

MpoDe06-001

Desenvolvimento de um método óptico para controle de qualidade do papel de isolamento de transformadores de distribuição

Marques, M.C.(1); González, M.E.L.(1); Wanderley Neto, E.T.(1);
(1) UNIFEI;

A isolamento de transformadores de distribuição consiste em um sistema papel-óleo, baseado no enrolamento de múltiplas camadas de papel Kraft imerso em óleo isolante. A função do papel é suportar a alta tensão elétrica e mecânica e do óleo é manter as propriedades dielétricas do sistema elevada e refrigeração. Para avaliar a degradação do papel é necessário ter acesso direto a ele, o que só é possível durante grandes reparações ou na abertura post-mortem do equipamento. Diante disso, é necessário o desenvolvimento de novos métodos para avaliar a degradação do papel de isolamento em serviço. Nesta pesquisa foi estudado o envelhecimento térmico acelerado de um sistema de isolamento papel Kraft-óleo. O projeto teve por objetivo determinar o índice de cristalinidade total (ICT) do papel Kraft por meio da espectroscopia FTIR. A fim validar o método, o ICT foi relacionado com o grau de polimerização médio (GP) determinado por viscosimetria. Para o estudo da degradação, a fim de simular o interior do enrolamento do transformador, tiras de papel foram envoltas em fios de cobre, imersas em óleo vegetal e mantidas em estufa a 100 °C e retiradas após 143, 216 e 311 horas nomeadas A1, A2 e A3, respectivamente. As amostras foram submetidas a extração soxhlet para eliminar o óleo, lavadas, cortadas e secas em dessecador. O GP foi determinado seguindo a NBR 8148. Nos espectros FTIR do papel, o ICT foi determinado a partir da razão entre as bandas de vibração das ligações químicas relacionadas com a região cristalina e não-cristalina. Nas micrografias, buscou-se por modificações microestruturais e morfológicas nas amostras. A celulose é um polímero semicristalino, cujas cadeias se dividem em regiões altamente ordenadas (cristalinas) e regiões menos ordenadas (não-cristalinas). Sendo a cristalinidade em polímeros fortemente dependente do grau de polimerização e das interações entre as cadeias, esta confere resistência a altas temperaturas e boas propriedades mecânicas, bem como certa estabilidade química. A medida em que o papel é degradado acontece a diminuição do grau de polimerização assim como da cristalinidade. O valor do ICT foi de 0,63 do papel Kraft virgem, para 0,46 do A1, 0,41 do A2 e 0,36 do A3. A microscopia eletrônica de varredura mostrou um padrão de organização das fibras regulares entrecruzadas para as amostras virgem e degradada. A diferença se deu na malha fechada com superfície ondulada apresentada no primeiro caso, enquanto o segundo apresentou perfurações e uma superfície mais plana. Durante o estudo, o papel Kraft mostrou sinais de degradação, o que permitiu estabelecer uma correlação entre as propriedades físico-químicas das amostras e o envelhecimento do sistema de isolamento. Os resultados obtidos mostraram como a espectroscopia pode ser uma ferramenta importante para inferir o envelhecimento do papel Kraft, pois permite de forma rápida e simples determinar o nível de degradação deste por meio do ICT.