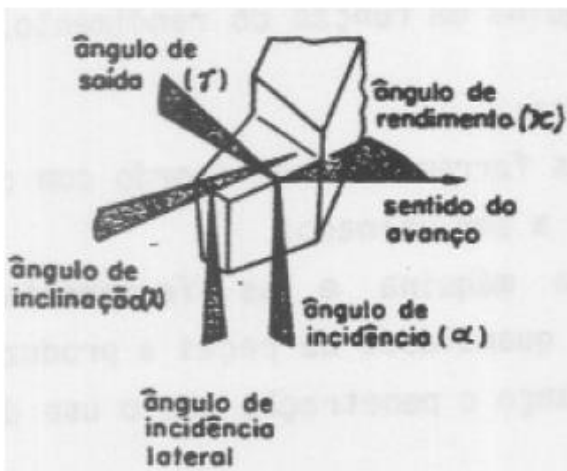


Figura 1-4 – Ângulos no espaço.

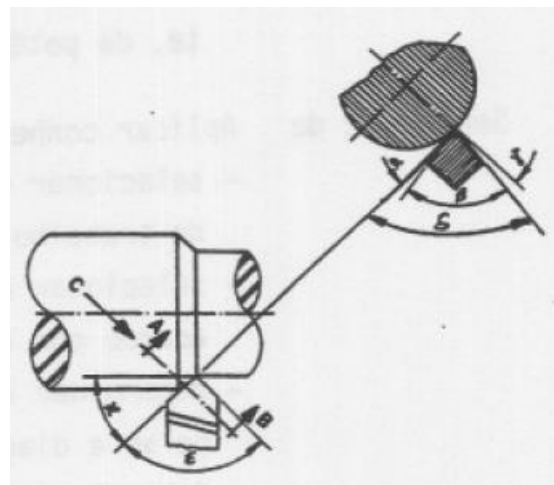


Figura 2-4 – Ângulos no plano.

5 – Seção (S) do cavaco

A secção do cavaco depende do avanço e da profundidade de corte.

$S = a \cdot p$
Sendo: a - avanço p - profundidade

6 – Rugosidade

A rugosidade da superfície usinada da peça depende da relação adequada entre o avanço (a) e o raio (r) da ponta da ferramenta.

Quanto menor o avanço, menor será a rugosidade da superfície da peça e maior será o tempo de vida útil da ferramenta. Quanto maior o raio da ponta, menor a rugosidade, menor a dissipação de calor e maior a vida da ferramenta. Recomenda-se a seguinte relação:

$$r = 4 \cdot a$$

Sendo:
r – raio
a - avanço

Na produção seriada, através de torneamento, tanto a profundidade de corte (p) como o avanço (a) devem ser cuidadosamente escolhidos, pois a pressão específica de corte depende também da relação entre esses dois parâmetros. É recomendada uma profundidade que obedeça à relação.

$$P = (3 \text{ a } 8) \cdot a$$

Sendo:
P – profundidade
a - avanço

12

7 – Fórmula para o cálculo da rotação n, do torno mecânico

$$n = \frac{Vc \times 100}{\pi \times d}$$

n = rotação
Vc = Velocidades de corte
d = diâmetro

Rotação [rpm], Velocidade em [m/min] e diâmetro em [mm]

7.1 – Velocidade de Corte

Velocidade de corte Vc [m/min], representa a quantidade de material em metros por minuto que deve passar pela aresta de corte da ferramenta. Essa informação é fornecida pelo fabricante e deverá ser respeitada na medida do possível com uma margem de 15%, tanto para cima quanto para baixo. No torno mecânico que trabalha com rotação constante será melhor adotar a rotação maior desde que não ultrapasse a margem (Tabela 1-7.1).

Tabela 1-7.1 – Velocidade de corte para vários tipos de materiais

TABELA DE VELOCIDADE DE CORTE (V) PARA O TORNO (EM METROS POR MINUTO)					
MATERIAIS	FERRAMENTAS DE AÇO RÁPIDO			FERRAMENTAS DE CARBONETO-METÁLICO	
	DESBASTE	ACABAMENTO	ROSCAR RECARILHAR	DESBASTE	ACABAMENTO
AÇO 1020	25	30	10	200	300
AÇO 1045	20	25	8	120	160
AÇO EXTRADURO 1060	15	20	6	40	60
FERRO FUNDIDO MALEÁVEL	20	25	8	70	85
FERRO FUNDIDO GRIS	15	20	8	65	95
FERRO FUNDIDO DURO	10	15	6	30	50
BRONZE	30	40	10-25	300	380
LATÃO E COBRE	40	50	10-25	350	400
ALUMÍNIO	60	90	15-35	500	700
FIBRA E EBNITE	25	40	10-20	120	150

8 – Força específica de corte k_s

A força de corte necessária para usinar uma peça não só depende da secção do cavaco, mas também do material a ser usinado, ou seja, da resistência do material. Através de experiências, foi medida a força de corte por 1 mm^2 de secção de vários materiais e se convencionou chamar de força específica de corte K_s em N/mm^2 de secção. Esse valor K_s , varia também em função da espessura (h) do cavaco, que exerce grande influência na sua formação. A espessura (h) do cavaco deve ser calculada, e com esse valor consulta-se a (Tabela 1-8), e extrai-se os valores de k_s , em função do material.

Tabela 1-8 – Força específica de corte K_s em N/mm^2 de secção de cavaco.

Material conforme norma DIN	Espessura h do cavaco em mm ($h = a \cdot \text{Sen } \chi$)											
	0,10	0,125	0,16	0,20	0,25	0,315	0,40	0,50	0,63	0,80	1,25	1,6
St 42	3 090	2 920	2 750	2 600	2 450	2 320	2 190	2 060	1 950	1 830	1 640	1 540
St 50	3 550	3 360	3 140	2 960	2 800	2 640	2 480	2 330	2 200	2 070	1 840	1 730
St 60	3 060	2 940	2 830	2 710	2 620	2 520	2 420	2 330	2 240	2 150	1 990	1 900
St 70	3 440	3 330	3 200	3 080	2 970	2 860	2 760	2 620	2 570	2 470	2 300	2 200
C 22	2 550	2 460	2 360	2 290	2 210	2 130	2 040	1 970	1 900	1 830	1 700	1 640
C 45	2 700	2 560	2 400	2 280	2 150	2 030	1 910	1 800	1 710	1 610	1 440	1 350
gS 20	1 970	1 930	1 880	1 840	1 810	1 770	1 720	1 680	1 650	1 610	1 530	1 500
34 Cr 4	3 930	3 640	3 340	3 080	2 850	2 630	2 420	2 240	2 060	1 900	1 630	1 490
GG-20	1 800	1 700	1 600	1 510	1 430	1 340	1 280	1 200	1 140	1 070	950	900
GG-30	2 210	2 070	1 920	1 800	1 680	1 680	1 460	1 360	1 280	1 190	1 040	960
GTW-35	1 910	1 820	1 730	1 650	1 580	1 500	1 420	1 360	1 290	1 240	1 130	1 070
GS-45	2 320	2 240	2 140	2 060	1 990	1 910	1 840	1 770	1 700	1 630	1 510	1 450
Cu Zn 40	1 010	930	840	770	720	660	600	550	500	460	390	350
Cu Sn 8	1 430	1 350	1 280	1 210	1 140	1 070	1 010	960	900	850	770	720
Al Mg 5	640	620	590	570	550	530	510	490	470	460	420	410
Mg Al g	520	480	440	400	370	350	320	290	270	260	220	200

9 – Força de Corte (F_c)

A Força de corte (F_c), força necessária para retirar o cavaco do material a ser usinado. É calculada em função, (Figura 1-9).

- do material a ser usinado (k_s);
- da secção do cavaco (s).

$$s = a \cdot p \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$K_s \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$F_c = \text{[N]}$$

$$F_c = s \cdot K_s$$

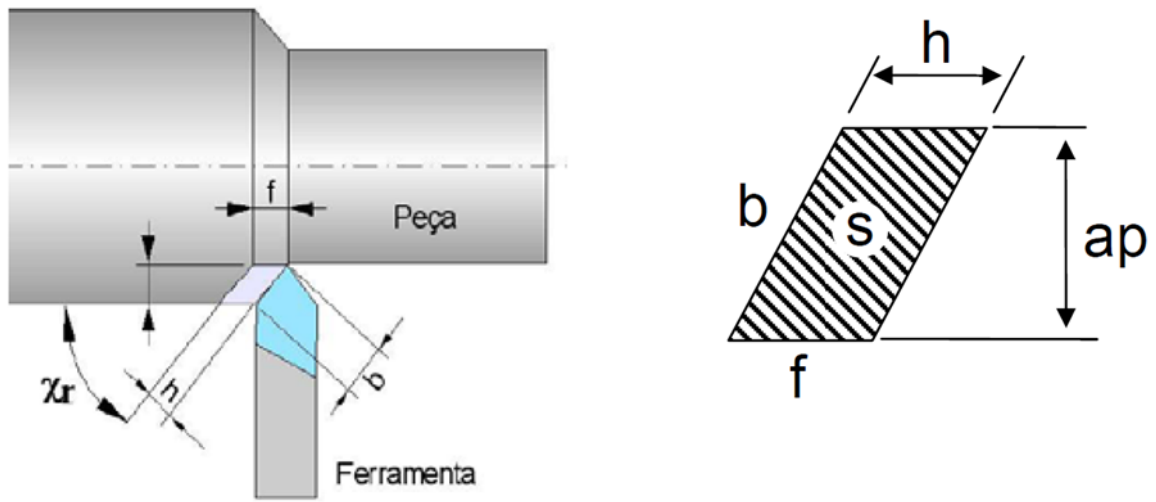


Figura 1-9 – Secção “s” do cavaco usinado.

10 – Potência de corte (Pc)

$$P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60} \quad (W; kW)$$

Pc = Potência de corte [W]
 Fc = Força de corte [N]
 Vc = Velocidades de corte [m/min]
 60 = Transformação de minuto para segundo

11 – Potência induzida

$$P_{in} = \frac{P_c}{\eta}$$

P_{in} = Potência induzida [W]
 P_c = Potência de corte [W]
 η = Rendimento

12 – Rendimento

Uma máquina sempre exige uma potência induzida (P_{in}) maior do que a potência efetiva (P_{ef}) na ferramenta, (Figura 1-12) a diferença entre essas duas potências é a perda por atrito e calor entre os componentes da máquina. A potência efetiva (P_{ef}) é sempre menor que a potência induzida (P_{in}).

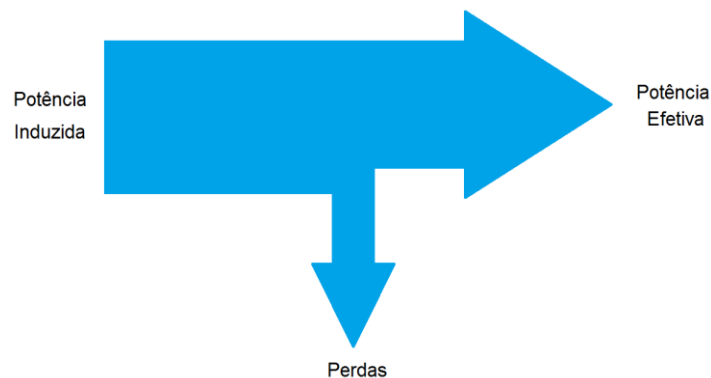


Figura 1-12 – Representação das Potências Induzidas, Efetivas e Perdas.

Cada tipo de sistema seja ele mecânico ou elétrico apresentam perdas que devem ser consideradas, no nosso caso precisamos identificar a Potência Induzida necessária para realizar a operação de torneamento. A Potência Efetiva que é responsável pelo arrancamento do cavaco do material a ser usinado está diretamente relacionado com o rendimento de cada máquina, na (Tabela 1-12), são apresentados alguns rendimentos.

Tabela 1-12 – Rendimentos.

Motor diesel	0,33
Motor elétrico	0,85
Engrenagem	0,97
Torno Mecânico	0,70
Plaina	0,70

13 – Tempo de corte

$$T_c = \frac{L \cdot i}{a \cdot n} \text{ [min]}$$

T_c = Tempo de corte [min]
 L = Comprimento a ser usinado [mm]
 i = Número de passadas da ferramenta
 a = Avanço [mm]
 n = Rotação [rpm]

14 – Cálculo da aproximação do anel graduado

Este cálculo mostra qual o valor de uma divisão do anel graduado, para isso faz-se necessário identificar as seguintes variáveis:

- Passo da rosca do fuso;
- Quantas divisões possuem o anel graduado.

Na maioria das vezes os fusos possuem passo de 3 ou 4 mm, mais precisamos medir com o paquímetro para ter certeza, a quantidade de divisões do anel precisa ser contada, de posse dessa informação fica simples se calcular a aproximação, basta dividir o passo do fuso pela quantidade de divisões do anel graduado, veja a seguir os exemplos.

Calcular a aproximação do anel graduado com os dados fornecidos.

Passo do anel graduado = 4 mm.

Número de divisões do anel graduado = 80 divisões

$$\text{Aproximação} = \frac{\text{Passo do fuso}}{\text{Número de divisões do anel}} = \frac{4 \text{ mm}}{80} = 0,05 \text{ mm}$$

Com esse cálculo podemos identificar que o valor encontrado é igual à precisão de um paquímetro de 20 divisões, com isso percebe-se que quando for possível se torna bastante interessante à utilização do anel graduado para fazer referências de medição na usinagem de comprimentos e diâmetros.

15 – Materiais das ferramentas utilizadas na usinagem

- 1. Aço-carbono:** usado em ferramentas pequenas para trabalhos em baixíssimas velocidades de corte e baixas temperaturas (até 200°C), porque a temperabilidade é baixa, assim como a dureza a quente - Com elementos de liga (V, Cr, Mo e W): até 400° C (brocas, machos, etc.).
- 2. Aços-ligas médios:** são usados na fabricação de brocas, machos, tarraxas e alargadores e não têm desempenho satisfatório para torneamento ou fresagem de alta velocidade de corte porque sua resistência a quente (até 400°C) é semelhante à do aço-carbono. Eles são diferentes dos aços-carbonos porque contêm cromo e molibdênio, que melhoram a temperabilidade. Apresentam também teores de tungstênio, o que melhora a resistência ao desgaste.
- 3. Aços rápidos:** apesar do nome, as ferramentas fabricadas com esse material são indicadas para operações de baixa e média velocidade de corte. Esses aços apresentam dureza a quente (até 600°C) e resistência ao desgaste. Para isso recebem elementos de liga como W, Co, Mo, Cr e V.
- 4. Ligas não-ferrosas:** têm elevado teor de cobalto, são quebradiças e não são tão duras quanto os aços especiais para ferramentas quando em temperatura ambiente. Porém, mantêm a dureza em temperaturas elevadas e são usadas quando se necessita de grande resistência ao desgaste. Um exemplo desse material é a estelite (resina), que opera muito bem até 900°C e apresenta bom rendimento na usinagem de ferro fundido.
- 5. Metal duro (ou carboneto sinterizado):** compreende uma família de diversas composições de carbonetos metálicos (de tungstênio, de titânio, de tântalo, ou uma combinação dos três) aglomerados com cobalto e produzidos por processo de sinterização. Esse material é muito duro e, portanto, quebradiço. Por isso, a ferramenta precisa estar bem presa, devendo-se evitar choques e vibrações durante seu manuseio. O metal duro está presente na ferramenta em forma de pastilhas que são soldadas ou grampeadas ao corpo da ferramenta que, por sua vez, é feito de metal de baixa liga. Essas ferramentas são empregadas para velocidades de corte elevadas e usadas para usinar ferro fundido, ligas abrasivas não-ferrosas e materiais de elevada dureza como o aço temperado. Opera bem em temperaturas até 1300°C.

O metal duro pode ser encontrado no mercado principalmente na forma de pastilhas intercambiáveis, sem revestimento, ou revestidas com TiC, Al₂O₃. Existem 3 classes de metais duros:

- Classe P: (WC + Co com adições de TiC, TaC e às vezes NbC) aplicamos a usinagem de aços e materiais que produzem cavacos longos;
- Classe K: (WC + Co puros) usinagem do FoFo e das ligas não ferrosas que produzem cavacos curtos;

- Classe M: intermediária.

As ferramentas de cortes de metal duro operam com elevadas velocidade de corte, temperaturas até 1300°C.

6. Cermets: Grupo intermediário entre os metais duros e as cerâmicas. Constituído por TiC e TiN e geralmente tem o Ni como elemento ligante. Devido à baixa condutividade térmica e ao alto coeficiente de dilatação, os cermets têm um baixo coeficiente de resistência ao choque térmico, bem inferior ao do metal duro. Daí a explicação do cermets só ser eficiente em baixos avanços, pequenas profundidades de corte e altas velocidades (operações de acabamento) na usinagem dos ferrosos.

7. Cerâmicas: são constituídas basicamente de grãos finos de Al_2O_3 e Si_3N_4 sinterizados, a velocidade de corte de 3 a 6 vezes maiores que a do metal duro. Elas se dividem basicamente em dois grandes grupos:

- A base de Al_2O_3 (Alumina sinterizada);
- A base de Si_3N_4 (mesma resistência ao desgaste porém com uma tenacidade superior).

Principais características das ferramentas cerâmicas:

- Capacidade de suportar altas temperaturas (materiais refratários);
- Alta resistência ao desgaste (alta dureza);
- Baixa condutividade térmica;
- Boa estabilidade química (inércia química).

16 – Estudos dos cavacos

O gráfico abaixo, (Figura 1-16) mostra a Influência da profundidade de corte e do avanço na formação do cavaco.

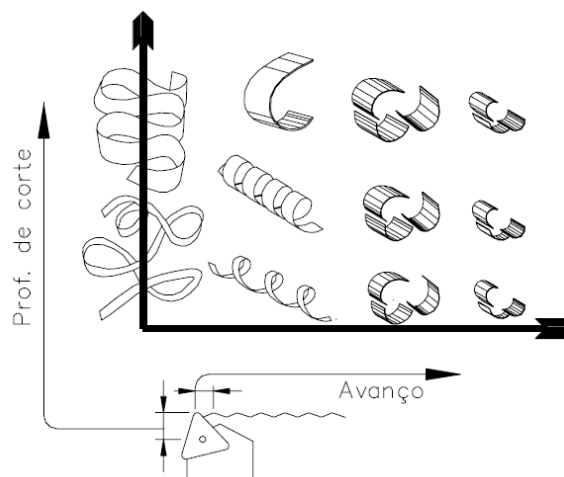


Figura 1-16 – Influência da profundidade de corte e avanço na formação do cavaco.

Como pode ser observado no gráfico a profundidade que a ferramenta penetra no material não influencia na quebra do cavaco e sim o avanço. O controle do cavaco é fundamental para uma boa usinagem, evitando que o cavaco tipo fita se enrola no castelo porta ferramentas e risque a peça, além de poder quebrar a ferramenta, diminuindo a ação dos

fluidos refrigerantes. Um cavaco tipo vírgula facilita na retirada do mesmo da máquina e no seu transporte e evita acidentes.

17 – Força de aperto nas alavancas manuais

Como no torno mecânico são utilizadas muitas alavancas para aperto, é de suma importância saber a força gerada no aperto principalmente para que essa força não seja excedida quando da utilização de prolongadores no braço da alavanca, abaixo nas (Figuras 1-17 e 2-17), são mostrados exemplos de alavancas como as que são empregadas no torno mecânico.

Logo abaixo será apresentado um exemplo de cálculo da força realizada pelo sistema de alavanca e rosca.

18



Figura 1-17 – Morsa para suporte de furadeira - www.casapaulista.com/produtosCat.asp?idCat=7

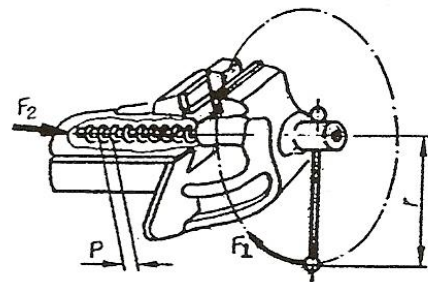


Figura 2-17 – Morsa de bancada estilizada – Apostila de Ciências Aplicadas – SENAI - 1988.

Exemplo:

Na alavanca da morsa com raio $r = 300\text{mm}$, é executado um movimento de rotação com uma força manual $F_1 = 50\text{N}$.

O passo p do parafuso é de 4mm .

Qual a força de fixação F_2 ?

Pode-se também dizer que:

trabalho exercido = trabalho ganho

Cálculo:

$$F_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = F_2 \cdot p$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r}{p}$$

$$F_2 = \frac{50\text{N} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 300\text{mm}}{4\text{mm}}$$

$$F_2 = 23562 \text{ N}$$

18 – Força utilizada para sacar cones morse

Nas operações que se utilizam do cabeçote móvel onde as ferramentas são presas por cone Morse (Figura 1-18), podemos identificar a força a ser exercida na cunha para a retirada do mesmo.

Exemplo:

Para soltar um cone Morse do mangote do torno é necessária uma força $F_1 = 30\text{N}$, a cunha percorre uma distância $s = 5\text{mm}$, a altura da cunha aumenta $h = 1,5\text{mm}$.

Qual a força F_2 , exercida sobre o cone?

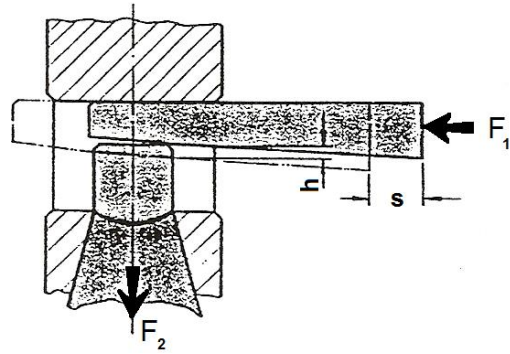


Figura 1-18 – Saque de cunha – Apostila de Ciências Aplicadas – SENAI - 1988.

Cálculo:

$$F_1 \cdot s = F_2 \cdot h$$

$$F_2 = \frac{30\text{N} \cdot 5\text{mm}}{1,5\text{mm}}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot s}{h}$$

$$F_2 = 100\text{N}$$

19 – Fluidos de corte

Para todo processo de corte de metais, descobriu-se que a velocidade poderia ser alta; se as superfícies de contato, na usinagem, fossem mantidas em baixa temperatura. Assim, surgiram os fluidos de corte, exemplos da utilização dos fluidos de corte (Figura 1-19).



www.oilbrasil.com.br

Figura 1-19 – Exemplo da utilização do fluido de corte.

Com o avanço das experiências, notou-se que o fluido de corte pode contribuir de muitas maneiras para a melhoria do corte exercendo várias funções como:

- refrigerar;
- lubrificar (ação anti-solda);
- melhorar o acabamento de superfícies;
- reduzir o desgaste da ferramenta;
- remover aparas (por ação da lavagem);

- proteger contra a corrosão.

Nem todas as funções citadas são exigidas em todas as operações.

A seleção do fluido de corte adequado depende do tipo de serviço a executar.

De modo geral, os principais fluidos de corte são:

- ar
- água
- fluidos sintéticos (soluções químicas)
- fluidos semi-sintéticos e fluidos convencionais (emulsões de óleo)
- óleos de corte integrais

AR

O ar comprimido ou simplesmente o ar soprado por um ventilador é usado na usinagem a seco do ferro fundido e nas serras de fita. A função do ar nestes trabalhos é de afastar as aparas (cavacos) e resfriar.

ÁGUA

A água foi a primeira substância a ser usada como fluido de corte.

É o melhor refrigerante disponível, porém não tem poder lubrificante.

Além disso, provoca a corrosão dos metais ferrosos e tem baixo poder umectante (elevada tensão superficial). Devido às características citadas, foram desenvolvidos produtos que, adicionados à água, suprem as suas deficiências.

FLUIDOS SOLÚVEIS PARA CORTE

“Óleo solúvel” é o nome dado a uma faixa de produtos que, quando misturados com água, são adequados para operações de usinagem.

Outras subdivisões são possíveis e convenientes para a finalidade desta discussão:

- óleos solúveis convencionais: emulsões de óleo mineral
- óleos solúveis bioestáveis
- fluidos solúveis sintéticos e semi-sintéticos: podem ou não conter óleo mineral
- fluidos químicos: soluções de inibidores em água, sem óleo mineral

A) - Fluidos Convencionais e Semi-Sintético

(emulsões de óleo)

Emulsão é a dispersão, em glóbulos, de um líquido no seio de outro líquido. Isso acontece quando se diluem os óleos emulsionáveis (óleos solúveis) em água. Como é do conhecimento geral, o óleo mineral não se mistura com a água. Para que a mistura ocorra, é necessário aditivar o óleo com emulsificantes. Os emulsificantes (sabões e sulfanatos) possuem moléculas formadas por duas regiões distintas; uma delas é hidrófoba (teme a água) e a outra é hidrófila (gosta de água). Quando o óleo emulsionável é jogado na água, o emulsificante concentra-se na interface da água com o óleo. Então a região hidrófoba mistura-se com o óleo e a hidrófila mistura-se com a água.

Esse fenômeno forma uma película capaz de evitar que as gotículas de óleo se aglutinem e se separem da emulsão.

Nota-se ainda que a região hidrófila possui carga elétrica negativa e, como pólos iguais se repetem, a emulsão se torna estável.

B) - Fluidos Sintéticos (soluções químicas)

São produtos compostos por inibidores de ferrugem, detergentes e agentes umectantes. Essas soluções devem se diluídas em água para o uso, refrigeram bem e dão boa proteção contra a corrosão, porém não lubrificam.

As soluções químicas são empregadas em retífica e outras operações onde a necessidade de refrigeração e detergência são predominantes.

Aspecto das Emulsões

As emulsões apresentam-se leitosas ou transparentes.

A diferença é devido ao tamanho das gotículas, a saber:

- emulsão leitosa – 2 a 4 μm (emulsão convencional)
- emulsão translúcida – 0,5 a 1,5 μm (emulsão semi-sintética)

As gotículas maiores refletem a luz e aparecem brancas, já as menores deixam passar luz e aparecem transparentes.

Quanto mais emulsificante tiver na mistura, menor será a gotícula, pois o óleo deve aumentar sua superfície para acomodar todas as regiões hidrófilas.

Devemos salientar que um óleo solúvel convencional possui óleo mineral na sua formulação que varia entre 50% e 85%, já um fluido semi-sintético possui menos que 50% de óleo mineral.

Preparo da Emulsão

Toda emulsão deve ser preparada misturando-se lentamente o óleo na água com agitação contínua. Esse é o modo adequado de fazer uma emulsão óleo em água.

Fluidos de Corte Integrais

Fluidos de corte integrais baseiam-se em óleos minerais, usualmente com a adição de outros produtos químicos ou agentes para proporcionar melhores propriedades de usinagem.

Vamos olhar em primeiro lugar para a importância do óleo básico.

Óleos Básicos Mineral

Óleo Mineral é uma mistura de hidrocarbonetos nos quais as cadeias são dispostas e classificadas conforme segue:

- Parafínicos: cadeias de carbono retas ou ramificadas
- Naftênicos : cadeias de carbono cíclicas saturadas
- Aromáticos : cadeias de carbono cíclicas não-saturadas

Óleos minerais de fontes diferentes tem taxas diferentes dos três tipos.

Para finalidade de corte, usamos geralmente óleos com teor parafínico tão alto quanto possível e com teor de aromáticos o menor possível. Estes óleos são chamados geralmente de óleos de alto índice de viscosidade.

Os óleos com alto IV tem melhores qualidades que os de baixo IV pelas seguintes razões:

- a)- Os de alto IV possuem melhor resistência a oxidação.
- b)- Os de alto IV retém melhor a sua viscosidade durante as variações de temperatura.
- c)- Os óleos de alto IV são menos prejudiciais a pele, pois a fração aromática do óleo foi removida em grande escala.

20 - Aditivos

Os primeiros pesquisadores acharam que adicionando gordura ou cloro, em alguma forma, ao óleo mineral, melhorava bastante a facilidade do corte e a vida útil da ferramenta.

Estes aditivos continuam sendo usados largamente hoje em dia para as mesmas finalidades. De que maneira são compostos no óleo e como é que funcionam?

Gorduras naturais, ácidos graxos, reagem com as superfícies metálicas para formar uma película unimolecular sobre as superfícies, que é orientada de tal maneira que as cadeias de hidrocarbonetos formam um “pele” externa.

Demonstrou-se que esta película é composta de sabão metálico formado pela reação do metal com a matéria graxa.

Esta película é ligada quimicamente ao metal e é altamente resistente à abrasão. Este tipo de lubrificação ou lubrificação por camada limítrofe é muito mais firmemente ligada do que a barreira exclusivamente física formada pelo óleo sozinho. O sebo, o lardoil, o óleo de soja e outras gorduras e óleos animais e vegetais são utilizados para esta finalidade. A eficiência desses produtos é frequentemente ligada ao comprimento da cadeia de carbono – quanto mais longas as cadeias, mais eficientes se tornam em operação.

Os sabões são bastante eficientes para as operações de usinagem moderadamente severas, mas sob condições de carga muito elevadas e mais altas temperaturas, sua performance é inadequada. Para estas aplicações, a presença de enxofre e cloro é necessária. Estes materiais, acredita-se, reagem quimicamente com as superfícies metálicas produzindo os cloretos e sulfetos metálicos, que possuem estrutura laminar, similar ao grafite e ao dissulfeto de molibdenio. Esses formam uma película de baixo atrito entre as superfícies metálicas e previnem o desgaste e a solda.

Estes agentes são chamados de aditivos de extrema pressão (E.P.).

O cloro é adicionado normalmente sob a forma de óleo mineral clorado.

O enxofre pode ser incorporado no fluido de corte de várias maneiras, comumente sob a forma de gordura sulfurizada.

Podemos produzir gordura sulfurizada de tal forma que o enxofre seja “ativo” ou “inativo”. Estes dois termos referem-se meramente ao efeito do material sobre cobre – um óleo “ativo” manchará o cobre, pois contém pequena quantidade de enxofre em estado “livre” ou dissolvido, enquanto que um óleo “inativo” não mancha o cobre pois o enxofre é inteiramente combinado.

O enxofre também pode ser incorporado simplesmente dissolvendo-se em óleo mineral ou gordura. Neste caso é extremamente ativo e estes óleos são chamados de “sulfurados”.

Ainda outra maneira de incorporar o enxofre no óleo de corte é através da reação do monocloreto de enxofre com gordura ou óleo mineral.

Limpeza Pessoal

A dermatite é uma inflamação da pele que pode ser eliminada simplesmente observando-se os princípios de limpeza.

Todo o operador envolvido com o manuseio de emulsões deve lavar muito bem as mãos e braços, pelo menos duas vezes por dia.

Os sabões abrasivos provocam micro ferimentos na pele por onde as bactérias, presentes na emulsão, penetram provocando dermatite. Os solventes removem toda a oleosidade natural da pele, deixando-a indefesa facilitando também a penetração das bactérias. São recomendados sabões neutros, uma escova macia também é útil. O operador deve enxugar-se somente com toalha limpa de seu uso exclusivo ou com toalha descartável.

21 - Segurança é fundamental

Antes de iniciar qualquer operação no torno, lembre-se sempre de usar o EPI, equipamento de proteção individual: óculos de segurança, sapatos e roupas apropriados, e rede para prender os cabelos, se necessário, (Figura 1-21). Além disso, o operador de máquinas não pode usar anéis, alianças, pulseiras, correntes e relógios que podem ficar presos às partes móveis da máquina, causando acidente. Na (Figura 2-21) um dos alunos da escola paramentado para início das atividades.

23



Figura 1-21 – Exemplos de equipamentos de proteção individual utilizados.

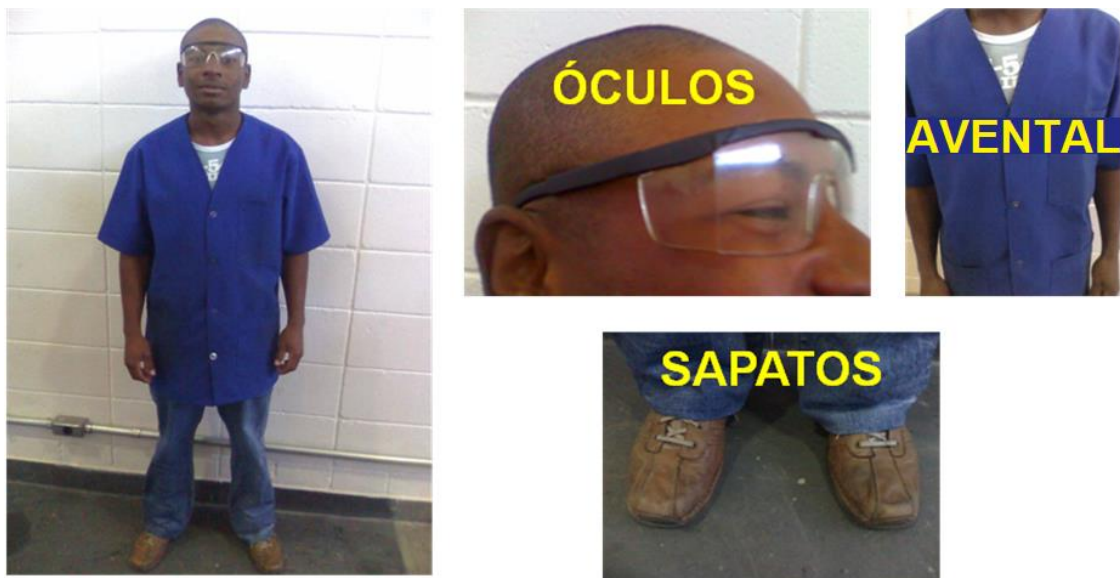


Figura 2-21 – Aluno paramentado para o início das atividades no laboratório de usinagem.

22 – Introdução as principais operações no torno mecânico

22.1 – Torneando superfície cilíndrica externa.

O torneamento de superfícies cilíndricas (Figura 1-22.1), é uma das operações mais realizadas no torno mecânico, podendo ser para desbaste ou para acabamento, dependendo das ferramentas utilizadas, para sua execução com segurança e facilidade é necessário realizar uma marca que indique o comprimento máximo de avanço sem bater na placa (Figura 2-22.1), logo após afasta-se a ferramenta do material e com o carrinho principal leva-se o bico da ferramenta para a ponta da peça ser usinada (Figura 3-22.1). Utilizando o carro transversal aprofunda-se a ferramenta e inicia-se o movimento de corte que pode ser de forma manual ou automática



Figura 1-22.1 – Torneamento de superfície cilíndrica externa.



Figura 2-22.1 – Marcação do comprimento a ser usinado.



Figura 3-22.1 – Ferramenta pronta para início da operação.

O torneamento é uma operação de usinagem que permite trabalhar peças cilíndricas movidas por um movimento uniforme de rotação em torno de um eixo fixo.

O torneamento, como todos os demais trabalhos executados com máquinas-ferramenta, acontece mediante a retirada progressiva do cavaco da peça a ser trabalhada. O cavaco é cortado por uma ferramenta de um só gume cortante.

A ferramenta penetra na peça, cujo movimento rotativo uniforme ao redor do eixo permite o corte contínuo e regular do material.

22.1.1 – Gume cortante da ferramenta

O Gume cortante (Figura 1-22.1.1), é a parte da ferramenta que entra em contato com o material durante a usinagem, isso faz com que haja um aquecimento devido ao atrito, que deve ser controlado com óleos refrigerantes para que não haja um desgaste prematuro da ferramenta.

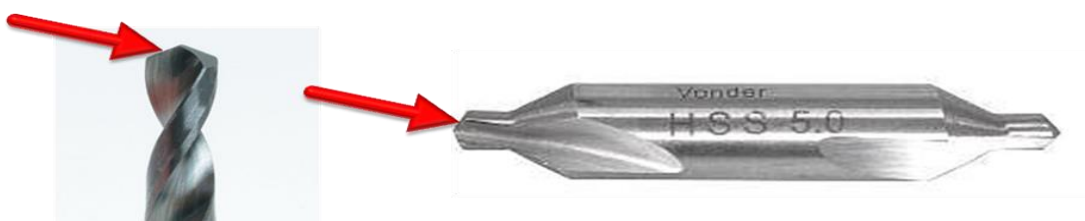


Figura 1-22.1.1 – Indicação do gume cortante da ferramenta.

22.2 – Faceamento

A produção de peças na indústria mecânica é feita em várias etapas. Ela pode começar na fundição, continuar na laminação, passar pelo corte, pela furação. Quando se prepara material para torneamento, certamente ele terá passado por uma operação anterior de corte.

A primeira operação do torneamento é fazer no material uma superfície plana perpendicular ao eixo do torno, de modo que se obtenha uma face de referência para as medidas que derivam dessa face. Essa operação se chama **facear**, (Figura 1-21.2).

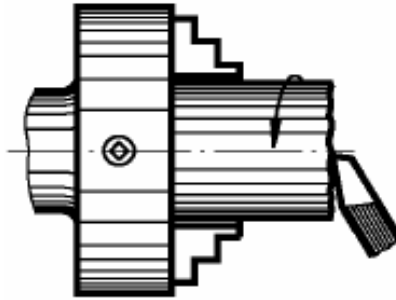


Figura 1-22.2 – Ferramenta de facear posicionada para início da operação.

A operação de facear prevê as seguintes etapas:

- . **Fixação da peça** na placa universal, deixando livre a quantidade suficiente de material para ser torneado. O material deve estar bem centrado.
- . **Fixação da ferramenta** de modo que a ponta da ferramenta fique na altura do centro do torno. Para isso, usa-se a contra ponta como referência. Deve-se também observar que a ferramenta deve ficar em ângulo em relação à face da peça.
- . **Aproximação da ferramenta** à peça, deslocando o carro principal e fixando-o por meio da porca de aperto.

22.3 – Movimentos realizados para executar o torneamento

- **Movimento de corte:** é o movimento principal que permite cortar o material. O movimento é rotativo e realizado pela peça.
- **Movimento de avanço:** é o movimento que desloca a ferramenta ao longo da superfície interna ou externa da peça.
- **Movimento de penetração:** é o movimento que determina a profundidade de corte ao se deslocar a ferramenta de encontro ao centro do material, a (Figura 1-22.3), representa os movimentos.

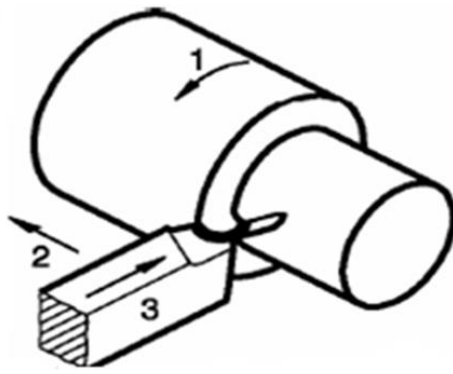


Figura 1-22.3 – Representação dos movimentos de corte, avanço e penetração.

22.4 – Superfícies externas, internas e perfilamento.

Uma máquina ferramenta como o torno mecânico pode executar vários tipos de as operações em função dos movimentos, da posição e do formato da ferramenta obtendo vários tipos de superfícies, como mostra a (Figura 1-22.4).

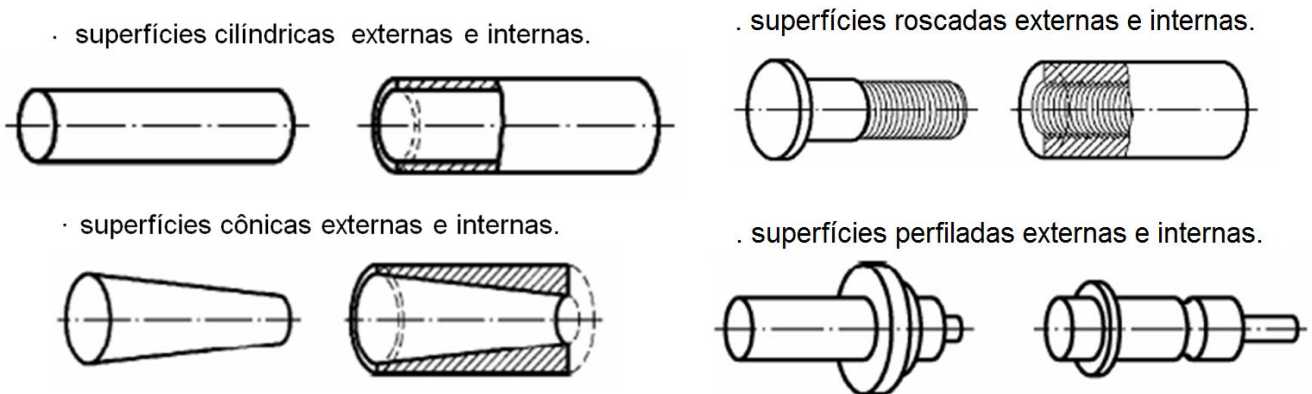


Figura 1-22.4 – Alguns tipos de superfícies executadas.

Dica importante:

Vale lembrar que um bom profissional cuida bem de sua máquina e mantém seu local de trabalho sempre limpo e organizado, e nenhum trabalho é tão importante que não possa ser feito com segurança.

23 – Passos para a usinagem – Eixo cilíndrico de três corpos com rebaxos

No laboratório de usinagem são executadas várias operações de torneamento, a seguir serão mostrados várias delas.

No caso do torneamento de um eixo com rebaxo, que é uma operação que deve ser realizada com muita cautela. Onde o faceamento deve ser realizado de maneira perpendicular e bem acabadas, (Figura 1-23).

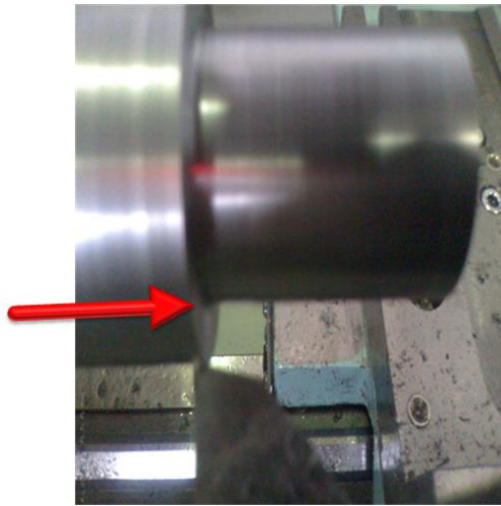


Figura 1-23 – Faceamento.

De acordo com o desenho da peça (Figura 2-23), será mostrado a seguir os passos para sua execução.

PEÇA NÚMERO 2

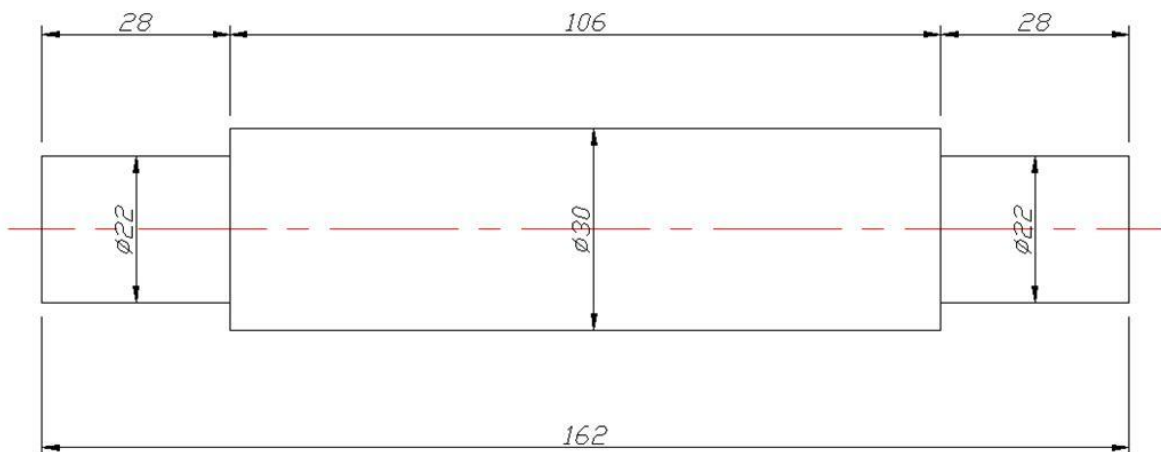


Figura 2-23 – Desenho técnico da peça a ser executada.

1º Passo – Verificação da altura da ferramenta com o auxílio do contra ponto, (Figura 3-23).



Figura 3-23 – Colocando a ferramenta na altura.

2º Passo – Utilizando o anel graduado para zerar a ferramenta em relação ao seu diâmetro, (Figura 4-23).



Figura 4-23 – Utilizando o anel graduado.

3º Passo – Atenção com a segurança, utilizando o paquímetro deixar a ponta do material a ser usinado para fora da placa maior que a medida do desenho de modo que ao executar a operação a ferramenta não bata na placa, (Figura 5-23), executar a marca de referência do comprimento a ser usinado, (Figura 6-23).

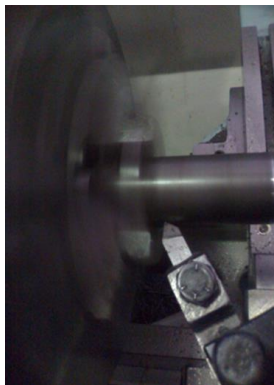


Figura 5-23 – Acerto do comprimento máximo a ser usinado.



Figura 6-23 – Executando a marcação de referência.

3º Passo – Desbaste do primeiro corpo, utilizando a ferramenta de desbastar (Figura 7-23).

4º Passo – Zerando a ferramenta e desbastando o corpo central, (Figura 8-23).



Figura 7-23 – Desbaste do primeiro corpo.



Figura 8-23 – Zerando a ferramenta para iniciar o desbastando o corpo central.

5º Passo – Desbastando o corpo central, (Figura 9-23).

6º Passo – Acabamento do corpo central, (Figura 10-23).



Figura 9-23 – Desbaste do corpo central.



Figura 10-23 – Acabamento do corpo central.

7º Passo – Desbastando a face perpendicular com a ferramenta de facear, (Figura 11-23).

8º Passo – Acabamento das pontas e das faces do rebaixo, (Figura 12-23).



Figura 11-23 – Desbaste das faces perpendiculares com a ferramenta de facear.



Figura 12-23 – Acabamento das pontas e das faces do rebaixo.

9º Passo – Peça finalizada, (Figura 13-23).



Figura 13-23– Peça finalizada.

24 – Operação de recartilhamento.

A seguir será apresentada a operação de recartilhamento, que serve para a peça ter maior facilidade de manuseio, pois oferece mais atrito, que é executada com a ferramenta de recartilha, (Figura 1-24) e na (Figura 2-24) são mostrados os tipos de recartilhados.

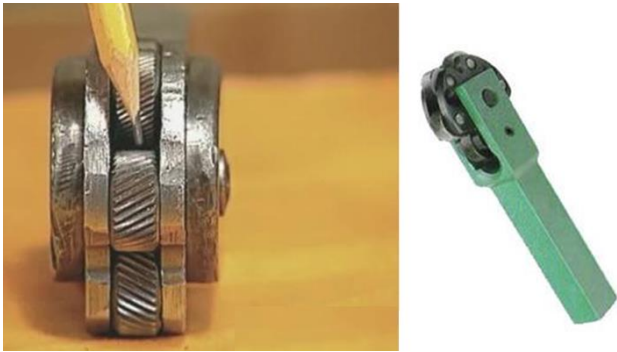


Figura 1-24 – Ferramenta de recartilhar.

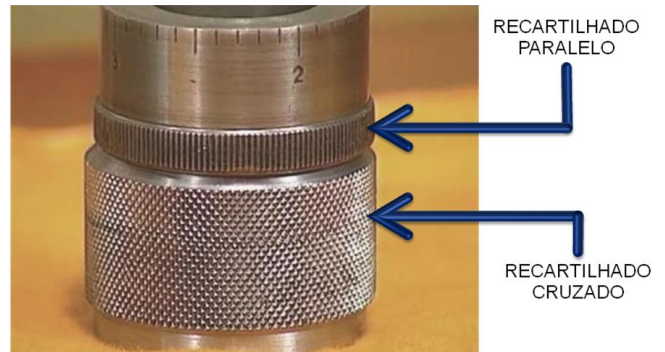


Figura 2-24 – Tipos de recartilhados

A seguir serão mostrados os passos para a execução de qualquer tipo de recartilhado, nesse caso será um recartilhado cruzado.

1º Passo – Regulando a altura da ferramenta de recartilhar com calços e ajuda da contra ponta, (Figuras 3-24 e 4-24).

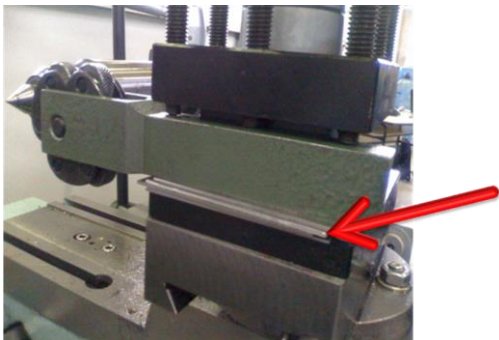


Figura 3-24 – Colocação de calços para acertar a altura da ferramenta.



Figura 4-24 – Utilizando a contra ponta para determinar a altura correta.

2º Passo – De acordo com o passo da recartilha, posiciona-se as alavancas pra conseguir a rotação correta da máquina, (Figuras 5-24, 6-24 e 7-24).



Figura 5-24 – De acordo com o passo da recartilha (1,5mm).



Figura 6-24 – Posicionamento das alavancas para passo 1,5mm.



Figura 7-24 – Posicionamento das alavancas com a rotação correta.

3º Passo – Início da operação de recartilhar, posicionamento da ferramenta no início da área a ser recartilhada, (Figura 8-24), pressiona-se a ferramenta para obter os canais cruzados, (Figura 9-24).

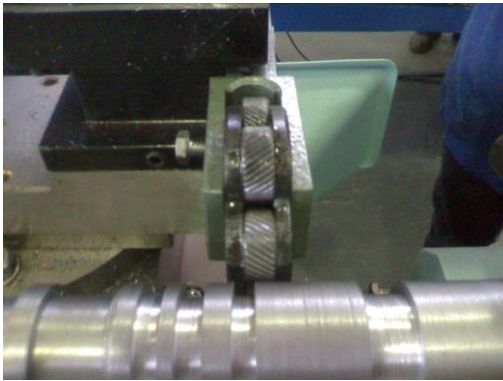


Figura 8-24 – Posicionamento da ferramenta.



Figura 9-24 – Formação dos canais cruzados.

4º Passo – A ferramenta deverá ser deslocada automaticamente de um lado para outro da área a ser recartilhada (Figura 10-24), não podendo se esquecer de manter a limpeza e a refrigeração da área recartilhada (Figura 11-24). A cada passada da ferramenta aumenta-se a pressão da ferramenta em relação à peça até que as pirâmides da recartilha estejam formadas.



Figura 10-24 – Passadas progressivas da ferramenta.

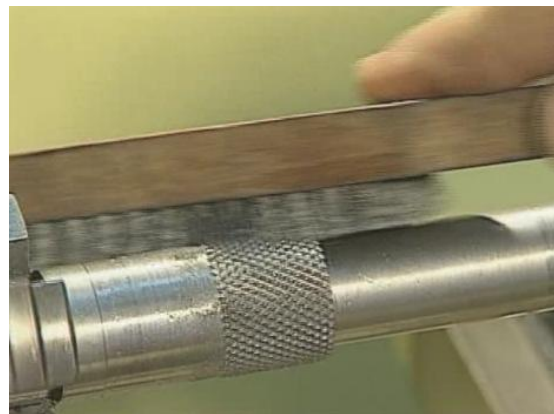


Figura 11-24 – Limpeza e resfriamento da área recartilhada.

5º Passo – Finalização da operação de recartilhar, pirâmides formadas, (Figura 12-24).



Figura 12-24 – Finalização da operação de recartilhar.

6º Passo – Acabamento da área recartilhada com a ferramenta de chanfrar, (Figuras 13-24, 14-24, 15-24 e 16-24).



Figura 13-24 – Colocação da ferramenta de chanfrar na altura.



Figura 14-24 – chanfrando o primeiro lado da área recartilhada.



Figura 15-24 – chanfrando o segundo lado da área recartilhada.



Figura 16-24 – Peça finalizada.

25 – Perfis côncavos e convexos utilizando movimentos bi-manuais

Perfis côncavos e convexos são obtidos por meio de movimentos combinados de avanços transversais e longitudinais da ferramenta;

- Exige-se extrema habilidade e cuidados especiais do operador do torno, com freqüente controle das formas por meio de gabaritos;
- Operação demorada, e por isso é usada na produção de peças unitárias ou de pequenas quantidades;
- Não é aconselhável o uso de ferramentas com arestas de corte muito grandes, para evitar a trepidação;
- Ferramentas de perfilar permitem a execução de sulcos côncavos e convexos, arredondamento de arestas, e de perfis esféricos ou semiesféricos.

25.1 – Passos para o torneamento de perfis côncavos

1º Passo – Deve-se fazer a seleção corretada rotação da máquina, (Figura 1-25.1).

2º Passo – Marcar a área a ser usinada, (Figura 2-25.1).

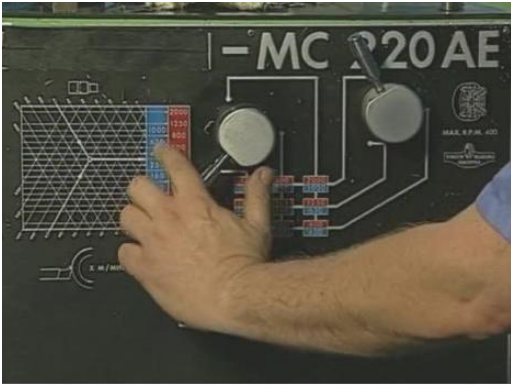


Figura 1-25.1 – Definindo a rotação do torno.

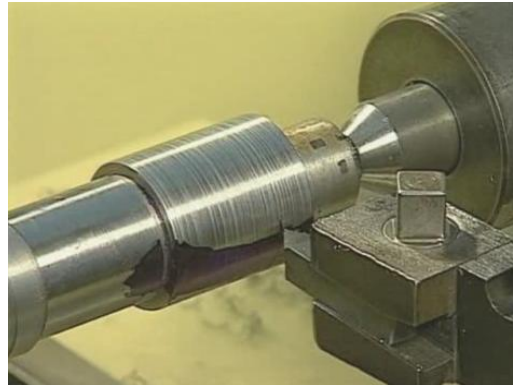


Figura 2-25.1 – Realizando a marcação da área a ser usinada, com ferramenta de bico afiado.

3º Passo – Retirada da ferramenta de bico, (Figura 3-25.1).

4º Passo – Colocando a ferramenta de perfil com raio apropriado para executar a operação de perfilagem, (Figura 4-25.1).



Figura 3-25.1 – Retirada da ferramenta de marcação.



Figura 4-25.1 – Colocação da ferramenta de perfilar.

5º Passo – Com a movimentação dos dois carros transversal e superior utilizando as duas mãos a ferramenta deverá ser passada no perfil côncavo ou convexo para a retirada do excesso de material até que o perfil fique de acordo com o gabarito de raio, (Figura 5-25.1).

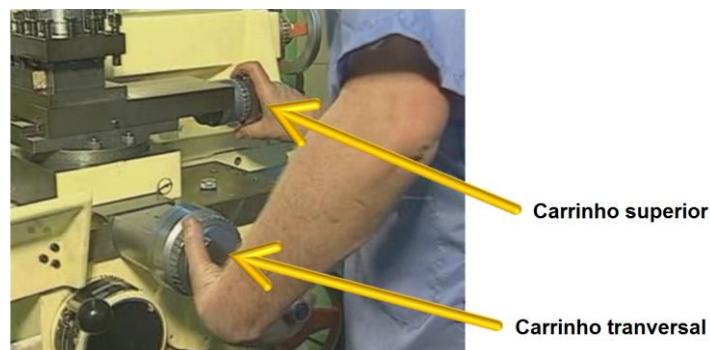


Figura 5-25.1 – Posicionamento das duas mãos para movimentar os dois carrinhos ao mesmo tempo.

6º Passo – Iniciando as passadas da ferramenta sobre o material, retirando material de acordo com o gabarito, (Figura 6-25.1).

7º Passo – A operação de retirada de material deverá ser repetida com cuidado, sempre utilizando o gabarito de raio que irá indicar onde deverá ser retirado mais ou menos material, (Figura 7-25.1).

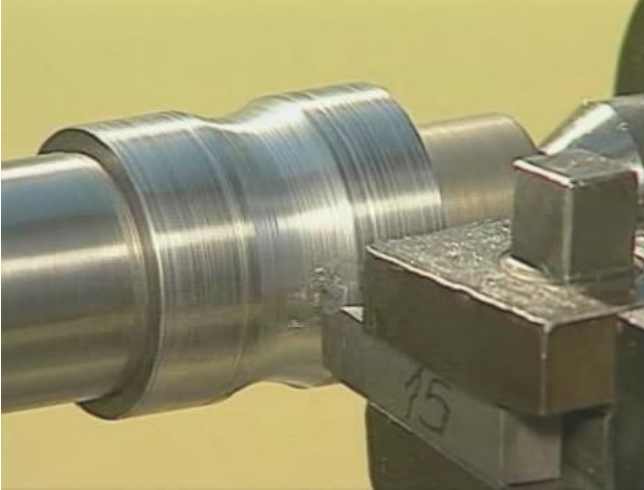


Figura 6-25.1 – Início da operação de perfilagem côncava bi-manual.



Figura 7-25.1 – Cuidado na operação.

8º Passo – Acompanhamento do perfil através do gabarito de raio, (Figura 8-25.1).

9º Passo – Alternar sempre entre verificar e retirar o material em excesso, sempre com muito cuidado e sensibilidade nas mãos para não aprofundar a ferramenta onde não era necessário. Deve-se ainda tomar muito cuidado para não serem ultrapassadas as marcas que indicam o comprimento a ser usinado, (Figura 9-25.1).



Figura 8-25.1 – Acompanhamento do perfil executado.



Figura 9-25.1 – Alternando entre verificar e retirar material.

10º Passo – Finalização da operação e acabamento final da peça, (Figura 10-25.1).



Figura 10-25.1 – Operação finalizada.

26 – Torneando peças com luneta fixa e luneta móvel.

Para a usinagem de peças cilíndricas tubulares longas e com paredes finas evitando vibrações e deformação e ainda trabalhando em favor da segurança, é empregado um acessório chamado luneta fixa, (Figura 1-26).

A seguir serão apresentados os passos para a fixação correta e a posterior usinagem de uma peça.

1º Passo – Prender a peça na placa do torno e posicionar a luneta sobre o barramento da máquina, (Figura 2-26).



Figura 1-26 – Detalhe da base de aperto da luneta fixa, presa ao barramento do torno mecânico.



Figura 2-26 – Fixação da peça na placa e colocação da luneta no barramento do torno mecânico.

2º Passo – Deslocar a luneta para próximo da ponta da peça deixando-se espaço para realizar a operação desejada e fixar a luneta, (Figura 3-26).

3º Passo – Aproximação dos contatos da luneta até os mesmos sustentarem a peça, evitar exagero no aperto, (Figura 4-26).



Figura 3-26 – Aperto da luneta no barramento.



Figura 4-26 – Aproximação dos contatos que sustentam a peça.

4º Passo – Travamento dos contatos com parafuso, (Figura 5-26).

5º Passo – Realizar a lubrificação dos pontos de contato, (Figura 6-26).



Figura 5-26 – Travamento dos contatos.



Figura 6-26 – Lubrificação dos contatos, por óleo ou graxa.

6º Passo – Ligando a máquina para ajustes finais com relação ao aperto dos contatos e verificação da centralização da peça, (Figura 7-26).

7º Passo – Colocação da ferramenta na altura através de calços, utilizando a contra ponta como referência, (Figuras 8-26 e 9-26).



Figura 7-26 – Verificação do aperto e centro da peça.

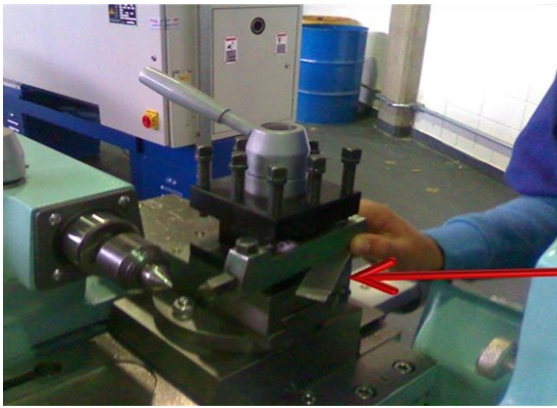


Figura 8-26 – Colocação da ferramenta na altura.

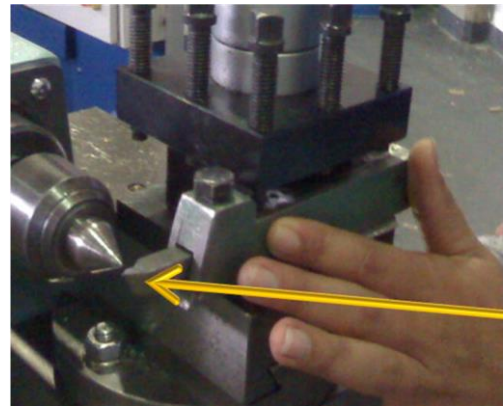


Figura 9-26 – Utilização da contra ponta como referência.

8º Passo – Realizando a operação de faceamento, (Figura 10-26) e na (Figura 11-26) mostra-se em detalhe a operação de faceamento.



Figura 10-26 – Realização da operação de faceamento.



Figura 11-26 – Detalhe da operação de faceamento.

9º Passo – Operação de faceamento concluída, (Figura 12-26).



Figura 12-26 – Operação de faceamento concluída.

Para a usinagem de peças cilíndricas longas e finas evitando vibrações e deformação e ainda trabalhando em favor da segurança, é empregado um acessório chamado luneta móvel.

A seguir serão apresentados os passos para a fixação correta e a posterior usinagem de uma peça.

1º Passo – Prendendo a luneta móvel no local correto sobre o carrinho principal, (Figura 13-26).

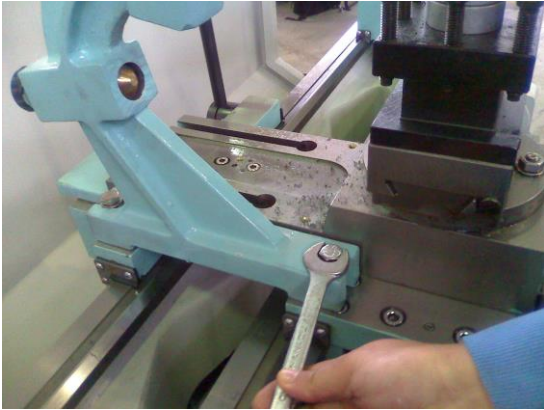


Figura 13-26 – Prendendo a luneta móvel.

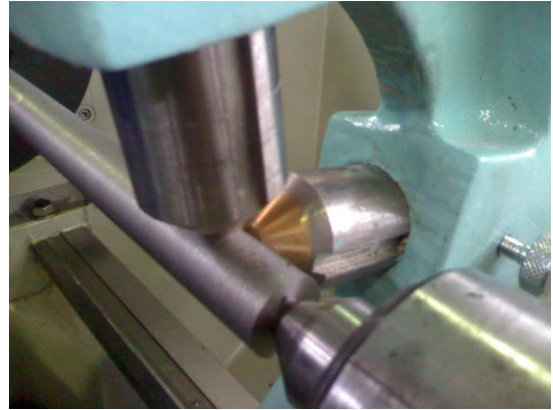


Figura 14-26 – Aproximação, ajuste e aperto dos contatos.

3º Passo – Lubrificação dos contatos que poderá ser com óleo ou graxa, (Figura 15-26).

4º Passo – Início da usinagem de peça longa e fina entre pontas, com a utilização da luneta móvel, (Figura 16-26).

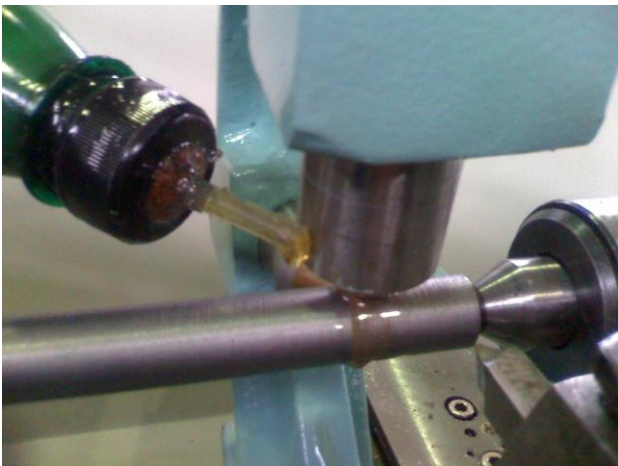


Figura 15-26 – Lubrificação dos contatos.

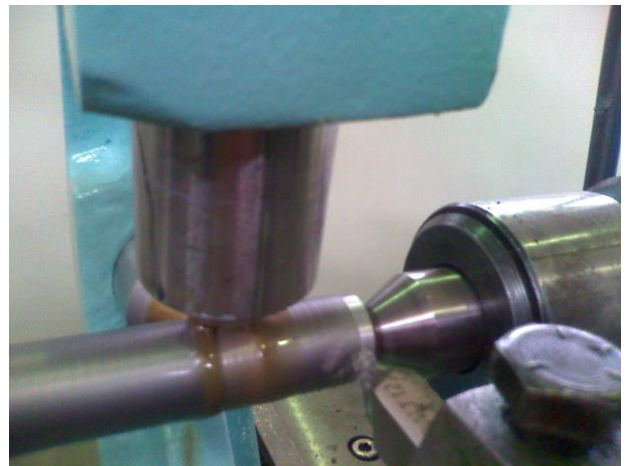


Figura 16-25 – início da usinagem com luneta móvel.

5º Passo – Detalhe da operação, (Figura 17-26).

6º Passo – Acompanhamento da operação, (Figura 18-26) e (Figura 19-26).

7º Passo – Retirada da luneta após o término da operação, (Figura 20-26).

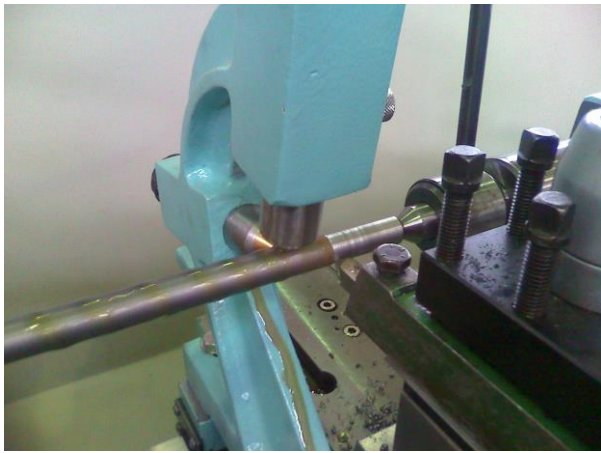


Figura 17-26– Operação em detalhe.



Figura 18-26– Acompanhamento da operação.



Figura 19-26 – Acompanhamento da operação.

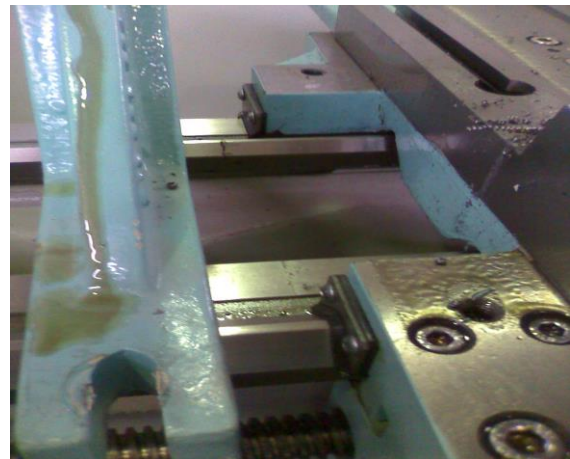


Figura 20-26– Retirada da luneta após a operação.

27– Abrindo rosca no torno com a ponta da ferramenta.

A seguir serão demonstrados os passos da operação de abertura de rosca triangular direita com a ponta da ferramenta, uma das operações muito executadas em um torno mecânico.

1º Passo – A ferramenta de rocar deverá ser colocada na altura (Figura 1-27) para evitar a quebra da mesma e também que o ângulo do filete da rosca não seja alterado.

2º Passo – Para isso deve-se utilizar a contra ponta como referência, (Figura 2-27).



Figura 1-27 – Colocando a ferramenta de roscar na altura.

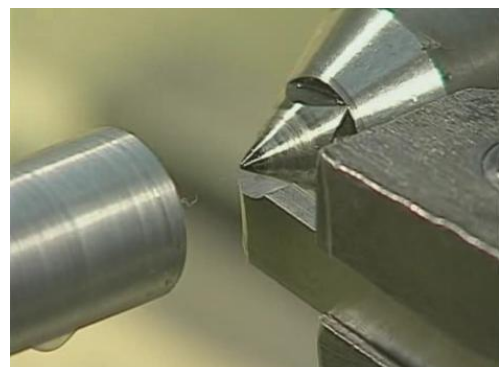


Figura 2-27 – Utilizando a contra ponta como referência.

3º Passo – Verificando a perpendicularidade da ferramenta através da inclinação do carro superior na metade do ângulo da ferramenta, logo após o flanco da ferramenta deverá ser encostado na face da placa que servirá de referência, feito isso a ferramenta deverá ser fixada no castelo e o carrinho deverá ser retornado à zero, para que o filete seja executado de maneira correta, (Figura 3-27) e (Figura 4-27).

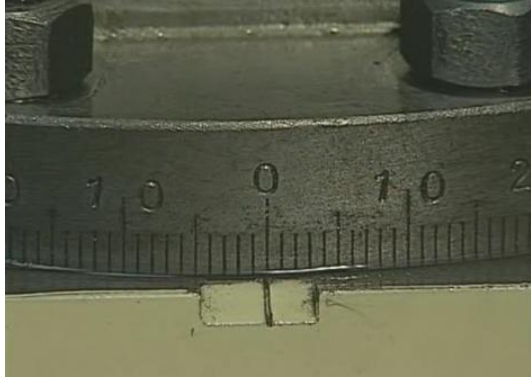


Figura 3-27 – Referência angular do carro superior.

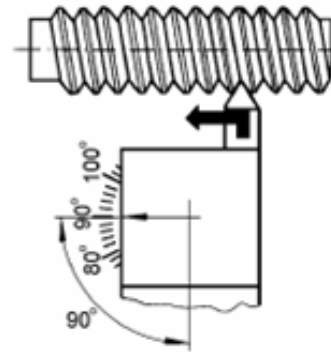


Figura 4-27 – Verificação do perpendicularismo da ferramenta de rosca.

4º Passo – O terceiro passo também poderá ser realizado com um escantilhão, (Figura 5-27).

5º Passo – Início da abertura da rosca M25x2,5, (Figura 6-27).

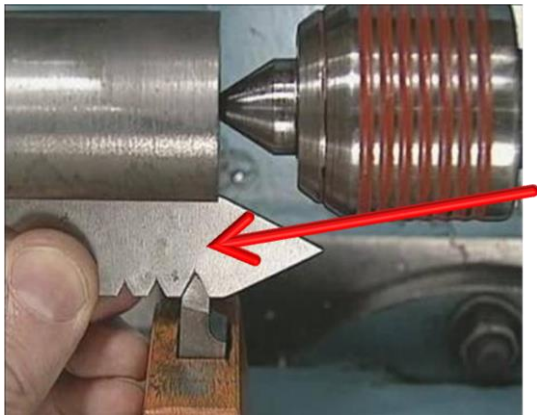


Figura 5-27 – Verificação do perpendicularismo da ferramenta de rosca com o escantilhão.



Figura 6-27 – Preparação para o início do processo de rosqueamento com o bico da ferramenta.

6º Passo – Início do processo de rosqueamento, colocar sempre óleo refrigerante ou de corte para facilitar a operação e melhorar o acabamento dos flancos do filete, (Figura 7-27).

7º Passo – Verificação do passo da rosca com o pente de rosca, (Figura 8-27).



Figura 7-27 – Início do processo de rosqueamento.



Figura 8-27 – Verificação do passo da rosca M25x2,5.

8º Passo – O canal por onde a ferramenta está passando deverá ser alargado para diminuir o esforço exercido sobre a mesma, (Figura 9-27).

9º Passo – Aprofundamento do canal, (Figura 10-27).



Figura 9-27 - Alargando o canal da rosca - retirada de material nas laterais do filete.

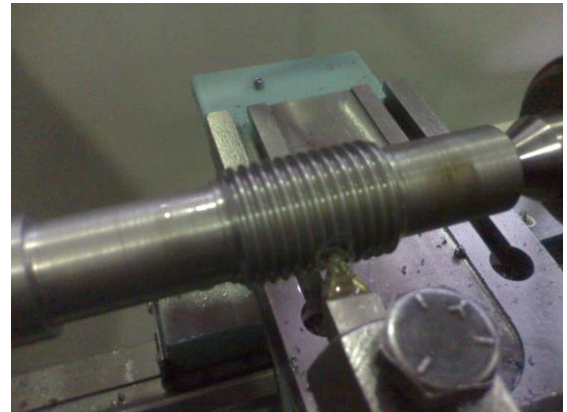


Figura 10-27 – Aprofundamento do canal.

10º Passo – O canal precisar ser aprofundado gradativamente sempre alternando entre aprofundar e alargar até que o mesmo fique na medida correta, (Figuras 11-27 e 12-27).



Figura 11-27 – Rosca em fase de execução.

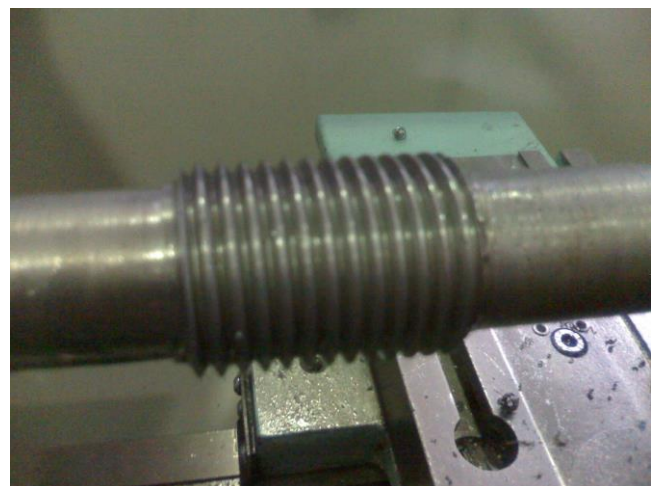


Figura 12-27 – Rosca pré-acabada.

11º Passo – Quando o filete da rosca já estiver quase formado, isto é quando já estiver próximo da medida de profundidade calculada da rosca, deve-se sempre verificar com o calibrador de rosca ou calibrador passa-não-passa, se a mesma já está dentro do padrão, (Figura 13-27).

12º Passo – Rosca terminada com acabamento final, (Figura 14-27).



Figura 13-27 - Fazendo a verificação com calibrador de rosca passa não passa.

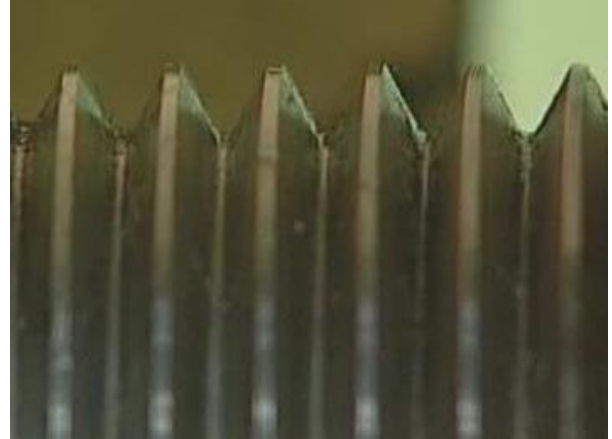


Figura 14-27 - Fazendo a verificação com calibrador de rosca passa não passa.

28 – Corte e sangramento no torno mecânico

28.1 – Corte no torno mecânico

A operação de corte permite deixar a peça na medida certa de comprimento ou com sobre metal para acabamento. O corte direto da peça na medida permite que a operação seja realizada perpendicularmente e no centro dos diâmetros da peça, essa característica é importante para a boa qualidade da peça executada.

A seguir serão apresentados os passos para a execução correta dessa operação.

1º Passo – Selecionar a ferramenta adequada para a operação de corte que pode ser uma lâmina de bedâme, (Figura 1-28.1).

2º Passo – Colocar a ferramenta presa ao suporte na altura da contra ponta, (Figura 2-28.1).



Figura 1-28.1 – Seleção da ferramenta de corte.

Figura 2-28.1 – Colocação da ferramenta na altura.

3º Passo – Peça a ser cortada presa na placa de três castanhas, (Figura 3-28.1).

4º Passo – Aproximação da ferramenta e determinação do comprimento a ser cortado, (Figura 4-28.1).

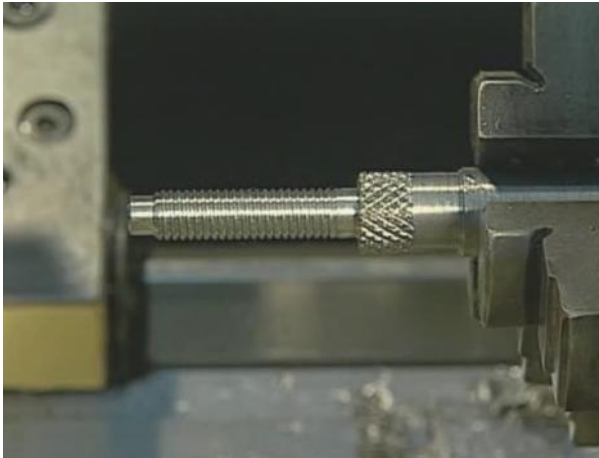


Figura 3-28.1 – Peça a ser cortada presa na placa de três castanhas.

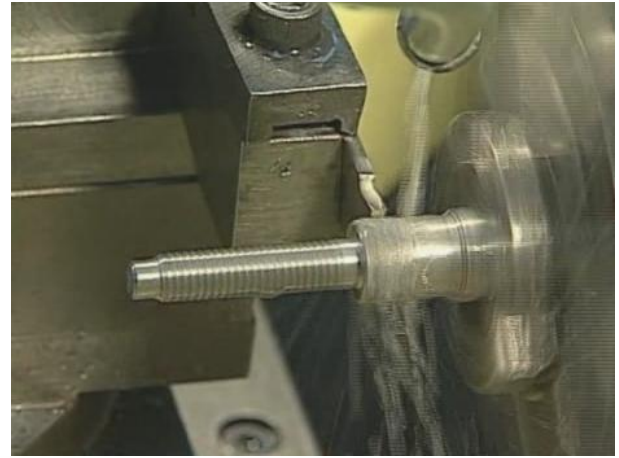


Figura 4-28.1 – Aproximação da ferramenta e determinação do comprimento a ser cortado.

43

5º Passo – Iniciando o corte, (Figura 5-28.1).

6º Passo – Nessa operação é fundamental o alargamento do canal, deve-se alternar entre aprofundar e alargar para que a ferramenta não se quebre, (Figura 6-28.1).

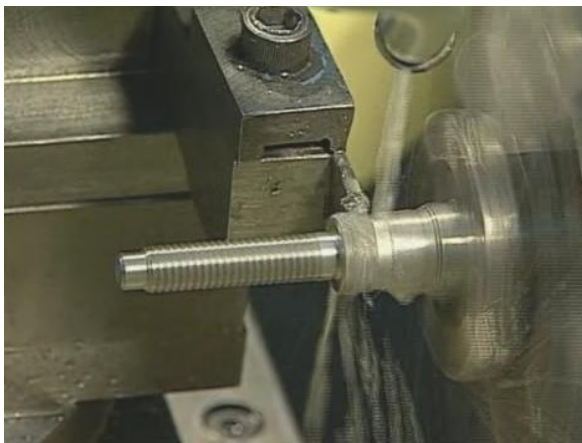


Figura 5-28.1 – Início do corte

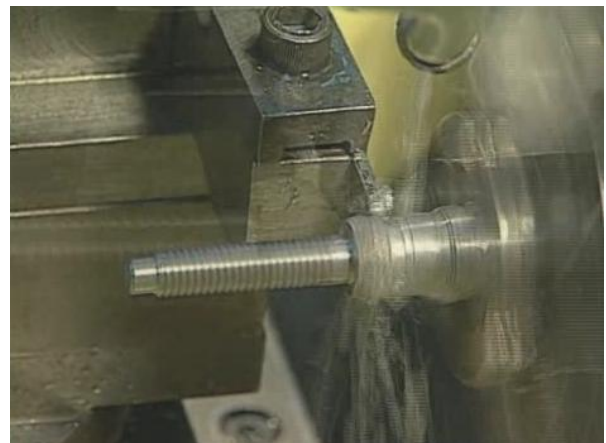


Figura 6-28.1 – Alargamento corte.

7º Passo – Corte em andamento quase finalizado, (Figura 7-28.1).

8º Passo – Corte finalizado, (Figura 8-28.1).

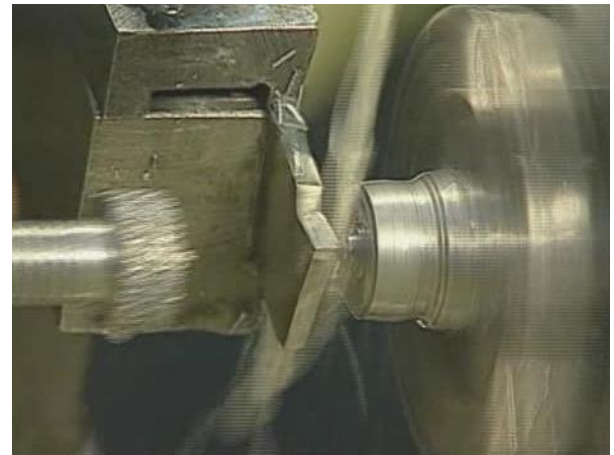
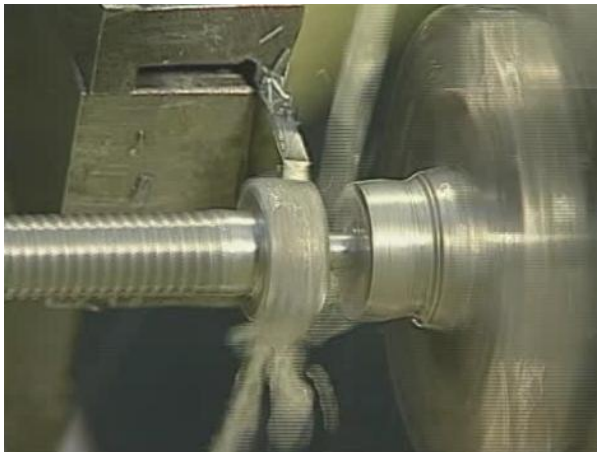


Figura 7-28.1 – Corte em andamento quase finalizado. Figura 8-28.1 – Corte finalizado.

28.2 – Sangramento no torno

A operação de sangramento é similar a de corte realizada com o mesmo procedimento, nesse caso a ferramenta não será aprofundada até o centro evitando assim o corte. O canal aberto geralmente serve para alojar anéis de vedação “O-rings” (Figura 1-28.2), de borracha ou de aço, ou para limitação de movimento da peça no sentido axial. Sua profundidade e forma dependem dos elementos a serem alojados.



Figura 1-28.2 – Anel “O-ring” de borracha alojado no canal.

A seguir serão apresentados os passos para a sua realização.

1º Passo – Início do sangramento para a abertura de canal, após a ferramenta ser colocada na altura, similarmente ao procedimento de corte. Inicia-se o canal posicionando a ferramenta no comprimento determinado pelo desenho técnico. Recomenda-se que a ferramenta seja menor que a medida da largura do canal para permitir o alargamento do mesmo, (Figura 2-28.2).

2º Passo – Alargamento do canal, (Figura 3-28.2).

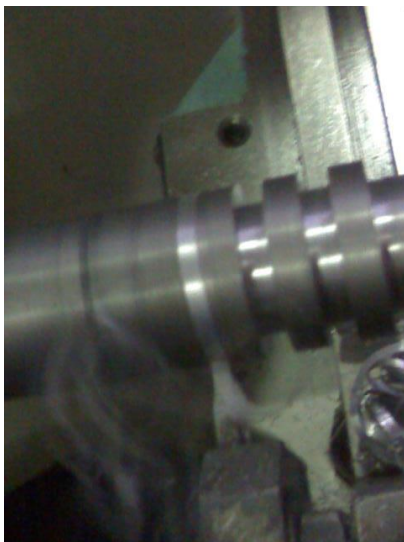


Figura 2-28.2 – Início da operação de sangramento para abertura de canal, aprofundamento da ferramenta.

Figura 3-28.2 – Início do alargamento do canal sangrado, lado direito.

3º Passo – Alternando-se entre alargar e aprofundar dos lados do canal (Figura 4-28.2), o posicionamento da ferramenta deverá ser realizado com ajuda dos anéis graduados dos carros superior e transversal. Repete-se esse procedimento até deixar a medida do fundo do canal de acordo com o desenho.

4º Passo – Acabamento do fundo do canal, (Figura 5-28.2).

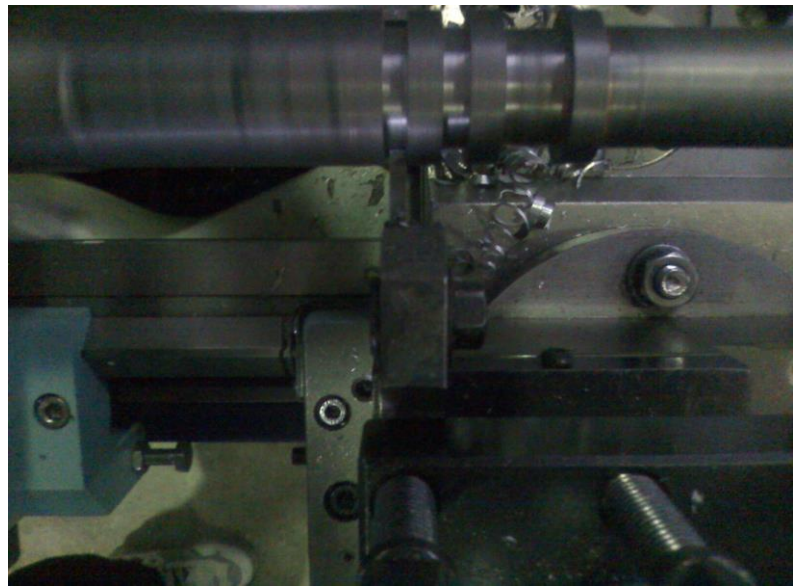


Figura 4-28.2 – Alargamento do canal, lado esquerdo.

Figura 5-28.2 – Acabamento do fundo do canal.

5º Passo – Acabamento da lateral direita do canal, (Figura 6-28.2).

6º Passo – Acabamento da lateral esquerda do canal, (Figura 7-28.2).

7º Passo – Finalizando os acabamentos das laterais e fundo do canal, (Figura 8-28.2).

8º Passo – Operação finalizada, (Figura 9-28.2).

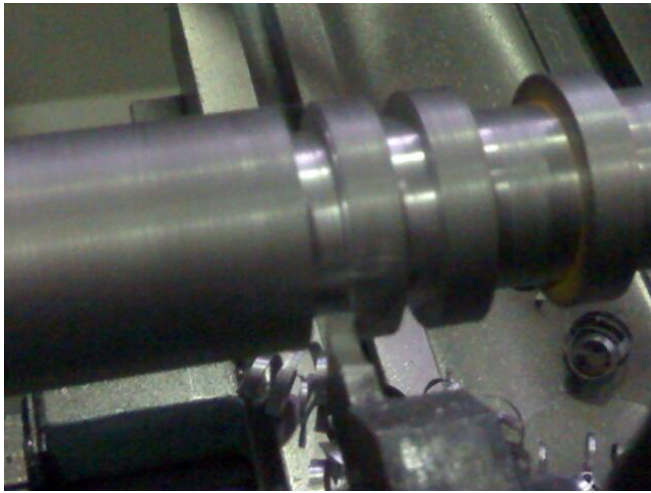


Figura 6-28.2 - Acabamento da lateral direita do canal.



Figura 7-28.2 - Acabamento da lateral esquerda do canal.



Figura 8-28.2 - Acabamento geral das faces e fundo do canal.



Figura 9-28.2 – Operação finalizada.

EXERCÍCIOS

1 – No torno mecânico universal tornear de um eixo de comprimento $L = 1500$ mm, diâmetro $\varnothing 300$ mm, com um avanço $a = 0,2$ mm por revolução e uma ferramenta com velocidade de corte, $V_c = 150$ m/min. Para deixar na medida desejada serão dados três passes $i = 3$, com a ferramenta.

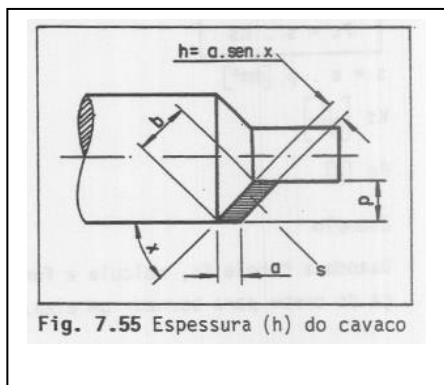
Esse torno possui as seguintes rotações em sua caixa de engrenagem: 31,5 – 63 – 50 – 100 – 80 – 160 – 125 – 250 – 200 – 400 – 315 – 630 – 500 – 1000 – 800 – 1600 – 1250 – 2500.

Calcular:

- A rpm = ?
- O tempo de corte, $T_c = ?$
- Quanto tempo será necessário para se produzir 1000 peças, se a empresa trabalha com um turno de 8 horas diárias – Cite 3 maneiras de otimizar a produção.

2 – Um eixo de aço com resistência de 600 N/mm^2 (St60) é usinado no torno com a Velocidade de Corte $V_c = 16$ m/min. Calcule a Potência de Corte, a potência de corte e a potência induzida (Potência Mecânica).

- $a - 1,13 \text{ mm}$ $1 \text{ Watt} \times 0,00134 = \text{Hp} \rightarrow 1 \text{ Hp} \times 1,013872 = \text{cv}$
 $p - 8 \text{ mm}$
 $x - 45^\circ$
 $\eta - 0,70$



Solução

Área da secção:
 $S = a \cdot p = 1,13 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm}$
 $S = 9 \text{ mm}^2$

Espessura (h):
 $h = a \cdot \text{Sen } \chi = 1,13 \text{ mm} \cdot 0,707$
 $h = 0,8 \text{ mm}$

$K_s = 2 \ 150 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ conforme a tabela

Força de corte:
 $F_c = 9 \text{ mm}^2 \cdot 2 \ 150 \text{ N/mm}^2$
 $F_c = 19 \ 350 \text{ N}$

Potência de corte:
 $P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60} = \frac{19 \ 350 \text{ N} \cdot 16 \text{ m/min}}{60}$

$P_c = 5 \ 160 \text{ W}$

Potência induzida:
 $P_{in} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{5 \ 160 \text{ W}}{0,7} = 7 \ 371 \text{ W}$

$P_{in} = 7,4 \text{ kW}$

Fonte: Apostila do SENAI – Processos de Fabricação.

3 – Um eixo de ferro fundido GG-30, é usinado no torno com a velocidade de corte $V_c = 100$ m/min.

Calcular:

Potência Induzida e Potência Efetiva.

- $a - 2,2 \text{ mm}$
 $p - 8 \text{ mm}$
 $x - 45^\circ$
 $\eta - 0,70$

4 – A força de corte, numa ferramenta para torneiar, é de 3000 N e a Velocidade de Corte $V_c = 25$ m/min.

Calcular:

a) Potência de Corte.

b) Qual a Potência do motor, quando o rendimento for 70%.

BIBLIOGRAFIA

COLETTA, Dirceu Della; et all. **Ciências Aplicadas**. 2^a ed. São Paulo, 1998, 172p. (Mecânica Geral, 2)

DINIZ, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPINI, Nivaldo Lemos. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. Artliber, 2008.

FERRARESI, Dino. **Fundamentos da Usinagem dos Metais**. 11^a ed, 12^a reimp. Edgard Blucher, 2006.

NOVASKI, Olívio. **Introdução à engenharia de fabricação mecânica**, 1994. Edgard Blucher, 199p.