

CONSTRUCCION, MONTAJE Y OPERACION DE UN EQUIPO PARA
PURIFICACION DE SODIO

E.T. Becquart; J. Botbol; P.N. Echenique; F.W. Fruchtenicht
D.A. Gil; P. Perillo; R.N. Vardich; D.E. Vigo

Comisión Nacional de Energía Atómica
Gerencia de Tecnología del Combustible Nuclear

Trabajo a ser presentado en la 20 Reunión Anual
de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear

Buenos Aires
República Argentina

23 -26 Noviembre de 1992

RESUMEN

El objeto de este trabajo es la obtención de sodio metálico de alta pureza, con fines de investigación a escala de laboratorio. Se efectuó la construcción y el montaje del equipo de acero inoxidable incluyendo los sistemas de alto vacío, calefacción y refrigeración. Se operó sin inconvenientes el equipo en dos etapas sucesivas, una de filtración y otra de destilación al vacío, con un buen rendimiento.

ABSTRACT

The purpose of this work is the production of high purity metallic sodium for bench-scale, research studies. A stainless steel equipment was built and assembled, including high vacuum, heating and cooling systems. It was satisfactorily operated in two successive steps, filtration and vacuum distillation, with a good yield.

CONSTRUCCION, MONTAJE Y OPERACION DE UN EQUIPO PARA PURIFICACION DE SODIO

E.T.BECQUART, J.BOTBOL, P.ECHENIQUE, F.W.FRUCHTENICHT,
D.GIL, P.PERILLO, R.N.VARDICH, D.E.VIGO

DEPARTAMENTO DESARROLLO DE PROCESOS - GERENCIA DE
TECNOLOGIA DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR - GERENCIA DE AREA
INVESTIGACION Y DESARROLLO - C.N.E.A.

El uso de metales alcalinos en estado líquido para sistemas de refrigeración de reactores reproductores, está basado en que tanto el sodio como el potasio o sus aleaciones que tienen una conductividad térmica relativamente alta pueden ser capaces de dar elevadas intensidades de transmisión de calor con una débil caída de temperatura en la película de contacto. Estos metales se caracterizan por tener un bajo punto de fusión, alto punto de ebullición y baja presión de vapor a las temperaturas de operación.

Otra de las ventajas es que estando purificados no existen problemas de corrosión para muchos aceros, y como se trata de elementos químicos no se tiene el problema de descomposición tanto térmica como por radiación.

Las propiedades nucleares del sodio y de la aleación sodio-potasio son aceptables en todo el intervalo de energía neutrónica; son moderadores débiles, lo que los hace apropiados para ser usados como refrigerantes en reactores reproductores.

Las impurezas que afectan la corrosión de los materiales en contacto con el sodio en su uso en reactores nucleares son: oxígeno, carbono, hidrógeno y nitrógeno.

Las trampas frías y calientes se usan para trabajo continuo, a gran escala y logran purificar el sodio a grado nuclear.

Al Departamento Desarrollo de Procesos le fue encomendada la tarea de obtener sodio metálico de alta pureza, con fines de investigación, a escala de laboratorio.

De la bibliografía consultada, surgió como alternativa para obtener dicho material dentro de las especificaciones deseadas, un método que comporta dos operaciones unitarias consecutivas, filtración y destilación.

Se efectuó la construcción del equipo en acero inoxidable 304 L con soldadura TIG, verificada por ensayos no destructivos por tintas penetrantes. El recipiente de filtración en el cual el metal alcalino es fundido y degasado, consiste en un recipiente con el fondo cónico, que en la parte inferior tiene una malla filtrante, de acero inoxidable. La tapa del recipiente es bridada y abulonada y tiene una vaina para termómetro. El calentamiento es externo,

por medio de cintas calefactoras. La capacidad útil es de 700 ml. El gas inerte ingresa por una entrada lateral a través de una válvula de bloqueo con asiento de teflon. La unión entre las dos etapas, se realiza a través de una válvula de las mismas características que la anterior.

El destilador consta de dos partes : el calderín, que incluye las canaletas para conducir el metal que condensa en el techo del destilador y el tanque recolector, sobre el cual está montado el condensador que es una placa metálica hueca refrigerada interiormente por aceite calentado a 110 oC.

El tanque recolector se conecta a un recipiente de 500 ml a través de una válvula que permanece abierta durante la operación y donde el sodio cae a medida que destila.

Sobre la tapa del destilador unida por medio de una brida, se encuentran la unión para el vacío y los serpentines de enfriamiento donde circula agua, para proteger los sellos de goma (O-ring) de la excesiva temperatura y del metal líquido. La instalación de alto vacío consta de una bomba mecánica rotativa, que reduce la presión del sistema hasta 10^{-2} mbar, y de una bomba difusora de mercurio, con trampa de nitrógeno líquido, con la cual puede obtenerse, en el sistema, la presión final de 10^{-4} mbar utilizada en el trabajo.

Para la medición de vacío, se utiliza un Penning. La conexión de la bomba rotativa al sistema se efectúa por medio de un tubo en "U" que contiene láminas de cobre, para impedir que pasen vapores de mercurio a la bomba.

El calderín posee un calefactor eléctrico de 3 Kw y la temperatura se controla con una termocupla de hierro-constantan colocada próxima al fondo del calderín. El recipiente de filtración y el tanque recolector se calientan con cintas calefactoras.

Una vez terminado el montaje de la instalación, se realizan controles en los sistemas de instalación mecánica, vacío, calefacción, refrigeración, purga y limpieza.

Finalmente, se operó el equipo en dos etapas, una de filtración y otra de destilación al vacío. En primer lugar, se cargan 400 g de sodio en el recipiente de filtración, se hace vacío y se calienta a 120 oC.

Luego, el sodio fundido se transvasa mediante una presión positiva de helio, al sector de la destilación. Luego de restablecerse el vacío, se conecta la calefacción del calderín, graficándose la temperatura del destilando en función del tiempo empleado. La destilación se realiza a 300 oC y 2×10^{-4} mbar. Esta temperatura se alcanza en 23 minutos, la destilación dura 53 minutos y un ascenso brusco de la temperatura indica el final del ensayo. Finalmente, el sistema se llena con helio a una sobrepresión de media atmósfera, se separa el recipiente colector de sodio, con la válvula correspondiente, del sistema operativo, se transvasa el producto a su contenedor final y se procede a la limpieza de

todo el equipo con butilcellosolve.

Toda la operación se efectúa sin inconvenientes y el rendimiento obtenido es del orden del 90%.

REFERENCIAS :

1. Horsley, G.W. - A filtration and vacuum distillation unit for the purification of alkali metals. J. Appl. Chem. S. pag. 13-18 (1958).
2. ECHENIQUE, P., BECQUART, E., FRUCHTENICHT, F.W. Purificación de sodio. Estudio de antecedentes. D/DP/Hd-284. 1988.
3. ECHENIQUE, P., FRUCHTENICHT, F., BECQUART, E.T., VARDICH, R.N. - Obtención de sodio ultrapuro. D/DP/Hd-285. 1988.
4. ECHENIQUE, P., GIL, D., FRUCHTENICHT, F., VIGO, D., BECQUART, E.T. - Purificación de sodio metálico. Estado actual del equipo. D/DP/Hd-298. 1989.
5. PERILLO, P.M., ARES, O. y BOTBOL, J. - Operación de un equipo para destilación de sodio. GTCN/DP/FQP-318. 1991.

FIGURAS :

1. Esquema del equipo con sus principales componentes.
2. Detalle de la instalación de alto vacío.
3. Equipo instalado en la planta piloto del Departamento Desarrollo de Procesos.
4. Gráfico de la temperatura del destilando en función del tiempo.
5. Ampolla conteniendo el producto final.

DESTILADOR DE SODIO

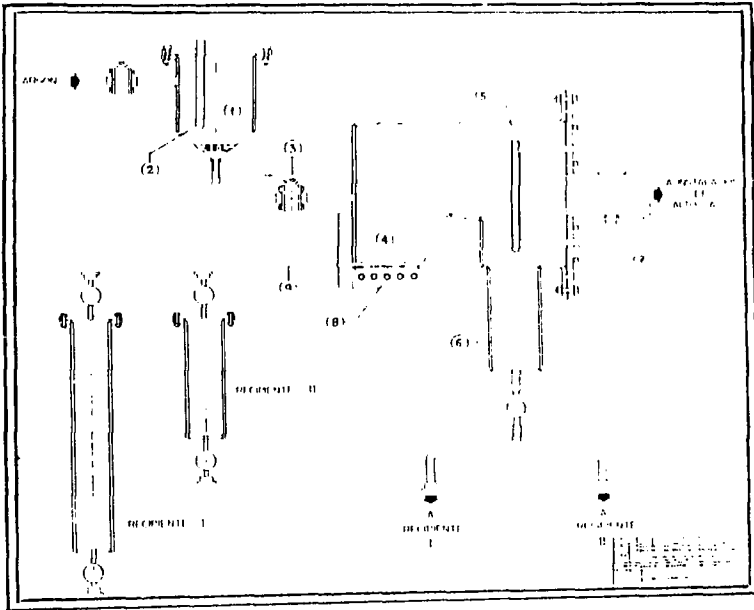
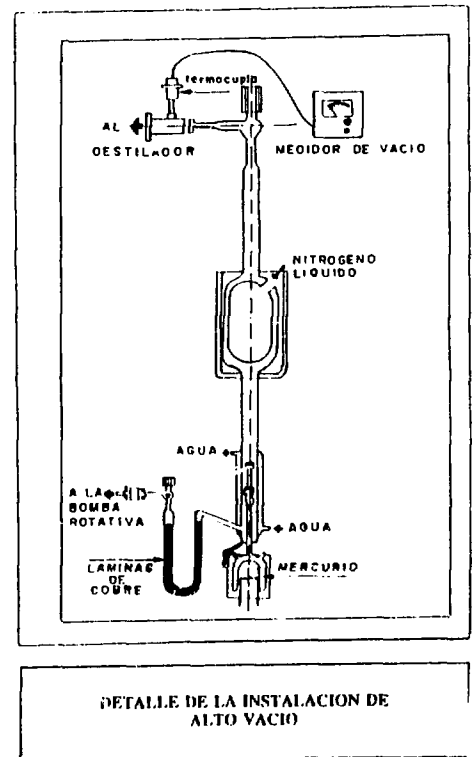


FIGURA 1

- 1.- Recipiente de filtración
- 2.- Malla filtrante
- 3.- Válvula esférica
- 4.- Calderín
- 5.- Condensador
- 6.- Tanque recolector
- 7.- Serpentes de enfriamiento
- 8.- Calefactor eléctrico
- 9.- Termocupla de hierro-constantan



DETALLE DE LA INSTALACION DE ALTO VACIO

FIGURA 2

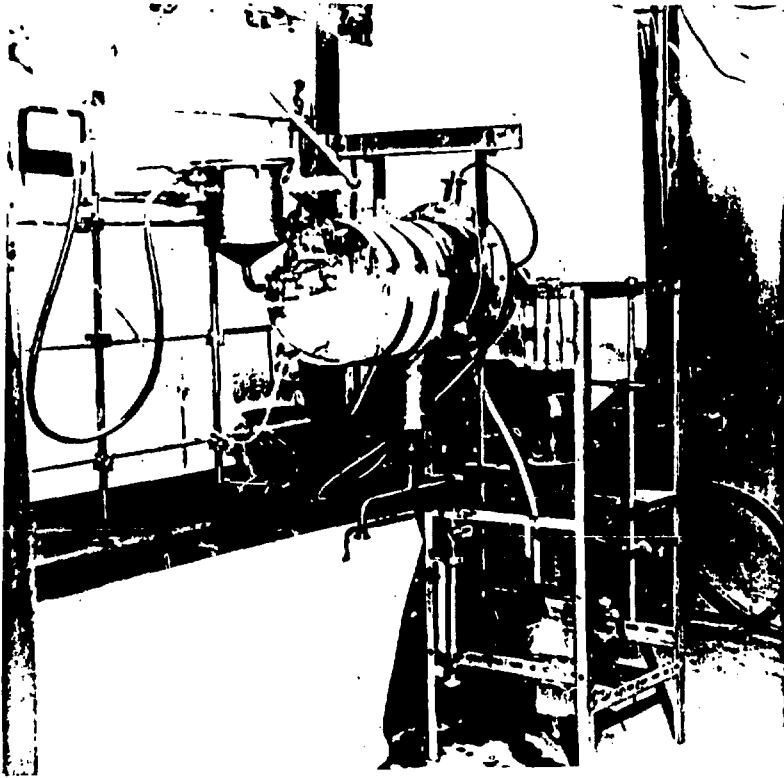


FIGURA 3

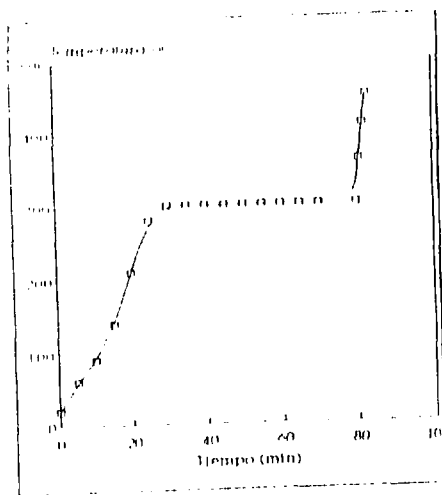


FIGURA 4

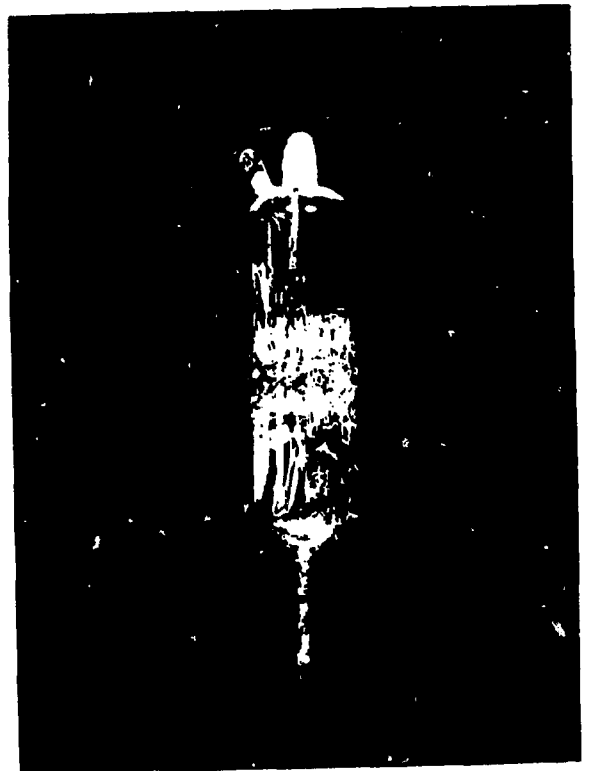


FIGURA 5