INTERFACE TECNOLÓGICA

PROCESSO DE USINAGEM: um estudo sobre desgaste de ferramenta de corte em torno CNC

MACHINING PROCESS: a study on cutting tool wear around CNC

Carlos Fernando Alves Da Costa - carlos.costa57@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) - Taquaritinga - SP –Brasil

Ramilio Ramalho Reis Filho - ramilio.ramalho@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) - Taquaritinga - SP –Brasil

DOI: 10.31510/infa.v20i2.1819
Data de submissão: 06/09/2023
Data do aceite: 16/11/2023
Data da publicação: 20/12/2023

RESUMO

O estudo do desgaste de ferramentas de usinagem em tornos Comando Numérico computadorizado CNC desempenha um papel fundamental na busca por maior eficiência e qualidade na indústria de manufatura. Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica qualitativa sobre o tema, destacando os principais mecanismos de desgaste, os tipos de ferramentas de corte e suas finalidades. O desgaste das ferramentas em processos de usinagem é influenciado por diversos fatores, incluindo o material da peça usinada, a velocidade de corte, a alimentação da ferramenta e as condições de lubrificação e refrigeração. Além disso, diferentes metodologias de análise e prevenção do desgaste são discutidas, como a microscopia eletrônica de varredura, a análise de imagem digital e o sensoriamento em tempo real. A compreensão desses aspectos é essencial para a otimização dos processos de usinagem em tornos CNC, contribuindo para a produção de conhecimento de alta qualidade nessa área crítica da usinagem de precisão.
Palavras-chave: Desgaste, Usinagem CNC, Ferramentas, Prevenção.

ABSTRACT

The study of tool wear in Computer Numerical Control (CNC) machining lathes plays a fundamental role in the pursuit of greater efficiency and quality in the manufacturing industry. This article presents a qualitative literature review on the subject, highlighting the main wear mechanisms, types of cutting tools, and their purposes. Tool wear in machining processes is influenced by various factors, including the material of the workpiece, cutting speed, tool feed, and lubrication and cooling conditions. Additionally, different methodologies for wear analysis and prevention are discussed, such as scanning electron microscopy, digital image analysis, and real-time sensing. Understanding these aspects is essential for optimizing CNC lathe machining processes, contributing to the production of high-quality knowledge in this critical area of precision machining.
Keywords: Wear, CNC Machining, Tools, Prevention.

INTERFACE TECNOLÓGICA

1 INTRODUÇÃO

Os processos de fabricação têm raízes antigas, datando de tempos remotos, quando os seres humanos perceberam a capacidade de transformar a matéria-prima disponível em seu ambiente para atender às necessidades fundamentais e gerar vantagens. Muitos dos objetos que encontramos em nossa vida cotidiana apresentam uma ampla variedade de formas e tamanhos, sendo também constituídos por diversos tipos de materiais distintos. (COPPER, 2022).

A usinagem é um processo fundamental na indústria de manufatura, desempenhando um papel crucial na produção de peças e componentes de alta precisão. Entre as diversas abordagens de usinagem, o processo de usinagem em torno CNC (Controle Numérico Computadorizado) ganhou destaque devido à sua capacidade de produzir peças com geometrias complexas e tolerâncias rigorosas. (FERRAMENTAL, 2021).

No entanto, um dos desafios enfrentados nesse processo é o desgaste das ferramentas de corte, que pode comprometer a qualidade das peças usinadas, aumentar os custos de produção e reduzir a eficiência da operação. (CCV, 2022).

Para Cesar (2022), o estudo do desgaste de ferramentas de corte em tornos CNC é de suma importância para otimizar os processos de usinagem, melhorar a vida útil das ferramentas e garantir a qualidade das peças fabricadas, compreender os diferentes tipos de desgaste, os fatores que influenciam seu desenvolvimento e as estratégias para mitigá-lo são aspectos cruciais para a melhoria contínua dos processos industriais.

A análise aprofundada do desgaste de ferramentas pode levar ao desenvolvimento de novos materiais de ferramenta, revestimentos e técnicas de usinagem que proporcionem maior eficiência e precisão.

Neste contexto, este artigo científico tem como objetivo investigar de forma abrangente o processo de desgaste de ferramentas de corte em tornos CNC. Serão abordados os principais mecanismos de desgaste envolvidos, os parâmetros de usinagem que influenciam o desgaste e as estratégias de monitoramento e controle do desgaste de ferramentas. (MECÂNICA, 2021).

Além disso, serão exploradas possíveis abordagens para prolongar a vida útil das ferramentas e aperfeiçoar os processos de usinagem, contribuindo assim para a melhoria da eficiência e qualidade na produção industrial.

INTERFACE TECNOLÓGICA

2 USINAGEM CNC

A usinagem CNC (Controle Numérico Computadorizado) é um processo de fabricação amplamente utilizado na indústria moderna. Suas principais características incluem automação controlada por computador, alta precisão e capacidade de produzir peças complexas com eficiência. A usinagem CNC oferece flexibilidade na programação de trajetórias de ferramentas, reduzindo a intervenção humana.

> A usinagem CNC de uma peça consiste no processo de transformar uma liga metálica em um produto com forma e função. Fazendo o uso de tecnologia, como Autocads e outros programas que fazem o esboço tridimensional e destinam os comandos para a máquina responsável, esse já é um procedimento possível e rápido. (FERRAMENTAL, 2021).

Dentro deste contexto, a escolha adequada de ferramentas de usinagem desempenha um papel fundamental na qualidade e eficiência do processo. Os principais tipos de ferramentas de usinagem conforme (VIANNA, 2021) e suas finalidades são:

Brocas: Utilizadas para perfurar orifícios em materiais diversos, as brocas podem apresentar diferentes geometrias de ponta, como brocas helicoidais para perfurações simples e brocas de centro para alinhar a perfuração.

Fresas: Projetadas para a remoção de material em superfícies planas ou contornos complexos, as fresas variam em design, incluindo fresas de topo, fresas de perfil e fresas de ranhura, adaptando-se a diferentes aplicações.

Insertos de Torneamento: Ferramentas específicas para tornear peças cilíndricas ou cônicas, com geometrias variáveis para cortes externos e internos, permitindo a obtenção de formas complexas.

Machos de Rosca: Utilizados para criar roscas internas em materiais como metal e plástico, os machos de rosca estão disponíveis em diferentes tamanhos e passos para atender a várias necessidades de roscagem.

A seleção apropriada de ferramentas de usinagem depende das características do material a ser usinado, da complexidade da peça e do resultado desejado. Compreender esses tipos de ferramentas e suas finalidades é essencial para aperfeiçoar o processo de usinagem, aumentando a eficiência e a qualidade da produção.

INTERFACE TECNOLÓGICA

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa qualitativa concentra-se na dimensão da realidade que não pode ser mensurada quantitativamente. Em outras palavras, ela explora o mundo dos significados, motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes (MINAYO, 2014).

A pesquisa qualitativa por meio de revisão bibliográfica desempenha um papel de suma importância no contexto científico, permitindo uma compreensão aprofundada de fenômenos complexos. Neste artigo, será abordado especificamente o uso desse método na análise do desgaste de ferramentas de corte em tornos CNC.

O desgaste de ferramentas de corte em tornos CNC é um fenômeno complexo que desafia os engenheiros e cientistas em suas tentativas de compreensão e mitigação. Para alcançar uma compreensão completa desse fenômeno, a pesquisa qualitativa por meio de revisão bibliográfica se mostra um recurso inestimável. Ela não apenas proporciona um panorama abrangente das descobertas já realizadas, mas também permite uma análise crítica dos estudos anteriores.

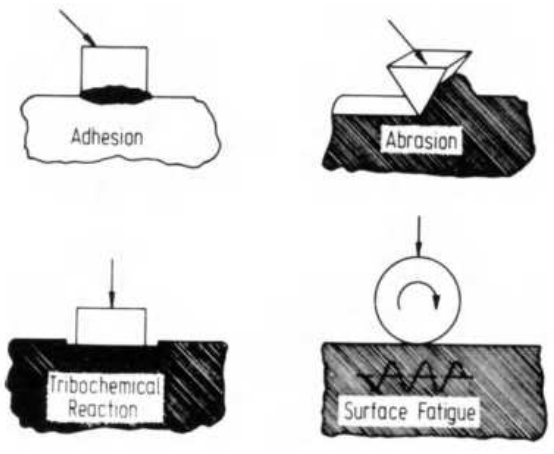
Este estudo propõe uma abordagem qualitativa de revisão bibliográfica para investigar o desgaste de ferramentas de corte em tornos CNC. Através dessa abordagem, busca-se fornecer uma base sólida para a metodologia de um futuro artigo científica sobre o tema. A revisão buscará identificar as principais variáveis e fatores que influenciam o desgaste das ferramentas, bem como as metodologias mais eficazes para sua análise e prevenção.

3.1 Fundamentação Teórica E Metodológica

Para Business (2018) a síntese das informações relevantes da literatura que podem contribuir para a fundamentação teórica e metodológica de futuras pesquisas sobre o desgaste de ferramenta de corte em tornos CNC, auxiliando na produção de conhecimento de alta qualidade nesta área crítica da usinagem de precisão:

Mecanismos de Desgaste: O desgaste de ferramenta de corte em tornos CNC é influenciado por vários mecanismos, incluindo abrasão, adesão, cavitação, difusão e fadiga, compreender esses mecanismos é fundamental para identificar as causas do desgaste.

Figura 1: Mecanismos de Desgaste



Fonte: https://kalenborn.com.br/wp-content/uploads/2017/11/1.png

Tipos de Ferramentas de Corte: Diferente tipo de ferramentas de corte, como brocas, fresa e insertos de torneamento, são usados em tornos CNC, cada um com suas próprias características de design e materiais específicos. A escolha da ferramenta adequada desempenha um papel crítico na minimização do desgaste.

Parâmetros de Usinagem: Os parâmetros de usinagem, como velocidade de corte, avanço, profundidade de corte e lubrificação, influenciam significativamente o desgaste da ferramenta. O ajuste correto desses parâmetros é essencial.

Estratégias de Mitigação: Diversas estratégias de mitigação do desgaste de ferramenta são estudadas na literatura, incluindo o uso de revestimentos de ferramentas, técnicas de resfriamento e lubrificação avançada, além do controle preciso dos parâmetros de usinagem.

Monitoramento em Tempo Real: O monitoramento em tempo real do desgaste da ferramenta por meio de sensores e sistemas de controle é uma área em crescimento. Isso permite ajustes imediatos para otimizar o desempenho do processo de usinagem.

Modelagem e Simulação: Modelos matemáticos e simulações computacionais são frequentemente usados para prever e entender o desgaste da ferramenta. Isso possibilita a análise de cenários e melhoria de processos.

Caso de Estudo Industrial: Casos de estudo industriais fornecem *insights* práticos sobre o desgaste de ferramenta em cenários reais de produção. Esses estudos são valiosos para validar abordagens teóricas e metodologias experimentais.

Metodologias de Experimentação: A literatura apresenta uma variedade de metodologias experimentais para avaliar o desgaste de ferramenta, incluindo testes de desgaste, microscopia e

análises metalúrgicas. A escolha da metodologia depende das características do estudo.

Sustentabilidade e Economia: A pesquisa também aborda a relação entre o desgaste de ferramenta, eficiência energética, sustentabilidade e custos de produção. Compreender esses aspectos é crucial em um contexto industrial moderno.

Essas informações da literatura fornecem uma base sólida para a construção de um quadro teórico e metodológico em futuras pesquisas sobre o desgaste de ferramenta de corte em tornos CNC. A combinação de conhecimentos teóricos e práticos, juntamente com a aplicação de métodos avançados de análise e experimentação, contribuirá para avanços significativos nesta área crítica da usinagem de precisão. (URBANSKI et al. 2000).

4 RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados abrangentes da investigação sobre o processo de desgaste de ferramentas de corte em tornos CNC. A pesquisa foi conduzida com o objetivo de compreender os fatores que afetam o desgaste das ferramentas, identificarem os diferentes tipos de desgaste e explorar estratégias para mitigá-lo. Os resultados fornecerão uma visão detalhada das descobertas e contribuições deste estudo.

4.1 Principais Variáveis e Fatores que Influenciam o Desgaste das Ferramentas:

A escolha do material da peça, a velocidade de corte, a taxa de avanço, a geometria da ferramenta e as condições de lubrificação e refrigeração desempenham papéis cruciais na determinação do desgaste.

Tabela 1: Fatores de desgaste ferramenta:

Fator	Impacto no Desgaste da Ferramenta	Análise
Material da Peça Usinada	Materiais mais duros tendem a causar um desgaste maior nas ferramentas.	A escolha do material influencia o desgaste; materiais mais duros são mais abrasivos e desafiam as ferramentas.
Velocidade de Corte	Velocidades muito altas ou baixas podem resultar em diferentes tipos de desgaste.	A velocidade de corte afeta diretamente o calor gerado e a força exercida sobre a ferramenta, impactando seu desgaste.
Alimentação da Ferramenta	Valores inadequados podem aumentar o desgaste.	A taxa de avanço inadequada pode causar atrito excessivo e resultar em desgaste prematuro da ferramenta.
Geometria da Ferramenta	A geometria, como ângulo de cunha e raio de ponta, influencia o desgaste.	Uma geometria inadequada pode aumentar o contato e a carga na ferramenta, aumentando o desgaste.

Condições de Lubrificação e Refrigeração	A presença de um sistema adequado pode reduzir o desgaste.	A lubrificação e refrigeração adequadas reduzem o calor e o atrito, prolongando a vida útil da ferramenta.

Fonte: Adaptado de Mecânica (2021).

Em resumo, esses fatores interagem de maneira complexa para afetar o desgaste da ferramenta de corte em tornos CNC, devem ser cuidadosamente considerados e controlados durante o processo de usinagem.

4.2 Metodologias Efetivas para Análise e Prevenção do Desgaste da Ferramenta

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV): A MEV é amplamente utilizada para analisar o desgaste das ferramentas em nível microscópico, permitindo a observação das características do desgaste.

Análise de Imagem Digital: A análise de imagens da ferramenta antes e após o processo de usinagem pode fornecer informações valiosas sobre o desgaste.

Sensoriamento em Tempo Real: Sensores de força, temperatura e vibração podem ser usados para monitorar o desempenho da ferramenta em tempo real, identificando sinais de desgaste precoce.

Desenvolvimento de Revestimentos e Materiais de Ferramenta Avançados: Pesquisas estão em andamento para desenvolver revestimentos e materiais de ferramenta avançados que ofereçam maior resistência ao desgaste.

Simulação e Modelagem: A simulação computacional e a modelagem numérica permitem prever o desgaste da ferramenta sob diferentes condições de usinagem.

5 CONCLUSÃO

Este artigo enfatiza a necessidade premente de estudos abrangentes e contínuos sobre o desgaste de ferramentas na indústria de usinagem. O desgaste de ferramenta representa um desafio significativo na busca por maior eficiência, qualidade e sustentabilidade nos processos de fabricação, especialmente em contextos de usinagem de alta precisão, como tornos CNC.

Ao longo deste trabalho, são explorados os complexos mecanismos que governam o desgaste de ferramenta, os diversos tipos de ferramentas e as estratégias de mitigação disponíveis. Fica evidente que compreender e controlar o desgaste da ferramenta são essenciais para melhoria processos de usinagem, reduzir custos operacionais e manter a competitividade na indústria.

Além disso, destacam-se as implicações do desgaste de ferramenta que vão além do aspecto

técnico. Elas têm ramificações econômicas, ambientais e de segurança no local de trabalho. A busca por soluções inovadoras, como revestimentos de ferramentas avançados, técnicas de resfriamento eficientes e estratégias de usinagem precisas, é fundamental para enfrentar esses desafios.

Como esta pesquisa demonstra a investigação contínua e a colaboração entre acadêmicos, profissionais da indústria e fabricantes de ferramentas são vitais para a evolução do conhecimento nessa área crítica da usinagem de precisão. Ao abordar o desgaste de ferramenta, não apenas se melhora a eficiência dos processos, mas também se contribui para uma indústria mais sustentável e competitiva.

Portanto, conclui-se que os estudos sobre o desgaste de ferramenta devem continuar a ser priorizados, com foco na pesquisa interdisciplinar, no desenvolvimento de novas tecnologias e na aplicação prática de soluções. Somente assim poderão ser enfrentados os desafios futuros da usinagem de forma eficaz e inovadora.

REFERÊNCIAS

BUSINESS, School. **Gestão Empresarial: o que é como funciona e como aplicar**. 2018. Disponível em: < https://fia.com.br/blog/gestao-empresarial/#:~:text=Gest%C3%A3o%20empresarial%20%C3%A9%20uma%20estrat%C3%A9gia%20de%20condu%C3%A7%C3%A3o%20de%20neg%C3%B3cios%20a,essencial%20para%20a%20sua%20manuten%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 12 Ago. 2023.

CCV, Industrial. **Usinagem: o que é e qual a sua importância.** 2022. Disponível em: < https://ccvindustrial.com.br/usinagem-o-que-e-e-qual-a-sua-importancia/>. Acesso em: 12 Ago. 2023.

CESAR,Paulo. **O que é usinagem: entenda agora.** 2022. Disponível em: <https://alusolda.com.br/o-que-e-usinagem/>. Acesso em: 12 Ago. 2023.

COPPER, Metal. **O que é usinagem CNC e quais ligas metálicas são usadas no processo.** 2021. Disponível em: < https://www.coppermetal.com.br/blog/usinagem-cnc/>. Acesso em: 12 Ago. 2023.

FERRAMENTAL, Blog. **Usinagem: o que é e qual a importância desse processo**. 2021. Disponível em: < https://www.revistaferramental.com.br/artigo/usinagem-o-que-e-qual-a-importancia-desse-processo/#:~:text=Em%20suma%2C%20a%20usinagem%20consiste,a%20moldagem%20e%20a%20fundi%C3%A7%C3%A3o./>. Acesso em: 12 Ago. 2023.

MECÂNICA, Blog. **O que é usinagem CNC**. 2021. Disponível em: < https://www.mecanicaindustrial.com.br/689-o-que-e-usinagem-cnc/>. Acesso em: 12 Ago. 2023.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed., Petrópolis: Vozes, 2001.

MODELAÇO, Blog. **Usinagem: o que é, quais as vantagens e os principais processos**. 2021. Disponível em: < https://modelaco.com.br/usinagem-o-que-e-quais-as-vantagens-e-os-principais-processos/>. Acesso em: 12 Ago. 2023.

URBANSKI, J.P., KOSHY, P., DEWES, R.C., and ASPINWALL, D.K., **Usinagem de alta velocidade de moldes e matrizes para fabricação de forma líquida. Materiais e Design**, Birmingham, v. 21, p. 395-402, 2000.

VIANNA, FILIPI. **Usinagem O que é Usinagem CNC**. 2021. Disponível em: < https://www.indusmart.com.br/blog/usinagem-cnc/>. Acesso em: 12 Ago. 2023.