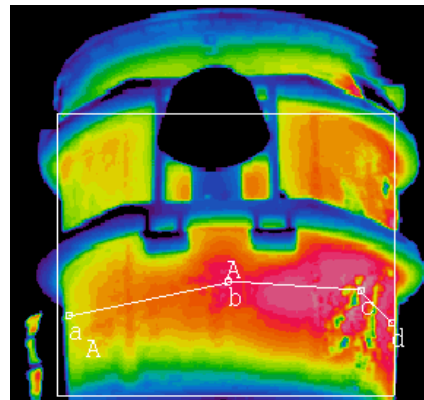
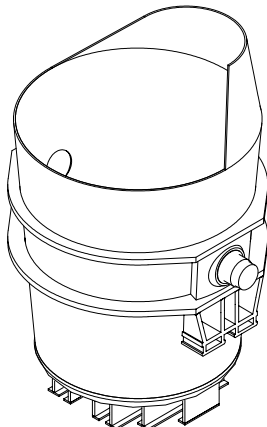
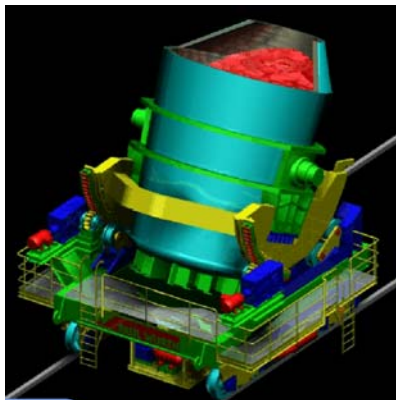


PROJETO E CÁLCULO DE PANEIAS DE AÇO E GUSA LÍQUIDOS



BREVE DESCRIÇÃO

Paneias para transporte de aço líquido, gusa, pontes rolantes e prédios, são os componentes básicos de uma aciaria. O projeto e cálculo é orientado por normas que estabelecem critérios, limites de temperatura e fatores de segurança.

A FGF trabalha dentro dos padrões internacionais, elaborando projetos, cálculos e engenharia consultiva com o objetivo de aumento de confiabilidade, capacidade, melhorias operacionais e extensão de vida.

TÉCNICAS UTILIZADAS

Cálculos Analíticos

Dimensionamento analítico completo segundo as prescrições da AISE - Association of Iron and Steel Engineers – N° 9 Specification for Design and Use of Ladles – Incluindo dentre outros cálculos:

- Dimensionamento do Fundo da Panela
 1. Cálculo dos fatores de redução devido a fabricação
 2. Cálculo dos fatores devido à utilização
 3. Determinação das Tensões admissíveis
 4. Cálculo da chapa de fundo
 5. Determinação da distância entre enrijecedores
 6. Determinação da espessura, altura da alma e mesa dos enrijecedores
 7. Determinação do fator de segurança
- Dimensionamento das Chapas do Costado
 1. Cálculo dos fatores de redução devido a fabricação
 2. Cálculo dos fatores devido à utilização
 3. Determinação das Tensões admissíveis
 4. Determinação da espessura
- Dimensionamento das Soldas
 1. Soldas Verticais do Costado
 2. Soldas do anel Enrijecedor com o Costado
 3. Solda do anel Enrijecedor com o Bloco do Munhão

7.2.2. Verificação da Chapa do Fundo

Espessura solicitada para a chapa de fundo: $T_B = 90.0\text{mm}$

Raio de curvatura do fundo: $R_B = 8240\text{mm}$

Raio de concordância do fundo: $R_{BC} = 250\text{mm}$

Ângulo θ : $\theta = \arcsin\left(\frac{0.5D}{R_B}\right)$

$\theta = 0.25\text{rad}$

Ângulo ϕ : $\phi = \arcsin\left(\frac{0.5D}{R_B}\right)$

$\phi = 0.25\text{rad}$

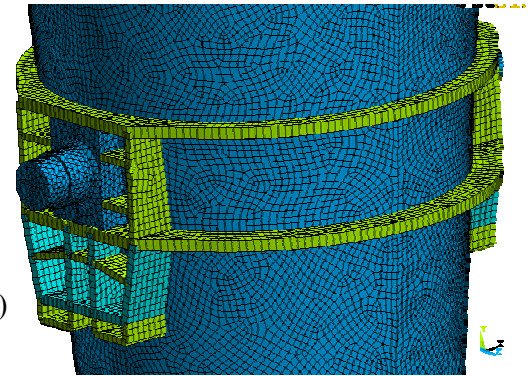
Espessuras mínimas de fundo: $T_{B1} = R_B \left[\frac{q \cdot H \cdot 0.5 \cdot D \cdot \cos(\phi)}{2.699 \cdot \sigma_u \cdot R_B} \left[1 + \left(\frac{0.5 \cdot D}{R_B} \right)^{0.5} \right] \right]^{\frac{2}{3}}$

$T_{B1} = 35.03\text{mm} < T_B = 90\text{mm}$
OK

$T_{B2} = \frac{q \cdot H \cdot R_B}{2.105 \cdot \sigma_u}$

$T_{B2} = 18.52\text{mm} < T_B = 90\text{mm}$
OK

- Dimensionamento do Pino do Munhão.
- Dimensionamento do Bloco do Munhão.
- Dimensionamento do Anel Enrijecedor
- Verificação da deflexão da panela
- Cálculo das Tensões de dilatação térmica
- Cálculo de borda livre
- Locação do eixo do pino do munhão
- Cálculo do equilíbrio dinâmico e estático (Parâmetro J)
- Cálculo das tensões de expansão térmica do refratário



OBS.: Todos os cálculos analíticos são realizados em planilhas eletrônicas abertas, desenvolvidas pelos engenheiros da FGF estritamente em acordo com as especificações da AISE no 9 e atestadas na utilização do cálculo de panelas com capacidade de até 330 toneladas. As planilhas são entregues juntamente com o projeto da panela.

Cálculos via Elementos Finitos

- Desenvolvimento de modelo computacional em Programa de Elementos Finitos, em 3 dimensões, com elementos em cascas e sólido;
- É realizada análise térmica para as condições de fim e início de campanha e estrutural para as situações de panela vazia, e com carga máxima;
- São considerados os esforços de peso próprio, tensões termomecânicas dos refratários, transferência de calor em situação de condução, convecção e radiação(conforme visto na Figura 1);

Além das combinações entre as variáveis anteriores, também as diversas condições de apoio e içamento com respectivos esforços sobre os munhões e carcaça são avaliadas.

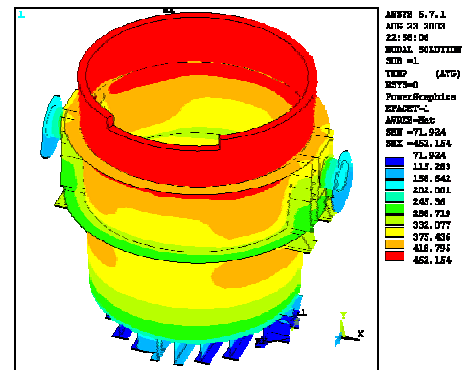
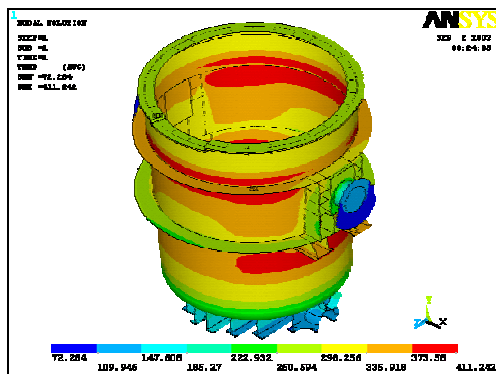


Figura 1 - Perfil Térmico por Elementos Finitos Panela 320 ton.

- Desenvolvimento e estudos de diversas opções estruturais, optando-se pelo conjunto que melhor atenda aos requisitos técnicos, operacionais, de manutenção, fabricação e montagem;
- Cálculo das tensões atuantes para as várias combinações de carga, pelos critérios de Stress Intensity da ASME Sec. VIII div. II(conforme visto na Figura 2).
- Cálculo das deformações máximas para cada seção estrutural;
- Determinação do Centro de Gravidade da Panela para as diversas condições de carregamento possíveis;

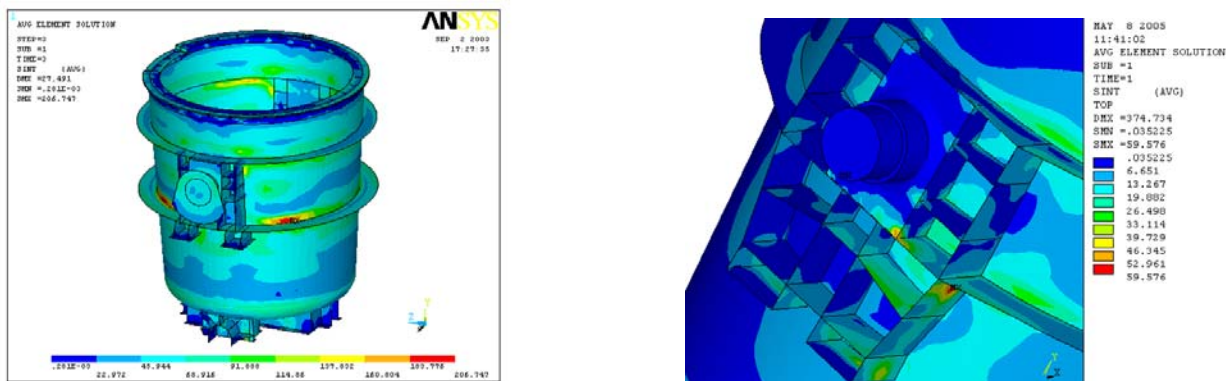


Figura 2 - Modelo em Elementos Finitos de Panela 320t (esquerda) e 330t (direita) -Tensões.

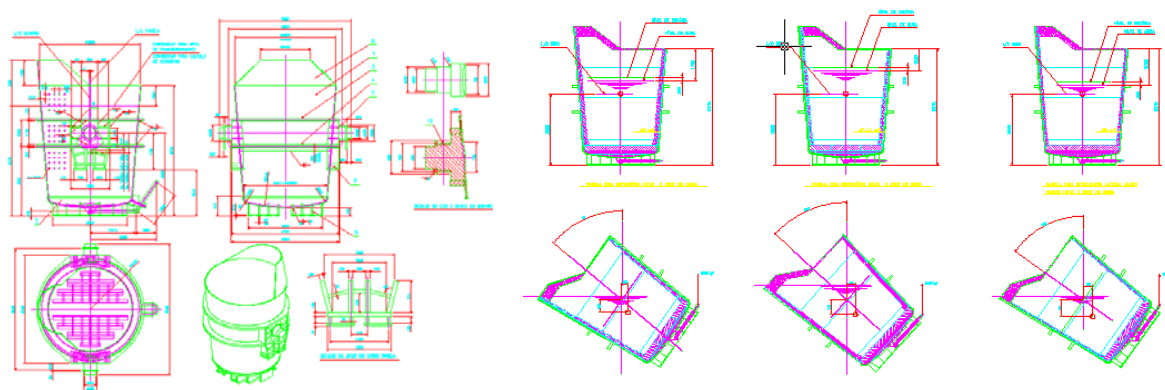


Figura 3 – Projeto básico de Panela 330t com estudo de basculamento/equilíbrio.

REFERÊNCIAS

➤ USIMINAS MECÂNICA

SERVIÇO: Análise de Integridade Estrutural para Dimensionamento analítico segundo as prescrições da *AISE - Association of Iron and Steel Engineers – N° 9 Specification for Design and Use of Ladles* para alteração da capacidade da Panela de Aço Líquido de 235t para 240t.

EXECUTADO: Janeiro 2005

CONTATO: Alexandre Hartmann - Engenheiro de Projetos
Tel: (31) 3559 5187

➤ PAUL WURTH DO BRASIL

SERVIÇO: Análise de Integridade Estrutural para Dimensionamento analítico e via método de elementos finitos segundo as prescrições da *AISE - Association of Iron and Steel Engineers – N° 9 Specification for Design and Use of Ladles* para projeto da nova panela de aço líquido da CST – Capacidade de 330t.

EXECUTADO: Março 2005

CONTATO: José Geraldo C. Araújo
Tel. (55) 31 3228-2821

➤ GERDAU AÇOS ESPECIAIS PIRATINI

SERVIÇO: Análise de Integridade Estrutural para Dimensionamento analítico e via método de elementos finitos segundo as prescrições da *AISE - Association of Iron and Steel Engineers – N° 9 Specification for Design and Use of Ladles* para reprojeto de panela de aço líquido – Capacidade de 65t.

EXECUTADO: Novembro 2007

CONTATO: Pedro Paulo Marek Gonçalves
Tel.: (51) 3323-5855