

Autor: Luiz Eduardo Estevam Nerdido
Professor Orientador: Ms. Valmir Tadeu Fernandes*
Faculdade Politécnica de Jundiaí

Resumo

Neste trabalho pretende-se desenvolver um estudo detalhado de uma tampa circular em material alternativo, em fibra de vidro mais conhecida como “fiber glass” para ser utilizada em sistemas de água e esgoto. Na atual conjuntura estas tampas são construídas em Ferro Fundido. Neste contexto, analisamos a possibilidade de desenvolver um estudo detalhado da substituição deste material pela fibra de vidro. Iremos, então, explorar o tema

do desenvolvimento deste produto utilizando algumas ferramentas de software para podermos levantar algumas informações importantes quanto às características de deformação permanente apresentada pela tampa após a retirada da carga de controle, medida no centro e no plano vertical.

Palavras-chaves: Novos produtos, tampa, fibra de vidro.

Conceito e desenvolvimento de novos produtos

Entende-se, como escopo deste trabalho, desenvolvimento de novos produtos como sendo: Criação e avaliação do produto; análise técnica de sua viabilidade por um departamento técnico, e vantagens oferecidas por este novo produto. O principal foco do trabalho e a redução de custo e a viabilidade em localidades onde a atual forma de construção apresente variáveis negativas. O material em utilizado “Fiber Glass” derivado do vidro material descoberto acidentalmente no ano de 5000 A.C., em 1936 nasce a fibra de vidro. Atualmente, a fibra de vidro é utilizada nos mais diversos segmentos da economia, como pôr exemplo, construção civil (Principal foco do Projeto), náutica, automotiva, elétrica/eletrônica, eletrodomésticos, anti-corrosão, plásticos reforçados, brinquedos infantis (parques de diversão), decoração e mobiliário, artesanato e produtos de consumo.

Pode-se produzir desde latrinas, banheiras de hidromassagem, caixas d’água, protetores de ar condicionados, fossa sépticas, antenas parabólicas, caixas de correio, portas, janelas, cortinas, para a área de construção civil e decoração, passando pôr placas de circuito impresso, isoladores elétricos, passando pôr

varas de pesca, pranchas de surf, caiaques, barcos, piscinas, escorregadores infantis, carcaças para eletrodomésticos, cadeiras, pára-choques automotivos e ainda equipamentos industriais como tanques para áreas de alto grau de corrosão. A utilização da fibra de vidro tem crescido significativamente, particularmente nos Estados Unidos e em países da Europa.

A fibra de vidro tem ainda muitas características importantes como pôr exemplo, ótimo isolante térmico, isolante elétrico, resistência a fogo, alta resistência mecânica e a oxidação, resistência a umidade, baixo custo, peso mínimo. No caso do projeto um dos principais motivos seriam o baixo custo, resistência mecânica, umidade e alta resistência a oxidação e corrosão. Seu crescimento no ramo da construção civil cresce a cada dia e o foco seria as cidades litorâneas onde apresentam um alto índice de oxidação e corrosão proveniente da maresia vinda do mar, qualquer tipo de material ferroso neste tipo de região sofre inteiramente pois fica exposto a estas intempéries e a fibra viria a suprir todas estas agravantes sem perder em qualidade e principalmente em segurança.

* Bolsista
FUNADESP

Todo o desenvolvimento do projeto foi baseado em norma específica, Norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 10158, NBR10159 e NBR 10160. Normas específicas para a construção e verificação para “Tampão Circular de Ferro Fundido”. A norma consiste em padronizar as dimensões de tampões circulares de ferro fundido, utilizados nos serviços de distribuição de água, esgoto, telefone, gás, força, luz, etc. Os termos técnicos utilizados estão definidos na norma NBR 10160. Na tabela a seguir, são apresentadas as dimensões dos tampões abrangidos pela norma e especificados na NBR 10160.

Tabela - Dimensões dos Tampões Circulares

| DN | Classe 300 | | | | | |
|-----|------------|------|----|-----|----|-----|
| | B | C | H | D | E | D |
| 500 | 550 | 750 | 95 | 500 | 30 | 544 |
| 600 | 668 | 850 | 95 | 610 | 35 | 660 |
| 700 | 770 | 930 | 95 | 700 | 35 | 760 |
| 900 | 958 | 1110 | 95 | 900 | 35 | 950 |

Notas: Os símbolos indicam:

B = Diâmetro interno do suporte fixado no solo

C = Diâmetro da base

H = Altura do suporte

D = Diâmetro da abertura do suporte

E = Profundidade do batente do suporte

D = diâmetro externo da tampa

Todos as medida estão em mm (milímetros).

Obs.: O estudo em si apenas consiste no desenvolvimento de uma tampa, o suporte a principio seriam os mesmos. Nesse caso

tomaremos como referencia o dimensionamento referente ao tampão circular Classe 300 de Diâmetro $d = 544$ mm

Os padrões, definições e especificações são:

A tampa deverá Ter um sistema de fixação que seja destinado a permitir livre remoção da tampa. A tampa deve ser móvel que, apoiada no aro, obtura o acesso ao poço de inspeção. A tampa deve apresentar , no mínimo , de forma indelével as seguintes marcações:

- Finalidade do que se destina.
- Identificação do fabricante
- Classe

Em relação a características visuais:

• As peças devem se apresentar limpas e isentas de inclusões de escória, trincas ou qualquer outro defeito que possa prejudicar seu desempenho.

Em relação a revestimento:

• Os tampões devem receber um revestimento, este objeto deve ser de acordo entre as partes legais.

Em relação ao material empregado:

• Todos os dados referente a Fibra de Vidro, foram levantados juntamente com um dos principais fabricantes mundiais “Owes Corning” e a fibra em questão denomina-se em *Advantex*.

A tabela a seguir mostra as propriedades físicas da fibra de vidro *Advantex*.

| Propriedades | Métodos de Teste | Unidades | Fibra Advantex |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Densidade | ASTM D1505 | g/cc | 2.62 |
| Índice de refração | Imersão em Óleo | | 1560-1562 |
| Expansão Térmica Linear a 300° C | ASTM D696 | ppm/C | 6 |
| Ponto de Amolecimento | ASTM C338 | °C | 916 |
| Ponto de Enrijecimento | Viscosimetro de placas paralelas | °C | 736 |
| Ponto de Deformação | Viscosimetro de placas paralelas | °C | 691 |

Método ASTM desenvolvido pela Owens Corning.

Informações sobre propriedades mecânicas.

Embora as propriedades máximas conseguidas em laboratório com medições de filamentos simples não sejam normalmente conseguidas no campo de aplicações, elas provem um caminho para comparar as propriedades dos vidros antes de seu processamento no campo.

A tabela abaixo mostra a resistência a tração e o módulo de tração da fibra de vidro *Advantex*.

| Propriedades | Métodos de Teste | Unidades | Fibra Advantex |
|-----------------------------|------------------|----------|----------------|
| Resistência a Tração a 23°C | ASTM D2101 | Mpa | 3100-3800 |
| Módulo de Elasticidade | Sonic Method | Gpa | 80-81 |
| Alongamento a Ruptura | ASTM D2101 | % | 4.6 |

Condições específicas

A tampa quando assentada no suporte deve ter sua parte superior no mesmo plano que a parte superior do aro, não se permitindo ressalto. O assentamento deve ser estável. A tampa deve ser provida de dispositivo que permita seu levantamento de forma fácil e segura. A tampa deve apresentar externamente superfície anti-derrapante. Para ensaio de carga deve-se seguir os padrões. A carga de controle mínimo a ser aplicada no ensaio deve-se ser a seguinte:

Para tampões classe 300 - 300KN.

A flecha residual não deve ser superior a: 2/500 do diâmetro da tampa.

Para a medição da flecha foi aplicada uma carga no centro da tampa, a uma velocidade de 60 KN/min.

Obs.: Todos os ensaios foram efetuados pôr software específico para este tipo de análise, todo o projeto requer uma análise de viabilidade tendo como base os estudos feitos pôr este trabalho.

Ensaio através de software *Nastran*.

Toda a tampa foi redimensionada a fim de suportar as mesmas condições que uma tampa de ferro fundido suportaria, partindo do princípio que a fibra fosse menos resistente que o ferro fundido.

O programa *Nastran* é quem simula todos

os testes referentes a elementos finitos como:

- Ensaio a resistência a tração.
- Ensaio a flecha residual,

sendo estes o necessário para a avaliação do estudo.

Primeiramente foi necessário a criação de um modelo sólido a fim de podermos através do software a realização de todos os ensaios.

Este modelo vem suprir todas as necessidades, como se tivéssemos uma peça fisicamente, e pudéssemos realizar todo tipo de teste como, ensaio a tração, momento fletor, etc. O modelo sólido foi concebido através de um software conhecido como *CATIA V5* (programa utilizado pela N.A.S.A) um dos mais avançados em matéria de concepção de modelos e sólidos no mundo. Neste programa o modelo ganhou formato dimensionamento, um desenho em segunda dimensão (2D) também foi realizado a fim de facilitar em uma construção física da peça em si e também na construção do molde, falaremos mais a respeito do molde e alguns procedimentos de manuseio no decorrer do trabalho.

Com o sólido definido, salvamos em uma linguagem que pudesse ser aceita pelo software, a linguagem foi *.sat., linguagem que faz com que o sólido se torne "oco" permitindo com que através dos dados do material, no caso a fibra de vidro, o mesmo se tornasse uma peça de fibra maciça virtualmente. Vale lembrar para que uma peça física fosse feita seria necessário a injeção de resina poliéster, pois a fibra pôr si só não teria resistência, mas a fim de estudo os padrões de teste podem ser aceitáveis.

Voltando ao projeto, foi alimentado os dados referente ao material conforme tabela abaixo:

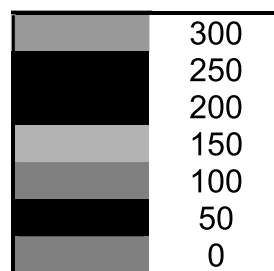
| | | |
|----------------------------|-------------|-------------------|
| Material | Fiber glass | |
| Temperatura | 25 | °C |
| Densidade | 2.62 | g/cm ³ |
| Modulo de Elasticidade | 8.05e | Mpa |
| Poisson's Ratio | 0.3 | |
| Yield stress | 3.4e | Mpa |
| Ultimate Tensile Stress | 3.8e | Mpa |
| Specifc Heat | 84 | N cm/g°C |
| Thermal Conductivity | 0.009 | W/cm°C |
| Thermal Coef. Of Expansion | 8e | cm/cm°C |

Modelo de tabela do software.

Foram seguidos rigorosamente os padrões de testes, sendo:

Aplicado uma força de 300KN distribuída no centro da peça em um diâmetro de 120mm a uma velocidade de 60KN/min e os resultados segue nas tabelas abaixo: A tabela mostra as cores os valores referentes as tensões máximas encontradas através da simulação feita pelo software *NASTRAN* que podem ser melhor analisadas nos demonstrativos anexados ao trabalho.

Tabela de Tensão Von Misses



Todos os valores encontram-se em Mpa. Máximo valor de tensão foi 333 Mpa.

A tabela mostra as cores os valores referentes as flechas residuais máximas encontradas através da simulação feita pelo software *NASTRAN* que podem ser melhor analisadas nos demonstrativos anexados ao trabalho.

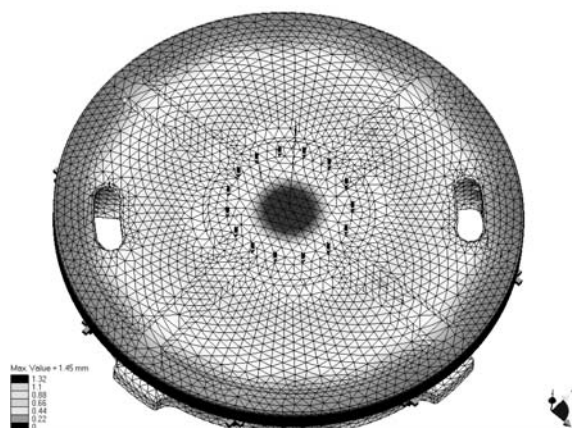
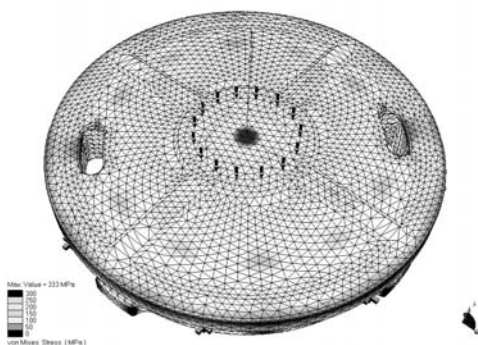
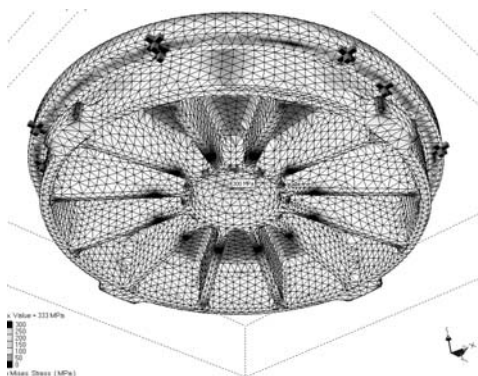


Figura 1 e 2 - Mostram simulação feita pelo software *NASTRAN* obedecendo os valores da tabela de tensão de Von Misses

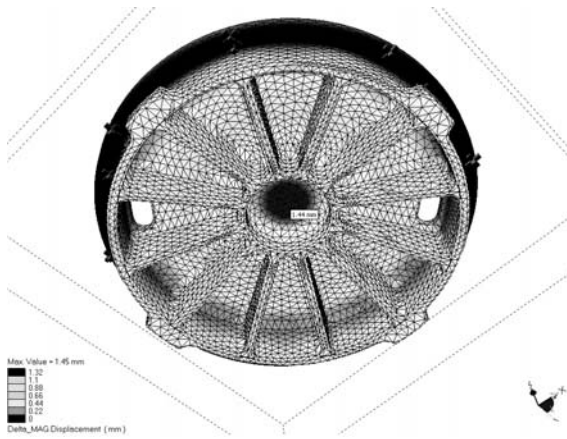


Figura 3 e 4 - Mostram simulação feita pelo software *NASTRAN* obedecendo os valores da tabela de Flecha residual.

Tabela de Flecha Residual

| | |
|--|------|
| | 1.32 |
| | 1.1 |
| | 0.88 |
| | 0.66 |
| | 0.44 |
| | 0.22 |
| | 0 |

Valores encontra-se em mm (milímetros)
Valor máximo de flecha foi 1,45 mm.

Flecha residual = $2 / 500 \cdot 544 \text{ mm} = 2,176 \text{ mm}$ valor máximo.

Flecha residual encontrada máxima = 1,45 mm

$2,176 \text{ mm} > 1,45 \text{ mm}$

$2,176 \text{ mm} / 1,45 \text{ mm} = 1,5$

Portanto:

O “tampão” possui uma flecha residual 1,5 vezes menor do que a norma pede.

Tensão = $\text{Peso} / \text{Área}$

$\text{Área} = \pi \cdot d^2 / 4$

$\text{Área} = 3,1416 \cdot 120^2 / 4 = 11309,74 \text{ mm}^2$

Peso = 300KN = 300000 N

Tensão = $300000 \text{ N} / 11309,74 \text{ mm}^2 = 26,53 \text{ Mpa}$

$300 \text{ MPa} \gg 26,53 \text{ Mpa}$.

$333 \text{ MPa} / 26,53 \text{ MPa} = 12,6 \text{ vezes}$

maior

Portanto:

O “tampão” está superdimensionado, sendo suportando 12,6 vezes mais carga do que a norma pede. De acordo com os valores obtidos podemos concluir que a fibra seria um ótimo substituto, podemos levar em consideração que o modelo está superdimensionado, podendo a ser reavaliado em seu formato, assim poderíamos estar economizando em material na construção das peças e também no molde. Segue agora alguns procedimentos de manuseio e concepção de moldes caso haja a necessidade da construção de uma peça física. Para se produzir uma peça, utiliza-se um molde, o negativo do objeto desejado, normalmente fabricado de madeira, alumínio, borracha de silicone ou ainda de fibra de vidro. Para se produzir pequenas peças, moldes de borracha de silicone ou mesmo fibra de vidro, são as mais econômicas. Para peças grandes, como caixa d’água, o molde em fibra de vidro é o mais indicado. Nesse aspecto, deve ser feita uma análise econômica da vida útil do molde, considerando seus objetivos, a quantidade e qualidade das peças a serem produzidas, uma vez que o molde se desgasta com a utilização. Importante considerar os aspectos de desmoldagem da peça a ser produzida.

Com o molde pronto siga os seguintes passos: Aplicação de cera desmoldante ou álcool polivinílico :

- Se a peça for grande faça um polimento, quanto melhor o polimento do molde, melhor será o acabamento.

- Espere a secagem até o “tempo de Toque” (tempo necessário para encostar o dedo e não mancha-lo).

- Aplicação de resina de laminação, também com catalisador, com pincel ou rolo de lã.

- Aplicação de manta ou tecido de fibra de vidro, posicionando-as sobre o molde banhado com resina.

- Passe um rolete para tirar as bolhas de ar.

- Dependendo da espessura desejada peça que está sendo produzida, deve-se repetir

a laminação. A espessura final da peça é proporcional a quantidade de camadas que foram aplicadas.

- Desmolde a peça, utilizando cunhas, para peças grandes, talvez seja necessário utilização de ar comprimido, cujas entradas devem ser previstas quando da confecção do molde.

- Acabamento final , lixando, polindo, cortando as rebarbas, etc..., de modo a produzir uma peça com acabamento adequado ao produto proposto.

Matéria prima

- Manta ou tecido de fibra de vidro.
- Roving.
- Tinner para limpeza das ferramentas, resinas, gel, gelcoat, catalisadores, ceras, álcool, e demais materiais necessários a produção de peças de fibra de vidro, são facilmente encontradas nas lojas dos distribuidores regionais.
- Os principais fabricantes das mantas, tecidos e roving são:
 - OWENS CORNING
 - VETROTEX / DIV. STA. MARINA.

Conclusão

O consumo de peças em fibra de vidro tende a crescer, em função do preço e das facilidades de se trabalhar com esse produto em relação a outros, obtendo-se resultados muitas vezes, bastante vantajosos economicamente, isto é, produtos mais baratos. Para se trabalhar com esse material, em vista da enorme quantidade de possibilidades que se apresenta, é importante ao pequeno empresário tentar descobrir um nicho de mercado ainda não explorado, em que ele possa se desenvolver com mais facilidade. Visualizar alguns objetos como a tampa de inspeção é só um exemplo do que se pode produzir com fibra, a um preço menor ou com um diferencial altamente competitivo e interessante para o consumidor. Para se trabalhar com fibra de vidro, além das autorizações comuns, como prefeitura, estado, etc, é muito

importante obter-se a autorização da CETESB (Companhia Tecnológica de Saneamento Básico).

Referências Bibliográficas

-
- Beer & Russel, Resistência dos Materiais, 3ª edição, Makron Books.
 - Timoshenko & Gere- Mecânica dos Sólidos, vol. 1, Ed. Livros Técnicos e Científicos Ltda
 - Catálogos Owens Corning
 - Site Owens Corning
 - ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)