

1. SM1 – TORNEAMENTO

1.1 Processo:

- Torneamento cilíndrico;
- Torneamento plano (faceamento e sangramento);
- Torneamento de forma;
- Torneamento helicoidal;
- Requisitos de potência para o torneamento;
- Parâmetros de corte (Velocidade, avanço e profundidade de corte);
- Emprego de fluidos lubri-refrigerantes no torneamento;
- Erros geométricos de fabricação (tipos e causas);

1.2 Ferramentas:

- Ferramentas inteiriças;
- Ferramentas com insertos soldados;
- Ferramentas com insertos intercambiáveis;
- Fabricantes de ferramentas;
- Custos de aquisição de ferramentas de corte;
- Catálogos de ferramentas;
- Seleção de ferramentas;
- Desgaste em ferramentas de torneamento;

1.3 Máquina-ferramenta:

- Vantagens, desvantagens e aplicações dos diferentes tipos de máquinas;
- Tornos universais;
- Tornos horizontais e verticais;
- Tornos revólver;
- Tornos automáticos;
- Tornos copiadores;
- Torno detalonador;
- Tornos especiais (com múltiplas ferramentas);
- Máquinas convencionais e CNC;
- Fabricantes de máquinas ferramentas (internet);

1.4 Fixação:

- Fixação da peça entre pontas;
- Fixação da peça com pinças;
- Fixação da peça com placas de castanhas;
- Placas de fixação magnética e a vácuo;
- Dispositivos especiais de fixação das peças;
- Fixação das ferramentas de corte;

1.5 Aplicações:

- Exemplos de aplicação do processo de torneamento (vídeos, filmes, estudo de caso, etc.);

2. SM2 – FURAÇÃO

2.1 Processo:

- Cinemática do processo;
- Formação e escoamento do cavaco;
- Fluido lubri-refrigerante na furação;
- Cálculo da força e potência na furação;
- Comparação entre broca helicoidal e ferramenta de torneamento (geometria da cunha de corte);
- Parâmetros de corte (Velocidade, avanço);
- Estratégias de corte (ciclo pica-pau, furação com pré-furo, etc.);
- Cuidados na furação (superfície inclinada na entrada e saída, furo de centro, entupimento dos canais com cavaco, erros geométricos nas brocas, assimetria, forças, etc.);
- Relação L/D (profundidade do furo e diâmetro da broca);
- Furação profunda;
- Erros geométricos de fabricação (tipos e causas);
- Operação de alargamento (definição e objetivos do processo);

2.2 Ferramentas:

- Brocas helicoidais;
- Brocas de centro;
- Brocas canhão;
- Brocas chatas;
- Brocas escalonadas;
- Brocas com alimentação interna de fluido;
- Brocas com ponta intercambiável;
- Materiais empregados na fabricação de brocas;
- Processo de fabricação de brocas;
- Catálogos de ferramentas;
- Seleção de ferramentas;
- Fabricantes de ferramentas;
- Alargadores;
- Desgastes em ferramentas de furação;

2.3 Máquina-ferramenta:

- Vantagens, desvantagens e aplicações dos diferentes tipos de máquinas;
- Furadeira portátil;
- Furadeira de bancada;
- Furadeira de coluna;
- Furadeira radial;
- Furadeira com cabeçote único/múltiplos, eixos (fusos);
- Furadeira com múltiplos cabeçotes e múltiplos eixos;
- Máquinas convencionais e CNC;
- Fabricantes de máquinas ferramentas (internet);

2.4 Fixação:

- Fixação das ferramentas de furação (mandril, pinças, cone ISO, etc.);
- Fixação das peças nas máquinas-ferramentas;

2.5 Aplicações:

- Exemplos de aplicação do processo de furação (vídeos, filmes, estudo de caso, etc.);

3. SM3 – FRESAMENTO

3.1 Processo:

- Fresamento frontal;
- Fresamento tangencial;
- Fresamento de perfil;
- Fresamento de topo;
- Fresamento de geração;
- Parâmetros do processo (velocidade, avanço e profundidades de corte);
- Cinemática do processo (fresamento concordante e discordante);
- Formação de cavaco no fresamento;
- Emprego de meios lubri-refrigerantes no fresamento;
- Cálculo da força e potência no fresamento;
- Erros geométricos de fabricação (tipos e causas);

3.2 Geometrias obtidas no fresamento:

- Obtenção de superfícies planas;
- Obtenção de superfícies circulares e cilíndricas;
- Obtenção de roscas;
- Obtenção de superfícies perfiladas;
- Cópia de superfícies;
- Cinemática dos processos;
- Parâmetros de corte;
- Estratégias de fresamento (concordante e discordante);

3.3 Ferramentas:

- Fresas cilíndricas;
- Fresas de disco;
- Fresa angular;
- Fresa detalonada ou de forma;
- Fresa de haste (topo);
- Fresas inteiriças;
- Fresas com insertos intercambiáveis;
- Fabricação de fresas;
- Geometria de corte;
- Materiais empregados na fabricação de fresas;
- Seleção de ferramentas;
- Catálogos de ferramentas;

3.4 Máquina-ferramenta:

- Vantagens, desvantagens e aplicações dos diferentes tipos de máquinas;
- Exigências construtivas para fresadoras;
- Formas construtivas de fresadoras;
- Fresadora universal;
- Fresadora Horizontal;
- Fresadora Vertical;
- Fresadora ferramenta;
- Máquinas convencionais e CNC;
- Fabricantes de máquinas ferramentas (internet);

3.5 Fixação de peças:

- Ajuste das peças no sistema de fixação;

3.6 Fresamento de altas velocidades:

- Generalidades;

- Campos de aplicação;
- Vantagens;
- Requisitos para máquinas-ferramentas (fusos, guias, mancais, fixação da ferramenta, fluido, proteção, CAD/CAPP/CAM, etc.)

3.7 Aplicações:

- Componentes monolíticos;
- Indústria de moldes e matrizes;
- Indústria automobilística;
- Exemplos de aplicação dos processos (vídeos, filmes, estudo de caso, etc.);

4. SM4 – APLAINAMENTO + MANDRILAMENTO

4.1 Processo:

- Definição do processo de aplainamento;
- Definição do processo de mandrilamento;
- Cinemática dos processos específicos (variantes de cada processo);
- Campos de aplicação dos processos;
- Parâmetros de corte para cada processo;
- Erros geométricos de fabricação (tipos e causas);

4.2 Ferramentas:

- Ferramentas inteiriças;
- Ferramentas com insertos intercambiáveis;
- Cabeçotes com ajuste excêntrico para mandrilamento;
- Materiais empregados na fabricação das ferramentas;
- Seleção de ferramentas;
- Catálogos de ferramentas;

4.3 Máquina-ferramenta:

- Vantagens, desvantagens e aplicações dos diferentes tipos de máquinas;
- Plainas de limadoras;
- Plainas de mesa;
- Plainas verticais;
- Mandriladora Universal;
- Mandriladora Horizontal;
- Mandriladora Vertical;
- Máquinas Convencionais e CNC;
- Fabricantes de máquinas ferramentas (internet);

4.4 Fixação:

- Fixação das ferramentas;
- Fixação das peças;

4.5 Aplicações:

- Mandrilamento dos cilindros em blocos de motores;
- Aplainamento de chavetas;
- Exemplos de aplicação dos processos (vídeos, filmes, estudo de caso, etc.);

5. SM5 – BROCHAMENTO

5.1 Processo:

- Definição do brochamento;
- Campos de aplicação do processo;
- Exemplos de aplicação (chavetas, impulsor de arranque, etc.);
- Brochamento interno;
- Brochamento externo;
- Brochamento de engrenagens;
- Brochamento helicoidal;
- Parâmetros do processo;
- Produtividade do processo;
- Erros geométricos de fabricação (tipos e causas);

5.2 Ferramentas:

- Tipos de brochas;
- Geometria das ferramentas;
- Ferramentas especiais (fabricadas para aplicações específicas);
- Nomenclatura das ferramentas;
- Materiais empregados na fabricação de brochas;
- Etapas de fabricação de uma Brocha;
- Catálogos de ferramentas;
- Fabricantes de ferramentas;
- Desgaste em ferramentas de brochamento;
- Afiação e recondicionamento de brochas;
- Custos de aquisição de brochas;

5.3 Máquina-ferramenta:

- Vantagens, desvantagens e aplicações dos diferentes tipos de máquinas;
- Brochadeiras verticais;
- Brochadeiras horizontais;
- Fabricantes de máquinas ferramentas (internet);

5.4 Fixação de peças:

- Movimentação da mesa para execução do brochamento;
- Movimentação da ferramenta para execução do brochamento;

5.5 Aplicações:

- Exemplos de aplicação dos processos (vídeos, filmes, estudo de caso, etc.);

6. SM6 – RETIFICAÇÃO

6.1 Processo:

- Retificação Cilíndrica Externa;
- Retificação Cilíndrica Interna;
- Retificação Plana;
- Retificação Centerless;
- Retificação de Engrenagens;
- Parâmetros de corte (velocidade de corte, taxa de retificação, relação de velocidades);
- Cinemática do processo;
- Mecanismo de formação de cavaco (Espessura de cavaco não-deformado);
- Fluido lubri-refrigerante na retificação (tipo de fluido adequado para cada tipo de aplicação, tipos de tuberias de aplicação de fluido, filtragem do fluido, etc.)
- Usinagem com ferramentas de geometria definida X não-definida;
- Erros geométricos de fabricação (tipos e causas);

6.2 Ferramentas:

- Materiais empregados na fabricação de rebolos (Óxido de alumínio, Carboneto de Silício, CBN, Diamante, entre outros);
- Estrutura de um reboło (Grãos abrasivos + Ligante + Poros);
- Tamanho de grão (granulometria) – Classificação;
- Tipos de ligantes empregados na fabricação de rebolos (ligantes resinóides, vitrificados, metálicos, entre outros);
- Dureza dos rebolos;
- Formas de rebolos e aplicação;
- Corpo do reboło (inteiriço, em aço, alumínio, resina);
- Condicionamento dos rebolos (dressamento, afiação, limpeza). Dressadores estáticos e acionados. Quantidade de material removido no dressamento;
- Desgaste dos rebolos;
- Precauções no manuseio e montagem de rebolos;

6.3 Máquina-ferramenta:

- Vantagens, desvantagens e aplicações dos diferentes tipos de máquinas;
- Retificadora cilíndrica (interna e externa);
- Retificadora Plana;
- Retificadora Centerless;
- Retificadas dedicadas;
- Fabricantes de máquinas ferramentas (internet);
- Dispositivos de segurança em máquinas retificadoras (sistemas de balanceamento dinâmico, sistemas de monitoramento, blindagem, guias hidrodinâmicas, mancais, etc.);

6.4 Fixação de peças:

- Entre pontas;
- Placa de castanhas;
- Sistema magnético;
- Fixação na retificação Centerless?

6.5 Aplicações:

- Operações de acabamento;
- Qualidade da superfície retificada;
- Retificação de roscas;

6.6 Curiosidades:

- Monitoramento do processo via emissão acústica;
- Monitoramento do processo via potência de corte;

7. SM7 – ELETROEROSÃO

7.1 Processo:

- Definição de eletroerosão;
- Mecanismo de remoção de material;
- Eletroerosão por penetração (características do processo, aplicações, vantagens, etc.);
- Eletroerosão a fio (características do processo, aplicações, vantagens, etc.);
- Caracterização dos processos (formação da descarga elétrica);
- Tipo de dielétricos e modo de aplicação do dielétrico;
- Materiais usináveis;
- Erros geométricos de fabricação (tipos e causas);

7.2 Ferramentas:

- Eletrodos de eletroerosão;
- Material empregado na fabricação de eletrodos (cobre, grafita, etc.);
- Bobina de fio para eletroerosão a fio;
- Processo de fabricação de eletrodos (fresamento, etc.);

7.3 Máquina-ferramenta:

- Concepção da máquina-ferramenta;
- Máquina-ferramenta para eletroerosão por penetração;
- Máquina-ferramenta para eletroerosão a fio;
- Máquinas convencionais e CNC;
- Fabricantes de máquinas ferramentas (internet);

7.4 Fixação de peças:

- Dispositivos empregados na fixação das peças;

7.5 Aplicações:

- Indústria de moldes e matrizes;
- Materiais de difícil usinabilidade;
- Usinagem de formas complexas;

7.6 Curiosidades

- Eletroerosão X HSM (Indústria de moldes e matrizes)

REFERÊNCIAS

- [1] STEMMER, Caspar Erich - **Ferramentas de Corte I**. 1ª e 2ª Edição, 88/89. Editora da UFSC - Florianópolis.
- [2] STEMMER, Caspar Erich - **Ferramentas de Corte II**. 1ª Edição, 1992. Editora da UFSC- Florianópolis.
- [3] BOEHS, Lourival - **Apostila sobre Máquinas-Ferramenta**. (1991) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, outubro
- [4] FERRARESI, Dino - **Fundamentos da Usinagem dos Metais**. Editora Edgard B
- [5] SCHROETER, R. B., WEINGAERTNER, W. L. **Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria Definida – parte 1**. Apostila (traduzido e adaptado por Prof. Dr. Eng. Rolf Bertrand Schroeter e Prof. Dr.-Ing. Walter Lindolfo Weingaertner do livro “Fertigungsverfahren – Drehen, Bohren, Fräsen”, de Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c.mult. Wilfried König e Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke), 348 p.
- [6] POLLI, Milton Luiz; Universidade Federal de Santa Catarina. **Análise da estabilidade dinâmica do processo de fresamento a altas velocidades de corte**. Florianópolis, 2005. 214 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica
- [7] GOMES, Jefferson de Oliveira; WEINGAERTNER, Walter Lindolfo; Universidade Federal de Santa Catarina. **Fabricação de superfícies de forma livre por fresamento no aço temperado ABNT 420, na liga de alumínio AMP8000 e na liga de cobre Cu-Be**. Florianópolis, 2001. 144 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [8] MACEDO, Sérgio Eduardo Moreno; SCHROETER, Rolf Bertrand; Universidade Federal de Santa Catarina; WEINGAERTNER, Walter Lindolfo. **Análise de forças no fresamento de topo convencional e com altas velocidades de corte**. Florianópolis, 2001. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [9] MOCHIZUKI, Sérgio Satoshi; Universidade Federal de Santa Catarina. **Análise das forças no torneamento do ferro fundido cinzento visando a aplicação em modelos do processo de fresamento frontal**. Florianópolis, 2004. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica
- [10] MANGONI, Cristian; Universidade Federal de Santa Catarina. **Determinação teórico-experimental de forças e análise dinâmica por elementos finitos no fresamento de peças com baixa rigidez**. Florianópolis, 2004. [101] f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.
- [11] ZEILMANN, Rodrigo Panosso; Universidade Federal de Santa Catarina. **Furação da liga de titânio Ti6A14V com mínimas quantidades de fluido de corte**.

Florianópolis, 2003. 202 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

- [12] CASTRO, Pablo Ricardo Amarante de. **Aspectos tecnológicos da usinagem a seco e com mínima quantidade de fluido de corte na furação com broca helicoidal**. Florianópolis, 2001. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [13] MOCELLIN, Fabiano; Universidade Federal de Santa Catarina. **Avaliação da usinabilidade do ferro fundido vermicular em ensaios de furação**. Florianópolis, 2002. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [14] KRATOCHVIL, Rafael; Universidade Federal de Santa Catarina. **Fresamento de acabamento em altas velocidades de corte para eletrodos de grafita industrial**. Florianópolis, 2004. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [15] AMORIM, Fred Lacerda. **Tecnologia de eletroerosão por penetração da liga de alumínio AMP 8000 e da liga de cobre CuBe para ferramentas de moldagem de materiais plásticos**. Florianópolis, 2002. 156 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [16] TEIXEIRA, Cleiton Rodrigues; WEINGAERTNER, Walter Lindolfo. **Influencia dos erros geometricos de afiação nas brocas helicoidais de aço rapido na qualidade dos furos produzidos**. 1995. 110f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [17] PEREIRA FILHO, Ivan da Costa; WEINGAERTNER, Walter Lindolfo; Universidade Federal de Santa Catarina. **Monitoramento da furação com brocas helicoidais inteiriças de metal duro**. Florianópolis, 2001. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [18] SOUZA, André João de; Universidade Federal de Santa Catarina. **Aplicação de multisensores no prognóstico da vida de ferramenta de corte no torneamento**. Florianópolis, 2004. 211 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.
- [19] XAVIER, Fábio Antônio; Universidade Federal de Santa Catarina. **Aspectos tecnológicos do torneamento do ferro fundido vermicular com ferramentas de metal-duro, cerâmica e CBN**. Florianópolis, 2003. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [20] ROSSO JUNIOR, Roberto Silvio Ubertino; QUEIROZ, Abelardo Alves de; Universidade Federal de Santa Catarina. **Determinação de condições otimizadas de usinagem com aplicação em torneamento**. Florianópolis, 1995. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [21] BASTOS, Cleyzer Marcondes; Universidade Federal de Santa Catarina. **Modelagem e simulação do processo de torno-brochamento de virabrequins**. Florianópolis, 2005. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

- [22] MÜHLE, Henrique Brüggmann. **Mandrilamento com cabeçotes de excentricidade regulável e sistema de balanceamento**. Florianópolis, 2000. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [23] TABORGA, Jeshael Denis Morales; Universidade Federal de Santa Catarina. **Análise e monitoramento da retificação do ferro fundido nodular com rebolos de nitreto de boro cúbico (CBN)**. Florianópolis, 2002. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [24] TABORGA, Alex Roberto Morales; Universidade Federal de Santa Catarina. **Análise e monitoramento da retificação do ferro fundido nodular com rebolos convencionais**. Florianópolis, 2002. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [25] WEINGÄRTNER, Eduardo; Universidade Federal de Santa Catarina. **Influência do sistema de alimentação de fluido lubri-refrigerante na retificação com rebolos de CBN**. Florianópolis, 2005. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica.
- [26] BERTALAN, Cláudio; WEINGAERTNER, Walter Lindolfo. **Retificação com rebolos de nitreto de boro cúbico em máquinas-ferramenta convencionais**. 1997. 209f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [27] ODEBRECHT, Oliver; Universidade Federal de Santa Catarina. **Dressamento de rebolos de óxido de alumínio microcristalino com dressadores fixos**. Florianópolis,, 2003. 1v Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [28] Revista “**Máquinas e Metais**” – disponível nas bibliotecas do LMP e setorial.
- [29] Revista “**O Mundo da Usinagem**” – disponível no site do CIMM.