

**PROYECTO INTEGRADOR
CARRERA DE INGENIERÍA NUCLEAR**

**CAPTURA/SEPARACIÓN DE HIDRÓGENO EN
LA PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS**

Mauro L. Milidoni

Director
Dr. Gabriel O. Meyer

Co-Director
Dr. Alberto L. Baruj

Instituto Balseiro
Comisión Nacional de Energía Atómica
Universidad Nacional de Cuyo

Junio 2012

Índice de contenidos

Glosario de símbolos	iii
Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción	3
1.1. Radioisótopos en medicina	4
1.2. Producción de radioisótopos en Argentina	5
1.2.1. Esquema actual de producción y almacenamiento de gases.....	7
1.2.2. Limitaciones para el aumento de producción	9
1.3. Análisis del problema.....	10
1.4. Objetivos	12
2. Técnicas de separación/purificación de Hidrógeno	14
2.1. Membranas purificadoras de hidrógeno	15
2.2. Sistemas metálicos formadores de hidruro.....	18
2.2.1. Propiedades.....	18
2.2.2. Aplicación de los metales formadores de hidruro en la purificación/separación de hidrógeno	22
2.2.3. Otras aplicaciones de los materiales formadores de hidruro	26
2.2.4. Aleaciones analizadas.....	27
3. Propuestas de mejora al proceso para aumento de la producción.....	29
3.1. Controlador de presión.....	29
3.2. Reemplazo del sistema de bombeo.....	31
3.3. Separación/captura de hidrógeno	31
3.3.1. Membrana purificadora de hidrógeno	32

3.3.2.	Materiales formadores de hidruro	34
4.	Desarrollo de las propuestas	42
4.1.	Controlador de presión	42
4.1.1.	Selección del controlador de presión	43
4.2.	Selección del compresor	45
4.3.	Selección del sistema de bombeo	45
4.4.	Membrana de Pd-Cu	46
4.4.1.	Caracterización de la membrana	47
4.4.2.	Ensayos pendientes	62
4.4.3.	Análisis y conclusiones parciales	63
4.5.	Materiales formadores de hidruro	64
4.5.1.	Ensayo de degradación	64
4.5.2.	Simulaciones	66
4.5.3.	Ensayos pendientes	79
4.5.4.	Análisis y conclusiones parciales	80
5.	Conclusiones	82
	Apéndice 1: Código de simulación de la membrana de Pd-Cu	86
	Apéndice 2: Código de simulación de MFH	91
	Agradecimientos	97
	Referencias	99

Resumen

El incremento de la producción de radioisótopos en la planta situada en el Centro Atómico Ezeiza (CAE) está limitado por la capacidad de almacenamiento de residuos gaseosos radiactivos. La construcción de nuevas instalaciones no es, al momento, una solución admisible debido a la falta de espacio físico apropiado. En el presente trabajo se han analizado el proceso productivo actual y las posibles modificaciones que permitieran aumentar la capacidad de almacenamiento de gases radiactivos sin aumento del volumen del recipiente (TQ1) y confinando la solución al espacio limitado existente en la celda vecina a la de producción.

Debido a que el 95% de los gases almacenados es hidrógeno, las soluciones propuestas se basan en su captura o separación, para destinar el volumen que ocupaba a almacenar las impurezas radiactivas. No existe en la literatura un método eficiente de separación de hidrógeno a tan baja presión como la de TQ1 (<0.93 bar). Por ello se idearon propuestas que incluyen técnicas basadas en dispositivos comerciales (membrana de Pd-Cu) y otras de diseño propio (material formador de hidruro MFH). Se adquirió una membrana de la compañía Hy9 que se caracterizó para obtener datos de su comportamiento que permitieron estimar los tiempos de captura de la totalidad de hidrógeno producido en el proceso actual. En base a mediciones sobre un MFH conocido (LaNi_5) y otros preparados en el laboratorio ($\text{LaNi}_{5-x}\text{Sn}_x$) se simuló estrategias de uso para captura del hidrógeno de TQ1.

En ambas propuestas (membrana y MFH) se puede conseguir la captura de más hidrógeno que el producido por batch en un plazo temporal aceptable, por lo que su implementación permitiría tanto incrementar la producción por batch como la frecuencia de los procesos. En ambos casos los sistemas permiten escalado en caso de requerirse un mayor de volumen de captura.

La sugerencia del uso de un controlador de presión en un sector del proceso permitiría implementar el funcionamiento de la etapa de producción en condiciones óptimas permitiendo mantener TQ1 a menor presión y utilizarlo en varios procesos (más de 15) antes de requerir su evacuación a los tanques secundarios, garantizando un importante aumento de la producción.

Palabras clave: Hidruro, membrana, Pd/Cu, simulación, diseño.

CAPTURE/ SEPARATION OF HYDROGEN IN RADIOISOTOPES PRODUCCION

Abstract

The increase in production of radioisotopes at the plant located in Ezeiza Atomic Center (CAE) is limited by the storage capacity of gaseous radioactive waste. The construction of new facilities is not a viable solution due to the lack of appropriate physical space. In this work, we have analyzed the current production process and the possible changes that would increase the storage capacity for radioactive gases without enlarging the volume of container (TQ1) and confining the solution to the limited space available in the cell next to the production one.

Because 95% of the stored gas is hydrogen, the proposed solutions are based on its capture or separation, to allocate the volume occupied to radioactive impurities store. We could not find in the literature an efficient method of hydrogen separation working at low pressure such as that of TQ1 (<0.93 bar). For this reason, we designed a couple of proposals, one based on a commercial device (Pd-Cu membrane) and other using hydride forming materials (MFH). We selected and acquired a membrane from Hy9 Company, we characterized it measuring its behavior under operation conditions and we simulated its use to capture hydrogen in the current process, obtaining indicative times for hydrogen separation up to given final pressures in TQ1. Based on measurements on a known MFH (LaNi_5) and modified alloys prepared in the laboratory ($\text{LaNi}_{5-x}\text{Sn}_x$), we simulated strategies to capture hydrogen from TQ1.

In both proposals (membrane and MFH) is possible to capture more hydrogen than that produced by batch within acceptable time, so that their implementation would both increase the production by batch and the processes frequency. In both cases is possible to scale up the solutions if capture of higher hydrogen volumes is required.

The use of a pressure controller between the radioisotopes production process and TQ1 would improve the production conditions and would allow lower initial pressure in TQ1. So, designed hydrogen capture methods could be repeated (over 15 times) before requiring the evacuation of TQ1 to the secondary tanks, ensuring a significant increase in production.

Key words: Hydride, membrane, Pd/Cu, simulation, design.