

PROGRAMA DA DISCIPLINA

1. Introdução Geral (2,0 h)

Mudanças de fase líquido-vapor e vapor-líquido mediante processos isotérmicos ou processos isobáricos - descrição dos fenômenos de ebulição, cavitação e condensação. Aplicações industriais.

2. Introdução à Ebulição (6,0 h)

Curva de ebulição e estabilidade-descrição dos principais regimes de ebulição. Caracterização dos diferentes enfoques que motivam o estudo da ebulição. O fenômeno de crise de ebulição-modelo de Zuber para a ebulição em vaso. Instabilidade de Taylor e de Helmholtz. Correlação de Kutateladze. Crise de ebulição para sistemas em convecção forçada.

3. Nucleação (5,0 h)

Nucleação homogênea e nucleação heterogênea. Noções de Termodinâmica-equação de Van Der Waals e estados meta-estáveis. Equações de Clausius-Clapeyron e de Laplace. Conceito de tensão superficial. Equação de Laplace - Kelvin. Nucleação em micro-cavidades e estabilidade. Nucleação heterogênea em um líquido sub-resfriado-fenômeno de histerese.

4. Dinâmica de Bolhas (4,0 h)

Correntes de Marangoni. Diâmetro de partida de uma bolha. Frequência de partida de bolhas. Equação de Rayleigh-Plesset. Modelo de Plesset-Zwick.

5. Modelos Simplificados para os escoamentos Bifásicos (6,0 h)

Modelos básicos: modelo homogêneo e modelo de fases separadas.

6. Ebulição em Espaços Confinados (2,0 h)

Características da ebulição em espaços confinados. Número de Bond. Coeficiente de transmissão de calor *nos regimes de ebulição nucleada*. Crise de ebulição.

7. Ebulição em Convecção Forçada (6,0h)

Descrição dos principais regimes de ebulição de acordo com o tipo de configuração geométrica das interfaces líquido-vapor-mapa dos regimes. Modelos semi-empíricos. Ebulição sub-resfriada e ebulição saturada. Correlação de Chen. Ebulição convectiva em micro-canais.

8. Condensação (6,0 h)

Condensação em gotas e em película-modelo de Nusselt. Correlações para a condensação em película sobre tubos horizontais e verticais e no interior de tubos. Condensação em presença de gases não condensáveis.

9. Aplicações Industriais (2,0 h)

Referências

- Carey, Van P., 1992, An Introduction to the Thermophysics of Vaporization and Condensation Processes in Heat Transfer Equipment, Taylor & Francis, 645pp.
- Collier, j. G., 1994, *Convective Boiling and Condensation*, McGraw-Hill.
- Katto, Y., 1985, Critical Heat Flux, in *Advances in Heat Transfer*, Vol.17, pp.1-64.
- Kandlikar, S.G., et al., 2006, *Heat Transfer and Fluid Flow in Minichannels and Microchannels*, Caps.5 e 6, ELSEVIER.
- Kandlikar, S.G., Shoji, M., Dhir, V.K., 1999, *Handbook of Phase Change: Boiling and Condensation*, Taylor & Francis.
- Passos, J.C., 1994, *Transferência de Calor e Massa na Ebulição*.
- Stephan, K., 1992, *Heat Transfer on Condensation and Boiling*, Springer-Verlag, 325pp.
- Tanasawa, I., 1991, *Advances in Condensation Heat Transfer*, *Advances in Heat Transfer*, Vo.21, pp.55-139.
- Tong, L. S. and Tang, Y. S., 1997, *Boiling Heat Transfer and Two-Phase Flow*, 2nd ed., Taylor & Francis.

Critérios de Avaliação

- Duas listas de exercícios;
- Três avaliações escritas (uma por mês);
- Um problema especial
- Resumo e defesa de um artigo sobre o assunto.

OBJETIVOS DO CURSO

Estudar os fundamentos dos processos transmissão do calor envolvendo mudanças de fase líquido-vapor (ebulição) e vapor-líquido (condensação) necessários à análise e ao projeto de sistemas bifásicos industriais.

Ementa
EMC6232 Ebulição e Condensação

Introdução geral. Os fenômenos de ebulição, condensação e cavitação. Aplicações industriais. A curva de ebulição. O critério de Stephan. O fenômeno de crise de ebulição: modelo de Zuber. Instabilidade de Taylor e de Helmholtz. Correlação de Kutateladze. Crise de ebulição para sistemas em convecção forçada. Nucleação homogênea e nucleação heterogênea. Noções de Termodinâmica-equação de Van Der Waals e estados meta-estáveis. Equações de Clausius-Clapeyron e de Laplace. Conceito de tensão superficial. Equação de Laplace - Kelvin. Nucleação em microcavidades e estabilidade. Dinâmica de bolhas. Equação de Rayleigh-Plesset. Modelo de Plesset-Zwick. Ebulição confinada. Modelos básicos: modelo homogêneo e modelo de fases separadas. Ebulição em convecção forçada. Correlação de Chen. Ebulição convectiva em microcanais. Condensação. Modelo de Nusselt. Correlações para a condensação em película sobre tubos horizontais e verticais e no interior de tubos. Condensação em presença de gases não condensáveis.

Páginas com material da disciplina:

- 1) <http://www.lepten.ufsc.br>
- 2) <http://energetique-julioesarpassos.blogspot.com>

Histórico da disciplina

A disciplina Ebulição e Condensação, em setembro de 2010, está sendo oferecida pela 16ª vez, no PPGEM/UFSC. A tabela, abaixo, apresenta o número de alunos inscritos na disciplina nas edições anteriores.

| Ano | Número de alunos |
|------------|-------------------------|
| 1995 | 4 |
| 1996 | 4 |
| 1997 | 3 |
| 1998 | 2 |
| 1999 | 8 |
| 2000 | 9 |
| 2001 | 2 |
| 2002 | 7 |
| 2003 | 13 |
| 2004 | 11 |
| 2005 | 8 |
| 2006 | 7 |
| 2007 | 11 |
| 2008 | 9 |
| 2009 | 12 |