



Universidad de Santiago de Chile
Departamento de Física
Termodinámica

Sistema Secundario de enfriamiento del reactor RECH-1

Alumnos: César Henríquez – Rodrigo Acevedo

Asignatura: Termodinámica

Profesor: Dr. Patricio Pérez

El reactor RECH-1 fue diseñado basándose en el reactor HERALD perteneciente al United Kingdom Atomic Energy Authority (UKAEA) ubicado en Aldermaston. La potencia del reactor es de 5 MW y es moderado y refrigerado con agua liviana desmineralizada, siendo el combustible del tipo MTR (Material Testing Reactor).

Adyacente a la piscina del reactor y unida mediante un canal se encuentra una segunda piscina, utilizada actualmente para almacenar elementos combustibles. El diseño original contemplaba instalar en el futuro un reactor de núcleo pulsado. Las salidas para dos tubos de haces de neutrones y una cavidad biológica fueron consideradas en el diseño y durante la construcción del reactor.

Una estructura de acero en voladizo sobre el núcleo del reactor soporta los mecanismos de movimiento de las barras de control.

El calor generado por el núcleo es disipado por circulación forzada de agua a través de los canales que quedan entre las placas de los elementos combustibles. El flujo de agua es descendente y proporcionado por dos de cuatro bombas. El calor del núcleo es transferido a un segundo circuito, produciéndose la descarga térmica al ambiente mediante una torre de enfriamiento ubicada en las inmediaciones del edificio del reactor.



(Interior Torre del reactor principal)

Reactores de investigación

En muchos países se han construido diversos reactores nucleares de pequeño tamaño para su empleo en formación, investigación o producción de isótopos radiactivos. Estos reactores suelen funcionar con niveles de potencia del orden de 1 MW, y es más fácil conectarlos y desconectarlos que los reactores más grandes utilizados para la producción de energía.

Una variedad muy empleada es el llamado reactor de piscina. En el núcleo del reactor hay por cada centímetro cúbico millones de millones de neutrones, dependiendo de la cantidad de la potencia. La mayoría de estos neutrones son utilizados para mantener la reacción en cadena. Los restantes son utilizados para la realización de experimentos. Los reactores de investigación tienen lo que se llaman facilidades de irradiación donde se colocan las muestras a irradiar. Algunas de estas facilidades son posiciones libres dentro del núcleo donde se puede colocar el experimento. Otras facilidades son conductos, ya sea llenos de aire o algún material específico, que conducen los neutrones hacia el lugar o sala de experimentación.

En la mayoría de los casos las muestras sometidas a irradiación de neutrones deben ser analizadas por distintos métodos. Generalmente los reactores de investigación están contruidos junto a laboratorios que permiten estos análisis.

La función principal es proveer neutrones para:

- Conocer más acerca de la interacción de la radiación con los materiales.
- Investigar acerca del comportamiento de los neutrones en un reactor nuclear.
- Analizar materiales por técnicas no destructivas.
- Producir radioisótopos de uso medicinal e industrial.
- Investigar fenómenos físicos a nivel del átomo y sus núcleos. • Desarrollar criterios de seguridad y radioprotección.
- Aprender sobre el manejo de reactores.

- Docencia en el área de la Ingeniería Nuclear y la Física.
- Conocer mejor el comportamiento de los reactores en general.

Circuito Secundario de Refrigeración

El circuito secundario de refrigeración toma el calor generado por el núcleo del reactor en el intercambiador de calor y lo descarga al ambiente mediante torres de enfriamiento ubicadas fuera del edificio del reactor.

Disposición General

El circuito secundario de refrigeración se encuentra casi en su totalidad en el exterior del edificio de contención del reactor, sólo las tuberías que llegan al intercambiador, se encuentran en el túnel de este edificio.

Se dispone de dos torres de enfriamiento de igual capacidad de descarga de calor, ambas se encuentra a unos 50 m al noreste del edificio del reactor. Las bombas del circuito secundario y sus correspondientes válvulas, se encuentran ubicadas en el costado sur de la torre original.

El caudal del circuito secundario para la operación del reactor a 5 MW es de 2650 igpm (723 m³/h), siendo el agua de refrigeración succionada por las bombas desde una pequeña piscina anexa a la torre de enfriamiento original. La temperatura media del agua a la entrada del intercambiador es de 29 °C y la temperatura media de salida es de 35 °C. El agua que alimenta al circuito secundario es agua potable tratada con antiincrustantes y antioxidantes, en verano, además, se le agrega un alguicida.

Intercambiador de Calor

El intercambiador de calor es de tipo placas, marca Paraflow R106 serie II. Esta constituido por 201 placas de acero inoxidable, independientes entre si, soportadas por rieles y empalmadas todas ellas por planchas de acero terminales, las que presionan el conjunto. Cada placa tiene cuatro perforaciones, una en cada esquina. Las placas están selladas en su borde exterior y alrededor de las cuatro perforaciones por medio de empaquetaduras de goma en un arreglo que hace que fluya el agua del circuito primario y del circuito secundario en contra corriente y alternándose entre los espacios dejados por las placas.

Las empaquetaduras están diseñadas para proveer un doble sello entre el circuito primario y circuito secundario tal que el agua de ambos circuitos no se pueda mezclar. El doble sello también forma una especie de bolsillo de modo que, en el caso que el sello falle, el agua puede escapar del intercambiador advirtiendo la fuga.

Las placas se encuentran espaciadas un par de milímetros entre sí y tienen acanaladura en su superficie las cuales producen grandes turbulencias en el agua a medida que pasa por el intercambiador en forma de finas corrientes. Dada la gran superficie de intercambio, se produce una rápida transferencia del calor entre el agua caliente del circuito primario al agua fría del circuito secundario.

Las medidas de este intercambiador son de 2650 mm de largo, 2400 mm de alto y 890 mm de ancho. La presión de diseño es de 54,52 kg/cm² (531 kN/m²), siendo la superficie efectiva de intercambio de 217 m²



(Intercambiador de calor del reactor RECH-1)

Bombas y Torres de enfriamiento:

Existen cuatro bombas centrífugas del tipo vertical con motor unitario; es decir, el motor es parte de la bomba formando un conjunto integral. Están construidas de acero inoxidable de alta calidad y su motor tiene una potencia de 75 hp y gira a 1480 rpm.

Cada bomba tiene capacidad para proveer el 50% del total del caudal nominal del circuito primario. En operación funcionan dos de las cuatro bombas, quedando otras dos en stand-by. Durante la puesta en marcha del circuito se debe tener especial cuidado en equilibrar los caudales de las bombas.

Las bombas están especialmente diseñadas para incorporarles sellos mecánicos de mínimo mantenimiento, dado lo poco que sobresale el eje del motor.



(Piscina externa del reactor)



(Torres de enfriamiento)

Conclusión:

- A pesar de la complejidad que es el funcionamiento de un reactor nuclear, el sistema de enfriamiento está basado en un principio bastante básico, se enfría a través de grandes cantidades de agua, las cuales cumplen las características antes mencionadas.