

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

PROCESSO DE ESTAMPAGEM INCREMENTAL¹

INCREMENTAL SHEET FORMING PROCESS

Caroline Meinel Neumann², Bruna Morais Pazze³

¹ Trabalho realizado na disciplina de Processos Especiais de Fabricação no curso de Engenharia Mecânica da Unijuí

² Aluna do Curso de Engenharia Mecânica da UNIJUÍ, carolmeinel@hotmail.com

³ Aluna do Curso de Engenharia Mecânica da UNIJUÍ, bruna.pazze@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por produtos especiais ou customizados, faz-se necessária a busca por métodos alternativos e flexíveis, que tornem a produção viável e lucrativa. Uma opção para esse tipo de produção é o processo de estampagem incremental. Nesse processo, uma ferramenta de geometria simples conforma a peça através de consecutivas deformações locais. O processo de estampagem incremental, ou Incremental Sheet Forming (ISF), é considerado um processo de conformação, especificamente estampagem, que utiliza ferramentas e máquinas normalmente voltadas à usinagem. O principal responsável pelo acabamento final da peça é o movimento da ferramenta, enquanto que no processo convencional de estampagem isso se deve à fabricação das ferramentas. Além disso, é o movimento que irá definir a forma e a tolerância da peça. (TIBURI, 2007). É uma nova tecnologia em que a conformação da chapa metálica ocorre progressivamente e de forma localizada. Por ser um processo bastante simples e economicamente barato é muito atrativo, pois utiliza centros de usinagem CNC, que são amplamente difundidos na indústria. A utilização de softwares de CAD e CAM tornam o processo flexível, o que favorece a utilização principalmente na produção de produtos com baixa demanda ou pequenos lotes, como protótipos e customizações. (TIBURI, 2007). O campo de aplicação da estampagem incremental abrange um leque muito grande de aplicações industriais como a indústria automotiva, a indústria aeroespacial e aeronáutica e a indústria de produtos domésticos e decorativos. (LOPES, 2013).

O objetivo do trabalho é apresentar características e análises do processo de estampagem incremental, através da utilização de dados oriundos de um experimento prático realizado, enfatizando a relação do ângulo de inclinação β utilizado com a qualidade do processo.

Palavras-chave: Conformação; Ângulo; Amostra; Parâmetro.

Keywords: Conformation; Angle; Sample; Parameter.

METODOLOGIA

O presente trabalho tem como referência um procedimento experimental relativo ao Processo de Estampagem Incremental, com ponto de contato simples, sob as condições de aplicação em aço laminado a frio para estampagem profunda (NBR 5915 EP), com espessura de 0,7mm. Tem-se como parâmetros de entrada as informações contidas na tabela 1. Onde, o parâmetro “F” representa o avanço aplicado em relação a circunferência da peça. O “Fap” representa a velocidade de avanço com relação à profundidade da peça, e “ap” representa a profundidade de avanço. “ØA” representa o diâmetro inicial do ciclo de deformação e “ β ” representa o ângulo de inclinação do cone, que

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

corresponde ao parâmetro variável que será avaliado.

Tabela 1: Parâmetros de Entrada

Peça	F (mm/min)	Fap (mm/min)	ap (mm)	ØA (mm)	β (°)
1	4110	400	0,5	105	72
2					50
3					45
4					60

Fonte: Própria autoria (2019).

Foi realizado o procedimento experimental com base em 4 corpos de prova inicialmente idênticos, com as dimensões de 330 x 215mm e com parâmetros de ângulo β variados. A ferramenta utilizada possui ponta com formato esférico com raio de 9,5mm, constituída de aço ferramenta VC 131. Para a realização do experimento foram utilizados Programas CNC e o Centro de usinagem vertical marca DYNA MECHTRONICS, modelo DM2016. Cada amostra foi posicionada na máquina CNC, com o auxílio de um dispositivo, conforme figura 1.

Figura 1: Posicionamento da amostra no dispositivo e máquina CNC



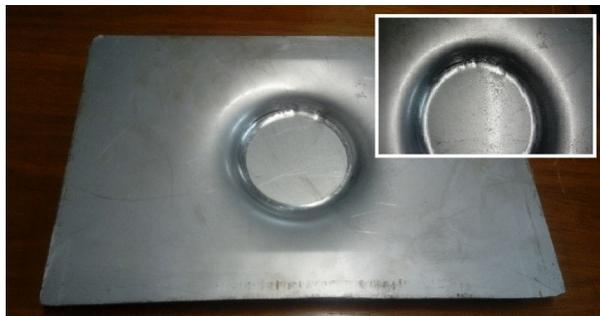
Fonte: Própria autoria (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme já mencionado, o parâmetro variável do experimento é o ângulo β . A primeira peça de amostra possui um ângulo β de 72°. Ao realizar a operação de Estampagem Incremental, a mesma não pôde ter sua operação finalizada, pois rompeu ao atingir a profundidade de estampagem (B) de 19mm, conforme pode ser visto na figura 2.

Figura 2: Peça de amostra 1

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura



Fonte: Própria autoria (2019).

A peça de amostra 2, possui um ângulo β de 50° , e ao ser submetida ao processo de estampagem incremental, não obteve nenhum defeito, conforme pode ser visto nas figura 3. Sendo que no detalhe da figura 3 pode ser verificada uma linha bem definida onde ocorreu o avanço da ferramenta sobre a peça.

Figura 3: Peça de amostra 2



Fonte: Própria autoria(2019).

A peça de amostra 3, possui um ângulo β de 45° e ao ser submetida ao processo de estampagem incremental, também não apresentou nenhum defeito, permitindo a realização completa da operação, conforme pode ser vista na figura 4.

Figura 4: Peça de amostra 3

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura



Fonte: Própria autoria (2019).

A peça de amostra 4 possui um ângulo β de 60° , e ao ser submetida ao processo de estampagem incremental, teve seu processo interrompido, pois ocorreu rompimento da mesma em uma profundidade de estampagem de 26mm. Nesta amostra, o rompimento ocorreu em diferentes pontos, conforme pode ser visto na figura 5.

Figura 5: Peça de amostra 4



Fonte: Própria autoria (2019).

Com a realização do procedimento experimental nas 4 peças de amostras, foi possível obter os seguintes dados de saída, representados na tabela 2. Onde “B” representa a profundidade de estampagem obtida.

Tabela 2: Parâmetros de saída

Peça	β ($^\circ$)	B (mm)	Defeito
1	72	19	Sim
2	50	45	Não
3	45	45	Não
4	60	26	Sim

Fonte: Própria autoria (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

Através da realização dos experimentos de Estampagem incremental, pôde-se verificar que o ângulo de operação é um fator determinante na qualidade do produto final. Ângulos maiores possuem maior ocorrência de defeitos como, por exemplo, o rompimento da peça, conforme ocorreu nas amostras 1 e 4. Em ângulos menores, a probabilidade de sucesso no processo é grande, principalmente em ângulos menores que 50°. Também é bastante perceptível a viabilidade e a facilidade de adaptação do processo, que torna-se flexível quanto ao maquinário e ferramental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOPES, Tiago Filipe Ramos da Silva. **Estampagem Incremental: Compensação do Retorno Elástico e Análise à Rotura**. Orientador: Prof.^a Dr.^a Ana Reis. 2013. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica.

TIBURI, Fabio. **Aspectos do Processo de Estampagem Incremental**. Orientador: Prof. Dr. Lírío Shaeffer. 2007. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia.

Parecer CEUA: 98163218.7.0000.5350