ESTUDO DE EXPANSÃO DE FUROS EM AÇO AVANÇADO DE ALTA RESISTÊNCIA POR ESTAMPAGEM INCREMENTAL

Marcelo Ribeiro de Souza [1]

Leandro Antonio Thesing [2]

Resumo:

A estampagem em chapas, com a presença de furos, ocorre, em um grande número, a formação de trincas nas bordas devido à expansão durante o processo. Tal expansão não está ligada somente às características do metal. Deste modo, o objetivo deste trabalho é a avaliação da performance comportamental da conformabilidade por uma técnica inovadora de estampagem incremental na expansão de furo em chapas pré-furadas de aço AHSS martensítico. Pois, a estampagem incremental está sendo pesquisada e empregada aos mais diversos objetivos, devido, a mesma, possuir a característica de deformação localmente, e progressivamente, da chapa. A confecção de uma matriz de fixação, para comportar chapas de perfil quadrado e de disco, de ferramentas e de um percurso espiral cônica, para a estampagem incremental por ponto único de contato (SPIF), possibilitou-se efetuar os testes. Como estratégia, fez-se uso de lubrificante pastoso, do tipo graxa grafitada, e com uma ferramenta de perfil cilíndrico constante, obteve-se a expansão dos furos nas chapas. Assim, pode-se efetuar a comparação dos resultados com os dados obtidos por pesquisadores que empregaram o método convencional, regido pela ISO 16630. Obtendo uma razão da expansão de furos pelo método de SPIF, com os parâmetros usados no ensaio, 6,8% menor que o obtido pela técnica convencional. Logo, observa-se que, a técnica empregada, em chapa de aço AHSS martensítico, gerou antecipadamente trincas nas bordas em comparação à técnica convencional.

Palavras-chave: expansão de furo, estampagem incremental, aço AHSS martensítico

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

ESTUDO DE EXPANSÃO DE FUROS EM AÇO AVANÇADO DE ALTA RESISTÊNCIA POR ESTAMPAGEM INCREMENTAL

[1] Aluno de graduação. souzamarcelo@outlook.com. Autor principal

[2] Docente. leandrothesing@unipampa.edu.br. Orientador

ESTUDO DE EXPANSÃO DE FUROS EM AÇO AVANÇADO DE ALTA RESISTÊNCIA POR ESTAMPAGEM INCREMENTAL

1 INTRODUÇÃO

Devido às maiores exigências de projetos industriais, conceituados como avançados, como o setor automotivo, existe a necessidade que os materiais venham a colaborar para o cumprimento destes padrões, promovendo diminuição de peso e aumento de fatores de segurança, assegurando a integridade dos passageiros em caso de colisão.

Pensando nestas considerações foram desenvolvidos aços avançados de alta resistência (AHSS, do inglês: Advanced High-Strength Steels), apresentando perfil sofisticado e complexo, devido a sua microestrutura multifásica, que lhes garantem propriedades elevadas de resistência, ductilidade à fadiga e tenacidade alta, perante comparativo com os aços usuais, conforme AHSS Guidelines (2017).

Destaca-se, dentre os aços AHSS, o tipo martensítico (AHSS MS), denominado assim por conter uma microestrutura composta de uma matriz martensítica com a presença de pequenas quantidades de ferrita e/ou bainita, possuindo o mais limite de resistência a tração quando comparado com os aços AHSS.

Para definir a caracterização comportamental de material conformado, no caso de chapas pré-furadas, convencionalmente emprega-se o teste de expansão de furo utilizando punção. Que para muitos pesquisadores é utilizada para avaliar, dentre outros fatores, a capacidade de expansibilidade do furo, ou seja, a conformabilidade plástica do furo quando submetido a um processo de estampagem (GIPIELA, 2012).

O emprego da estampagem incremental com ponto único de contato (SPIF – do inglês: Single Point Incremental Forming) na expansão de furo em chapa se estrutura com o objetivo de realizar a expansão em testes e posteriormente na descriminação de resultados para a comparação com o método convencional de expansão de furo por intermédio de puncionamento.

2 METODOLOGIA

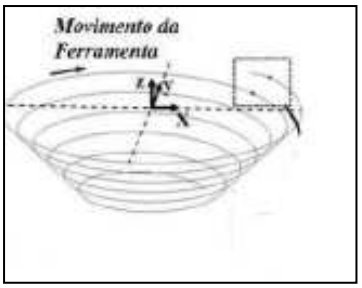
Desenvolve-se o método comparativo, descrito por Marconi e Lakatos (2011, p. 92), que consiste na estrutura de se destacar informações para serem comparadas com o propósito de se reconhecer as semelhanças e explicar as suas divergências. Deste modo, o mesmo é descrito por Medeiros (2012, p. 32), que o método comparativo visa elucidar semelhanças e dessemelhanças por intermédio de observações de dois fatos.

Como focalizador dos testes a serem realizados neste estudo, tem-se como guia a ISO 16630, pois a mesma reforça que a adesão desta resulta em uma dispersão dos resultados minimizados nos procedimentos em teste ISO 16630.

As variações aplicadas nos testes, em relação às orientações da ISO 16630, será à substituição da ferramenta atuante, que convencionalmente para este teste é feito uso de punção cônico que desenvolve apenas movimento no sentido normal a chapa, como descreve ISO 16630, para o processo de estampagem, por uma ferramenta com geometria esférica, pois, a partir da afirmação de Kuitert (2016 apud KIM E PARK, 2002), de que a geometria esférica representa um fator que desempenha a melhoria da conformidade no processo SPIF. Tal ferramenta irá realizar movimento tridimensional, unindo deslocamento normal a um tangencial.

O furo, presente no teste da ISO 16630, denominado como pré-furo, que será expandido tridimensionalmente, em direção a borda e em sentido da penetração, como ilustrado a Figura 1 que representa o percurso em espiral da ferramenta.

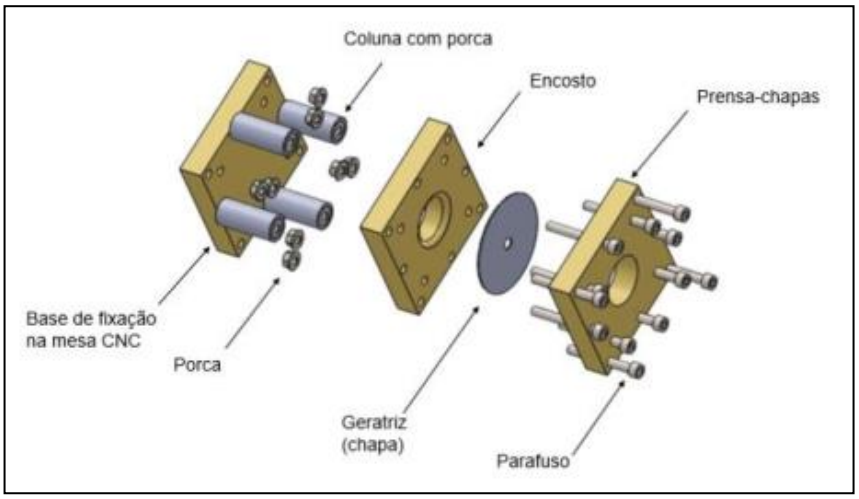
Figura 1 – Percurso em espiral da ferramenta para expansão de furo por SPIF.



Fonte: adaptado de Fritzen (2016 apud REDDYL; LINGAM; CAO, 2015).

Para o teste utiliza-se de uma matriz, composta de uma base de fixação, colunas de elevação, prensa-chapa, encosto, parafusos e porcas, como ilustra a Figura 2, destinada para a fixação da chapa, que tem medida de 90 x 90 mm, conforme descreve a ISO 16630.

Figura 2 - Vista explodida da matriz de fixação para expansão de furo em SPIF.

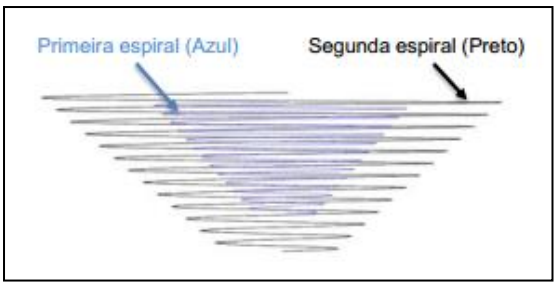


Fonte: do autor, 2018.

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os 3 testes, conforme requisita ISSO 16630, foram realizados em chapa de aço AHSS martensítico DOCOL 1200 com 1,2 mm de espessura. Na qual, a ferramenta realizou um percurso em espiral cônico, constituído por 7 espirais, em que, cada uma é composta por 60 espiras, como ilustra a Figura 3 para a primeira e segunda espiral, com aumento gradativo do diâmetro inicial e do valor total de penetração. Em equipamento CNC, fresadora Romi Cmg Fanuc 0i – NC D800, optou-se por um avanço de 600 mm/minutos, com rotação de 50 rpm, em temperatura ambiente, a 25°C, e com lubrificação pastosa de graxa grafitada.

Figura 3 - Percurso ilustrativo da sequência da primeira e da segunda espiral.



Fonte: do autor, 2018.

Obtendo-se, para cada ensaio, determinado valor de expansão, ilustrados na Tabela 1, juntamente com os respectivos valores de razão de expansão, que é definido pela subtração do diâmetro do pré-furo do diâmetro do furo após a ruptura, dividido pelo diâmetro do pré-furo e multiplicado por 100, para obter em porcentagem de expansão relativa.

Tabela 1 - Horizontes amostrados, profundidade, cor úmida, material de origem e altitude.

	Diâmetro do pré-furo (D_0)[mm]	Diâmetro do furo após a ruptura (D_h) (médio) [mm]	Razão de expansão de furo [%]
1° Ensaio	10	15,01	50,1
2° Ensaio		14,63	46,3
3° Ensaio		14,52	45,2
Média		14,72	47,2

Fonte: do autor, 2018.

Assim, as dimensões dos furos, derivados da expansão nos ensaios, são comparados com os valores obtidos por Thesing et al. (2016), que realizou estudo de expansão conforme a ISO 16630, com punção cônico.

Para o teste realizado por Thesing et al. (2016), ilustrado na Figura 4 o resultado, obteve-se uma razão de expansão de furos na ordem de 54%, com os seguintes parâmetros: velocidade de deslocamento, constante, do punção na direção vertical igual a 5 mm/minuto, ferramenta com geometria cilíndrica e com extremidade cônica de 60º.

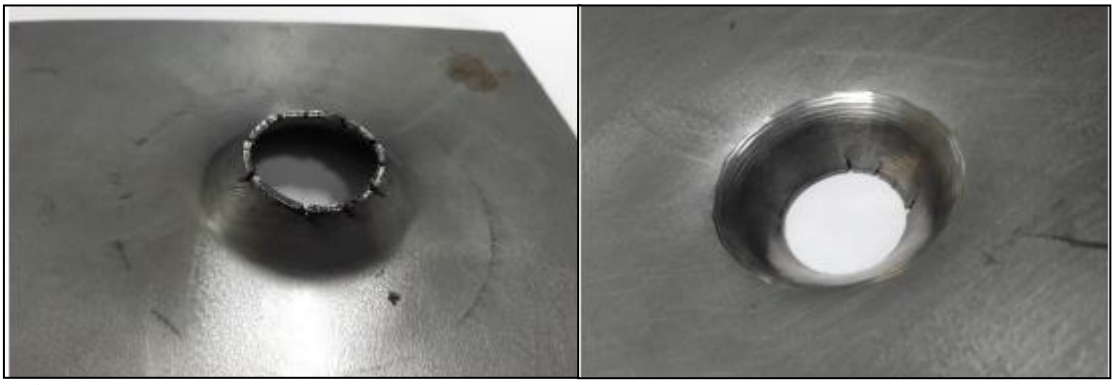
Figura 4 – Expansão de furo pelo método convencional com punção cônico de 60º.



Fonte: Thesing et al. (2016).

A fim de confrontar informações, do ensaio efetuado por Thesing et al. (2016), realizou-se este trabalho, como ilustra a Figura 5, que possibilita destacar detalhes visuais.

Figura 5 - Chapa de aço AHSS martensítico após a expansão do furo por SPIF.



Fonte: do autor, 2018.

Foi observado marcas, em forma linear, na superfície da chapa que esteve em contato com a ferramenta, como visto na Figura 5. Nota-se a presença, mesmo fazendo uso de um método de lubrificação, de atrito entre a ferramenta e a chapa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da realização deste trabalho pode-se obter um maior conhecimento do processo de estampagem incremental com ponto único de contato empregada na conformação para expansão de furo em chapa de aço AHSS martensítico.

Evidenciou-se que a razão da expansão de furos pelo método de SPIF, com os parâmetros usados no ensaio, é 6,8%, na média, menor que o obtido pela técnica convencional.

Observa-se que, a técnica empregada, em chapa de aço AHSS martensítico, gerou antecipadamente trincas nas bordas em comparação à técnica convencional. Em contraponto ao esperado e citado à conformação desenvolvida pela SPIF.

Compreende-se que os principais parâmetros influenciadores na conformação, como: diâmetro, velocidade de rotação e avanço da ferramenta, geometria da peça, incremento de deslocamento na direção vertical e lubrificação, quando realiza-se a escolha inadequada de algum, ou de alguns, parâmetros, como o incremento de deslocamento vertical, aumenta a tensão no material na região de contato da ponta da ferramenta com a superfície da peça, de modo a levar a formação de fraturas mais rapidamente, assim cita Soeiro (2014).

Enfim, este trabalho tem como contribuição mostrar a utilização de métodos não convencionais e de maquinários, usados convencionalmente para outros processos, combinados para realizar a expansão de furos em chapas.

REFERÊNCIAS

AHSS GUIDELINES. **Advanced High Strength Steels Applications**. V. 6.0. p. 314. Abr./2017. Disponível em:<http://www.worldautosteel.org>. Acesso em 30/05/2017.

FRITZEN, Daniel. **Estudo dos parâmetros de conformabilidade para o processo de Estampagem incremental**. 2016. 134p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre. 2016.

GIPIELA, M. Lutero. **Estudo da expansão de furos e estampabilidade de furos de chapas de aço multifásico CPW800**. 2012, 184 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2012.

ISO 16630. **Metallic materials - Sheet and strip - Hole expanding test**. 14 p. Suíça, 2009.

KUITERT. Ing. R. **Feasibility study on single point incremental forming: A study of die-less preforming of double curved aluminum sheets for GLARE laminates**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Materiais aeroespaciais) – Delft University of Technology, Holanda do sul. 2016.

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina de A. **Metodologia científica**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2011. 320 p.

MEDEIROS, J. B.. **Redação Científica: A prática de fichamento, resumos, resenhas**. 11. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

SOEIRO, João M. de C. **Enformabilidade em estampagem incremental**.2014. 85p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Instituto Superior Técnico, Lisboa. 2014.

THESING, Leandro; et al.. **Experimental investigation of the hole expansion capability of a martensitic ahss steel with two punch geometries and a variety of hole diameters**. International Journal of Materials Engineering and Technology, 2016.