



CALDEIRAS E VASOS DE PRESSÃO

SUMÁRIO

3-Caldeiras e Vasos de Pressão

7-Requisitos Mínimos para Gestão da Integridade Estrutural de Caldeiras a Vapor

17-Extintores de Incêndio

22-Atendimento à NR 13

25-Manutenção Preventiva, Corretiva e Preditiva

26-Análise de Sistemas de Exaustão

32-Indústrias

37-Treinamento

41-Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva

45-Disposições Gerais

48-Análise de Riscos

50-Referências Bibliográficas

CALDEIRAS E VASOS DE PRESSÃO

13.3.2 Para efeito desta NR, considera-se Profissional Habilitado - PH aquele que tem competência legal para o exercício da profissão de engenheiro nas atividades referentes a projeto de construção, acompanhamento da operação e da manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras, vasos de pressão e tubulações, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no País.

Decisão Normativa Nº 52/94 do CONFEA

Art. 2º - As prefeituras municipais dos Estados, por meio de seus órgãos competentes, devem exigir, quando da Concessão de alvarás de instalação e funcionamento de parques de diversões, uma via da Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, firmada por profissional habilitado e registrado no CREA, assumindo a Responsabilidade Técnica pela montagem e boas condições de funcionamento dos diversos equipamentos e instalações, de forma a garantir a segurança e o conforto dos usuários.

Decisão Normativa Nº 52/94 do CONFEA

Art. 3º - Os parques de diversões ou similares, já instalados ou a instalar-se, deverão apresentar um Laudo Técnico circunstanciado, emitido por profissional habilitado e registrado no CREA, acerca das condições de operacionalidade e de qualidade técnica de montagem e instalação, sem o qual não poderão obter a permissão, municipal para iniciar ou permanecer em atividade.

Parágrafo Primeiro - Os Laudos Técnicos e as respectivas ARTs deverão ser renovados semestralmente.

Decisão Normativa Nº 52/94 do CONFEA

Art. 5º - Os profissionais habilitados para assumirem a Responsabilidade Técnica pelas atividades referidas nos artigos anteriores são os Engenheiros Mecânicos, Metalurgistas, de Armamento, de Automóveis, Aeronáuticos, Navais, bem como os Engenheiros Industriais, de Produção, de Operação e os Tecnólogos, todos desta modalidade.

Decisão Normativa Nº 52/94 do CONFEA

Parágrafo Único - Os profissionais habilitados para responsabilizar-se pelos serviços citados no "caput" deste serão os Engenheiros Eletricistas, Eletrônicos, Eletrotécnicos, de Comunicação ou

Telecomunicações, Eletricistas, modalidade Eletrotécnica e Eletrônica, bem como os Engenheiros Industriais, de Produção, de Operação e os Tecnólogos, todos desta modalidade.

Caldeiras a Vapor

São equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia.

Vasos de Pressão

São equipamentos que contêm fluidos sob pressão interna ou externa.

13.6.4 – Todo vaso de pressão deve possuir, no estabelecimento onde estiver instalado, a seguinte documentação devidamente atualizada:

“Prontuário do Vaso de Pressão” a ser fornecido pelo fabricante, contendo as seguintes informações:

- código de projeto e ano de edição;
- especificação dos materiais;
- procedimentos utilizados na fabricação, montagem e inspeção final e determinação da PMTA;
- conjunto de desenhos e demais dados necessários para o monitoramento da sua vida útil;
- características funcionais;
- dados dos dispositivos de segurança;
- ano de fabricação;
- categoria do vaso;

“Registro de Segurança” em conformidade com o subitem 13.6.5;

“Projeto de Instalação” em conformidade com o item 13.7;

“Projeto de Alteração ou Reparo” em conformidade com os subitens 13.9.2 e 13.9.3;

“Relatórios de Inspeção” em conformidade com o subitem 13.10.8.

13.6.4.1 – Quando inexistente ou extraviado, o “Prontuário do Vaso de Pressão” deve ser reconstituído pelo proprietário com responsabilidade técnica do fabricante ou de “Profissional Habilitado”, citado no subitem 13.1.2, sendo imprescindível a reconstituição das características funcionais, dos dados dos dispositivos de segurança e dos procedimentos para determinação da PMTA.

13.6.4.2 – O proprietário de vaso de pressão deverá apresentar, quando exigida pela autoridade competente do órgão regional do Ministério do Trabalho, a documentação mencionada no subitem 13.6.4.

13.6.6 – A documentação referida no subitem 13.6.4 deve estar sempre à disposição para consulta dos operadores do pessoal de manutenção, de inspeção e das representações dos trabalhadores e do empregador na Comissão interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, devendo o proprietário assegurar pleno acesso a essa documentação inclusive à representação sindical da categoria profissional predominante no estabelecimento, quando formalmente solicitado.

13.8.1 – Todo vaso de pressão enquadrado nas categorias “I” ou “II” deve possuir manual de operação próprio ou instruções de operação contidas no manual de operação de unidade onde estiver instalado, em língua portuguesa e de fácil acesso aos operadores, contendo no mínimo:

- Procedimentos de partidas e paradas;
- Procedimentos e parâmetros operacionais de rotina;
- Procedimentos para situações de emergência;
- Procedimentos gerais de segurança, saúde e preservação do meio ambiente.

13.8.2 – Os instrumentos e controles de vasos de pressão devem ser mantidos calibrados e em boas condições operacionais.

13.8.2.1 – Constitui condição de risco grave iminente o emprego de artifícios que neutralizem seus sistemas de controle e segurança.’

13.8.3 – A operação de unidades que possuem vasos de pressão de categorias “I” ou “II” deve ser efetuada por profissional com “Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processos”, sendo que o não atendimento a esta exigência caracteriza condição de risco grave e iminente.

13.8.4 – Para efeito desta NR será considerado profissional com “Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo” aquele que satisfazer uma das seguintes condições:

- possuir certificado de “Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo” expedido por instituição competente para o treinamento;

- possuir experiência comprovada na operação de vasos de pressão das categorias “I” ou “II” de pelo menos 2 (dois) anos antes da vigência desta NR.

13.8.10 – A reciclagem de operadores deve ser permanente por meio de constantes informações das condições físicas e operacionais dos equipamentos, atualização técnica, informações de segurança, participação em cursos, palestras e eventos pertinentes.

13.8.11 – Constitui condição de risco grave e iminente a operação de qualquer vaso de pressão em condições diferentes das previstas no projeto original, sem que:

- seja reprojetoado levando em consideração todas as variáveis envolvidas na nova condição de operação;
- sejam adotados todos os procedimentos de segurança decorrentes de sua nova classificação no que se refere à instalação, operação, manutenção e inspeção.

Importante:

NR 13 – Norma do Ministério do Trabalho e Emprego (regras de operação e segurança)

NBR 12177-1 – Caldeiras estacionárias a vapor – Inspeção de segurança- Parte 1.

NBR 12177-2 – Caldeiras estacionárias a vapor - Inspeção de segurança- Parte 2

NBR 13203 – Inspeção de segurança de caldeiras estacionárias elétricas ASME Section VIII – Rules for Construction of Pressure Vessels

Caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia.

No Cursos Grátis Online discutiremos sobre a Segurança na Operação de Caldeiras através da interpretação de requisitos da NR 13.

REQUISITOS MÍNIMOS PARA GESTÃO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL DE CALDEIRAS A VAPOR

A norma regulamentadora nº 13 estabelece os requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, vasos de pressão e suas tubulações de interligação relacionados à instalação, inspeção, operação e manutenção, visando à segurança e à saúde dos trabalhadores.

De acordo ao subitem 13.2.1 da NR-13, aplica-se aos seguintes equipamentos:

Todos os equipamentos enquadrados como caldeiras conforme item 13.4.1.1;

O subitem 13.4.1.1 da NR-13, estabelece que as caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, projetados conforme códigos pertinentes, excetuando-se refervedores e similares.

Vasos de pressão cujo produto P.V seja superior a 8 (oito), onde P é a pressão máxima de operação em kPa e V o seu volume interno em m³;

Vasos de pressão que contenham fluido da classe A, especificados no item 13.5.1.2, alínea “a)”, independente das dimensões e do produto P.V;

De acordo ao 13.5.1.2 da NR-13, estabelece que para efeito da NR-13, os vasos de pressão são classificados em categorias segundo a classe de fluido e o potencial de risco, conforme descrito abaixo:

a) Os fluidos contidos nos vasos de pressão são classificados conforme descrito a seguir:

Classe A:

- ✓ fluidos inflamáveis;
- ✓ fluidos combustíveis com temperatura superior ou igual a 200 °C (duzentos graus Celsius);
- ✓ fluidos tóxicos com limite de tolerância igual ou inferior a 20 (vinte) partes por milhão (ppm);
- ✓ hidrogênio;
- ✓ acetileno.

Classe B:

- ✓ fluidos combustíveis com temperatura inferior a 200 °C (duzentos graus Celsius);
- ✓ fluidos tóxicos com limite de tolerância superior a 20 (vinte) partes por milhão (ppm).

Classe C:

- ✓ vapor de água, gases asfixiantes simples ou ar comprimido.

Classe D:

- ✓ outro fluido não enquadrado acima.

b) Quando se tratar de mistura deverá ser considerado para fins de classificação o fluido que apresentar maior risco aos trabalhadores e instalações, considerando-se sua toxicidade, inflamabilidade e concentração.

c) Os vasos de pressão são classificados em grupos de potencial de risco em função do produto $P.V$, onde P é a pressão máxima de operação em MPa e V o seu volume em m^3 , conforme segue:

Grupo 1 – $P.V \geq 100$

Grupo 2 – $P.V < 100$ e $P.V \geq 30$

Grupo 3 – $P.V < 30$ e $P.V \geq 2,5$

Grupo 4 – $P.V < 2,5$ e $P.V \geq 1$

Grupo 5 – $P.V < 1$

d) Vasos de pressão que operem sob a condição de vácuo devem se enquadrar nas seguintes categorias:

Categoria I: para fluidos inflamáveis ou combustíveis;

Categoria V: para outros fluidos.

e) A tabela a seguir classifica os vasos de pressão em categorias de acordo com os grupos de potencial de risco e a classe de fluido contido.“

Recipientes móveis com P.V superior a 8 (oito) ou com fluido da classe A, especificados no item 13.5.1.2, alínea “a”);

Tubulações ou sistemas de tubulação interligados a caldeiras ou vasos de pressão, que contenham fluidos de classe A ou B conforme item 13.5.1.2, alínea “a)” da NR-13.

A norma regulamentadora nº 13 estabelece que os equipamentos devem:

Recipientes transportáveis, vasos de pressão destinados ao transporte de produtos, reservatórios portáteis de

Fluido comprimido e extintores de incêndio;

Vasos de pressão destinados à ocupação humana;

Vasos de pressão que façam parte integrante de pacote de máquinas de fluido rotativas ou alternativas;

Dutos;

Fornos e serpentinas para troca térmica;

Tanques e recipientes para armazenamento e estocagem de fluidos não enquadrados em normas e códigos de projeto relativos a vasos de pressão;

Vasos de pressão com diâmetro interno inferior a 150 mm (cento e cinquenta milímetros) para fluidos das classes B, C e D, conforme especificado no item 13.5.1.2, alínea “a”);

Trocadores de calor por placas corrugadas gaxetadas;

Geradores de vapor não enquadrados em códigos de vasos de pressão;

Tubos de sistemas de instrumentação com diâmetro nominal $\leq 12,7$ mm (doze milímetros e sete décimos);

Tubulações de redes públicas de tratamento e distribuição de água e gás e de coleta de esgoto.

Uma das razões para a reedição da NR 13 foi a necessidade apontada pelo setor industrial de adequar as exigências dessa norma ao progresso tecnológico, que contribuiu para uma evolução na construção de sistemas de alta pressão nos últimos anos.

Encontramos em nossas pesquisas, outra obrigatoriedade na nova NR 13 está logo no artigo 2º, que determina que os estabelecimentos que contam com Serviço Próprio de Inspeção (SPIE) e que optarem pela INI (Inspeção Não Intrusiva) sem interferência operacional devem executar uma inspeção piloto com supervisão, em todas as etapas, do Organismo de Certificação de Produto (OCP) de SPIE e da representação sindical na CNTT (Comissão Nacional Tripartite Temática da NR 13).

Ambos os grupos de fiscalização tanto o primeiro, que é interno, como o segundo, que terá a participação de sindicatos passarão por deliberação da Comissão de Certificação de SPIE (COMCER).

As empresas com sistema de inspeção próprios, depois de providenciarem a inspeção piloto, terão de refazer os testes com inspeções visuais internas após dois anos do término dessa inspeção piloto.

Ainda segundo a NR 13, são controladas por essa norma as caldeiras de pressão, que são definidas nesse documento como “equipamentos destinados a produzir vapor sob pressão superior à pressão atmosférica”.

Uma das principais mudanças na última revisão da NR 13 em relação às caldeiras é a forma de classificação. A portaria de número 594, que foi publicada em 2014, categorizava as caldeiras em três faixas: A, B e C. Agora, os modelos de caldeiras foram reduzidos apenas A e B, como você pode conferir a seguir:

caldeiras da categoria A são aquelas cuja pressão de funcionamento equivale ou ultrapassa a 1960 kPa (19,98 kgf/cm²), com volume superior a 50 L (cinquenta litros);

caldeiras da categoria B são aquelas cuja pressão de funcionamento seja maior do que 60 kPa (0,61 kgf/cm²) e menor que 1960 kPa (19,98 kgf/cm²), volume interno superior a 50 L (cinquenta litros) e o produto entre a pressão de operação em kPa e o volume interno em m³ seja superior a 6 (seis).

As caldeiras têm de passar, compulsoriamente, pelo teste hidrostático na fase de fabricação, com comprovação de sua segurança por meio de relatório de autoria de profissional habilitado. O valor encontrado nesse teste precisa ser inserido na placa de identificação.

Obs.: A NR 13 obriga que as empresas submetam as caldeiras a testes de proteção iniciais, periódicos e extraordinários. A verificação inicial é indicada para caldeiras novas, antes que elas comecem a funcionar, e deve incluir exame interno, teste de estanqueidade (avalia a capacidade de retenção de fluido, isto é, procura por vazamentos) e exame externo.

TESTE HIDROSTÁTICO

Um teste hidrostático é um teste que mede a força ou a integridade estrutural de embalagens pressurizadas que contenham um líquido ou um gás. Os recipientes que podem ser testados incluem caldeiras, cilindros de gás ou os tubos em um sistema de água.

O teste assegura que não existam quaisquer fugas no recipiente e que é estruturalmente seguro realizar qualquer operação normal para tal equipamento.

Para realizar um teste hidrostático, o recipiente é tipicamente colocado dentro de uma câmara de aço que é cheio com água sob pressão normal. Subsequentemente, a água sob pressão é bombeada para dentro do recipiente a ser testado. O recipiente irá expandir-se, forçando a água para fora da câmara de aço e, em seguida a pressão é liberada, forçando a água para retornar para dentro da câmara de aço.

A quantidade de água que retorna para a câmara de aço é utilizada para determinar se o recipiente testado passa ou falha no teste hidrostático.

Os extintores de incêndio são geralmente submetidos a um teste hidrostático para garantir a segurança e seu bom funcionamento. Ao longo do tempo, o invólucro que contém o material de combate ao fogo pode enfraquecer e perder a integridade, o que pode levar a um mau funcionamento ou até mesmo uma ruptura.

O cilindro, tubo de invólucro, e montagem são testados sob pressão para verificar possíveis vazamentos.

A inspeção realizada em vasos de pressão e caldeiras novos, antes de sua entrada em operação, no local definitivo de instalação, devendo compreender exame externo e interno, conforme definido na NR-13.

A execução do Teste Hidrostático na inspeção de segurança inicial é mandatória para equipamentos não testados em fábrica, montados no campo ou sem evidência documental de que o teste foi realizado.

O teste realizado tem a finalidade de atestar a capacidade de retenção de fluido, sem vazamentos, em equipamentos, tubulações e suas conexões, antes de sua entrada ou retorno à operação.

Após reparos que exijam soldas em componentes de pressão o PH deve avaliar a necessidade de realização de teste de pressão nos vasos de pressão e caldeiras.

Os testes de pressão somente podem ser realizados após a execução dos Ensaios não Destrutivos especificados pelos códigos de projeto e normas aplicáveis.

Prazos mínimos recomendados para execução do teste de pressão após soldagem ou tratamento térmico em partes pressurizadas:

- a) imediatamente após - para aços-carbono de baixa e média resistências e aços inoxidáveis austeníticos série 300;
- b) 24 horas após - para aços de baixa liga com teor de cromo $< 5 \%$;
- c) 48 horas após - para aços de alta resistência - carbono micro ligado.

Na prática, estes prazos podem ser redefinidos a critério do PH.

As características do fluido de teste não devem provocar a deterioração do equipamento, devendo ser adequada a sua qualidade e/ou realizada uma descontaminação posterior.

Obs.: O teor máximo de cloretos permitido na água deve ser conforme definido pelo projeto, porém sempre igual ou inferior a 50 ppm para equipamentos fabricados com aços inoxidáveis austeníticos, duplex, super duplex ou com revestimento interno desses materiais.

O equipamento a ser testado deve ser isolado eletricamente de qualquer parte em que se realizem serviços que possam induzir a passagem de corrente elétrica e por em risco os trabalhadores e a instalação.

As seguintes condições devem ser verificadas quando da realização de teste de pressão em um sistema composto por mais de um equipamento e/ou tubulações conectadas:

- a) a pressão de teste deve ser limitada pelo componente de menor pressão máxima admissível;
- b) a pressão de teste do sistema deve ser estabelecida de forma a atender isoladamente os valores exigidos para qualquer dos equipamentos interligados, considerando o nível de tensão aplicada e a resistência mecânica de cada parte do conjunto.

A localização e quantidade de manômetros e registradores utilizados para a realização do teste devem ser definidas pelo PH em função do período de teste, acesso e das dimensões do equipamento ou conjunto a ser testado.

Os manômetros e/ou registradores devem apresentar identificação indelével e estar em condições físicas adequadas. A calibração dos instrumentos deve ser efetuada usando-se padrões rastreáveis a Rede Brasileira de Calibração.

Um dos manômetros a ser utilizados no teste deve estar situado em local e a uma distância segura do equipamento e visível ao inspetor durante todo o tempo de teste.

A menos que seja utilizado manômetro digital, o valor máximo da escala do manômetro ou registrador deve ser preferencialmente o dobro da pressão de teste ou estar compreendido entre 1,5 vezes a 4 vezes a pressão de teste.

Para evitar risco de fratura frágil durante o teste, devem ser respeitadas as seguintes condições de temperatura do metal:

- a) equipamentos com espessura de parede maior ou igual a 50,8 mm (2"): a temperatura do metal deve ser mantida a, pelo menos, 17 °C acima da temperatura de projeto mínima do metal ou, no mínimo, a 15 °C, o que for maior;
- b) equipamentos com espessura de parede menor que 50,8 mm (2"): a temperatura do metal deve ser mantida a, pelo menos, 6 °C acima da temperatura de projeto mínima do metal ou, no mínimo, a 15 °C, o que for maior.

Devem ser considerados os aspectos de riscos e impactos ambientais causados pelo teste de pressão em serviço de vasos de pressão e caldeiras.

Devem ser utilizados os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários para execução do serviço.

A execução dos serviços deve ser realizada com acessos, andaimes e iluminação suficientes, adequados e seguros.

Deve ser verificado se os trabalhos de manutenção em paralelo não oferecem riscos à segurança.

Antes da realização do teste de pressão devem ser previstas todas as precauções de demarcação e isolamento da área de teste. A determinação da área de isolamento deve ser definida em função do grupo de risco do equipamento.

Os seguintes aspectos devem ser considerados quando da definição de pressão de teste pelo PH:

- a) código e norma de projeto de fabricação;
- b) código de inspeção em serviço aplicável;
- c) relação entre as condições de projeto e condições de operação;
- d) potencial de risco e localização do vaso na unidade industrial;
- e) histórico de resultados das inspeções de segurança internas e externas anteriores;
- f) histórico de resultados de testes de pressão anteriores;
- g) existência de descontinuidades no equipamento;
- h) avaliação na condição atual do equipamento.

Os seguintes aspectos devem ser considerados pelo PH antes da realização do teste hidrostático:

- a) capacidade de carga da fundação compatível com o peso do equipamento na condição de teste;
- b) efeito prejudicial do fluido de teste a elementos internos dos equipamentos (cloretos, necessidade do aquecimento de água etc.);
- c) possibilidade técnica da purga do sistema após o teste hidrostático e onde traços de fluido não são tolerados;
- d) existência de revestimento interno higroscópico possa ser afetado pela água (refratário, fibra de vidro etc.);
- e) possibilidade de deterioração do catalisador;
- f) interligação de vasos com pressões de testes diferentes.

Obs.: O teste hidrostático deve ser feito com a superfície do equipamento totalmente seco.

Devem ser avaliadas as condições de risco antes da aplicação do teste com fluido compressível. A análise de risco que serve como base para a definição da viabilidade do teste e deve propor recomendações de segurança para realização deste teste.

A aplicação de teste de pressão com fluido compressível (teste pneumático) ou mistura de fluidos compressíveis e incompressíveis (teste hidropneumático) é permitida, porém deve ser considerado que um equipamento submetido a teste com fluido compressível possui uma energia armazenada muito maior que o mesmo vaso submetido a teste hidrostático na mesma pressão. Como o potencial de risco numa eventual liberação não controlada dessa energia é muito maior, a aplicação de teste pneumático ou hidropneumático deve ser restrita àquelas condições em que um fluido líquido é inviável.

A quantidade e localização de manômetros devem ser definidas de acordo com a NR 13. Na ausência de indicadores de pressão locais, devem ser utilizados manômetros posicionados no topo da caldeira. Havendo super-aquecedor, um manômetro deve ser posicionado na saída do mesmo.

Após a realização do teste, devem ser registrados: Identificação, Dados Gerais e a Realização do Teste de Pressão.

O PH deve avaliar e validar o teste de pressão.

Identificação

- a) TAG do equipamento;
- b) local de instalação;
- c) tipo de equipamento;
- d) categoria do equipamento;
- e) classe do fluido de serviço.

Dados Gerais

- a) data do teste;
- b) tipo do teste;

- c) fluido de teste;
- d) pressão de teste.

Realização do Teste de Pressão

- a) duração;
- b) identificação dos manômetros com número dos respectivos certificados;
- c) faixa de utilização do manômetro (escala de fundo);
- d) data e validade da calibração dos manômetros do teste;
- e) procedimento ou norma utilizada;
- f) resultado do teste;
- g) profissional que acompanhou o teste - nome legível e assinatura.

Existem algumas Normas Regulamentadoras que determinam procedimentos a serem adotados no sentido de aumentar a segurança dos colaboradores que atuam em determinado espaço.

Equipamentos contam com componentes que transportam fluidos, como gases ou óleos, em alta pressão. Para testar possíveis vazamentos e riscos de explosão durante o trabalho, realiza-se um teste com água a uma pressão que inclui a que será utilizada no equipamento acrescida de uma margem de segurança.

O componente a ser testado deve ser enchido com água até chegar à pressão determinada para o teste. Um laudo é, então, emitido, comprovando que o equipamento está apto a funcionar sem riscos de rompimento. Também é avaliado o retorno da água utilizada no teste.

Os equipamentos possuem uma PMTA (pressão máxima de trabalho admitida) e o teste hidrostático é baseado nessa pressão. Existem as válvulas de segurança que, caso essa pressão seja ultrapassada, deverão atuar como segurança contra a explosão do equipamento.

O funcionamento desta válvula de segurança também deve ser verificado para garantir que, em caso de necessidade, ela vai atuar corretamente para alívio da pressão.

Conforme o texto da NR13, todas as intervenções que exijam mandrilamento ou soldagem em partes que operem sob pressão devem ser seguidas de teste hidrostático. A norma determina, ainda, que caldeiras novas também sejam submetidas à verificação antes de serem colocadas em funcionamento.

Mangueiras e extintores de incêndio também necessitam do teste. Em termos gerais, qualquer atividade que possa colocar o colaborador em risco de explosão ou rompimento deve conter o laudo do teste hidrostático antes de ser iniciada.

EXTINTORES DE INCÊNDIO

Um extintor de incêndio é um equipamento de segurança que possui a finalidade de extinguir ou controlar princípios de incêndios em casos de emergência. Em geral, é um cilindro que pode ser carregado até o local do foco do incêndio, contendo um agente extintor sob pressão.

Os extintores precisam ter sua carga renovada regularmente, em intervalos estabelecidos pelo fabricante.

Cada modelo de extintor tem sua característica específica desde sua compra, por exemplo:

Os extintores de Água ao serem adquiridos tem sua validade de 1 ano para recarga e 5 anos para teste hidroestático;

Os extintores de CO_2 (Dióxido de Carbono) ao serem adquiridos tem sua validade de 1 ano para recarga, 5 anos para teste hidrostático, porém possuem a obrigatoriedade de verificação semestral do peso total e em caso de perda superior à 10% o mesmo deve ser enviado para manutenção, mesmo antes de completar 1 ano;

Os extintores de Pó Químico se dividem em dois grupos "BC" e "ABC", os dois modelos podem ser adquiridos com sua primeira recarga válida de 1 à 3 anos e o teste hidrostático a cada 5 anos; Os extintores PQS BC estão compreendidos os cilindros com pesos de 4kg, 6kg, 8kg, 12kg, 20kg entre outros,

Os extintores PQS ABC estão compreendidos os cilindros com pesos de 0,9kg, 2kg, 4kg, 6kg, 8kg, 12kg entre outros. Uma das características com um diferencial nestes equipamentos está no cilindro de 0,9kg, pois possuem sua validade de 5 anos e são descartáveis.

Os extintores são carregados com agentes que ajudam a combater o princípio de incêndio. Diferentes agentes combatem princípios de incêndios usando suas diferentes propriedades, podendo ser mais ou menos eficazes dependendo do material que está em combustão.

Água pressurizada, que extingue o fogo por resfriamento. Utilizada em materiais sólidos como madeira, papel, tecidos e borracha.

Bicarbonato de sódio, também chamado de Pó Químico BC, é usado para apagar incêndios de líquidos e gases inflamáveis e equipamentos elétricos.

Fosfato monoamônico, também chamado de Pó ABC, extingue incêndios de sólidos, líquidos, gases e eletricidade.

Dióxido de Carbono, também chamado de Gás Carbônico, que extingue o fogo por retirar o oxigênio. Utilizado em líquidos e gases (como a gasolina, o álcool e o GLP) e materiais condutores que estejam potencialmente conduzindo corrente elétrica.

Espuma, usada em incêndios de líquidos e sólidos.

Halon, utilizado em equipamentos elétricos por apagar incêndios sem deixar resíduos. Foi banido pelo Protocolo de Montreal por ser nocivo a camada de ozônio.

NAF, indicado para extinção em áreas ocupadas ou que possuam equipamentos eletrônicos. É considerado um Agente Limpo, pois não é residual, possui baixa toxicidade e não prejudica a camada de ozônio. Também não conduz eletricidade e é eficaz, substituindo o uso do Halon.

O agente extintor mais apropriado para cada tipo de incêndio depende do material que está em combustão. Em alguns casos, alguns agentes extintores não devem ser utilizados, pois colocam em risco a vida do operador do equipamento.

Os extintores trazem em seu corpo as classes de incêndio para as quais é mais eficiente, ou as classes para as quais não devem ser utilizados:

Classe	Forma Geométrica	Uso
Classe A	Triângulo verde	Sólidos, como madeira e papel
Classe B	Quadrado vermelho	Líquidos e gases inflamáveis
Classe C	Círculo azul	Incêndios de equipamentos elétricos

Classe D	Estrela amarela	Metais combustíveis
Classe K	Hexágono preto	Óleos e gorduras

Combustão ou queima é uma reação química exotérmica (há exceções) entre uma substância (o combustível) e um gás (o comburente), geralmente o oxigênio, para liberar calor e luz. Durante a reação de combustão são formados diversos produtos resultantes da combinação dos átomos dos reagentes. No caso da queima em ar de compostos orgânicos (metano, propano, gasolina, etanol, diesel, etc.) são formados centenas de compostos, por exemplo CO₂, CO, H₂O, H₂, CH₄, NO_x, SO_x, fuligem, etc., sendo que alguns desses compostos causam a chuva ácida, danos aos ciclos biogeoquímicos do planeta e agravam o efeito estufa.

Os processos de combustão são responsáveis pela produção de cerca de 85 % da energia do mundo, inclusive o Brasil, em transporte (carros, aviões, trens, navios, etc.), usinas termoelétricas, processos industriais, aquecimento doméstico, geradores, cozimento de alimentos e outro. Em uma reação estequiométrica ideal de um hidrocarboneto em ar são formados apenas CO₂ e H₂O, sendo o N₂ um gás inerte.

De uma forma geral: $C_xH_yO_zN_t + (x+y/4-z/2)[O_2 + 3,76N_2] \rightarrow xCO_2 + (y/2)H_2O + (y/2)H_2O + [t/2+3,76(x+y/4-z/2)]N_2$.

Exemplos: $C_2H_5OH + 3 [O_2+3,76N_2] \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O + 3.3,76N_2 + \text{calor}$

$CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O + \text{calor}$

$CH_2S + 6 F_2 \rightarrow CF_4 + 2HF + SF_6 + \text{calorias}$

Numa forma geral as combustões são reações que ocorrem entre um combustível

Combustível é quando se produz a uma temperatura suficientemente baixa, isto é, inferior a 500 °C, não havendo, regra geral, emissão de luz.

A oxidação de um metal (ferro, cobre, zinco, etc.) em contacto com o ar úmido é um exemplo deste tipo de combustão. A combustão lenta é uma forma de queima que acontece a baixas temperaturas. A respiração celular e formação de ferrugem são exemplos de combustões lentas.

Comburente é aquela em que se produz chama e, vulgarmente, designa-se por fogo. Neste caso, devido à mistura dos gases inflamados com o ar forma-se a chama. No caso dos sólidos, cuja combustão decorre à superfície, verifica-se a incandescência a partir da sua ignição e também

através da formação de brasas. Estas surgem quando o combustível já não liberta gases suficientes para provocar chama. A combustão do carvão ilustra estes aspectos.

Energia é a combustão resultante da mistura de gases ou partículas finamente divididas com o ar numa percentagem bem determinada mistura explosiva ou detonante propagando-se a uma velocidade superior a 340 m/s. Neste caso, a mistura tem de ocupar todo o espaço onde está contida e, no momento da explosão, provoca uma elevação de temperatura ou de pressão ou de ambas, simultaneamente, sobre todo o espaço confinante. Usamos como combustível a gasolina, o etanol ou o diesel. Combustão é o processo de obtenção de energia.

Em uma combustão completa, o reagente irá queimar no oxigênio, produzindo um número limitado de produtos e uma chama oxidante, azul. Quando um hidrocarboneto queima no oxigênio, a reação gerará apenas dióxido de carbono (CO_2) e água. Quando elementos como carbono, nitrogênio, enxofre e ferro são queimados, o resultado será os óxidos mais comuns. Carbono irá gerar o dióxido de carbono. Nitrogênio irá gerar o dióxido de nitrogênio (NO_2). Enxofre irá gerar dióxido de enxofre (SO_2). Ferro irá gerar óxido de ferro (III) (Fe_2O_3). A combustão completa é naturalmente improvável de ocorrer, a menos que a reação ocorra em situações cuidadosamente controladas, como, por exemplo, em um laboratório.

A combustão turbulenta é caracterizada por fluxos turbulentos. É a mais usada na indústria (ex: turbinas de gás, motores a diesel, etc.), pois a turbulência ajuda o combustível a se misturar com o comburente.

Na combustão incompleta não há o suprimento de oxigênio adequado para que ela ocorra de forma completa. O reagente irá queimar em oxigênio, mas poderá produzir inúmeros produtos. Quando um hidrocarboneto queima em oxigênio, a reação gerará dióxido de carbono, monóxido de carbono, água, e vários outros compostos como óxidos de nitrogênio, dependendo da composição do combustível.

Também há liberação de átomos de carbono, sob a forma de fuligem. A combustão incompleta é muito mais comum que a completa e produz um grande número de subprodutos. No caso de queima de combustível em automóveis, esses subprodutos podem ser muito prejudiciais à saúde, ao meio ambiente e ao próprio carro.

A combustão de um combustível líquido em uma atmosfera oxidante acontece na verdade em forma gasosa. Isto quer dizer, quem queima é o vapor, não o líquido. Portanto, um líquido inflamável normalmente só irá pegar fogo acima de uma certa temperatura, que é seu ponto de fulgor. Abaixo dessa temperatura, o líquido não irá evaporar rápido o suficiente para sustentar o fogo caso a fonte de ignição seja removida.

O ato da combustão consiste em três fases relativamente distintas, mas que se sobrepõem:

Fase de pré-aquecimento, quando o combustível não queimado é esquentado até o seu ponto de fulgor e depois para seu ponto de combustão. Gases inflamáveis começam a ser envolvidos em um processo similar à destilação seca.

Fase de destilação ou fase gasosa, quando a mistura dos gases inflamáveis com oxigênio sofre ignição, energia é produzida em forma de calor e luz. Fogo normalmente é visível nesta fase.

Fase de carvão ou fase sólida, quando a saída de gases inflamáveis é muito pouca para a presença persistente de chama, e o combustível carbonizado queima lentamente. Ele só fica incandescente e depois continua a arder sem chama.

A análise da combustão é um processo usado para determinar a composição de um composto orgânico. Na combustão incompleta também não há chamas.

Obs.: Extintores de incêndio são equipamentos indicados para controlar princípio de incêndio.

Tipos de extintores:

- **Extintor com carga de água:** Os mais usados nas empresas são os de 10 litros.
- Extintor com carga de Pó Químico: Os mais usados são os que comportam de 8 a 12 Quilos.
- **Extintor com carga de CO²:** Os mais usados nas empresas são os que comportam de 4 a 6 Quilos.
- **Extintor com carga a base de cloreto de sódio.**

Agente extintor:

É o produto químico ou água que apaga o fogo.

Pressurizante:

Serve para expulsar o agente extintor do recipiente.

Sifão ou Pescador:

Conduz a agente extintor desde o interior do recipiente para a válvula de descarga.

ATENDIMENTO À NR 13

As NRs surgiram em 1978, quando o Ministério do Trabalho publicou através da portaria n. 3214, normas regulamentadoras relativas à medicina, higiene e segurança do trabalho.

Essas Normas estabelecem a obrigatoriedade de algumas empresas constituírem o Serviço Especializado em Segurança do Trabalho (SESMT) e desenvolvem as ações e obrigações da empresa.

A Norma Regulamentadora de número 13 foi criada para ajudar a evitar os inúmeros acidentes que ocorriam pela falta de válvulas de segurança mais eficientes no controle de vasos de pressão, caldeiras, tubulações e tanques metálicos.

Ela estabelece normas que, quando cumpridas, ajudam a garantir a integridade das estruturas de cada uma dessas ferramentas evitando os acidentes que podem vir a ser de teor gravíssimo.

A principal missão da NR 13 é, então, esclarecer as diretrizes para a inspeção de segurança, operação tanto dos vasos de pressão, como das caldeiras e tubulações, e ainda preservar a estrutura da empresa evitando também danos ao meio ambiente.

A NR 13 foi criada pelo Ministério do Trabalho e Emprego em 8 de junho de 1978, mas de lá pra cá já sofreu diversas alterações para caminhar junto às tecnologias e continuar protegendo o trabalhador.

A última mudança foi recente e publicada no Diário Oficial da União do dia 20-12-2018, sob a Portaria MT nº 1.082, de 18-12-2018 que modificou o título que ao invés de apenas “Caldeiras e Vasos de Pressão” passou a chamar-se “Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanques Metálicos de Armazenamento”.

Estes tanques metálicos de armazenamento, que incluem os tanques de estocagem, devem possuir um plano de inspeção específico, além de mais dispositivos de segurança que previnem a sobre pressão e o vácuo segundo os critérios do código de projeto em questão.

Segundo o item 13.2.1 da Norma Regulamentadora nº 13, as regulamentações descritas neste documento devem ser aplicados nas empresas que comportarem os seguintes equipamentos:

- a) todos os equipamentos enquadrados como caldeiras conforme item 13.4.1.1; (que veremos logo abaixo)
- b) vasos de pressão cujo produto P.V seja superior a 8 (oito), onde P é a pressão máxima de operação em kPa e V o seu volume interno em m³;

- c) vasos de pressão que contenham fluido da classe A, especificados no item 13.5.1.2 (que veremos em breve), alínea “0”, independente das dimensões e do produto P.V;
- d) recipientes móveis com P.V superior a 8 (oito) ou com fluido da classe A, especificados no item 13.5.1.2, alínea “0”;
- e) tubulações ou sistemas de tubulação interligados a caldeiras ou vasos de pressão, que contenham fluidos de classe A ou B conforme item 13.5.1.2, alínea “0” desta NR.

Os equipamentos são os seguintes:

Recipientes transportáveis, vasos de pressão destinados ao transporte de produtos, reservatórios portáteis de fluido comprimido e extintores de incêndio;

Vasos de pressão destinados à ocupação humana;

Vasos de pressão que façam parte integrante de pacote de máquinas de fluido rotativas ou alternativas;

Dutos;

Fornos e serpentinas para troca térmica;

Tanques e recipientes para armazenamento e estocagem de fluidos não enquadrados em normas e códigos de projeto relativos a vasos de pressão;

Vasos de pressão com diâmetro interno inferior a 150 mm (cento e cinquenta milímetros) para fluidos das classes B, C e D, conforme especificado no item 13.5.1.2, alínea “0”;

Trocadores de calor por placas corrugadas gaxetadas;

Geradores de vapor não enquadrados em códigos de vasos de pressão;

Tubos de sistemas de instrumentação com diâmetro nominal = 12,7 mm (doze milímetros e sete décimos);

Tubulações de redes públicas de tratamento e distribuição de água e gás e de coleta de esgoto.

Obs.: O prazo previsto para a inspeção de segurança periódica da caldeira só poderá ser postergado no prazo de até 6 meses com justificativa formal do empregador, acompanhado de análise técnica elaborada por Profissional Habilitado – PH .

Altera a abrangência no item 13.2.1 alínea “a” inclui em equipamentos enquadrados como caldeiras o item 13.4.1.2 , nota-se também que no item 13.4.1.2 alínea “b” foi eliminado as caldeiras tipo “ C “ cuja pressão de operação é igual ou superior a 588 kPa [5,99 Kgf/cm²] e o volume interno é igual ou inferior a 100 l [cem litros] , ficando apenas alíneas “a” e “b”.

Para os propósitos desta NR, as caldeiras são classificadas em 2 (duas) categorias, conforme segue:

- a) caldeiras da categoria A são aquelas cuja pressão de operação é igual ou superior a 1960 kPa (19,98 kgf/cm²), com volume superior a 50 L (cinquenta litros);
- b) caldeiras da categoria B são aquelas cuja a pressão de operação seja superior a 60 kPa (0,61 kgf/cm²) e inferior a 1960 kPa (19,98 kgf/cm²), volume interno superior a 50 L (cinquenta litros) e o produto entre a pressão de operação em kPa e o volume interno em m³ seja superior a 6 (seis).

Projetos de alteração ou reparo devem ser concebidos previamente nas seguintes situações:

- a) sempre que as condições de projeto forem modificadas;
- b) sempre que forem realizados reparos que possam comprometer a segurança.

13.3.3.4 Os projetos de alterações ou reparo devem:

- a) ser concebidos ou aprovados por PH;
- b) determinar materiais, procedimentos de execução, controle de qualidade e qualificação de pessoal;
- c) ser divulgados para os empregados do estabelecimento que estão envolvidos com o equipamento.

13.3.3.5 Todas as intervenções que exijam mandrilamento ou soldagem em partes que operem sob pressão devem ser objeto de exames ou testes para controle da qualidade com parâmetros definidos pelo PH, de acordo com normas ou códigos aplicáveis.

13.3.4. Os sistemas de controle e segurança das caldeiras, dos vasos de pressão e das tubulações devem ser submetidos à manutenção preventiva ou preditiva.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA, CORRETIVA E PREDITIVA

Manutenção preventiva é toda a ação sistemática de controle e monitoramento, com o objetivo de reduzir ou impedir falhas no desempenho de equipamentos.

A manutenção aumenta a confiabilidade e leva o equipamento a operar sempre próximo das condições em que saiu de fábrica.

A manutenção corretiva, como o próprio nome diz, significa deixar o equipamento trabalhar até avariar e, depois, corrigir o problema.

Ela não é necessariamente uma manutenção de emergência, pois entra em ação mesmo quando há avaria, ou quando o equipamento começa a operar com desempenho deficiente.

Em linhas gerais, a manutenção corretiva significa restaurar ou corrigir o funcionamento da máquina.

Manutenção preventiva é uma ação planejada e sistemática de tarefas de prevenção de forma constante e envolve programas de inspeção, reformas, reparos, entre outros.

A manutenção preventiva é a monitoração de um determinado objeto estudado para evitar que ele apresente erros ou se quebre. Uma das formas de fazer isso é criando um plano.

A manutenção preditiva é o acompanhamento periódico dos equipamentos, baseado na análise de dados coletados através de monitoração ou inspeções em campo.

O objetivo principal da manutenção preditiva é a verificação pontual do funcionamento dos equipamentos, antecipando eventuais problemas que possam causar gastos maiores como a manutenção corretiva.

A manutenção preditiva é conhecida como uma técnica de manutenção com base no estado do equipamento. Outras terminologias tem surgido como ferramentas de gerência de manutenção, estes novos termos - RCM, manutenção centrada na confiabilidade; MPT, manutenção produtiva total; e JIT, manutenção Just-in-Time que são apresentadas como substitutas à manutenção preditiva e a solução definitiva aos seus altos custos de manutenção.

A manutenção preditiva tenta definir o estado futuro do equipamento e o tempo de sua durabilidade.

Tem base na medição e coleta de dados por monitoração:

- ✓ vibração,
- ✓ análises de óleo,
- ✓ ultrassom e termografia,
- ✓ entre outras.

ANÁLISE DE SISTEMAS DE EXAUSTÃO

Sistemas de exaustão e insuflamento de ar possuem uma infinidade de aplicações e são absolutamente indispensáveis para solucionar problemas relacionados ao desconforto térmico e qualidade do ar no interior das indústrias.

Define-se como sistema de exaustão de ar um conjunto de dispositivos cuja função é retirar uma determinada vazão de ar de um ambiente de maneira controlada.

Um sistema de insuflamento funciona de maneira análoga, porém aspirando ar exterior para o interior do ambiente. Muitas vezes as aplicações da indústria exigem que um sistema de insuflamento e outro de exaustão funcionem concomitantemente para melhores resultados.

A análise técnica é feita visando a melhoria do equipamento ou processo, tornando-o adequado as condições de trabalho e as normas vigentes.

Análise de sistema de exaustão

Medições de variáveis de processo (Vazão, pressão, temperatura e etc.)

Relatórios de causas e melhorias

Avaliação de desempenho

Análise térmica de equipamentos

Otimização de equipamentos térmicos

Diagnósticos energéticos

Estudo e eficiência energética

O sistema de exaustão garante conforto térmico e segurança

Chama-se isolante térmico um material ou estrutura que dificulta a dissipação de calor, usado na construção e caracterizado por sua alta resistência térmica. Estabelece uma barreira à passagem

do calor entre dois meios que naturalmente tenderiam rapidamente a igualarem suas temperaturas.

O melhor isolante térmico é o vácuo, mas devido à grande dificuldade para obter-se e manter condições de vácuo, é empregado em muito poucas ocasiões, limitadas em escala. Na prática se utiliza ar, que graças a sua baixa condutividade térmica e um baixo coeficiente de absorção da radiação, constitui um elemento muito resistente à passagem de calor. Entretanto, o fenômeno de convecção que se origina nas câmaras de ar aumenta sensivelmente sua capacidade de transferência térmica.

Além disso o ar deve estar seco, sem umidade, o que é difícil de conseguir nas câmaras de ar.

Por estas razões são utilizados como isolamento térmico materiais porosos ou fibrosos, capazes de imobilizar o ar seco e confiná-lo no interior de células mais ou menos estanques. Ainda que na maioria dos casos o gás enclausurado seja ar comum, em isolantes de células fechadas (formados por bolhas não comunicantes entre si, como no caso do poliuretano projetado), o gás utilizado como agente espumante é o que fica finalmente enclausurado. Também é possível utilizar outras combinações de gases distintas, mas seu emprego é muito pouco extenso.

Há vários tipos de materiais sólidos que podem ser bons isolantes, isso depende da utilidade dada, a temperatura de trabalho, ao local de instalação entre outros. Podem-se utilizar como isolantes térmicos: lã de poliéster, produzida a partir de garrafas pet, lã de rocha, fibra de vidro, hidrossilicato de cálcio, manta de fibra cerâmica, perlita expandida, vidro celular, poliestireno expandido, poliestireno extrudado, espuma de poliuretano, aglomerados de cortiça, etc.

Deve-se observar sempre que não existe isolamento térmico perfeito, ou, em outras palavras, todo material ou estrutura constituída por alguma composição de materiais sempre conduz algum calor.

A cortiça é o material isolante térmico de uso mais antigo. Normalmente é usado na forma de aglomerados, formando painéis. Deve ser tratado contra o ataque de fungos, pois é um material orgânico (de origem biológica). Sua maior vantagem é a inércia térmica que apresenta.

- ✓ Densidade: 110 kg/m³
- ✓ Coeficiente de condutividade para o painel aglomerado: 0,039 W/(m.K)

A lã de rocha é um material isolante térmico, incombustível e imputrescível. Este material se diferencia de outros isolantes pois é um material resistente ao fogo, com um ponto de fusão superior aos 1.200 °C.

As principais aplicações são o isolamento de forros, tanto inclinadas como planas (forro europeu convencional, com lâmina impermeabilizante autoprottegida), fachadas ventiladas, fachadas monocapa, fachadas pelo interior, repartições anteriores, isolamentos acústicos e isolamentos de

pisos. Quando se tem um telhado com a amadeiramento no forro, é utilizada com um feltro ou outro revestido como papel kraft, por um lado, favorecendo a colocação. Também é usada para proteção passiva tanto de estruturas, como de instalações e espaços. Lã de rocha é comercializada em painéis rígidos ou semi-rígidos, aglomerados com resinas, feltros, mantas e coquilhas para isolar termicamente tubulações de seção circular. Lã de rocha também é um excelente material para isolamento acústico em construção leve, para pavimentos, tetos e paredes interiores.

A Lã de Rocha é feita a partir da rocha basáltica vulcânica e outros minerais fundidos a alta temperatura (1500°C) para serem transformados em fibras por centrifugação.

Como toda lã mineral, é incombustível. A lã de rocha resiste a temperaturas até 1.000 °C

Densidades: variam de 32 a 160 kg/m³.

Coeficiente de condutividade: 0,030 a 0,041 W/(m.K.)

Manta se trata de fibras de lã de rocha entrelaçadas. É adequada para isolar elementos construtivos horizontais, sempre que seja colocada na parte superior. Na vertical necessita de amarramento ou grampos para evitar que acabe embolsando na parte inferior do elemento e na parte inferior de um elemento horizontal não fixado. Podem vir normalmente protegida por papel kraft, papel betumado ou malha de metal leve.

Os Painéis rígidos se tratam de painéis aglomerados com alguma resina epóxi, que lhe confere uma certa rigidez. Serve para elementos construtivos verticais e horizontais pela parte inferior, de maneira a se obter um coeficiente de condutividade ligeiramente inferior ao da manta.

Quando se tem um telhado de telhas com um forro em amadeiramento e se deseja isolá-lo com lã de vidro deve-se usar um produto para tal fim, que é uma lã de vidro em painéis com maior densidade, hidrófugo e higroscópico.

Quando se tem um teto de folha de chapa, a linha de produto que se deve utilizar é o revestimento com uma folha de alumínio reforçado em uma face para que atue para o aumento da resistência mecânica, como barreira de vapor e como material refletivo.

Coeficiente de condutividade: 0,065 a 0,056 W/m·K (0,056 a 0,049 kcal/h·m·°C)

Como no caso anterior se vende na forma de manta, de painéis aglomerados e coquilhas de isolamento de tubulações.

A Lã de Vidro é feita semelhante ao da lã rocha, porém com sílica e o sódio (areia e vidro). São fundidos em alta temperatura e centrifugados (1800°C). Formam fios finos e adicionados com resina sintética.

Quanto a lã natural de ovelha, este isolamento é a versão natural e ecológica dos isolamentos lanosos.

Diferentemente da lã de rocha ou da lã de vidro, a lã de ovelha é obtida de forma natural e não necessita, obviamente, de tratamento a altas temperaturas para ser produzida.

É muito resistente e um regulador de umidade muito eficiente, fato que contribui enormemente no conforto no interior das edificações.

Coeficiente de condutividade: 0,043 W/m.K

Como nos casos anteriores é vendida na forma de manta, de painéis aglomerados e também em flocos.

Embora atualmente seja relativamente pouco usado, é um material muito interessante, devido que além de um isolante térmico é uma barreira de vapor muito eficiente, o que não é normal nos isolantes térmicos.

É constituído por vidro reciclado e geralmente colorido suavemente, pois não existe problemas com a cor do produto, com o qual é feita uma espuma a quente, deixando células estanques com gás enclausurado, que atuam como meio isolante.

Como mencionado, ele funciona adequadamente como uma barreira de vapor, o que torna este material muito adequado para o isolamento de pontes térmicas na construção, como pilares em paredes. Sua rigidez torna-se mais adequada do que outros isolante para cobri-lo de gesso.

O material de espuma de poliestireno, mais conhecido em Portugal como Esferovitee no Brasil como Isopor, é um isolante derivado do petróleo e do gás natural do qual se obtém o polímero plástico do estireno na forma de grânulos. Para construir um bloco de, por exemplo, 1 m³, se incorpora num recipiente metálico uma certa quantidade do material que tem relação com a densidade final do mesmo e ao injetar vapor d'água se expandem os grânulos até formar um bloco. Este é cortado em placas da espessura desejada para sua comercialização mediante um arame metálico quente.

Devido a sua combustibilidade são incorporados retardantes de chama na sua produção passando o poliestireno assim composto a ser denominado dificilmente inflamável.

Possui um bom comportamento térmico em densidades que vão de 12 kg/m³ a 30 kg/m³

Tem um coeficiente de condutividade de 0,045 a 0,034 W/m.K, que depende da densidade (por regra geral, uma maior densidade implica menor o coeficiente e, portanto, melhor é o isolamento)

É facilmente atacável pela radiação ultravioleta pelo que deve ser protegido da luz do sol.

Possui uma alta resistência à absorção de água em estado líquido.

A espuma celulósica é um material isolante constituído de espuma de celulose, possui um poder isolante térmico aceitável e é um bom absorvedor de som. Ideal para ser aplicado pela parte inferior de galpões por ser um material 100% ignífugo de cor branca e por sua rapidez ao ser colocado.

Tem um coeficiente de condutividade média de $0,03 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

Quando submetido a temperaturas superiores a 65°C posteriormente se fundirá.

A espuma de polietileno se caracteriza por ser econômica, hidrófuga e fácil de ser colocada. Com respeito a seu rendimento térmico pode-se dizer que é de caráter médio. Com respeito a seu acabamento é de cor branca ou também de cor próxima a do alumínio. Tem um coeficiente de condutividade térmica entre $0,036$ e $0,046 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

É comercializada na forma de folhas, blocos ou bastões e tubos, adequados ao isolamento de tubulações.

Devido a limitações das temperaturas nas quais pode operar a espuma de polietileno, a similar espuma de polipropileno pode ser empregada com propriedades químicas similares e muito maior resistência térmica, útil no isolamento de tubos de aço em processos químicos industriais. É comercializada nas mesmas apresentações da espuma de polietileno.

A espuma de poliuretano é conhecida por ser um material isolante de muito bom rendimento. Sua aplicação pode ser realizada desde a parte inferior ou também desde a parte superior. Gera a partir do "ponto de fumo" ácido cianídrico: extraordinariamente tóxico para humanos.

Propriedades:

Densidade: $30\text{--}80 \text{ kg/m}^3$

Resistência a compressão: 200 N/mm^2

Condutividade térmica: $0,023 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

Retardo de chama: B1*

Coeficiente de fricção: $\mu=0,0135$

Tª de trabalho: -50 a 80°C

Umidade: 0% a 100%

Pressão dentro do conduto: -2000 a $+2000$

Ensaio com norma DIN4102: dificilmente inflamável

A Espuma elastomérica é um isolante com um excelente rendimento em baixa e média temperatura com fácil instalação, reduzindo ao máximo os custos de mão de obra. Possui em sua estrutura, uma barreira de vapor e um comportamento totalmente ignífugo.

Coeficiente de condutividade: $0,030 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$

Temperatura de trabalho ótima: -40 a 115°C

Material muito usado como isolamento térmico em refrigeração, devido a sua ótima densidade. Tem o poder de distribuir, estabilizar e reter a umidade que é gerada pela condensação nos tubos do equipamento.

Para altas temperaturas existe a "fibra-cerâmica", composta de alumina (Al_2O_3) e sílica (SiO_2) que atualmente vem substituindo nos fornos antigos os concretos refratários, já que estes armazenavam muito calor, dificultando reparos e tendo um maior tempo de manutenção, etc.

A "fibra-cerâmica" é mais leve, de fácil aplicação, fácil reparo, não armazena muito calor, suporta temperaturas de 1460°C , não trinca, etc.

Geralmente é comercializada na forma de mantas, blocos, massas, etc.

Retardo de chama tem a capacidade de resistir à combustão. Se considerar que um plástico tem "retardo de chama" quando não segue ardendo uma vez eliminada a fonte de ignição. O retardo de chama é a propriedade de um material, quer seja inerente ou resultante de uma substância adicionada (um retardante de chama) ou um tratamento aplicado, de suprimir, reduzir de forma significativa ou tornar demorada a propagação de chama.

O termo "com retardante de chama" se refere a um material que é tratado com um retardante de chama. Retardante de fogo corresponde à substância adicionada, ou tratamento aplicado, a um material com o propósito de suprimir, reduzir significativamente ou tornar demorada a combustão do material.

No estudo da transferência de calor, condução térmica ou difusão térmica (ou ainda condução ou difusão de calor) é a transferência de energia térmica entre átomos e/ou moléculas vizinhas em uma substância devido a um gradiente de temperatura.

Em outras palavras, é um modo do fenômeno de transferência térmica causado por uma diferença de temperatura entre duas regiões em um mesmo meio ou entre dois meios em contato no qual não se percebe movimento global da matéria na escala macroscópica, em oposição à convecção que é outra forma de transferência térmica.

Calor pode ser transferido também por radiação e/ou convecção, e frequentemente mais que um destes processos ocorre simultaneamente em uma dada situação.

INDÚSTRIAS

Vasos de pressão são utilizados em usinas de açúcar e etano, em indústrias químicas e petroquímicas, constituindo um conjunto de equipamentos que servem para os mais variados usos. Os reservatórios de ar comprimido de compressores, utilizados para fins de recapagens, para uso de frigoríficos, indústrias as mais diversas, também se utilizam dos vasos de pressão, podendo ser encontrados nos digestores, nos trocadores de calor, nos boilers, cozedores de alimentos, evaporadores, reatores, etc.

Diante dos perigos que podem causar, os vasos de pressão precisam ser projetados, fabricados e operados dentro de uma série de normas, utilizando-se materiais adequados para cada tipo de aplicação, já que qualquer falha pode acarretar sérias consequências, inclusive podendo provocar perda de vidas humanas. Vasos de pressão estão entre os equipamentos considerados de alta periculosidade.

A caldeira é considerada um reservatório, geralmente metálico, cuja função pode ser resumida, entre outras, à produção de vapor por intermédio do aquecimento de água. As caldeiras produzem vapor para suprir energia de máquinas térmicas, autoclaves de diversos tipos, cozimento de alimentos e de produtos orgânicos.

Abaixo, elencamos as cinco indústrias onde as caldeiras são essenciais e quais as suas principais utilizações:

Indústria madeireira: as caldeiras têm grande participação nas indústrias de madeira, pois fornecem o calor utilizado para as estufas de secagem. A qualidade da secagem é essencial para que as toras sejam transformadas depois em madeira serrada, placas, compensados e laminados.

Indústria de laticínios: a indústria de laticínios também precisa de caldeiras, isso porque tais equipamentos proporcionam o suprimento de vapor de água em pressão superior à da atmosfera, essencial para a produção do laticínio e seus derivados.

Termelétricas: a presença de caldeiras em termelétricas é mais que fundamental. Utilizando o vapor gerado essencialmente pela caldeira, as usinas de geração de energia precisam do vapor condensado para finalizar o ciclo de desenvolvimento da energia.

Indústria petrolífera: nas indústrias nas quais são utilizados combustíveis pesados, a caldeira é utilizada para gerar o aquecimento necessário em tubulações e reservatórios de óleo, para que ele flua livremente e proporcione uma boa combustão.

Indústria têxtil: este tipo de indústria necessita de grandes quantidades de vapor para promover o aquecimento da água utilizada para alvejar e tingir tecidos. O vapor também realiza a secagem das peças em estufas.

Caldeira é um recipiente cuja função é, entre muitas, a produção de vapor através do aquecimento da água. As caldeiras produzem vapor para alimentar máquinas térmicas, autoclaves para esterilização de materiais diversos, cozimento de alimentos e de outros produtos orgânicos, calefação ambiental e outras aplicações do calor utilizando-se o vapor.

A inspeção da caldeira deve ser feita pelo engenheiro naval ou pelo engenheiro mecânico. Muitos pensam que o caldeireiro é responsável pela inspeção, porém este é responsável apenas pela produção da caldeira.

Nas indústrias do início do século XVIII muitos eram os inconvenientes gerados pela combustão local de carvão para geração de calor. As primeiras máquinas destinadas a geração de vapor surgiram para sanar este problema, uma vez que a energia era captada em uma unidade central e distribuída para os diversos setores da empresa, através do vapor.

O gerador de vapor ou caldeira é um componente integral de um motor de vapor onde é considerado com o motor primário. A caldeira inclui uma fornalha ou forno, de modo a queimar o combustível e produzir calor; o calor gerado é transferido para a água transformando-a em vapor, processo de ebulição. Isto produz vapor saturado a uma taxa que pode variar de acordo com a pressão da água fervente. Quanto mais elevada for a temperatura do forno, mais rápida será a produção de vapor.

O vapor saturado produzido pode então ser utilizado para produzir energia através de uma turbina e alternador, ou então pode ser ainda sobreaquecido a uma temperatura mais elevada; este notadamente reduz o teor de água em suspensão fazendo um dado volume de vapor produzir mais trabalho e cria um gradiente de temperatura maior, o que ajuda a reduzir o potencial de formar condensação. Todo o calor remanescente nos gases de combustão, pode então ser evacuado ou feito passar através de um economizador, cujo papel é para aquecer a água de alimentação, antes que ele atinja a caldeira.

Cilindro caldeira fogo-tubo

A vantagem da forte vapor, como Evans viu, era que mais trabalho poderia ser feito por menores volumes de vapor; isto permitiu que todos os componentes fossem reduzidos em tamanho e os motores poderiam ser adaptados para o transporte e pequenas instalações. Para este fim, desenvolveu um cilindro de ferro forjado com a caldeira horizontal no qual foi incorporado um único tubo de fogo, numa extremidade da qual foi colocada a grelha de fogo. O fluxo de gás foi revertido em uma passagem de combustão sob o barril caldeira, então dividido ele volta pela condutas laterais para se juntar novamente a chaminé (caldeira motor colombiana).

Caldeiras Multi-tubo

Um projeto similar com a indução natural utilizado para fins marítimos foi o popular caldeira Scotch marinha. Uma fornalha rodeado por espaços de água e um barril de caldeira constituído por dois anéis telescópicos dentro do qual foram montados 25 tubos de cobre; o feixe de tubos ocupado de espaços de água no tambor melhorou bastante a transferência de calor. O projeto serviu de base para todas as locomotivas Stephensonian construídas subsequentes, sendo tomadas imediatamente por outros construtores; esse padrão de caldeira de tubo de fogo foi construído desde então.

Caldeiras flamotubulares

As caldeiras flamotubulares geram de 100 a 35.000 Kg/h com pressão até 30 Kgf/cm². Nas caldeiras flamotubulares os gases quentes provenientes da queima do combustível passam por tubos imersos em água. Os tubos aquecem a água, formando vapor. Esse tipo de caldeira tem a construção mais simplificada, quanto a distribuição de tubos, podendo ser classificadas em verticais e horizontais.

Caldeiras horizontais

Esse tipo de caldeira abrange várias modalidades, desde as caldeiras cornuália e lancashire, de grande volume de água, até as modernas unidades compactas. As principais caldeiras horizontais apresentam tubulações internas, por onde passam os gases quentes. Podem ter de 1 a 4 tubos de fornalha. As de 3 e 4 são usadas na marinha.

Caldeira cornuália

Fundamentalmente consiste de 2 cilindros horizontais unidos por placas planas. Seu funcionamento é bastante simples, apresentando porém, baixo rendimento. Para uma superfície de aquecimento de 100 m² já apresenta grandes dimensões, o que provoca limitação quanto a pressão; via de regra, a pressão não deve ir além de 10 kg/cm².

Caldeira Lancashire

É constituída por duas (às vezes 5 ou 6) tubulações internas, alcançando superfície de aquecimento de 120 a 140 metros quadrados. Atingem até 18 kg de vapor por metro quadrado de superfície de aquecimento. Este tipo de caldeira está sendo substituída gradativamente por caldeiras mais compactas e modernas.

Caldeiras multitubulares de fornalha interna

Como o próprio nome indica, possui vários tubos de fumaça. Podem ser de três tipos:

Tubos de fogo diretos

Consiste na passagem de fogo dentro do cano e a água por fora

Os gases percorrem o corpo da caldeira uma única vez.

Tubos de fogo de retorno

Os gases provenientes da combustão na tubulação da fornalha circulam pelos tubos de retorno.

Tubos de fogo diretos e de retorno

Os gases quentes circulam pelos tubos diretos e voltam pelos de retorno.

Caldeiras a vapor

A água passa por um recipiente (caldeira) que é esquentado, transformando-se em vapor. Essa caldeira é das mais antigas, tendo sido criada para retirar a água depositada nas minas de carvão, permitindo a mineração. Seu projeto é da época da Revolução Industrial, na Inglaterra.

Pelo grande volume de água que encerram, atendem também as cargas flutuantes, ou seja, aos aumentos instantâneos na demanda de vapor. Construção fácil, de custo relativamente baixo. São bastante robustas. Exigem tratamento de água menos apurado. Exigem pouca alvenaria. Pressão elevada. O vapor de alta pressão para um motor a vapor vem de uma caldeira.

Caldeiras multitubulares de fornalha externa

Em algumas caldeiras deste tipo a fornalha é constituída pela própria alvenaria, situada abaixo do corpo cilíndrico. Os gases quentes provindos da combustão entram inicialmente em contato com a base inferior do cilindro, retornando pelos tubos de fogo.

Caldeiras escocesas

Esse tipo de caldeira foi concebido para uso marítimo, por ser bastante compacta. São concepções que utilizam tubulação e tubos de menor diâmetro. Os gases quentes, oriundos da combustão verificada na fornalha interna, podem circular em 2,3 e até 4 passes.

Todos os equipamentos indispensáveis ao seu funcionamento são incorporados a uma única peça, constituindo-se, assim, num todo transportável e pronto para operar de imediato.

Essas caldeiras operam exclusivamente com óleo ou gás, e a circulação dos gases é feita por ventiladores. Conseguem rendimentos de até 83%.

Caldeiras locomotivas e locomóveis

Como o sugere o nome, caldeiras locomotivas geram vapor para movimentar a própria máquina e o restante das composições, foram criadas para locomotivas para condução de vagões de trem, atualmente este abito está praticamente fora de uso.

A caldeira locomóvel é tipo multitubular, apresentando uma dupla parede metálica, por onde circula a água do próprio corpo. São de largo emprego pela facilidade de transferência de local e por proporcionarem acionamento mecânico em lugares desprovidos de energia elétrica. São construídas para pressão de até 21 kg/cm² e vapor superaquecido.

Caldeiras aquatubulares

As caldeiras aquatubulares são classificadas pela vaporização da água que circula dentro dos tubos.

No processo de produção de vapor das caldeiras aquatubulares, a água presente no interior dos tubos absorve calor da combustão dos gases que circulam do lado externo aos tubos dentro da caldeira.

Esta configuração de caldeira a vapor é muito utilizada em modernos projetos de usinas termoeletricas, devido à maior produção de vapor e maior pressão de trabalho, resultando em maior rendimento na geração de energia, além de oferecer um melhor controle operacional e alimentação de combustível.

No Brasil, após a publicação da NR-13 (Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego), estabeleceram-se critérios mais rigorosos para o projeto, inspeção, manutenção e operação de caldeiras, tendo como objetivo principal a diminuição de acidentes envolvendo estes equipamentos.

ASME - Internacionalmente a norma aceita é código ASMA. Através da seção I - Power Boilers, orienta de forma rígida e segura a construção das caldeiras. Normalmente os fabricantes brasileiros fabricam de acordo com a ASME, porém poucos no Brasil podem estampar o equipamento com o selo "S", já que para tal necessita-se de um maior controle de qualidade e

inúmeras inspeções tanto na fase de projeto quanto na execução, através de uma instituição certificadora.

TREINAMENTO

Todo operador de caldeira deverá ter o mínimo 1º grau completo e possuir treinamento de segurança na operação de caldeiras. Todo operador de caldeira deve cumprir um estágio prático na operação da própria caldeira que irá operar, o qual deve ser supervisionado, documentado e ter duração mínima de 60 horas, para caldeiras de categoria “B”. E treinamento de:

- ✓ Noções de grandezas físicas e unidades com 4 horas
- ✓ Condições gerais de caldeiras com 8 horas
- ✓ Operação de caldeiras com 12 horas
- ✓ Tratamento de água e manutenção de caldeiras com 8 horas
- ✓ Prevenções contra explosões e outros riscos com 4 horas
- ✓ Legislação e Normalização (NR-13) com 4 horas

Todo operador com treinamento de segurança na operação de unidade de processo (Vasos de Pressão) deve cumprir estágio prático, supervisionado na operação de vasos de pressão com durações mínimas:

- ✓ 300 horas para vasos de categorias I ou II;
- ✓ 100 horas para vasos de categorias III, IV ou V.

Importante:

Deverão ficar arquivados os documentos que comprovem a participação de seus operadores no referido estágio.

No caso da área não possuir vasos de pressão de categorias I ou II, não há necessidade de existirem operadores com treinamento de segurança na operação de unidades de processo.

Faz-se necessário, no entanto, o cumprimento do estágio prático supervisionado de 100 horas deve ser informado previamente a Representação Sindical da categoria.

O currículo mínimo para treinamento de segurança na operação de unidades de processos é de:

- ✓ Noções de grandezas físicas e unidades com 4 horas
- ✓ Equipamentos de processo (trocador de calor, bombas, tubulações, tanques, etc.) com 4 horas
- ✓ Eletricidade com 4 horas
- ✓ Instrumentação com 08 horas
- ✓ Operação de unidade (carga horária de acordo com a complexidade da área)
- ✓ Primeiros socorros com 8 horas
- ✓ Legislação e Normalização com 4 horas

Todas as intervenções que exijam mandrilhamentos ou soldagem em partes que operem sob pressão devem ser seguidas de teste hidrostático, com características definidas pelo profissional habilitado.

Os resultados do teste hidrostático deverão constar no relatório de inspeção e armazenado no livro de registro.

O treinamento de segurança do trabalho é uma forma de orientar o funcionário a exercer suas atividades de maneira segura e consciente, evitando riscos e sabendo como proceder diante de uma situação perigosa ou de um acidente já concretizado.

O treinamento de segurança do trabalho visa ensinar de forma rápida e simples os procedimentos a adotar antes, durante e depois de cada atividade realizada na empresa.

Dessa forma, o dia a dia do trabalho se desenvolve com mais segurança e produtividade, permitindo que o elemento humano se ajuste ao ambiente e vice-versa.

Para elaborar um treinamento de segurança do trabalho, é possível usar o PowerPoint ou outros recursos digitais. Na hora da apresentação, o palestrante pode seguir alguns passos:

Histórico da empresa: resumo falando sobre o nascimento da empresa, seus fundadores, sua atividade-fim, os locais em que atua e outras coisas;

Política de segurança da empresa: junção da cultura organizacional da empresa com as normas de segurança do trabalho;

Objetivo do treinamento;

Explicação sobre o que é segurança do trabalho;

Explicação sobre o que é acidente de trabalho;

Informações sobre o ambiente de trabalho;

Riscos inerentes a cada função;

Necessidade do uso de EPIs e EPCs;

Agradecimentos.

Para garantir a participação dos funcionários no treinamento de segurança do trabalho, peça ajuda ao Gestor de RH ou o Gestor Operacional.

Existem diferentes tipos de treinamento de segurança do trabalho que podem ser oferecidos:

Treinamento de integração ou admissional (integra o novo funcionário ao ambiente de trabalho, aos equipamentos que ele vai usar, aos riscos);

Treinamento de conscientização (conscientiza os funcionários da importância de seguir as normas de segurança);

Análise de riscos (gerencia os riscos, antecipando os problemas);

Cultura preventiva (dissemina a ideia de que a prevenção é a melhor solução);

Segurança online (uso correto das ferramentas digitais);

Ergonomia no trabalho (ensina como o funcionário deve se posicionar em relação aos equipamentos e evitar problemas de saúde).

Um dos principais tipos de treinamento de segurança do trabalho na atualidade sem citar o treinamento da CIPA. Essa sigla significa “Comissão Interna de Prevenção de Acidentes”, e a sua existência tem como objetivo prevenir doenças e acidentes que podem ser causados no trabalho.

As empresas devem oferecer o treinamento da NR 5 (norma do MTE que trata da CIPA) aos participantes designados para a sua CIPA, antes do momento de posse. Caso ela esteja no seu primeiro mandato, o treinamento tem um prazo de, no máximo, 30 dias para ser feito, abrangendo titulares e suplentes.

Todas as empresas que admitam trabalhadores são obrigadas a formar a CIPA (ou designar um funcionário para cumprir as funções da CIPA). Por isso, o curso da CIPA está entre os principais treinamentos de segurança do trabalho.

Treinamento refere-se ao processo de aquisição de conhecimento, habilidades e competências como resultado de formação profissional ou do ensino de habilidades práticas relacionadas à competências úteis específicas. Isto forma o núcleo da aprendizagem e fornece a espinha dorsal de conteúdo em escolas politécnicas. Além do treino básico exigido por um ofício, ocupação ou profissão, os avanços tecnológicos e a competitividade do mundo moderno exigem que os trabalhadores atualizem constantemente suas habilidades, ao longo de toda sua vida profissional.

Os treinamentos proporcionam uma melhoria na produção das tarefas diárias, e por consequência contribui para os resultados da empresa por aumentar suas responsabilidades. Por haver uma competição maior em organizações que estão alinhadas com os avanços tecnológicos, ocorre a busca por uma produtividade cada vez maior que intensifica a demanda por um treinamento adequado.

Muitas empresas promovem treinamentos para seus empregados, seja no próprio local de trabalho (interno), seja fora dele (externo):

Treinamento interno: ocorre nas próprias instalações da empresa, em situações normais de trabalho, com ferramentas, máquinas, documentos e outros materiais que o treinando irá utilizar em suas atividades laborais cotidianas. O treino interno costuma ser muito utilizado em curso de aperfeiçoamento.

Treinamento externo: ocorre fora do local e das situações normais de trabalho, o que significa dizer que o treinando não conta como um trabalhador diretamente produtivo durante o período de treino. Isto, e mais o fato de que muitos empresários encaram treino como despesa, e não como investimento, torna esta modalidade menos atraente para pequenas e médias empresas.

O treinamento é a educação, institucionalizada ou não, que visa adaptar a pessoa para o exercício de determinada função ou para a execução de tarefa específica, em determinada empresa. Consiste na aplicação de um somatório de atividades técnicas provenientes da pedagogia e psicologia, objetivando à aprendizagem de novas respostas a situações específicas.

A escolha de se implantar ou não um treinamento envolve diversos fatores ligados à análise da empresa, das tarefas e dos recursos humanos, ou seja, identificar o comportamento dos colaboradores, saber até onde vai o conhecimento dos treinados, identificar os recursos disponíveis para realização de um treinamento, associar cada tarefa ao tipo de comportamento correto e por fim definir quais as áreas torna-se necessário um treinamento.

O processo de avaliação consiste em obtenção de informações sobre os efeitos que um programa de treinamento tem na concretização das metas da empresa.

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA

As medidas de proteção coletiva devem ser priorizadas conforme determina a legislação de Segurança e Medicina do Trabalho.

Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC)

Sistema de exaustão: elimina gases, vapores ou poeiras contaminantes;

Enclausuramento: fechamento de máquina barulhenta para eliminar barulho excessivo;

Comando bimanual: mantém as mãos fora da zona de perigo durante o ciclo de uma máquina;

Cabo de segurança: para conter equipamentos suspensos sujeitos a esforços, caso venham a se desprender.

Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

Equipamentos de Proteção Individual (EPI) Quando não é possível adotar medidas de segurança de ordem geral, para garantir a proteção contra riscos de acidentes e doenças profissionais, deve-se usar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI), que são dispositivos de uso pessoal destinados a proteger a integridade física e a saúde do trabalhador.

Obs.: Não é qualquer EPI que atende a legislação e protege o trabalhador.

A lei determina que sejam aprovados pelo Ministério do Trabalho, mediante certificados de aprovação (CA). As empresas devem fornecer EPIs gratuitamente aos trabalhadores que deles necessitarem.

A lei estabelece que é obrigação dos trabalhadores usar os equipamentos de proteção individual onde houver risco, assim como os demais meios destinados a sua segurança.

É tarefa do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do trabalho (SESMT) e da CIPA ou, na falta desses, do empregador, determinar o tipo adequado de EPI em face do risco que irá neutralizar e quais as pessoas na empresa que deverão utilizar-los.

O treinamento é uma fase importante no processo de utilização dos EPIs, quando o trabalhador recebe instruções sobre a maneira correta de usar o EPI, ele fica mais seguro e consciente quanto ao seu uso.

NR-13 é a Norma Regulamentadora que estabelece os requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações, portanto é ela que temos que levar em consideração quando temos em nossas empresas algum desses equipamentos.

O Brasil não tem norma construtiva para caldeiras aqui comumente utilizamos a norma ASME seção I (norma americana) é nela que encontramos todos os requisitos necessários para construção segura desse equipamento.

É de extrema importância que sua caldeira tenha sido construída de acordo com a norma ASME sec I, o fabricante deverá te fornecer documentos comprovando isso.

Existe ainda a inspeção extraordinária que é feita sempre que a caldeira for danificada por acidente ou outra ocorrência capaz de comprometer sua segurança, quando a caldeira for submetida à alteração ou reparo importante capaz de alterar suas condições de segurança, antes de ser recolocada em funcionamento, quando permanecer inativa por mais de 6 (seis) meses e quando houver mudança de local de instalação da caldeira.

A caldeira em hipótese alguma deverá ficar sem a supervisão de um operador de caldeira devidamente treinado. Nem na hora do almoço, nem na hora extra do operador e nem no sábado de manhã. Esse treinamento deverá ser feito de acordo com o anexo I item A da NR-13 e conta com 40 horas teóricas e até 80 horas práticas. O treinamento deve ter como responsável engenheiro mecânico ou correlato.

Toda caldeira deve possuir manual de operação atualizado, em língua portuguesa contendo no mínimo os procedimentos de partida, parada, operação rotineira, procedimentos de emergência (como falta de água, falta de energia, etc.), procedimentos gerais de segurança, saúde e meio ambiente.

O Prontuário da Caldeira é o Documento obrigatório geralmente fornecido pelo fabricante da caldeira contendo as características construtivas do equipamento pela norma ASME, se sua empresa extraviou esse documento ou a caldeira é muito antiga corre atrás do profissional habilitado.

As válvulas de segurança são dispositivos que atuam em caso de sobre pressão na caldeira, aliviando a mesma. Ou seja, é indispensável que elas estejam calibradas.

O não cumprimento dos itens da NR-13 que possam causar acidentes para os funcionários de sua empresa configura risco grave e iminente e no caso de uma fiscalização do ministério do trabalho, a caldeira será interditada até a regularização do fato que o gerou.

A Norma aponta a obrigatoriedade da utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) durante a operação das caldeiras. Em geral, os EPIs básicos para um Operador de Caldeira a Vapor são:

- ✓ Protetor auricular;
- ✓ Óculos de segurança;

- ✓ Luvas de vaqueta;
- ✓ Calçado de segurança.

13.5.2.4 A instalação de vasos de pressão deve obedecer aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente previstos nas Normas Regulamentadoras, convenções e disposições legais aplicáveis.

O relatório de inspeção de segurança, mencionado no item 13.5.1.6, alínea “d”, deve ser elaborado em páginas numeradas, ou em sistema informatizado do estabelecimento com segurança de informação, no qual o PH esteja identificado como o responsável pela respectiva aprovação, e conter no mínimo:

- a) identificação do vaso de pressão;
- b) categoria do vaso de pressão;
- c) fluidos de serviço;
- d) tipo do vaso de pressão;
- e) tipo de inspeção executada;
- f) data de início e término da inspeção;
- g) descrição das inspeções, exames e testes executados;
- h) registro fotográfico das anomalias do exame interno do vaso de pressão;
- i) resultado das inspeções e intervenções executadas;
- j) recomendações e providências necessárias;
- k) parecer conclusivo quanto a integridade do vaso de pressão até a próxima inspeção;
- l) data prevista para a próxima inspeção de segurança;
- m) nome legível, assinatura e número do registro no conselho profissional do PH e nome legível e assinatura de técnicos que participaram da inspeção.

As empresas que possuem tubulações e sistemas de tubulações enquadradas nesta NR devem possuir um programa e um plano de inspeção que considere, no mínimo, as variáveis, condições e premissas descritas abaixo:

- a) os fluidos transportados;
- b) a pressão de trabalho;
- c) a temperatura de trabalho;
- d) os mecanismos de danos previsíveis;
- e) as consequências para os trabalhadores, instalações e meio ambiente trazidas por possíveis falhas das tubulações.

As tubulações ou sistemas de tubulação devem possuir dispositivos de segurança conforme os critérios do código de projeto utilizado, ou em atendimento às recomendações de estudo de análises de cenários de falhas.

As tubulações ou sistemas de tubulação devem possuir indicador de pressão de operação, conforme definido no projeto de processo e instrumentação.

O Registro de Segurança deve ser constituído por um livro de páginas numeradas por estabelecimento ou sistema informatizado por estabelecimento com segurança da informação onde serão registradas ocorrências como vazamentos de grande proporção, incêndios ou explosões envolvendo tubulações abrangidas na alínea “e” do subitem 13.2.1 que tenham como consequência uma das situações a seguir:

- a) influir nas condições de segurança das tubulações;
- b) risco ao meio ambiente;
- c) acidentes que implicaram em necessidade de internação hospitalar de trabalhador(es).

Os intervalos de inspeção das tubulações devem atender aos prazos máximos da inspeção interna do vaso ou caldeira mais crítica a elas interligadas, podendo ser ampliados pelo programa de inspeção elaborado por PH, fundamentado tecnicamente com base em mecanismo de danos e na criticidade do sistema, contendo os intervalos entre estas inspeções e os exames que as compõem, desde que essa ampliação não ultrapasse o intervalo máximo de 100 % (cem por cento) sobre o prazo da inspeção interna, limitada a 10 (dez) anos.

Os intervalos de inspeção periódica da tubulação não podem exceder os prazos estabelecidos em seu programa de inspeção, consideradas as tolerâncias permitidas para as empresas com SPIE.

DISPOSIÇÕES GERAIS

Constitui condição de risco grave e iminente - RGI o não cumprimento de qualquer item previsto nesta NR que possa causar acidente ou doença relacionada ao trabalho, com lesão grave à integridade física do trabalhador, especialmente:

- a) operação de equipamentos abrangidos por esta NR sem dispositivos de segurança ajustados com pressão de abertura igual ou inferior a pressão máxima de trabalho admissível - PMTA, instalado diretamente no vaso ou no sistema que o inclui, considerados os requisitos do código de projeto relativos a aberturas escalonadas e tolerâncias de calibração;
- b) atraso na inspeção de segurança periódica de caldeiras;
- c) bloqueio inadvertido de dispositivos de segurança de caldeiras e vasos de pressão, ou seu bloqueio intencional sem a devida justificativa técnica baseada em códigos, normas ou procedimentos formais de operação do equipamento;
- d) ausência de dispositivo operacional de controle do nível de água de caldeira;
- e) operação de equipamento enquadrado nesta NR com deterioração atestada por meio de recomendação de sua retirada de operação constante de parecer conclusivo em relatório de inspeção de segurança, de acordo com seu respectivo código de projeto ou de adequação ao uso;
- f) operação de caldeira por trabalhador que não atenda aos requisitos estabelecidos no Anexo I desta NR, ou que não esteja sob supervisão, acompanhamento ou assistência específica de operador qualificado.

Por motivo de força maior e com justificativa formal do empregador, acompanhada por análise técnica e respectivas medidas de contingência para mitigação dos riscos, elaborada por Profissional Habilitado - PH ou por grupo multidisciplinar por ele coordenado, pode ocorrer postergação de até 6 (seis) meses do prazo previsto para a inspeção de segurança periódica da caldeira.

O empregador deve comunicar ao sindicato dos trabalhadores da categoria predominante no estabelecimento a justificativa formal para postergação da inspeção de segurança periódica da caldeira.

Para efeito desta NR, considera-se Profissional Habilitado - PH aquele que tem competência legal para o exercício da profissão de engenheiro nas atividades referentes a projeto de construção, acompanhamento da operação e da manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras, vasos de pressão e tubulações, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no País.

Todos os reparos ou alterações em equipamentos abrangidos por esta NR devem respeitar os respectivos códigos de projeto e pós-construção e as prescrições do fabricante no que se refere a:

- a) materiais;
- b) procedimentos de execução;
- c) procedimentos de controle de qualidade;
- d) qualificação e certificação de pessoal.

Quando não for conhecido o código de projeto, deve ser respeitada a concepção original do vaso de pressão, caldeira ou tubulação, empregando-se os procedimentos de controle prescritos pelos códigos pertinentes.

A critério do PH podem ser utilizadas tecnologias de cálculo ou procedimentos mais avançados, em substituição aos previstos pelos códigos de projeto.

Projetos de alteração ou reparo - PAR devem ser concebidos previamente nas seguintes situações:

- a) sempre que as condições de projeto forem modificadas;
- b) sempre que forem realizados reparos que possam comprometer a segurança.

O par deve:

- a) ser concebido ou aprovado por PH;
- b) determinar materiais, procedimentos de execução, controle de qualidade e qualificação de pessoal;
- c) ser divulgado para os empregados do estabelecimento que estão envolvidos com o equipamento.

Todas as intervenções que exijam mandrilamento ou soldagem em partes que operem sob pressão devem ser objeto de exames ou testes para controle da qualidade com parâmetros definidos pelo PH, de acordo com normas ou códigos aplicáveis.

Os sistemas de controle e segurança das caldeiras e dos vasos de pressão devem ser submetidos à manutenção preventiva ou preditiva.

O empregador deve garantir que os exames e testes em caldeiras, vasos de pressão e tubulações sejam executados em condições de segurança para seus executantes e demais trabalhadores envolvidos.

O empregador deve comunicar ao órgão regional do Ministério do Trabalho e Emprego e ao sindicato da categoria profissional predominante no estabelecimento a ocorrência de vazamento, incêndio ou explosão envolvendo equipamentos abrangidos nesta NR que tenha como consequência uma das situações a seguir:

- a) morte de trabalhador(es);
- b) acidentes que implicaram em necessidade de internação hospitalar de trabalhador(es);
- c) eventos de grande proporção.

A comunicação deve ser encaminhada até o segundo dia útil após a ocorrência e deve conter:

- a) razão social do empregador, endereço, local, data e hora da ocorrência;
- b) descrição da ocorrência;
- c) nome e função da(s) vítima(s);
- d) procedimentos de investigação adotados;
- e) cópia do último relatório de inspeção de segurança do equipamento envolvido;
- f) cópia da comunicação de acidente de trabalho (CAT).

Na ocorrência de acidentes previstos no item da NR 13:

13.3.11, o empregador deve comunicar a representação sindical dos trabalhadores predominante do estabelecimento para compor uma comissão de investigação.

13.3.11.3 Os trabalhadores, com base em sua capacitação e experiência, devem interromper suas tarefas, exercendo o direito de recusa, sempre que constatarem evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato a seu superior hierárquico.

ANÁLISE DE RISCOS

O mapa de riscos é uma representação gráfica que, por meio de círculos de diferentes cores e tamanhos, representam diferentes riscos existentes na empresa e em cada ambiente de trabalho.

A elaboração do Mapa de Risco faz com que a empresa reúna informações importantes para estabelecer o diagnóstico da situação atual de segurança e saúde no trabalho, assim como estimular a troca e divulgação de informações entre os trabalhadores, a CIPA e o SESMT.

O Mapa de risco tem como função estimular a participação de todos nas atividades de prevenção assim como divulgar e alertar quanto aos riscos existentes em cada ambiente de trabalho.

O Perigo pode ser um produto químico, uma máquina rotativa, uma superfície quente, um chão escorregadio, uma área ruidosa, uma área com alta temperatura, área energizada, entre outros. Perceba que todos esses casos representam situações potenciais para acontecer uma lesão.

O Risco aparece com a aproximação do trabalhador ou qualquer outra pessoa, pois eles estão se expondo àquele perigo. Se não houver aproximação do trabalhador não haverá Risco de qualquer dano sobre ele. Portanto, o Risco está associado à exposição ao perigo.

A Análise de riscos é de suma importância para a segurança do trabalho. A NR1 define que é obrigação do empregador elaborar as ordens de serviços em que os trabalhadores tomem ciência das atividades que vão executar na empresa e os riscos existentes na função, assim sendo necessário a análise de risco.

A NR9 que legisla sobre o PPRA que desenvolve o Programa para Prevenção de Riscos Ambientais, ou o PCMAT da NR18, que substitui o PPRA na indústria da construção civil, tem seu desenvolvimento realizado a partir da análise de risco. Esta análise influencia e orienta o médico do trabalho responsável na elaboração do PCMSO, NR7.

Outras situações e normas regulamentadoras também utilizam a análise de riscos, como nos espaços confinados, NR33; em Instalações Elétricas, NR10; na escolha de EPIs, na NR6; nos programas PCA e PPR, entre outras situações.

Para a elaboração do Mapa de Riscos utiliza-se os tipos de riscos subdivididos em cinco categorias, que são:

- ✓ risco físico,
- ✓ risco químico,
- ✓ risco ergonômico,
- ✓ risco mecânico e
- ✓ risco biológico.

Para se fazer um Mapa de Risco é preciso identificar os riscos existentes no trabalho, assim como definir os diferentes níveis de riscos a partir do confronto entre probabilidade e consequências do dano, para isso é montada uma matriz de nível de risco. Esta ferramenta tem a função de quantificar os riscos, separando-os em diferentes níveis de atenção.

De acordo com a Norma Regulamentadora 5, quem deve elaborar o Mapa de Risco é a CIPA ou o Designado CIPA, em parceria com o SESMT.

Referências Bibliográficas

mecanicaindustrial.com.br // Plano Anual de Fiscalização da CEEMM 2017 - CREA SP // sindinova.com.br // betaeducacao.com.br // conect.online/blog/ // endi.net.br/admin // blog.hlnengenharia.com.br // Ferreira, A. B. H. Novo dicionário da língua portuguesa. 2ª edição. Rio de Janeiro. Nova Fronteira. 1986. p. 746. // Cartilha de Orientações Básicas (PDF). [S.l.]: Polícia Militar do Estado de São Paulo. Maio de 2011. p. 19. Consultado em 28 // de janeiro de 2016. Arquivado do original (PDF) em 11 de outubro de 2015 // wikipedia.org // segurancadotrabalhonwn.com // prometalepis.com.br/blog // terotec.com.br/nova-nr13-portaria-mtb-no1-084-de-28-09-2017-comentada/Revisão comentada por Eng. Marco Brito // Revista Opiniões // fenox.com.br // otmza.com.br/post // aecweb.com.br // rwengenharia.eng.br // Walton J.N. (1965-74) Doble Steam Cars, Buses, Lorries, and Railcars . "Light Steam Power" Isle of Man, UK // Bazzo (1995) // descomplicanr.com.br.