

CAPACITAÇÃO ABM

Portfólio de Cursos

Sumário

Cursos reunidos por Áreas de Conhecimento

ÁREA DE CONHECIMENTO: CONFORMAÇÃO E PRODUTOS METÁLICOS	4
AÇOS AVANÇADOS COM ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA PARA APLICAÇÕES AUTOMOTIVAS	5
APLICAÇÃO DOS AÇOS PLANOS: NORMAS E SETORES	6
APLICAÇÃO DOS PRODUTOS LONGOS DE AÇO	7
CALIBRAÇÃO DE PRODUTOS LONGOS	8
CONSTRUÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS NA LAMINAÇÃO A QUENTE DE AÇOS PARA PREVISÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS, TAMANHO DE GRÃO E FORÇA DE LAMINAÇÃO EM PLANILHA ELETRÔNICA	9
ENGENHARIA DE FORJAMENTO	10
ESTAMPAGEM DOS AÇOS AO CARBONO	11
EXTRUSÃO DO ALUMÍNIO	12
FABRICAÇÃO E APLICAÇÃO DE PRODUTOS LAMINADOS PLANOS DE AÇO	13
FORNOS DE REAQUECIMENTO	14
FUNDAMENTOS DO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS METÁLICOS	15
FUNDAMENTOS DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO	16
LAMINAÇÃO DO ALUMÍNIO	17
OFICINA DE CILINDROS – GESTÃO E PROCESSOS LAMINADOS PLANOS	18
SELEÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS METÁLICOS PARA CONSTRUÇÃO MECÂNICA	20
TECNOLOGIA E SELEÇÃO DE MATERIAIS	21
TREFILAÇÃO DO ALUMÍNIO	22
TREFILAÇÃO DO COBRE E SUAS LIGAS	23
USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PREVISÃO DE PROPRIEDADES METALÚRGICAS DE PRODUTOS SIDERÚRGICOS	24
ÁREA DE CONHECIMENTO: ECONOMIA CIRCULAR E GESTÃO INTEGRADA	25
COMBUSTÃO E MEIO AMBIENTE	26
GESTÃO DE COPRODUTOS E DO MEIO AMBIENTE NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA	27
RECICLAGEM DO ALUMÍNIO	28
ÁREA DE CONHECIMENTO: ENERGIA E UTILIDADES	29
COMBUSTÃO INDUSTRIAL – OLÉO E GÁS	30
ÁREA DE CONHECIMENTO: FUNDAMENTOS E PROCESSOS METALÚRGICOS	31
ANÁLISE DE FALHAS	32
ANÁLISE DE FRATURAS	33
ANÁLISE METALOGRÁFICA	34
ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL DE METAIS E LIGAS METÁLICAS	35
CORROSÃO NA INDÚSTRIA: MECANISMOS, AVALIAÇÃO, TRATAMENTO E PREVENÇÃO	36
DIAGRAMAS DE EQUILÍBRIO DO SISTEMA Fe-C: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES PARA AÇOS E FERROS FUNDIDOS	37
ENSAIOS DOS MATERIAIS	38
FADIGA E FRATURA DE MATERIAIS	40
FUNDAMENTOS DE ANÁLISE DE FALHAS	41
FUNDAMENTOS DE MECÂNICA DA FRATURA E APLICAÇÕES À INTEGRAÇÃO ESTRUTURAL DE EQUIPAMENTOS E COMPONENTES	42
FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO MÓDULO I: APLICADOS ÀS LIGAS DE ALUMÍNIO	43
FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO II: MICROESTRUTURA E ANÁLISE MICROESTRUTURAL DAS LIGAS DO ALUMÍNIO	44
FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO III: PROPRIEDADES DAS LIGAS DE ALUMÍNIO	45

FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO IV: FUNDAMENTOS DA DEFORMAÇÃO PLÁSTICA DA LIGAS DO ALUMÍNIO	46
INTRODUÇÃO À METALOGRAFIA – TEORIA E PRÁTICA.....	47
INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA DE SOLDAGEM.....	48
MECÂNICA DA FRATURA ELASTO-PLÁSTICA FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES À INTEGRIDADE ESTRUTURAL	49
MECÂNICA DA FRATURA: CONCEITOS, TÉCNICAS DE ENSAIOS E MÉTODOS PARA PREVISÃO DE FALHA DE ESTRUTURAS.....	50
MECÂNICA DE MATERIAIS COMPOSTOS.....	51
METALURGIA DA SOLDAGEM.....	52
METALURGIA DO ALUMÍNIO PARA NÃO METALURGISTAS.....	53
METALURGIA DO PÓ – PRODUTOS SINTERIZADOS E MANUFATURA ADITIVA.....	54
METALURGIA FÍSICA E MECÂNICA APLICADA	55
METALURGIA GERAL: FUNDAMENTOS BÁSICOS E APLICAÇÕES	56
PRÁTICAS E EXECUÇÃO DE ANÁLISES DE FALHAS.....	57
SIDERURGIA PARA NÃO SIDERURGISTAS	58
SIDERURGIA UMA VISÃO GERAL	59
SOLDAGEM DOS AÇOS	60
ÁREA DE CONHECIMENTO: FUSÃO, REFINO E SOLIDIFICAÇÃO	61
ACIARIA A OXIGÊNIO.....	62
ACIARIA ELÉTRICA	64
ACIARIA PARA AÇOS ESPECIAIS	65
DESOXIDAÇÃO DE AÇOS.....	66
FABRICAÇÃO DE AÇOS FUNDIDOS EM FORNOS DE INDUÇÃO	67
FUNDAMENTOS DE ESCÓRIAS DE REFINO DE AÇOS.....	68
FUNDAMENTOS SOBRE INCLUSÕES NÃO-METÁLICAS EM AÇOS.....	69
FUNDIÇÃO DAS LIGAS DE ALUMÍNIO	70
FUNDIÇÃO DO COBRE E SUAS LIGAS.....	71
LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE AÇOS - MÓDULO PLACAS E MÓDULO BLOCOS E TARUGOS	72
LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE AÇOS - MÓDULO BLOCOS E TARUGOS.....	73
LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE AÇOS - MÓDULO PLACAS	74
OPERAÇÃO DE FORNOS ELÉTRICOS A ARCO.....	75
PRÉ-TRATAMENTO DE GUSA.....	77
REFINO SECUNDÁRIO DOS AÇOS - FUNDAMENTOS E ASPECTOS OPERACIONAIS CRÍTICOS	78
REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA – MÓDULO REDUÇÃO e MÓDULO ACIARIA	79
REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA – MÓDULO ACIARIA.....	80
REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA – MÓDULO REDUÇÃO	81
ÁREA DE CONHECIMENTO: MANUTENÇÃO E ENGENHARIA	82
INSPEÇÃO EM VASOS DE PRESSÃO E CALDEIRAS – NR13.....	83
ÁREA DE CONHECIMENTO: MATERIAIS CERÂMICOS, COMPÓSITOS E POLIMÉRICOS	84
SELEÇÃO DE MATERIAIS NÃO METÁLICOS.....	85
MATERIAIS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS: FUNDAMENTOS, TECNOLOGIA E APLICAÇÃO	86
ÁREA DE CONHECIMENTO: MINERAÇÃO	87
BRITAGEM E PENEIRAMENTO	88
ESPESSAMENTO E FILTRAGEM.....	89
PENEIRAMENTO	90
PENEIRAS VIBRATÓRIAS	91

ÁREA DE CONHECIMENTO: MOLDES, MATRIZES E FERRAMENTAS	92
ANODIZAÇÃO E PINTURA	93
METALIZAÇÃO POR ASPERSÃO TÉRMICA	94
PROCESSOS POR ELETRODEPOSIÇÃO	95
TRATAMENTOS TÉRMICOS E SUPERFICIAIS DOS AÇOS	96
ÁREA DE CONHECIMENTO: REDUÇÃO E AGLOMERAÇÃO DE MINÉRIOS.....	97
AGLOMERAÇÃO DE MINÉRIOS DE FERRO	98
CARVÃO APLICADO À FABRICAÇÃO DE COQUE DE ALTO-FORNO	99



ÁREA DE CONHECIMENTO: CONFORMAÇÃO E PRODUTOS METÁLICOS

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

AÇOS AVANÇADOS COM ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA PARA APLICAÇÕES AUTOMOTIVAS

OBJETIVO

Apresentar os novos aços avançados com alta resistência mecânica (dual phase, TRIP, Complex Phase, TWIP, entre outros) que estão sendo introduzidos na indústria automotiva, seus processos de fabricação, fundamentos metalúrgicos, diretrizes exemplos práticos de sua aplicação

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução
 - 1.1 Histórico
 - 1.2 Motivações para o uso de aços avançados com alta resistência mecânica (advanced high strength steels, AHSS)
- 2 Fundamentos dos Processos de Produção dos Aços AHSS
 - 2.1 Laminação a quente
 - 2.1.1 Laminação de chapas grossas
 - 2.1.2 Laminação de tiras a quente
 - 2.2 Laminação a frio
 - 2.2.1 Recozimento: em caixa, contínuo
- 3 Especificações e Ensaio para Controle de Qualidade
 - 3.1 Tração
 - 3.2 Impacto
 - 3.3 Dureza
 - 3.4 Dobramento
 - 3.5 Estampabilidade
- 4 Tipos de Aços
 - 4.1 Aço carbono-manganês (C-Mn)
 - 4.2 Aços-mola
 - 4.3 Corda de piano
 - 4.4 Avançados com alta resistência mecânica
 - 4.4.1 Alta resistência e baixa liga (ARBL)
 - 4.4.2 Bifásico (dual phase)
 - 4.4.3 Ferrítico-bainítico
 - 4.4.4 TRIP (plasticidade induzida por transformação)
 - 4.4.5 Fase complexa (complex phase)
 - 4.4.6 Bainítico
 - 4.4.7 Martensítico
 - 4.4.8 Com grão ultra-fino
 - 4.4.9 TWIP (plasticidade induzida por maclação)
 - 4.4.10 Bake hardening
 - 4.4.11 Livre de intersticiais (IF) e Livre de intersticiais com alta resistência
 - 4.4.12 Isotrópico
 - 4.4.13 Ultra-alta resistência mecânica (UHSS)
- 5 Mecanismos de Endurecimento
 - 5.1 Tamanho de grão
 - 5.2 Mistura de fases
 - 5.3 Precipitação
 - 5.4 Microestrutura bifásica
 - 5.5 Equações empíricas
- 6 Aplicações
 - 6.1 Diretrizes para a adaptação dos projetos de peças aos novos tipos de aço
 - 6.2 Exemplos escolhidos
 - 6.2.1 Hidroconformação
 - 6.2.2 Estampagem a quente
 - 6.2.3 Rodas
 - 6.2.4 Longarinas
 - 6.2.5 Tanques de combustível

APLICAÇÃO DOS AÇOS PLANOS: NORMAS E SETORES

OBJETIVO

Oferecer uma visão geral dos tipos de aços planos existentes no mercado em termos de suas especificações e normas técnicas de qualidade e a associação com o uso final recomendado. Serão analisados e exercitados casos práticos de aplicação de aços planos em diferentes situações

CARGA HORÁRIA

8 horas

PROGRAMA

- 1 Processo de fabricação do aço
- 2 Particularidades dos aços planos
- 3 Principais normas técnicas de aços planos (produtos)
- 4 Tipos de aplicações e requisitos
- 5 Demandas e riscos nas aplicações
- 6 Análise de casos

APLICAÇÃO DOS PRODUTOS LONGOS DE AÇO

OBJETIVO

Oferecer fundamentos técnicos e de qualidade dos aços longos de construção mecânica e civil existentes no mercado, suas especificações, normalização e suas aplicações na indústria metal-mecânica (eixos, engrenagens, molas, rolamentos, hastes, elementos fixadores, amarras navais, facas agrícolas, ferramentas, bielas, virabrequins, etc.) e na construção civil.

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

- 1 Processo de Fabricação
 - 1.1 Aciaria
 - 1.2 Laminação
 - 1.3 Acabamento a frio
 - 1.4 Tratamento térmico
 - 1.5 Qualidade e inspeção
- 2 Propriedades Mecânicas
 - 2.1 Influência dos elementos de liga
 - 2.2 Microestruturas e tamanho de grão
 - 2.3 Temperabilidade
- 3 Principais Normas Técnicas e Especificações de Aços
 - 3.1 Free-cutting
 - 3.2 Ressulfurado e Refosforado
 - 3.3 Ligado e Microligado
 - 3.4 Deformação a frio
 - 3.5 Forjamento
 - 3.6 Molas
 - 3.7 Beneficiamento e cementação
- 4 Semi-Produtos de Aços Longos
 - 4.1 Tarugos
 - 4.2 Barras (redondas, quadradas, chatas)
 - 4.3 Barras acabadas a frio (descascadas, polidas, retificadas, trefiladas)
 - 4.4 Fio máquina e arames
 - 4.5 Vergalhão
- 5 Produtos de Aços Longos
 - 5.1 Eixos, engrenagens, molas, rolamentos, hastes, elementos fixadores, amarras navais, facas agrícolas, ferramentas, bielas, virabrequins, treliças, tela soldada, etc.
- 6 Seleção e Aplicações
- 7 Estudos de Casos

CALIBRAÇÃO DE PRODUTOS LONGOS

OBJETIVO

Capacitar profissionais de laminação de longos a desenvolver, analisar e melhorar calibrações de barras e perfis.

CARGA HORÁRIA

50 horas

PROGRAMA

- 1 Princípio básicos de laminação;
- 2 Cálculo de alargamento;
- 3 Cálculo da largura comum pelo método de Lendl;
- 4 Fatores de correção do alargamento para barras (novo);
- 5 Cálculo de temperatura, força e potência;
- 6 Calibração de barras redondas;
- 7 Calibração de barras quadradas;
- 8 Calibração de barras chatas;
- 9 Calibração de vergalhão slitting;
- 10 Calibração de fio-máquina;
- 11 Calibração de hexágonos;
- 12 Laminadores especiais;
- 13 Calibração de cantoneiras e fatores de alargamento (novo);
- 14 Calibração de perfis I – H – U - T;
- 15 Calibração de trilhos;
- 16 Perfis especiais;
- 17 Calibrações para tandem mill;
- 18 Simulação por elementos finitos;
- 19 Laminador piloto;
- 20 Projeto de cilindros;
- 21 Layout de laminadores;
- 22 Sistema de guiagem;
- 23 Cilindros de laminação;
- 24 Defeito de laminados;
- 25 Exibição de vídeos sobre laminadores.

CONSTRUÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS NA LAMINAÇÃO A QUENTE DE AÇOS PARA PREVISÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS, TAMANHO DE GRÃO E FORÇA DE LAMINAÇÃO EM PLANILHA ELETRÔNICA

OBJETIVO

Fornecer aos participantes conceitos de laminação e uma metodologia de construção modelos microestruturais na laminação a quente de aços em Planilha Eletrônica do tipo Excel ou similares em nuvem, para previsão de propriedades mecânicas, microestrutura, tamanho de grão e força de laminação em aços planos e também para aços longos.

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

1 Conceitos Gerais Sobre Processos de Laminação

- 1.1 Características dos processos primários de fabricação dos materiais;
- 1.2 Efeitos da composição química e deformação nas propriedades mecânicas. Influência da temperatura e dos processos de fabricação na microestrutura dos materiais;
- 1.3 Influência da deformação e taxa de deformação na tensão de escoamento.

2 Recuperação, Recristalização e Crescimento de Grão

- 2.1 As variáveis envolvidas nas equações dos processos de Recristalização;
- 2.2 Recuperação e recristalização estática e dinâmica;
- 2.3 Conceitos de deformação crítica e de pico para diferentes aços
- 2.4 Deformação acumulada (encruamento);
- 2.5 Fatores que afetam a redução crítica de recristalização.

3 Modelos Matemáticos Recristalização e Tamanho de Grão

- 3.1 Cálculos de fração de recristalização e encruamento entre passes de laminação;
- 3.2 Cálculos de tamanho de grão da austenita (crescimento e recristalização do grão);
- 3.3 Determinação do tamanho de grão da Ferrita (ao final da laminação);
- 3.4 Efeito do teor de Nióbio na deformação crítica e efeito da precipitação de carbonetos na evolução do crescimento de grão para aços com alto teor de Nióbio.

4 Modelos Matemáticos de Tensão de Escoamento, Força de Laminação e Cálculo Propriedades Mecânicas

- 4.1 Cálculo da tensão de escoamento média durante a laminação pela equação de Misaka e suas atualizações para aços C-Mn, microligado e com alto teor de Nióbio;
- 4.2 Cálculo do limite de escoamento e limite de resistência após finalizada a laminação.

5 Construção Global de Modelos Matemáticos na Laminação a Quente de Aços Planos em Planilha Eletrônica

- 5.1 Com a utilização das equações abordadas nos itens anteriores do curso, será feita a construção e aplicação de modelos matemáticos aplicados à laminação de planos e métodos de cálculo de esforços na laminação, microestrutura e propriedades mecânicas e metalúrgicas, utilizando planilha eletrônica.

6 Construção Global de Modelos Matemáticos na Laminação a Quente de Aços Longos em Planilha Eletrônica

- 6.1 Cálculo da deformação aplicado a laminação de longos;
- 6.2 Cálculo de temperatura entre passes;
- 6.3 Construção e adaptações nas equações do modelo microestrutural para a laminação de longos;
- 6.4 Construção e aplicação de modelos matemáticos aplicados à laminação de longos e métodos de cálculo de esforços na laminação, microestrutura e propriedades mecânicas e metalúrgicas, utilizando planilha eletrônica.

ENGENHARIA DE FORJAMENTO

OBJETIVO

Fornecer a engenheiros e técnicos uma formação básica, com informações teóricas e práticas, sobre o processo de forjamento. Capacitar empresas e seus colaboradores na análise dos principais aspectos técnicos de interesse da indústria de forjaria

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

- 1 Conceitos de conformação plástica
- 2 Aplicação de produtos forjados
- 3 Processo de forjamento
- 4 Forjamento em matriz aberta e fechada
- 5 Características dos equipamentos de forjamento
- 6 Considerações iniciais do projeto de forjados
- 7 Principais aspectos da metalurgia do forjamento
- 8 Escoamento de metal durante forjamento
- 9 Defeitos de produtos forjados
- 10 Cálculo de força ou energia de forjamento (Métodos empíricos, analíticos e numéricos)
- 11 Simulação por elementos finitos
- 12 Projeto dos forjados e suas tolerâncias
- 13 Planejamento de processo de forjamento
- 14 Projeto de matrizes de preparação ou pré-forma
- 15 Exemplos práticos de projetos de ferramentas
- 16 Projeto de ferramentas de rebarbação e de furação
- 17 Palestra técnica: Aços Ferramenta para Trabalho a Quente
- 18 Vida e falha de ferramentas de forjamento
- 19 Correlação entre as variáveis de forjamento e vida de matriz
- 20 Tecnologia de fabricação de ferramentas
- 21 Exemplos práticos de análise de falha de ferramentas
- 22 Conceitos de gerenciamento de vida de ferramentas
- 23 Palestra técnica: Aços Especiais para Forjamento

ESTAMPAGEM DOS AÇOS AO CARBONO

OBJETIVO

Dar noções dos mecanismos de deformação plástica. Descrever os ensaios mecânicos nas chapas de aço e sua correlação com a estampabilidade. Fatores que afetam a estampagem: processo, lubrificação, prensa e ferramenta. Análise de deformações via CLC. Análise de casos trazidos pelos participantes

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

Parte I

- 1 Fatores que Influem na Estampagem
- 2 Tensões Atuantes
- 3 Composição Química e Propriedades Mecânicas de Chapas para Estampagem
- 4 Estágios do Processo de Fabricação
- 5 Microestruturas Características
- 6 Tipos de Equipamentos e seu Efeito sobre a Microestrutura
- 7 Parâmetros: n , r e Δr
- 8 Noções Básicas de Textura e Efeitos do Processo
- 9 Ensaios Característicos de Chapas
- 10 Interdependência entre Variáveis do Processo e os Parâmetros n , r e Δr
- 11 Curva Limite de Conformação: Conceito e Aspectos Práticos
- 12 Textura e a Função de Orientação Cristalina
- 13 Aplicação da Análise por Elementos Finitos (FEA) na Estampagem
- 14 Novas Tendências de Aços para Estampagem

Parte II

- 1 Conceito do Sistema de Estampagem
- 2 Operações básicas de Estampagem
 - 2.1 Cortar
 - 2.2 Dobrar
 - 2.3 Estampar
- 3 Prensas
 - 3.1 Hidráulicas
 - 3.2 Mecânicas
 - 3.3 Transfer
 - 3.4 Fine blanking
 - 3.5 Hidroconformação

4 Ferramentas

- 4.1 Cortar
- 4.2 Dobrar
- 4.3 Repuxar
- 4.4 Fine blanking
- 4.5 Hidroconformação

5 Tipos de Blanks

- 5.1 Tailored blanks
- 5.2 Patchwork
- 5.3 Tubos
- 5.4 Hot stamping

6 Lubrificantes para Conformação

7 Qualidade dos Estampados

- 7.1 Defeitos de forma
- 7.2 Defeitos de superfície
- 7.3 Fatores que afetam a estampagem

8 Simulação de Estampagem e Análise de Conformabilidade

- 8.1 Softwares de simulação de estampagem
- 8.2 Gravação de blanks
- 8.3 Curva limite de conformação
- 8.4 Método de análise de deformações

9 Análise de casos práticos

EXTRUSÃO DO ALUMÍNIO

OBJETIVO

Apresentar e discutir, por meio de uma abordagem básica e de fácil entendimento, os principais conceitos envolvidos na produção e utilização de extrudados de ligas de alumínio

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

1 O Setor de Extrusão de Alumínio no Brasil

1.1 Generalidades

2 As Ligas de Alumínio

2.1 Nomenclatura

2.2 Têmperas

2.3 Elementos de Liga

3 Extrudados de Alumínio

3.1 Propriedades e aplicações

4 Lingotamento DC

4.1 Tarugos para a extrusão

5 Tratamento Térmico antes da Extrusão

5.1 Homogeneização

6 Processo de Extrusão de Alumínio

6.1 Equipamentos

6.2 Processamento

7 Ferramental para a Extrusão de Alumínio

8 Tratamentos Térmicos após a Extrusão

8.1 Solubilização e envelhecimento

FABRICAÇÃO E APLICAÇÃO DE PRODUTOS LAMINADOS PLANOS DE AÇO

OBJETIVO

Fornecer aos seus usuários informações técnicas relativas aos processos de refino e laminação e aplicações dos produtos planos de aços ao carbono

CARGA HORÁRIA

40 horas

PROGRAMA

1 Aciaria

1.1 Tecnologia da Fabricação do Aço

2 Escopo

2.1 Introdução

2.2 Fabricação dos Aços Planos ao Carbono

2.3 Lingotamento e Solidificação

3 Chapas Grossas

3.1 Laminação de Chapas Grossas

3.1.1 Introdução

3.1.2 Principais Equipamentos – Funções e objetivos

3.1.3 Ensaio Mecânicos

4 Laminação a Quente

4.1 Laminação de Tiras a Quente

4.2 Introdução

4.3 Aspectos Microscópicos da Conformação a quente

4.4 Principais Equipamentos – Funções e objetivos

4.5 Tendências de Processos e Equipamentos da Linha de Laminação de Tiras a Quente

5 Laminação a Frio

5.1 Decapagem

5.2 Laminação de Acabamento, corte de chapas e embalagem

5.3 Laminação de Tiras a Frio

5.4 Recozimento

5.5 Laminador de Encruamento

6 Gestão de Desenvolvimento de Produtos Revestidos

6.1 Finalidades

6.2 Características dos diferentes tipos de revestimentos dos aços laminados

6.3 Princípios Básicos dos Processos

6.4 Principais Aplicações dos Produtos

6.5 Aspectos de Qualidade

7 Aplicação de Produtos

7.1 Norma Técnica

7.2 Recomendações para emissão de pedidos sob o ponto de vista técnico.

7.3 Aplicações

FORNOS DE REAQUECIMENTO

OBJETIVO

Difundir conhecimentos básicos e avançados sobre o processo de reaquecimento de semi-produtos, com o objetivo de racionalizar o consumo de combustíveis, otimizar os procedimentos operacionais, garantir uma melhor qualidade do produto, adequar os padrões operacionais às características intrínsecas do material, garantir uma operação estável e suave dos fornos, diminuir as paradas e/ou acelerações ocasionais em função do ritmo da linha de laminação e controlar adequadamente a temperatura de desenformamento e a homogeneidade térmica do material, garantindo assim a eficiência operacional dos fornos

CARGA HORÁRIA

28 horas

PROGRAMA

Módulo I - Tecnologia Operacional

- 1 Introdução
- 2 Condições necessárias para um bom funcionamento dos fornos
- 3 Tipos de fornos de reaquecimento
- 4 Comparação de eficiência
- 5 Combustíveis, características e propriedades
- 6 Aspectos importantes na queima dos combustíveis
- 7 Temperatura de chama
- 8 Combustão
- 9 Controle do ambiente do forno
- 10 Ajuste da pressão dos fornos
- 11 Carepa, formação e ocorrência no produto
- 12 Componentes de um forno
- 13 Recuperadores
- 14 Canais de fumaça
- 15 Chaminé
- 16 Queimadores
- 17 Queimadores de chama larga
 - 17.1 Sistema de armazenamento de óleo
 - 17.2 Estação misturadora de gases
 - 17.3 Termopares
 - 17.4 Considerações sobre fixação de temperatura
 - 17.5 Técnicas para redução do consumo de energia
 - 17.6 Novas tecnologias
- 18 Sistema On-Off de Queima Sequencial
- 19 Relacionamento entre parâmetros do aquecimento e propriedades mecânicas
 - 19.1 Parâmetros de controle operacional

Módulo II - Modelos matemáticos de otimização e cálculo do balanço térmico

- 1 Modelos matemáticos do processo
- 2 Método das diferenças finitas (integração explícita)
- 3 Equação básica de condução de calor
- 4 Condições de contorno
- 5 Avaliação da "Marca de skid"
- 6 Condição de estabilidade
- 7 Simulação numérica do aquecimento
 - 7.1 Implementação do método numérico
 - 7.2 Medição experimental da temperatura da placa
 - 7.3 Modelos alternativos
 - 7.4 Método explícito, com utilização do calor específico
 - 7.5 Método "Alternating Direction Implicit"
- 8 Modelo unidimensional (simplificado)
 - 8.1 Considerações sobre controle automático do processo
 - 8.2 Balanço térmico dos fornos
 - 8.3 Cálculo do calor de entrada
 - 8.4 Cálculo do calor de saída
 - 8.5 Exemplo de aplicação
 - 8.6 Cálculo do calor recuperado através do preaquecimento do ar

FUNDAMENTOS DO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS METÁLICOS

OBJETIVO

Apresentar os princípios de fabricação dos materiais metálicos, desde sua obtenção como minério até o produto acabado (peça final). Apresentar informações práticas e fundamentais quanto a relação entre as propriedades, a microestrutura e o processamento dos mais diferentes tipos de produtos metálicos. Estabelecer uma correlação direta entre os principais problemas observados nas etapas de produção, com os métodos e tecnologias de processamento.

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

1 Obtenção dos Metais

- 1.1 Introdução
- 1.2 Processos de redução
- 1.3 Casos específicos

2 Processos de Refino

- 2.1 Introdução
- 2.2 Processos de refino
- 2.3 Casos específicos

3 Transformação Líquido/Sólido

- 3.1 Solidificação de ligas metálicas
- 3.2 Formação de estruturas e defeitos

4 Fundição

- 4.1 Conceitos da engenharia de fundição

5 Lingotamento Contínuo

- 5.1 Processo de lingotamento contínuo
 - 5.1.1 Placas
 - 5.1.2 Blocos
 - 5.1.3 Tarugos
 - 5.1.4 Tiras
- 5.2 Defeitos no processo de lingotamento contínuo
- 5.3 Propriedades mecânicas dos aços a altas temperaturas

6 Pós Metálicos Obtidos por Solidificação Rápida (Atomização)

- 6.1 Introdução
- 6.2 Métodos comerciais de atomização
- 6.3 Outros métodos de atomização
- 6.4 Caracterização e propriedades de pós atomizados

7 Transformação Sólido/Sólido

- 7.1 Conceitos fundamentais

8 Processos Near Net Shape – Metalurgia do Pó

- 8.1 Conformação de pós metálicos
- 8.2 Sinterização
- 8.3 Produtos sinterizados
- 8.4 Metalurgia do pó versus outros processos
- 8.5 Caracterização de produtos sinterizados

9 Processos de Usinagem e Soldagem

- 9.1 Soldagem
- 9.2 Processos de corte e ruptura

10 Conceitos dos Principais Ensaios Mecânicos Utilizados na Indústria de Metais

- 10.1 Ensaios de carga crescente
- 10.2 Ensaios de carga variável ou instantânea
- 10.3 Ensaios de carga constante

11 Conformação Mecânica dos Metais

- 11.1 Conceitos básicos da metalurgia da conformação mecânica
- 11.2 Os processos de conformação dos metais

12 Visita Técnica ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT

- 12.1 Laboratório de Processamento Pirometalúrgico
- 12.2 Visita ao Laboratório de Metalurgia do Pó
- 12.3 Visita ao Laboratório de Transformação Mecânica

FUNDAMENTOS DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO

OBJETIVO

Propiciar aos envolvidos na fabricação de produtos laminados de aço, um maior embasamento sobre os principais aspectos dos fundamentos de caráter físico e metalúrgico que regem seus processos. Estas informações e dados permitirão não apenas uma atualização de conhecimentos, mas também uma revisão dos mesmos

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução
 - 1.1 Classificação dos processos de fabricação
 - 1.2 Processo de conformação por laminação
 - 1.3 Classificação dos produtos laminados
- 2 Tipos de Laminadores e suas Aplicações
- 3 Principais Componentes de um Laminador
- 4 Força de Laminação
- 5 Condições de Agarramento do Esboço pelos Cilindros
- 6 Relações Geométricas na Laminação
 - 6.1 Região de deformação
 - 6.2 Coeficiente de deformação
 - 6.3 Arco de contato
 - 6.4 Ângulo de mordida
 - 6.5 Condições de mordida e arraste
 - 6.6 Ângulo neutro e plano neutro
 - 6.7 Deslizamento
 - 6.8 Alargamento na laminação
- 7 Carga, Torque e Potência de Laminação
 - 7.1 Fatores que afetam a resistência à deformação dos materiais
 - 7.2 Determinação da carga de laminação
 - 7.3 Torque e potência
- 8 Atrito e Lubrificação na Laminação
 - 8.1 Introdução
 - 8.2 Característica das forças de atrito
 - 8.3 Valores Indicativos do coeficiente de atrito
 - 8.4 Lubrificação
 - 8.5 Características de um lubrificante ideal
 - 8.6 Tipos de lubrificantes mais comuns
 - 8.7 Exemplo de aplicação
- 9 Cilindros de Laminação
 - 9.1 Introdução
 - 9.2 Propriedades dos cilindros
 - 9.3 Materiais e processos de fabricação de cilindros
 - 9.4 Principais defeitos e suas causas
- 10 Preparação do Material Inicial para Laminação
- 11 Aquecimento Inicial
 - 11.1 Fornos-poço
 - 11.2 Fornos de reaquecimento
- 12 Transformação de Fases nos Aços
- 13 Mecanismos de Deformação, Endurecimento e Amaciamento dos Metais e suas Ligas
 - 13.1 Tipos de deformação dos materiais
 - 13.2 Mecanismos de deformação plástica dos metais
 - 13.3 Principais mecanismos de endurecimento
 - 13.4 Efeitos do encruamento
 - 13.5 Amaciamento de metais e ligas metálicas
 - 13.6 Influência da taxa de deformação na resistência à deformação
- 14 Processamento Termodinâmico
 - 14.1 Tratamentos termodinâmicos
 - 14.2 Laminação controlada
 - 14.3 Outros tratamentos termodinâmicos

LAMINAÇÃO DO ALUMÍNIO

OBJETIVO

Apresentar os principais conceitos que regem a laminação de alumínio e suas ligas, com foco no processo de fabricação e equipamentos, abrangendo laminação de chapas e de folhas. Especial ênfase será dada aos aspectos práticos de laminação e uma abordagem sobre defeitos oriundos de matéria prima e laminação também será contemplada no curso

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução
- 2 Ligas de Laminação e Aplicações
- 3 Matéria-prima de Laminação: Placas e Bobinas Produzidas por Fundição Contínua
- 4 Tratamentos térmicos
 - 4.1 Homogeneização
 - 4.2 Recozimento Total e Parcial
 - 4.3 Estabilização
- 5 Processo de Deformação Mecânica a Quente e a Frio
- 6 Equipamentos para Laminação
- 7 Controle de Espessura
- 8 Planicidade e Perfil do Laminado
- 9 Sistema de Refrigeração e Lubrificação
- 10 Condições da Operação de Laminar
- 11 Retífica de Cilindros e Rípos de Acabamento Superficial
- 12 Propriedades e Características dos Produtos Laminados
- 13 Discussão sobre Defeitos de Laminação
 - 13.1 Causas
 - 13.2 Soluções

OFICINA DE CILINDROS – GESTÃO E PROCESSOS LAMINADOS PLANOS

OBJETIVO

Fornecer aos profissionais que atuam na área de laminação de produtos planos (aço, alumínio e outros metais) conhecimentos sobre cilindros e rolamentos de mancais de laminação; sua produção, função, características, acabamentos, defeitos, etc.; e do gerenciamento da oficina de cilindros

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

- 1 Cilindros de Laminação
 - 1.1 Visão geral
 - 1.2 Materiais de cilindros para laminação de planos
 - 1.2.1 Ferro fundido de coquilhamento indefinido
 - 1.2.1 Aço de alto teor de cromo
 - 1.2.2 Ferro fundido branco de alto cromo
 - 1.2.3 Aço rápido
 - 1.2.4 Aços ferramenta
 - 1.3 Processos de fabricação de cilindros para produtos planos
 - 1.3.1 Fundição estática
 - 1.3.2 Fundição centrífuga
 - 1.3.3 Forjamento
 - 1.3.4 Fundição estática
 - 1.3.5 Continuous pouring cladding
 - 1.3.6 Hot isostatic pressing/process
- 2 Processos de Usinagem e Acabamento Superficial
 - 2.1 Retificação
 - 2.1.1 Principais parâmetros do cilindro controlados e garantidos no processo de retificação
 - 2.1.2 Rugosidade
 - 2.1.3 Principais componentes de uma retífica
 - 2.1.4 Características das retíficas
 - 2.1.5 Parâmetros de controle do processo de retificação
 - 2.1.6 Estágios do processo de retificação
 - 2.1.7 Sistema de refrigeração da retífica
 - 2.2 Texturização
 - 2.2.1 Exigências do mercado para superfícies texturizadas
 - 2.2.2 Exigências do mercado automobilístico europeu – peças expostas
 - 2.2.3 Existem basicamente cinco técnicas de texturização
 - 2.2.4 Exemplos de texturas
 - 2.2.5 EBT: Electron Beam Texturing
 - 2.2.6 EDT: Electrical Discharge Texturing
 - 2.3 Cromagem
 - 2.3.1 Processos de cromagem
 - 2.3.2 Objetivos da cromagem de cilindros de trabalho
 - 2.3.3 Consequências da cromagem no processo de laminação
 - 2.4 Rebolo
 - 2.4.1 Aplicação
 - 2.4.2 Composição do rebolo
 - 2.4.3 Características dos rebolos
 - 2.4.4 Especificação de rebolos
 - 2.4.5 Dressagem do rebolo
- 3 Ocorrências Operacionais com Cilindros
 - 3.1 Ocorrências durante o processo de laminação e análise de causas
 - 3.2 Refrigeração dos cilindros
 - 3.2.1 Princípios de refrigeração de dispositivos
 - 3.2.2 Fatores que influenciam na refrigeração dos cilindros
 - 3.2.3 Efeito das variações de temperatura na superfície do cilindro
 - 3.2.4 Lubrificação dos cilindros
 - 3.2.5 Gerador de calor
 - 3.2.6 Introdução à lubrificação
 - 3.3 Ensaaios – Práticas operacionais
 - 3.3.1 Ultrassom
 - 3.3.2 Líquidos penetrantes
 - 3.3.3 Partículas magnéticas
 - 3.3.4 Ataque ácido
 - 3.3.5 Dureza
 - 3.3.6 Eddy current
- 4 Gestão
 - 4.1 Cilindros: consumo, controles e manutenção
 - 4.1.1 Planejamento de compra dos cilindros de laminação
 - 4.1.2 Controles iniciais
 - Cadastro
 - Inspeção
 - Programação
 - 4.1.3 Seleção (Par-Família-Formação)
 - 4.1.4 Padrões operacionais
 - 4.1.5 Consumo de cilindros
 - 4.1.6 Plano de inspeções
 - 4.1.7 Ensaios (funções)
 - 4.1.8 Controle de histórico
 - 4.1.9 Auditorias
 - 4.2 Mancais – Manutenção e controles
 - 4.2.1 Padrões de inspeção e padrões de manutenção
 - 4.2.2 Rolamentos
 - 4.2.3 Sistema por filme de óleo
 - 4.2.4 Elementos de vedação
 - 4.2.5 Retentor para mancal de rolamento
 - 4.2.6 Retentor do mancal de filme de óleo
 - 4.2.7 Lubrificadores

5 Rolamentos Aplicados em Mancais de Laminação

- 5.1 Introdução
- 5.2 Informações básicas, função e importância
- 5.3 Tipos de dispositivos anti-atrito
- 5.4 Mancais de rolamento
- 5.5 Aplicação de rolamentos na laminação
- 5.6 Tipos de rolamentos na laminação
- 5.7 Análise de falhas em rolamentos
- 5.8 Reparo de rolamentos

6 Mancais Hidrodinâmicos

- 6.1 Introdução
- 6.2 Principais componentes dos mancais hidrodinâmicos
- 6.3 Sistema de lubrificação – Mancais hidrodinâmicos
- 6.4 Problemas típicos e análise rápida
 - 6.4.1 Condições do óleo
 - 6.4.2 Habilidade do mancal/chock de seguir a deflexão do cilindro
 - 6.4.3 Posicionamento axial adequado do conjunto de encosto
 - 6.4.4 Distorção da Caixa (chock) do mancal
 - 6.4.5 Entrada de água / Coolant no sistema de lubrificação
 - 6.4.6 Vazamento de óleo

SELEÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS METÁLICOS PARA CONSTRUÇÃO MECÂNICA

OBJETIVO

Fornecer aos profissionais informação e formação sobre a identificação, busca, localização e utilização dos parâmetros adequados para a seleção e especificação de materiais metálicos para construção mecânica. Apresenta também as relações entre cálculo mecânico de componentes e os ensaios padrão dos materiais metálicos, bem como análise da temperabilidade e processos de tratamento térmico

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Etapas e os fatores de seleção dos materiais metálicos, dimensão do problema
- 2 Fluxograma básico para a seleção dos materiais
- 3 O conceito de propriedade tecnológica, os ensaios padronizados
- 4 A importância do ensaio de dureza
- 5 Relações entre os ensaios de dureza e o LR (limite de resistência)
- 6 Relações microestrutura x dureza, temperabilidade dos aços
- 7 Efeito de massa, relação entre a barra Jominy e determinada posição no componente
- 8 Relação LE (limite de escoamento) x LR (limite de resistência)
- 9 Exemplo 01: Cálculo mecânico básico x definição da propriedade crítica no material
- 10 Considerações sobre o tratamento térmico dos aços e os tratamentos superficiais. Endurecimento somente na superfície
- 11 Conceito do desenvolvimento das tensões residuais, limite de fadiga, acabamento superficial e tenacidade
- 12 Critério para a escolha correta da têmpera e revenido
- 13 Exemplo 02: Como abordar às tensões máximas de tração na flexão e de cisalhamento na torção
- 14 Referências de componentes “que deram certo”, debate sobre os exemplos práticos dos participantes

TECNOLOGIA E SELEÇÃO DE MATERIAIS

OBJETIVO

Capacitar os participantes com princípios de ciência e tecnologia de materiais, visando o estabelecimento de correlações entre estrutura, processamento e propriedades, assim como a correta seleção do material a ser empregado em cada aplicação. O curso enfatizará os materiais metálicos, porém as outras classes de materiais (cerâmicos, poliméricos, compósitos) também serão abordadas

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Ciência dos materiais: papel da estrutura interna e das imperfeições nos materiais metálicos
- 2 Difusão, diagramas de equilíbrio e tratamentos térmicos
- 3 Introdução ao processamento dos materiais metálicos
- 4 Panorama sobre as propriedades mecânicas dos materiais
- 5 O método de Ashby para seleção de materiais: índices de mérito e diagramas de propriedades
- 6 Teoria da decisão aplicada à seleção de materiais

TREFILAÇÃO DO ALUMÍNIO

OBJETIVO

Apresentar e discutir os conceitos fundamentais e tecnológicos relativos à trefilação de ligas de alumínio. Para tanto, serão abordados temas conceituais fundamentais, como deformação plástica, encruamento e restauração das ligas de alumínio trefiladas. Serão discutidos também conceitos aplicados relativos aos aspectos tecnológicos da trefilação do alumínio e suas ligas. Ainda, serão abordados os tratamentos térmicos das ligas usadas em trefilação, as propriedades das ligas de alumínio trefiladas e os defeitos típicos encontrados em produtos trefilados de alumínio.

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

- 1 O processo de trefilação de alumínio – análise do processo
- 2 Esforços na trefilação de alumínio
- 3 Ferramental para trefilação de alumínio
- 4 Equipamentos na trefilação de alumínio
- 5 Lubrificantes, ensaios e defeitos na trefilação de alumínio
- 6 Deformação plástica e encruamento das ligas de alumínio
- 7 Restauração das ligas após encruamento
- 8 Tratamentos térmicos associados à trefilação de alumínio
- 9 Propriedades mecânicas das ligas de alumínio trefiladas
- 10 Estudo de casos

TREFILAÇÃO DO COBRE E SUAS LIGAS

OBJETIVO

Discutir os conceitos fundamentais e tecnológicos relativos à trefilação de cobre e suas ligas. Apresentará também os aspectos fundamentais da trefilação, com especial ênfase aos tipos de equipamentos, variáveis de processo, sistemas de lubrificação e tratamentos térmicos. O curso aborda os fundamentos teóricos que norteiam a trefilação, bem como serão propostos exercícios numéricos com o objetivo de simular condições encontradas na prática. Serão, também, apresentados os principais defeitos oriundos dos processos de trefilação, bem como formas de minimizá-los

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Produtos Trefilados de Cobre (formatos, propriedades, aplicações)
- 2 Histórico da Trefilação
- 3 Variáveis de Processo
- 4 Esforços e Mecanismos Atuantes Durante a Deformação
- 5 Ferramental
- 6 Lubrificação
- 7 Tratamentos Térmicos
- 8 Equipamentos
- 9 Defeitos e Formas de Minimizá-los
- 10 Exercícios Numéricos (estudos de caso e planejamento de processos)

USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PREVISÃO DE PROPRIEDADES METALÚRGICAS DE PRODUTOS SIDERÚRGICOS

OBJETIVO

O curso visa fornecer aos participantes uma visão geral das tecnologias de inteligência artificial que são utilizadas em modelos preditivos de propriedades metalúrgicas dos aços. Serão revisitadas diversas aplicações dessas tecnologias bem como um caso prático e real será discutido nos mínimos detalhes, desde a aquisição de dados até a interpretação dos resultados finais.

CARGA HORÁRIA

8 horas

PROGRAMA

1 Introdução: A modelagem de Processos Industriais com o uso de ferramentas de Inteligência Artificial

1.1 Uso de IA em processos siderúrgicos

1.2 Ferramentas de IA para previsão de propriedades metalúrgicas de produtos laminados

2 Data Driven: O que é?

2.1 Cenários e Tecnologias

2.2 Os dados

2.3 Análises vs. Relatórios

2.4 Profissionais envolvidos

2.5 Maturidade

2.6 Como é uma organização Data-Driven?

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Inteligência Artificial: Origem, principais tecnologias

3.2 Redes Neurais Artificiais

4 Metodologia

4.1 Obtenção/Características do Banco de Dados

4.2 Tratamento do Banco de Dados

4.3 Desenvolvimento do modelo em Redes Neurais Artificiais

4.4 Tamanho da camada oculta

5 Caso prático: Desenvolvimento de modelo para previsão de propriedades mecânicas de aços HSLA em laminador de perfis estruturais, Resultados e Discussões

5.1 Variáveis escolhidas para modelamento

5.2 Gráficos de Dispersão – Limite de Resistência

5.3 Processo de Treinamento – Limite de Resistência

5.4 Definição da Arquitetura Ideal (Análise de Variância) para as RNA's: LE, LR e A

5.5 Treinamento e Validação das RNA's

5.6 Simulação das Propriedades Mecânicas nas Faixas de Validade

6 Indústria 4.0

7 Profissional 4.0

8 Conclusões

9 Referências Bibliográficas



ÁREA DE CONHECIMENTO: ECONOMIA CIRCULAR E GESTÃO INTEGRADA

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

COMBUSTÃO E MEIO AMBIENTE

OBJETIVO

No presente curso, consideram-se os principais agentes causadores de poluição atmosférica presentes nos gases de combustão: o material particulado, o dióxido de enxofre (SO₂) e os óxidos de nitrogênio (NO). Em um capítulo único, ao final, discutem-se o monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), os hidrocarbonetos não queimados (UHC) e dioxinas e furanos. São apresentadas as características de cada um destes agentes, os métodos usuais de medida de suas concentrações quando lançados por chaminés na atmosfera e meios e dispositivos empregados para reduzir estas concentrações. O curso é complementado com a apresentação de casos práticos da vivência dos professores em consultoria e pesquisa aplicada

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

1 Introdução

- 1.1 Concentrações dos componentes dos produtos de combustão
- 1.2 Correções aos valores medidos de concentrações
- 1.3 Concentrações em termos de massa por unidade de volume
- 1.4 Determinação de concentrações de CO, CO₂ e O₂ nos gases de combustão

2 Material Particulado

- 2.1 Características do material particulado
- 2.2 Fatores de emissão de particulados
- 2.3 Estimativa de concentração de partículas em combustão de carvão pulverizado
- 2.4 Estimativa de concentração de partículas em combustão de óleo combustível
- 2.5 Medida de concentração de material particulado
- 2.6 Dispositivos redutores de emissões de partículas
- 2.7 Alterações no processo de combustão

3 Dióxido de Enxofre (SO₂)

- 3.1 Características do SO₂
- 3.2 Fatores de emissão e estimativas de concentrações de SO₂
- 3.3 Impactos da emissão de SO₂
- 3.4 Métodos de medida de concentração de SO₂
- 3.5 Dispositivos e técnicas para redução de emissões de SO₂

4 Óxidos de Nitrogênio (NO_x)

- 4.1 Características do NO_x
- 4.2 Fatores de emissão e estimativas de concentrações de NO_x
- 4.3 Impactos da emissão de NO_x
- 4.4 Mecanismos de formação
- 4.5 Taxa de formação de NO_x térmico
- 4.6 Taxa de formação de NO imediato
- 4.7 Taxas de formação de NO do combustível
- 4.8 Medidas de concentração de NO_x
- 4.9 Influência das condições de combustão
- 4.10 Redução de emissões de NO_x.

5 Outros Poluentes

- 5.1 Introdução
- 5.2 Monóxido de carbono (CO)
- 5.3 Dióxido de carbono (CO₂)
- 5.4 Hidrocarbonetos não queimados
- 5.5 Dioxinas e furanos

GESTÃO DE COPRODUTOS E DO MEIO AMBIENTE NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

OBJETIVO

Treinar os profissionais que atuam ou desejam atuar na área de gestão e processamento de coprodutos na indústria siderúrgica. Este curso servirá também como ferramenta básica aos profissionais que desejam aprofundar seus conhecimentos nas técnicas de processamento de coprodutos e resíduos sólidos.

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

1 O Processo Siderúrgico

- 1.1 Visão geral dos processos siderúrgicos
- 1.2 Redução de minério de ferro em altos-fornos
- 1.3 Outros processos de redução do minério de ferro (redução direta e processos emergentes)
- 1.4 Fabricação de aço em conversor à oxigênio
- 1.5 Fabricação de aços em fornos elétricos
- 1.6 Refino secundário dos aços
- 1.7 Lingotamento contínuo de placas e tarugos
- 1.8 Laminação de produtos planos e não-planos

2 Gestão Ambiental na Siderurgia

- 2.1 Meio Ambiente: Conceitos Básicos
- 2.2 Questões Ambientais Globais e a Siderurgia
- 2.3 Gestão Ambiental na Siderurgia
- 2.4 A Siderurgia e a Economia Circular
- 2.5 O impacto das emissões gasosas, dos efluentes líquidos, do consumo de água e energia e da geração de resíduos sólidos
- 2.6 Mecanismos e procedimentos de controle ambiental
- 2.7 Indicadores ambientais
- 2.8 Legislação ambiental aplicada à indústria siderúrgica

3 Gestão e Processamento de Coprodutos e Resíduos Sólidos

- 3.1 Definição de resíduos sólidos
- 3.2 Classificação dos resíduos sólidos – Norma ABNT NBR 10004:2004 – Norma sendo revisada para 2023
- 3.3 Gestão dos resíduos sólidos
- 3.4 Geração de resíduos sólidos de processo na indústria siderúrgica (aspectos qualitativos e quantitativos)
- 3.5 Gerenciamento de Resíduos Sólidos – Norma ABNT em elaboração
- 3.6 Resíduos sólidos x coprodutos
- 3.7 Armazenamento dos resíduos sólidos
- 3.8 Caracterização dos resíduos sólidos (análise química e mineralógica)

3.9 Equipamentos para manuseio e processamento de coprodutos e resíduos sólidos

3.10 Processamento e aplicações de escórias siderúrgicas

3.11 Processamento e aplicações de resíduos sólidos portadores de ferro e carbono

3.12 Processamento e aplicações de resíduos refratários

3.13 Limitações para a utilização de coprodutos devido a elementos perniciosos contidos

3.14 Balanço de massa e controle de coprodutos e resíduos sólidos na indústria siderúrgica

3.15 Aplicações consagradas para os coprodutos (visão global)

4 Tecnologias Avançadas de Processamento de Coprodutos na Indústria Siderúrgica

4.1 Mecanismos de Aglomeração

4.2 Processos de Aglomeração de Coprodutos

4.3 Processos de Tratamento de Escórias

4.4 Siderúrgicas

4.5 Tecnologias Emergentes

4.6 Recomendações para Implantação de uma Usina Siderúrgica

4.7 Processos de Redução e Fusão de Coprodutos

4.8 Princípios da Autorredução

4.9 Processos de Autorredução de Coprodutos

4.10 Tecnologias Emergentes

RECICLAGEM DO ALUMÍNIO

OBJETIVO

Divulgar conceitos, tecnologia, benefícios e atrativos da reciclagem do alumínio.

CARGA HORÁRIA

04 horas

PROGRAMA

1 Reciclagem

1.1 Cadeia de valor

2 Classificação da Sucata

2.1 Benefícios da reciclagem

2.2 Tecnologia de fundição para a reciclagem

3 Preparação da Sucata

4 Aspectos de Segurança

5 Processos e Equipamentos

6 Meio Ambiente no Processo de Reciclagem

6.1 Emissões atmosféricas

6.2 Resíduos sólidos

7 Importância da Reciclagem

7.1 Produção de alumínio primário

8 Aspectos Ambientais

8.1 Ciclo de vida

9 Recomendações da ABAL



ÁREA DE CONHECIMENTO: ENERGIA E UTILIDADES

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

COMBUSTÃO INDUSTRIAL – OLÉO E GÁS

OBJETIVO

Apresentar e discutir conceitos em combustão e suas aplicações em problemas reais

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Princípios de Combustão
 - 1.1 Conservação de massa e energia
 - 1.2 Cálculos estequiométricos
 - 1.3 Relação ar/gás
 - 1.4 Determinação da composição dos gases de combustão
 - 1.5 Cálculo da composição de um combustível a partir da análise dos gases
 - 1.6 Determinação do excesso de ar
 - 1.7 Uso de resultado de analisadores de gás
 - 1.8 Cálculo da temperatura de chama adiabática
 - 1.9 Eficiência de combustão
 - 1.10 Recuperação de calor
 - 1.11 Influência do ar falso
 - 1.12 Noções sobre enriquecimento do ar com oxigênio puro
 - 1.13 Estabilidade da combustão
 - 1.14 Tempo de residência
 - 1.15 Noções de equilíbrio químico
 - 1.16 Exercícios práticos: cálculos, com planilhas Excel e com o aplicativo Gaseq, da composição dos gases de combustão, temperatura de chama adiabática e ar de excesso; uso de resultados de analisadores de gás; cálculo do volume de uma câmara de combustão
- 2 Chamas Pré Misturadas
 - 2.1 Velocidade de chama
 - 2.2 Teoria de Mallard e Lê Chatelier
 - 2.3 Métodos de medida de velocidade de chama
 - 2.4 Limites de flamabilidade
 - 2.5 Estabilização de uma chama pré misturada em um bico de Bunsen
 - 2.6 Conceitos básicos de explosões de misturas gasosas
 - 2.7 Aspectos de segurança
 - 2.8 Exercício: cálculo das massas mínima e máxima de um combustível para formar misturas inflamáveis com ar
- 3 Chamas de Difusão Tipo Jato
 - 3.1 Conceitos sobre jatos de gás
 - 3.2 Perfis de concentração e velocidade em um jato de gás
 - 3.3 Comprimento visível de chamas turbulentas
 - 3.4 Limites de extinção de chamas de difusão
 - 3.5 Chamas múltiplas
 - 3.6 Chamas confinadas
 - 3.7 Exercício prático: estudo sobre a troca de COG por GNP em equipamento industrial
- 4 Combustão de Líquidos
 - 4.1 Lei D2
 - 4.2 Evaporação de uma gota
 - 4.3 Constante de evaporação
 - 4.4 Tempo de queima
 - 4.5 Sprays
 - 4.6 Diâmetro médio de Sauter
 - 4.7 Atomizadores
- 5 Combustão de Sólidos
 - 5.1 Queima via pulverização
 - 5.2 Modelos de filme simples e filme duplo
 - 5.3 Hipóteses para solução
 - 5.4 Reações e equações para a fase sólida
 - 5.5 Reações e equações para a fase gasosa
- 6 Estabilização de Chamas:
 - 6.1 Efeitos da vazão de bloqueio na distribuição axial
 - 6.2 Combustão em zonas de recirculação
 - 6.3 Estabilização de chamas por rotação (Swirl)
 - 6.4 Jatos rotativos
 - 6.5 Recirculação em escoamentos com Swirl
 - 6.6 Características dos vórtices
 - 6.7 O número de Swirl
 - 6.8 Métodos de geração de Swirl
 - 6.9 Exercício prático: projeto de um atomizador tipo Y



ÁREA DE CONHECIMENTO: FUNDAMENTOS E PROCESSOS METALÚRGICOS

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

ANÁLISE DE FALHAS

OBJETIVO

Fornecer aos participantes os fundamentos básicos sobre resistência dos materiais à fratura, mecânica de fratura e tipos de falha para a aplicação destes conceitos, juntamente com metodologias padrão de análise, na elaboração de análise de falhas. Além das aulas teóricas, ao longo da semana deverão ser lecionadas aulas práticas, para demonstração e discussão de técnicas experimentais sobre análise de superfície de fratura (macro), análise de superfície de fratura (MEV), análises metalográficas, ensaios mecânicos, análise de casos dos participantes. Os instrutores farão análise preliminar de casos de falha práticos apresentados pelos participantes, com a possibilidade de se empregar algumas das técnicas contidas no curso

CARGA HORÁRIA

40 horas

PROGRAMA

PARTE I FUNDAMENTOS

- 1 Falha de um Componente Estrutural
 - 1.1 Definição de falha em uma estrutura
 - 1.2 Razões para a falha de uma estrutura
 - 1.3 O processo de falha
 - 1.4 A Fratura
 - 1.5 Funções da análise de falhas
 - 1.6 Procedimento investigativo
- 2 Resistência dos Materiais à Fratura
 - 2.1 Resistência coesiva teórica
 - 2.2 População de defeitos nos sólidos
 - 2.3 Critérios de fratura
 - 2.4 Fator de concentração de tensão
 - 2.5 Endurecimento pelo entalhe
 - 2.6 Variáveis externas que afetam a fratura
 - 2.7 Energia para fratura
- 3 A Mecânica de Fratura
 - 3.1 Caracterização da mecânica de fratura
 - 3.2 Interdisciplinaridade da mecânica de fratura
 - 3.3 Tenacidade à fratura
 - 3.4 Comparação com a tradicional resistência dos materiais
 - 3.5 A estrutura da mecânica de fratura
 - 3.6 Comportamento dos materiais
 - 3.7 Crescimento subcrítico de trinca
- 4 Tipos de Falhas em Serviço
 - 4.1 Introdução
 - 4.2 Fratura de corpos-de-prova (CPS) ensaiados em Tração
 - 4.3 Principais tipos de fratura monotônica
 - 4.3.1 Fratura dúctil
 - 4.3.2 Fratura semifrágil
 - 4.3.3 Fratura frágil
 - 4.3.4 Fratura intergranular
 - 4.4 Fratura por fadiga
 - 4.4.1 Mecanismos de iniciação de trincas características microscópicas
 - 4.4.2 Macrofractografia de falhas por fadiga
 - 4.5 Fratura por fluência

PARTE II TÉCNICAS DE ANÁLISE

- 5 Primeiros Passos em uma análise de falhas
 - 5.1 Início de uma análise de falha
 - 5.2 Análise macroscópica
 - 5.3 Ensaios não destrutivos
 - 6 Análises Fractográficas
 - 6.1 Introdução
 - 6.2 Microscopia eletrônica de varredura
 - 6.3 Microscopia eletrônica de transmissão
 - 7 Análises Metalográficas
 - 7.1 Introdução
 - 7.2 Metalografia dos materiais envolvidos
 - 7.3 Metalografia da região da falha
 - 8 Ensaios Mecânicos
 - 8.1 Ensaio de tração
 - 8.2 Ensaio de dureza
 - 8.3 Ensaio de tenacidade a fratura
 - 8.4 Ensaio de impacto
 - 8.5 Ensaio de fadiga
 - 8.6 Ensaio de fluência
 - 8.7 Ensaio de corrosão sob tensão
- #### PARTE III EXECUÇÃO DA ANÁLISE DE FALHA

- 9 A condução de uma análise de falha
 - 9.1 Ênfase e objetivo de uma análise de falha
 - 9.2 Necessidade e utilização das ferramentas de análise
- 10 Prática da Análise de Falha em Componentes e por Mecanismos
 - 10.1 Falhas em componentes rotativos
 - 10.2 Falhas em componentes com concentração de tensão
 - 10.3 Falhas em pequenos componentes
 - 10.4 Falhas em grandes componentes
 - 10.5 Falhas pelo mecanismo de fadiga
 - 10.6 Falhas por outros processos degradativos (corrosão, fluência, etc.)
 - 10.7 Falhas monotônicas
 - 10.8 Falhas durante a fabricação

ANÁLISE DE FRATURAS

OBJETIVO

Fornecer aos participantes os fundamentos básicos sobre os tipos de fratura, metodologia padrão para análise de falhas, ensaios para caracterização da resistência à fratura

CARGA HORÁRIA

40 horas

PROGRAMA

1 Fundamentos Utilizados na Análise de Falha

1.1 Resistência dos materiais

1.1.1 Introdução

1.1.2 Resistência coesiva teórica

1.1.3 População de defeitos

1.1.4 Critério de fratura

1.2 Fatores mecânicos

1.2.1 Fator de concentração de tensões

1.2.2 Propagação de trinca com plasticidade

1.3 Fatores metalúrgicos/estruturais

1.3.1 Endurecimento pelo entalhe

1.3.2 Variáveis externas que afetam a fratura

1.4 Mecânica de fratura

1.4.1 Avaliação da tenacidade à fratura.

2 Tipos de Falhas em Serviço

2.1 Fratura frágil

2.2 Fratura dúctil

2.3 Fratura por fadiga

2.4 Fratura em elevadas temperaturas

2.5 Fratura em ambientes agressivos

2.6 Fratura por desgaste

3 Metodologias Empregadas na Determinação da Causa de Falha

3.1 Análise macroscópica e ensaios não destrutivos

3.2 Análises Fractográficas

3.2.1 Microscopia ótica

3.2.2 Microscopia eletrônica

3.3 Ensaaios mecânicos

3.3.1 Tração

3.3.2 Tenacidade à fratura

3.3.3 Fadiga

3.3.4 Fluência

3.3.5 Corrosão e corrosão sob tensão

4 Prática de Análise de Falha (Estudo de Casos)

4.1 Problemas estruturais

4.2 Problemas geométricos

4.3 Problemas no tratamento pós-fabricação do material

4.4 Problemas no carregamento

4.5 Estudo de casos de falha por outros mecanismos

ANÁLISE METALOGRÁFICA

OBJETIVO

Fornecer os conhecimentos básicos para a correta utilização da metalografia na análise de estruturas dos metais. Serão abordados aspectos fundamentais e práticos sobre preparação de amostras, normas técnicas, documentação, os princípios e as vantagens da metalografia quantitativa automatizada em relação metalografia quantitativa manual e aplicações em tratamentos de imagens

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

1 Introdução

- 1.1 Histórico e evolução do microscópio ótico
- 1.2 Banco metalográfico versus analisador de imagens
- 1.3 Lay-out de laboratório de metalografia e o uso do computador
- 1.4 Classificação ou divisão da metalografia

2 Importância da Metalografia

- 2.1 Relação estrutura propriedade e processamento
- 2.2 Conceito de estrutura
- 2.3 Conceito de processamento
- 2.4 Conceito de propriedade ou característica

3 Microscopia Ótica versus Microscopia Eletrônica

- 3.1 Princípio de funcionamento dos equipamentos
- 3.2 Vantagens
- 3.3 Desvantagens
- 3.4 Relação Custo Benefício

4 Preparação de Amostras

- 4.1 As etapas de preparação da amostra metalográfica
- 4.2 Cuidados Especiais
 - 4.2.1 Deformação
 - 4.2.2 Aquecimento
 - 4.2.3 Trincas
- 4.3 Reagentes Químicos para Ataque
- 4.4 Armazenamento das Amostras

5 Como Analisar Estrutura de Metais e Ligas Metálicas

- 5.1 Fundamentos em ciência dos Materiais
- 5.2 Fundamentos em Processamento de Metais
- 5.3 Fundamentos em Ensaio de Materiais

6 Documentação Fotográfica

- 6.1 Exemplos de erros na documentação foto gráfica
- 6.2 Inserção de escala na documentação foto gráfica
- 6.3 Importância da legenda auto explicativa
- 6.4 O uso de computador na impressão da documentação

7 Normas ASTM-E-112, E-562, E-1382

- 7.1 Conteúdo e adequações
- 7.2 Exemplos de aplicações e usos

8 Metalografia Quantitativa Manual

- 8.1 Fundamentos e importância
- 8.2 Aspectos gerais de medidas quantitativas
- 8.3 Métodos de medidas de tamanho de grão
- 8.4 Métodos de medidas de proporção de fase
- 8.5 Conceitos estatísticos:
 - 8.5.1 Limite de confiança
 - 8.5.2 Precisão etc.

9 Metalografia Quantitativa Automatizada

- 9.1 Fundamentos
- 9.2 Escolha de procedimentos
- 9.3 Algumas aplicações

10 Apresentação do Processo de Análise de Imagem

- 10.1 Objetivos da análise de imagem
- 10.2 Adequação das imagens para medições

11 Princípios Gerais da Análise de Imagem

- 11.1 Parâmetros de tratamento de imagem
 - 11.1.1 Melhoria na qualidade da imagem
 - 11.1.2 Segmentação
 - 11.1.3 Binarização
- 11.2 Uso de softwares de análise de imagem

ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL DE METAIS E LIGAS METÁLICAS

OBJETIVO

Fornecer conhecimentos para a análise e interpretação de estruturas dos metais e ligas metálicas baseados em fundamentos de ciência dos materiais. Serão abordados aspectos fundamentais da caracterização quantitativa e qualitativa de estruturas com a aplicação de processamento digital de imagens

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Análise de Estruturas de Metais e Ligas Metálicas
 - 1.1 Fundamentos em ciência dos materiais
 - 1.2 Conceito de estrutura e microestrutura
 - 1.3 Conceito de processamento
 - 1.4 Conceito de propriedades mecânicas e ensaio de materiais
- 2 Caracterização Estrutural de Metais e Ligas Metálicas
 - 2.1 Introdução aos diagramas de equilíbrio
 - 2.2 Estrutura de grãos, constituintes e fases
 - 2.3 Estrutura bruta de fusão
 - 2.4 Estruturas de materiais tratados termicamente ou termomecanicamente
 - 2.5 Estruturas de materiais deformados
 - 2.6 Estruturas de materiais sinterizados
- 3 Caracterização Estrutural de Metais e Ligas Metálicas Utilizando Análise de Imagens
 - 3.1 Apresentação do processo de análise de imagens
 - 3.2 Objetivos e princípios da análise de imagens
 - 3.3 O conceito de imagens: vídeo, digitalizada e binária
 - 3.4 O processo de captura de imagens
 - 3.5 Parâmetros de tratamento de imagens
 - 3.5.1 Melhoria na qualidade da imagem em níveis de cinza: ajustes, correções e filtros
 - 3.5.2 Segmentação de imagens de estruturas monofásicas, bifásicas ou multifásicas
 - 3.5.3 Processamento binário: transformações e operações morfológicas
- 4 Uso de Softwares de Análise de Imagem
 - 4.1 Análise estrutural quantitativa automatizada
 - 4.2 Adequação das imagens para medições
 - 4.2.1 Detecção de contornos de grãos, grãos, constituintes, inclusões, poros, fases
 - 4.3 Fundamentos e escolha de procedimentos
 - 4.4 Uso de normas ASTM
 - 4.5 Algumas aplicações

CORROSÃO NA INDÚSTRIA: MECANISMOS, AVALIAÇÃO, TRATAMENTO E PREVENÇÃO

OBJETIVO

O Curso tem como objetivos mostrar aos participantes como identificar uma deterioração provocada por corrosão, quais as formas mais usuais desse dano, como avaliar quantitativamente a corrosão, locais mais prováveis de ser observado esse dano, porque e qual o mecanismo da corrosão, qual a maneira moderna de tratar esse mecanismo de dano, os principais tipos de corrosão observados na indústria, bem como, os principais métodos de prevenção utilizados.

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

- 1 Histórico da Eletroquímica e Corrosão;
- 2 Importância e Custo da Corrosão;
- 3 Definições básicas e Classificação da Corrosão;
- 4 Formas da Corrosão;
- 5 Análise Quantitativa da Corrosão;
- 6 Mecanismo Eletroquímico da Corrosão;
- 7 Conceitos Fundamentais da Metalurgia dos Metais;
- 8 Conceito de Micropilhas e Pilhas;
- 9 Principais Fatores que Interferem na Corrosão;
- 10 Potenciais dos Metais;
- 11 Correção dos Potenciais (Equação de Nernst);
- 12 Diagramas Potencial x pH;
- 13 Conceito e uso da Polarização;
- 14 Principais Tipos e Tratamento da Corrosão na Indústria;
- 15 Corrosão Atmosférica;
- 16 Corrosão pela Água;
- 17 Corrosão atmosférica;
- 18 Corrosão pelo solo;
- 19 Corrosão Galvânica;
- 20 Corrosão em Frestas;
- 21 Corrosão Induzida por Microrganismos (MIC);
- 22 Corrosão sob Isolamento (CUI);
- 23 Corrosão associada a erosão;
- 24 Corrosão associada a metalurgia;
- 25 Corrosão sob Tensão;
- 26 Corrosão associada a Fadiga;
- 27 Deterioração pelo Hidrogênio;
- 28 Corrosão Seca (Oxidação);
- 29 Principais Métodos de Prevenção à Corrosão.

DIAGRAMAS DE EQUILÍBRIO DO SISTEMA Fe-C: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES PARA AÇOS E FERROS FUNDIDOS

OBJETIVO

Apresentar os fundamentos sobre ciência dos materiais para entendimento dos diagramas de equilíbrio do Sistema Fe-C e sua aplicação.

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Os materiais metálicos
- 2 Estrutura dos materiais metálicos
- 3 A importância dos defeitos na estrutura dos materiais metálicos
- 4 Princípios de ciência dos materiais
- 5 Introdução aos diagramas de equilíbrio
- 6 Diagrama de equilíbrio do sistema Fe-C
- 7 Relação entre diagramas de equilíbrio e a metalografia
- 8 Aspectos práticos de metalografia aplicado aos aços e ferros fundidos

ENSAIOS DOS MATERIAIS

OBJETIVO

Transmitir conceitos e metodologia dos principais ensaios mecânicos (estáticos e dinâmicos), bem como noções sobre os principais ensaios não-destrutivo

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução aos Ensaios dos Materiais
 - 1.1 Propriedades mecânicas
 - 1.2 Finalidade dos ensaios dos materiais
 - 1.3 Vantagens da normalização dos materiais e métodos de ensaios
 - 1.4 Classificação dos ensaios dos materiais
 - 1.5 Relação Estrutura Propriedades dos Materiais
- 2 Ensaio de Tração
 - 2.1 O ensaio de tração
 - 2.2 Parâmetros físicos determinados pelo ensaio de tração
 - 2.3 Deformação elástica e deformação plástica
 - 2.4 Instabilidade plástica e estricção
 - 2.5 Curva de engenharia versus curva real
 - 2.6 Confecção de corpos de prova
 - 2.7 Efeitos da taxa de deformação
 - 2.8 Efeitos da temperatura
 - 2.9 Efeitos da presença de entalhes
 - 2.10 Efeitos da máquina de ensaio
- 3 Ensaio de Compressão
 - 3.1 O ensaio de compressão
 - 3.2 Parâmetros físicos determinados pelo ensaio de compressão
 - 3.3 Compressão em metais dúcteis
 - 3.4 Compressão em metais frágeis
 - 3.5 Flambagem e atrito sob compressão
 - 3.6 Confecção de corpos de prova
 - 3.7 Comparação entre ensaios de tração e compressão
- 4 Ensaio de Dobramento e Flexão
 - 4.1 O ensaio de dobramento
 - 4.2 Ensaio de ductilidade por dobramento
 - 4.3 Ensaio de resistência por dobramento
 - 4.4 Dispositivos utilizados em ensaios de dobramento
 - 4.5 Confecção de corpos de prova
 - 4.6 Ensaio de dobramento em barras para construção civil
 - 4.7 Ensaio de dobramento em corpos de prova soldados
 - 4.8 Ensaio de flexão em materiais frágeis
- 5 Ensaio de Torção
 - 5.1 O ensaio de torção
 - 5.2 Parâmetros físicos determinados pelo ensaio de torção
 - 5.3 Tensão e deformação no regime plástico
 - 5.4 Tipos de fratura em torção
 - 5.5 Estudo de casos: Aplicações
- 6 Ensaio de Dureza
 - 6.1 O ensaio de dureza por penetração
 - 6.2 Dureza brinell
 - 6.3 Dureza rockwell
 - 6.4 Dureza vickers
 - 6.5 Correlação entre dureza brinell e limite de resistência
 - 6.6 Correlação entre escalas de dureza
 - 6.7 Microdureza por penetração
 - 6.8 Micropenetrador vickers
 - 6.9 Micropenetrador knoop
- 7 Ensaio do Impacto
 - 7.1 Ensaios de impacto
 - 7.2 Influência da temperatura na transição dúctil-frágil
 - 7.3 Impacto charpy
 - 7.4 Impacto izod
 - 7.5 Confecção de corpos de prova
 - 7.6 Aplicação na inspeção de juntas soldadas
 - 7.7 Ensaio de impacto por queda de peso em corpo de prova entalhado e variações
 - 7.8 Aplicação na determinação da temperatura de transição dúctil-frágil de aços ferríticos
 - 7.9 Procedimentos padronizados para medida de áreas fraturadas no ensaio de queda por peso
- 8 Ensaio da Fluência
 - 8.1 Introdução à fluência
 - 8.2 Ensaio de fluência
 - 8.3 Ensaio de ruptura por fluência
 - 8.4 Ensaio de relaxação
 - 8.5 Estágios da fluência
 - 8.6 Aplicações
- 9 Ensaio de Tenacidade à Fratura
 - 9.1 Teoria de griffith
 - 9.2 Fator de intensidade de tensão (k)
 - 9.3 Análise de tensões nas trincas
 - 9.4 Divisão da mecânica da fratura e respectivos ensaios

9.5 Projeto de componentes mecânicos baseado na mecânica da fratura
 9.6 Outras informações sobre o ensaio de tenacidade à fratura

10 Ensaio de Fadiga

10.1 Tipos de tensões cíclicas

10.2 Resultados do ensaio de fadiga: Curva de Wöhler

10.3 A fratura de fadiga

10.4 Fatores influentes na resistência à fadiga

11 Noções Ensaio Não Destrutivo

11.1 Especificações técnicas

11.2 Emissão de raios-X e raios Gama (aspectos gerais)

11.3 Ensaio por partículas magnéticas (aspectos gerais)

11.4 Ensaio por líquidos penetrantes (aspectos gerais)

11.5 Ensaio por tomografia computadorizada (aspectos gerais)

11.6 Ensaio por ultra-som

FADIGA E FRATURA DE MATERIAIS - CONCEITOS E APLICAÇÃO À AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE COMPONENTES MECÂNICOS

OBJETIVO

Fornecer aos participantes os fundamentos básicos sobre a degradação dos materiais metálicos e não metálicos, por mecanismo de fadiga, com ênfase na avaliação de iniciação, propagação de trinca e ocorrência de fratura. Aplicar as metodologias para avaliação de componentes estruturais, além de apresentar (com especialistas em cada área) tópicos especiais sobre materiais poliméricos e compósitos, práticas experimentais de ensaios e identificação/análise de falhas por fadiga

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

1 Introdução e Motivação ao Estudo da Fadiga

- 1.1 Histórico e a participação da fadiga nas falhas reais
- 1.2 Abordagens total-life (vida total) e defect-tolerant (tolerância ao defeito)

2 Conceitos Fundamentais da Elasticidade e Plasticidade

- 2.1 Componentes de tensões e deformações
- 2.2 Elasticidade linear e a lei de Hooke generalizada
- 2.3 Critérios de escoamento e comentários sobre encruamento

3 Fadiga

- 3.1 Mecanismos, Definições e Abordagens Total-life
 - 3.1.1 Mecanismos de nucleação e propagação de trincas
 - 3.1.2 Abordagem Tensão-Vida em fadiga
 - 3.1.3 Abordagem Deformação-Vida em fadiga
 - 3.1.4 Tópicos sobre efeitos de variáveis de sollicitação, fadiga multiaxial e contagem de ciclos

4 Fratura

- 4.1 Conceitos e aplicação ao crescimento de trinca (defect-tolerant).
 - 4.1.1 Mecânica da fratura elástica-linear: forças motrizes de trinca (K)
 - 4.1.2 Mecânica da fratura elasto-plástica: forças motrizes de trinca (J e $CTOD$)
 - 4.1.3 Abordagem de crescimento de trinca por fadiga (da/dN vs. ΔK).
 - 4.1.3.1 limiar de propagação
 - 4.1.3.2 propagação estável
 - 4.1.3.3 propagação instável

5 Tópicos Especiais sobre Avaliação de Polímeros e Compósitos

6 Práticas Experimentais para Caracterização de Propriedades de Fadiga

- 6.1 Ensaios controlados por tensão vs. ensaios controlados por deformação
- 6.2 Metodologias e tipos de ensaios e equipamentos

7 Análise de Falhas

- 7.1 Aspectos macroscópicos
 - 7.1.1 Detecção e identificação
 - 7.1.2 Análise de falhas por fadiga
- 7.2 Aspectos microscópicos
 - 7.2.1 Micromecanismos de falha
 - 7.2.2 Efeitos de microestrutura
 - 7.2.3 Efeitos ambientais
- 7.3 Efeitos de processo e projeto na vida em fadiga

FUNDAMENTOS DE ANÁLISE DE FALHAS - ESTRUTURANDO CONHECIMENTOS E TÉCNICAS À REALIDADE PRÁTICA

OBJETIVO

Permitir aos participantes da cadeia Metal-Mecânica aprofundar o conhecimento acerca dos mecanismos mecânicos que levam à falha ou a fratura dos materiais, especialmente metais. Descrever e alinhar os aspectos fundamentais da análise documental, visual, macro e microfractográfica associados à falha assim como a necessidade e aplicabilidade de ferramentas de análise metalúrgica, mecânica e gerencial para extrair as causas raiz da falha consolidadas em laudos estruturados.

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

1 Teoria Fundamental para a Análise de Falhas e Fraturas

- 1.1 Introdução sobre falhas
- 1.2 Critérios de Falha Mecânica: Tresca, Mohr, Coulomb-Mohr e Mohr Modificado
- 1.3 Apresentação da Mecânica de Fratura Linear Elástica (MFLE)
- 1.4 Apresentação da Mecânica de Fratura Elasto-Plástica (MFEP)
- 1.4 Análise da Fadiga: controle de tensão versus controle por deformação
- 1.5 Análise da Fadiga: propagação de trincas
- 1.6 Mecanismos de degradação: fluência e corrosão.

2 Avaliação Visual das Falhas

- 2.1 Introdução
- 2.2 Falhas por flambagem elástica
- 2.3 Falhas por colapso plástico
- 2.4 Falhas com presença de fratura: macrofractografia e microfractografia
- 2.5 Avaliação de fraturas monotônicas
- 2.6 Avaliação de fraturas por fadiga
- 2.7 Avaliação de fraturas por outros mecanismos

3 Ferramentas para análise Experimental

- 3.1 Primeiros passos para a realização de uma análise de falhas
- 3.2 Análise das amostras: amostragem, armazenamento, registro
- 3.3 Cuidados no registro e na manipulação de amostras e sua preparação
- 3.4 Representatividade dos resultados
- 3.5 Execução de ensaios e testes: particularidades
- 3.6 Exemplos de ensaios realizados na prática
- 3.7 Importância e uso de Análises metalográficas
- 3.8 Importância e uso da microscopia eletrônica
- 3.9 Importância e uso de Análises destrutivas e Análises químicas
- 3.10 Importância e uso de Análises não destrutivas

4 Constituição de um laudo (relatório) Exemplos de casos

- 4.1 Ênfase, objetivo e necessidade de utilização das técnicas
- 4.2 Fundamentos da Confiabilidade
- 4.3 Usos de ferramentas da qualidade (MASP, PDCA, FMEA, etc.)
- 4.4 Exemplos de casos do(s) instrutor(es)
- 4.5 Exemplos de casos dos participantes

FUNDAMENTOS DE MECÂNICA DA FRATURA E APLICAÇÕES À INTEGRAÇÃO ESTRUTURAL DE EQUIPAMENTOS E COMPONENTES

OBJETIVO

Fornecer fundamentos da mecânica da fratura linear e elasto-plástica aplicada à avaliação da fratura em materiais estruturais em regimes frágil e dútil. Capacitar os participantes com metodologias utilizadas na mecânica da fratura elasto-plástica aplicadas à análise e avaliação da fratura e integridade estrutural em componentes e equipamentos

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

1 Introdução

- 1.1 Fratura de materiais estruturais e sua relação com integridade mecânica.
- 1.2 Aspectos microestruturais da fratura em regimes frágil e dútil.
- 1.3 Relação entre a tenacidade e deformação plástica, efeitos geométricos e efeitos estatísticos.
- 1.4 Correlação de resultados experimentais e valores de tenacidade.
- 1.5 Efeitos do estado triaxial de tensões sobre a fratura frágil e dútil. Efeitos geométricos e de carregamento. Efeitos dinâmicos.
- 1.6 Utilização de valores de tenacidade na avaliação do comportamento à fratura de componentes estruturais.

2 Revisão da Mecânica da Fratura Linear Elástica

- 2.1 Fator de intensificação de tensões K.
- 2.2 O parâmetro K como medida das condições de fratura.
- 2.3 Zona plástica e fratura sob estado plano de tensões e deformações.
- 2.4 Instabilidade e curvas de resistência à fratura (curvas R).

3 Mecânica da Fratura Elasto-Plástica

- 3.1 Fundamentos fenomenológicos da mecânica da fratura elasto-plástica.
- 3.2 A integral J.
- 3.3 Relação entre CTOD e a integral J.
- 3.4 Condições de validade da integral J.
- 3.5 Caracterização de crescimento de trincas utilizando a integral J.
- 3.6 Determinação experimental da Integral J e CTOD.

4 Correlação de Resultados Experimentais

- 4.1 Limitações da mecânica da Fratura convencional.
- 4.2 Efeitos estatísticos sobre a fratura. Dispersão de valores de tenacidade. Tratamento estatístico de valores de tenacidade.
- 4.3 Efeitos do estado triaxial de tensões sobre a fratura frágil e dútil. O conceito de triaxialidade na ponta da trinca.
- 4.4 Efeitos geométricos e de condições de carregamento sobre a fratura frágil e dútil.
- 4.5 Transferência de resultados laboratoriais na avaliação do comportamento à fratura de componentes estruturais.
- 5 Integridade Mecânica de componentes Estruturais e Aplicações
- 5.1 Análise do comportamento à fratura de aços ligados de alta resistência.
- 5.2 Análise do comportamento à fratura de juntas soldadas.
- 5.3 Exemplo de aplicação: previsão dos valores críticos de tenacidade (J_c) para um aço estrutural de alta resistência utilizando amostras de fratura SE(B) com diferentes tamanhos de trinca.
- 5.4 Utilização do conceito de Curva Mestra (ASTM E-1921) para determinação da temperatura de transição de aços estruturais.
- 5.5 Utilização de procedimentos de avaliação de integridade estrutural através de diagramas de análise de falhas: API 579 e BS 7910.

FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO MÓDULO I: APLICADOS ÀS LIGAS DE ALUMÍNIO

OBJETIVO

Enfoque será dado aos conceitos fundamentais de metalurgia aplicáveis em indústrias de transformação de ligas de alumínio, tais como: laminação, extrusão, trefilação, fabricação e fundição

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

- 1 Cristais - fundamentos
- 2 Diagramas de fases
- 3 Princípios de transformação de fase
- 4 Difusão
- 5 Solidificação de metais e ligas
- 6 Comportamento mecânico dos metais – ensaios mecânicos e propriedades mecânicas
- 7 Mecanismos de endurecimento em metais e ligas
- 8 Encruamento e restauração dos metais
- 9 Deformação a quente

FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO II: MICROESTRUTURA E ANÁLISE MICROESTRUTURAL DAS LIGAS DO ALUMÍNIO

OBJETIVO

Nesse módulo, o enfoque será dado aos principais conceitos que envolvem as microestruturas de ligas de alumínio, as principais técnicas de análise microestrutural e os efeitos mais importantes que as microestruturas apresentam sobre as propriedades e sobre o processamento do alumínio e suas ligas

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

- 1 Estrutura cristalina e princípios de cristalografia
- 2 Técnicas de análise microestrutural: microscopias óptica e eletrônicas
- 3 Microanálise
- 4 Difração de raios-X e outras técnicas
- 5 Metalografia Quantitativa
- 6 Diagramas de fases para ligas de alumínio
- 7 Prática metalográfica de ligas de alumínio
- 8 Discussão de casos práticos envolvendo ligas de alumínio

FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO III: PROPRIEDADES DAS LIGAS DE ALUMÍNIO

OBJETIVO

Neste módulo, o enfoque será dado aos principais conceitos que envolvem o comportamento mecânico do alumínio e suas ligas, bem como as suas propriedades mecânicas. Para tanto, serão enfocados dos fundamentos de metalurgia mecânica, mecânica da fratura e metalurgia da fratura. Assim, serão abordados os principais tópicos do comportamento mecânico de metais e ligas, com ênfase nas propriedades e ensaios mecânicos aplicáveis às ligas de alumínio

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

- 1 Deformação dos metais: fundamentos
- 2 Mecanismos de deformação em metais
- 3 Mecanismos de endurecimento de ligas metálicas
- 4 Fratura: aspectos mecânicos e metalúrgicos
- 5 Fratografia em metais
- 6 Propriedades mecânicas: resistência mecânica, dureza, fadiga, tenacidade e fluência
- 7 Ensaios mecânicos: tração, dureza, fadiga, tenacidade e fluência; propriedades mecânicas das ligas de alumínio

FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO IV: FUNDAMENTOS DA DEFORMAÇÃO PLÁSTICA DA LIGAS DO ALUMÍNIO

OBJETIVO

Apresentação e discussão dos principais conceitos de metalurgia aplicados nos processos de deformação à quente e a frio das ligas de alumínio, tais como extrusão, laminação, forjamento, trefilação, etc. Para este fim serão revistos alguns conceitos básicos de metalurgia mecânica e de metalurgia física. A seguir, serão abordados os principais tópicos relativos ao comportamento das ligas de alumínio quando submetidas a trabalho a quente e a frio. Serão enfatizados os conceitos de trabalhabilidade e de processamento termomecânico de ligas de alumínio. Efeitos de tratamentos térmicos após a deformação também serão abordados do ponto de vista das mudanças de propriedades e de microestrutura das ligas

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

- 1 Metalurgia física e metalurgia mecânica – revisão aplicada ao caso dos processos de conformação mecânica
- 2 Conformação plástica de metais - encruamento
- 3 Comportamento de ligas metálicas na deformação à frio
- 4 Restauração após deformação a frio
- 5 Comportamento de ligas metálicas na deformação à quente
- 6 Restauração durante e após deformação à quente
- 7 Noções sobre textura cristalográfica
- 8 Processamento termomecânico – Relações quantitativas
- 9 Simulação de processamento termomecânico e evolução microestrutural

INTRODUÇÃO À METALOGRAFIA – TEORIA E PRÁTICA

OBJETIVO

Fornecer informações básicas necessárias para a aplicação de técnicas metalográficas nos mais diversos metais e ligas.

CARGA HORÁRIA

08 horas

PROGRAMA

1 Introdução aos Ensaaios Metalográficos

1.1 Objetivos

1.2 Estruturas dos materiais e sua relação com o processamento e as propriedades.

1.3 Macrografia

1.4 Mirografia

1.5 Objetivos das análises

2 Prática

2.1 Preparação de amostras

2.2 Visualização da microestrutura

2.3 Interpretação qualitativa e quantitativa das fases presentes.

INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA DE SOLDAGEM

OBJETIVO

Fornecer conhecimento básico nos diversos processos de soldagem capacitando o profissional para melhor desempenho de suas funções

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução
 - 1.1 Definição de soldagem
 - 1.2 Histórico
 - 1.3 Estrutura do mercado: tendências em processos
 - 1.4 Formação e qualificação de profissionais
 - 1.5 Entidades - homologação e certificado
- 2 Apresentação dos Processos
 - 2.1 Soldagem em fase sólida
 - 2.2 Soldagem termoquímica
 - 2.3 Soldagem por resistência elétrica
 - 2.4 Soldagem por arco elétrico
- 3 Descrição dos Principais Processos
 - 3.1 Terminologia e simbologia
 - 3.2 Processo eletrodo revestido
 - 3.3 Processo oxiacetilênico
 - 3.4 Processo tig/plasma
 - 3.5 Processos mig/mag/arames tubulares
 - 3.6 Processo arco submerso
 - 3.7 Outros processos (laser, resistência, aspersão)
- 4 Automação e Robótica
 - 4.1 Noções básicas
 - 4.2 Automação de sistemas
 - 4.3 Otimização dos processos de soldagem
- 5 Metalurgia da Soldagem
 - 5.1 Introdução
 - 5.2 Conceito de soldabilidade
 - 5.3 História térmica na soldagem
 - 5.4 Regiões da junta soldada: metal de solda e zona afetada pelo calor
 - 5.5 Soldabilidade de alguns materiais
 - 5.6 Tensões residuais e deformações
- 6 Ensaio
 - 6.1 Descontinuidades
 - 6.2 Ensaio destrutivo
 - 6.3 Ensaio não destrutivo
 - 6.4 Ensaio de soldabilidade
- 7 Processos de Corte Térmico
 - 7.1 Oxícorde
 - 7.2 Plasma
 - 7.3 Laser
- 8 Higiene e Segurança
 - 8.1 Perigos causados por partículas
 - 8.2 Perigos elétricos
 - 8.3 Perigos causados por radiação
 - 8.4 Fumos e gases
 - 8.5 Medidas de segurança
- 9 Qualificação e Certificação
 - 9.1 Noções básicas
 - 9.2 Qualificação e certificação de profissionais
 - 9.3 Qualificação e certificação de procedimentos

MECÂNICA DA FRATURA ELASTO-PLÁSTICA FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES À INTEGRIDADE ESTRUTURAL

OBJETIVO

Fornecer fundamentos da mecânica da fratura linear e elasto-plástica aplicada à avaliação da fratura em materiais estruturais em regimes frágil e dútil. Capacitar os participantes com metodologias utilizadas na mecânica da fratura elasto-plástica aplicadas à análise e avaliação da fratura e integridade estrutural em componentes e equipamentos.

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução
 - 1.1 Fratura de materiais estruturais e sua relação com integridade mecânica
 - 1.2 Aspectos microestruturais da fratura em regimes frágil e dútil
 - 1.3 Relação entre a tenacidade e deformação plástica
 - 1.3.1 Efeitos geométricos
 - 1.3.2 Efeitos estatísticos
 - 1.4 Correlação de resultados experimentais e valores de tenacidade
 - 1.5 Efeitos do estado triaxial de tensões sobre a fratura frágil e dútil
 - 1.5.1 Efeitos geométricos e de condições de carregamento
 - 1.5.2 Efeitos dinâmicos
 - 1.6 Utilização de valores de tenacidade na avaliação do comportamento à fratura de componentes estruturais
- 2 Revisão da Mecânica da Fratura Linear Elástica
 - 2.1 Fator de intensificação de tensões K
 - 2.2 O parâmetro K como medida das condições de fratura
 - 2.3 Zona plástica e fratura sob estado plano de tensões e deformações
 - 2.4 Instabilidade e curvas de resistência à fratura (curvas R)
- 3 Mecânica da Fratura Elasto-Plástica
 - 3.1 Fundamentos fenomenológicos da mecânica da fratura elasto-plástica
 - 3.2 A integral J
 - 3.3 Relação entre CTOD e a integral J
 - 3.4 Condições de validade da integral J
 - 3.5 Caracterização de crescimento de trincas utilizando a integral J
 - 3.6 Determinação experimental da Integral J e CTOD
- 4 Correlação de Resultados Experimentais
 - 4.1 Limitações da mecânica da fratura convencional
 - 4.2 Efeitos estatísticos sobre a fratura.
 - 4.2.1 Dispersão de valores de tenacidade
 - 4.2.2 Tratamento estatístico de valores de tenacidade
 - 4.3 Efeitos do estado triaxial de tensões sobre a fratura frágil e dútil
 - 4.3.1 O conceito de triaxialidade na ponta da trinca
 - 4.4 Efeitos geométricos e de condições de carregamento sobre a fratura frágil e dútil
 - 4.5 Transferência de resultados laboratoriais na avaliação do comportamento à fratura de componentes estruturais
- 5 Integridade Mecânica de Componentes Estruturais e Aplicações
 - 5.1 Análise do comportamento à fratura de aços ligados de alta resistência
 - 5.2 Análise do comportamento à fratura de juntas soldadas
 - 5.3 Exemplo de aplicação: previsão dos valores críticos de tenacidade (J_c) para um aço estrutural de alta resistência utilizando amostras de fratura SE(B) com diferentes tamanhos de trinca
 - 5.4 Utilização do conceito de Curva Mestra (ASTM E-1921) para determinação da temperatura de transição de aços estruturais
 - 5.5 Utilização de procedimentos de avaliação de integridade estrutural através de diagramas de análise de falhas: API 579 e BS 7910

MECÂNICA DA FRATURA: CONCEITOS, TÉCNICAS DE ENSAIOS E MÉTODOS PARA PREVISÃO DE FALHA DE ESTRUTURAS

OBJETIVOS

Fornecer aos participantes os conceitos sobre a fratura dos materiais metálicos, com ênfase na avaliação, previsão e mitigação da propagação instável de trincas, buscando evitar a ocorrência de fratura final.

CARGA HORÁRIA

8 horas

PROGRAMA

1 Introdução e Motivação ao Estudo da Mecânica da Fratura

1.1 Histórico, exemplos e a participação de fratura e fadiga nas falhas reais

2 Conceitos Fundamentais da Elasticidade e Plasticidade

2.1 Componentes de tensões e deformações

3 Fraturas Frágeis e Dúcteis de Metais

3.1 Morfologias e micromecanismos

3.2 Tensões que as governam (binômio mecânica - materiais)

4 Abordagens da resistência dos materiais vs. mecânica da fratura

5 Mecânica da Fratura

5.1 Mecânica da fratura elástica-linear: forças motrizes de trinca (K)

5.2 Mecânica da fratura elasto-plástica: forças motrizes de trinca (J e $CTOD$)

6 Ensaios Experimentais para Caracterização de Propriedades de Fratura

6.1 Ensaios de K , J e $CTOD$

6.2 Metodologias, normas e tipos de ensaios e equipamentos

7 Exercícios de Aplicação para Previsão de Fratura de Componentes

8 Dicas, Curiosidades e Algumas Ferramentas de Interesse no Desenvolvimento Profissional dos Estudantes na Área.

MECÂNICA DE MATERIAIS COMPOSTOS

OBJETIVO

O curso tem como principal objetivo fornecer os fundamentos da teoria clássica de placas laminadas para materiais compostos de resina polimérica reforçada por fibras contínuas. esse tipo de material, devido às suas elevadas propriedades de rigidez e resistência específicas, atingiu sua maturidade saindo das aplicações aeroespaciais de alta tecnologia para uma utilização mais abrangente nas diversas áreas da engenharia. Através de uma exposição simplificada e conceitual da teoria e com o auxílio de exemplos utilizando ferramentas computacionais disponibilizadas aos alunos, pretendesse estabelecer o embasamento tecnológico necessário aos profissionais que lidam com esse tipo de material sem possuir nem a familiaridade e nem o conhecimento de suas particularidades, dando-lhes a oportunidade de explorar o máximo de seu potencial

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução
- 2 Conceitos e Características Básicas
- 3 Micromecânica
- 4 Comportamento Elástico da Lâmina Unidirecional
- 5 Comportamento Elástico de Laminados Multidirecionais
- 6 Efeitos Higrotérmicos
- 7 Resistência da Lâmina Unidirecional
- 8 Análise de Tensões e de Falha em Laminados Multidirecionais
- 9 Métodos Experimentais de Caracterização e Teste
- 10 Aplicações
- 10.1 Projetos de estruturas em materiais compostos

METALURGIA DA SOLDAGEM

OBJETIVO

Desenvolver competência para selecionar processos e condições de soldagem visando o auxílio na elaboração de especificação de procedimento de soldagem

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Histórico da Soldagem
- 2 Higiene, Segurança e Postura Ética na Soldagem
- 3 Terminologia e Simbologia da Soldagem Segundo AWS
- 4 Processos de Soldagem
 - 4.1 Eletrodo revestido
 - 4.2 Tig
 - 4.3 MIG/MAG e arame tubular
 - 4.4 Arco submerso
 - 4.5 Resistência elétrica
 - 4.6 Oxicorte e plasma
- 5 Metalurgia da Soldagem
 - 5.1 Aços carbono
 - 5.2 Aços inoxidáveis
- 6 Controle de Qualidade na Soldagem – Noções de Ensaios Não Destrutivos

METALURGIA DO ALUMÍNIO PARA NÃO METALURGISTAS

OBJETIVO

Fornecer uma visão geral da indústria do alumínio de forma a ser compreensível aos participantes que não têm formação metalúrgica. Contempla todas as fases do processo, desde a lavra do seu minério até o produto final. Serão mostradas as ligas mais importantes e suas aplicações, a reciclagem do metal e aspectos relacionados com a importância da preservação ambiental. Os palestrantes são oriundos da indústria do alumínio e também de entidades que atuam nessa área

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Histórico – o Metal Alumínio e sua Evolução no Mercado
- 2 Mineração e Produção de Alumínio Primário
- 3 Características Físico-químicas
- 4 Ligas mais Importantes e suas Aplicações
- 5 Propriedades Mecânicas
 - 5.1 Caracterização
 - 5.2 Têmperas
- 6 Noções de tratamentos térmicos
- 7 Processos Industriais
 - 7.1 Fundição
 - 7.2 Laminação
 - 7.3 Extrusão
 - 7.4 Forjamento/ trefilação/ estampagem/ extrusão por impacto
 - 7.5 Soldagem
- 8 Acabamento Superficial
 - 8.1 Anodização
 - 8.2 Pintura
- 9 Reciclagem
- 10 Preservação Ambiental

METALURGIA DO PÓ – PRODUTOS SINTERIZADOS E MANUFATURA ADITIVA

OBJETIVO

O objetivo do curso é oferecer ferramentas técnicas relacionadas com sinterização (Metalurgia do Pó) e impressão 3D (Manufatura aditiva) de forma clara e concisa, relacionando aspectos fundamentais com tecnologia e demandas de mercado.

CARGA HORÁRIA

30 horas

PROGRAMA

1 Introdução

Aspectos históricos e econômicos, contextualizando os processos de sinterização (Metalurgia do Pó – MP) e de manufatura aditiva (MA) aplicados a materiais metálicos

2 Processos de Fabricação e Caracterização de Pós-Metálicos

Processos químicos e físicos, considerando as propriedades dos pós obtidos, como tamanho e forma de partículas, e a relação entre estas propriedades e as aplicações para estes pós metálicos

3 Conformação de Pós-metálicos: convencional e novos processos

Compactação uniaxial, e processos como extrusão, compactação isostática e moldagem de pós por injeção

4 Sinterização: convencional e processos especiais

Mecanismos e fenômenos na sinterização em forno contínuo, de alta produtividade, e em sinterização não convencional, como em forno a vácuo e sinterização sob pressão

5 Produtos Sinterizados: concorrendo com outros processos e únicos

Produtos para os quais a MP e a MA concorrem com outros produtos, como aços, e produtos para os quais a Metalurgia do Pó é processo único, como metal duro, materiais porosos, e materiais elétricos e magnéticos

6 A Metalurgia do Pó e a Manufatura Aditiva: Processos, propriedades e desempenho

Os processos, suas similaridades e mercados que atendem, considerando desde as matérias primas usadas, até características e desempenho dos produtos acabados

7 Mercados para Pós-Metálicos e Produtos MP e MA

Perspectivas, mercados e desafios para ambos os processos de fabricação aplicados a materiais metálicos

METALURGIA FÍSICA E MECÂNICA APLICADA

OBJETIVO

Repassar, objetivamente, a teoria da metalurgia física e mecânica, apresentando suas inúmeras aplicações práticas na produção e utilização dos metais e de suas ligas, com enfoque natural, mas não exclusivo, em aços. Fundir experiência acadêmica e teórica com conhecimentos profissionais e cotidianos de forma a demonstrar as relações diretas e indiretas da metalurgia física e mecânica com o desempenho de um metal ou liga na sua utilização final. O curso foi planejado de tal forma que os participantes possam interagir para melhor sedimentar e aplicar os conhecimentos obtidos diretamente nas suas atividades profissionais, estudos e nas discussões técnicas

CARGA HORÁRIA

40 horas

PROGRAMA

1 Fundamentação

- 1.1 Ligações químicas e propriedades físicas/mecânicas inerentes
- 1.2 A estrutura dos materiais
- 1.3 A estrutura dos metais
 - 1.3.1 Tipos
 - 1.3.2 Características
- 1.4 Defeitos e discordâncias: implicações nas propriedades
- 1.5 Características microestruturais
- 1.6 Soluções sólidas e diagramas de fases: aplicações e exemplos

2 Tratamentos Térmicos

- 2.1 Transformações de fase
- 2.2 Difusão
- 2.3 Tratamentos térmicos
- 2.4 Tratamentos termoquímicos
- 2.5 Equipamentos industriais para tratamentos térmicos
- 2.6 Avaliação da qualidade

3 Conformabilidade

- 3.1 Fundamentos mecânicos (metalurgia mecânica)
- 3.2 Ensaios mecânicos
- 3.3 Recristalização e crescimento de grão
- 3.4 Plasticidade dos metais

4 Resistência Mecânica

- 4.1 Aumento da resistência mecânica (endurecimento)
- 4.2 Avaliação da microestrutura e limpidez

4.3 O processo da fratura, fadiga e fluência dos metais

4.4 Introdução à análise de falhas

5 Desenvolvimento de Produtos

- 5.1 Evolução histórica dos requisitos
- 5.2 Normas técnicas
- 5.3 O desafio da correlação entre a estrutura, processamento e propriedades
- 5.4 Relação entre o uso final e as características
- 5.5 Introdução ao desenvolvimento de produtos

6 Módulo prático (laboratorial)

- 6.1 Ensaio de composição química (Espectrografia/Absorção/via úmida)
- 6.2 Ensaio mecânicos (tração/dureza/Charpy/tenacidade à fratura-CTOD)
- 6.3 Avaliação estrutural (MEV/Difração Raios-X)

METALURGIA GERAL: FUNDAMENTOS BÁSICOS E APLICAÇÕES

OBJETIVO

Fornecer ampla visão da metalurgia, de forma a apresentar: as principais características dos metais, a nomenclatura e principais entidades normativas do setor, os fundamentos das operações de produção e processamento dos metais e suas ligas e exemplificar como estes conhecimentos podem ser utilizados pelos participantes no relacionamento com empresas da área de metalurgia

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução à Metalurgia
 - 1.1 Introdução aos metais e suas ligas
 - 1.2 Fontes dos materiais metálicos
 - 1.3 A estrutura dos metais
 - 1.3.1 Átomos e estrutura cristalina
 - 1.4 Equilíbrio químico, calor e temperatura
 - 1.5 Propriedades físicas, químicas e mecânicas dos metais e suas ligas
 - 1.6 Ensaio de caracterização dos metais:
 - 1.6.1 Químicos
 - 1.6.2 Mecânicos
- 2 Operações de Obtenção dos Metais e suas Ligas
 - 2.1 Fluxogramas de produção dos principais metais
 - 2.2 Elementos de mineração e metalurgia extrativa
 - 2.3 Refino dos metais:
 - 2.3.1 Ajuste da composição química
 - 2.4 Solidificação dos metais e semi produtos
 - 2.5 Produtos metalúrgicos obtidos a quente
 - 2.6 Produtos metalúrgicos obtidos a frio
 - 2.7 Processos especiais
- 3 Processamento dos Metais e suas Ligas
 - 3.1 Fundamentos da criação de ligas
 - 3.1.1 Soluções sólidas
 - 3.2 Fundamentos da criação de ligas
 - 3.2.1 Diagramas de fase
 - 3.3 Tratamentos térmicos:
 - 3.3.1 Tipos
 - 3.3.2 Aplicações
 - 3.4 Processamento final
 - 3.4.1 Corte
 - 3.4.2 Dobra
 - 3.4.3 Usinagem
 - 3.4.4 Conformação (trefilação, estampagem, extrusão)
 - 3.4.5 Soldagem
 - 3.5 Principais aplicações setoriais dos metais
 - 3.6 Fundamentos da análise de falhas dos metais
- 4 Aplicações da Metalurgia (Opcional / Promocional da Metalurgia)
 - 4.1 Engenharia Metalúrgica: uma visão do curso
 - 4.2 Empresas do setor: siderurgia
 - 4.3 Empresas do setor: metalurgia de não ferrosos
 - 4.4 Normatização: entidades normativas e aplicações
 - 4.5 Perspectivas da indústria metalúrgica

PRÁTICAS E EXECUÇÃO DE ANÁLISES DE FALHAS (INTEGRANDO CONHECIMENTOS E TÉCNICAS PARA OBTER SOLUÇÕES FINAIS)

OBJETIVO

Permitir aos participantes da cadeia Metal-Mecânica usar conhecimentos de análise estrutural (clássica e da Mecânica da Fratura), procedimentos de análise experimental (análise química, ensaios não destrutivos e destrutivos) para descrever os mecanismos mecânicos (estáticos e dinâmicos) que levam à falha ou a fratura dos materiais, especialmente metais. Descrever, exercitar e aplicar conhecimentos fundamentais da análise documental, visual, macro e microfractográfica associados à falha assim como os resultados de ferramentas de análise metalúrgica, mecânica e gerencial para extrair as causas raiz da falha consolidadas em laudos estruturados.

CARGA HORÁRIA

20 horas

PROGRAMA

1 Uso da Análise Visual das Falhas

- 1.1 - Vínculo entre as condições de carregamento e geometrias das falhas/trincas/fraturas
- 1.2 - Uso das informações a nível macroscópico
- 1.3 - Uso das informações a nível microscópico
- 1.4 - Integração com as ferramentas da qualidade (MASP, PDCA, FMEA, etc.)

2 Uso da Análise Mecânica na Resolução de Análise de Falhas

- 2.1 - Aplicação de critérios de falhas por escoamento
- 2.2 - Aplicação de critérios de falhas por fratura (MFLE)
- 2.3 - Aplicação de critérios de falhas por fratura (MFEP)
- 2.4 - Usando a presença de trincas para quantificar as condições presentes
- 2.5 - Usando a superfície de fratura por fadiga para estimar carregamentos e vida

3 Ferramentas para análise Experimental

- 3.1 - Cuidados na representatividade dos resultados
- 3.2 - Uso e interpretação de resultados de ensaios e testes – análises químicas
- 3.3 - Uso e interpretação de resultados de ensaios e testes – ensaios não destrutivos
- 3.4 - Uso e interpretação de resultados de ensaios e testes – ensaios destrutivos (mecânicos)
- 3.5 - Uso e interpretação de resultados de ensaios e testes – análises estruturais (metalografia)
- 3.6 - Uso e interpretação de resultados de ensaios e testes – análises microfractográficas (MEV-SE-BSE)
- 3.7 - Integração dos resultados

SIDERURGIA PARA NÃO SIDERURGISTAS

OBJETIVO

O objetivo do curso é fornecer uma visão geral do processo siderúrgico, incluindo a situação atual da siderurgia brasileira e mundial, a descrição do processo siderúrgico desde as matérias primas, passando pelos principais processos intermediários e até o produto final, e as principais tendências tecnológicas e de mercado de produtos siderúrgicos

CARGA HORÁRIA

40 horas

PROGRAMA

- 1 Visão Geral dos Mercados Nacional e Mundial de Aço
- 2 Visão Geral dos Processos Siderúrgicos
- 3 Matérias Primas Siderúrgica
- 4 Redução de minério de ferro: altos-fornos
- 5 Redução de minério de ferro: redução direta e processos emergentes
- 6 Fabricação de Aço em Conversor à Oxigênio
- 7 Fabricação de Aços em Fornos Elétricos
- 8 Refino Secundário dos Aços
- 9 Lingotamento Contínuo de Placas e Tarugos
- 10 Laminação de Produtos Planos
- 11 Laminação de Produtos Não-Planos
- 12 Siderurgia e meio ambiente
- 13 Produtos Siderúrgicos
- 14 Tendências Tecnológicas e de mercado
- 15 Visita Técnica

SIDERURGIA UMA VISÃO GERAL

OBJETIVO

Fornecer uma visão geral da siderurgia, seus processos produtivos, matérias primas e insumos, suas relações com o meio ambiente, aplicação dos produtos siderúrgicos e tecnologias atuais

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução à Siderurgia
 - 1.1 Panorama da produção siderúrgica
 - 1.2 Principais propriedades dos aços
 - 1.3 Os principais processos e produtos e siderúrgicos e suas aplicações
 - 1.4 A importância da siderurgia para o desenvolvimento econômico local e nacional
- 2 Área de Redução
 - 2.1 Introdução ao processo de produção de ferrogusa
 - 2.2 Coqueria
 - 2.3 Sinterização
 - 2.4 Altoforno
 - 2.5 Processos alternativos para produção de ferro primário
- 3 Área de Refino e Lingotamento do Aço
 - 3.1 Introdução
 - 3.2 Matérias primas e insumos utilizados para a produção do aço
 - 3.3 Refino primário empregando convertedores
 - 3.4 Refino primário empregando fornos elétricos a arco
 - 3.4 Refino secundário
 - 3.5 Lingotamento
- 4 Área de Laminação
 - 4.1 Considerações gerais
 - 4.2 Laminação de produtos planos
 - 4.3 Laminação de produtos nãoplanos ou longos
- 5 Área de Utilidades
 - 5.1 Principais insumos utilizados em uma usina siderúrgica,
 - 5.2 Produção de gases industriais
 - 5.3 Fornecimento de água
 - 5.4 Os gases combustíveis
- 6 Balanços de Massa e Energéticos na Siderurgia
 - 6.1 Balanços de fluxo de materiais (carga metálica, fundentes, combustíveis/redutores, água, gases industriais, etc.)
 - 6.2 Balanços energéticos dos processos siderúrgicos
 - 6.3 Resíduos e coprodutos dos processos siderúrgicos
- 7 Sustentabilidade do Processo Siderúrgico
 - 7.1 Ciclo de vida dos produtos siderúrgicos
 - 7.2 Principais impactos ambientais dos processos siderúrgicos
 - 7.3 Classificação dos resíduos dos processos siderúrgicos
 - 7.4 Principais indicadores de desempenho ambiental da siderurgia
 - 7.5 Principais marcos regulatórios da legislação ambiental aplicada à siderurgia
 - 7.6 principais tipos de processos, equipamentos e ações para mitigação de impactos ambientais dos processos siderúrgicos
 - 7.7 O papel da siderurgia como unidade recicladora de materiais (resíduos internos e externos)

SOLDAGEM DOS AÇOS

OBJETIVO

Desenvolver competências na área de soldagem visando, selecionar processos de união, conhecer a influência dos parâmetros de processo e avaliar propriedades mecânicas e microestruturais das juntas de aços para auxiliar na elaboração da EPS (Especificação de Procedimento de Soldagem), segundo normas vigentes. Estudo de caso envolvendo a recuperação e o reparo por soldagem de componentes industriais

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Histórico da Soldagem
- 2 Higiene, Segurança e Postura Ética na Soldagem
- 3 Terminologia e Simbologia da Soldagem Segundo AWS
- 4 Processos de Soldagem
 - 4.1 Eletrodo revestido.
 - 4.2 TIG.
 - 4.3 MIG/MAG e arame tubular,
 - 4.4 Arco submerso
 - 4.5 Resistência elétrica
 - 4.6 Oxicorte e plasma
5. Descontinuidades em Juntas Soldadas
6. Metalurgia da Soldagem
 - 6.1 Aços carbono
 - 6.2 Aços de alta resistência e baixa liga
 - 6.3 Aços duplex
 - 6.4 Aços inoxidáveis
7. Documentação Técnica e Requisitos Básicos da Soldagem com Base no Código ASME – Seção IX



ÁREA DE CONHECIMENTO: FUSÃO, REFINO E SOLIDIFICAÇÃO

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

ACIARIA A OXIGÊNIO

OBJETIVO

O refino de aço em convertedor a oxigênio é abordado em 11 capítulos, compreendendo a teoria aplicada ao processo, equipamentos, matérias-primas e insumos, práticas operacionais, refratários, controle ambiental e processos auxiliares. São apresentados os fundamentos necessários ao entendimento dos fenômenos termodinâmicos e cinéticos, juntamente com informações e conhecimentos práticos e operacionais. Durante o curso serão abordadas experiências industriais, onde a discussão comparativa das diversas práticas promoverá um enriquecimento geral

CARGA HORÁRIA

40 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução ao Refino de Aço em Forno Básico a Oxigênio
 - 1.1 Siderurgia no mundo
 - 1.2 Siderurgia no Brasil
 - 1.3 Processo LD
 - 1.4 Produção de aço no mundo
 - 1.5 Produção de aço no Brasil
- 2 Termodinâmica Aplicada à Produção dos Aços em Fornos Básicos a Oxigênio
 - 2.1 Conceitos fundamentais
 - 2.2 Primeira Lei da Termodinâmica (balanço térmico)
 - 2.2.1 Definição e utilização de entalpia
 - 2.2.2 Primeira Lei da Termodinâmica
 - 2.3 Equilíbrio químico
 - 2.3.1 Segunda Lei da Termodinâmica
 - 2.3.2 Conceito de energia livre e energia livre padrão
 - 2.3.3 Potencial de oxigênio
 - 2.4 Soluções metalúrgicas
 - 2.4.1 Solução: definição
 - 2.4.2 Solução ideal: Lei de Raoult
 - 2.4.3 Soluções não ideais
 - 2.4.4 Aplicações em processos de refino de aço
- 3 Cinética de Processos Químicos
 - 3.1 Revisão sobre cinética de reações químicas
 - 3.1.1 Teoria do estado de transição e das colisões
 - 3.1.2 Relação entre velocidade de reação e temperatura
 - 3.1.3 Partícula impermeável e consumível reagindo com meio fluido
 - 3.1.4 Teoria dos filmes
 - 3.2 Cinética no processo LD
 - 3.2.1 Dessulfuração de gusa e aço
 - 3.2.2 Trocas químicas entre escória e metal
 - 3.2.3 Teoria de Higbie
 - 3.2.4 Cálculo de coeficientes de transporte de massa
 - 3.2.5 Cinética de calcinação de calcário
 - 3.2.6 Descarburção
 - 3.2.7 Transporte de oxigênio na descarburção
 - 3.2.8 Adsorção e nitrogênio
 - 3.3 Dependência de parâmetros de transporte com a temperatura
 - 3.4 Influência da temperatura nas reações químicas
 - 3.4.1 Oxidação do nitrogênio
 - 3.4.2 Energia de ativação
- 4 Pré-tratamento de Gusa Líquido
 - 4.1 Manuseio de gusa líquido
 - 4.2 Dessulfuração
 - 4.2.1 Dessulfuração em carros torpedo
 - 4.2.2 Dessulfuração em panela
 - 4.3 Desfosforação
 - 4.3.1 Desfosforação em carro torpedo
 - 4.3.2 Desfosforação em convertedor
- 5 Operação de Refino em Forno à Oxigênio
 - 5.1 Evolução da composição do metal e da escória durante o sopro
 - 5.2 Padrões de sopro e de adição de fundentes
 - 5.3 Formação de escória
- 6 Controle de Processo
 - 6.1 Modelos de controle estático
 - 6.2 Modelos de controle dinâmico
 - 6.3 Modelo físico químico do convertedor LD
 - 6.4 Filosofia de operação da sub lança
 - 6.4.1 Medições intermediárias e de fim de sopro
 - 6.4.2 Medição de nível de banho e sola
 - 6.4.3 Execução e aprovação do cálculo do controle dinâmico
 - 6.5 Conceito básico do controle dinâmico
 - 6.5.1 Controle da descarburção
 - 6.5.2 Diagrama de estruturação básica do controle dinâmico
 - 6.5.3 Metodologia para aumento do acerto simultâneo
 - 6.6 Reações metalúrgicas no controle estático e dinâmico
- 7 Sopro Combinado
 - 7.1 Desenvolvimento do sopro combinado
 - 7.2 Fundamentos da injeção de gás
 - 7.3 Sopro pelo fundo
 - 7.4 Sopro combinado
 - 7.4.1 Sopro combinado com oxigênio pelo fundo

7.4.2 Sopros combinados com gás inerte pelo fundo

7.5 Jato coerente

8 Vazamento

8.1 Objetivo principal da etapa de vazamento e sequência das adições

8.2 Meios de transferência da escória do conversor para a panela

8.3 Processos e técnicas de retenção de escória

8.4 Sistemas de detecção de escória

9 Refratários para Convertedor LD

9.1 Concepções de projeto

9.1.1 Estudo das regiões e mecanismos de desgaste relacionados

9.1.2 Geometria do revestimento

9.1.3 Juntas de dilatação

9.1.4 Cuidados no projeto que facilitem a montagem do revestimento

9.2 Produtos refratários utilizados

9.2.1 Massas refratárias básicas não moldadas

9.2.2 Refratários básicos moldados queimados

9.2.3 Argamassa refratária

9.2.4 Tijolo de magnésia-carbono

9.3 Aquecimento de revestimentos refratários

9.4 Processo / operação x solicitações sobre o revestimento refratário

9.5 Mecanismos de desgastes

10 Controle Ambiental em Aciaria a Oxigênio

10.1 O aço e o meio ambiente

10.2 Reciclagem de sucata de aço

10.3 Controle ambiental na produção de aço

10.4 Controle da poluição atmosférica

10.4.1 Gás gerado: despoeiramento primário

10.4.2 Manuseio de gusa: despoeiramento secundário

10.4.3 Poeira do manuseio de materiais

10.5 Geração e uso de resíduos

10.5.1 Beneficiamento da escória

10.5.2 Utilização da escória

10.5.3 Beneficiamento de lamas e pós

11 Equipamentos e Processos Auxiliares

11.1 Slag Splashing

11.2 Laboratório de análise química

11.2.1 Amostragem e amostradores

11.2.2 Preparação e análise

11.3 Sensores de medição de temperatura e determinação de parâmetros

11.4 Equipamentos e processos em desenvolvimento

11.5 Lança de oxigênio

11.5.1 Tipos e projeto

11.5.2 Sistemas de refrigeração

11.6 Desenho de bico de lança

ACIARIA ELÉTRICA

OBJETIVO

Atualização dos modernos conceitos de Aciaria Elétrica

CARGA HORÁRIA

36 horas

PROGRAMA

- 1 Metálicos
- 2 Modernos conceitos a utilização de diferentes tipos de sucata em aciaria
 - 2.1 Custos de Metálicos
 - 2.2 Oferta x Demanda
 - 2.3 Logística de Movimentação
 - 2.4 Principais Equipamentos Utilizados no Processo
 - 2.5 Cenário Atual do Mercado
- 3 A evolução tecnológica do FEA
- 4 Acidentes em Aciaria
- 5 Resultados de Operação
- 6 Injeção de Gases no FEA
- 7 A Engenharia do FEA
- 8 Matérias Primas
- 9 Refratários
- 10 Eletrodos
- 11 Operação do FEA
- 12 Metalurgia Secundária
- 13 Controle do Meio Ambiente
- 14 Novos Desenvolvidimentos

ACIARIA PARA AÇOS ESPECIAIS

OBJETIVO

O objetivo deste curso é oferecer uma visão abrangente dos processos de Aciaria na produção de Aços Especiais, desde a preparação de matérias até o lingotamento, avaliando o impacto dos parâmetros de processo na qualidade final e desempenho em serviço de produtos siderúrgicos de alto valor agregado. Além disso, o curso visa apresentar tendências tecnológicas e inovações em processos, bem como as perspectivas de demandas técnicas do mercado consumidor de aços especiais

CARGA HORÁRIA

28 horas

PROGRAMA

- 1 Aços Especiais: fundamentos e aplicações
- 2 Preparação de Carga e Fusão (forno elétrico, convertedores, equipamentos e processos)
- 3 Refino Secundário
- 4 Controle de Composição Química e Inclusões
- 5 Lingotamento e Solidificação
- 6 Modelagem Matemática de Processos
- 7 Influência de Limpidez nas Propriedades Mecânicas
- 8 Tendências e Inovações Tecnológicas

DESOXIDAÇÃO DE AÇOS

OBJETIVO

Dar aos alunos conhecimento fundamental sobre o tema, desenvolvendo tópicos importantes sobre desoxidação de aços

CARGA HORÁRIA

10 horas

PROGRAMA

- 1 Fundamentos
- 2 Desoxidação via C, Mn, Si, Al
- 3 Desoxidação complexa
- 4 Sistema escória-metal-inclusões
- 5 Principais Etapas do Processo de Desoxidação
- 6 Outros Conceitos Importantes Sobre Inclusões em Aços

FABRICAÇÃO DE AÇOS FUNDIDOS EM FORNOS DE INDUÇÃO

OBJETIVO

Treinar e capacitar profissionais da indústria de fundição em como fabricar aços fundidos (aços carbono, médio manganês, baixa liga, manganês *hadfield*, inoxidáveis, ligas de níquel em fornos de indução). Matérias primas utilizadas, cálculo de carga e correção do banho, refino e desgaseificação. Refratários utilizados, ferro ligas, desoxidação e refino de grão, defeitos de origem metalúrgica, etc.

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

1 Materiais de carga para fabricação de aços fundidos (sucatas, ferro ligas, etc.), cálculo de carga e correção de banho, técnicas de refino de elementos indesejáveis e que geram defeitos metalúrgicos nas peças fundidas, técnicas de desgaseificação, desoxidação, refino de grão, etc.

2 Cálculo de carga

3 Fusão e fabricação de um tipo de aço fundido em forno de indução Marca Inductotherm (forno portátil), com seu cálculo de carga, refino, desoxidação e vazamento em molde de areia ou cacho de microfusão. Participação do Engenheiro responsável técnico da empresa fabricante do forno Inductotherm.

FUNDAMENTOS DE ESCÓRIAS DE REFINO DE AÇOS

OBJETIVO

Divulgar conhecimento teórico e prático sobre escórias de Refino Primário e Secundário de aços, de maneira objetiva e com materiais atualizados dos mais recentes estudos desenvolvidos sobre o tema.

Serão abordados desde conceitos gerais de escórias, até os conceitos mais específicos, de acordo com as diferentes funções que as escórias desempenham nas operações de refino.

Ao final do curso, os participantes deverão estar aptos a compreender os fundamentos básicos das escórias de refino do aço, interpretar diagramas de fases para o estudo de escórias, conhecer propriedades das escórias, diferenciar os tipos de escórias com base no objetivo de refino e entender os processos de remoção de impurezas do aço líquido através da escória.

CARGA HORÁRIA

10 horas

PROGRAMA

- 1 Fundamentos
- 2 Diagramas de fase para estudos de escórias
- 3 Saturação de escórias
- 4 Relação entre estrutura e propriedades
- 5 Escórias de refino primário, refino secundário e lingotamento
- 6 Capacidades de fósforo, enxofre e hidrogênio
- 7 Escórias e limpeza inclusionária

FUNDAMENTOS SOBRE INCLUSÕES NÃO-METÁLICAS EM AÇOS

OBJETIVO

Capacitar os participantes de conhecimentos sobre inclusões não-metálicas e suas influências nos processos e produtos de aço. O enfoque deste módulo será nas inclusões de óxidos e sulfetos em aços semi-acalmados e acalmados ao Al.

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

1 Introdução

2 Inclusões não-metálicas

3 Classificação das inclusões

4 Formação das inclusões

5 Morfologia das inclusões

6 Distribuição das inclusões

7 Inclusões exógenas

8 Aços Limpos

9 Desoxidação Complexa

9.1 Definição

9.2 Sistema Fe-Si-Mn-O

9.3 Sistema Fe-Si-Mn-Al-O

10 Tratamento de inclusões com cálcio

11 Sistema escória-metal-inclusões

12 Sulfetos

12.1 Formação

12.2 Morfologia e Distribuição

13 Métodos para avaliar a limpeza dos aços

13.1 Métodos diretos

13.2 Métodos indiretos

FUNDIÇÃO DAS LIGAS DE ALUMÍNIO

OBJETIVO

Identificar as características do alumínio e suas ligas utilizadas em fundição, processos de fundição em areia e moldes metálicos.

CARGA HORÁRIA

36 horas

PROGRAMA

1 Propriedades do Alumínio Puro

1.1 Ponto de fusão

1.2 Fluidez

1.3 Solidificação

1.4 Oxidação

2 Influência dos Elementos de Ligas no Alumínio

2.1 Silício

2.2 Cobre

2.3 Magnésio

2.4 Ferro

3 Ligas de Alumínio

3.1 Ligas de alumínio

3.2 Ligas de alumínio cobre

3.3 Modos de solidificação das ligas de alumínio

3.4 Tratamentos realizados no alumínio

3.5 Demonstração prática comparativa entre os modos de solidificação do alumínio puro e ligas de alumínio silício e tratamentos de desgaseificação e escorificação

4 Processos de Fundição em Areia

4.1 Constituintes de uma areia de fundição

4.2 Propriedades de uma areia de fundição

4.3 Processo de moldagem em areia verde

4.4 Defeitos associados ao processo

4.5 Processo de moldagem em areia resinada

4.6 Processo de moldagem em modelo perdido (Lost foam)

4.7 Demonstração prática de moldagem e de ensaios para areia de fundição

5 Processos de Fundição em Moldes Metálicos

5.1 Processo de fundição em coquilha

5.2 Processo de fundição sob pressão

5.3 Defeitos associados ao processo

5.4 Demonstração prática de fundição em moldes plásticos

FUNDIÇÃO DO COBRE E SUAS LIGAS

OBJETIVOS

Descrever os processos de fundição do cobre e de suas ligas, desde as matérias-primas até o produto final. Indicar as variáveis de controle e os parâmetros operacionais mais importantes. Apresentar os principais tipos de defeitos presentes nos fundidos e indicar ações no sentido de evitá-los

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

- 1 Ligas de cobre produzidas industrialmente e respectivas aplicações
- 2 Propriedades do cobre e das ligas de cobre
- 3 Efeitos dos elementos de liga
 - 3.1 Zinco
 - 3.2 Estanho
 - 3.3 Chumbo
 - 3.4 Alumínio
 - 3.5 Berílio
 - 3.6 Fósforo
 - 3.7 Níquel
 - 3.8 Cromo
 - 3.9 Silício
- 4 Matérias-primas empregadas nos processos de fundição
 - 4.1 Cuidados operacionais requeridos
- 5 Processos de fundição empregados industrialmente
 - 5.1 Características técnicas dos equipamentos de fundição
- 6 Tratamentos efetuados no metal líquido
 - 6.1 Desgaseificação
 - 6.2 Desoxidação
 - 6.3 Refino de grão
 - 6.4 Filtragem
- 7 Fornos empregados em processos de fundição
- 8 Refratários empregados nos fornos de fundição
- 9 Princípios de transferência de calor no conjunto metal-matriz/molde.
- 10 Parâmetros operacionais controlados durante o processo de fundição das principais ligas de cobre produzidas industrialmente
- 11 Defeitos presentes nos fundidos e formas de minimizá-los

LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE AÇOS – MÓDULO PLACAS E MÓDULO BLOCOS E TARUGOS**OBJETIVO**

O objetivo deste curso é oferecer uma visão abrangente das instalações e processos de Lingotamento Contínuo de Aços para operadores e especialistas que necessitem complementar e aperfeiçoar seus conhecimentos, bem como propiciar contato com um corpo docente sênior nas diversas especialidades relacionadas com o tema.

CARGA HORÁRIA

45 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução
- 2 Saúde e Segurança Ocupacional - Aspectos Técnicos e Operacionais
- 3 Refino Primário e Secundário do Aço
- 4 Transporte e transferência do aço
- 5 Distribuidor
- 6 Molde: Resfriamento Primário
- 7 Transferência de Calor, Solidificação e Microestrutura no LC
- 8 Fluxantes
- 9 Agitação Eletromagnética
- 10 Resfriamento Secundário
- 11 Resfriamentos Secundário e Terciário
- 12 Tensões e Deformações
- 13 Soft Reduction/Dynamic Soft Reduction
- 14 Defeitos em Blocos e Tarugos
- 15 Defeitos em Placas
- 16 Desenvolvimento de Aços no LC
- 17 Automação e Controle do Processo
- 18 Inteligência Artificial
- 19 Modelos Físicos e Matemáticos
- 20 Desenvolvimento de Aços no LC
- 21 Novas Tendências

LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE AÇOS – MÓDULO BLOCOS E TARUGOS

OBJETIVO

O objetivo deste curso é oferecer uma visão abrangente das instalações e processos de Lingotamento Contínuo de Aços para operadores e especialistas que necessitem complementar e aperfeiçoar seus conhecimentos, bem como propiciar contato com um corpo docente sênior nas diversas especialidades relacionadas com o tema.

CARGA HORÁRIA

34 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução
- 2 Saúde e Segurança Ocupacional - Aspectos Técnicos e Operacionais
- 3 Refino Primário e Secundário do Aço
- 4 Transporte e transferência do aço
- 5 Distribuidor
- 6 Molde: Resfriamento Primário
- 7 Transferência de Calor, Solidificação e Microestrutura no LC
- 8 Fluxantes
- 9 Agitação Eletromagnética
- 10 Resfriamentos Secundário e Terciário
- 11 Tensões e Deformações
- 12 Soft Reduction/Dynamic Soft Reduction
- 13 Defeitos em Blocos e Tarugos
- 14 Desenvolvimento de Aços no LC
- 15 Automação e Controle do Processo
- 16 Inteligência Artificial
- 17 Modelos Físicos e Matemáticos
- 18 Novas Tendências

LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE AÇOS – MÓDULO PLACAS

OBJETIVO

O objetivo deste curso é oferecer uma visão abrangente das instalações e processos de Lingotamento Contínuo de Aços para operadores e especialistas que necessitem complementar e aperfeiçoar seus conhecimentos, bem como propiciar contato com um corpo docente sênior nas diversas especialidades relacionadas com o tema.

CARGA HORÁRIA

34 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução
- 2 Saúde e Segurança Ocupacional - Aspectos Técnicos e Operacionais
- 3 Refino Primário e Secundário do Aço
- 4 Transporte e transferência do aço
- 5 Distribuidor
- 6 Molde: Resfriamento Primário
- 7 Transferência de Calor, Solidificação e Microestrutura no LC
- 8 Fluxantes
- 9 Agitação Eletromagnética
- 10 Resfriamento Secundário
- 11 Tensões e Deformações
- 12 Soft Reduction/Dynamic Soft Reduction
- 13 Defeitos em Placas
- 14 Automação e Controle do Processo
- 15 Inteligência Artificial
- 16 Modelos Físicos e Matemáticos
- 17 Desenvolvimento de Aços no LC
- 18 Novas Tendências

OPERAÇÃO DE FORNOS ELÉTRICOS A ARCO

OBJETIVO

A tendência de crescimento na utilização de Fornos Elétricos a Arco é evidente. Seja pelo aumento de uso de sucata acompanhando crescimentos econômicos regionais, como também se destacam como os equipamentos fundamentais em todas as rotas alternativas para as siderúrgicas de baixa emissão de carbono a base de minério.

Este curso tem como objetivo fornecer os conhecimentos básicos sobre o equipamento, suas evoluções tecnológica e principalmente os aspectos práticos para a correta Operação dos Fornos Elétricos a Arco.

Serão abordados aspectos fundamentais e operacionais a partir da preparação da carga metálica, sistemas elétricos, metalurgia do processo, refratários, elementos refrigerados, energia química, ciclo de operação e impacto ambiental por especialistas com ampla vivência prática.

CARGA HORÁRIA

25 horas

PROGRAMA

1 Introdução / Equipamentos - Características Gerais

- 1.1 Conceitos – Parte Elétrica
- 1.2 Principais Componentes – Parte Mecânica
- 1.3 Evolução Tecnológica da Aciarias
- 1.4 Produção de aço em FEA – Tendências

2 Preparação do FEA

- 2.1 Objetivos
- 2.2 Tipos de Insumos Metálicos
- 2.3 Equipamentos para Processamento e Industrialização de Sucatas
- 2.4 Preparação do Cesto de Metálicos

3 Circuito Elétrico

- 3.1 Sistema de Alimentação Elétrica
- 3.2 Equipamentos de Média Tensão
- 3.3 Circuito de Altas Correntes / Testes de curto circuito
- 3.4 Sistemas de Regulação de Eletrodos
- 3.5 Aspectos de Segurança, Práticas e Recomendações

4 Carcaça do FEA - Elementos Refrigerados

- 4.1 O que são "Elementos Refrigerados" do FEA?
- 4.2 Painéis Refrigerados da Carcaça Superior do FEA
- 4.3 Painéis Refrigerados da Abóbada do FEA
- 4.4 Dutos Refrigerados
- 4.5 Programas de Manutenção e Controle de Vida Útil
- 4.6 Principais Modos de Falhas e Situações de Emergência
- 4.7 Aspectos de Segurança, Práticas e Recomendações

5 Metalurgia do Processo

- 5.1 Controle dos Principais Elementos (P, S, N, H)
- 5.2 Principais Reações e Formação de Escória
- 5.3 Balanço Térmico – Energias

6 Refratários

- 6.1 Conceitos de Refratários

6.2 Classificação de Refratários do FEA

- 6.3 Aplicação dos Refratários
- 6.4 Aspectos de Segurança
- 6.5 Práticas e recomendações

7 Energia Química

- 7.1 Histórico da evolução do uso do FEA
- 7.2 Novos "designs" de FEA / "redução das perdas térmicas"
- 7.3 Métodos clássicos de introdução de energia química no FEA
- 7.4 Uso de Escória espumante
- 7.5 Histórico da Evolução do uso de O₂ no FEA
- 7.6 Fatores relevantes na operação do FEA
- 7.7 Novas tecnologias para introduzir energia química no FEA

8 Eletrodos de Grafite

- 8.1 Características Gerais
- 8.2 Transporte e Manuseio dos Eletrodos
- 8.3 Montagem dos Eletrodos no FEA
- 8.4 Consumo de Eletrodos (sublimação, oxidação, pontas, quebras, etc.)
- 8.5 Aspectos de Segurança, Práticas e Recomendações

9 Ciclo de Operação

- 9.1 Preparação do FEA (canal de vazamento/ inspeção interna)
- 9.2 Carregamento da Sucata (posicionamento da ponte rolante)
- 9.3 Programa de Fusão/ Programa de Potência / Controle do Arco Voltaico
- 9.4 Fases do Processo de Fusão (Ignição e Perfuração/ Fusão e Sobreaquecimento)
- 9.5 Escória Espumante/ Escória do FEA
- 9.6 Amostragem / Adições de Fe Ligas/ Vazamento do FEA
- 9.7 Preparação da Corrida para o Refino Secundário

10 Sistema de Despoeiramento (Meio Ambiente)

- 10.1 Emissões Atmosféricas Geradas no FEA

- 10.2 Captação Direta/ Sistema Secundário
- 10.3 Tecnologias de Sistema de Despoeiramento em FEA
- 10.4 Práticas de Dimensionamento
- 10.5 Aspectos de Operação e Manutenção

PRÉ-TRATAMENTO DE GUSA

OBJETIVO

Oferecer uma visão aprofundada dos processos de pré-tratamento do gusa e de técnicas de controle que permitem operar tais processos de forma a maximizar os resultados

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

1 Termodinâmica aplicada ao pré-tratamento de ferro-gusa
1.1 Conceitos fundamentais
1.1.1 Mol
1.1.2 Lei do gás ideal
1.1.3 Estequiometria das reações químicas
1.1.4 Balanços de massa
1.2 Primeira Lei da Termodinâmica (balanço térmico)
1.2.1 Definição e utilização de entalpia
1.2.2 Primeira Lei da Termodinâmica
1.3 Equilíbrio químico
1.3.1 Segunda Lei da Termodinâmica
1.3.2 Conceito de energia livre e energia livre padrão
1.3.3 Cálculo de energia livre padrão
1.3.4 Energia livre em equilíbrios gasosos
1.3.5 Energia livre para fases condensadas puras e gases
1.3.6 Potencial de oxigênio
1.4 Soluções metalúrgicas
1.4.1 Solução: definição
1.4.2 Solução ideal: Lei de Raoult
1.4.3 Soluções não ideais
1.4.4 Aplicação em processos de pré-tratamento de ferro gusa

2 Aspectos Termodinâmicos e Cinéticos
2.1 Aspectos termodinâmicos e cinéticos ligados aos tratamentos de dessulfuração de gusa
2.1.1 Considerações gerais sobre a dessulfuração de gusa
2.1.2 Dessulfuração em carros-torpedo
2.1.3 Dessulfuração em painéis
2.1.4 Aspectos termodinâmicos ligados aos processos de dessulfuração
2.1.5 Aspectos cinéticos ligados aos processos de dessulfuração

2.2 Modelamento físico de processos
2.2.1 Modelamento físico a frio
2.2.2 Modelamento físico do processo CAI-Mg com lança rotativa
2.2.3 Modelamento físico do carro-torpedo
2.2.4 Modelamento físico a quente – transposição de resultados

3 Aspectos Operacionais da Dessulfuração

3.1 Histórico
3.3 Reações de dessulfuração
3.4 Processos de dessulfuração de gusa
3.4.1 Dessulfuração em carros torpedo
3.4.2 Dessulfuração de gusa em panela

4 Tratamentos de Desfosforação

4.1 Desfosforação de gusa
4.2 Dessiliciação do gusa
4.3 Processos de tratamentos de desfosforação de gusa
4.3.1 Desfosforação em carros-torpedo
4.3.2 Desfosforação em panela
4.3.3 Desfosforação em convertedor
4.3.4 Dupla-escória em convertedor
4.3.5 Controle de sopro em convertedor

REFINO SECUNDÁRIO DOS AÇOS - FUNDAMENTOS E ASPECTOS OPERACIONAIS CRÍTICOS

OBJETIVO

Atualizar e capacitar o público alvo sobre os Fundamentos e Aspectos Operacionais Críticos da área de Refino Secundário, calcados em experiência prática operacional consolidada, abordando os seguintes conceitos e fundamentos: limpidez dos aços (clean steel); qualidade da escória; aspectos essenciais de equipamentos; tecnologias e instrumental de medição; análise comparativa dos processos de aquecimento elétrico e químico do aço líquido; entendimento dos aspectos críticos de agitação, adição de ligas, tratamento com cálcio, homogeneidade química e amostragem do aço líquido; gestão de refratários; temperatura e sincronismo da aciaria; rotas de produção e características dos aços comuns e avançados atuais; e aspectos essenciais que devem ser considerados na análise de viabilidade de implantação de tecnologias de refino secundário dos aços.

CARGA HORÁRIA

26 horas

PROGRAMA

- 1 Aspectos fundamentais da área de refino primário (interface com refino secundário)
- 2 Equipamentos instrumentais importantes para a boa gestão do processo de refino: lanças de medição de temperatura e teor de oxigênio; sensores de oxigênio e hidrogênio; analisadores de gás; balanças etc.
- 3 Processos de agitação do aço líquido / Adição de ligas / Homogeneidade química
- 4 Procedimentos de amostragem do aço líquido
- 5 Processo de desoxidação do aço líquido
- 6 Processos de aquecimento do aço líquido: químico x elétrico
- 7 Processo de tratamento com cálcio
- 8 Conceitos de limpidez do aço líquido / Engenharia de inclusões / Clean Steel
- 9 Gerenciamento da qualidade da escória
- 10 Processos de Refino Secundário dos Aços / Aspectos positivos e negativos de cada tecnologia
- 11 Fundamentos do tratamento do aço sob vácuo
- 12 Aspectos relevantes do tratamento do aço nos equipamentos FP (Forno Panela), IRUT/CAS-OB
- 13 Gestão de refratários na área de refino secundário
- 14 Sistema de controle térmico da aciaria / Gestão da temperatura do aço líquido
- 15 Sistema de sincronismo da aciaria
- 16 Características dos principais tipos de aços produzidos na área de refino secundário
- 17 Aços com baixo teores de P, S, H, N, O: discussão de tecnologia e rota operacional aplicáveis
- 18 Aspectos principais de uma análise de viabilidade de implantação de tecnologias de refino secundário

REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA – MÓDULO REDUÇÃO E MÓDULO ACIARIA

OBJETIVO

O curso tem como objetivo tornar o participante capaz de compreender a importância do refratário no contexto industrial siderúrgico, conhecer as suas propriedades, entender os seus mecanismos de desgaste, a tecnologia de manutenção e instalação, os seus processos de fabricação, as matérias primas usadas, suas classificações, propriedades e aplicações.

CARGA HORÁRIA

60 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução, Propriedades e Mecanismos de Desgaste em Refratários
- 2 Matérias Primas Refratárias
- 3 Fabricação de Refratários
- 4 Contratos / Manutenção / Instalação de Refratários
- 5 Fornos de Pelotização / Fornos de Sinterização
- 6 Coqueria Convencional e Heat Recovery
- 7 Altos Fornos / Regeneradores
- 8 Massas de Tamponamento / Canais de Corrida de Altos-Fornos
- 9 Carro torpedo, Panela de Gusa e Misturador de Gusa
- 10 Forno primário BOF/LD e periféricos
- 11 Forno primário FEA e periféricos
- 12 Refratários para Panela de Aço / Forno Panela e VOD
- 13 Refino secundário: RH / AHF, IR-UT e CAS-OB
- 14 Lingotamento contínuo: distribuidor / Controle de fluxo do aço
- 15 Fornos de reaquecimento / Decapagem, Galvanização e Recozimento

REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA – MÓDULO ACIARIA

OBJETIVO

O curso tem como objetivo tornar o participante capaz de compreender a importância do refratário no contexto industrial siderúrgico, conhecer as suas propriedades, entender os seus mecanismos de desgaste, a tecnologia de manutenção e instalação, os seus processos de fabricação, as matérias primas usadas, suas classificações, propriedades e aplicações.

CARGA HORÁRIA

44 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução, Propriedades e Mecanismos de Desgaste em Refratários
- 2 Matérias Primas Refratárias
- 3 Fabricação de Refratários
- 4 Contratos / Manutenção / Instalação de Refratários
- 5 Carro torpedo, Panela de Gusa e Misturador de Gusa
- 6 Forno primário BOF/LD e periféricos
- 7 Forno primário FEA e periféricos
- 8 Refratários para Panela de Aço / Forno Panela e VOD
- 9 Refino secundário: RH / AHF, IR-UT e CAS-OB
- 10 Lingotamento contínuo: distribuidor / Controle de fluxo do aço
- 11 Fornos de reaquecimento / Decapagem, Galvanização e Recozimento

REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA – MÓDULO REDUÇÃO

OBJETIVO

O curso tem como objetivo tornar o participante capaz de compreender a importância do refratário no contexto industrial siderúrgico, conhecer as suas propriedades, entender os seus mecanismos de desgaste, a tecnologia de manutenção e instalação, os seus processos de fabricação, as matérias primas usadas, suas classificações, propriedades e aplicações.

CARGA HORÁRIA

36 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução, Propriedades e Mecanismos de Desgaste em Refratários
- 2 Matérias Primas Refratárias
- 3 Fabricação de Refratários
- 4 Contratos / Manutenção / Instalação de Refratários
- 5 Fornos de Pelotização / Fornos de Sinterização
- 6 Coqueria Convencional e Heat Recovery
- 7 Altos Fornos / Regeneradores
- 8 Massas de Tamponamento / Canais de Corrida de Altos-Fornos
- 9 Carro torpedo, Panela de Gusa e Misturador de Gusa



ÁREA DE CONHECIMENTO: MANUTENÇÃO E ENGENHARIA

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

INSPEÇÃO EM VASOS DE PRESSÃO E CALDEIRAS – NR13

OBJETIVO

Fornecer aos participantes: as principais características construtivas dos equipamentos; principais normas técnicas de projeto; cálculo da espessura mínima e PMTA; principais normas técnicas de inspeção; metodologia para elaborar um plano de inspeção; como calcular a vida remanescente e intervalo inspeção; determinação dos locais, extensão e métodos de inspeção; seleção dos ensaios não destrutivos, com base nos mecanismos de danos; análise qualitativa e quantitativa das deteriorações observadas; identificar os principais mecanismos de danos; principais procedimentos de manutenção descritos nas normas técnicas de pós construção (PCC); registro da inspeção e reparos realizados; e atendimento aos requisitos legais descritos na NR13 para vasos de pressão e caldeiras.

CARGA HORÁRIA

26 horas

PROGRAMA

1 Vasos de Pressão

- 1.1 Principais Componentes (API 572; NBIC-1)
- 1.2 Principais Variáveis de Projeto (ASME VIII div.1; NBIC-1)
- 1.3 Espessura Mínima e PMTA (ASME VIII div. 1)
- 1.4 Principais Materiais e Revestimentos (ASME III)
- 1.5 Principais END's usados em Vasos de Pressão e Caldeiras (apostilas ABENDI)
- 1.6 Tratamento Térmico (ASME VIII, div. 1; ASME PCC-2)
- 1.7 Conceito e Tipos de Inspeção (ABNT 15417; API 510; NBIC-2)
- 1.8 Principais Mecanismos de Danos em Vasos de Pressão (API 571; Guia IBP N02)
- 1.9 Locais, ferramentas e métodos de Inspeção (ABNT 15417; API 510; NBIC-2)
- 1.10 Cálculo da Vida Remanescente e Intervalo de Inspeção (API 510; NBIC-2)
- 1.11 Aplicação e Tipos de Testes (ASME PCC-2; API 510; NBIC-2)
- 1.12 Relatórios de Inspeção (ABNT 15417; NR13)
- 1.13 Aspectos Legais da Inspeção (ABNT 15417; NR13)
- 1.14 Análise de área com perda de espessura (API 579; API 510; ASME PCC-2)
- 1.15 Análise de trinca (API 579)
- 1.16 Principais Tipos de Reparos em Vasos de Pressão (ASME PCC-2; API 510; NBIC-3)

2 Caldeiras

- 2.1 Conceitos de vapor e caldeiras e Tipos de Caldeiras (K. Rayaprolu - Boiler for Power and Process)
- 2.2 Principais Componentes (K. Rayaprolu - Boiler for Power and Process)
- 2.3 Circulação da água e dos gases (K. Rayaprolu - Boiler for Power and Process)
- 2.4 Principais Mecanismos de Danos em Caldeiras (API 571; Guia IBP N02)
- 2.5 Tratamento da água em caldeiras (K. Rayaprolu - Boiler for Power and Process)
- 2.6 Locais, ferramentas e métodos de Inspeção (API 573; NBIC-2; Guia IBP N05)
- 2.7 Inspeção em Caldeiras, aplicação de ENDS e Testes (API 573; NBIC-2; Guia IBP N05)
- 2.8 Avaliação de Integridade (Guia IBP N05)
- 2.9 Relatórios de Inspeção (Guia IBP N05; NR13)
- 2.10 Aspectos Legais da Inspeção (NR13)
- 2.11 Principais Tipos de Reparos em Caldeiras (ASME PCC-2; NBIC-3)



ÁREA DE CONHECIMENTO: MATERIAIS CERÂMICOS, COMPOSITOS E POLIMÉRICOS

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

SELEÇÃO DE MATERIAIS NÃO METÁLICOS

OBJETIVO

Fornecer conhecimento dos materiais poliméricos termoplásticos e termofixos e materiais compósitos, abordando a estrutura e propriedades mecânicas, aplicações, seleção das matérias-primas e conceitos de fabricação

CARGA HORÁRIA

4 horas

PROGRAMA

Uma boa parte do conforto oferecido pela vida moderna poder ser atribuída aos materiais poliméricos, que permitem a fabricação de uma elevada quantidade de bens de consumo e representam a força tecnológica de muitas nações.

Com o contínuo aperfeiçoamento do material e o desenvolvimento de novos polímeros com propriedades físicas e mecânicas atrativas para aplicações na engenharia, segmentos importantes da indústria, tais como a automobilística, a aeronáutica, a química e a naval têm investido na área de conhecimento desses materiais, ampliando, dessa forma, suas possibilidades de uso.

O curso está dividido em dois módulos, sendo que primeiro aborda alguns dos principais fundamentos dos materiais poliméricos termoplásticos e termofixos, destacando suas propriedades e utilizações. O segundo módulo expõe conceitos importantes dos compósitos poliméricos fabricados com fibra de carbono, fibra de vidro e fibra aramida, que podem competir com o aço e o alumínio em projetos que necessitam de elevadas propriedades mecânicas, rigidez e resistência química.

MATERIAIS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS: FUNDAMENTOS, TECNOLOGIA E APLICAÇÃO

OBJETIVO

Novos materiais assumem uma posição cada vez mais relevante no cenário dos materiais, oferecendo propriedades que muitas vezes não conseguidas pelos materiais tradicionais de engenharia. Os compósitos poliméricos são uma classe de material que possuem requisitos sempre considerados em projetos que buscam redução de peso, resistência química e elevada resistência mecânica e rigidez. No curso serão transmitidos conceitos e técnicas que permitirão uma maior familiaridade com o material e poderão colaborar na tomada de decisão em relação à utilização do material. Haverá aulas de laboratório para maior fixação de algumas das técnicas de fabricação de materiais compósitos

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução
- 2 Polímeros
 - 2.1 Termoplásticos
 - 2.2 Termofixos
 - 2.3 Ligações moleculares
- 3 Matrizes poliméricas
 - 3.1 Resinas poliéster insaturada
 - 3.2 Resinas éster vinílicas
 - 3.3 Resinas epóxi
 - 3.4 Cura de matrizes poliméricas
 - 3.4.1 Mecanismo de cura de resinas poliéster e epóxi
- 4 Fibras
 - 4.1 Fibra de vidro
 - 4.2 Fibra aramida
 - 4.3 Fibra de carbono
 - 4.4 Forma de apresentação das fibras
- 5 Compósitos.1- Introdução
 - 5.2 Definição de Material Compósito
 - 5.3 Classificação dos Materiais Compósitos
 - 5.4 Código de identificação de laminados
- 6 Propriedades físicas e mecânicas
 - 6.1 Determinação da densidade de compósitos
 - 6.1.1 Densidade teórica
 - 6.1.2 Densidade real
 - 6.1.3 Determinação das frações de massa de fibra e matriz
 - 6.1.4 Determinação das frações volumétricas de fibra, matriz e poros.
 - 6.2 Propriedades mecânicas
 - 6.2.1 Laminados unidirecionais
 - 6.2.2 Laminados com tecidos
 - 6.2.3 Laminados com mantas
- 7 Caracterização mecânica
 - 7.1 Introdução
 - 7.2 Normalização dos ensaios
 - 7.3 Classificação dos ensaios dos materiais
 - 7.4 Conceito de algumas das principais propriedades obtidas em ensaio
 - 7.5 Caracterização da fibra (roving)
 - 7.5.3 Caracterização da matriz
 - 7.5.4 Caracterização do compósito
- 8 Processos de Fabricação
 - 8.1 Introdução
 - 8.2 Forma de combinação dos materiais constituintes (fibra e matriz)
 - 8.3 Agentes desmoldantes
 - 8.4 Gel coat
 - 8.5 Laminação por contato (hand lay-up)
 - 8.6 Laminação por projeção (spray-up)
 - 8.7 Enrolamento filamentar (filament winding)
 - 8.8 Moldagem por prensagem
 - 8.9 Moldagem por injeção
 - 8.10 Moldagem a vácuo
 - 8.11 Moldagem por injeção e vácuo
 - 8.12 Infusão a vácuo
 - 8.13 Pultrusão
- 9 Aula de Laboratório



ÁREA DE CONHECIMENTO: MINERAÇÃO

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

BRITAGEM E PENEIRAMENTO

OBJETIVO

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalhem com esta especialidade, mas não têm a formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimos necessários para o bom desempenho de sua função. Não serão estudados aspectos de engenharia mecânica tais como cálculo de tensões nas correias ou nas máquinas ou dimensionamento mecânico de estruturas e componentes, o enfoque é totalmente de processos

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

BRITAGEM

- 1 Equipamentos
 - 1.1 Britadores de mandíbula
 - 1.2 Britadores da família dos giratórios
 - 1.3 Tamanhos
- 2 Produtos de Britadores
 - 2.1 Modelos matemáticos de distribuição granulométrica de produtos de britagem
 - 2.2 Escalpe e operação em circuito fechado
- 3 WI de Britagem
- 4 Seleção de Britadores
 - 4.1 Exercícios
- 5 Desgaste de Peças de Britadores
 - 5.1 Exercícios sobre desgaste de britadores
- 6 Instalações
- 7 Operação
 - 7.1 Lubrificação
 - 7.2 Regulagem
 - 7.3 Problemas operacionais
 - 7.4 Projeto das mandíbulas
 - 7.5 Prática operacional
 - 7.6 Cubicidade das partículas
 - 7.7 Controle automático de processo
 - 7.8 Britagem em minas subterrâneas
 - 7.9 Mineração subterrânea de carvão
 - 7.10 Britagens móveis e semi-móveis
- 8 Outros Tipos de Britadores e Moinhos
 - 8.1 Classificação dos equipamentos de cominuição pela velocidade
 - 8.2 Britador autógeno
 - 8.3 Britadores de rolos

8.4 Equipamentos de alta velocidade

- 9 Britadores de Impacto
 - 9.1 Construção e operação
 - 9.2 Equipamentos encontrados no mercado

PENEIRAMENTO

- 1 Equipamentos
 - 1.1 Peneiras e grelhas vibratórias
 - 1.2 Peneiras e grelhas fixas
 - 1.3 Peneiras rotativas
 - 1.4 Outras peneiras
 - 1.5 Características dos equipamentos
 - 1.6 Movimento circular e retilíneo
 - 1.7 Elementos construtivos
- 2 Dinâmica do Peneiramento
 - 2.1 Comportamento coletivo do leito de partículas
 - 2.2 Comportamento individual das partículas
- 3 Quantificação do Processo de Peneiramento
- 4 Tipos de Telas
- 5 Dimensionamento de Peneiras
- 6 Aspectos Operacionais
- 7 Revisão de conceitos básicos
 - 7.1 Tamanhos e distribuições de tamanhos
 - 7.2 Área específica (Blaine)
 - 7.3 Umidade
 - 7.4 Polpas
 - 7.5 Balanços de massas e de água
 - 7.6 Densidades
- 8 Exercícios

ESPESSAMENTO E FILTRAGEM

OBJETIVO

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalhem com esta especialidade, mas não têm a formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimos necessários para o bom desempenho de sua função

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Espessamento
 - 1.1 Descrição do equipamento
 - 1.2 Mecanismo do espessamento
 - 1.2.1 Fundamentos
 - 1.2.2 Fenômenos envolvidos
 - 1.3 Dimensionamento de espessadores: Coe & Clevenger, Kynch ou Talmage & Fitch, Wilhelm & Naide
 - 1.4 Zona de compressão e regra dos 3 ft
 - 1.5 Prática operacional
 - 1.6 Espessadores de lamelas e high capacity
 - 1.7 Exercícios
- 2 Filtragem
 - 2.1 Descrição de equipamentos e sistema
 - 2.1.1 Filtros de discos
 - 2.1.2 Plano
 - 2.1.3 De tambor
 - 2.1.4 De correia
 - 2.1.5 Filtros-prensa
 - 2.2 Mecanismo de filtragem
 - 2.3 Meios filtrantes
 - 2.4 Dimensionamento e projeto de instalações
 - 2.5 Exercícios
- 3 Aspectos Teóricos
 - 3.1 Aspectos fluidodinâmicos
 - 3.2 Fenômenos de superfície
 - 3.3 Floculação e coagulação
 - 3.4 Produtos químicos utilizados na filtragem e espessamento
 - 3.4.1 Preparação e dosagem

PENEIRAMENTO

OBJETIVO

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalham com esta especialidade, mas não têm formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimo necessários para o bom desempenho de sua função

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

- 1 Introdução
 - 1.1 Mineiração e meio ambiente
 - 1.2 Elementos da mineração
 - 1.3 Fases da mineração
 - 1.4 Fluxograma de tratamento de minérios
- 2 Cominuição
 - 2.1 Princípios de cominuição
 - 2.2 Objetivos da cominuição
 - 2.3 Britagem
 - 2.3.1 Divisão da britagem
 - 2.3.2 Britadores
 - 2.3.3 Curvas granulométricas dos britadores
 - 2.4 Instalações móveis e semimóveis
 - 2.5 Moagem
- 3 Peneiramento
 - 3.1 Introdução
 - 3.2 Equipamentos
 - 3.3 Ação da peneira
 - 3.4 Comportamento das partículas
 - 3.5 Tipos de equipamentos
 - 3.6 Eficiência do peneiramento
 - 3.6.1 Dimensionamento dos equipamentos
 - 3.7 Tipos de telas
 - 3.7.1 Telas em poliuretano
 - 3.7.2 Telas em aço
 - 3.8 Balanço de massas e de água

PENEIRAS VIBRATÓRIAS

OBJETIVO

Fornecer uma base técnica precisa para quem trabalha na área

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

1 Introdução e conceitos básicos: operações unitárias; fluxogramas; distribuição granulométrica, tamanhos de peneiras, outros métodos de medida de tamanhos, área de superfície, densidades real e aparente, análise química, mineralogia, conceito de teor, diluentes e contaminantes; balanços de massas, de águas e metalúrgico.

2 Peneiramento: equipamentos: peneiras vibratórias, grelhas vibratórias, peneiras fixas, grelhas fixas, peneiras rotativas, peneiras modulares, outras peneiras, movimento retilíneo e circular, tipos de telas, mecanismo do peneiramento: comportamento coletivo e individual das partículas, quantificação do processo: eficiência e imperfeição, dimensionamento e seleção de peneiras.

3 Exercícios: não serão estudados aspectos de Engenharia Mecânica tais como cálculo de tensões nas máquinas ou dimensionamento mecânico de estruturas e componentes. O enfoque é totalmente de processos.

4 Material necessário: os alunos deverão trazer máquina de calcular, lápis, borracha e papel. O Manual de Britagem da Faço, ou da Nordberg ou de outro bom fabricante é muito útil, embora não seja indispensável.



ÁREA DE CONHECIMENTO: MOLDES, MATRIZES E FERRAMENTAS

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

ANODIZAÇÃO E PINTURA

OBJETIVO

Apresentar e discutir, por meio de uma abordagem básica e de fácil entendimento, os principais conceitos envolvidos na anodização e pintura de alumínio. Também serão apresentadas tecnologias para controle ambiental do processo

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

Anodização

1 Introdução

1.1 Histórico da anodização

1.1.1 Origem da anodização e sua evolução

1.2 Importância do filme de óxido de alumínio

2 Processos de Limpeza do Alumínio

2.1 Descrição dos processos de pré-tratamento do alumínio

2.2 Pré-tratamento mecânico

2.2.1 Jateamento

2.2.2 Tamboreamento

2.2.3 Polimento mecânico

2.2.4 Lustração

2.3 Pré-tratamento químico

2.3.1 Desengraxantes

2.3.2 Alcalino por imersão

2.3.3 Ácido por imersão

2.3.4 Solventes

2.3.5 Solventes emulsificáveis

2.4 Polimento

2.4.1 Eletrolítico

2.4.2 Químico

2.5 Fosqueamento

2.6 Neutralização

3 Processo de anodização

3.1 Formação das camadas barreiras e porosas

3.1.1 Tipos de anodização

3.1.2 Influência dos parâmetros da anodização

3.1.3 Propriedades da camada

3.1.4 Concentração da solução

3.1.5 Temperatura

3.1.6 Voltagem

3.1.7 Densidade de corrente

3.1.8 Tempo de anodização

3.1.9 Efeito das ligas

4 Coloração da Película

4.1 Por corantes orgânico

4.2 Por eletrólise

5 Selagem

5.1 Fria

5.2 Quente

6 Controle de Qualidade

6.1 Classes de camadas anódicas

6.2 Espessura da camada anódica

6.3 Avaliação da selagem

6.4 Solidez à luz/ ultra violeta

Pintura

1 Pintura com Qualidade Assegurada – Norma ABNT 14125

1.1 Preparação e proteção

1.2 Seleção da tinta

1.3 Aplicação

2 Pintura Eletrostática a Pó

2.1 Introdução

2.2 Tipos de tinta a pó

2.2.1 Termoplástico

2.2.2 Termo conversíveis

3 Processo de Aplicação de Tinta a Pó

3.1 Fluidização

3.2 Transporte do tanque às pistolas

3.3 Geração de alta voltagem

3.4 Técnicas de carga

3.4.1 Carga corona

3.4.2 Carga tribo

4 Estufas de Cura

5 Aplicação de Tinta Líquida ou Eletrostática a Pó sobre o Alumínio para Fins Arquitetônicos

5.1 Normas de pintura

5.2 Normas do alumínio

5.3 Normas de tinta

5.4 Aplicadores de tinta

6 Resumo do Aplicador de Tinta

6.1 Pré-tratamento

6.2 Pintura

6.3 Cura

METALIZAÇÃO POR ASPERSÃO TÉRMICA

OBJETIVO

Os Processos de Metalização por Aspersão Térmica possibilitam a deposição de uma vasta gama de materiais voltados a diversas soluções técnicas em praticamente todos os segmentos industriais, quando se leva em conta o aumento da vida útil ou da recuperação de seus equipamentos e estruturas metálicas em geral. A consequente redução da quantidade de paradas da linha de produção, manutenções mais ágeis e de menores custos, fazem dos Processos de Metalização por Aspersão Térmica a solução verde ideal para toda a cadeia produtiva de qualquer tipo de indústria.

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1 Metalização | 9 Aplicação da camada |
| 1.1 Histórico | 9.1 Montagem |
| 1.2 Definições | 9.2 Autoligante |
| 1.3 Termos técnicos | 9.3 Material |
| | 9.4 Sobremetal |
| 2 Tipos de equipamentos | 10 Acabamento |
| 2.1 Fontes de calor | 10.1 Objetivos |
| 2.2 Velocidade de partícula | 10.2 Necessidade |
| 2.3 Utilização | 10.3 Tipos de acabamento |
| 3 Materiais | 11 Tratamentos posteriores |
| 3.1 Ferrosos | 11.1 Selagem |
| 3.2 Não ferrosos | 11.2 Fusão |
| 3.3 Cerâmicos | 11.3 Difusão |
| 3.4 Carbetos | |
| 3.5 Ligas especiais | 12 Controle de Qualidade |
| 3.6 Outros | 12.1 Ensaios destrutivos |
| 4 Características da camada | 12.2 Ensaios não-destrutivos |
| 4.1 Formação | |
| 4.2 Estrutura | 13 Aplicações |
| 5 Vantagens do processo | 13.1 Proteção contra corrosão |
| 6 Limitações de projeto | 13.2 Proteção contra desgaste |
| | 13.3 Recuperação dimensional |
| 7 Limitações do processo | 13.4 Barreira térmica |
| | 13.5 Condução térmica |
| | 13.6 Auto-lubrificação |
| 8 Preparação da base | |
| 8.1 Objetivos | |
| 8.2 Tipos de preparação | |

PROCESSOS POR ELETRODEPOSIÇÃO

OBJETIVO

Apresentar alguns dos Processos de Eletrodeposição como facilitadores de propriedades a serem acrescentadas às superfícies metálicas das mais diversas, sobre as quais podem ser aplicadas.

CARGA HORÁRIA

8 horas

PROGRAMA

1. O Processo de Eletrodeposição

2. Eletrodeposição de Cromo

2.1. Aplicações

3. Eletrodeposição de Níquel

3.1. Aplicações

4. Eletrodeposição de Cobre

4.1. Aplicações

5. Eletrodeposição de Zinco

5.1. Aplicações

TRATAMENTOS TÉRMICOS E SUPERFICIAIS DOS AÇOS

OBJETIVO

O curso objetiva fornecer aos participantes inicialmente os fundamentos metalúrgicos envolvidos nos principais processos de tratamentos térmicos e superficiais dos aços e em sequência apresentar as principais tecnologias com suas características, aplicações, microestruturas e a relação com propriedades e desempenho. Tópicos especiais sobre as principais tecnologias aplicadas aos Aços Inoxidáveis e Ferramentas serão abordadas.

CARGA HORÁRIA

16 horas

PROGRAMA

1 O Sistema Ferro-Carbono

1.1 Alotropia do ferro

1.2 Diagrama de fases Fe-Fe₃C

1.3 Efeito dos elementos de liga no sistema Fe-C

2 Transformações Fora do Equilíbrio

2.1 Curvas TTT e TRC

2.2 Transformações fora do equilíbrio

2.3 Transformação bainítica

2.4 Transformação martensítica

2.5 Temperabilidade

2.6 Métodos para determinação da temperabilidade

2.7 Conceito de tratamento térmico

3 Recozimento e Normalização

3.1 Recozimento pleno

3.2 Recozimento de esferoidização

3.3 Recozimento para alívio de tensões

3.4 Recozimento para recristalização

3.5 Recozimento de homogeneização

3.6 Normalização

4 Têmpera e Revenimento

4.1 Têmpera e Variação dimensional e de forma

4.2 Revenimento

4.3 Transformações no revenimento

4.4 Propriedades mecânicas no revenimento

4.5 Revenimento de aços ligados

4.6 Fragilização ao revenido

5 Austêmpera

6 Endurecimento por Precipitação

7 Tratamentos Superficiais

7.1 Cementação e Carbonitretação

7.2 Nitretação e Nitrocarburação

7.3 Revestimento PVD

7.4 Têmpera superficial



ÁREA DE CONHECIMENTO: REDUÇÃO E AGLOMERAÇÃO DE MINÉRIOS

Os cursos da ABM são destinados a profissionais de nível técnico ou superior envolvidos com o tema ou que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos.

Estudantes de nível técnico ou superior que tenham conhecimentos básicos ou experiência no tema.

AGLOMERAÇÃO DE MINÉRIOS DE FERRO

OBJETIVO

O presente curso de aglomeração de minérios de ferro foi elaborado por profissionais academicamente capacitados e experientes nas artes de processamento de minérios e extração do metal ferro. Apresenta uma síntese, com alto conteúdo tecnológico, dos temas ligados à geologia e geometurgia, à sinterização e pelletização, bem como à aglomeração a frio de minérios de ferro. Ênfase especial é dada aos aspectos conceituais e à evolução tecnológica desses processamentos siderúrgicos. São destacadas as propriedades dos minérios e aglomerados e evidenciado o seu comportamento, quando utilizados nos altos-fornos e nos reatores de redução direta.

CARGA HORÁRIA

24 horas

PROGRAMA

- 1 Minério de ferro e Geometurgia
- 2 Sinterização de Minérios de Ferro
- 3 Pelotização de Minérios de Ferro
- 4 Aglomeração a frio

CARVÃO APLICADO À FABRICAÇÃO DE COQUE DE ALTO-FORNO

OBJETIVO

Introdução aos principais temas da ciência do carvão relativos à fabricação de coque de alto-forno, como suporte na busca dos conhecimentos necessários à resolução de problemas relacionados, direta ou indiretamente, à aplicação de carvão na siderurgia a coque

CARGA HORÁRIA

32 horas

PROGRAMA

- 1 O papel do coque no alto-forno
- 2 Origem e formação de carvão
- 3 Classificação de carvão
- 4 Ocorrências e fontes de abastecimento de carvão
- 5 Mercado de carvão e cenários futuros
- 6 Transporte de carvão
- 7 Recebimento, estocagem e preparação de carvão
- 8 Petrografia de carvão
- 9 Aspectos teóricos da coqueificação
- 10 Caracterização de carvão para coque de alto-forno
- 11 Seleção de carvões e formulação de misturas de carvões
- 12 Coqueificação em bateria de fornos horizontais
- 13 Caracterização de coque de alto-forno