

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

AVALIAÇÃO DE ATRITO E INFLUÊNCIA DO LUBRIFICANTE POR MEIO DE ENSAIO DO ANEL EM AÇO MÉDIO CARBONO¹

Evandro Bertoldi².

¹ Projeto de Pesquisa

² Mestrando em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Departamento de Metalurgia, Engenheiro Mecânico, evandro.bertoldi@ufrgs.br

Introdução

A técnica para se determinar o coeficiente de atrito por meio do ensaio do anel foi desenvolvida por Male e Cockroft (1964). O objetivo do desenvolvimento desta técnica é que os resultados obtidos não dependeriam das propriedades mecânicas do material, mas sim da deformação geométrica do anel e poderia ser aplicada em uma vasta gama de condições de temperatura, velocidade de deformação, condição de lubrificação e condições das matrizes.

De acordo com Silvestre (2013), o atrito é o mecanismo pelo qual se desenvolvem forças de resistência superficiais ao deslizamento de dois corpos em contato. Sua causa correlaciona-se com o contato entre pequenas regiões ao longo das superfícies deslizantes.

Silvestre (2013) descreve que nos processos de conformação estudados, a peça trabalhada é deformada por meio de uma ferramenta de contato. A pressão requerida para a deformação gera uma pressão normal para a superfície da ferramenta, e um movimento relativo da peça para a superfície da ferramenta gera uma tensão cisalhante na interface. Surge então, uma situação tribológica com atrito na interface peça-ferramenta, e com potencial para desgaste de ambos os materiais da peça e ferramenta. Fatores relacionados à tribologia nos processos de conformação mecânica são numerosos e suas interações são complexas

Hawkyard e Johnson (1967) desenvolveram a primeira abordagem analítica para o ensaio do anel, no qual foi feita uma comparação entre as curvas teóricas, obtidas por este método analítico e as curvas experimentais obtidas, por Male e Cockroft (1964). Assim, verificou-se que as formas das curvas teóricas, apresentaram uma boa concordância com as curvas experimentais, obtidas por Male e Cockroft (1964).

A técnica apresentada é basicamente experimental e seus resultados foram obtidos criando-se curvas chamadas de calibração, para cada material, aonde o coeficiente de atrito (μ) é relacionado com a variação do diâmetro interno e com a variação da altura do anel.

No ensaio de compressão do anel, a altura e o diâmetro externo e interno são conhecidos e utilizados para determinar o coeficiente de atrito.

Bueno et. al. (2009), apontam que o ensaio do anel apresenta uma característica quantitativa em relação ao atrito na interface matriz/peça. Durante a compressão, uma redução do diâmetro interno representa o aumento do atrito, ou seja, quanto maior for o atrito interfacial, menor será o diâmetro interno do corpo de prova ao final do ensaio.

Não considerar a força necessária para deformação é outra vantagem que o teste do anel apresenta quando utilizado para determinação do coeficiente de atrito. Para Oliveira et. al. (2003), o valor do

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

coeficiente de atrito é obtido através da redução percentual do raio interno em relação à redução percentual de altura.

Tem-se como principal objetivo a análise da influência do lubrificante no ensaio do anel de atrito do aço SAE 1045 realizando os ensaios com e sem lubrificante. Além disso, pretende-se verificar, através de gráficos, a influência do atrito no processo de conformação a partir da análise dos resultados do ensaio.

Metodologia

A partir do material aço SAE 1045 foram confeccionados corpos de prova em formato anelar conforme mostrado na Figura 1 e dimensões conforme Figura 2. Estabeleceu-se a relação diâmetro externo x diâmetro interno x altura em 6:3:2 a partir de oito corpos de prova.



Figura 1 - Corpo de prova utilizado.

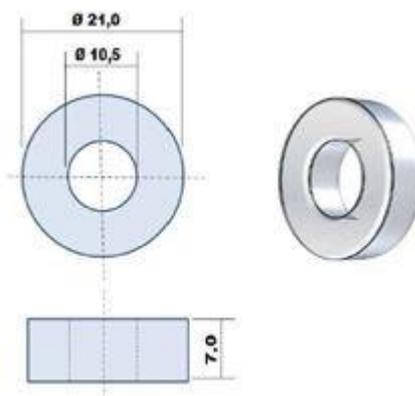


Figura 2 - Dimensões dos corpos de prova.

Antes de aplicar a carga sobre o corpo de prova, utilizou-se grafite como lubrificante também nas placas da máquina. Neste caso, realizaram-se somente quatro ensaios, os demais foram ensaiadas sem aplicação do lubrificante.

Para a realização do ensaio, utilizou-se o sistema de aquisição de dados Panantec Atmi, máquina universal de ensaios Wolpert com capacidade de 60 toneladas e paquímetro digital Mitutoyo.

Resultados e Discussões

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Os valores obtidos do ensaio do anel estão expostos na Tabela 1. A Figura 3 mostra uma representação do anel e suas dimensões para facilitar o entendimento dos valores. O Ensaio do anel consiste basicamente em aplicar uma força no material, deformando no sentido da carga aplicada.

CP	carga (T)	Dint. I (mm)	Dext. I (mm)	alt. I (mm)	Dint. F (mm)	Dext. F (mm)	alt. F (mm)	Lubríf.
1	30	12,5	23,8	8	12,3	24,22	7,45	Sem grafite
2	40	12,5	23,8	8,1	11,6	25,65	6,5	Sem grafite
3	50	12,5	23,8	8,1	10,75	26,85	5,65	Sem grafite
4	60	12,5	23,8	8	10	27,8	4,85	Sem grafite
5	30	12,5	23,8	8	12,8	25	7,25	Com grafite
6	40	12,5	23,8	8	13	26,6	6,15	Com grafite
7	50	12,5	23,8	8,1	13,25	28,2	5,4	Com grafite
8	60	12,5	23,8	8	12,8	29,2	4,7	Com grafite

Tabela 1 - Valores obtidos no ensaio do anel de atrito.

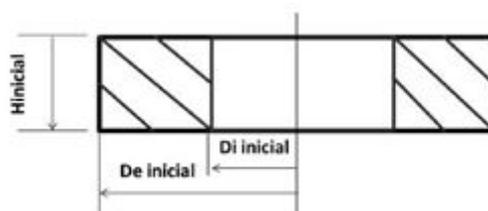


Figura 3 - Representação do anel utilizado no ensaio.

A partir dos resultados dos ensaios, apresenta-se de forma gráfica a relação da carga aplicada, altura e diâmetro interno.

Através da análise das Figuras 4 e 5, pode-se verificar que com o uso do grafite como lubrificante, o diâmetro interno aumenta, devido a conformação de material em toda a geometria do corpo de prova. Isso ocorre devido à minimização do atrito existente nas faces do corpo de prova.

Por outro lado, sem o uso de lubrificante, ocorre exatamente o inverso, pois o atrito não permite que o material das faces se conforme devidamente.

Observa-se também, que este fenômeno ocorre independentemente da intensidade da carga aplicada, porém quanto maior a carga, maior também será a diferença de valores.

Conforme análise dos gráficos representados nas Figuras 4 e 5, tem-se o gráfico mostrado na Figura 6, no qual representa a relação da carga aplicada e altura resultante. Verifica-se a interferência do atrito ocasionando a diferença na altura final do corpo de prova.

Através da relação da carga aplicada, diâmetro interno e altura, pode-se verificar nas Figuras 7 e 8 a diferença percentual entre os corpos de prova com lubrificação e sem lubrificação, no qual se constatou uma grande diferença nos valores.

Para a determinação do coeficiente de atrito no processo de ensaio, aplicaram-se os valores encontrados nos gráficos anteriores no gráfico mostrado na Figura 9.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

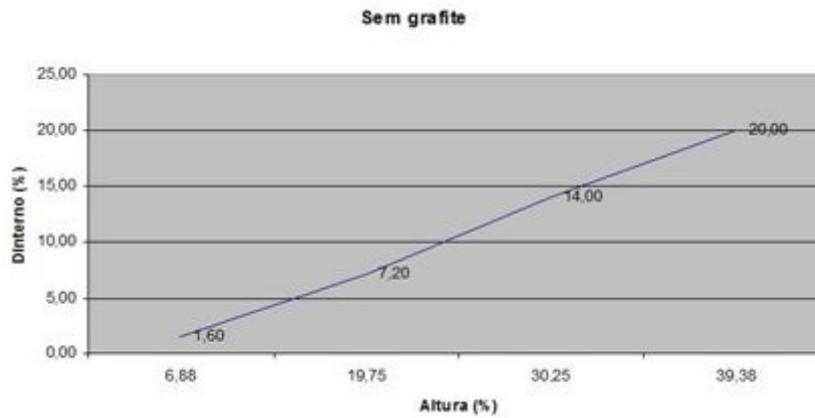


Figura 4 - Resultados do ensaio sem lubrificação.

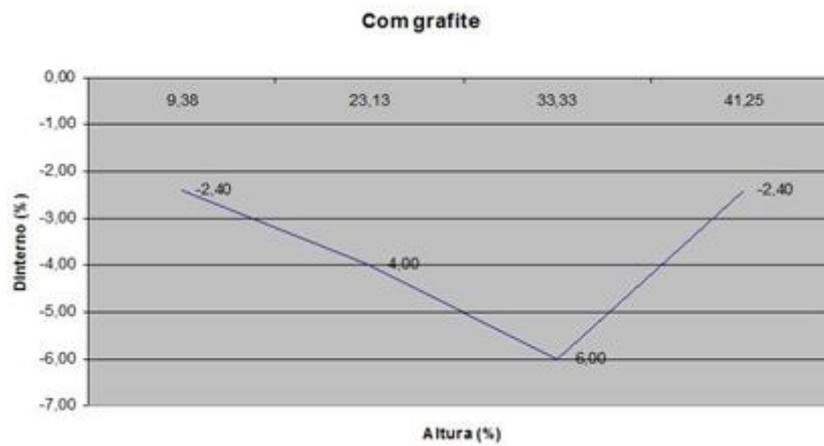


Figura 5 - Resultados do ensaio com lubrificação.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

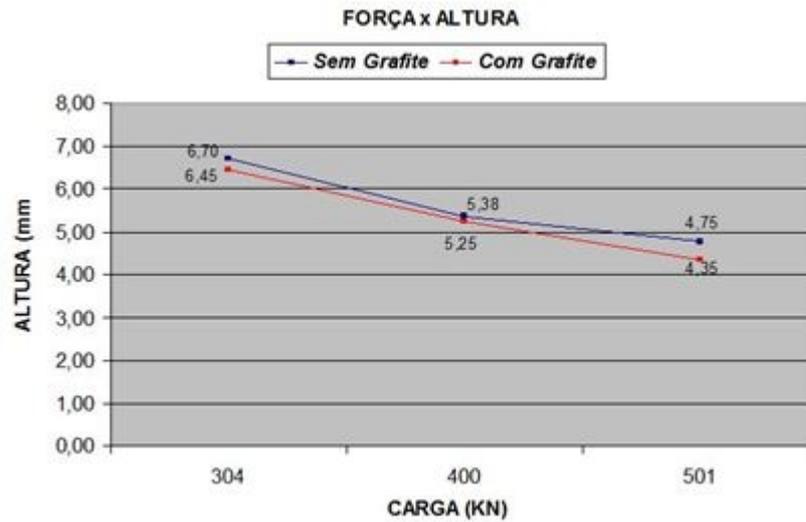


Figura 6 - Relação da carga aplicada e altura resultante.

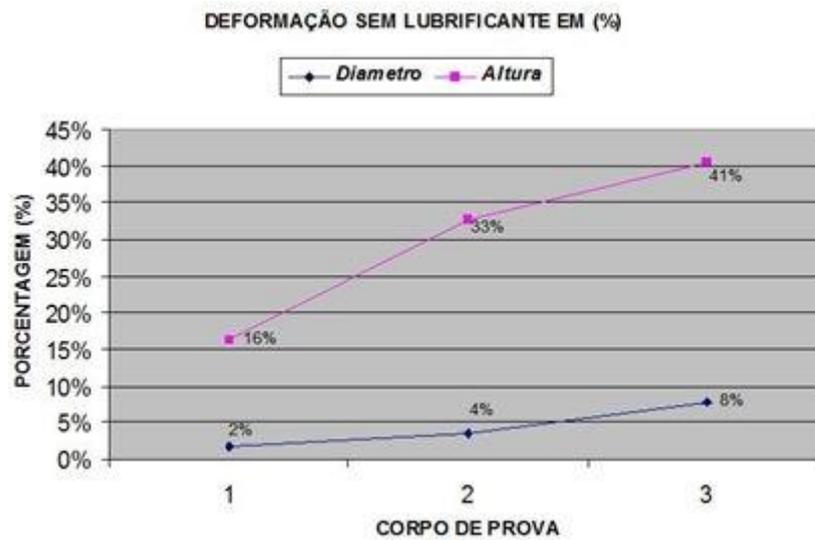


Figura 7 - Diferença percentual entre os corpos de prova sem lubrificação.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

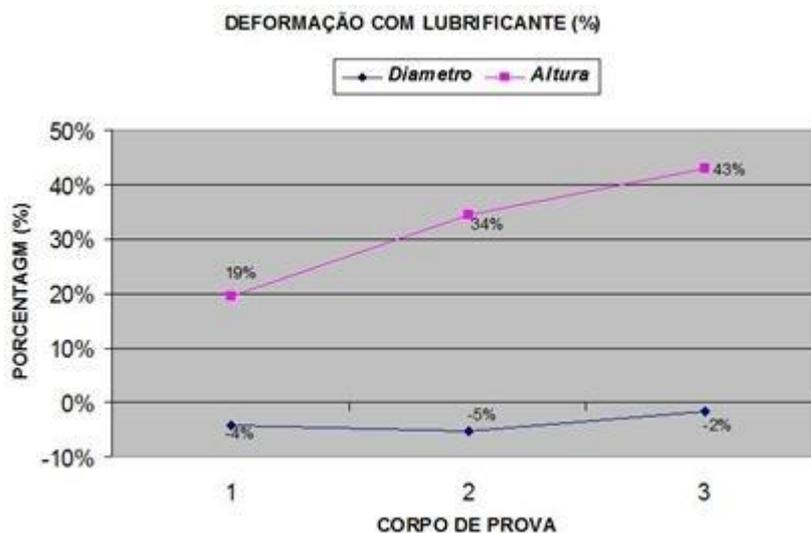


Figura 8 - Diferença percentual entre os corpos de prova com lubrificação.

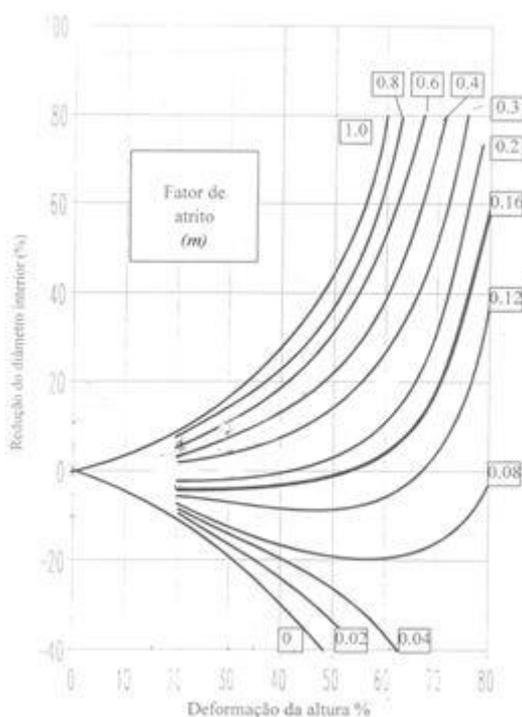


Figura 9 - Curvas teóricas de calibração para uma geometria 6:3:2 com os valores de atrito determinados.

Dessa forma obtêm-se os seguintes coeficientes de atrito: corpo de prova 1 (sem lubrificação) = 1,00; corpo de prova 2 (sem lubrificação) = 0,30; corpo de prova 3 (sem lubrificação) = 0,30; corpo

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

de prova 1 (com lubrificação) = 0,16; corpo de prova 2 (com lubrificação) = 0,12; corpo de prova 3 (com lubrificação) = 0,20.

Conclusões

É possível verificar que o atrito interfere diretamente na conformação do material, pois, quando se tem um coeficiente de atrito muito alto, verifica-se a necessidade de uma força maior para movimentar um determinado objeto. Este fenômeno não é desejado, pois na conformação de uma peça ocorre o princípio do estado estático passar a ser dinâmico.

Através dos ensaios com e sem lubrificante, conseguiu-se alcançar o objetivo de analisar a influência do lubrificante no ensaio do anel de atrito do aço SAE 1045. Dessa maneira, conseguiu-se obter, através dos gráficos relacionados ao ensaio, os coeficientes de atrito para cada corpo de prova ensaiado, e também, conseguiu-se verificar a influência que o atrito pode ter, por exemplo, no processo de conformação.

Verifica-se também, que peças conformadas com a presença de lubrificante, tem uma diminuição de estiramento precoce. Além de diminuir o atrito entre as partes envolvidas, o lubrificante melhora o acabamento da peça, além de escoar melhor o material, retardando assim a ruptura.

Palavras-chave: Ensaio de Compressão; Corpo de Prova; Coeficiente de Atrito.

Referências Bibliográficas

BUENO, A. F.; MARTINS, V.; RODRIGUES, W. C.; MORAES, A. S.; LIMA, D. R. S.; SCHAEFFER, L.. Avaliação do comportamento do coeficiente de atrito da liga Ti6Al4V pelo teste de compressão do anel com diferentes lubrificantes. In: XXIX Seminário Nacional de Forjamento - SENAFOR, 13 Conferencia Internacional de Forjamento, Anais LdTM/UFRGS, Porto Alegre, p. 305-312, Porto Alegre, 2009.

HAWKYARD, J. B.; JOHNSON, W.. An Analysis of the changes in geometry of a short hollow cylinder during axial compression. *Int.J.Mech.Sci.Pergamon Press* V. 9, p. 163-182, 1967.

MALE, A. T.; COCKROFT, M. G.. A Method for determination of the coefficient of friction of metals under conditions of bulk plastic deformation. *Journal of the Institute of Metals*, V. 93, p. 38-46, 1964.

OLIVEIRA, R. A.; KOLLER, L. A.; SCHAEFFER, L.. Evaluation of two commercially-available lubricants by means of ring test to AA 6061 F aluminum alloys. *Material Research*, 6:591-597, <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-14392003000400028>, 2003.

SILVESTRE, M. N.. Estudo da Deformação Heterogênea no Ensaio do Anel de Atrito, Guaratinguetá, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista-UNESP.