

ESTUDO SOBRE DE UM SISTEMA ECOLÓGICO PARA FILTRAGEM DO LÍQUIDO REFRIGERANTE APLICADO EM RETÍFICAS DE EIXOS PARA SISTEMAS DE DIREÇÃO VEICULAR ELÉTRICA

Mouhamed Zorkot

Sandro Pereira da Silva

Universidade Federal de Lavras, UFLA, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras/MG, Brasil.
mzorkot@engenharia.ufla.br; sandro.silva@deg.ufla.br;

Joelma Rezende Durão Pereira

Antônio Carlos Lima Neto

Anderson Pereira da Silva

Universidade Federal de Lavras, UFLA, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras/MG, Brasil.
joelma.durao@deg.ufla.br; antoniocarlos.ln@hotmail.com; anderson.silva1@posgrad.ufla.br

Resumo. Existem muitos equipamentos disponíveis para efetuar limpeza do fluido de refrigeração aplicada aos processos de transformação metal mecânica. Dentre esses sistemas foi selecionado um equipamento que permitisse ser auto-suficiente e não agredisse o meio ambiente, de forma ecologicamente correto. Para este desenvolvimento teve-se como parceiro o fornecedor Machsystem®, especialistas e detentores desta tecnologia. O equipamento é classificado como SFU-E (Sistema Ecológico Universal de Qualificação do Líquido Refrigerante) possui vazão de $80 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$, capacidade do tanque em 400 L e garantia de filtragem em 30 microns no particulado presente na operação de retificação. Dentro deste contexto o objetivo deste trabalho foi aplicar na operação de retificação tangencial externa de mergulho para uma peça com dois diâmetros retificados simultaneamente aplicado em sistemas de direção elétrica, a fim de avaliar o sistema de filtragem ecológica. O sistema de filtragem ecológico possui vazão de $80 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ com baixa variação, e partículas inferiores a 30 micras após a filtragem. Foram realizados dois “try-outs”. No primeiro, observou-se variação na relação da vazão de saída, não atingindo o objetivo. Realizando melhorias no sistema, que geravam perda de carga, realizou-se novos testes. Nos testes seguintes, já no segundo try-out, conseguiu-se uma estabilidade em relação à amplitude, em conjunto com a vazão de $80 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$. Essa estabilização deve-se à correção da dimensão da canaleta de passagem do fluido. Após a aprovação da vazão, analisou-se a capacidade de filtragem do sistema ecológico. O tamanho da maior partícula encontrada na saída do filtro lâmina foi de 0,008mm.

Palavras chave: Fluido de refrigeração, Ecologicamente correto, Filtragem, Retificação.

1. INTRODUÇÃO

No princípio, a filtração era utilizada com fins domésticos, em que se utilizavam pedras porosas, esponjas marinhas, panos, lãs, etc. Segundo Baker (1949) apud Montgomery (1985) o primeiro registro que se tem do uso de filtros para tratamento de água ocorreu cerca de 3000 anos atrás, na Índia.

Segundo O'Melia e Stumm (1967), a filtração é composta por dois diferentes mecanismos: um mecanismo de transporte, que envolve a passagem da partícula da fase líquida até a superfície do meio filtrante; e um mecanismo de aderência, que caracteriza as forças superficiais envolvidas entre as partículas e os grãos que compõem o meio filtrante.

Di Bernardo (2005) ainda explica que na etapa inicial da carreira de filtração, também chamada maturação, a produção de água com qualidade insatisfatória tem sido creditada principalmente à lavagem. Durante o processo de filtração, se a taxa de filtração permanecer constante, a velocidade de escoamento nos poros (velocidade intersticial) aumenta em função das partículas retidas, causando o arrastamento das partículas subcamadas inferiores do meio filtrante até aparecerem na água filtrada, ocasionando o transpasse (BIANCHI, et al, 2003).

A situação ideal é aquela em que o início do transpasse e a perda de carga limite no meio filtrante ocorrem simultaneamente.

Com a variação das características da água afluyente aos filtros ou das condições de operação da filtração, a turbidez da água filtrada é baixa, porém a perda de carga total iguala-se à carga hidráulica disponível total, e quando a evolução de perda de carga é baixa, porém ocorre o aumento contínuo da turbidez a partir de certo tempo de operação do filtro.

É importante salientar que, por segurança, durante a processo de filtração não pode ocorrer o transpasse, ou em caso extremo, o processo de filtração dever ser encerrado com o início do mesmo. Quando ocorre o transpasse significa que o meio filtrante não é mais capaz de reter impurezas ocasionando o aumento do número de organismos na água filtrada. Este aumento de turbidez e número de organismos podem comprometer a desinfecção do fluido e comprometer

severamente as condições de troca térmica durante o processo de retificação. Após toda análise teórica de um processo de filtragem no geral, dá-se início à parte de análise específica, avaliando o nível de eficiência do sistema de filtragem na retenção de particulados decorrentes do processo de retificação, sendo este mensurado de acordo com o tamanho e quantidade de itens contaminantes. A presente pesquisa visa contribuir no estudo de eficiência do sistema de filtragem ecológico aplicado na retificação do componente “*Input-Shaft*” utilizado no sistema de direção elétrico. As características mensuradas para tal análise correspondem a vazão do sistema e quantidade de contaminantes presentes no fluido de corte após o processo de filtragem.

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado em uma indústria de peças automotivas no situada no Sul de Minas Gerais. O equipamento utilizado para a filtragem foi fornecido pela empresa Machsyttem® e teve como auxílio uma bomba vertical montada no tanque, com vazão de 100 L.min^{-1} , pressão de 2,5 bar, potência de 1,5 kW, acoplada a um sistema de filtro tipo “hidrociclone”, em série com filtro lâmina de 20 micras na saída do sistema ecológico de filtragem. Esse sistema de filtragem ecológica é considerado uma tecnologia recente e merece maiores avaliações de eficiência.

O tanque teve como dimensões: $900 \times 1600 \times 1400 \text{ mm}$, divididos em dois compartimentos, para acomodação de fluido antes e após o processo de filtragem. O sistema de filtragem em pleno funcionamento apresenta nível de ruído inferior a 70 dB e a tensão de alimentação opera em 440V-3F-60 Hz.

O sistema de filtragem tem sua aplicação à retífica cilíndrica de mergulho do fornecedor Boneli, tendo como requisito o atendimento de uma vazão mínima de 80 L.min^{-1} e o particulado presente no fluido após o sistema de filtragem em no máximo 30 micras.

Para execução do processo de separação e pesagem dos contaminantes, foi adotado o procedimento de avaliação de impurezas do sistema de direção veicular. Tal processo utiliza uma bancada com sistema de ar comprimido para geração de vácuo, a uma pressão de 2 psi, uma tela de aço para acomodação do filtro, um forno com 1500 Watts de potência para elevar a temperatura do filtro à 70°C , eliminando assim todas as partículas de água inseridas no filtro e o processo de filtragem e pesagem sejam de precisão.

Os experimentos foram realizados na empresa Machsyttem® em duas etapas, o primeiro e o segundo try-out. Durante o primeiro “try-out”, observou-se variação na relação da vazão de saída, coletando-se dados sobre o tal fato. Feito isto, concluiu-se que existiam dimensões incorretas no projeto original, além de alguns outros fatores que interferiam na vazão final, como registro, curvas, que causava perda de carga. Assim, impediam que o resultado desejado fosse obtido. Então, foram feitas melhorias no sistema, para que se realizasse o segundo “try-out”. Este foi uma fonte de coleta de dados importantíssimos para comparação entre as etapas.

3. RESULTADOS

O Sistema Ecológico Universal de Qualificação do Líquido Refrigerante foi testado e qualificado, tendo como premissa atender a vazão de 80 L.min^{-1} e partículas inferiores a 30 micras após o processo de filtragem.

Os experimentos foram realizados na empresa Machsyttem® em duas etapas, e durante o primeiro “try-out”, observou-se variação na relação da vazão de saída atingindo patamares inferiores a 80 L.min^{-1} . Essa variação está relacionada à restrição helicoidal no elemento motriz do filtro hidrociclone, que apresenta dimensão fora de projeto, conforme demonstrado nas figuras 1 e 2. Na leitura observada de 16,5mm, deveria ser lido 19,0mm, aumentando a vazão de 72 L.min^{-1} para 80 L.min^{-1} .

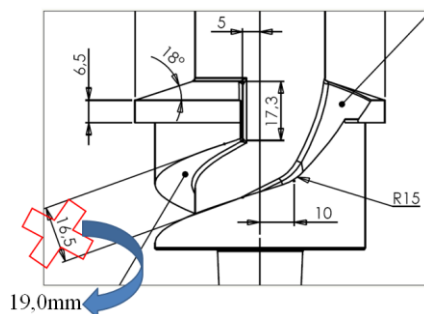


Figura 1 – Desenho da peça motriz do hidrociclone (Machsyttem® [2]).



Figura 2 – Peça motriz do hidrociclone (Machsystem® [2]).

Após a correção do elemento motriz foram executadas novas medições de vazão no sistema de filtragem, conforme demonstrado nas figuras 3, 4, 5 e 6, com 95% de confiança, segundo Montgomery (1985), oferece boa margem de confiança em relação aos resultados.

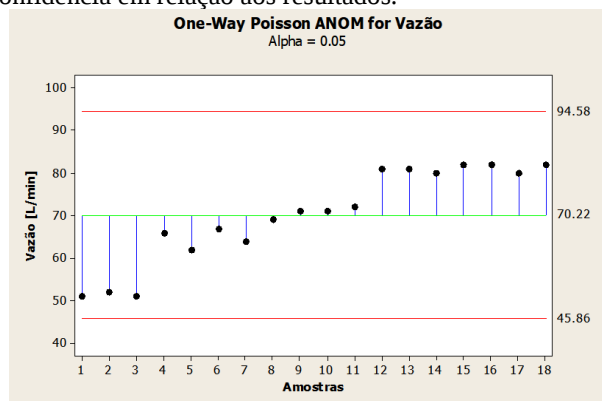


Figura 3 – Teste ANOVA One-Way Poisson (Minitab®, 2017)

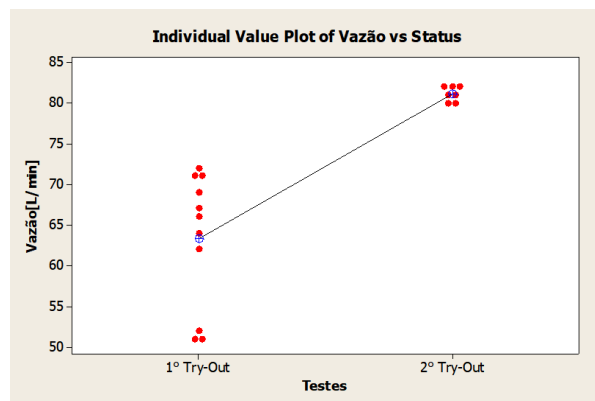


Figura 4 – Amplitude pontos individuais comparados nos “try-out’s” (Minitab®, 2017).

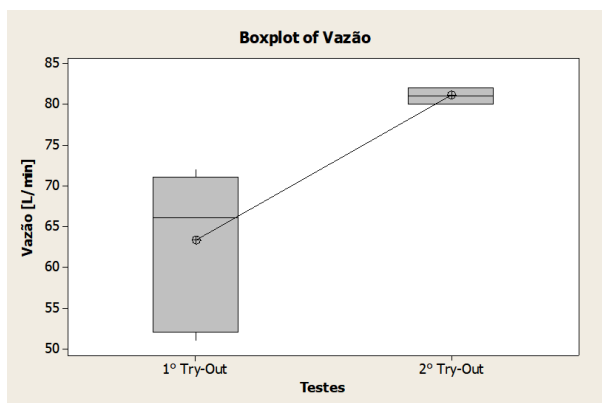


Figura 5 – Boxplot comparados nos “try-out’s” (Minitab®, 2017)

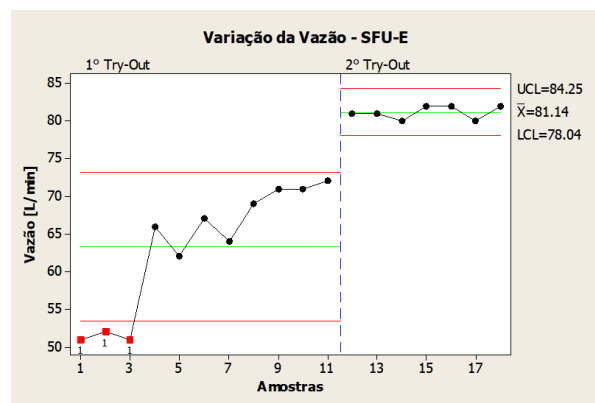


Figura 6 – Gráfico Individual (Minitab®, 2017)

O teste ANOVA One-Way Poisson mostra as amplitudes encontradas em cada medição do processo em comparação a média de todas as medições realizadas nos dois “try-out’s”, os dados de 1, 2 e 3 possuem amplitude de 19 L.min^{-1} abaixo da linha média de 70 L.min^{-1} . Os pontos 4, 5, 6, e 7 tiveram redução em sua amplitude devido a eliminação de duas curvas existentes na linha hidráulica, reduzindo as perdas de carga e consequentemente o aumento da vazão do patamar médio de 51 L.min^{-1} para 65 L.min^{-1} . Os pontos 8, 9, 10 e 11 apresentaram comportamentos próximos, tendo variação de 2 L.min^{-1} em relação à linha média. A razão desta estabilização tem etiologia na remoção do registro controlador de fluxo, reduzindo a perda de carga deste item no sistema hidráulico. Os pontos 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 apresentaram

estabilidade em relação à amplitude e atendimento a vazão objetivo de 80 L.min⁻¹. Essa estabilização deve-se à correção da dimensão da canaleta de passagem do fluído, conforme demonstrado nas Figuras 1 e 2.

Nos gráficos das Figuras 4 e 5, pode-se observar diferenças significativas entre os dois “try-out’s” realizados. A amplitude e dispersão das leituras de vazão no primeiro try-out variam de 51 L.min⁻¹ à 72 L.min⁻¹, demonstrando instabilidade no processo de filtragem. As medições de vazão realizadas no segundo “try-out” são coesas, com amplitude de 2 L.min⁻¹ e média de 81 L.min⁻¹.

A Figura 6 demonstra o deslocamento da linha média da medição de vazão do sistema de filtragem de 63 L.min⁻¹, obtidos no primeiro “try-out”, para 81 L.min⁻¹ do segundo “try-out”. As diferenças entre as linhas médias e a sucessão de pontos com pequena amplitude observadas no segundo “try-out”, demonstra estabilidade e robustez no processo de filtragem com a tecnologia de hidrociclone e filtro lâmina associados em série.

Após a aprovação da vazão, seguimos com a análise da capacidade de filtragem do sistema ecológico. Foram coletadas amostras do tanque sujo após a passagem do hidrociclone e na saída do filtro lâmina, conforme demonstrado na Figura 7.

As Figuras 8, 9 e 10 referem-se ao resultado em peso dos contaminantes inseridos no sistema de filtragem ecológico. O tamanho da maior partícula encontrada na saída do filtro lâmina foi de 0,008mm, detectado através de um microscópio padrão de laboratório com escala micrométrica no visor.



Figura 7 – Amostras para análise de contaminantes (Machsystem® [3]).



Figura 8: Contaminantes tanque sujo (TRW,2001)



Figura 9: Contaminantes saída hidrociclone



Figura 10: Contaminantes saída filtro lâmina.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os procedimentos realizados e resultados obtidos, constata-se sobre o filtro ecológico que: substitui com eficiência sistemas que utilizam papel ou bag's descartáveis; não necessita da logística para compra e estoque dos

descartáveis; elimina as paradas de máquina para troca do filtro descartável; reduz de 20% na área ocupada em relação ao sistema convencional de filtros descartáveis; partículas restantes após o processo de filtragem são menores que 0,008mm; vazão no sistema estável em 80 L.min⁻¹.

Então, pode-se concluir que o uso do filtro ecológico é uma proposta inovadora, sustentável e eficaz.

5. REFERÊNCIAS

- BIANCHI, E. C.; AGUIAR, P.R; PIUBELI, B.O. *Aplicação e utilização dos fluidos de corte nos processos de retificação*. São Paulo: Artliber Editora, 2003.
- DI BERNARDO, L. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. 2ª Ed. São Paulo: RIMA, 2005.
- MACHSYTEM, *Acervo de informações técnicas da MACHSYSTEM*, (2011).
- MONTGOMERY, J. M. *Water treatment principles and desing*. [S.I.]:Wiley-Interscience Publication,1985.696 p.
- O'MELIA, C. R.; STUMM, W. *Theory of water filtration*. Journal American Water Works Association. [S.I.], v. 59, n. 11, p. 1393-1412, Nov. 1967.
- Software MINITAB®, (2016).
- TRW, *Acervo de informações técnicas da TRW Automotive*, (2011).

6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

SEARCH ON AN ECOLOGICAL SYSTEM FOR REFRIGERANT LIQUID FILTERING APPLIED IN RETAIL AXLES FOR ELECTRIC VEHICLE DIRECTION SYSTEMS

Mouhamed Zorkot

Sandro Pereira da Silva

Universidade Federal de Lavras, UFLA, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras/MG, Brasil.
mzorkot@engenharia.ufla.br; sandro.silva@deg.ufla.br ;

Joelma Rezende Durão Pereira

Antônio Carlos Lima Neto

Anderson Pereira da Silva

Universidade Federal de Lavras, UFLA, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras/MG, Brasil.
joelma.durao@deg.ufla.br; antoniocarlos.ln@hotmail.com; anderson.silva1@posgrad.ufla.br

Abstract. There are many equipment available to clean the cooling fluid applied to metalworking processes. Among these systems was selected equipment that would be self-sufficient and not harm the environment, in an ecologically correct way. For this development, the Machsystem® supplier, specialists and owners of this technology, was a partner. The equipment is classified as SFU-E (Universal Ecological System for Qualification of Coolant) with a flow rate of 80L.min⁻¹, capacity of the tank in 400 L and guarantee of filtration in 30 microns in the particulate present in the rectification operation. Within this context, the objective of this work was to apply the external tangential rectification of the dive to a piece with two diameters rectified simultaneously applied in electrical direction systems, in order to evaluate the ecological filtration system. The ecological filtration system has a flow rate of 80 L.min⁻¹ with low variation, and particles less than 30 microns after filtration. Two try-outs were performed. In the first one, it was observed a variation in the relation of the exit flow, not reaching the objective. Making improvements in the system, which generated load loss, new tests were carried out. In the following tests, already in the second try-out, stability was achieved in relation to the amplitude, together with the flow rate of 80 L.min⁻¹. This stabilization is due to the correction of the size of the fluid passageway. After the discharge was approved, the filtration capacity of the ecological system was analyzed. The largest particle size found at the exit of the blade filter was 0.008 mm.

Keywords: Refrigerant, Ecologically correct, Filtration, Rectification.

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.