

*article info*

*Article history:*

*Received 1 November 2016*

*Accepted 3 January 2017*

*Available online 22 August 2017*

## PROCESSOS DE FABRICAÇÃO: ROLAMENTOS RÍGIDOS DE ESFERAS

ANA PAULA ALVES DOS SANTOS, FABIANA RAIMUNDA ROCHA BATISTA, JULIANA DE OLIVEIRA PINTO, LUCAS BENINI

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica

Ph. Rolfs s/n – 36570-900 – Viçosa – MG

anapalves23@gmail.com, fabianarocharb@gmail.com, p.oliveira.juliana@gmail.com, lucas.benini@ufv.br

### 1. INTRODUÇÃO

Rolamentos são dispositivos utilizados para transmitir movimentos rotacionais ou lineares, com o objetivo de reduzir o atrito entre as partes móveis. O tipo mais popular é o rolamento rígido de esferas que pode suportar cargas radiais e pequenas cargas axiais, possui capacidade de ajustagem angular limitada, pequeno torque de atrito e, portanto, é o mais adequado para aplicações com altas rotações e que requerem baixo ruído e vibração. A produção dos anéis do rolamento rígido de esferas, que é o enfoque deste estudo, envolve diversos processos de fabricação, incluindo processos de conformação, usinagem de desbaste e acabamento, além de tratamentos térmicos.

### 2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é mapear e descrever os principais processos de fabricação envolvidos na produção dos anéis dos rolamentos fixos de esferas, o tipo mais comum e utilizado de rolamento.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi uma pesquisa bibliográfica, em que se procurou em livros, artigos, vídeos em diversos idiomas, informações sobre o processo de fabricação dos anéis dos rolamentos fixos de esferas.

### 4. RESULTADOS

O processo de fabricação dos rolamentos rígidos de esfera consiste basicamente na fabricação dos anéis interno e externo, das esferas e da gaiola.

#### 4.1 Esferas

As esferas de aço provêm de barras de aço cortadas em um comprimento específico pela ferramenta de corte do desbastador. O forjamento confere a essas peças um formato redondo. Após o forjamento as peças apresentam um anel que é eliminado pelo processo de desbaste. Essas esferas ainda não possuem a dureza necessária e para isso passam por um tratamento térmico. Por fim, são polidas.

## 4.2 Gaiolas

As gaiolas são feitas com lâminas de aço e recebem a forma de anéis planos através do processo de estampagem. Depois, através de uma prensa recebem a forma ondulada para manter as esferas na posição e recebem os furos para os rebites. Em seguida realiza-se tratamento térmico.

## 4.3 Anéis interno e externo

Os anéis interno e externo são fabricados basicamente pelos mesmos processos, como mostrado na Fig. 1:

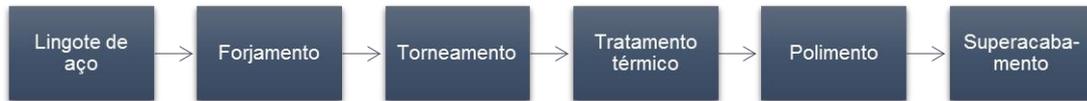


Figura 1 – Fabricação de anéis internos e externos.

### 4.3.1 Forjamento

O processo de forjamento é o primeiro processo pelo qual os anéis dos rolamentos são submetidos. Nessa etapa, os lingotes são levados para um forno de aquecimento e por meio de uma prensa (Fig. 2) os anéis são formados. Ambos os processos ocorrem no mesmo equipamento e simultaneamente. Em cada movimento da prensa, tem origem um anel interno e outro externo.

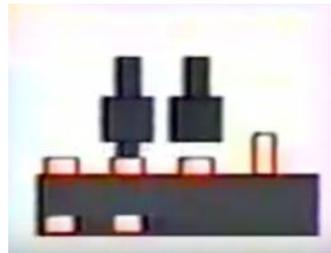


Figura 2 – Forno de aquecimento e prensa.

### 4.3.2 Torneamento

Concluído o processo de forjamento, os anéis seguem para a etapa de torneamento. O torneamento dos anéis é realizado por etapas diferentes. No primeiro momento é feito o torneamento da largura do anel interno. A outra parte lateral do anel interno é torneada em seguida. O próximo passo é processar a pista do rolamento, torneando o perfil da pista e largura. Simultaneamente usina-se o chanfro do anel. No torneamento do anel externo, primeiro se processa uma face lateral, a seguir torneia-se a outra face lateral do anel. Continuando, se processa a pista do rolamento e o chanfro do anel. Por último são estampadas a logomarca e a designação do produto, finalizando o processo de torneamento dos anéis interno e externo.

### 4.3.3 Tratamento térmico

O tratamento térmico é o processo chave de processamento para melhorar a qualidade interior do rolamento. Pode ser definido como o processo que altera a microestrutura do material, alterando suas propriedades físicas e mecânicas através de aquecimentos e resfriamentos controlados.

Como ainda não são suficientemente resistentes, os anéis são submetidos a um tratamento térmico por têmpera, ou seja, são aquecidos a temperaturas superiores a 800 °C no forno de tratamento térmico, e em seguida resfriados bruscamente em óleo. Entretanto, este processo aumenta a fragilidade do material. Desta forma, para diminuir essa fragilidade, após o processo de têmpera, executa-se então o revenimento, o qual proporciona uma combinação desejável de dureza, ductilidade, tenacidade e resistência. Neste caso, os anéis são novamente aquecidos, agora a 150 °C, e uma vez mais resfriados ao ar.

#### 4.3.4 Acabamento

Após a etapa de tratamento térmico, o próximo passo é o acabamento. Nesta fase são utilizados vários processos abrasivos com intuito de dar o acabamento fino e exatidão às dimensões da peça. Para cada parte do anel, de acordo com as características exigidas pela peça, é utilizado um tipo de processo de acabamento. Os principais empregados são a retificação, polimento e superacabamento. A primeira operação é o polimento das superfícies laterais dos anéis interno e externo. Ambas as faces são submetidas ao processo abrasivo ao mesmo tempo, resultando na largura final do anel. Em seguida, o diâmetro externo do anel externo é retificado, até sua dimensão final, em máquinas retificadoras sem centro (*center less*). O mesmo ocorre para a superfície interna do anel interno, porém em retificadoras cilíndricas universais, que utilizam rebolos em formato cilíndrico. A fim de proporcionar um acabamento mais fino, rebolos de fina granulometria são utilizadas no processo de polimento das pistas, sendo que a precisão obtida é de nanômetros. Por fim, com o intuito de proporcionar o acabamento perfeito das pistas, é utilizado o processo de superacabamento, que elimina defeitos na forma de riscos e estrias.

#### 4.4 Montagem

Após a fabricação de cada um dos componentes do rolamento, parte-se para a montagem. O processo consiste em se colocar os anéis interno e externo de forma concêntrica na linha de produção e preencher o espaço entre eles com as esferas. O tamanho das esferas a serem utilizadas é determinado medindo-se o diâmetro da ranhura do anel interno, e é feito automaticamente na linha de produção. Assim que essa informação é obtida são fornecidas as esferas com o tamanho apropriado. Em seguida um divisor de esferas organiza as esferas uniformemente entre os anéis e uma outra máquina adiciona metade da gaiola com os furos para rebites.

Cuidadosamente outra máquina adiciona a outra metade da gaiola que possui os rebites e termina a montagem da peça. Por fim, a peça vai para um banho de solvente e para uma série de testes de controle de qualidade.

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o estudo da produção de um rolamento, pode-se concluir a complexidade de se construir o projeto de fabricação de um produto. Para isso, deve-se estudar detalhadamente a peça e suas características e propriedades exigidas, a fim de selecionar o material mais adequado, que atenda a todas às exigências e especificações de uso, e ao mesmo tempo seja viável de ser processado. Além disso, tornou-se evidente a importância do estudo dos métodos de fabricação, ou seja, da seleção dos processos para a seleção do melhor processo para a fabricação do objeto. A maior dificuldade para a realização deste trabalho foi o limitado número de informações, estas ainda superficiais. Desta forma, foi preciso inferir algumas informações, o que em última análise, foi extremamente importante para a construção de uma visão crítica e realista do processo.

### REFERÊNCIAS

- GENEROSO, DANIEL JOÃO. **Elementos de Máquina: Módulo 3**. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, 2009.
- MANUTENÇÃO E SUPRIMENTOS, “*Tipos de rolamentos e como funcionam*”. Disponível em: <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/3524-tipos-de-rolamentose-como-funcionam/>>. Acesso em 10 out. 2016.
- MECHANICAL ENGINEERING. “*Desirable Properties of Bearing Materials*”. Disponível em: <<http://me-mechanicalengineering.com/desirable-properties-of-bearing-materials/>>. Acesso em 04 out. 2016.
- SKF, “*Catálogo geral. Publicação 6000 PB*”, Suécia, 2009.
- TSCHAETSCH, H. “*Handbuch Umformtechnik: Arbeitsverfahren, Maschinen, Werkzeuge*”. Hoppenstedt Technik Tabellen Verlang 1990.