

Projeto Básico Padronizado de Fornos de Processo

1. Objetivo

Este documento padroniza o escopo do projeto básico, para a aquisição de Fornos de Processo. Essa padronização deve ser aplicada aos projetos envolvendo Unidades de Processo de Refinarias de Petróleo e Petroquímicas.

2. Composição do Projeto Básico aplicável aos Fornos de Processo

O projeto básico padronizado é dividido em quatro fases:

- projeto conceitual,
- projeto de processamento,
- projetos analítico, hidráulico, térmico,
- projeto mecânico,
- projeto de detalhamento de fabricação.

2.1. Projeto Conceitual

A fase de projeto conceitual do forno consiste em se fazer o dimensionamento prévio do equipamento, levando em consideração os dados preliminares de processo e possui os seguintes objetivos:

- verificar a viabilidade de se projetar um forno para as condições de processo desejadas;
- definir o tipo de Forno (cilíndrico, caixa, cabine, etc.);
- avaliar a necessidade de instalação de sistema de recuperação de calor com preaquecimento de ar;
- estimar as dimensões do Forno;
- estimar eficiência, calor a ser liberado e quantidade de queimadores necessários;
- estimar diâmetro dos tubos e número de passes;
- executar o cálculo preliminar da perda de carga;
- posicionar do forno dentro da planta de arranjo, verificando possíveis interferências na unidade.

2.2. Projeto de Processamento

A fase de Projeto de Processo consiste em se fazer o dimensionamento efetivo do forno, levando em consideração os dados finais de processo, a saber: *carga térmica, vazão, temperatura, pressão de operação e de projeto, perda de carga admissível, propriedades, características, contaminantes e carga*, obtidos após o fechamento do balanço de massa e energia da unidade.

2.3. Projetos Analítico, Hidráulico e Térmico

O Projeto Térmico, também chamado de Projeto Analítico, consiste no cálculo/definição daqueles itens considerados fundamentais para garantir a performance do processo e a eficiência térmica do Forno, tais como:

- confirmar o tipo de forno (cilíndrico, caixa, cabine, etc.);
- se o forno será somente radiante ou se possuirá convecção;
- geometria e dimensões do forno;
- sistema de preaquecimento de ar;
- definição de outros serviços (geração e superaquecimento de vapor) além do principal;
- quantidades e dimensões dos tubos da radiação e convecção (diâmetro e espessura);
- balanço térmico do equipamento com a definição do perfil de temperatura;
- cálculo da eficiência térmica esperada para o forno;
- tipo e número de queimadores com as respectivas condições operacionais;
- perda de carga das serpentinas;
- material dos tubos da radiação e da convecção;
- tipo e dimensões da superfície estendida dos tubos da convecção (pinos ou aletas);
- material da superfície estendida dos tubos da convecção;
- materiais refratários e seus pinos de ancoragem;
- tipos e espessuras dos refratários;
- materiais dos suportes dos tubos;

- dimensões da chaminé;
- dimensões dos dutos do sistema de preaquecimento;
- perdas de carga e tiragem dos circuitos de ar e de gases de combustão;
- condições operacionais dos ventiladores forçado e induzido;
- quantidade e localização dos sopradores de fuligem;
- localização das janelas de observação, das portas de acesso e das portas de alívio de explosão;
- sistema de controle e intertravamento do forno;
- sistema de descoqueamento a ar e vapor,
- sistema de descoqueamento por “pigging” ou “steam air decoking”.

2.4. Projeto Mecânico

Projeto mecânico deve ser executado para os tipos de fornos que apresentam níveis elevados de temperatura e outras características especiais, como por exemplo: os fornos de reação das unidades de geração de hidrogênio e de coqueamento retardado, onde a definição de alguns detalhes construtivos é fundamental para a garantia do desempenho de processo.

2.5 Responsáveis por projeto

O projeto conceitual deve ser executado pelo Órgão de Engenharia do Proprietário e compor a documentação de aquisição do Forno.

Os projetos de processamento e mecânico devem ser elaborados pela Licenciadora contratada.

O projeto de detalhamento de fabricação, a ser executado pelo Fornecedor do Forno, deve contemplar todos os equipamentos e as instalações que envolvem as disciplinas, a saber, mecânica, tubulação, estrutura metálica, instrumentação e elétrica, intertravamento e controle, segurança pertinentes ao projeto mecânico, e prever a confecção de uma Maquete Eletrônica.

Este projeto de detalhamento deve ser validado pelo Montador do Forno, antes do início da fase dos trabalhos de instalação e montagem.

3. Estratégia de compra de Fornos de Processo

Atualmente os Fornos estão sendo fornecidos em Estruturas Modulares e uma estratégia de contratação por EPC (Engineering, Procurement and Construction), ou seja, Projeto de Detalhamento, Suprimento e Montagem.

Para a redução dos custos das compras dos Fornos é conveniente excluir a montagem de campo do escopo do Fabricante, de modo a eliminar a duplicidade de mobilizações no campo do Fabricante do Forno e do EPCista contratado para a montagem da Unidade completa.

Desta forma, a estratégia de contratação do Forno deve prever o projeto de fabricação & montagem, o suprimento e a pré-fabricação dos módulos, a mais completa possível, pelo Fabricante do Forno e a Montagem de campo, a cargo da EPCista da Unidade, utilizando a documentação gerada pelo Fabricante..

4. Tipos de Fornos de Processo

Nas plantas de refino de petróleo e petroquímicas, há uma gama de processos passíveis de ocorrência em um forno e que o caracterizam conforme a seguir:

a. Aquecimento

O forno com simples aquecimento pode também ser chamado de forno de carga, que é bastante genérico. Esse tipo de forno tem como função incrementar a temperatura do fluido de processo para que seja introduzido em outro equipamento, como uma torre ou coluna de destilação, ou mesmo em um trocador de calor.

b. Vaporizador

Esse tipo de forno recebe uma carga total ou parcial líquida e o fluido é vaporizado no forno para ser introduzido em um equipamento.

c. Superaquecedor de vapor

Forno destinado a superaquecer o vapor a altíssimas temperaturas e pressões para processos específicos.

d. Forno de pirólise

Forno que aquece um produto, geralmente hidrocarboneto, para alterar as cadeias carbônicas, através de aquecimento a altas temperaturas.

e. Reformador catalítico

Forno que muda as características dos componentes do fluido, através de reação catalítica que é endotérmica (necessita de calor para a reação) para geração de Hidrogênio a partir da mistura de hidrocarboneto com vapor d'água.

f. Forno de etileno

Forno que produz o etileno através de pirólise a partir da nafta ou etano.

g. Forno de coque

Forno que aquece hidrocarbonetos pesados para produção de Coque e retirada final de hidrocarbonetos leves.

Classificação de Fornos de Processo mais utilizados:

Forno	Tipo
Coqueamento retardado	Aquecedor
Craqueamento térmico brando	Aquecedor
Destilação atmosférica	Aquecedor
Destilação atmosférica e a vácuo	Aquecedor
Fertilizantes nitrogenados	Reformador
Geração de hidrogênio	Reformador
Hidrocraqueamento	Aquecedor
Hidrodessulfurização de nafta craqueada	Aquecedor
Hidrotratamento	Aquecedor
Hidrotratamento de destilados médios	Aquecedor
Hidrotratamento de diesel	Aquecedor
Hidrotratamento de instáveis	Aquecedor
Hidrotratamento de nafta	Aquecedor
Hidrotratamento de nafta craqueada	Aquecedor
Hidrotratamento de nafta de coque	Aquecedor
Hidrotratamento de querosene	Aquecedor
Processamento de gás natural	Aquecedor
Recuperadora de líquido	Aquecedor
Reforma catalítica	Reformador
Unidade de remoção de CO2	Aquecedor

5. Projeto básico de Fornos de Aquecimento e Vaporização

Para estes fornos, o projeto básico consiste das seguintes atividades: projeto conceitual, definição das condições operacionais de processo e projeto térmico ou analítico.

Aplicável aos seguintes tipos de fornos:

- Fornos de destilação atmosférica e a vácuo (UDAV);
- Fornos de hidrodessulfurização (UHDS);
- Fornos de hidrotratamento (UHDT);
- Fornos de hidrocraqueamento (UHCC);
- Fornos de unidades de craqueamento catalítico (UFCC);
- Fornos vaporizadores de nafta de unidades de geração de hidrogênio (UGH);
- Fornos de unidades de processamento de gás natural (UPGN e UPCGN);
- Fornos das unidades de desasfaltação e desaromatização;
- Fornos aquecedores de água;
- Fornos aquecedores de óleo térmico.

O escopo do projeto básico destes fornos consiste na emissão da seguinte documentação:

- Memorial descritivo do equipamento;
- Especificação técnica com definições para as etapas de detalhamento, construção e montagem;

- Folha de dados do forno conforme API STD 560;
- Folha de dados de queimadores com os acessórios;
- Desenho de arranjo geral do forno com os acessórios requeridos:
 - o Escadas e plataformas de operação;
 - o Porta de acesso - *Access door*;
 - o Porta de explosão - *Explosion door*;
 - o Janelas de observação das serpentinas – *Coil observation doors*;
- Desenho de instalação do skin point;
- Especificação técnica de fabricação da serpentina (apenas para materiais especiais);
- Folha de dados dos sopradores de fuligem ou ramonadores;
- Folha de dados de processo dos instrumentos;
- Folha de dados de processo e especificação técnica dos analisadores de oxigênio e CO;
- Fluxogramas de engenharia dos diversos sistemas:
 - o Sistemas de combustíveis *fuel oil e fuel gás*
 - Folha de dados do vaso coalescedor
 - o Sistema de descoqueamento *steam air decoking*
 - Folha de dados do vaso de “blowdown”
 - o Sistema de abafamento com vapor *snuffing steam system*
- Memorial descritivo de automação e intertravamento (SIS), contendo:
 - o Especificação Técnica;
 - o Folha de dados de processo dos instrumentos;
 - o Fluxograma lógico de controle e de intertravamento;
 - o Matriz ou Tabela de causa-efeito.
- Especificação técnica com as definições dos requisitos de instrumentação.

Além da documentação descrita acima, quando o Forno possuir um sistema de preaquecimento de ar de combustão, os seguintes documentos deverão ser emitidos:

- Folha de dados de processo do preaquecedor a vapor;
- Folha de dados de processo do preaquecedor principal (recuperativo ou regenerativo);
- Documentação referente ao ventilador forçado;
- Documentação referente ao ventilador induzido;
- Desenho de arranjo dos dutos de ar para combustão;
- Desenho de arranjo dos dutos dos gases oriundos de combustão;
- Fluxogramas de engenharia descrevendo o sistema de preaquecimento de ar.

6. Projeto básico de fornos de reação

Para estes fornos, o projeto básico consiste das seguintes atividades: projeto conceitual, definição das condições operacionais de processo, projeto térmico ou analítico e projeto mecânico dos componentes considerados críticos.

Aplicável aos seguintes tipos de forno:

- Fornos reformadores de unidades de geração de hidrogênio (UGH);
- Fornos de Coqueamento Retardado tipo “double fired heater”;
- Fornos de Amônia;
- Fornos de Pirólise.

6.1 Fornos Reformadores de UGH - Unidades de Geração de Hidrogênio

Para estes fornos, além da documentação listada no **item 5**, são emitidos os seguintes documentos referentes ao projeto mecânico dos sistemas e componentes críticos:

- Especificações técnicas com requisitos de fornecimento dos materiais especiais de construção dos tubos e suportes das harpas da seção de radiação;
- Desenho de detalhamento com dimensões, arranjo e suportação das harpas;
- Desenho de detalhamento com dimensões, arranjo e suportação das serpentinas da convecção;
- Desenhos do sistema de entrada de carga na radiação;
- Desenhos do sistema de saída da carga da radiação;

- Desenhos dos dutos de transferência entre saída da carga da radiação e a caldeira recuperadora;
- Desenhos do sistema de transferência dos gases de combustão para a convecção.
- Dutos do circuito de ar pré- aquecido;
- Dutos do circuito de gases de combustão;
- Especificação técnica definindo o critério de modularização do forno.

6.2 Fornos de Coqueamento Retardado tipo “double fired heaters”

Para estes fornos, além da documentação listada no **item 5**, são emitidos os seguintes documentos referentes ao projeto mecânico de alguns sistemas e componentes críticos:

- Especificações técnicas com requisitos de fornecimento dos materiais especiais de construção dos tubos e suportes da seção de radiação;
- Desenho de detalhamento com dimensões, arranjo e suportaçã das serpentinas da radiação;
- Desenho de detalhamento com dimensões, arranjo e suportaçã das serpentinas da convecção;
- Desenhos dos sistemas de entrada e de saída da carga da radiação;
- Desenho da linha que liga a saída da convecção à entrada radiação;
- Especificação técnica definindo o critério de modularização do forno.