

Introdução

A poliamida 11, conhecida também como Nylon 11, é obtida por reação de condensação de ácidos amínicos, ou um diácido e uma diamina, ou pela abertura de um anel de uma lactama. Este polímero apresenta boa resistência mecânica, e química, e baixa absorção de umidade. A poliamida 11 está presente nos riser utilizados na extração de petróleo e gás em alto mar. O riser é um duto de multicamadas composto de polímeros e metais. O polímero sofre uma reação de hidrólise, que é um processo de envelhecimento mais comum e prejudicial para esta aplicação de polímero, esta é favorecida pela elevação da temperatura, pelo baixo pH e por altas pressões.

Materiais e Métodos

Foram realizados testes de inchamento, viscosidade inerente e termogravimetria (TGA) em amostras de poliamida 11 extraída de um riser usado (PA11 Usada) por 14 anos num campo de gás, sob uma pressão de 150 bar e uma temperatura de 15°C, e os resultados foram comparados com a PA11 extraída de um riser virgem (PA11 Virgem).

O ensaio de viscosidade intrínseca foi baseado no relatório técnico API 17TR2. Foram obtidas soluções de concentração $5,00 \pm 0,02 \times 10^{-3} \text{g/cm}^3$. As medições de viscosidade foram realizadas em um viscosímetro Ubbelohde, em um banho de água a 20 °C. No teste de inchamento as amostras foram cortadas com área aproximada de 1cm^2 e em cinco diferentes espessuras. As amostras foram submetidas a um aumento gradual da temperatura até 200°C, numa estufa com ambiente úmido. Foi medida a espessura em seis diferentes temperaturas.

Resultados e Discussões

A curva de TGA mostrada na Figura 1, indica que ocorreram três processos de perda de massa. Um entre 250 e 350 °C, que é relacionada à evaporação dos aditivos voláteis, como o plastificante. O segundo e terceiro processos ocorrem a partir de 400 °C, são atribuídos à decomposição do polímero e são difíceis de observar separadamente.

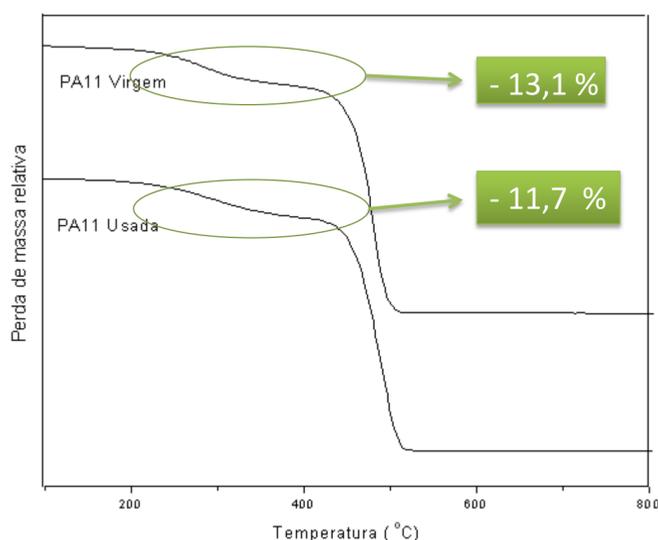


Figura 1: Curva de TGA PA11 Virgem e PA11 usada.

O primeiro evento de perda de massa é maior para a PA11 Virgem, evidenciando que houve a perda de plastificante na PA11 Usada durante o uso.

O relatório técnico API 17TR2 recomenda uma viscosidade inerente, mínima de 1,200 dL/g para uma utilização segura da PA11 em risers flexíveis. Os resultados são mostrados na Tabela 1 e indicam que ocorreu uma diminuição da massa molar da PA11 extraída do riser usado, porém se encontra ainda dentro do limite recomendável.

Tabela 1: resultados do ensaio de viscosidade inerente

	PA11 Virgem	PA11 Usada
Viscosidade inerente (dL/g)	1.604	1.342
Massa molar (g/mol)	50.560	46.807

A expansão máxima foi verificada em 175°C. A PA11 Usada sofreu maior expansão. A expansão pode estar associada à volatilização da água ou de compostos de baixa massa molecular (como oligômeros), que podem ter sido formados no processo de hidrólise.

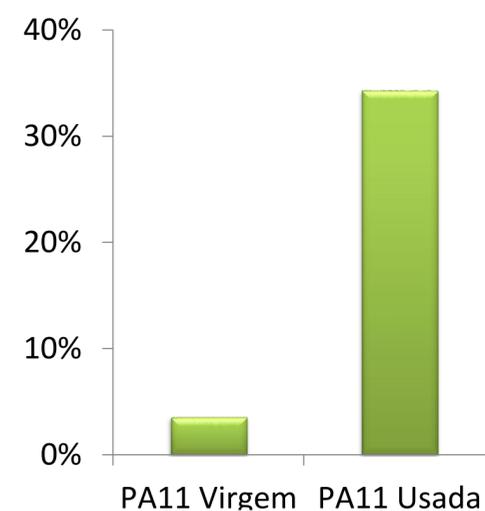


Figura 2: resultados da expansão

Conclusão

A PA11 Usada sofreu degradação pela reação de hidrólise, e perda da massa molar. A quantidade de plastificante no polímero envelhecido era menor que no polímero virgem, evidenciando a perda durante o uso. A presença de gases aprisionados ou outros compostos de baixa massa molecular levaram a formação de bolhas dentro do polímero com o aumento da temperatura, provocando a expansão da poliamida.

Referências Bibliográficas

API 17TR2 - *The ageing of PA-11 in flexible pipes*. 2003. 1ª edição
 Sebastião V. Canevarolo Jr; 3ª edição, 2010 – ArtLibris editora.
 n-Nylons: Their synthesis, structure and properties. Shaul M. Aharoni;
 1ª edição, 1997– Wiley