

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

Faculdade de Engenharia Mecânica

e Instituto de Geociências

AUTOR

## Aplicação de Cera em Cilindros

## Verticais

CAMPINAS

20XX

###### AUTOR

## Aplicação de Cera em Cilindros

## Verticais

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica e Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Doutor/Doutora em Ciências e Engenharia de Petróleo, na área de <NOME DA ÁREA>.

**Obs. 1) No caso de Cotutela, incluir a seguinte informação após o nome do Curso e da Área: “no âmbito do Acordo de Cotutela firmado entre a Unicamp e a <NOME DA UNIVERSIDADE (PAÍS)>”**

Orientador: Prof. Dr.

Coorientador: Prof. Dr

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃOFINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO(A) ALUNO(A)..................................................................., E ORIENTADA PELO(A) PROF(A). DR(A).................................................................

**CAMPINAS**

**20XX**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA

BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

**Obs 1.** Esta folha deve ser impressa no verso da folha de rosto.

**Obs 2.** Quando se tratar de Dissertações e Teses financiadas por agências de fomento, essas informações continuarão sendo colocadas no sistema de fichas (agência, o número do processo) mas não será apresentada na Ficha Catalográfica.

**Obs 3.** Caso o trabalho seja feito em Cotutela, será necessário informar no campo “Observação” na ficha catalográfica o fato, a Universidade convenente, o País e o nome do Orientador / Coorientador.

**Obs 4.** ORCID.

Para solicitar a ficha catalográfica, acesse o link: [www.bae.unicamp.br](http://www.bae.unicamp.br)

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**Faculdade de Engenharia Mecânica**

**e Instituto de Geociências**

**TESE DE DOUTORADO ACADÊMICO**

## Aplicação de Cera em Cilindros

## Verticais

Autor:

Orientador:

Coorientador:

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Tese:

**Prof. Dr. Gilberto Mamalil, Presidente**

**Departamento/Unidade/Instituição**

**Prof. Dr. Carlos Alberto Lima**

**Departamento/Unidade/Instituição**

**Prof. Dr. Benedito Kusmell**

**Departamento/Unidade/Instituição**

**Prof. Dr. Martins Jorge Araujo**

**Departamento/Unidade/Instituição**

**Prof. Dr. Borges da Silveira**

**Departamento/Unidade/Instituição**

A Ata de Defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

Campinas, 10 de agosto de 2012

## Dedicatória

(OPCIONAL)

Elemento opcional no qual o autor presta homenagem ou dedica seu trabalho para uma ou mais pessoas.

## Agradecimentos

(OPCIONAL)

Elemento opcional no qual o autor faz agradecimentos dirigidos àqueles que contribuíram de maneira relevante à elaboração do trabalho.

Quando se tratar de dissertações e teses que receberam auxílio financeiro (integral ou parcial) de agências de fomento é obrigatória a referência ao apoio recebido . (OF PRPG 002/2019 – Orientação sobre dissertações e teses)., usando as expressões, no idioma do trabalho, indicadas pelas Agências:

CAPES:

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”

“This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001”

FAPESP:

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo no aaaa/nnnnn-d”

“This study was financed in part by the São Paulo Research Foundation (FAPESP), grant #aaaa/nnnnn-d”

CNPq e demais apoios, seguir modelo:

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo no nnnnnn/aaaa-d”

“This study was financed in part by The Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), grant #nnnnnn/aaaa- d”

Sugerimos que o nome dos órgãos de fomento não seja citado caso não tenha ocorrido financiamento ou uso de recursos de custeio.

## Resumo

Elemento obrigatório em português contendo no máximo 500 palavras, no qual o autor apresenta de forma concisa os pontos relevantes de seu trabalho.

**Palavras Chave:**

## Abstract

(Obrigatório, resumo traduzido para o inglês)

**Key Word:**

## Lista de Ilustrações

(OPCIONAL)

**Lista de Tabelas**

(OPCIONAL)

## Lista de Abreviaturas e Siglas

(OPCIONAL)

## Sumário

[1. INTRODUÇÃO 3](file:///C:\Users\dilma\Desktop\Modelos%20Atualizados\Modelo%20-%20Dissertação%20-%20CEP.doc#_Toc433622380)

[1.1. Aspectos Práticos 3](file:///C:\Users\dilma\Desktop\Modelos%20Atualizados\Modelo%20-%20Dissertação%20-%20CEP.doc#_Toc433622381)

[2. REVISÃO DA LITERATURA 3](file:///C:\Users\dilma\Desktop\Modelos%20Atualizados\Modelo%20-%20Dissertação%20-%20CEP.doc#_Toc433622383)

[3. MODELAGEM TEÓRICA 3](file:///C:\Users\dilma\Desktop\Modelos%20Atualizados\Modelo%20-%20Dissertação%20-%20CEP.doc#_Toc433622385)

[4. ANÁLISE EXPERIMENTAL 3](file:///C:\Users\dilma\Desktop\Modelos%20Atualizados\Modelo%20-%20Dissertação%20-%20CEP.doc#_Toc433622386)

[5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 3](file:///C:\Users\dilma\Desktop\Modelos%20Atualizados\Modelo%20-%20Dissertação%20-%20CEP.doc#_Toc433622387)

[6. CONCLUSÕES 3](file:///C:\Users\dilma\Desktop\Modelos%20Atualizados\Modelo%20-%20Dissertação%20-%20CEP.doc#_Toc433622388)

[REFERÊNCIAS 3](file:///C:\Users\dilma\Desktop\Modelos%20Atualizados\Modelo%20-%20Dissertação%20-%20CEP.doc#_Toc433622389)

[Anexo A - Título do anexo 3](file:///C:\Users\dilma\Desktop\Modelos%20Atualizados\Modelo%20-%20Dissertação%20-%20CEP.doc#_Toc433622390)

[APÊNDICE A - Título do apêndice 3](file:///C:\Users\dilma\Desktop\Modelos%20Atualizados\Modelo%20-%20Dissertação%20-%20CEP.doc#_Toc433622391)

- Fonte para os textos 12 – conforme ABNT 14724/2011;

- Normas para Citação, consultar ABNT 10520.

- Normas para Referências: consultar ABNT 6023 de 2018.

- Acesso às normas da ABNT na página da Biblioteca: [www.bae.unicamp.br](http://www.bae.unicamp.br)

**1 INTRODUÇÃO**

Todas as páginas deverão ser contadas, porém as folhas pré-textuais não são numeradas.

13

O indicativo numérico de uma seção precede seu título, alinhado à esquerda, separado por um espaço.

A formação de cera é um fenômeno que aparece em muitas aplicações comerciais e industriais como no caso de asa de aviões, rotores de compressores, evaporadores de sistemas de refrigeração e muitos outros. A formação de cera em equipamentos, na maior parte das vezes, prejudica o seu desempenho tornando necessário um processo de decera para que o equipamento volte a operar em condições normais. A medida que o tempo passa a camada de cera cresce e vai ficando mais densa, tornando ainda mais difícil o processo de decera. No caso específico de evaporadores o processo de decera é feito de forma não técnica e mais ainda, a distribuição das barra de decera é feita sem qualquer fundamento científico. Como resultado disto obtém-se um mau desempenho dos equipamentos e maior gasto energético. Um estudo detalhado sobre o fenômeno de formação de cera, os efeitos dos vários fatores operacionais e geométricos devem ajudar na melhora dos sistemas de cera.

O fenômeno de formação de cera tem sido objeto de muitos estudos há algum tempo, sendo que o primeiro trabalho publicado, segundo Chung e Algren (1950), foi feito por Pienning em 1933 e publicado na *Gesundhids Ingenieu*r, revista alemã. De lá para cá foram feitas pesquisas em diversos países e percebeu-se que, graças a este fenômeno, uma grande....

1.1 **Aspectos prático**s

Na área as condições do escoamento variam simultaneamente com o incremento da espessura da cera, pois a geometria do corpo é constantemente alterada

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

14

Alinhado à esquerda

A formação de cera é um fenômeno que aparece em muitas aplicações comerciais e industriais como no caso de asa de aviões, rotores de compressores, evaporadores de sistemas de refrigeração e muitos outros. A formação de cera em equipamentos, na maior parte das vezes, prejudica o seu desempenho tornando necessário um processo de decera para que o equipamento volte a operar em condições normais. A medida que o tempo passa a camada de cera cresce e vai ficando mais densa, tornando ainda mais difícil o processo de decera. No caso específico de evaporadores o processo de decera é feito de forma não técnica e mais ainda, a distribuição das barra de decera é feita sem qualquer fundamento científico. Como resultado disto obtém-se um mau desempenho dos equipamentos e maior gasto energético. Um estudo detalhado sobre o fenômeno de formação de cera, os efeitos dos vários fatores operacionais e geométricos devem ajudar na melhora dos sistemas de cera.

O fenômeno de formação de cera tem sido objeto de muitos estudos há algum tempo, sendo que o primeiro trabalho publicado foi feito por Pienning em 1933 e publicado na *Gesundhids Ingenieu*r, revista alemã. De lá para cá foram feitas pesquisas em diversos países e percebeu-se que, graças a este fenômeno, uma grande quantidade de energia era perdida em sistemas de refrigeração.

A perda de energia pode ser encarada por duas frentes: uma, a mais óbvia, é a perda na

## 3 MODELAGEM TEÓRICA

15

Alinhado à esquerda

A formação de cera é um fenômeno que aparece em muitas aplicações comerciais e industriais como no caso de asa de aviões, rotores de compressores, evaporadores de sistemas de refrigeração e muitos outros. A formação de cera em equipamentos, na maior parte das vezes, prejudica o seu desempenho tornando necessário um processo de decera para que o equipamento volte a operar em condições normais. A medida que o tempo passa a camada de cera cresce e vai ficando mais densa, tornando ainda mais difícil o processo de decera. No caso específico de evaporadores o processo de decera é feito de forma não técnica e mais ainda, a distribuição das barra de decera é feita sem qualquer fundamento científico. Como resultado disto obtém-se um mau desempenho dos equipamentos e maior gasto energético. Um estudo detalhado sobre o fenômeno de formação de cera, os efeitos dos vários fatores operacionais e geométricos devem ajudar na melhora dos sistemas de cera.

O fenômeno de formação de cera tem sido objeto de muitos estudos há algum tempo, sendo que o primeiro trabalho publicado foi feito por Pienning em 1933 e publicado na *Gesundhids Ingenieu*r, revista alemã. De lá para cá foram feitas pesquisas em diversos países e percebeu-se que, graças a este fenômeno, uma grande quantidade de energia era perdida em sistemas de refrigeração.

A perda de energia pode ser encarada por duas frentes: uma, a mais óbvia, é a perda na

**4 ANÁLISE EXPERIMENTAL**

Alinhado à esquerda

16

A formação de cera é um fenômeno que aparece em muitas aplicações comerciais e industriais como no caso de asa de aviões, rotores de compressores, evaporadores de sistemas de refrigeração e muitos outros. A formação de cera em equipamentos, na maior parte das vezes, prejudica o seu desempenho tornando necessário um processo de decera para que o equipamento volte a operar em condições normais. A medida que o tempo passa a camada de cera cresce e vai ficando mais densa, tornando ainda mais difícil o processo de decera. No caso específico de evaporadores o processo de decera é feito de forma não técnica e mais ainda, a distribuição das barra de decera é feita sem qualquer fundamento científico. Como resultado disto obtém-se um mau desempenho dos equipamentos e maior gasto energético. Um estudo detalhado sobre o fenômeno de formação de cera, os efeitos dos vários fatores operacionais e geométricos devem ajudar na melhora dos sistemas de cera.

O fenômeno de formação de cera tem sido objeto de muitos estudos há algum tempo, sendo que o primeiro trabalho publicado foi feito por Pienning em 1933 e publicado na *Gesundhids Ingenieu*r, revista alemã. De lá para cá foram feitas pesquisas em diversos países e percebeu-se que, graças a este fenômeno, uma grande quantidade de energia era perdida em sistemas de refrigeração.

A perda de energia pode ser encarada por duas frentes: uma, a mais óbvia, é a perda na

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

17

Alinhado à esquerda

A formação de cera é um fenômeno que aparece em muitas aplicações comerciais e industriais como no caso de asa de aviões, rotores de compressores, evaporadores de sistemas de refrigeração e muitos outros. A formação de cera em equipamentos, na maior parte das vezes, prejudica o seu desempenho tornando necessário um processo de decera para que o equipamento volte a operar em condições normais. A medida que o tempo passa a camada de cera cresce e vai ficando mais densa, tornando ainda mais difícil o processo de decera. No caso específico de evaporadores o processo de decera é feito de forma não técnica e mais ainda, a distribuição das barra de decera é feita sem qualquer fundamento científico. Como resultado disto obtém-se um mau desempenho dos equipamentos e maior gasto energético. Um estudo detalhado sobre o fenômeno de formação de cera, os efeitos dos vários fatores operacionais e geométricos devem ajudar na melhora dos sistemas de cera.

O fenômeno de formação de cera tem sido objeto de muitos estudos há algum tempo, sendo que o primeiro trabalho publicado foi feito por Pienning em 1933 e publicado na *Gesundhids Ingenieu*r, revista alemã. De lá para cá foram feitas pesquisas em diversos países e percebeu-se que, graças a este fenômeno, uma grande quantidade de energia era perdida em sistemas de refrigeração.

A perda de energia pode ser encarada por duas frentes: uma, a mais óbvia, é a perda na

**6 CONCLUSÃO**

18

Alinhado à esquerda

A formação de cera é um fenômeno que aparece em muitas aplicações comerciais e industriais como no caso de asa de aviões, rotores de compressores, evaporadores de sistemas de refrigeração e muitos outros. A formação de cera em equipamentos, na maior parte das vezes, prejudica o seu desempenho tornando necessário um processo de decera para que o equipamento volte a operar em condições normais. A medida que o tempo passa a camada de cera cresce e vai ficando mais densa, tornando ainda mais difícil o processo de decera. No caso específico de evaporadores o processo de decera é feito de forma não técnica e mais ainda, a distribuição das barra de decera é feita sem qualquer fundamento científico. Como resultado disto obtém-se um mau desempenho dos equipamentos e maior gasto energético. Um estudo detalhado sobre o fenômeno de formação de cera, os efeitos dos vários fatores operacionais e geométricos devem ajudar na melhora dos sistemas de cera.

O fenômeno de formação de cera tem sido objeto de muitos estudos há algum tempo, sendo que o primeiro trabalho publicado foi feito por Pienning em 1933 e publicado na *Gesundhids Ingenieu*r, revista alemã.

A perda de energia pode ser encarada por duas frentes: uma, a mais óbvia, é a perda na transferência de calor que é desviada para solidificar o vapor de água existente no ar; a outra seria

**Referências**

##### **Centralizado**

19

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

2 espaços simples entre cada referência

GURGEL, Carlos A.; NOBRE, Darcy das Neves; RONZANI, Ernesto Ribeiro. Análise experimental da câmara de combustão de um estato-reator a combustível sólido. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA MECÂNICA NORTE-NORDESTE (CEM-NNE/91), 1991, Natal. **Anais...** Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 1991. p.66-71.

HALL, K.C.; CRAWLEY, E.F. Calculation of unsteady flows in turbomachnery using linearized Euler equations. **AIAA Journal**, v.27, n.6, p.777-787, 1989.

HOLZAPFEL, Gerhard A. Thermodynamics of materials. In: \_\_\_\_\_\_ . **Nonlinear solid mechanics**: a continuum approach for engineering. Chichester: John Wiley & Sons, 2000. cap.7, p.305-369.

JACON, Fábio T. Peggau. **Ajuste de modelos lineares aplicado a máquinas rotativas**. 2000. 156p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

LESON LABORATÓRIIO DE ENGENHARIA SÔNICA S.A. Hélio T. Bittencourt. **Electroacoustic transducer**. BR n. 5245669, 14 Sept. 1993.

STOECKER, W.F.; JONES, J.W. **Refrigeração e ar condicionado**. São Paulo: Mc Graw-Hill, 1985. 481p.

TONG, L.; SPELT, J.K.; FERNLUND, G. Strength determination of adhesive bonded joints. In: TONG, Liyong; SOUTIS, Costas (Ed.). **Recent advances in structural joints and repairs for composite materials**. Dordrecht: Kluwer, 2003. chap. 2, p.27-66.

## ANEXO A – Título do anexo

20

##### **Centralizado**

Os anexos são identificados por letras maiúsculas consecutivas, travessão e pelos respectivos títulos.

## APÊNDICE A – Título do apêndice

##### **Centralizado**

21

Os apêndices são identificados por letras maiúsculas consecutivas, travessão e pelos respectivos títulos.