

RESUMO

CARNAVAL, Hamilton da Cunha. **Aplicação do ensaio mecânico de compressão em discos empilhados para produção de moedas de prata esterlina Ag925 e cuproníquel Cu75Ni25**. 2024. 90 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Materiais) – Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2024.

A produção de uma moeda é o resultado de diversos processos de conformação mecânica e o mais importante deles envolve o forjamento a frio em matriz fechada, onde um disco da matéria prima é prensado entre duas matrizes e um anel de retenção chamado de virola. Essa parte do processo produtivo tem em comum a aplicação de altas cargas compressivas com um baixo fluxo do metal. E o resultado é o preenchimento de múltiplas microcavidades da ferramenta com a matéria prima e a consequente formação dos relevos em todas as faces do disco. Apenas a topografia da peça é afetada na ordem de micrômetros, ao contrário do forjamento tradicional, e as tolerâncias dimensionais devem ser controladas com rigor. A pressão pode aumentar sem limites durante o processo até que a resistência da matriz ou a capacidade da prensa sejam excedidos, sendo necessária uma escolha adequada dos parâmetros de trabalho. O acesso à curva de escoamento do material é fundamental nesse sentido e o ensaio normatizado de compressão é uma das formas de obtê-la, ficando, entretanto, restrita a disponibilidade de chapas e placas da matéria prima com dimensões compatíveis às do corpo de prova, que é usualmente um cilíndrico sólido. Nesse estudo é abordada a aplicação do ensaio de compressão em discos empilhados como meio alternativo ao ensaio tradicional para a determinação da curva de escoamento para prata esterlina e cuproníquel. No caso da prata as curvas foram obtidas, inicialmente, pelo método tradicional para um cilindro sólido de 20 milímetros de altura e 40 milímetros de diâmetro e, então, comparadas com outras adquiridas pelo empilhamento de 9 discos do mesmo material. Ainda para a prata foram analisadas as curvas do metal encruado e recozido. No caso do cuproníquel as curvas foram obtidas para discos de 6,4 milímetros de altura e 13 milímetros de diâmetro e as correlações foram efetuadas variando-se a geometria das pilhas com 4 e 6 discos. O resultado experimental mostrou que as curvas de escoamento delineadas tanto com discos empilhados de prata esterlina recozida como de cuproníquel foram compatíveis com a literatura congênera, respeitando desvios da ordem de 10% e 5% respectivamente. A análise também indicou que a representação das curvas dos cilindros sólidos de prata não foi convergente com as pilhas de discos não recozidos do mesmo material, inviabilizando utilizá-las como referência. Em outro ensaio, as curvas foram capazes de ilustrar a diferença em termos do tratamento térmico entre amostras. Enfim, o presente estudo identificou uma série influências à modelagem das curvas, relacionadas a preparação do ferramental, à montagem das pilhas e à determinação dos parâmetros de deformação.

Palavras-chave: Curva de escoamento, ensaio de compressão, discos empilhados, moedas de prata e de cuproníquel.

ABSTRACT

CARNAVAL, Hamilton da Cunha. **Application of mechanical compression testing on stacked discs for the production of Ag925 sterling silver and Cu75Ni25 cupronickel coins.** 2024. 90f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Materiais) – Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2024.

The production of a coin is the result of several mechanical forming processes and the most important of them involves cold forging in a closed die, where a disc of raw material is pressed between two dies and a retention ring called a collar. This part of the production process has in common the application of high compressive loads with a low metal flow. And the result is the filling of multiple microcavities of the tool with the raw material and the consequent formation of reliefs on all faces of the disc. Only the topography of the part is affected on the order of micrometers, unlike traditional forging, and dimensional tolerances must be strictly controlled. Pressure can increase without limits during the process until the die resistance or press capacity is exceeded, requiring an appropriate choice of work parameters. Access to the flow curve of the material is fundamental in this sense and the standardized compression test is one of the ways to obtain it, however, the availability of sheets and plates of the raw material with dimensions compatible with those of the test specimen is restricted, which is usually a solid cylindrical. This study addresses the application of the compression test on stacked discs as an alternative to the traditional test for determining the flow curve for sterling silver and cupronickel. In the case of silver, the curves were initially obtained using the traditional method for a solid cylinder 20 millimeters high and 40 millimeters in diameter and then compared with others acquired by stacking 9 discs of the same material. Also for silver, the curves of the hardened and annealed metal were analyzed. In the case of cupronickel, the curves were obtained for discs measuring 6.4 millimeters in height and 13 millimeters in diameter and the correlations were carried out by varying the geometry of the stacks with 4 and 6 discs. The experimental result showed that the flow curves outlined with both stacked annealed sterling silver and cupronickel discs were compatible with similar literature, respecting deviations of the order of 10% and 5% respectively. The analysis also indicated that the representation of the curves of the solid silver cylinders did not converge with the stacks of unannealed discs of the same material, making it impossible to use them as a reference. In another test, the curves were able to illustrate the difference in terms of heat treatment between samples. Finally, the present study identified a series of influences on the modeling of the curves, related to the preparation of the tooling, the assembly of the stacks and the determination of the deformation parameters.

Keywords: Yield curve, compression test, stacked discs, silver and cupronickel coins.