



Algoritmo genético e enxame de partículas para a otimização de suportes laterais de fornos



G.J. Simões^{a,*} e N.F.F. Ebecken^b

^a Equipment Engineer, PETRÓLEO BRASILEIRO S.A., Research and Development Center (CENPES), Project Engineering for Downstream, Gas & Energy, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

^b Professor, COPPE/Federal University of Rio de Janeiro, PO Box 68506, Rio de Janeiro, RJ 21945-970, Brazil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 29 de janeiro de 2014

Aceite a 14 de julho de 2014

On-line a 9 de janeiro de 2015

Palavras-chave:

Algoritmos evolutivos

Suportes de tubos

Fornos de refinaria

Projeto mecânico

R E S U M O

A otimização de um componente mecânico é um importante aspecto do processo de engenharia; um sistema bem projetado irá permitir uma redução do custo durante a fase de operação do equipamento. Em refinarias de petróleo e em plantas petroquímicas, fornos são incorporados ao processo para suprir energia térmica (calor) gerada pela combustão do combustível, que é transmitida para o fluido que escoou no interior da serpentina. Um importante componente interno de um forno de refinaria de petróleo é o sistema que suporta a serpentina de tubos. Este trabalho faz parte de uma pesquisa cuja meta é gerar uma nova metodologia para o projeto de suportes da zona de radiação de fornos de refinaria. Essa metodologia representa no seu conjunto a possibilidade de aplicação de alguns algoritmos evolutivos na área de projeto mecânico de fornos. Para a otimização de suportes laterais são utilizados 2 algoritmos evolutivos, o algoritmo genético e enxame de partículas. Neste estudo é realizada uma comparação entre os 2 métodos de otimização escolhidos. Recentes técnicas de penalidade dinâmica, especificamente o método da penalidade adaptativa, são incorporadas ao algoritmo. Os requisitos de resistência e operacionalidade são considerados no projeto como especificados pela norma API560. Os resultados mostram que o modelo converge para uma solução muito eficiente. Um exemplo real é incluído para demonstrar a eficiência do algoritmo.

© 2014 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Optimization of furnace lateral supports by genetic algorithm and particle swarm optimization

A B S T R A C T

Optimization of mechanical components is an important aspect of the engineering process; a well designed system will lead to money saving during the production phase and better machine life. In oil refineries and petrochemical plants, furnaces are incorporated into the process to supply thermal energy (heat) generated by fuel combustion, which is transmitted to a fluid flowing within a tube bundle, i.e., a coil. An important internal component of the furnace oil refinery is the system that supports the tube coil. This work is part of a research whose goal is to generate a new methodology for the investigation and search of the supports of the radiation zone refining furnace. This methodology represents as a whole the possibility of application of some evolutionary algorithms in the area of mechanical design of furnaces. For the optimization of the lateral supports two evolutionary algorithms are used, genetic algorithm and particle swarm algorithm. In this work a comparison between the two optimization methods chosen is carried out. Recent techniques of dynamic penalty, specifically adaptive penalty method are incorporated into the algorithms. The serviceability and strength requirements are considered in the design problem as specified in API560. The results show that the model converges to a very efficient solution without any engineer intervention. A real example is included to demonstrate the efficiency of the algorithm.

© 2014 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Evolutionary algorithms

Tube supports

Fired heaters

Mechanical design

* Autor para correspondência.

Correios eletrônicos: josimoes@petrobras.com.br (G.J. Simões), nelson@ntt.ufrj.br (N.F.F. Ebecken).

1. Introdução

Devido à crescente demanda no Brasil por derivados do petróleo existe a necessidade de expansão do refino. Logo, novas refinarias serão construídas e os fornos podem representar mais de 20% do investimento de uma unidade do refino. Dentro deste contexto, melhorias no projeto deste equipamento e de suas estruturas representam um aumento da segurança operacional e uma redução do custo total do projeto.

O projeto de fornos de refinaria de petróleo é complexo e envolve diversos sistemas. Um subgrupo destes sistemas inclui os componentes internos que estão expostos a altas temperaturas. Um componente interno importante é o sistema de suportação da serpentina de tubos.

Aproximadamente 40% das interrupções não planejadas na operação de fornos são causadas por falhas no sistema de suportação de tubos. Adicionalmente, estes suportes são fabricados a partir de um material com um custo elevado. O projeto de um suporte que considera aspectos relacionados à seguranca operacional e   redução do peso do mesmo permitirá uma redução de custo significativa. No presente estudo é realizada apenas a otimização dos suportes laterais. Para a otimização dos suportes laterais são utilizados 2 algoritmos evolutivos, o algoritmo genético (AG) e o algoritmo enxame de partículas (particle swarm optimization – PSO).

Em diversos trabalhos recentes outros tipos de problema foram abordados, sempre utilizando algoritmos evolutivos. Nestes estudos foram feitas, de forma eficiente, uma otimização em um projeto mecânico, considerando um determinado componente, como uma turbina [1], um domo [2], um tanque c nico [3] ou um riser [4,5]. Logo, os diversos algoritmos evolutivos, como os AG e o PSO, têm grande flexibilidade e aplicabilidade, pois permitem exploração e exploração do espaço de busca.

Este trabalho faz parte de uma pesquisa cujo objetivo é a implementação de alguns algoritmos evolutivos na área de projeto mecânico de fornos [6].

A redução do peso do suporte, que é a meta deste estudo, possibilitará uma redução no custo na etapa da fabricação destes componentes. O que pode ser significativo se considerarmos que o forno da Refinaria Gabriel Passos (REGAP) possui 640 suportes fundidos.

O projeto dos suportes laterais é realizado utilizando-se uma abordagem analítica, através do programa SuporteLForno, que foi desenvolvido por técnicos da Petrobras. Logo, utilizou-se uma metodologia analítica como método de cálculo das restrições estruturais.

A abordagem analítica considera tensões decorrentes do peso dos tubos, associados à tensão de longa duração, e a tensões relacionadas à dilatação dos tubos, associados à tensão de curta duração. O projeto é baseado na norma API STANDARD 560 [7], específica para o projeto de fornos industriais. Esta norma cont m diversas recomendações e procedimentos para o projeto de suportes dos tubos que passam pelo interior do forno, considerando que os suportes trabalham sob severo regime de fluência.

Neste trabalho realiza-se uma comparação entre os 2 métodos de otimização escolhidos para a otimização deste projeto.

Recentes técnicas de penalização dinâmica são incorporadas ao algoritmo, mais especificamente o método de penalidade adaptativa (APM) de Lemonge e Barbosa [8]. Esse método é robusto e eficiente. O tratamento é totalmente adaptativo, não precisando ser parametrizado.

Através dos resultados obtidos com os algoritmos de otimização realizou-se uma comparação com um projeto de um forno real para a refinaria REGAP da Petrobras.

2. Algoritmo enxame de partículas

O método de otimização PSO foi originalmente desenvolvido por Kennedy e Eberhart [8]. A técnica PSO é inspirada no voo de pássaros, que são denominados de partículas.

Esse método se inicializa aleatoriamente, através de um conjunto de partículas com velocidades e posições aleatórias. Após essa inicialização os indivíduos são avaliados através da função de avaliação. Em um algoritmo PSO existe um conjunto de vetores cujas trajetórias oscilam em torno de uma região definida por cada melhor posição individual (PBEST) e a melhor posição dos outros (GBEST).

A posição da partícula, x_i , vai sendo atualizada de acordo com a equa o:

$$x_i(t+1) = x_i(t) + w.v_i(t) + C1.rnd(PBEST-x_i(t)) + C2.rnd(GBEST-x_i(t)) \quad (1)$$

Na equa o (1), $v_i(t)$ representa o vetor velocidade da partícula i no tempo t , w é o fator de inércia, rnd representa números aleatórios de distribuição uniforme entre 0-1, $C1$ e $C2$ representam respectivamente os parâmetros social e cognitivo, PBEST é a melhor posição individual e GBEST é a melhor posição social. Os parâmetros $C1$ e $C2$ ajustam o balanço entre a influência social e a aprendizagem da partícula individual.

No algoritmo básico inicial do PSO, proposto por Kennedy e Eberhart [7], $C1 = C2 = 2$. Trabalhos posteriores [9-11] indicam a preferência pelo uso de outros valores para os parâmetros cognitivo e social.

Kennedy e Eberhart [9] sugerem que se definam limites para a velocidade máxima de cada partícula, limitada ao valor limite de cada variável ($x_{máx.} - x_{mín.}$). Mas, estudos indicavam a necessidade de um controle da velocidade mais elaborado.

Desta forma, introduziu-se na equa o (1) o fator de inércia w [12].

3. Algoritmo genético

Os AG são inspirados na teoria da evolução natural e também em conceitos posteriores sobre genética e foram originalmente propostos por Holland [13].

Inicialmente, para o processo de otimização, cada indivíduo é definido em função das variáveis de projeto. Pode-se escolher a codificação binária ou real. Define-se os limites de cada variável, o que gera um espaço de busca para o processo. A população da primeira geração   obtida de maneira aleatória. Posteriormente cada indivíduo da geração atual é avaliado pela função de avaliação.

Em geral   possível na própria função de avaliação incorporar uma função de penalidade, que será capaz de avaliar e penalizar os indivíduos que eventualmente violem as restrições do problema. Para o cálculo das restrições podem ser utilizados diversos tipos de funções de penalidades. Nesta pesquisa utilizou-se a penalidade adaptativa [8].

Posteriormente a metodologia verifica se um determinado critério de parada foi atingido. Podem ser utilizados um determinado número de gerações, um valor para o melhor indivíduo ou até um determinado tempo para o processo de otimização.

Após a avaliação de cada indivíduo da população e se o critério de parada não for satisfeito realiza-se a seleção dos pares de indivíduos para a reprodução. Os indivíduos mais adaptados são selecionados probabilisticamente. Após esta etapa, são aplicados os operadores de cruzamento e mutação com uma probabilidade pré-definida, p_c e p_m , respectivamente. O ciclo reinicia-se novamente até que o critério de parada seja satisfeito.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1702469>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1702469>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)