Universidade Federal do Rio de Janeiro

Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais  
EET 421 – Materiais Compósitos

**Trabalho de Macromecânica**

**Professor:** Bastian

**Alunos:** Thiago Carvalho Gonçalves

**DRE:** 107348769

Rio de Janeiro

01/03/2013

**1 – Introdução Teórica:**

Considerando um vaso de pressão, de 12’’ de diâmetro, que funciona com quatro camadas, com 1 mm de espessura cada, de Epóxi reforçadas com fibras de Vidro do tipo-E. As camadas estão destribuidas em uma configuração simétrica, balanceada do tipo: [θ/(- θ)/(- θ)/ θ] = [±θ]s. Sendo θ o ângulo correspondente ao ângulo das fibras em relação ao eixo do tubo.

**2 – Objetivo:**

Estudar a pressão de limite superior que o vaso de pressão suportará caso os ângulos de enrolamento sejam: θ = 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, e 90°.

**3 – Discussão e resultados:**

Carregamentos ao qual o tubo está submetido:

Longitudinal:  => P = (2.Fx)/r

Transversal:  => P = Fθ / r

Propriedades do material:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Vidro Tipo-E | | |
| E1 | 45600 | MPa |
| E2 | 16200 | MPa |
| G12 | 5830 | MPa |
| v12 | 0,278 |  |
| Xt | 1280 | MPa |
| Xc | 800 | MPa |
| Yt | 40 | MPa |
| Yc | 145 | MPa |
| S12 | 73 | MPa |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | 46887,35 | 4630,742 | |  | | --- | | 0 | |  |
| QEglass = | 4630,742 | 16657,35 | 0 |  |
|  | 0 | 0 | 5830 |  |
|  |  |  |  |  |

Através da matriz [ABD]-1 obtem-se [A]-1:

Para θ = 0°

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | 5,48246E-06 | -1,524E-06 | 0 | 0 | 0 | |  | | --- | | 0 | |
|  | -1,52412E-06 | 1,5432E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ABD-1 = | 0 | 0 | 4,288E-05 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 4,11184E-06 | -1,143E-06 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | -1,14309E-06 | 1,1574E-05 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,216E-05 |

Para θ = 15°

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | 6,19535E-06 | -2,429E-06 | 0 | 0 | 0 | |  | | --- | | 0 | |
|  | -2,42897E-06 | 1,588E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ABD-1 = | 0 | 0 | 3,219E-05 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 5,08988E-06 | -1,93E-06 | -3,43E-06 |
|  | 0 | 0 | 0 | -1,93006E-06 | 1,1937E-05 | 8,371E-07 |
|  | 0 | 0 | 0 | -3,42587E-06 | 8,371E-07 | 2,647E-05 |

Para θ = 30°

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | 9,05541E-06 | -5,134E-06 | 0 | 0 | 0 | |  | | --- | | 0 | |
|  | -5,13358E-06 | 1,649E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ABD-1 = | 0 | 0 | 2,149E-05 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 7,69721E-06 | -3,827E-06 | -4,12E-06 |
|  | 0 | 0 | 0 | -3,82731E-06 | 1,2368E-05 | -1,04E-07 |
|  | 0 | 0 | 0 | -4,1225E-06 | -1,041E-07 | 1,877E-05 |

Para θ = 45°

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | 1,41542E-05 | -7,287E-06 | 0 | 0 | 0 | |  | | --- | | 0 | |
|  | -7,28664E-06 | 1,4154E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ABD-1 = | 0 | 0 | 1,842E-05 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1,10007E-05 | -5,08E-06 | -2,47E-06 |
|  | 0 | 0 | 0 | -5,07993E-06 | 1,1001E-05 | -2,47E-06 |
|  | 0 | 0 | 0 | -2,47292E-06 | -2,473E-06 | 1,588E-05 |

Para θ = 60°

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | 1,64904E-05 | -5,134E-06 | 0 | 0 | 0 | |  | | --- | | 0 | |
|  | -5,13358E-06 | 9,0554E-06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ABD-1 = | 0 | 0 | 2,149E-05 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1,23684E-05 | -3,827E-06 | -1,04E-07 |
|  | 0 | 0 | 0 | -3,82731E-06 | 7,6972E-06 | -4,12E-06 |
|  | 0 | 0 | 0 | -1,04123E-07 | -4,123E-06 | 1,877E-05 |

Para θ = 75°

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | 1,58802E-05 | -2,429E-06 | 0 | 0 | 0 | |  | | --- | | 0 | |
|  | -2,42897E-06 | 6,1953E-06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ABD-1 = | 0 | 0 | 3,219E-05 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1,19366E-05 | -1,93E-06 | 8,371E-07 |
|  | 0 | 0 | 0 | -1,93006E-06 | 5,0899E-06 | -3,43E-06 |
|  | 0 | 0 | 0 | 8,37096E-07 | -3,426E-06 | 2,647E-05 |

Para θ = 90°

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | 1,54321E-05 | -1,524E-06 | 0 | 0 | 0 | |  | | --- | | 0 | |
|  | -1,52412E-06 | 5,4825E-06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ABD-1 = | 0 | 0 | 4,288E-05 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1,15741E-05 | -1,143E-06 | 3,091E-22 |
|  | 0 | 0 | 0 | -1,14309E-06 | 4,1118E-06 | -9,95E-22 |
|  | 0 | 0 | 0 | 3,09055E-22 | -9,947E-22 | 3,216E-05 |

O tubo está submetido apenas a carregamentos longitudinais e transversais, assim:

Nx = Fx = P.r / 2

Ny = Fθ = P.r

Sabe-se também que o laminado é simétrico para todos os θ escolhidos, logo a matriz [B] é igual a zero, resultando em:



Para analisar a tensão que provocará a ruptura do tubo, foi utilizado uma pressão de   
P = 5 MPa, resultando em um Nx = 381,00 N/mm e Ny = 762,00 N/mm. Para esse valor de pressão utilizado, as tensões principais atuates, para cada θ, no compósito são:

Para θ = 0°

|  |  |
| --- | --- |
| σ1 | σ2 |
| 95,3 | 190,5 |

Para θ = 15°

|  |  |
| --- | --- |
| σ1 | σ2 |
| 105,8 | 179,9 |

Para θ = 30°

|  |  |
| --- | --- |
| σ1 | σ2 |
| 144,4 | 141,3 |

Para θ = 45°

|  |  |
| --- | --- |
| σ1 | σ2 |
| 202,2 | 83,6 |

Para θ = 60°

|  |  |
| --- | --- |
| σ1 | σ2 |
| 215,6 | 70,1 |

Para θ = 75°

|  |  |
| --- | --- |
| σ1 | σ2 |
| 198,5 | 87,2 |

Para θ = 90°

|  |  |
| --- | --- |
| σ1 | σ2 |
| 190,5 | 95,3 |

Tomando que XT = 1280 MPa e YT = 40 Mpa, pode-se perceber que a de σ2 que irá resultar na fratura do material mesmo para os casos onde a tensão de σ1 é maior que a de σ2, devido a uma baixa resistência a tensão transversal do compósito (YT). Finalmente, Para se obter as tensões máximas que o tubo suporta é multiplicado o R por Nx e Ny, além disso se obtem também, para cada θ, o Pmax.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| θ | R | NY.R [Mpa] | Pmax [MPa] |
| 0 | 0,209974 | 32,00 | 0,21 |
| 15 | 0,222346 | 33,89 | 0,22 |
| 30 | 0,283086 | 43,14 | 0,28 |
| 45 | 0,478469 | 72,92 | 0,48 |
| 60 | 0,570613 | 86,96 | 0,57 |
| 75 | 0,458716 | 69,91 | 0,46 |
| 90 | 0,419727 | 63,97 | 0,42 |

Assim, se torna possível obter um gráfico θ x Pmax e determinar para qual ângulo de fibras o tubo suportará uma pressão maior:

|  |
| --- |
|  |

**4 – Conclusão**

Para se obter o Pmax é neccessário utilizar o [±θ]s **=** 60.