Application Note AN-PAN-1008

Análisis en línea del ácido sulfúrico en el proceso de cumeno (producción de fenol)

El fenol es una materia prima versátil que se utiliza para producir una amplia gama de compuestos, como polímeros (p. ej., policarbonatos y epoxis), fibras sintéticas (p. ej., nailon) y resinas (p. ej., bisfenol A). Estos se emplean ampliamente en textiles, madera contrachapada y encimeras, plásticos para electrodomésticos y electrónica, y materiales para adhesivos. El fenol también sirve como materia prima para detergentes, herbicidas y productos farmacéuticos. En medicina, actúa como desinfectante y antiséptico [1].

Más del 90 % del fenol a nivel mundial se obtiene a partir de cumeno, mediante la ruta del hidroperóxido de cumeno [2]. Un paso crucial en este proceso es la escisión ácida de este peróxido, es decir, su descomposición en acetona y fenol [2,3].

Esta nota de aplicación de proceso demuestra el uso del analizador de procesos TI 2060 o del analizador de procesos 2035 para la titulación potenciométrica del ácido sulfúrico en el proceso de cumeno, lo que permite un control estricto de su concentración para obtener posteriormente un fenol de alta calidad.

INTRODUCCIÓN

Debido a su importancia comercial, se han desarrollado varios métodos para la producción de fenol. La mayor parte del fenol se produce mediante el llamado «proceso de cumeno», basado en la oxidación autocatalítica del cumeno y la escisión con ácido diluido del hidroperóxido de cumeno (CHP) formado.

El proceso de cumeno (o proceso de Hock) consta de tres etapas:

1. producción de cumeno a partir de benceno y propileno;
2. conversión de cumeno en hidroperóxido de cumeno;
3. descomposición (escisión) del hidroperóxido de cumeno preconcentrado en fenol y acetona.

En la última etapa, se utilizan pequenas cantidades de ácido sulfúrico (H2SO4) para catalizar la reacción. Dado que la reacción de escisión es muy inestable, el reactor de descomposición (Figura 1) debe operarse bajo un estricto control de temperatura y acidez, con un alto nivel de reflujo de acetona [2].

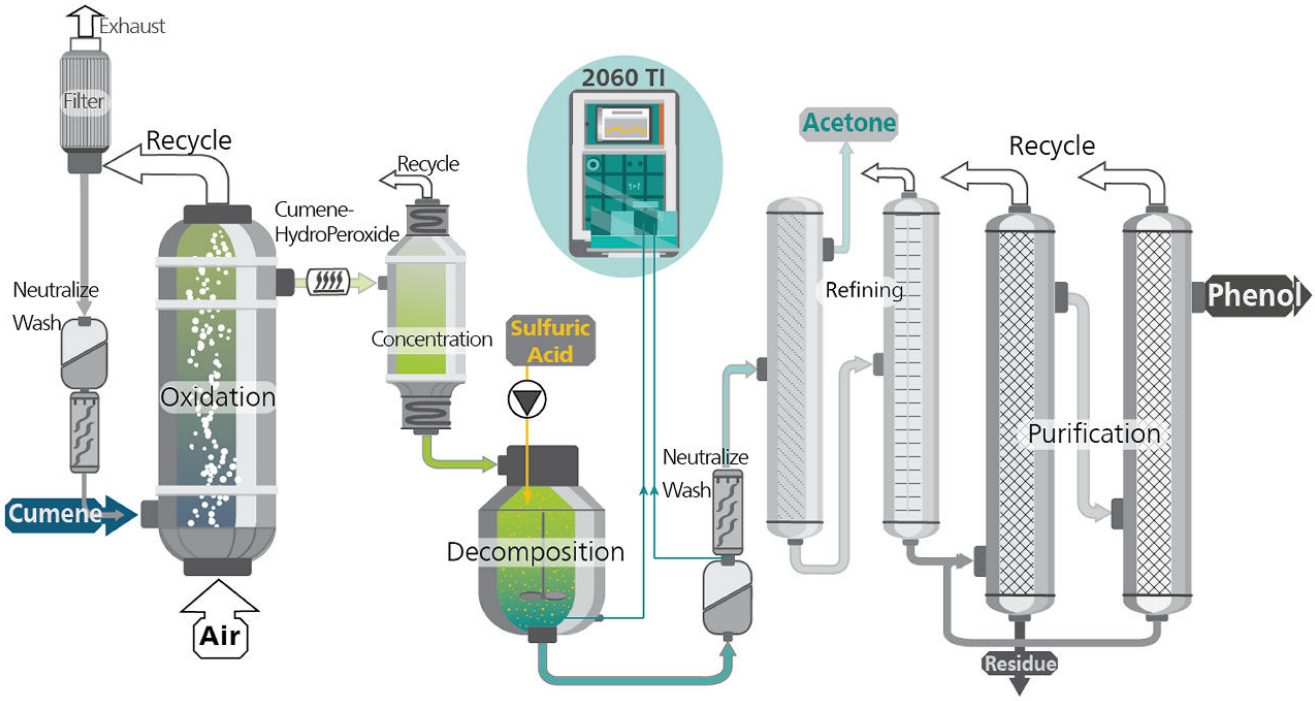

Figura 1. Esquema simplificado que muestra cómo se produce el fenol a partir del cumeno.

En la práctica, muchas reacciones secundarias tienen lugar simultáneamente con las reacciones mostradas en la Figura 2.

El dimetilfenilcarbinol (DMPC) es el principal subproducto de oxidación, que reacciona posteriormente en medio ácido para formar α-metilestireno (AMS). El AMS puede ser un subproducto deseado o puede reciclarse a la etapa de alimentación de cumeno. Existen circuitos de recirculación en varios puntos para la optimización del proceso (Figura 1).

Además de controlar los diversos subproductos, prevenir la formación de cuerpos coloreados y la corrosión es de suma importancia. Por lo tanto, es necesario eliminar los restos de ácido sulfúrico antes de la destilación y purificación posteriores. Así, la medición precisa y en línea del ácido sulfúrico desempena un papel fundamental en el proceso general de producción de cumeno.

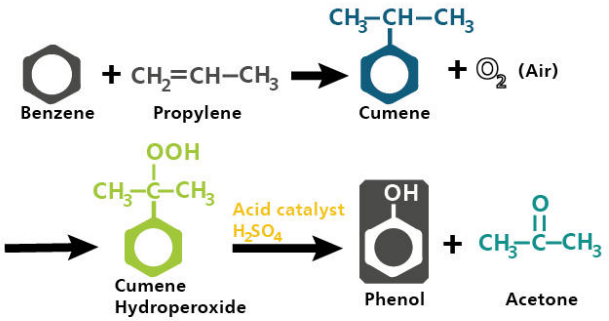

Figure 2. Overall reaction mechanism for the cumene process

APLICACIÓN

El ácido sulfúrico se analiza en línea mediante titulación potenciométrica. Se mide en la corriente de descomposición y en otras etapas posteriores de la producción. El método de titulación, reconocido como técnica de referencia y medición absoluta, permite obtener alta precisión y una validación sencilla.

Rango de etapas del proceso	Rango [mg/L H_2SO_4]
Descomposición	0–40
Downstream	0–350

OBSERVACIONES

En entornos explosivos peligrosos, los analizadores de procesos deben ser aptos para su uso a prueba de explosiones. El analizador de procesos 2060 TI EX Proof (Figura 3) de Metrohm Process Analytics cuenta con la certificación ATEX (2014/34/UE). Funcionalmente es idéntico al analizador de procesos 2060 TI, pero dispone de una carcasa completamente de acero inoxidable, todos los aisladores y barreras intrínsecamente seguros eléctricos necesarios, y está provisto de un sistema de purga EX-P.

Figure 3. The 2060 TI EX Proof Process Analyzer from Metrohm Process Analytics.

CONCLUSIÓN

El analizador de procesos Metrohm Process Analytics 2060 TI EX Proof puede medir con precisión la concentración de ácido sulfúrico en la producción de fenol en línea, lo que facilita una producción optimizada, una mejor calidad y un menor consumo de productos químicos.

REFERENCIAS

1. *Phenol - Chemical Safety Facts*. https://www.chemicalsafetyfacts.org/chemicals/phenol/ (accessed 2025-10-02).
2. Schmidt, R. J. Industrial Catalytic Processes—Phenol Production. *Applied Catalysis A: General* 2005, *280* (1), 89–103. DOI:10.1016/j.apcata.2004.08.030
3. Engineers Guide: Cumene Peroxidation Process for Phenol Production. *Engineers Guide*.

BENEFICIOS DEL ANÁLISIS DE PROCESOS EN LÍNEA

- Optimice la calidad del producto y aumente la rentabilidad con tiempos de respuesta rápidos ante variaciones en el proceso.
- Diagnóstico totalmente automatizado: alarmas automáticas cuando las muestras se salen de los parámetros especificados.

CONTACT

Metrohm Argentina S.A.
Avda. Regimiento de
Patricios 1456
1266 Buenos Aires
info@metrohm.com.ar

CONFIGURACIÓN

2060 TI Ex Proof Process Analyzer

El **2060 TI Ex Proof Process Analyzer** es un instrumento de análisis de procesos de química húmeda intrínsecamente seguro para la monitorización de procesos en entornos peligrosos en zonas con gases o polvos calificadas como zona 0, 1 y 2 o 20, 21 y 22. Cumple con las directivas UE 94/9/CE (ATEX95) y está certificado para áreas de Zona 1 y Zona 2. Su diseno combina un sistema de purgado y presurización con dispositivos electrónicos intrínsecamente seguros. La fase de purgado de aire y la sobrepresión permanente impiden que cualquier tipo de atmósfera potencialmente explosiva entre en la caja del instrumento de análisis.

El diseno del instrumento de análisis evita la necesidad de purgar grandes recintos protectores del instrumento, lo que permite instalarlo directamente en la línea de producción dentro de zonas peligrosas. También permite aplicar diversas técnicas como titulación en general, titulación Karl Fischer, fotometría, medidas con electrodos ion-selectivos y medidas directas.