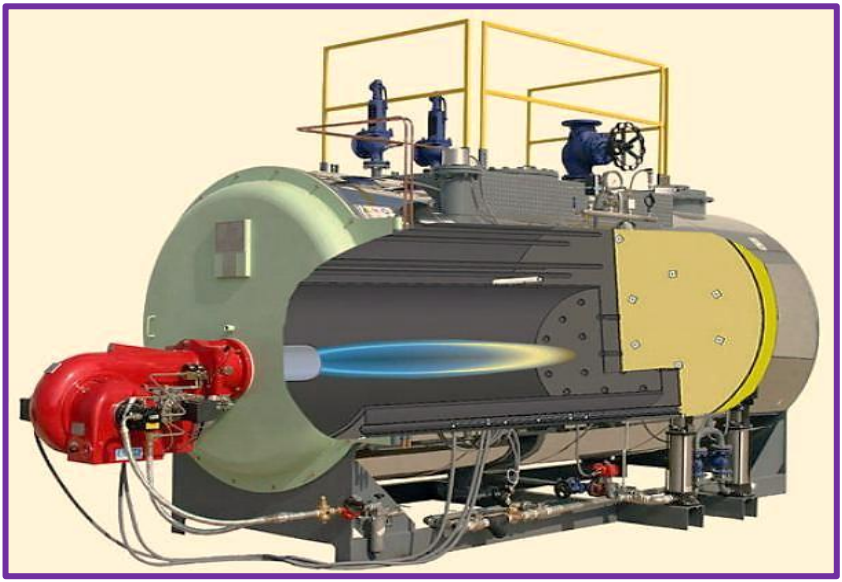
Jurandir Primo

Caldeiras de Vapor – Projetos & Construção
Códigos ASME



Caldeiras de Vapor – Projetos & Construção
Códigos ASME

Jurandir Primo
Copyright @ 2024
1ª edição – janeiro de 2024

Capa: Jurandir Primo – Sorocaba/SP

Primotech - Engineering Manuals

Primo, Jurandir

Caldeiras, Automação, Sistemas Industriais;

Índice para pesquisas: Caldeiras, Automação, Soldagem, Sistemas Industriais

ISBN:

Livro no sistema de auto-publicação cuja edição, revisão, diagramação e capa foram selecionadas pelo próprio autor, para diminuir custos e facilitar a todos os interessados em engenharia e tecnologia.

O autor permite que todas as partes do livro possam ser copiadas ou reproduzidas para fundamentos educacionais, instrutivos e treinamento técnico.

Para adquirir esta ou outras publicações do autor, enviar solicitação para:

primotechcourses@hotmail.com

Caldeiras de Vapor – Projetos & Construção
Códigos ASME

INDICE:

I. SEÇÕES DO CÓDIGO ASME:

II. MÉTODOS DE PROJETO:

III. REGRAS PARA CONSTRUÇÃO DE CALDEIRAS:

1. ASME PARTE PG – REQUISITOS PARA TODOS OS MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO:
2. PARTE PW – REQUISITOS PARA CALDEIRAS FABRICADAS POR SOLDAGEM:
3. PARTE PB – PRINCIPAIS REQUISITOS PARA CALDEIRAS FABRICADAS POR BRASAGEM:
4. PART PWT – CALDEIRAS AQUATUBULARES:
5. PARTE PFT – CALDEIRAS FLAMOTUBULARES:
6. PARTE PFH – AQUECEDORES DE ÁGUA:
7. PARTE PMB – CALDEIRAS EM MINIATURA:
8. PART PEB – CALDEIRAS ELÉTRICAS:
9. PARTE PHRSG – GERADORES DE VAPOR E RECUPERADORES DE CALOR:

LINKS E REFERENCIAS

I. SEÇÕES DO CÓDIGO ASME:

Os Códigos de Caldeiras, assim como de Vasos de Pressão conforme ASME, também são uma floresta de **requisitos obrigatórios**, proibições específicas, orientações não obrigatórias sobre as atividades de construção, cálculos e fórmulas técnicas para projeto e fabricação de **caldeiras a vapor**. A Sinopse do Conselho Nacional de Leis, Regras e Regulamentos para Caldeiras e Vasos de Pressão **NB-370** (National Board Synopsis of Boiler and Pressure Vessel Laws, Rules and Regulations) é uma compilação de leis, regras e regulamentos estabelecidos em um formato de fácil interpretação, que apresenta os requisitos, informações de contato e histórico regulatório de cada jurisdição.

O escopo do ASME **Seção I** aplica-se **apenas** a caldeiras e tubulações externas. Os superaquecedores, economizadores e **outras** partes conectadas diretamente à caldeira, **sem válvulas**, são **considerada**s partes da caldeira, cuja construção deve estar em **conformidade** com todos os procedimentos de projeto e fabricação. A Seção I fornece especificamente **requisitos** para todos os **métodos** de construção de caldeiras elétricas e em miniatura; caldeiras de vapor de água de alta temperatura utilizadas em serviços estacionários; e caldeiras de energia usadas em serviços de locomotivas, portáteis e de tração. O Conselho Americano de Inspetores de Caldeiras e Vasos de Pressão (NBBPVI - National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors) usa o símbolo “NB” para conformidade de inspeção.

Todos os dias um estudante ou um profissional procura um manual curto e oportuno com informações práticas e cálculos abrangentes para poder concluir um trabalho sem perder muito seu precioso tempo. O principal objetivo deste estudo é fazer um resumo prático dos principais tópicos de design de forma didática, já que o ASME Seção I é muito extenso.

II. MÉTODOS DE PROJETO:

Os **principais** códigos ASME usados para cálculos gerais e procedimentos de projeto são a Seção I – Caldeiras de Potência e a Seção VIII – Vasos de Pressão, que exigem que as **juntas soldadas** de **topo** longitudinais e circunferenciais sejam examinadas por **radiografia** 100% completa. Quando o projeto de um vaso indica uma junta longitudinal soldada de topo totalmente radiografada, o casco cilíndrico terá um **fator de eficiência** de junta (E) de **1,0**. Este fator corresponde a um **fator** de segurança (ou fator de qualidade do material) de **3,5** no metal-base.

Quando o projeto de um vaso indica juntas longitudinais soldadas de topo **não radiografadas**, por regra terá um **fator de eficiência** de junta (E) de **0,7**, o que corresponde a um **fator** de segurança de **0,5 pol**., resultando em um aumento de **43%** na espessura das chapas de aço de construção. Os valores máximos de **tensão permitidos** a serem usados no cálculo da espessura da parede do vaso são fornecidos no Código de Caldeiras para muitos materiais diferentes. Esses valores de tensão são sempre em função da temperatura de projeto

Tensão Admissível: A tensão admissível usada para determinar a **espessura mínima** da parede do vaso é baseada nas propriedades de **tração e escoamento** do material à temperatura ambiente e de projeto. Quando o vaso opera a uma temperatura elevada, as propriedades de **fluência** do material também devem ser consideradas. Essas propriedades são ajustadas por fatores de projeto que limitam o nível de tensão da membrana circular a um valor que impede a ruptura, a distorção elástica ou plástica excessiva, e a ruptura por fluência.

Cargas de Projeto: São as forças que influenciam a construção de vasos de pressão. Essas **cargas** são: pressão interna/externa; cargas mortas devido ao peso do recipiente e conteúdo;

cargas externas de tubulações e acessórios, vento e terremotos; cargas de tipo operacional, como vibração e movimento do conteúdo; e cargas de partida e desligamento. O Código considera a pressão de projeto, a temperatura de projeto e, até certo ponto, a influência de outras cargas que impactam as tensões circunferenciais e longitudinais nas chapas de aço. Cabe ao projetista levar em conta o efeito de **outras** cargas, uma vez que os códigos de construção nacionais e locais devem ser consultados para lidar com cargas de vento e desvios ambientais.

Procedimentos de Certificação: Os **símbolos** "A", "S", "U", "PP" e "H" cobrem a fabricação e alteração de caldeiras de alta pressão, vasos de pressão (sem chama), tubulações de vapor/gas e caldeiras de aquecimento. Uma vez fabricado, qualquer vaso de pressão ou caldeira que **tem o carimbo** ASME é verificado, testado e aprovado pelo "Inspetor Autorizado", que analisa os procedimentos, a documentação e assina o Formulário de Relatório de Dados, antes de fixar a **placa de identificação** com o "**U**" ou "**UM**", o que significa que a Caldeira ou o Vaso de Pressão está em total conformidade com as regras do Código ASME para projeto, construção e operação.

Obs.: "*Unfired vessels*" (sem chama) são vasos de pressão que contém líquidos ou gases sob pressão.

O Conselho Nacional dos EUA de Inspetores de Caldeiras e Vasos de Pressão usa o símbolo "**NB**" e também o símbolo "**R**" para reparar ou alterar qualquer vaso de pressão carimbado anteriormente. Todo material utilizado na fabricação deve ser documentado e todos os soldadores devem ser certificados. Os fabricantes devem ter um "*Inspetor Autorizado de Soldagem*", como juiz da aceitabilidade de construção. A qualidade da **solda** é verificada quanto a falta, penetração, inclusão de escória, sobreposição e reforço excessivo. Na inspeção final as unidades são **testadas hidrostaticamente** e observadas quanto a vazamentos.

Unidades Métricas e Imperiais: Profissionais e estudantes devem ser bem versados na prática de **conversão**. Muitos valores unitários habituais dos EUA apresentados nos códigos da caldeira não são convertidos diretamente em valores **métrico**s. As fórmulas são usadas para determinar a **espessura** mínima necessária e a pressão de projeto de tubulações, tubos, tambores e coletores usando a Pressão Máxima de Trabalho Permitida (MAWP). O parágrafo UG-31 afirma que essas fórmulas também podem ser usadas para calcular a **espessura** da parede de tubos e **tubulações** sob pressão interna.

Materiais: Os materiais a serem utilizados em vasos de pressão devem ser selecionados a partir de **especificaçõe**s de materiais aprovadas. Os fatores que precisam ser considerados para um material de fabricação adequado para vasos de pressão são custo, fabricação, **condição** de serviço (desgaste, corrosão, temperatura operacional) e requisitos de resistência. Os materiais de vasos de pressão, tubulações e caldeiras são fornecidos na **Seção II** da ASME, **Parte A** - Especificações de materiais ferrosos, **Parte B** - Especificações de materiais não ferrosos, **Parte C** - Especificações para hastes de soldagem, eletrodos e metais de adição, **Parte D** - Propriedades métricas.

Seções do Código ASME: ASME é uma sigla em inglês que significa: "*The American Society of Mechanical Engineers*" (Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos). Os códigos ASME são normas de construção, fabricação, inspeção e certificação de equipamentos industriais, como caldeiras, vasos de pressão, tanques de armazenamento e tubulações. As Principais Normas ASME para vasos de pressão e caldeiras são:

I. Power Boilers;
II. Materials;
III. Rules for Construction of Nuclear Facility Components;

IV. Heating Boilers;
V. Nondestructive Examination;
VI. Recommended Rules for the Care and Operation of Heating Boilers;
VII. Recommended Guidelines for the Care of Power Boilers;
VIII. Pressure Vessels;
IX. Welding and Brazing Qualifications;
X. Fiber-Reinforced Plastic Pressure Vessels;
XI. Rules for In-service Inspection of Nuclear Power Plant Components;
XII. Rules for Construction and Continued Service of Transport Tanks.

As **Seções ASME** em português são:

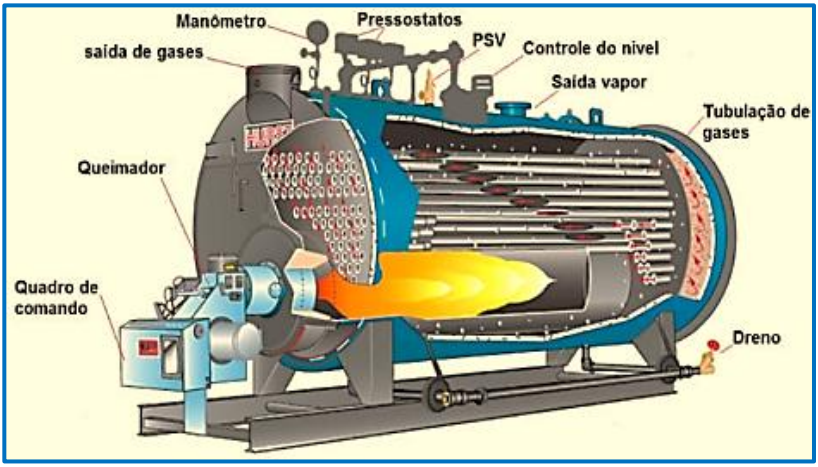
I – Caldeiras de Geração de Energia;
II – Especificação de Materiais;
III – Regras para Construção de Componentes Nucleares;
IV – Regras para Construção de Caldeiras de Calefação;
V – Ensaios Não-Destrutivos;
VI – Regras recomendadas para manutenção e operação de caldeiras;
VII – Regras recomendadas para manutenção e operação de caldeiras;
VIII – Regras para Construção de Vasos de Pressão;
IX – Qualificações de Soldagem e Brasagem;
X – Código de Vasos de Pressão e Caldeiras – Fibras e Plásticos;
XI – Regras para Inspeção de Plantas e Componentes Nucleares;
XII – Regras para Construção de Tranques de Transporte.

Nota: Para a construção de vasos de pressão, a norma ASME apresenta **três divisões**:

- ASME **Seção VIII, Divisão 1** – Regras para construção de vasos de pressão.
- ASME **Seção VIII, Divisão** 2 – Regras para construção de vasos de pressão – Regras alternativas.
- ASME **Seção VIII, Divisão 3** – Regras para construção de vasos de pressão – Alternativas para vasos de alta pressão.

III. REGRAS PARA CONSTRUÇÃO DE CALDEIRAS:

Projeto de Caldeiras: Caldeiras são vasos de pressão projetados principalmente para produzir **vapor**, mas que podem ser utilizados para fornecer aquecimento ambiente, aquecimento de água, e podem consistir em fontes de energia, que aquecem água e geram vapor. Na maioria das aplicações de aquecimento de edifícios comerciais, a fonte de aquecimento é um queimador a gás natural. As caldeiras de **água quente** são comuns em aplicações comerciais, como lavagem de louças e lavagem de roupas. As caldeiras a **vapor** são mais frequentemente usadas para acionar **turbinas** para geração de energia, bem como para aplicações de aquecimento industrial.



Caldeiras Flamotubulares de duas passagens, três ou quatro passagens

O Código ASME de **Caldeiras** cobre regras para construção de caldeiras como; 1 - caldeiras elétricas; 2 - caldeiras em miniatura; 3 - caldeiras de água de alta temperatura; 4 - geradores de vapor com recuperação de calor; 5 – alguns tipos de vasos de pressão; 6 - serviços estacionários, inclusive caldeiras de energia utilizadas em serviços de locomotivas, portáteis e de tração.

O âmbito destas regras aplica-se à caldeira e à tubulação externa. Os superaquecedores, economizadores e outras peças de pressão conectadas diretamente à caldeira sem válvulas intermediárias devem ser consideradas como partes da caldeira propriamente dita, e sua **construção** deve estar em conformidade com as regras da **Seção I**. A tubulação externa da caldeira deve ser considerada, quando começa e onde termina a caldeira ou superaquecedor isolável ou economizador isolável, em:

a) A primeira junta circunferencial para soldar conexões;
b) A face do primeiro flange nas ligações aparafusadas;
c) A primeira junta roscada nesse tipo de conexão, incluindo as válvulas exigidas por este Código.

Um **vaso de pressão** no qual o vapor é gerado pela aplicação de calor resultante da combustão de combustível (sólido, líquido ou gasoso) deve ser classificado como **caldeira a vapor**. No entanto, outros recipientes são classificados como caldeiras a vapor sem chama, com as seguintes exceções:

a) Vasos denominados evaporadores ou trocadores de calor;
b) Recipientes em que o vapor é gerado pela utilização do calor resultante da operação de um sistema de processamento contendo vários tubos de pressão, tais como os utilizados em produtos químicos e petrolíferos;

As caldeiras a vapor sem combustão e os tanques de expansão ligados a caldeiras de água de alta temperatura, sem válvulas intervenientes, deverão ser construídos de acordo com as normas da **Seção I** ou da **Seção VIII**. Um recipiente de pressão no qual um fluido orgânico é vaporizado pela aplicação de calor resultante da combustão de combustível (sólido, líquido ou gasoso) também deve ser construído de acordo com as regras da **Seção I**. Recipientes em que o vapor é gerado incidentalmente