

Abstract

The use of fibre reinforced polymer matrix composites in pressure retaining structures such as pressure vessels and piping systems has been confined mostly to low pressure applications when no internal liner is used. The reason for this limited use is mainly due to the uncertainty with respect to the long-term reliability of polymer matrix composites under natural environment (moisture and temperature) and multi-axial loading.

This work involves an experimental and numerical investigation of the influence of moisture on quasi-static and long-term failure of GRP pipes submitted to lateral compression. Several mechanical tests, like three-point bending and double cantilever beam were performed on unconditioned and preconditioned specimens machined from GRP pipes. Thereafter, the flexural properties and critical energy release rate for delamination (G_{ld}) of the GRP pipes were determined and the influence of moisture on its values was assessed.

Long-term modulus predictions were performed applying Time-Temperature Superposition Principle (TTSP) and an empirical power law to Dynamic-Mechanical-Thermal Analyzer (DMTA) data of unconditioned and preconditioned specimens machined from GRP pipes. The predictions were compared with the results measured on real-time creep data.

Through the short and long-term experimental data the rupture energies and strain at failure of GRP pipes were determined and compared. The measured mechanical properties were used as input data on a numerical model developed by Faria [1] which allows the study of the damage mechanisms and global mechanics of the GRP pipes. The influence of the preconditioning in moisture and loading conditions on GRP pipes failure behaviour was assessed.

Keywords

GRP pipes, Mechanical Tests; Failure; Long-Term Properties; Creep.

Resumo

O uso de materiais poliméricos reforçados com fibra de vidro (PRFV) em estruturas sob pressão, tais como reservatórios e tubagens tem sido limitado a sistemas de baixa pressão quando não é utilizado nenhum “liner” interior. Este uso limitado é devido, essencialmente, ao desconhecimento das propriedades mecânicas a longo prazo deste tipo de materiais especialmente quando são aplicados em ambientes húmidos.

Neste trabalho é feito um estudo numérico/experimental sobre a influência da humidade na rotura a curto e a longo prazo de tubagens em plástico reforçado com fibra de vidro submetidas a compressão anelar. Diversos ensaios experimentais, tais como flexão em três pontos e ensaios DCB (“Double Cantilever Beam”), foram executados em provetes (condicionados e não condicionados) previamente maquinados de tubagens em PRFV. Assim, as propriedades mecânicas à flexão e a taxa crítica de libertação de energia em delaminação (G_{ld}) de tubagens em PRFV foram determinadas e a influência da humidade nesses valores foi estudada.

Previsões de módulo a longo prazo foram executadas aplicando o PSTT (Princípio de Sobreposição Tempo-Temperatura) e uma relação empírica sob a forma de potência a resultados de ensaios DMTA (Dynamic-Mechanic-Thermal Analyser) realizados em provetes não condicionados e pré-condicionados maquinados de tubagens em PRFV. As previsões de rigidez obtidas foram comparadas com resultados experimentais de fluência [1].

Através dos resultados de ensaios de curta e longa duração as energias e a deformação à rotura de tubagens em PRFV foram determinadas e comparadas. As propriedades mecânicas previamente determinadas foram utilizadas como parâmetros de entrada num modelo numérico desenvolvido por Faria [1] que permite o estudo dos mecanismos de dano neste tipo de estrutura. A influência do pré-condicionamento e das condições de carga na rotura das tubagens foi estudada.

Palavras-chave

Tubagens em PRFV; Ensaios mecânicos; Rotura; Propriedades a longo prazo; Fluência;