

Antecedentes, objetivos y alcance del trabajo

3

"Arriving at one goal is the starting point to another"

(Fyodor Dostoevski, 1821-1881)

3.1. ANTECEDENTES DEL TRABAJO

El Grupo de Investigación DePRO, Desarrollo de Procesos y Control de Contaminantes, del Departamento de Ingeniería Química y Química Inorgánica de la Universidad de Cantabria, integrado en la Unidad de Sostenibilidad de la Producción de Cantabria (SOSPROCAN), ha realizado en los últimos años importantes esfuerzos en la búsqueda de alternativas sostenibles en torno a la industria del flúor, tanto en el desarrollo de procesos como en el control de efluentes originados en los procesos de producción y consumo de ácido fluorhídrico y derivados fluorados.

Dichos esfuerzos han estado generalmente asociados a las necesidades concretas del sector. En este contexto, la estrecha relación con la empresa Derivados del Flúor, S.A. ubicada en Ontón (Cantabria), formalizada a través de varios convenios de colaboración, ha permitido la aplicación directa de los progresos y avances encontrados, produciéndose una transferencia directa de los resultados de la investigación, siendo por tanto una investigación eminentemente aplicada (Difusión de resultados y proyectos financiados en Capítulo 7).

Desde que a principios de la década de los 90 el grupo DePRO iniciara sus primeros pasos en el desarrollo de procesos y control de contaminantes relacionados con la industria del flúor hasta la actualidad, la experiencia adquirida le ha permitido situarse entre los más relevantes en la búsqueda de soluciones técnicas relacionadas con este sector, aportando su experiencia y contribuyendo a su crecimiento, pero siempre apostando por la integración del desarrollo tecnológico y el respeto al medioambiente, promoviendo de este modo la aplicación de una gestión industrial ambiental sostenible.

Durante más de una década, se han llevado a cabo diferentes trabajos relacionados con la optimización de procesos, la calidad y la purificación de productos y el control de contaminantes. Así, el antecedente que origina el presente trabajo y que desencadena esta tesis, comienza con la necesidad de puesta a punto de la planta de fabricación de trifluoruro de aluminio en lecho

fluidizado instalada en 1995 por Derivados del Flúor, S.A. Los trabajos de simulación y optimización del proceso fueron enmarcados en el proyecto de investigación del Plan Nacional de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología bajo el título «Optimización del proceso de obtención de trifluoruro de aluminio en reactor de lecho fluidizado con recuperación de energía y HF».

Bajo las condiciones óptimas alcanzadas, el funcionamiento estándar del proceso venía fuertemente marcado en el año 2001 por las pérdidas de HF (55 Kg HF/Tm AlF_3), lo que suponía unos costes asociados a dichas pérdidas de en torno a 650.000 €/año, incluidos los costes de depuración y tratamiento de las aguas ácidas. Ante esta situación, se plantea la necesidad de un tratamiento ambiental adecuado de los gases residuales procedentes del proceso de fabricación de trifluoruro de aluminio que eran enfriados y absorbidos en un sistema de depuración de gases mediante una corriente de agua y tratados, junto con las demás corrientes residuales generadas en otros procesos de producción de la planta, en una planta central de tratamiento de efluentes fluorados mediante un tratamiento convencional de precipitación sin segregación de corrientes.

La posibilidad de reducir las pérdidas de HF, y por tanto la posibilidad de optimización técnica, económica y ambiental del sistema de captación húmeda de gases, una vez descartada la posibilidad de agotamiento del HF en la corriente de salida, se planteaba como una necesidad técnica prioritaria y de repercusión inmediata en la economía del proceso.

La experiencia del grupo DePRO en procesos de desulfuración de gases, permitía a este grupo de investigación presentarse perfectamente capacitado para afrontar la búsqueda de una solución técnica para la minimización de las pérdidas de HF con dos criterios fundamentales: i) evitar la generación de un efluente líquido que en el proceso de tratamiento mediante precipitación generara grandes volúmenes de lodos no reutilizables y, ii) la posibilidad de obtención de un producto valorizable en el proceso de fabricación de AlF_3 que paliara las pérdidas económicas derivadas.

Así, se realizó un estudio de la recuperación de HF en la salida del sistema de depuración de gases a través de la utilización de alúmina como material absorbente para su posterior valorización en el proceso de fabricación de trifluoruro de aluminio. Las principales conclusiones obtenidas mostraban la inviabilidad del proceso propuesto fundamentada en cuestiones técnicas y económicas. La elevada carga de HF en la corriente de salida de gases del sistema de producción de AlF_3 , dependiente del rendimiento de la reacción de obtención de trifluoruro de aluminio y a su vez de varios factores tales como el exceso de HF estequiométrico para obtener AlF_3 , las condiciones de temperatura o el grado de activación de la alúmina, presentaban la necesidad de grandes cantidades de alúmina y de alto grado de activación para completar la absorción del HF a la temperatura de salida de los gases. En estas condiciones, los costes del proceso planteado aumentaban considerablemente, no siendo posible su aplicación desde el punto de vista técnico-económico.

Desde el punto de vista de la gestión ambiental, se habían aplicado todas aquellas medidas entendidas como «integradas en el proceso». El objetivo de dichas medidas consistía en la mejora ambiental del proceso, y el intento de reducir, o incluso evitar, la generación de las corrientes residuales en origen antes de su descarga. De este modo, estas «mejoras de proceso» hubieran ayudado a disminuir los costes de los tratamientos posteriores y de la gestión de los residuos generados, a la vez que incrementar la eficiencia económica mediante un aumento del rendimiento del proceso y la reducción del uso de materias primas.

3.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Con los antecedentes descritos, el objetivo del trabajo a desarrollar no se alejaba en gran medida del planteado inicialmente. Fundamentado en la necesidad de una reducción de los costes económicos derivados de las pérdidas de HF, se plantea una alternativa al tratamiento de efluentes industriales fluorados llevado a cabo mediante precipitación.

Además, ante la realidad de una Política Comunitaria en materia de medio ambiente que centra sus objetivos en el Desarrollo Sostenible a través, de entre otras actuaciones, del desarrollo e implantación de tecnologías limpias y sostenibles, la alternativa al tratamiento de los efluentes fluorados debería conciliar los beneficios económicos, ambientales y sociales propios de un Desarrollo Sostenible.

Para ello, el objetivo general de esta tesis se ha dividido en varios objetivos parciales:

- Selección de una tecnología sostenible para el tratamiento de efluentes industriales fluorados mediante el análisis preliminar de alternativas tecnológicas disponibles, considerando factores técnicos, económicos, ambientales y sociales, así como prestando especial atención a las consideradas Mejores Técnicas Disponibles en los documentos BREF.
- Seleccionada la cristalización en reactor de lecho fluidizado como tecnología limpia para el tratamiento de efluentes industriales fluorados con recuperación y posterior valorización de producto, se plantea necesario el estudio del proceso en condiciones tales que permita cumplir las condiciones planteadas inicialmente en cuanto a los criterios de sostenibilidad propuestos.

El estudio realizado de la influencia de distintas condiciones y variables de proceso constituye el núcleo central del trabajo presentado, pudiéndose a su vez dividir la consecución de dicho objetivo en varios puntos:

- Estudio del proceso de neutralización/precipitación de fluoruros con distintos reactivos cálcicos mediante el estudio del equilibrio calcio/flúor, así como la determinación de la influencia del reactivo cálcico en las propiedades del producto precipitado: composición, tamaño, filtrabilidad, etc.

- Estudio del tratamiento de efluentes fluorados mediante cristalización en reactor de lecho fluidizado utilizando arena de sílice como material de siembra. Dicho estudio incluirá la influencia de las variables de operación y las condiciones de operación óptimas que maximicen el rendimiento del proceso.
- Determinación del material de siembra óptimo para la obtención de fluoruro cálcico sintético y su posterior valorización a través de la caracterización del producto.
- Modelado de la cinética del proceso a través de la velocidad de crecimiento de los pellets de fluoruro cálcico mediante cristalización en un reactor de lecho fluidizado.

3.3. ALCANCE DEL TRABAJO

En referencia a lo establecido en el VI Programa de Acción Comunitario en materia de Medioambiente sobre la promoción de modelos sostenibles de producción y consumo, el uso de mejores técnicas disponibles se presenta como una estrategia básica de gestión ambiental.

Atendiendo al rendimiento de tratamiento de efluentes industriales, la cristalización en reactor de lecho fluidizado permite alcanzar altos grados de eliminación de fluoruros tal y como queda recogido en el documento BREF CWW relativo a la gestión y tratamiento común de aguas y gases residuales en la industria química. Sin embargo, la implantación de esta tecnología en una aplicación concreta, como es la corriente fluorada obtenida en el sistema de captación húmeda de gases del proceso de fabricación de trifluoruro de aluminio en reactor de lecho fluidizado, no resulta fácil e inmediata. De este modo, este trabajo permitirá determinar la viabilidad de su aplicación, así como la definición de las condiciones en las que la tecnología descrita puede ser susceptible de ser aplicada, a la vez que contribuir a un mayor conocimiento general del proceso y su difusión en dicho documento BREF.

Por otro lado, basado en los principios que con carácter general han sido fijados para la determinación de mejores técnicas disponibles en el marco de los Documentos BREF derivados de la Directiva IPPC, la cristalización de fluoruros en reactor de lecho fluidizado, podría considerarse como técnica minimizadora de la generación de residuos, a la vez que como técnica de recuperación de productos. La obtención de un producto de características adecuadas para su valorización, y en este caso concreto, fluoruro cálcico sintético grado ácido para su valorización en la industria de fabricación de ácido fluorhídrico, permitiría la introducción de la recuperación de fluoruros de aguas residuales industriales mediante cristalización en reactor de lecho fluidizado en el documento BREF relativo a Grandes Volúmenes de Productos Químicos Inorgánicos (BREF LVIC-AAF).

De este modo, tras la selección de la técnica y el análisis de los niveles de emisión y consumo asociados, incluido el estudio de sostenibilidad previo de la tecnología, la contribución del proceso al sector de fabricación de ácido fluorhídrico y derivados fluorados cubriría un amplio rango de necesidades del sector en la Unión Europea, por un lado en lo referido a las limitaciones de disponibilidad de fluorita natural y, por otro lado, en lo concerniente a la necesidad de integración de la correcta gestión ambiental en la gestión empresarial a través de la introducción de la calidad ambiental, dados los requerimientos de adaptación al nuevo marco comunitario que supone la Directiva de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

El alcance de los objetivos fijados en este trabajo permitirá, mediante el desarrollo de tecnologías limpias y sostenibles, favorecer el desarrollo económico y social, protegiendo el medio natural de la explotación incontrolada de recursos y de una cada vez mayor carga contaminante.

