

## OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE LIMPEZA DOS TROCADORES DE CALOR POR FLUSHING

CRISTIANE SANTOS<sup>1</sup>, DOUGLAS PEREIRA<sup>2</sup>, FLÁVIO TAMBELLINI<sup>3</sup>, RODRIGO BALDO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Mecânica, IFSP, Câmpus Sertãozinho, kryssouza07@gmail.com

<sup>2</sup> Aluno do curso de Engenharia Mecânica, IFSP, Câmpus Sertãozinho, douglasrochasetembro@gmail.com

<sup>3</sup> Professor do Câmpus Sertãozinho, Orientador do Trabalho de Conclusão de Curso, flavio7.professor@gmail.com

<sup>4</sup> Bacharel em Administração, Co-orientador da Industria Atuante, rbaldo77@gmail.com

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.05.01.02-4 - Mecânica dos Fluidos

Apresentado no  
8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP  
06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

**RESUMO:** O trabalho baseia-se na otimização da limpeza em trocadores de calor aplicados nas unidades hidráulicas de redutores planetários, com o objetivo de reduzir o índice de particulados metálicos evidenciados em seu interior. Visto que este deveria ser um componente livre de impurezas, foram identificadas as causas dessa falha operacional e o modo da limpeza quando o equipamento é enviado para revisão, a fim de minimizar (ou eliminar) os erros em campo. O estudo foi desenvolvido em uma unidade industrial que fabrica e presta assistência técnica em redutores e turbinas, localizada no interior de São Paulo. A bancada utilizada para limpeza era assíncrona, simulando a unidade hidráulica, em que o tempo de procedimento era alto e, após certo momento, as impurezas se estabilizavam, porém não cessavam. Através deste fato, o estudo prossegue com a fabricação de uma nova bancada de flushing, aplicando-se variáveis para máxima eficiência. Essa é simultânea e conta com movimento vibratório, proveniente de um motor instalado em sua base juntamente com uma polia de eixo excêntrico. Acionando-se o motor, gera-se o movimento na plataforma suspensa por molas. Essa oscilação contribui no desalojamento das partículas resultando em uma limpeza mais eficiente, além da redução no tempo deste procedimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** redutor; unidade hidráulica; trocador de calor; limpeza; flushing.

## OPTIMIZATION OF THE HEAT EXCHANGE CLEANING PROCESS BY FLUSHING

**ABSTRACT:** The work is based in the optimization of cleanliness in heat exchanges applied in the hydraulic units of planetary gear units, with the purpose of reducing the metallic particulate index evidenced in its interior. Since this should be a component free of impurities, the causes of this operational failure and the cleaning method were identified when the equipment is for review to minimize (or eliminate) errors in the field. The study was developed in an industrial unit that manufactures and provides technical assistance in gearboxes and turbines, located in the interior of São Paulo. The bench used for cleaning was asynchronous, simulating the hydraulic unit. In this, the procedure time was high, and after a while the impurities stabilized, but did not cease. Through this fact, the study proceeds with the manufacture of a new flushing bench, applying variables for maximum efficiency. This is simultaneous and has vibratory movement, coming from a motor installed at its base along with an eccentric shaft pulley. The motor is driven, and movement is generated on the platform suspended by springs. This oscillation contributes on eviction of the particles resulting in a cleaning more efficient, in addition to the reduction in time of this procedure.

**KEYWORDS:** gear unit; hydraulic unit; heat exchanger; cleaning; flushing.

## **INTRODUÇÃO**

Para acionamento de moendas, esteiras, desfibriladores, geradores, entre outros equipamentos, que têm exigência de um torque elevado para gerar trabalho, notou-se a necessidade de aplicação de redutores de velocidade em determinados equipamentos, nos quais, com a redução de velocidade, tem-se um ganho no torque da saída do redutor, acionando assim os equipamentos desejados (EMPRESA, 2017).

Os redutores têm como função transformar a potência do motor a vapor (turbina) em torque, nos quais necessitam de uma lubrificação e troca térmica muito eficiente, caso contrário gera-se um aquecimento, atrito entre seus componentes e, conseqüentemente, um desgaste muito grande das partes internas do equipamento (ANDRADE, 2017).

O responsável pela troca térmica do equipamento é a unidade hidráulica, que é composta por elementos filtrantes, motobomba, pressostatos, termostatos e o trocador de calor, sendo que este último é objeto de estudo para o presente trabalho (HYDAC, 2017).

O alicerce para o desenvolvimento do estudo de caso é uma unidade industrial de turbinas e redutores em uma empresa de grande porte situada em Sertãozinho, localizada no interior do estado de São Paulo. Este estudo é direcionado na melhoria das revisões feitas em trocadores de calor por parte da assistência técnica da empresa, visando resultados satisfatórios e redução de possíveis falhas operacionais devido às impurezas encontradas nesse componente. Para isso, foi necessário um estudo do método utilizado e, a partir deste, foi possível a aplicação de ferramentas e técnicas de análise e solução de problemas com o propósito de melhorar a eficiência de limpeza por flushing.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A proposta deste trabalho é atender aos objetivos definidos neste resumo expandido, aplicando variáveis para solução de problemas, com o propósito de otimização e eficiência da limpeza dos trocadores de calor em uma indústria fornecedora de redutores e equipamentos de energia.

Caracterizado como estudo de caso, o trabalho contém uma metodologia investigativa e de caráter empírico para explorar uma situação real a partir das evidências dos dados atuais para a aplicação do estudo.

A pesquisa está apoiada na descrição detalhada de todos os aspectos e fatores ligados às condições de operabilidade da linha de produção em estudo e às variáveis relevantes à eficiência de limpeza dos trocadores de calor, primordialmente quanto ao tempo de limpeza deles. Tendo em vista o seu caráter empírico, a quantificação das variáveis é necessária para entender o comportamento do processo de otimização, que, com os dados obtidos, são elaborados gráficos e tabelas, além de análises e conclusões das informações produzidas.

Para isso, o projeto será dividido em quatro etapas: análise dos métodos utilizados; planejamento do novo método; desenvolvimento da nova plataforma e análise dos resultados obtidos através da comparação dos dados históricos.

Na análise do método utilizado, em que a limpeza era realizada individualmente e com uma bancada sem vibração com flushing, em que se verificou um tempo alto para o processo da limpeza do trocador de calor. Concluiu-se que o processo antigo de limpeza era ineficiente e houve a necessidade de um novo método, utilizando os mesmos princípios deste método.

Na etapa de planejamento houve a formação de um grupo de trabalho, foram decididos os parâmetros necessários para o novo projeto, houve a inclusão da bancada vibratória e como seria o seu desenvolvimento. Foi determinado um roteiro de fabricação dos itens e a partir deste, o departamento de planejamento realizou o pedido de compras de todo o material necessário e a nova bancada foi desenvolvida. Na etapa de checagem do processo, os primeiros testes foram realizados e apresentados, entretanto ainda existia a insatisfação por parte da coordenação quanto aos primeiros resultados.

Em novas reuniões, sucedeu-se a quarta etapa, na qual o grupo de trabalho definiu ações corretivas, implantando novas variáveis para serem apresentadas neste trabalho, sendo elas: o tipo de óleo, vazão mássica, temperatura do fluido e vibração. Isso totalizou 12 experimentos, os quais estão em processo de desenvolvimento.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O método para limpeza em trocadores de calor, conforme tratado nas Figuras 1 e 2, atualmente possibilita realizar o flushing em cinco trocadores por vez.

Desconsiderando o tempo para setup, com apenas um trocador de calor, ocorre redução do tempo de processo de 60 para 20 horas. Além disso, no tempo desprendido para execução de cinco trocadores de calor na bancada antiga, ou seja, 300 horas, é possível agora realizar a limpeza em 75 trocadores de calor, considerando que a nova bancada vibratória é simultânea. Tais fatos refletem diretamente na eficiência fabril da empresa.

O sistema dispõe de duas válvulas de extração na saída de óleo, para cada trocador, possibilitando a inspeção sem que haja a paralisação do circuito. O estudo está em fase de experimentos com as variáveis definidas da metodologia deste trabalho.

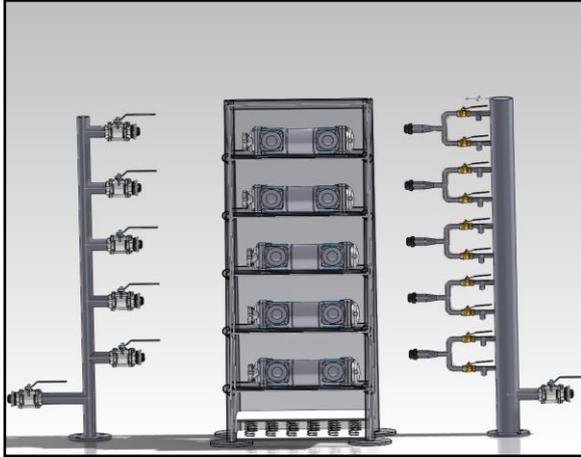


FIGURA 1. Esquema da bancada hidráulica.



FIGURA 2. Projeto e desenvolvimento da bancada vibratória.

## CONCLUSÕES

Comparando com a bancada antiga, a redução do tempo do processo foi satisfatória, mas em alguns casos, o particulado não cessa. Sendo assim, novos testes estão sendo realizados para investigar a quantidade de particulados nos trocadores de calor.

Já foram realizados parte dos testes, e considerando a variável “vibração”, concluiu-se até então, que os ensaios realizados com vibração são mais eficientes devido ao maior número de particulados presentes nos elementos filtrantes em um espaço mais curto de tempo, respeitando o tempo de 20 horas do ensaio.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa que cedeu espaço para realização do estudo de caso e pelo apoio cedido no desenvolvimento da solução encontrada.

Além desta, os autores são gratos ao Instituto Federal Campus Sertãozinho, responsável por todo conhecimento doado.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. S.; Elementos de máquinas II AT-102. Redutores. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasalan/AT102-Aula04.pdf>>. Acesso em: 09 abr 2017.

HYDAC. Catálogo Unidades Hidráulicas. Disponível em: <<https://www.hydac.com/br-pt/hydac-tecnologia-ltda.html>>. Acesso em: 28 jul 2017.

MARTINS, RODRIGO. Energia produzida a partir do bagaço da cana é economicamente viável. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=energia-produzida-partir-bagaco-cana-economicamente-viavel&id=010175090810#.WOqWkkXyvIU>>.

Acesso em: 07 ago 2017.