

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

ESTUDO DA SOLDAGEM EM ÂNGULO PELO PROCESSO FCAW AUTOMATIZADO NA FABRICAÇÃO DE PAINÉIS E BLOCOS NAVAIS: DEFORMAÇÕES E CORREÇÕES

Edson Fernando Pereira, edsonfernando@ipojuca.ifpe.edu.br¹.

Ana Lucia da Silva, anasam1701@gmail.com¹.

Eduardo José Fernandes Rocha, eduardorocha@ipojuca.ifpe.edu.br¹.

¹IFPE, Instituto Federal de Pernambuco - Campus Ipojuca, PE60 Km14 Califórnia –CP 55590-000 Ipojuca-Pe.

Resumo: As soldas em ângulo em ambos os lados, automatizadas e as correções por linhas de calor são comumente empregadas nos estaleiros em painéis navais. Neste estudo foram realizadas pesquisas sobre os comportamentos das deformações, em dois processos, um oriundo da soldagem e outro oriundo da linha de calor para correção. As metodologias empregadas consistiram de realizarem experimentos, em escala de laboratório, em amostras de chapas ASTM A131 grau AH36, na espessura de 12,7 mm. Inicialmente, executando as soldagens em ângulo em ambos os lados e posteriormente a correção das deformações por linha de calor. O nosso objetivo foi executar: medição das deformações devido à soldagem em ângulo em ambos os lados; medição das deformações devido à linha de calor; medição das temperaturas utilizando uma câmara termográfica; medição da aplicação das linhas de calor para correções das deformações, além de fazer um breve estudo sobre o desenvolvimento de dispositivos para controle de distorções em painéis navais, que auxiliam na redução das deformações. Também, as comparações entre essas deformações. As medições das deformações da soldagem e da linha de calor foram medidas por relógio comparador, devidamente posicionado, enquanto que o perfil transversal da chapa, pela máquina de medição por coordenadas. As temperaturas foram medidas por termopares e por câmara termográfica. Os aportes térmicos obtido na soldagem em ângulo, para os dois filetes, atingiram 19,9 KJ/cm, enquanto que para uma linha de calor foi atingiu 2,9KJ/cm, para o mesmo posicionamento das aplicações. As temperaturas medidas pela câmara termográfica revelaram que na soldagem a temperatura de pico atingiu 712,37°C (≈ 985 K), enquanto que a temperatura de pico da linha de calor atingiu 300,0°C ($\approx 537,15$ K). As deformações oriundas do processo de soldagem atingiram -0,37 mm, totalizados nos dois filetes e a recuperação por uma aplicação da linha de calor ficou em +0,12 mm, restando adicionar um complemento de +0,25 mm para plena correção. Geralmente, aplicam-se várias linhas de calor. Concluímos que: Apesar da automatização do processo de soldagem FCAW com arame sólido, por trator automático existem métodos e praticas recomendadas para minimizar as deformações por soldagem, mas essas deformações indesejáveis sempre acontecem. Então, para correções, utiliza-se a aplicação das linhas de calor, que atualmente nos estaleiros, ainda persistem o método de tentativa e erro que onera a fabricação e perdas de produtividade. Portanto, os dados apresentados neste artigo servem de base para futuros estudos sobre deformações e correções nos processos de soldagens em painéis navais.

Palavras-chave: Soldagem FCAW, Linhas de calor, Automatizada, Painéis Navais.

1. INTRODUÇÃO

Iniciado pelo grupo de pesquisa de automação dos processos de construção naval, os professores e estudante do Instituto Federal de Pernambuco - Campus Ipojuca, especialmente no curso técnico de construção naval realizou pesquisa na área de soldagem, que resultou no primeiro artigo apresentado no congresso CONEM 2014 sobre título “Estudo da Soldagem em Ângulo pelo Processo FCAW (Flux Cored Arc Welding) Automatizado na Fabricação de Painéis e Blocos Navais”, onde o estudante coautor Alexandre Mendes mostrava influência da velocidade de soldagem e do aporte térmico na formação da geometria da solda em ângulo, em que determinados parâmetros tinha-se um ganho de produtividade, em determinado limite de velocidade de soldagem, o que evidenciava a eficiência da automatização do processo.

A solda em ângulo em ambos os lados, automatizada é comumente empregada em soldagem de painéis navais, neste estudo foi realizada pesquisas sobre as medições das deformações angulares oriundas da soldagem e a utilização do método de linha de calor para correção. Este estudo foi realizado pelos novos integrantes, estudante do curso técnico

de construção naval. Onde, mostraremos as sequências realizadas para obtenção de dados de deformações de soldagem e correção por linha de calor.

2. DEFORMAÇÕES DE SOLDAGEM E CORREÇÃO POR LINHA DE CALOR

Marques (2007) afirma que, “As operações de soldagem, particularmente para os processos por fusão envolvem o aquecimento intenso e localizado da região ser unida, estas quando aquecidas tendem a se dilatar, mas a dilatação é dificultada pelas partes adjacentes submetidas a temperaturas menores o que causa o aparecimento s deformações elástica e, eventualmente plásticas na região da solda. Como resultado, ao final da soldagem tensões internas (residuais) e mudanças permanentes de forma e de dimensões (distorções)”.

Nos processos de fabricação de navios é imperativa a redução das distorções devido a soldagem, pois a sua remoção geralmente é onerosa, aloca mão de obra e desperdiça tempo nas operações, segundo afirma Okumura (1982) e que recomenda vários métodos de remoção das distorções, inclusive a utilização da linha de calor para desempenho, principalmente as oriundas das juntas soldadas em ângulo.

2.1. Soldagem FCAW, em ângulo, Automatizada utilizada em Painéis Navais.

Nos estaleiros geralmente prima-se pela automatização, os complexos sistema de soldagem FCAW (Flux Cored Arc welding) é composto de uma fonte de energia, um impulsor de arame para grandes distancias, e um trator de soldagem com adaptação a tocha, conforme “Fig. 1”, que mostra um operador de soldagem acompanhando e controlando um trator de soldagem, deslocando-se em uma velocidade constante em grandes comprimentos de soldagem dos painéis. A velocidade de soldagem depende dimensões do filete de solda, da corrente e velocidade do arame e o gás de proteção, entre outras.

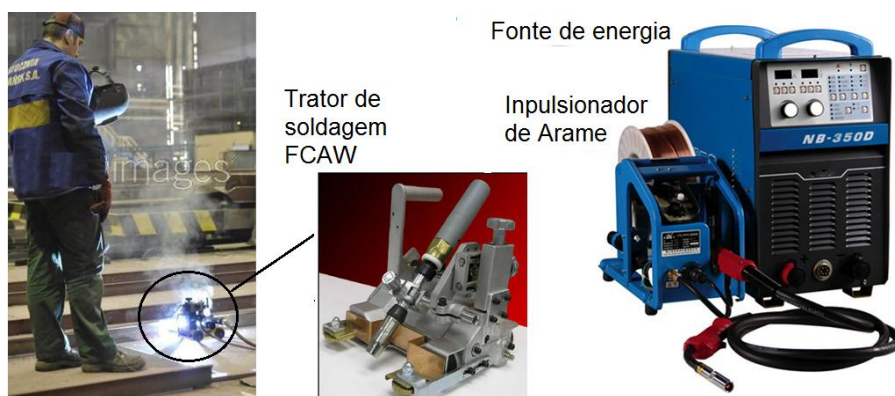


Figura 1- Esquema de soldagem FCAW, em ângulo, automatizada. Web ajustada (2016)

Um painel naval é um conjunto de chapas e reforçares unidos por soldagem, conforme a “Fig. 2”, formando um bloco menor, estes unidos a outros formam um bloco maior, assim sucessivamente até a formação de um mega bloco, este por sua vez, forma-se um navio. Observa-se, nesta figura que no painel pode ter condições de automatização na soldagem, nas longarinas, ao passo que outras regiões do painel, a solda deve ser manual, no caso, as soldas verticais e nos locais de construção intercostal.



Figura 2- Dois painéis navais, horizontal e vertical unidos por solda em ângulo. Autores (2016)

2.2. Deformações por Soldagem, em Ângulo em Painéis Navais.

As deformações da soldagem basicamente se distinguem em contrações e distorções. Quanto às contrações temos: transversais, longitudinais e rotação angular no plano, já as distorções temos: as angulares oriundas das juntas de topo, as angulares oriundas das juntas em ângulos, as de flexão longitudinais e as devida a instabilidades. Deter-nos nas distorções em juntas em ângulos.

Na figura 2, apresenta-se uma soldagem de uma barra retangular “Flat bar” de 16,0 x 150,0 x 800,0 mm, em uma chapa triangular, denominadas nos estaleiros de “Borboletas”, de espessura de 16,0 mm.

A deformação pode ser de vários fatores, um mau posicionamento do “Flat bar” ou um excesso de input ou uma falta de um sequenciamento para resfriamento dos passes, entre outros.

Nesse caso, verifica-se uma inclinação, cuja dimensão do cateto de aproximadamente de 12,0 mm, qual o padrão dimensional a seguir? Está correta? Está excessiva? Como corrigir se estiver com a dimensão excessiva, além das tolerâncias dimensionais recomendadas? Responderemos mais adiante.

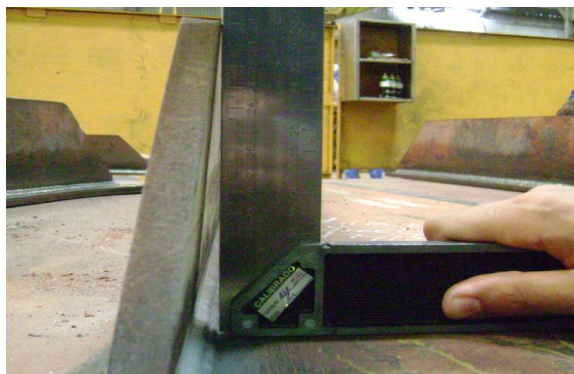


Figura 2, Detalhe da inspeção dimensional da junta em ângulo, com perna de 11,5 mm. Autores (2015)

Para verificar as deformações por soldagem em ângulos fizemos experiências, em chapa de aço naval ASTM A 131 GR AH36 (2014). Adaptamos um relógio comparador na extremidade e observamos os transientes das deformações em função do tempo, para a seguinte condição de soldagem.

As soldas em ângulo foram realizadas, na superfície inferior das amostras de chapas, com espessura de 12,70 mm, em dois estágios; aplicação de um filete externo, e outro de filete interno, conforme os dados que seguem.

A especificação do procedimento de soldagem, com as seguintes características:

Serviço: Soldagem naval;

Material: ASTM A131AH36;

Processo: FCAW (Arame Tubular) Automático;

Posição: Plana;

Tipo de Junta= ângulo;

Comprimento da perna = 5,0 mm.

Metal de Adição:

Classificação do consumível AWS 5.20 E70T-6;

Diâmetro = 1,2 mm;

Polaridade = CC-;

Velocidade de Soldagem = 0,227 a 0,243 cm/s;

Gás de Proteção = Star Gold; Vazão = 20 Litros/min.

Rendimento do processo adotado = 0,85

Informações das características de soldagem, conforme “tab. 1”.

Tabela 1 - Dados das características de solda em ângulo. Autores (2015)

Espessura (mm)	Tensão (V)	Corrente (A)	Potencia (W)	Velocidade (cm/s)	Aporte (J/cm)
12,70 (Filete externo)	19,2	152	2.918,40	0,243	10.208,39
12,70 (Filete interno)	20,4	128	2.611,20	0,227	9.777,62

As dimensões das pernas dos filetes internos e externos foram medidas com um calibre, nas direções vertical e horizontal, onde apresentaram uma dimensão dos filetes, variando entre 4,2 mm a 5,5 mm.

As medições das deformações residuais produzida pela soldagem do filete externo observou-se uma deformação progressiva a em relação à face inferior da chapa, que corresponderam a +0,49 mm, enquanto a deformação do filete

interno, -0,86 mm, que verifica uma deformação oposta ao filete externo. Por fim, o resultado da deformação residual, fruto da resultante diferencial entre a soldagem do filete externo e interno em -0,37 mm.

2.3. Uso de Câmara Termográfica em Chapas Soldadas.

Rocha (2012) estudou o uso da câmara termográfica em chapas soldadas e realizou experimentos em chapa de espessura de 12,7 mm, considerada como chapa grossa, o registro da câmara termográfica registrou as isotérmicas, conforme a “Fig. 3”, o calor dissipado nas três direções é expressivo, traduzindo resultados das medições destes campos de temperatura pela face detrás com valor pontual máximo obtido ($712,37^{\circ}\text{C} \approx 985\text{ K}$).

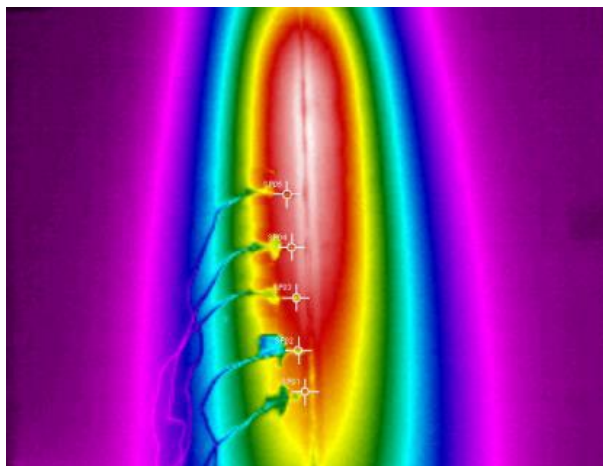


Figura 3- Registro da câmara termográfica com as isotérmicas

O gráfico da “Fig. 4” demonstra que partindo do início do armazenamento das informações das temperaturas registradas pelos termopares, localizado a 3,0 mm de distância do cordão de solda e no ponto centralizado entre as chapas de 12,70 mm de espessura, a serem unidas, foram transcorridos aproximadamente 111 segundos para que a fonte de calor (tocha de soldagem) iniciasse a sua passagem no referido ponto.

Na sequência, a fonte de calor permanece em deslocamento devido à realização da soldagem no sentido vertical ascendente, atingindo o ápice da temperatura aos $712,37^{\circ}\text{C} (\approx 985\text{ K})$, aproximadamente no tempo de 126 segundos. Daí para frente os registros armazenados correspondem ao resfriamento do referido ponto, atingindo a temperatura mínima de $159^{\circ}\text{C} (\approx 432\text{ K})$, no tempo de 261 segundos.

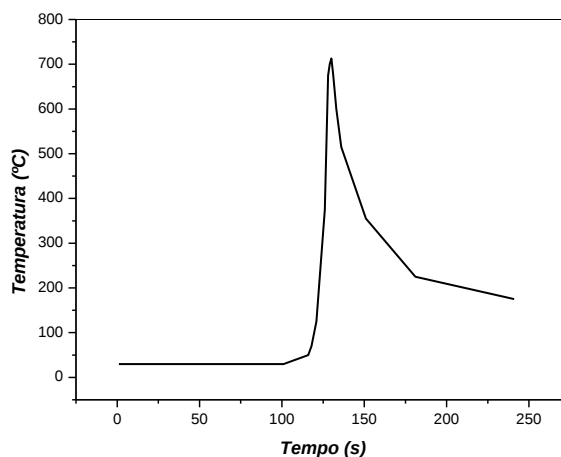


Figura 4- Registro dos transientes da soldagem. Autores (2013)

A distorção angular (Ângulo em radianos, que pode se convertido trigonometricamente em deformações residuais), segundo afirma (OKUMURA, et al., 1982) que é gerada pela diferença de temperatura entre as faces superior e inferior da chapa, que provocam variações nos níveis de contração no sentido da espessura da chapa.

Também, afirma que a temperatura máxima atingida numa condição de soldagem, (similares aos nossos experimentos de soldagem), com uma tensão de 28 V e 170 A, na velocidade de soldagem 15 cm/mim (0,25 cm/s),

atinge uma temperatura de 1400°C e que o tempo de resfriamento de 800°C a 500°C chega a 7,0 s, enquanto o resfriamento de 800°C a 300°C atinge 20,0 s.

2.4. O que é uma Linha de Calor e suas Deformações.

A definição de uma linha de calor para Clausen (2000) consiste em um método de conformação de chapas com duplas curvaturas pelo modo de aquecimento local, conforme “Fig. 5”, quando a chapa é aquecida localmente, o material aquecido começa a amolecer e a diminuir o limite de escoamento e após algum tempo é ocorre a expansão do metal sendo retraído pelo material adjacente, que ainda está na tensão original impede a dilatação, então o metal começa a crescer de espessura, e após o resfriamento o material recupera a tensão e se contrai termicamente, curvando a chapa, gerando um ângulo de deformação.

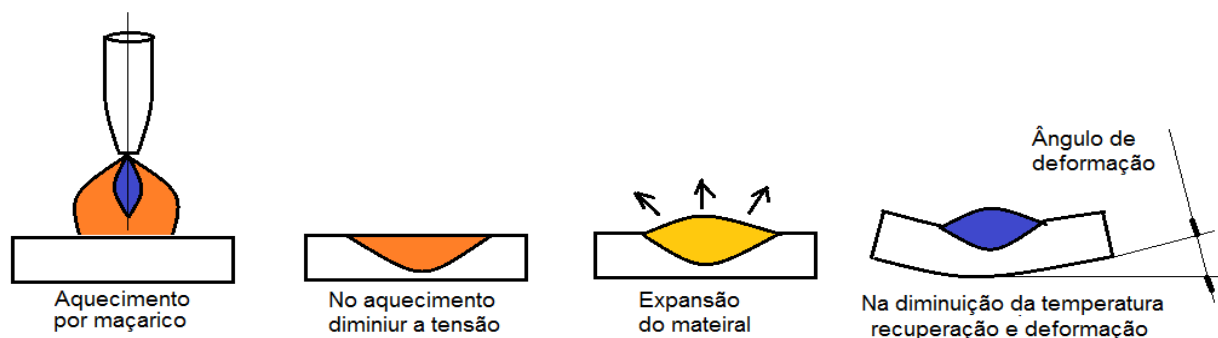


Figura 5- Ação cinemática de linha de calor, Clausen (2000)

Pereira (2012) informa que uma mecanização do processo de conformação de chapas por linha de calor está representada na “Fig. 6”, e se baseia na aplicação de uma fonte de calor sobre uma superfície de uma chapa, seguido por um resfriamento.

O equipamento é composto por um maçarico, que suporta um bico de chama oxiacetilênica, em movimento uniforme constante e que, à medida que esta fonte de calor se desloca a chapa se deforma, devido a um gradiente de temperatura e à expansão térmica não uniforme na chapa.

Logo, em seguida, a região aquecida recebe um jato de água de resfriamento à temperatura ambiente, proveniente de uma tubulação afixada ao conjunto de maçarico que mantém a mesma velocidade da chama, produzindo esse resfriamento, uma deformação plástica na chapa.

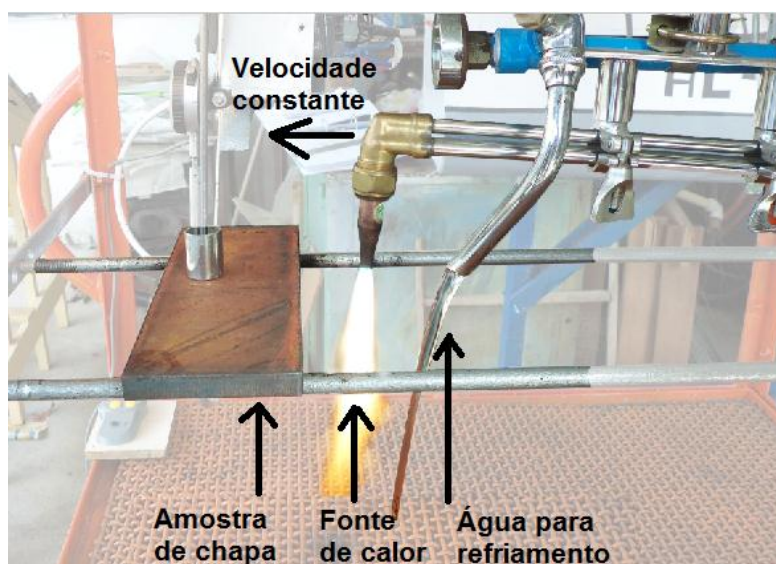


Figura 6- Esquema da linha de calor, com resfriamento por água. Autores (2012)

Pereira (2012) realizou experiências com linhas de calor em amostra de chapa de espessura 12,7 mm, e determinou o ângulo formado pelo perfil da chapa crua (sem aplicação da linha de calor) e a queimada (com a linha de calor), na seção média a 65,0 mm, conforme apresentada na “Fig. 7”, um ângulo médio entre a extremidade de entrada e de saída da linha de calor de $0,67^\circ \pm 0,09^\circ$ para esta espessura de chapa. Que corresponde a deformação de +0,12 mm.

Como a linha de calor depende a fonte de calor, da velocidade e da espessura, e utilizamos a aplicação da linha de calor de com um fluxo de calor $1475 \pm 250,56$ W, aporte térmico de 2,9 KJ/cm, na velocidade de 5,3 mm/s, com resfriamento sequencial de +90,0 mm afastado da chama. Nestas condições, a deformação provocada corresponde a +0,12 mm.

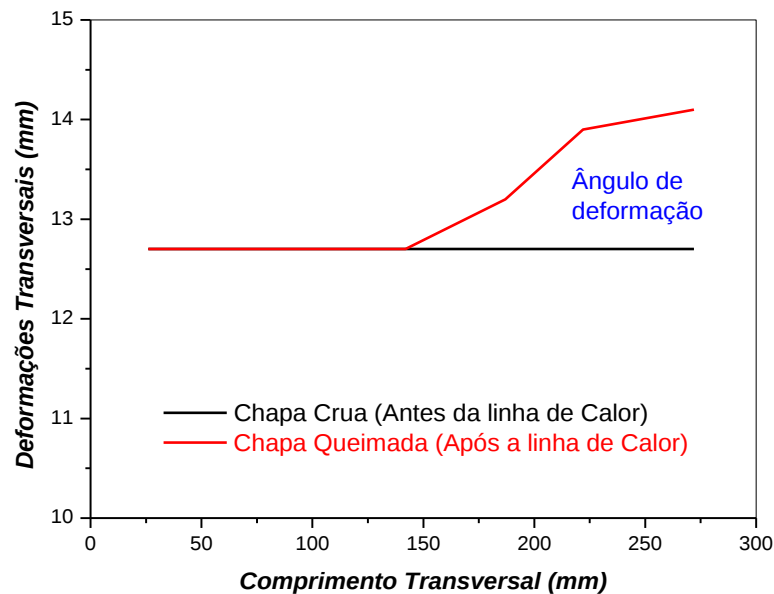


Figura 7 - Gráfico da chapa espessura 12,7 mm crua e queimada na seção 65,0 mm. Autores (2012)

2.5. Uso de Câmara Termográfica em Linhas de Calor.

Também, o mesmo método que foi realizado para medição da soldagem, conforme “Fig. 3”, foi usado para medir a isoterma da linha de calor na espessura de 12,70 mm, que resultou a “Fig. 8”, cuja temperatura pontual de 300°C ($\approx 573,16$ K).

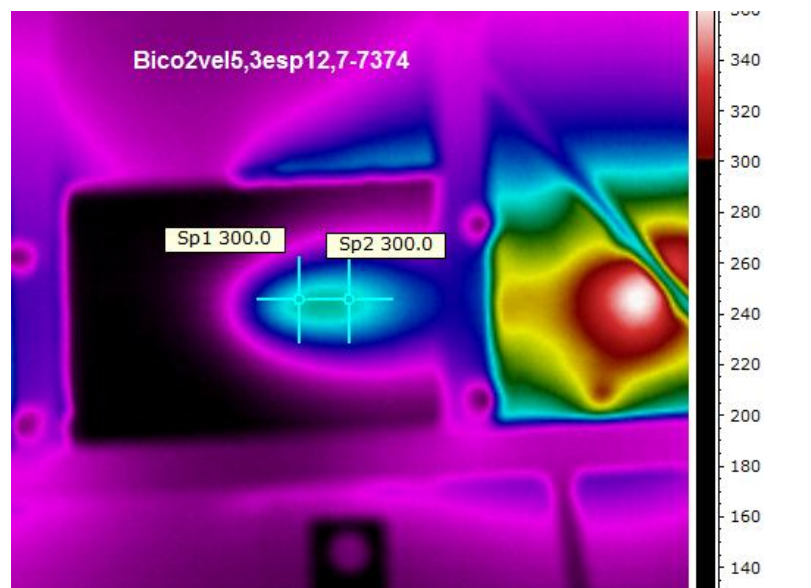


Figura 8 – Medição câmara Termográfica da linha de calor, na espessura de 12,7 mm. Autores (2016)

2.6. Desenvolvimento de dispositivos para controle de distorções em Painéis Navais.

Arriga (2009), afirma que; na soldagem, quando a espessura da chapa decresce a tensão residual, nas áreas próxima da zona de fusão, aumenta provocando distorções angulares, transversais e longitudinais. O comportamento da

soldagem evidencia que as deflexões apresentam um movimento elástico da chapa na extremidade de descendente e ascendente, e que os valores das deformações inerentes da soldagem influem inversamente proporcionais nas deformações residuais finais, e que todas são funções das espessuras de chapas.

Para responder a pergunta, anteriormente formulada, Pereira (2011) sugere que, basta consultar as normas de tolerância, consulta se o desvio está dentro dos valores mínimo e máximo, verifica-se se aprova ou reprova. A solução para caldeiraria é fácil, pois, existem várias formas de resolver esse desvio, todas com geração de custos, utilização de máquinas, mão de obra e materiais adicionais, alimentando uma baixa produtividade.

O importante é descobrirmos quais os fatores que contribuíram para a distorção, principalmente se esses elementos estruturais são de fabricação rotineira. Como, as contrações do cordão de solda, durante resfriamento, produzem tensões interna que produzem deformações. Portanto, uma maneira de solucionar é uma ótima sequência de soldagem associada a um controle efetivo de deformação.

O uso de dispositivos de fixação e posicionamento para controle de deformação na soldagem, geralmente é tratado como descartável, confeccionado de retraço e sucata. Entretanto, devido a sua importância em redução de custos adicionais e aumento da produtividade devem ser tratado como uma ferramenta que auxilia a produção, o projeto deve ser bem elaborado, sempre com o objetivo de ser reutilizado em outras atividades.

Deve-se prever espaço para execução da solda e movimentação a tocha, deve-se ter um sistema de fixação para um grupo de peças semelhantes, deve-se ser de fácil liberação de peças soldadas, deve-se ter um sistema de cunha removível e uma mesa ergométrica para o soldador.

Na figura 9, um exemplo de um fixador com movimento axial para liberação do painel. Para custar os dispositivos, levantam-se as horas de engenharia industrial (trabalho de criatividade para elaboração), levanta-se o material utilizado (Sucatas reaproveitáveis), levantamento da mão de obra para confecção, em algumas empresas o custo do dispositivo num lote de peças semelhante deve representar cerca de 10% á 15% do custo do lote total.

Os benefícios são as reduções dos retrabalhos de recuperação das estruturas, aumento do fluxo de produção, com isso, gera aumento de produtividade, a inspeção visual e dimensional fica mais confiável, reduz a atuações das inspeções, o processo pode ser automatizado.

De um modo geral, o inspetor deve conhecer; a interpretação dos desenhos, o nível de inspeção em conformidade com a indicação do projeto, as normas aplicáveis, as técnicas de inspeções adequadas às situações, as instrumentações necessárias para medições, etc.

Na etapa de pré-montagem, a importância é prever montagens errôneas e sugerir as correções, na etapa após a soldagem, a importância é detectar os desvios da soldagem. Observa-se nessa condição, uma grande possibilidade de geração de conhecimento tecnológico, uma estrutura montada, antes, inspecionada, sem deformações, logo após a um processo de soldagem, tem-se a mesma estrutura soldada com desvios e distorções.

Uma boa proposta é associar os conhecimentos gerados das inspeções visuais e dimensionais das etapas de pré-montagem e após soldagem, para contribuir no desenvolvimento de dispositivos de controle das deformações.



Figura 9, Dispositivos de fixação com movimento axial para liberar a peça soldada. Autores (2011)

As técnicas de controle de distorção devem está relacionado com as técnicas básicas de soldagem, no planejamento da soldagem, um conhecimento prévio dos desvios e das deformações ajudará o projeto dos dispositivos. Entretanto, o estudo das deformações, pelas tecnologias modernas, não são rápidas o suficiente para acompanhar as produções.

2.7. Comparações entre as deformações por soldagem e correção por linhas de calor em Painéis Navais.

Quando se compara as deformações residuais, por soldagem em ângulo, com as obtidas pelas deformações das linhas de calor verifica-se que são menores. Por exemplo, na nossa experiência a deformação residual da chapa de 12,7 mm, na soldagem em ângulo, com dois filetes aplicados em ambos os lados, foi de -0,37 mm, enquanto que, para a linha de calor, aplicada no mesmo posicionamento corresponde a +0,12 mm.

Estas deformações devem ser interpretadas da seguinte maneira, conforme “Fig.10”, a medição no relógio comparador de -0,37 mm corresponde a uma deformação descendente, partindo da superfície superior da chapa de 12,7 mm, (referência do plano superior da chapa), como a linha de calor é aplicada na superfície superior da chapa oposta a soldagem teve uma deformação ascendente de +0,12 mm. Observa-se que a linha de calor não corrigiu completamente, será necessário aplicar mais duas linhas de calor. Totalizando três aplicações isto compromete a micro estrutura da chapa.

Por outro lado, o aporte térmico da soldagem ângulo foi maior que mínimo obtido pela linha de calor. No exemplo, na soldagem em ângulo foi de 10.207,39 J/cm (1º Filete) adicionado a 9.777,62 J/cm (2º Filete) totalizando 19.985,01 J/cm, entretanto a linha de calor obteve o aporte de 2.976,0 J/cm.

As temperaturas medidas pelo processo de câmara termográfica revelaram que na soldagem a temperatura pontual foi de 712,37°C ($\approx$ 985 K), enquanto que a temperatura da linha de calor ficou em 300°C ($\approx$ 573,16 K). Portanto, a temperatura medidas na soldagem foi maior que a linha de calor.

Faz-se necessário, um estudo aprofundado da correlação entre os resultados das soldagens em ângulo para diversas espessuras, com correção por linhas de calor, conteúdo para próximas pesquisas.

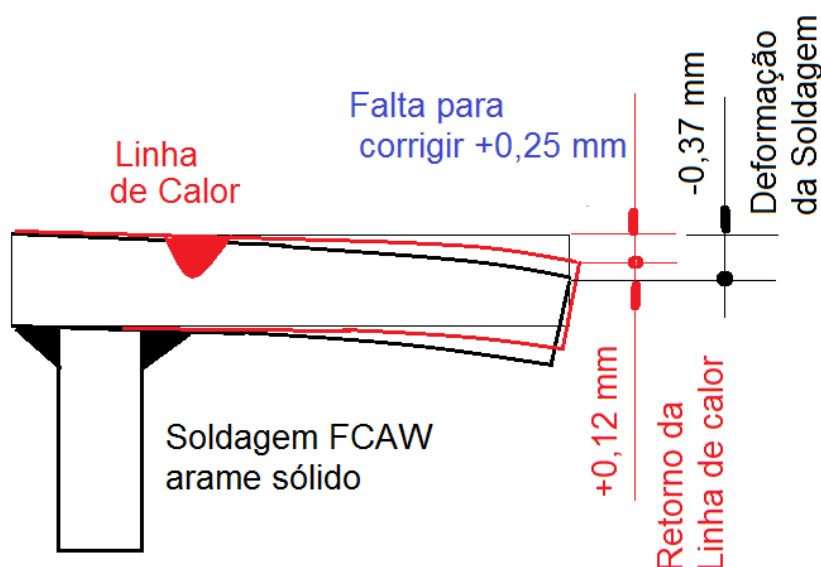


Figura 10 – Comparação entre as deformações de soldagem e correção por linha de calor. Autores (2016).

2.8. Conclusões.

Concluimos que: Apesar da automatização do processo de soldagem FCAW com arame sólido, por trator automático existem métodos e praticas recomendadas para minimizar as deformações por soldagem, caso elas acontecem às deformações indesejáveis pode-se aplicar as linhas de calor para corrigi-las, entretanto, a aplicação das linhas de calor atualmente utilizadas nos estaleiros, ainda persistem o método de tentativa e erro que onera a fabricação e perdas de produtividade.

Comparado os fluxos térmicos de uma soldagem com uma linha de calor, verifica-se que para o mesmo posicionamento os históricos são diferentes e os efeitos das deformações são maiores na soldagem. As temperaturas medidas pelo processo de câmara termográfica revelaram que na soldagem a temperatura pontual foi maiores que a temperatura da linha de calor. As deformações oriundas das linhas de calor são menos intensas que do processo de soldagem dependendo da espessura da chapa. Existem casos específicos que necessitam de varias aplicações de linha de calor para correção

Portanto, os dados apresentados neste artigo servem de base para futuros estudos sobre deformações e correções nos processos de soldagens em pinéis navais

3. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a toda equipe de servidores do IFPE que nos auxiliaram e aos estudantes monitores da pesquisa.

4. REFERÊNCIAS

- Arriga, I. H. 2009. *Welding Sequence Analysis*. New Zealand : AGH University of Mechanical Engineering and Robotics, 2009. <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/rozprawy2/10088/full10088.pdf>, Acesso em 20/01/2014
- ASTM A 131 GR AH36. 2014. *American Society for Testing and Materials. Standard*. 2014.
- Clausen, H. B. (2000). "Plate Forming by Line Heating". Department of Naval Architecture and Offshore Engineering, Technical University of Denmark. KGS. LYNGBY
- Marques, P. V.; Modenesi, P. J.; Bracarense, A. Q. 2007. *Soldagem Fundamentos e Tecnologia*. Minas Gerais- MG : Editora UFMG Universidade Federal Minas Gerais.
- Okumura, T. e Taniguchi, C. 1982. *Engenharia de Soldagem e Aplicações*. Rio de Janeiro, Brasil : LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Única Edição, 1982.
- Rocha E. J. F., 2012 *Uso da Termografia na Análise do Resfriamento de Chapas Soldadas*, <http://www.repositorio.ufpe.br/handle/123456789/11484>, Acesso 23/03/2016.
- Pereira, E.F. e Rolim, T. L. 2012. Automatização na Conformação de Chapas por Linhas de Calor, CONEM-2012, Congresso Nacional de engenharia Mecânica.
- Pereira, E.F. (2011). Redução da Inspeção Dimensional em Painéis Navais com o uso de Dispositivos para Controle de Deformação na Soldagem, 11º COTEQ- Conferência de Tecnologia de Equipamentos.

5. RESPONSABILIDADE AUTURAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

WELDING ANGLE STUDY THE PROCESS FCAW AUTOMATED MANUFACTURING PANELS AND NAVAL UNITS: DISTORTION AND CORRECTIONS

Edson Fernando Pereira, edsonfernando@ipojuca.ifpe.edu.br¹.

Ana Lucia da Silva, anasam1701@gmail.com¹.

Eduardo José Fernandes Rocha, eduardorocha@ipojuca.ifpe.edu.br¹.

¹IFPE, Instituto Federal de Pernambuco - Campus Ipojuca, PE60 Km14 Califórnia –CP 55590-000 Ipojuca-Pe.

Abstract. Welds at an angle on both sides, automated and corrections heat lines are commonly used on construction sites in naval panels. This study carried out research on the behaviors of the deformations, in two cases, one coming from the welding and other heat coming from the line for correction. The methodologies employed consisted of carrying out experiments in lab scale samples of ASTM A131 grade AH36 plates, the thickness of 12.7 mm. Initially, the welds running at an angle on both sides and then to fix the deformations a line of heat. Our goal was to perform: measuring the deformation due to the angle welding on both sides; measuring the deformations due to the heat line; measuring the temperature using a thermal imager; measuring the application of heat lines for corrections of deformations, in addition to a brief study on the development of devices to control distortion in naval panels, which help reduce the strain. Also, comparisons between these deformations. The measurements of the deformations of the weld line and heat were measured by dial indicator, appropriately positioned, while the transverse profile of the plate, the coordinate measuring machine. The temperatures were measured by thermocouples and thermal imager. The thermal contributions obtained welding angle for the two slats have reached 19.9 kJ / cm, while for a heat line has been reached 2,9KJ / cm for the same placements of applications. The temperatures measured by the thermal imager revealed that the peak welding temperature was 712,37 °C (≈ 985K), while the heat line of the peak temperature reached 300,0 °C (≈ 537.15 K). Deformations resulting from the welding process reached -0.37 mm, totalized in both fillets and recovery by an application of heat line stood at +0.12 mm, leaving add a +0.25 mm supplement for full correction. Typically, apply several lines of heat. We concluded that: Despite the automation of FCAW welding process with solid wire for automatic tractor are recommended methods and practices to minimize deformation by welding, but these undesirable deformations always happen. So for corrections, it uses the application of heat lines, currently in construction sites, there are still the method of trial and error which is charged on the production and productivity losses. Therefore, the data presented in this article are the basis for future studies of deformation and corrections in the welding processes in naval panels.

Keywords: FCAW welding, Heating lines, Automated, Marine panels