



2º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS

ASPECTOS DE SEGURANÇA DO USO DE COMPÓSITOS OFFSHORE

José Cid

Petrobras S.A.

Avenida Chile 65 Rio de Janeiro - RJ - CEP 20035-900

Tel: (21) 534 0813 Fax: (21) 2262 9112

e-mail josecid@petrobras.com.br

Resumo – A segurança de uma plataformas offshore, onde estão instaladas estruturas secundárias fabricadas com compósitos, é uma preocupação de Empresas e seus profissionais. O uso de ferramentas de análise de risco, em conjunto com a caracterização mecânica em temperaturas elevadas dos materiais compostos utilizados, permite conhecer melhor os riscos envolvidos em caso de sinistro com incêndio. Neste trabalho é discutido o comportamento típico de compósitos de resina poliéster reforçada com fibras de vidro, ensaiadas em temperaturas elevadas. Por fim, uma metodologia de projeto, baseada na performance do material, é sugerida.

Palavras-Chave: compósitos, offshore, análise de risco, projeto, segurança

Abstract – After the introduction of composite materials, offshore platform safety aspects is still a major concern. The use of Risk Analysis tools, together with elevated temperature material performance data, to help address the issues of personal safety during a fire accident, is proposed in this work. The typical test result for glass fiber reinforced polyester resin subjected to elevated ambient temperature is shown. In conclusion, a five-step, performance driven, design methodology is suggested.

Keywords: composites, offshore, risk analysis, design, safety

1. Introdução

Acidentes em plataformas sempre foram tratados de forma que, após um sinistro, novos requisitos de segurança são estabelecidos de modo a parecerem muito mais seguros do que eram antes. Entretanto, acidentes como o incêndio de Piper Alpha, ocorrido em 1988, serviram de estímulo para que órgãos governamentais, classificadoras e operadoras investissem uma grande soma de esforços para que fosse encontrado um critério de segurança baseado em dados técnicos e científicos.

Um dos resultados mais importantes destes trabalhos foi a queda da crença de que um material de construção com resistência ao fogo igual ao aço seria seguro. Os requisitos de segurança passaram a ser estabelecidos com o uso de diversas ferramentas, tais como análise de risco de falha, funcionalidade da instalação, confiabilidade dos sistemas de combate à incêndio e de segurança e sobrevivência de equipamentos depois de ocorrido um sinistro. Desta forma os critérios de seleção dos materiais a serem utilizados na construção não estavam mais amarrados em uma camisa de força. A segurança passava a ser encarada de forma global.

A necessidade do uso de compósitos em instalações offshore surgiu porque o custo de manutenção destas unidades é muito alto. Portanto, a durabilidade dos equipamentos e instalações é um fator crítico para a viabilidade econômica dos projetos de exploração de campos marítimos. Este fator tende a se tornar mais crítico nos campos mais antigos, onde a produção declinante não deixa margens para enganos.

Em todo mundo as companhias petrolíferas vem realizando um grande esforço visando a redução dos custos de manutenção, substituindo alguns componentes de suas plataformas, que originalmente foram projetados em aço, por similares fabricados em plástico reforçado, notadamente o poliéster reforçado com fibras de vidro. Novos empreendimentos já contemplam um uso extenso de compósitos. A Figura 1 mostra a unidade P-31, um navio petroleiro recentemente convertido em uma unidade de produção e armazenagem (FPSO) que faz uso extenso de compósitos.



Figura 1 - P-31, um antigo navio petroleiro recentemente convertido em unidade de produção e armazenagem.

Grades de piso são utilizadas de forma generalizada em plataformas de exploração de petróleo. Apenas em algumas áreas de processo, rotas de fuga e nos dormitórios que o uso de grades é limitado. Assim sendo, a área de grade em uma plataforma pode atingir algumas centenas de metros quadrados, fazendo com que o custo de substituição de elementos corroídos possa inviabilizar campos de pequena produção.

Neste trabalho é analisado o uso de compósitos em grades de piso, uma estrutura secundária de grande importância para a segurança da unidade além de ser um item crítico para os custos de manutenção das plataformas offshore. As características de desempenho do material em temperaturas elevadas, em conjunto com as características de segurança da unidade obtidas através de Análise Preliminar de Risco (APR), são utilizadas na discussão de uma metodologia de projeto baseada na performance do material.

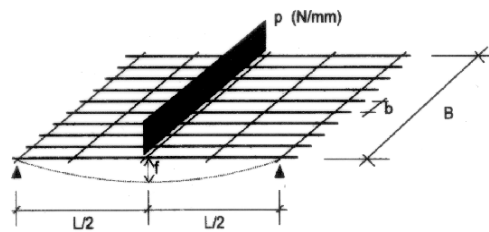
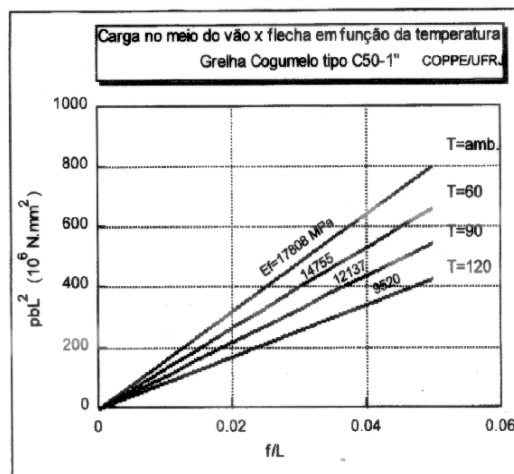
2. Características do Material

A resistência mecânica de compósitos à temperatura ambiente é maior que a necessária para o uso em grades de piso. A resistência à tração é muito maior que a do aço, porém, o módulo elástico à flexão é menor. Entretanto, no caso de grades de piso, esta última característica é benéfica, pois o menor módulo faz com que a grade de compósito, quando carregada, flexione mais do que a de aço. Isto proporciona mais conforto à quem caminha sobre um piso de compósito. A Figura 2 mostra como é possível atingir-se grandes flechas, dentro do regime elástico, nas grades de piso fabricadas com resina poliéster reforçada com fibras de vidro.



Figura 2 - Ensaio à temperatura ambiente atestam a grande resistência mecânica de grades de piso fabricadas em compósitos (Batista, 1998).

Com o aumento da temperatura ambiente a resistência mecânica do compósito diminui sensivelmente. Em consequência disto a flecha no centro do vão aumenta. As Figuras 3 e 4 ilustram, respectivamente, o comportamento no regime elástico de uma grade submetida a uma carga concentrada no centro do vão e carga distribuída.



b: distancia entre perfis

Figura 3 - Flecha no centro do vão em função da temperatura para uma carga P concentrada (Batista, 1998)

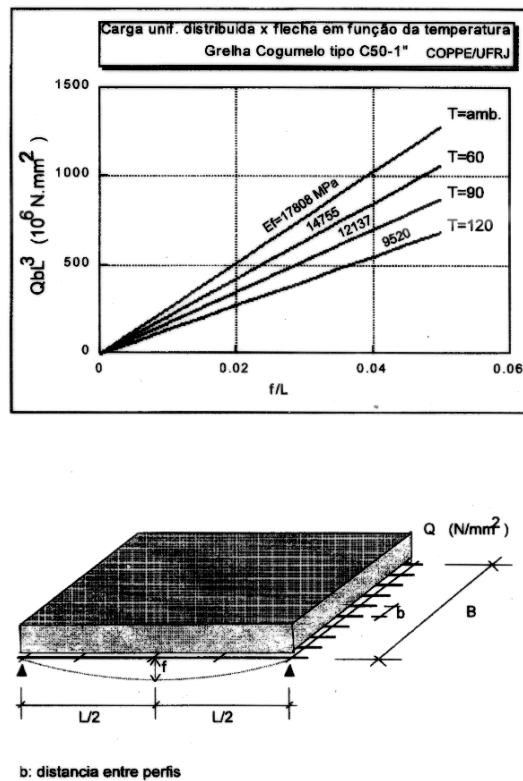


Figura 4 - Flecha no centro do vão em função da temperatura para uma carga Q distribuída (Batista, 1998)

Apesar de que uma grande flecha não é adequada ao uso, o tipo de deformação que a grade de piso fabricada com poliéster reforçado com fibras de vidro sofre não acarreta uma rápida falha catastrófica. A Figura 5 ilustra uma grade de piso similar àquela utilizada nos testes das Figuras 2 e 3 submetida a uma carga concentrada no centro do vão em um ambiente mantido à 90°C .



Figura 5 - Aspecto de uma grade de piso fabricada com resina poliéster reforçada com fibras de vidro submetida a uma carga concentrada no centro do vão em um ambiente mantido à 90°C (Abd, 1999)

O uso de compósitos em estruturas, em substituição ao aço, é limitado pela temperatura. O módulo elástico decresce gradativamente até que seja atingida a temperatura de transição vítrea (T_g) da matriz polimérica. A partir desta temperatura a resistência mecânica do material decresce rapidamente. Portanto, seu uso indiscriminado pode acarretar situações de risco, sobretudo em situações de emergência com fogo. Assim sendo, é necessário que seja feita uma Análise Preliminar de Risco (APR) na unidade em que se pretende instalar estruturas fabricadas em compósitos.

No caso de um acidente com incêndio na área de processo de uma plataforma de exploração, o calor gerado se distribuirá por toda unidade, elevando a temperatura ambiente em função da distância da fonte de calor. Em áreas próximas da fonte a temperatura ambiente atingirá valores muito acima do limite de uso de compósitos. Entretanto, em áreas mais afastadas a temperatura ambiente será adequada ao uso destes materiais.

Em uma APR são levados em consideração os riscos de que um sinistro ocorra nas diversas áreas da plataforma. Dependendo do equipamento e do tipo de acidente, assim como da probabilidade que ele ocorra, a APR é elaborada. A partir das conclusões da APR é possível modelar a distribuição de temperaturas ambiente na plataforma.

3. Características de Projeto e Instalação

As áreas que mais necessitam de manutenção em virtude da corrosão de elementos metálicos são as chamadas “áreas molhadas”, ou seja, aquelas que estão sujeitas ao respingo ou à névoa salina. Nestas áreas a velocidade que a corrosão consome o aço é surpreendente. Compósitos são extremamente resistentes à água do mar, sendo o material mais adequado para uso nestes locais.

Em 1986 a Shell fez a primeira grande aplicação de compósito offshore em uma estrutura usada na cabeça de poço em Southpass 62A (esta estrutura ainda está íntegra e em uso). Depois disso, o uso desta família de materiais vem crescendo aceleradamente. Entretanto, é fundamental que as especificações sejam bem elaboradas para evitar surpresas (Houghton, 1997).

Tanto o projeto como a fabricação devem ser testados e aprovados. O instalador também deve ser qualificado, assim como os inspetores que darão a aprovação final. Os fabricantes não usam muito o controle de qualidade, portanto, as especificações devem ser rígidas e controladas durante a fabricação - somente com controle cuidadoso do que está sendo comprado é possível ter certeza do que está sendo fornecido.

Para seleção do tipo de compósito e das áreas adequadas ao uso deste material pode ser usado um sistema baseado na performance. Este sistema possui cinco etapas:

1. elaboração da Análise Preliminar de Risco;
2. identificação de todos os fatores de performance relevantes para a aplicação;
3. quantificação dos requerimentos de desempenho funcional;
4. qualificação dos materiais que são aceitáveis tecnicamente;
5. seleção final baseada em custo, disponibilidade e risco.

Na primeira etapa devem ser reunidas as equipes de projeto, operação e segurança para que seja elaborada a Análise Preliminar de Risco. Com este estudo ficarão mais claros os requisitos necessários à cada aplicação, facilitando o trabalho da etapa 2. Além disto, os aspectos de segurança operacional da instalação estarão influenciando a seleção dos materiais, colaborando ainda para que sejam otimizados os recursos disponíveis para o desenvolvimento do projeto.

Na segunda etapa devem ser identificados somente aqueles fatores críticos, que determinarão a escolha do material. Por exemplo, não é necessário considerar características de resistência à chama em elementos que permaneçam submersos o tempo todo. Desta forma é possível eliminar requisitos e testes que não serão relevantes para o uso em questão, mas que, invariavelmente, aumentarão os custos de desenvolvimento.

Na terceira etapa devem ser estabelecidos os valores mínimos (ou máximos) necessários para cada aplicação, levando em conta as características funcionais e de “design”. Estes dados serão utilizados na quarta etapa, para selecionar os materiais adequados. Nesta etapa devem ser analisadas também as recomendações dos Órgãos Reguladores (Dahle, 1997) e das Classificadoras. Em algumas aplicações, ainda que aceitáveis tecnicamente, não é possível utilizar-se compósitos devido a restrições impostas tanto por Órgãos Governamentais como pelas Classificadoras.

Por fim, será feita uma análise técnico-econômica, e o material mais adequado para cada aplicação será indicado. Nesta fase devem ser considerados não apenas os custos de implantação, mas também os custos operacionais, a vida útil da instalação, a vida útil do campo e os custos de desmobilização.

Essa metodologia garante que os diversos aspectos que influenciam a vida econômica de um projeto sejam considerados, maximizando a relação custo/benefício ao longo de toda a vida útil do empreendimento.

4. Aspectos de Segurança Para Grades de Piso em Compósito

O uso de grades de piso fabricadas em compósito vem se generalizando. Existem empresas que padronizaram as grades de piso de compósito, sendo que as de uso mais difundido são aquelas fabricadas com resina poliéster reforçada com fibras de vidro e as fabricadas com resina fenólica reforçada com fibras de vidro. Ambas possuem

vantagens e desvantagens. A Petrobras vem usando as grades do primeiro tipo, cujo custo de aquisição no Brasil é menor que o segundo, além de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos.

Durante o desenvolvimento da aplicação foi dada grande importância ao aspecto de segurança. Foi selecionada uma unidade piloto, a plataforma de Pampo, onde o gasto de manutenção de grades de piso fabricadas em aço era relevante.

Em uma primeira fase foram substituídas as grades corroídas por outras fabricadas em compósito que deveriam atender a requisitos de desempenho mínimos. Durante os estudos para selecionar o material e o fornecedor foram desenvolvidos os critérios de aceitação, incluindo requisitos de resistência mecânica, química e à chama. Nesta fase foi realizada também uma APR, correspondendo à etapa 1 do procedimento sugerido.

Com as informações provenientes da Análise Preliminar de Risco realizada, foi modelado o perfil de distribuição de temperaturas na plataforma, no caso de sinistro com incêndio. As áreas que estivessem expostas às maiores temperaturas não receberiam grades de compósito e continuariam a utilizar as grades de aço. A APR trouxe vários benefícios adicionais para otimizar a segurança, além de permitir um conhecimento maior da unidade.

Concluído este estudo, foram identificados os fatores críticos de performance, que foram também quantificados, correspondendo às etapas 2 e 3 do procedimento proposto. Entre outras características, verificou-se a importância da resistência mecânica da grade em temperaturas elevadas, característica estudada na fase a seguir, que correspondeu à etapa 4 do procedimento proposto.

Na segunda fase foi estudado o comportamento das grades de resina poliéster reforçada com fibras de vidro quando submetidas à temperaturas elevadas, com o objetivo de verificar a adequabilidade do compósito de resina poliéster reforçada com fibras de vidro para esta aplicação. Considerou-se uma situação de emergência com incêndio que seria combatido pela brigada de incêndio com extintores. Concluído este estudo, chegou-se à etapa 5, quando foram analisados os aspectos econômicos e de segurança.

5. Conclusões

Foram apresentadas as características típicas de uma grade de piso fabricada em poliéster reforçado com fibras de vidro submetida à temperaturas ambientes elevadas. Esta aplicação foi usada para exemplificar uma metodologia de projeto baseada nos aspectos de segurança de uma unidade.

6. Referências

- BATISTA, E. Relatório da Coppe ET 150788, 1998
ABD, I. Reverse Engineering Ltd, Relatório número 37271-004, 1999
HOUGHTON, C. The use of composites in the Davy/Bessemer Monotowers, design, construction and operational experience, apresentado no seminário de "Developments in Composite Materials and Structures", Aberdeen, 1997
DAHLE, N. A Regulator's perspective on new materials for offshore applications, apresentado no seminário de "Developments in Composite Materials and Structures", Aberdeen, 1997