



ATUALIZAÇÃO E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA PERMANENTE

Tubulação Industrial

Veja como foi o Curso [\[Fotos do Evento\]](#)

Parte 1 - Flexibilidade de Tubulações / Novas tecnologias de projeto envolvendo sistemas de tubulação para condições críticas de operação na interligação de caldeiras, turbinas, bombas e outros equipamentos industriais Flexibilidade de Tubulações

1 - Esforços Atuantes em Tubulações

Distribuição das Tensões nas Tubulações

Limites admissíveis nos tubos

Determinação da Espessura de Parede de Tubos

Espessura mínima para pressão interna ou externa

Margem de Corrosão

Determinação do vão máximo entre suportes

Limitação pela Deflexão

Expansão Térmica das Tubulações

Efeitos da Deformação

Tensões de Flexibilidade

Flexibilidade de sistemas de tubulação

Meios de controlar a dilatação térmica

Influência do traçado na flexibilidade de sistemas de tubulação

Pretensionamento (Cold-spring) das tubulações

Análise Tensional (Stress Analysis)

Métodos de Análise

Melhora da Flexibilidade

Normas Usuais

Procedimentos de Cálculo

Verificação conforme ANSI B.31

Método da Viga em Balanço Guiada

Vantagens e Limitações

Resolução de um caso Aplicativo

Esforços Atuantes sobre Bocais de Equipamentos (Turbinas, Bombas, etc)

Reações Máximas

Normas Aplicáveis

Juntas de Expansão

Critérios de Adoção

Modelos

Correta Instalação

Suporte de Mola

Critérios de Adoção



ATUALIZAÇÃO E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA PERMANENTE

Modelos
Seleção e Especificação

Parte 2 - Novas tecnologias de projeto envolvendo sistemas de tubulação para condições críticas de operação na interligação de caldeiras, turbinas, bombas e outros equipamentos industriais

1 - Projeto de Tubulação trabalhando sob Condições Críticas de Operação

Critérios de projeto
Dimensionamento pelo fluxo
Dimensionamento mecânico
Sistemas vibratórios
Importância de uma adequada suportaçãõ
Materiais

2 - Procedimentos aplicáveis na fabricação, instalação e soldagem de tubos e acessórios e aplicação. Correta especificação de tubos e conexões de Aço carbono. Aços liga para diversas pressões e temperaturas operacionais

Especificações adequadas de tubos e conexões de aço carbono / aço liga
Tratamentos térmicos aplicáveis em uniões soldadas, inspeções necessárias
Apresentação e discussão sobre as não conformidades mais frequentes observadas durante a fabricação e montagem da tubulação e seus respectivos acessórios e análises de caso de falhas
Estudo de casos práticos

3 - Inspeção em tubulações industriais

Normas de referência
Causas específicas de deterioração e avarias
Planejamento e programação de inspeção
Procedimento de inspeção
Reparos
Registro de inspeção
Apresentação de casos práticos

4 - Juntas de expansão e suportes de mola aplicados em sistemas de tubulação, envolvendo caldeiras, turbinas, bombas e outras aplicações típicas em diversas Unidades industriais

Finalidade das juntas de expansão
Esforços liberados pelos foles de uma junta de expansão
Correta instalação das juntas de expansão
Normas aplicáveis
Tipos de juntas de expansão / Aplicações
Vida Útil, Testes e Instruções de instalação
Tipos de suportes de mola
Aplicações típicas
Seleção dos suportes de mola
Instrução de instalação

5 - Aplicação e correta especificação de medidores de vazão, purgadores, balões, filtros e, dessuperaquecedores para pressões e temperaturas elevadas



ATUALIZAÇÃO E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA PERMANENTE

Qual é o tipo mais adequado de medidor de vazão, purgador para vapor superaquecido de pressão e temperatura elevada?

Em que tipo de linhas, é prescindível a utilização de balões separadores de condensado? Esquema típico de instalação de dessuperaquecedores. Metragem reta necessária, camisa interna de aço inox e outros parâmetros a serem respeitados

Tabelas de vazões de água de resfriamento em função da queda de temperatura desejada

6 - Isolamentos térmicos especiais para elevadas temperaturas

Aplicação e correta especificação

Tabela de isolamentos térmicos especiais em função de diâmetros da tubulação, temperatura da chapa, e temperaturas externas com diversas espessuras e densidades

7 - Influência de Elementos Flexíveis (Juntas de Expansão e Suportes de Mola) Instalados próximos á Máquinas Rotativas: Turbinas e Bombas

Projeto

Instalação

Manutenção

8 - Turbinas – Influência de Elevados Esforços Transmitidos pela Tubulação na Performance Operacional da Máquina

Esforços na base das turbinas

Esforços nos flanges das turbinas

Arruelas de verificação de esforços externos

Danos devidos a esforços das tubulações

Qual o grau de vibração mecânica máxima admitida nos diferentes pontos da turbina?

Turbina de vapor convencional: valores ótimos, aceitáveis, críticos, e de desarme mecânico (TRIP)

Expectativa de vida útil das turbinas

9 - Vibrações Típicas em Máquinas Rotativas (Turbinas, Bombas, etc), geradas por Tubulações mal Projetadas

Como suspeitar que a vibração da máquina pode ser gerada pela tubulação

Principais ferramentas de análise e diagnóstico de vibração

Modos potenciais de falha em turbinas e bombas associados a tubulação

Aplicativos e exemplos práticos de diagnóstico de vibração em turbinas e bombas

Parte 3 - Tubulação, Turbinas e Bombas

Influência de um adequado projeto de tubulação e seus respectivos acessórios na performance operacional de turbinas e bombas nas unidades industriais Conteúdo

1 – Projetos de Tubulação

Introdução

Fatores mais Relevantes no Projeto de Tubulação

Dimensionamento pelo Fluxo

Dimensionamento Mecânico

Dimensionamento Elástico

Tensões Atuantes em Tubulações

Conseqüências mais comuns de Linhas que “Não Passam”

Normas Usuais



ATUALIZAÇÃO E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA PERMANENTE

Limites Admissíveis de Tensão
Esforços Máximos Permitidos em Bocais de Bombas e Turbinas
Expansão Térmica das Tubulações
Efeitos da Deformação
Forças Causadas pela Dilatação Térmica Axial
Meios de Controlar a Dilatação Térmica
Influência do Traçado na Flexibilidade das Tubulações
Importância de uma Adequada Suportação
Materiais Recomendados para Tubulações Conduzindo Vapor
Aplicação de Tubos Especiais / Aços Liga para Altas Temperaturas
Nota final do Autor

2 - Aplicação de Juntas de Expansão / Suportes de Mola em Sistemas de Tubulação Industrial

Finalidade das Juntas de Expansão
Forças Causadas pela Dilatação Térmica
Esforços Liberados pelos Foles de uma Junta de Expansão
Correta Instalação das Juntas de Expansão
Normas Aplicáveis
Tipos de Juntas de Expansão / Aplicações
Critérios de Adoção para os Diversos Tipos de Juntas de Expansão
Vida Útil , Testes e Instruções de Instalação
Tipos de Suportes de Mola
Aplicações Típicas
Seleção dos Suportes de Mola
Instrução de Instalação
Arranjos Típicos de Montagem

3 – Aplicação de Dessuperaquecedores / Purgadores em Tubulações de Vapor

Critérios de Adoção
Correta Aplicação , Instalação e Funcionamento
Instruções de Instalação
Aplicações Típicas

4 – Aplicação de Válvulas Industriais em Sistemas de Tubulação

Critérios de Adoção Válvulas Vapor Admissão e Escape Turbinas
Critérios de Adoção Válvulas Sucção / Recalque Bombas
Tipos de Válvulas Aplicáveis em Linhas de Alta Pressão / Alta Temperatura
Limites Operacionais das Válvulas
Instruções de Instalação / Aplicações Típicas

5 – Considerações sobre a Influência da Tubulação na Performance Operacional e Vida Útil das Turbinas

Esforços na base das Turbinas
Esforços nos Flanges das Turbinas
Tipos de Apoio de Turbinas
Arruelas de Verificação de Esforços Externos
Periféricos Necessários
Medição de Vazão de Vapor
Danos Devidos a Esforços das Tubulações



ATUALIZAÇÃO E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA PERMANENTE

Expectativa de Vida Útil das Turbinas

6 – Turbinas de Alta Pressão , Altas Temperaturas e Alta Potência

Geração Distribuída / Cogeração

Eficiência Energética em Plantas Industriais

Melhor Aplicação de Turbinas a Vapor com a Disponibilidade de Combustível

7 – Considerações sobre a Influência da Tubulação na Performance Operacional e Vida Útil das Bombas

Exemplos de Aplicação

Cuidados , Procedimentos , Critérios Necessários para Instalação / Partida / Operação das Bombas

Testes de Operação em Bombas

Normas e Procedimentos Aplicáveis

8 – Análise de Vibração, Monitoramento e Diagnóstico nas Tubulações, Turbinas e Bombas

Análise dos Principais Modos Potenciais de Falha (MPF) de Turbinas e Bombas

Principais Ferramentas de Análise e Diagnóstico de Vibração

Modos Potenciais de Falha em Turbinas e Bombas Associados a Tubulação

Exemplos Práticos de Diagnóstico de Vibração em Turbinas e Bombas