



OPERADOR DE CALDEIRA

Este material é de propriedade de Bichiatto & Barros Serviços LTDA-ME, CNPJ 24.445.753/0001-79, com nome fantasia Grupo Oportunidade®, registrada no INPI (www.inpi.gov.br) sob nº 911246843 e 911246908. Nenhuma parte desta publicação, incluindo projeto gráfico e ilustrações, poderá ser reproduzida ou transmitida por qualquer meio, seja ele eletrônico, fotográfico, mecânico, fotocópia ou outros. Todos os logotipos e telas empregados, os sites acessados na Internet e impressos nesta apostila são produtos exclusivos e de total propriedade de seus criadores, utilizados apenas como exemplos, visando ilustrar o conteúdo do curso.

Índice Analítico

| | |
|---|----|
| Aula 1 | 8 |
| Introdução | 8 |
| Caldeira | 8 |
| Pressão | 9 |
| Tipos de Pressão..... | 11 |
| Pressão Atmosférica..... | 11 |
| Como é Medida a Pressão Atmosférica? | 11 |
| Pressão Manométrica ou Relativa..... | 12 |
| Pressão Absoluta | 13 |
| Unidades de Pressão..... | 13 |
| Alguns Parâmetros De Caldeiras..... | 14 |
| PMTP (Pressão Máxima de Trabalho Permitida) | 15 |
| Pressão De Teste Hidrostático | 15 |
| Exercícios..... | 16 |
| Aula 2..... | 18 |
| Temperatura..... | 18 |
| Escalas de Medição..... | 18 |
| Celsius..... | 18 |
| Fahrenheit..... | 19 |
| Kelvin..... | 20 |
| Conversão de Escalas..... | 20 |
| Calor..... | 24 |
| Convecção..... | 25 |
| Condução..... | 25 |
| Radiação..... | 26 |
| Unidade de Medida..... | 26 |
| Calor Sensível..... | 27 |
| Calor Latente..... | 28 |
| Calor Específico..... | 30 |
| Quantidade de Calor..... | 31 |
| Equilíbrio Térmico..... | 32 |
| Exercícios..... | 33 |
| Aula 3..... | 36 |
| Vapor..... | 36 |
| Tipos de Vapor | 37 |
| Vapor Saturado..... | 37 |

Operador de Caldeira

| | |
|--|----|
| Vapor Úmido..... | 37 |
| Vapor Superaquecido..... | 37 |
| Calor Contido No Vapor..... | 38 |
| Calor Total..... | 38 |
| Temperatura de Vaporização (Tvap)..... | 39 |
| Ebulição..... | 39 |
| Calefação..... | 40 |
| Evaporação..... | 40 |
| Volume Específico (Vesp)..... | 40 |
| Aplicações do Vapor..... | 41 |
| Aquecimento..... | 42 |
| Trabalho Mecânico..... | 42 |
| Turbinas A Vapor..... | 43 |
| Exercícios..... | 44 |
| Aula 4..... | 47 |
| Combustão..... | 47 |
| Eficiência da Combustão..... | 47 |
| Controle de Combustível..... | 47 |
| Combustão de Gases..... | 49 |
| Temperatura dos Gases..... | 50 |
| Tiragem..... | 51 |
| Ar Necessário para a Combustão..... | 51 |
| Poder Calorífico do Combustível..... | 53 |
| Alimentação a Lenha..... | 53 |
| Alimentação a Bagaço..... | 54 |
| Exercícios..... | 57 |
| Aula 5..... | 59 |
| Tipos de Caldeiras..... | 59 |
| Caldeira Flamotubular..... | 60 |
| Caldeira Aquatubular..... | 61 |
| Componentes Internos de Caldeiras Aquatubular..... | 61 |
| Tubulão de Vapor..... | 61 |
| Tubulão de Lama..... | 63 |
| Tubulação de Água de Alimentação..... | 64 |
| Tubo para Coleta da Descarga Contínua..... | 65 |
| Feixe Tubular..... | 65 |
| Fornalha..... | 65 |
| Ante Fornalha com Forno Ferradura..... | 66 |
| Fornalha Ferradura..... | 66 |
| Fornalha com Grelha..... | 66 |

Operador de Caldeira

| | |
|--|-----|
| Grelha Basculante..... | 67 |
| Grelha Rotativa..... | 67 |
| Parede de Água..... | 68 |
| Superaquecedor..... | 68 |
| Exercícios..... | 70 |
| Aula 6..... | 74 |
| Fornalha com Queima em Suspensão..... | 74 |
| Visores de Fornalha..... | 74 |
| Portas de Acesso..... | 75 |
| Alimentadores de Bagaço..... | 75 |
| Distribuidor Rotativo..... | 76 |
| Injetor Pneumático..... | 76 |
| Dosadores de Bagaço..... | 77 |
| Chaminé..... | 77 |
| Tiragem..... | 77 |
| Tiragem Natural..... | 78 |
| Tiragem Forçada..... | 78 |
| Tiragem Induzida..... | 78 |
| Tiragem Balanceada..... | 78 |
| Pré-Aquecedor..... | 79 |
| Tubulares Verticais..... | 80 |
| Tubulares Horizontais..... | 80 |
| Materiais mais Utilizados..... | 81 |
| Regenerativo..... | 81 |
| Exercícios..... | 82 |
| Aula 7..... | 84 |
| Sistema de Controle..... | 84 |
| Sistema de Indicação do Local de Variáveis..... | 85 |
| Sistema de Indicação Remota..... | 85 |
| Sistema de Controle de Nível de Água no Interior do Tubulão..... | 87 |
| Controle Do Nível D'água..... | 87 |
| Coluna De Nível..... | 88 |
| Defeitos Em Operação..... | 89 |
| Defeitos Mais Comuns Do Sistema De Nível..... | 90 |
| Painéis De Comando..... | 91 |
| Injetor (Bombeamento De Água) | 94 |
| Exercícios..... | 97 |
| Aula 8..... | 100 |

Operador de Caldeira

| | |
|---|-----|
| Válvulas De Segurança..... | 100 |
| O Que Não Se Deve Fazer..... | 101 |
| Acumulação E Sobrepressão..... | 102 |
| Acumulação Ou Pressão De Acúmulo..... | 102 |
| Sobrepressão..... | 102 |
| Vazamentos..... | 103 |
| Trepidação..... | 104 |
| Manutenção..... | 104 |
| Ajustes..... | 106 |
| Ajuste Do Diferencial De Alívio..... | 108 |
| Molas..... | 108 |
| Exercícios..... | 109 |
| Aula 9 | 113 |
| Revisão..... | 113 |
| Exercícios..... | 114 |
| Aula 10..... | 123 |
| Critérios Para Operação De Caldeiras..... | 123 |
| Inspeção Pré-Operação..... | 124 |
| Aquecimento..... | 124 |
| Elevação da Pressão..... | 125 |
| Operação para a Colocação da Caldeira em Serviço..... | 126 |
| Geral..... | 126 |
| Parada..... | 128 |
| Regulagem..... | 128 |
| Regulagem da Caldeira de Combustíveis Sólidos..... | 128 |
| Regulagem de Nível de Água..... | 130 |
| Regulagem de Temperatura..... | 130 |
| Teste de Operação em Caldeiras Novas..... | 131 |
| Defeito na Operação..... | 132 |
| Defeitos Mecânicos..... | 132 |
| Retirada Normal..... | 132 |
| Problemas De Operação..... | 134 |
| Exercícios..... | 137 |
| Aula 11..... | 140 |
| Rompimento de Tubo..... | 140 |
| Válvulas de Segurança Abrindo Constantemente..... | 141 |
| Vazamentos em Válvulas de Segurança e/ou Alívio..... | 142 |
| Principais Causas de Vazamentos..... | 146 |
| Roteiro de Vistoria Diária..... | 151 |

Operador de Caldeira

| | |
|--|-----|
| Operações de Várias Caldeiras..... | 154 |
| Procedimento em Situações de Emergência..... | 155 |
| Operações de Emergências..... | 156 |
| Programa de Manutenção Diária..... | 159 |
| Descarga de Fundo..... | 159 |
| Descarga do Indicador de Nível de Água..... | 160 |
| Sopradores de Fuligem..... | 160 |
| Queimadores de Óleo..... | 161 |
| Casa da Caldeira..... | 161 |
| Mancais dos Ventiladores..... | 161 |
| Lubrificação dos Mancais..... | 162 |
| Programa de Manutenção Semanal..... | 163 |
| Paradas Semanais..... | 163 |
| Corrosão..... | 164 |
| Ferrugem..... | 164 |
| Prevenção da Corrosão..... | 165 |
| Exercícios..... | 167 |
| Aula 12..... | 170 |
| Norma regulamentadora—caldeiras e vasos de Pressão (Nr13)..... | 170 |
| Caldeiras a Vapor..... | 170 |
| Instalação de Caldeiras a Vapor..... | 172 |
| Segurança na Operação de Caldeiras..... | 174 |
| Segurança e Manutenção de Caldeiras..... | 175 |
| Inspeção de Segurança de Caldeiras..... | 176 |
| Exercícios..... | 178 |
| Aula 13..... | 180 |
| Tratamento de Água e Manutenção de Caldeiras..... | 180 |
| Características da Água..... | 181 |
| Alcalinidade..... | 183 |
| Dureza..... | 185 |
| Redução de Dureza..... | 186 |
| Processos Iônicos dos Zeólitos..... | 186 |
| Processos com resina de Troca Iônica..... | 187 |
| Sólidos Suspensos..... | 187 |
| Solubilidade..... | 187 |
| Tratamento da Água de Alimentação..... | 188 |
| Tratamento Interno ou Químico..... | 190 |
| Exercícios..... | 192 |

Operador de Caldeira

| | |
|--------------------|-----|
| Aula 14..... | 194 |
| Revisão Geral..... | 194 |
| Exercícios..... | 195 |
| | |
| Aula 15..... | 202 |
| Avaliação..... | 202 |
| Exercícios..... | 203 |