

apêndice – b

Chamada Pública de PD&I 01.2022

ETEC 2

PROJETOS DE DEMONSTRADO DE MOLDES PARA TANQUES ROTOMOLDADOS

Apoio

CONFIES

Coord. Técnica Linha IV

ipt
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLOGICAS

Coordenadora Linhas IV, V e VI

fundep fundação de
apoio da UFMG

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
E INOVAÇÕES

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA

1. PROJETOS DE DEMONSTRADOR DE MOLDES PARA TANQUES ROTOMOLDADOS

1.1. Texto de apoio – Introdução ao processo

A rotomoldagem, também conhecida como fundição rotacional ou moldagem rotacional, é um processo de transformação de materiais poliméricos utilizado para a produção de peças ocas ou abertas, geralmente de grandes dimensões.

O processo por rotomoldagem se inicia na introdução de uma quantidade de resina em pó em um molde oco. Esse molde é colocado em rotação e a resina que está lá dentro é aquecida. A resina aquecida derrete e adquire a forma externa igual à cavidade do molde. Esses moldes ocios podem ser de alumínio, cobre, aço, níquel, gesso ou resina.

Com o processo de rotomoldagem, podem-se obter peças de material termoplástico como polietileno (PE), polipropileno (PP), náilon e policloreto de vinila (PVC).

A rotomoldagem é um processo desenvolvido para produção de peças plásticas geralmente ocas, nas quais não é possível a existência de aberturas ou linhas de emenda, como esferas, por exemplo. De forma geral, mas não única, é utilizada para peças com baixo volume ou paredes espessas, em substituição ao sopro e injeção, onde o volume e custo produtivo são altos. O baixo volume da produção de rotomoldados, como por exemplo, tanques para fertilizantes e combustíveis de máquinas agrícolas, inviabiliza o uso de processo de sopro ou injeção.

Todavia, trata-se de um processo sem grandes evoluções ao longo do tempo, com pouco desenvolvimento técnico e gerencial. A grande e principal modificação, até o momento, foi a confecção de moldes com estrutura modular e formas fundidas, eliminando a necessidade de grandes tempos de usinagem.

Existem conceitos de melhoria de processo pouco praticados internacionalmente, como o aquecimento do molde por indução interna e o concomitante à utilização de fornos. Tais processos ainda são pouco conhecidos pela maioria das empresas no Brasil.

Esta e outras tecnologias para aumento de desempenho e qualidade e redução de custo e tempo de produção dos moldes, devem ser prospectadas no projeto, como forma de agregar maior valor à construção de ferramentais no Brasil.

1.2. Problema a ser resolvido

Esta Encomenda Tecnológica visa à consolidação, harmonização e difusão dos atuais conhecimentos, competências e boas práticas já existentes em toda cadeia, conforme praticados internacionalmente, buscando nacionalização de tecnologias de

produção de moldes para rotomoldagem e difusão de conhecimentos para a cadeia de ferramental. Espera-se criar um aumento de competitividade tanto das ferramentarias brasileiras, pelo atendimento ao mercado de produção de rotomoldados, quanto do mercado de produção de componentes para máquinas agrícolas, gerando redução de custos, redução de tempos produtivos e de setup, manutenção de qualidade etc.

Ao final do projeto, as novas soluções desenvolvidas deverão ser difundidas, juntamente com as informações pré-existentes coletadas em prospecção de mercado, para auxílio ao setor ferramenteiro para atendimento ao agronegócio como um todo.

1.3. Objetivos específicos

1. Importar as tecnologias para produção de moldes para rotomoldagem, adaptando-as ao parque fabril brasileiro e às suas demandas por produção de peças rotomoldadas para o setor de máquinas agrícolas.
2. Propor soluções para tornar economicamente viável a fabricação no Brasil de moldes para rotomoldagem eficientes e baratos, nos processos atuais.
3. Agregar conhecimento técnico aos fabricantes de moldes para rotomoldagem, tornando-os parceiros habilitados ao desenvolvimento de componentes para o setor de máquinas agrícolas.
4. Balancear os custos de produção dos moldes para rotomoldagem e os custos de produção em baixo volume, de modo que o processo se torne viável financeiramente com infraestrutura nacional.
5. Reduzir o tempo total de produção de um molde para fabricação de peças rotomoldadas.
6. Apontar, eliminar ou reduzir os desperdícios de tempo e material na produção de moldes para rotomoldagem.
7. Difundir tipos de novas tecnologias estão em uso com sucesso em empresas fora do Brasil.
8. Agregar tecnologias de outros processos produtivos à rotomoldagem.

1.4. Detalhamento das frentes de trabalho

Deseja-se tornar viável a produção nacional de peças com altos custos atuais devido ao custo e tempo de produção de ferramental, atendendo ao setor de máquinas agrícolas nacional, reduzindo necessidades de importações.

Espera-se otimizar a produção de um molde para fabricação de componente rotomoldado, especificamente um tanque para fertilizantes ou combustíveis de

capacidade 250 litros, viabilizando a redução de custos e garantindo a competitividade nacional.

A fim de se mostrar competitivo para os usuários, deve-se prever um ferramental que torne as etapas de processo dos produtos mais rápidas e baratas, garantindo o menor tempo ocioso possível durante as trocas de produto.

Para atendimento às demandas nacionais, o setor ferramenteiro precisará observar atentamente as necessidades em reduzir as importações, e apontar quais itens estão passíveis de serem produzidos com potencial de exportações.

A fim de facilitar o planejamento, execução e gestão do projeto, esta demanda foi dividida em cinco frentes de trabalho. Cada frente de trabalho poderá ser responsabilidade de uma ou mais ICTs, sendo que a ICT proponente exercerá obrigatoriamente o papel de Coordenadora do projeto.

1.4.1. Frente 1. Planejamento

A atividade de planejamento deve ter como **meta** elaborar uma prospecção tecnológica de manufaturas existentes nacionalmente, a busca por tecnologias internacionais e propondo inovações disruptivas, trazendo novos conceitos e condições para fabricação dos moldes de rotomoldagem e propor novos processos em relação aos atualmente utilizadas no Brasil e no mundo, quanto a:

- Seleção de materiais utilizados em moldes adequados a cada produto e volume de produção e conceitos de aquecimento.
- Tempo de produção, usinagem de cavidades, metodologias de fabricação dos moldes.
- Estimativa de custos com usinagem, projetos, sistemas de extração etc.
- Listar e coletar orçamentos de terceiros fornecedores de serviços (projeto, usinagem, fundição, micronização/atomização e conformação).
- Análise logística, gerenciamento de processo produtivo e fluxo de valor.
- Ensaio laboratoriais e liberações (Metrologia, químico etc).
- Plano de comunicação do conhecimento.

1.4.2. Frente 2. Projeto

A etapa de projeto visa principalmente tornar competitiva a atual indústria nacional de rotomoldagem, trazendo melhorias metodológicas e gerenciais, propor estratégias para redução de custos nas etapas de produção de moldes nos processos atuais, além de incorporar soluções às práticas de fabricação de moldes brasileiros, de modo que as ferramentarias nacionais possam atender ao mercado interno e externo com qualidade, prazo e custo competitivos internacionalmente.

- Deverão ser entregues ao final desta etapa:
- Projetos de novos conceitos tecnológicos, contendo desenhos 2D e 3D dos componentes, dos moldes e todo o conceito desenvolvido.
 - Otimização do produto para o novo processo.
 - Estudo de interface entre o novo processo e o processo tradicional.
 - Estudo de limitações e potenciais do processo.
 - Relatórios de simulação.
 - Análise da precisão da simulação no novo processo.
 - Parâmetros de processo utilizados como dados de entrada em simulações e cálculos.
 - Possibilidades de sensoriamento do ferramental para controle preciso do processo.

1.4.3. Frente 3. Matéria prima

Atualmente existem três conceitos básicos na construção do molde: usinados a partir de um bloco maciço, em alumínio, ou fundido em areia sobre uma estrutura metálica, ou moldes de chapa de aço (caldeiraria). Estes processos ainda limitam os custos operacionais, devido a:

- Usinagem de bloco maciço: Maior custo e menor tempo de execução.
- Fundição: Maior tempo de construção com menor custo.
- Caldeiraria: Tempo e etapas longas envolvendo diversos setores.

A **meta** desta etapa é, baseando-se em conhecimentos científicos, técnicos, análises de custo, tempo de entrega e disponibilidade de recursos levantados durante o projeto entre as empresas parceiras e seus fornecedores, selecionar a matéria-prima para construção do molde, especificando-a quanto ao material e forma de elaboração.

Deverão ser entregues:

- Estudos sobre viabilidade econômica;
- Análise da integração do processo em ambiente produtivo;
- Análise de interface com outros processos de fabricação;
- Matriz de seleção de processo por complexidade e volume;
- Material aplicado para replicação do processo pelas indústrias brasileiras;
- Conjunto de blocos prontos para etapa de usinagem dos moldes.

1.4.4. Frente 4. Construção

Após o recebimento do material, inicia-se o processo de usinagem da ferramenta. A fabricação deverá ainda integrar os achados da fase de planejamento referentes a materiais e processos na fabricação da ferramenta fundida, usinagem e montagem.

Deseja-se responder às seguintes perguntas:

- Como otimizar a programação de usinagem?
- Como otimizar caminho de ferramentas e tempo de usinagem?
- Quais os processos essenciais para garantir a fabricação precisa do ferramental?
- Como otimizar os processos de montagem e acabamento do ferramental?

Esta fase tem como **objetivos**:

1. Programação da usinagem de molde para rotomoldagem de maneira otimizada.
2. Usinagem de molde para rotomoldagem para produção de tanques para fertilizante ou combustível com capacidade para 250 litros, levando em consideração otimização de caminho de ferramentas, adoção de novas ferramentas de cortes e tecnologias.
3. Estudo do processo de montagem para otimização de tempo e layout.

O escopo deverá abordar em detalhes as etapas de programação CAM, usinagem, tratamentos térmicos e montagem, conforme diretrizes mostradas a seguir:

Programação CAM

A programação de usinagem é uma etapa crucial para obtenção de um ferramental de maneira otimizada. Baseada em uma fonte única de projeto deve-se gerar as estratégias mais adequadas visando desempenho e acabamento da ferramenta.

A programação deve ser integrada ao projeto para que possa ser iniciada de maneira concorrente com ao projeto do ferramental.

Deve-se levar em conta ainda a introdução de novas tecnologias, procedimentos, ferramentas e exploração de capacidade de máquinas CNC na busca pelo estado da técnica.

Deverão ser entregues os seguintes resultados:

- a. Roteiro de Usinagem;
- b. Conjunto ideal de ferramentas;
- c. Simulação de usinagem para verificação de colisões;
- d. Código NC otimizado de acordo com controlador da máquina CNC.

Como resultado da etapa de programação da usinagem além dos entregáveis necessários para sua realização espera-se definir uma metodologia replicável e otimizada que re-use tais conhecimentos e compartilhe melhores práticas.

Usinagem

A usinagem do ferramental e todos os seus componentes deve ser executada seguindo os padrões definidos pelo planejamento de processos e da etapa de programação CAM.

Novas estratégias de fixação, movimentação e manipulação de componentes devem ser estudadas buscando sempre a otimização do processo integrando novas tecnologias e procedimentos.

Deverão ser entregues os seguintes resultados:

- a. Análise do resultado de usinagem;
- b. Plano de inspeção possível de ser realizado ainda na máquina;
- c. Melhorias para processos de usinagens futuras;
- d. Componentes do ferramental prontos para montagem.

Na busca pela otimização dos processos além dos entregáveis necessários, espera-se a definição de soluções que integrem usinagem e inspeção para garantir a qualidade e reduzir etapas futuras de metrologia.

Tratamentos térmicos

O tratamento térmico tem como objetivo otimizar as propriedades físicas e mecânicas dos materiais, a fim de prolongar sua vida, melhorar o desempenho e uniformizar a microestrutura dos componentes. A **meta** desta etapa é especificar, para os moldes e seus componentes, se necessário tratamento térmico, os seguintes parâmetros:

- a. Temperaturas de:
 - i. Pré-aquecimento;
 - ii. Aquecimento;
 - iii. Retenção;
 - iv. Resfriamento;
 - v. Número de etapas.
- b. Meio de aquecimento (indução, em gás inerte, a vácuo, banho de sal etc.)
- c. Meio de resfriamento (ar, água, óleo ou banho de sal)

Alguns componentes podem demandar tratamentos superficiais, tais como cementação, nitretação, têmpera superficial, revestimento PVD, pintura etc. Todas as especificações desses tratamentos superficiais, quando necessárias, deverão ser descritas de modo que possam ser reproduzidas por outros grupos e empresas.

Montagem e Tryout

Após detalhamento das etapas de planejamento, projeto e construção, a montagem do ferramental de grandes dimensões chega a corresponder a 30% do tempo de fabricação. Portanto deve-se estudar novos processos para manipulação e movimentação de componentes assim como propor estratégias e layouts que possam dinamizar e reduzir o tempo dessa tarefa.

A **meta** desta etapa é propor novos modelos de montagem que permitam a redução do tempo de trabalho, aumentando a eficiência, assim como definir estratégias para redução das interações de tryout. Após finalizados os ajustes do molde demonstrador para pneu, espera-se que seja realizada a repetição, em cadência normal de produção industrial, das etapas de produção de um conjunto de tanques para fertilizante ou combustível com capacidade para 250 litros, conforme especificação de forma, material e propriedades finais do parceiro industrial produtor de tanques.

Deverão ser contabilizados os custos e tempos envolvidos nas etapas, identificando os gargalos tecnológicos, metodológicos e organizacionais dos processos. As peças do lote protótipo, deverão ser entregues com certificado de qualidade, atestando sanidade das peças, dimensional, geometria, visual e demais exigências para utilização dos tanques reproduzidos.

Deverão ser entregues os seguintes resultados:

- a. Metodologia para manipulação e movimentação de componentes;
- b. Proposição de layout;
- c. Estratégias de tryout;
- d. Ferramenta montada e validada;
- e. Lote de peças piloto com certificado de qualidade.

No intuito de otimizar os processos além dos entregáveis necessários, espera-se a definição de soluções que tragam os requisitos dessa etapa para as fases iniciais de planejamento e projeto para a criação de uma metodologia replicável.

1.4.5. Frente 5. Testes e ensaios

Os requisitos de metrologia, com recursos como tridimensional, espessímetro entre outros, devem ser considerados básicos para o atendimento de peças automotivas.

Requisitos laboratoriais como, plastômetro, determinador de umidade, DSC etc. devem ser considerados básicos para a qualidade de qualquer peça plástica, seja qual for o meio de processamento. Sendo assim, os usos de tais equipamentos deverão ser oferecidos como contrapartida econômica dos parceiros industriais do projeto.

Deseja-se responder às seguintes perguntas:

- Existem etapas que precisam ser adicionadas à certificação de qualidade do molde para prolongamento do tempo de vida?
- Quais os limites do processo de medição e testes antes da entrega aos fabricantes de peças?
- Quais os desenvolvimentos necessários?
- Quais os parâmetros que devem ser acompanhados para garantir a qualidade do produto?

No intuito de otimizar os processos de fabricação, além dessas questões espera-se a integração dos achados nessa etapa no planejamento e projeto de futuros moldes valendo-se do reaproveitamento de conhecimento. Os processos especificados deverão ser reproduzíveis por empresas já instaladas no Brasil e ferramentarias do ramo, seja com o uso de equipamento compartilhado ou com a instalação de equipamento próprio.