

Información Técnica

ANÁLISIS DE COMPUESTOS FURÁNICOS

El papel aislante está compuesto de fibras de celulosa extraídas de la madera y de otras fuentes vegetales. La celulosa difícilmente se encuentra pura en la naturaleza y con frecuencia se encuentra acompañada de otras sustancias como los ligninos y pentosanos (hemicelulosas).

Durante la fabricación del papel, la madera se trata químicamente para reducir la concentración de ligninos y pentosanos. Tras el tratamiento, la composición química del papel es del orden de un 89% de celulosa con pequeñas cantidades de lignino (3-4%) y hemicelulosa (7-8%). Dependiendo del proceso de formación existen varios tipos de papeles para aplicaciones eléctricas: KRAFT, MANILA, PRESPHAN, etc.

Una vez que comienza la degradación del papel todas sus propiedades se deterioran, las propiedades mecánicas lo hacen más rápidamente que las propiedades dieléctricas.

El grado de polimerización (DP) es el número de unidades de anhidro glucopiranosas en la cadena de celulosa. Durante la degradación, la rotura de los enlaces glicosídicos de la cadena da lugar a una reducción del DP. Eso tiene como resultado una reducción de las propiedades mecánicas del material y la formación de productos de descomposición como agua, óxido de carbono, derivados furánicos y otros.

Se puede decir que la degradación de la celulosa es un mecanismo complejo catalizado por la presencia de agua, oxígeno disuelto y el efecto de la temperatura además de otros factores que pueden influir como la presencia de cobre, la adición de aditivos estabilizantes térmicos, etc.

Hay básicamente dos mecanismos por los que se sucede la degradación de la celulosa dependiendo que el paso predominante sea la pirólisis o la hidrólisis. En la práctica ambos mecanismos se solapan a lo largo del tiempo en servicio del equipo.

En la pirólisis la reacción se sucede vía levoglucosano (1,6-anhidro-D-glucopiranosas). Un azúcar deshidratado que después de reordenamientos de enlaces y pérdida de agua y formaldehído ($H_2 + CO$) da lugar a 2FAL y otros productos.

En la hidrólisis la reacción pasa por la formación de un epóxido o un enol, que tras reordenamientos internos y posterior pérdida de agua y formaldehído da lugar a 2FAL y otros productos.

En términos cuantitativos la degradación térmica de la celulosa genera, en órdenes de mayor a menor cantidad: $H_2O + CO_x >$ Derivados Furánicos y Carbonílicos $>$ Alcoholes, ácidos, hidrocarburos aromáticos y alifáticos...

Es difícil establecer una relación entre el grado de polimerización (DP) medio del papel y la concentración de derivados furánicos en el aceite. Existen varios estudios al respecto que proporcionan un rango de valores de DP orientativos; sin embargo, no es posible esperar un grado de confianza elevado de estas estimaciones dado que el DP medio real dependerá de muchos factores tales como tratamientos realizados al aceite, relación papel/aceite, temperaturas de trabajo, contenido en compuestos ácidos y oxígeno, etc.

En general se puede establecer unos rangos de contenido en derivados furánicos que, con mayor o menor exactitud, permiten obtener una idea general del estado degradativo del aislamiento celulósico. Aplicando las estimaciones del DP a partir del contenido en derivados furánicos, se intenta relacionar el deterioro del papel con el tiempo en servicio del equipo, que guarda cierta relación con lo que realmente ocurre.

Es preciso hacer notar, que la situación real del aislamiento celulósico de un transformador va a depender del tipo de equipo, condiciones de utilización, e historial de este.

Se considera el fin de la vida útil de un aislamiento cuando éste alcanza una reducción del 50%-60% de la resistencia a la tensión con respecto a los valores iniciales.

Teniendo en cuenta que los DP se encuentran en torno a valores de 1000 a 800 unidades, se puede estimar el fin de la vida útil del papel en torno a 250-200 unidades y por lo tanto tomar estos como niveles de ALARMA. En lo que respecta al nivel de ALERTA, se sitúa normalmente en torno a 400 unidades, lo que se corresponde con valores de DP entre el 40%-50% de los iniciales.

Conclusiones

Se puede considerar el análisis de compuestos furánicos como un modo útil, rápido y económico de realizar un monitoreo de las condiciones de funcionamiento de un transformador, siendo también un complemento importante en la detección de averías y fallos incipientes cuando se utilizan técnicas más complejas.

Fuente: CEIS