ISSN:2594-6153

Intervenção de soldagem em lança de empilhadeira *stacker*: análise do problema, execução e recuperação estrutural

André Florencio Nunes, José Carlos Morilla

Pós-Graduação em Engenharia de Equipamentos Industriais
Universidade Santa Cecília (UNISANTA) – Santos – SP, Brasil

E-mail: Deh.nunes99@gmail.com

Resumo: O presente estudo relata a recuperação estrutural da lança de uma empilhadeira Reach Stacker de 45 toneladas, essencial na movimentação portuária. O equipamento apresentou desalinhamento de aproximadamente 70 mm nos *locks* devido a impactos, inviabilizando a operação. O objetivo foi analisar e executar o reparo por soldagem, restabelecendo a geometria e capacidade de carga originais, respeitando a norma AWS D1.1. O método consistiu na remoção do material fadigado, instalação de reforço estrutural e soldagem pelo processo SMAW (eletrodo E480-4) no aço ASTM A572 Grau 50, em cinco passes. Como resultado, o desalinhamento foi reduzido para tolerâncias inferiores a 5 mm. Conclui-se que o reparo foi bem-sucedido, garantindo o retorno do equipamento à operação por mais de 12 meses.
Palavras-chave: Empilhadeira; Manutenção portuária; Soldagem SMAW; Estruturas metálicas.

Welding intervention on Reach Stacker boom: structural recovery

Abstract: This study reports the structural recovery of a 45-ton Reach Stacker forklift boom, essential in port handling. The equipment presented a misalignment of approximately 70 mm in the locks due to impacts, preventing operation. The objective was to analyze and execute the welding repair, restoring the original geometry and load capacity, complying with the AWS D1.1 standard. The method consisted of removing fatigued material, installing structural reinforcement, and welding using the SMAW process (E480-4 electrode) on ASTM A572 Grade 50 steel, in five passes. As a result, the misalignment was reduced to tolerances below 5 mm. It is concluded that the repair was successful, ensuring the safe return of the equipment to operation for over 12 months.
Keywords: Forklift; Port maintenance; SMAW welding; Metallic structures.

Introdução

A movimentação de contêineres em pátios portuários depende fortemente da alta confiabilidade operacional de empilhadeiras Reach Stacker (capacidade de 45 toneladas), cujas lanças e *spreaders* sofrem severas solicitações dinâmicas e impactos constantes decorrentes de irregularidades no piso. No equipamento Hyster RS45-31CH analisado, esses esforços provocaram uma deformação plástica localizada no limitador de abertura, resultando em um desalinhamento de cerca de 70 mm nos mecanismos de travamento (locks), o que inviabilizou o engate seguro dos contêineres e retirou a máquina de operação.

Como a substituição integral do componente acarretaria altos custos de importação e um longo período de inatividade (*downtime*), a recuperação estrutural por soldagem apresentou-se como uma alternativa técnica e economicamente viável. Diante disso, o presente trabalho detalha a intervenção de engenharia realizada no aço ASTM A572 Grau 50 pelo processo SMAW, demonstrando como o controle dos parâmetros e da geometria permitiu restabelecer a integridade estrutural do equipamento em conformidade com as diretrizes da norma AWS D1.1.

Objetivos

O presente estudo tem como objetivo principal analisar e executar o reparo estrutural por soldagem na lança de uma empilhadeira *Reach Stacker*, visando restabelecer as condições geométricas e operacionais originais do equipamento de forma segura, com base nos critérios da norma AWS D1.1.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido em uma empilhadeira Reach Stacker Hyster, modelo 4531 CH, com capacidade nominal de 45 toneladas, utilizada na movimentação portuária de contêineres (Figura 1). A análise focou-se na lança do *spreader*, responsável pela transmissão de esforços ao sistema de engate. Devido a impactos sucessivos durante a operação em pátios irregulares, o equipamento apresentou deformação plástica no limitador de abertura de 40 pés (12,192 m) e um desalinhamento crítico de aproximadamente 70 mm nos *locks*, excedendo a tolerância operacional de 5 mm (Figura 2).



Fig. 1. Equipamento analisado e reparado.



Fig.2. Local da avaria antes do reparo.

Para restabelecer a integridade do componente fabricado em aço ASTM A572 Grau 50, realizou-se a remoção do material fadigado por grafitagem e esmerilhamento mecânico. Para conter distorções térmicas durante a soldagem, instalou-se um reforço estrutural temporário para o travamento mecânico da lança. O reparo foi executado pelo processo de soldagem por eletrodo revestido (SMAW) com o consumível E480-4 (4,0 mm, CC+, 140–150 A) em cinco passes (um de raiz, dois de enchimento e dois de acabamento). A validação final deu-se por meio de medições dimensionais em “X” e testes de acoplamento com carga real de 45 toneladas.

Resultados

Após a execução do passe de acabamento e a completa remoção da escória, realizou-se a inspeção visual e dimensional da junta soldada. Observou-se a ausência de defeitos superficiais, como mordeduras, porosidades e trincas de solidificação, atendendo satisfatoriamente aos critérios de aceitação para perfis estruturais de movimentação de carga.



Fig. 3. Local da avaria após o reparo.

A deformação original causava um desalinhamento de 70 mm nos *locks* de acoplamento do contêiner. Após a soldagem e o resfriamento lento da estrutura, o desalinhamento foi reduzido para medidas entre 2 mm e 5 mm. Esta margem final enquadra-se rigorosamente dentro da tolerância funcional do equipamento, uma vez que o sistema de molas dos *locks* da empilhadeira consegue absorver e compensar variações geométricas de até 5 mm durante o acoplamento físico no contêiner.

Tabela 1. Resultado antes e depois.

Parâmetro	Antes do reparo	Após o reparo
Desalinhamento dos *locks*	70 mm	≤ 5 mm
Acoplamento ao contêiner	Não realizava	Normal
Capacidade de carga	Comprometida	45 toneladas
Integridade estrutural	Deformada	Recuperada
Operação contínua	Não	Superior a 12 meses

Na sequência, o equipamento foi submetido a testes operacionais de campo com elevação de carga máxima (45 toneladas) em diferentes alturas e inclinações. Os testes não registraram comportamentos anormais, ruídos de fadiga ou o surgimento de novas deformações elásticas no conjunto soldado, confirmando a robustez mecânica da união.

Discussão

A intervenção por soldagem *SMAW* com eletrodo de baixo hidrogênio (E480-4) em aço ASTM A572 Grau 50 e o controle de parâmetros (140–150 A) foram determinantes para conter o aporte térmico e mitigar o risco de trincas a frio na zona termicamente afetada. O diferencial técnico para o controle geométrico foi a aplicação de um reforço estrutural temporário, que promoveu o travamento mecânico da lança e restringiu as deformações causadas pelas tensões residuais ao longo dos cinco passes de solda, em conformidade com as diretrizes da norma AWS D1.1.

Esse rigor no procedimento permitiu reduzir o desalinhamento crítico do *spreader* de 70 mm para aproximadamente 5 mm, enquadrando o conjunto na tolerância operacional absorvida pelo sistema de *locks* e restabelecendo a capacidade de carga de 45 toneladas. Além de evitar o elevado custo de substituição e o tempo de inatividade (*downtime*) do equipamento, a estabilidade e a durabilidade da solução de engenharia foram comprovadas pelo acompanhamento operacional contínuo por mais de 12 meses sem o surgimento de novas falhas.

Conclusões

A intervenção de soldagem permitiu recuperar a geometria e a funcionalidade da lança da Reach Stacker. O desalinhamento de aproximadamente 70 mm foi reduzido para dentro da tolerância operacional de até 5 mm, possibilitando o restabelecimento do acoplamento dos *locks* aos contêineres. O equipamento retornou à operação com capacidade de 45 toneladas e permaneceu em funcionamento por pelo menos um ano após o reparo, sem perda de desempenho registrada. O estudo demonstra a aplicabilidade da recuperação estrutural por soldagem em equipamentos industriais de grande porte, ressaltando a importância da preparação adequada, controle dos parâmetros, inspeção e acompanhamento técnico

Agradecimentos: À Universidade Santa Cecília (UNISANTA) e ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Equipamentos Industriais, pela oportunidade e infraestrutura disponibilizadas. À equipe técnica e operacional dos Armazéns Gerais Fassina, pelo apoio de campo e fornecimento das informações fundamentais para a realização do estudo.

Referências

1. AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API). API 1104: Standard for Welding of Pipelines and Related Facilities. Washington, D.C.: API, 2021.

2. AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME). Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) – Section IX: Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welders; Brazers; and Welding, Brazing, and Fusing Operators. New York: ASME, 2025.

3. AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS). AWS D1.1/D1.1M: Structural Welding Code – Steel. Miami: AWS, 2020.