

08.63.05

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
NO 21	AÑO 1963

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE ENERGIA

ANALISIS TERMICO DEL FUNCIONAMIENTO
TRANSITORIO CONSECUTIVO AL ACCIDENTE
DE DETENCION DE BOMBAS

Lic.R.F.de Turjanski
IngºA. Blumenkrantz

C.N.E.A. - D. 2

PROGRAMA DE REACTORES

ANALISIS TERMICO DEL FUNCIONAMIENTO
TRANSITORIO CONSECUTIVO AL ACCIDENTE
DE DETENCION DE BOMBAS

Lic.R.F.de Turjanski
IngºA. Blumenkrantz

CNEA - Re - 3

ANALISIS TERMICO DEL FUNCIONAMIENTO TRANSITORIO
CONSECUTIVO AL ACCIDENTE DE DETENCION DE BOMBAS

Lic. R.F. de TURJANSKI
Ing^o A. BLUMENKRANTZ

I N T R O D U C C I O N

Las disposiciones especiales adoptadas para asegurar la refrigeración por convección natural en caso de detención accidental de bombas conducen a contemplar el régimen transitorio consecutivo a este accidente.

Dado que en el momento de inversión de corriente el caudal de refrigerante llega a anularse, era de prever que se produjera en ese momento un pico de temperatura.

Se ha reproducido analíticamente el fenómeno a fin de verificar que no se alcancen temperaturas peligrosas en los elementos combustibles.

Por ser el caso más desfavorable se han hecho los cálculos para la placa ubicada en el centro del núcleo, que presenta en régimen estacionario las temperaturas más elevadas.

El análisis de estos problemas se hizo con la computadora digital Mercury Ferranti perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Buenos Aires.

CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES

Se efectuó un estudio espacio-temporal teniendo en cuenta las ecuaciones de cinética del reactor, las diversas inercias del sistema, el retardo de actuación de las barras de seguridad, los distintos regímenes hidráulicos y los "hot spot factors".

Se supuso que las condiciones del estado quasi-estacionario, prevalecen durante el accidente, vale decir que existe una sucesión de estados estacionarios instantáneos, y como consecuencia de ello, las curvas características de las bombas, las leyes de pérdida de carga y convección, establecidas para el caso estacionario, sean válidas durante el funcionamiento transitorio.

ANALISIS DEL PROBLEMA

El caso tratado ha sido el siguiente:

- Núcleo cargado con 25 conjuntos de 19 chapas cada uno -

///

- Potencia 5 MW.
- Caudal nominal de refrigeración en convección forzada: 600 m³/hora.

La sucesión de los fenómenos a partir del instante $t=0$ de la detención de bombas es la siguiente:

Desde el punto de vista neutrónico: Se produce la caída de las barras de seguridad.

Cabe destacar que se ha tratado dos tipos de accidentes:

- 1º - En el caso de la detención de las bombas por corte de corriente, se ha admitido que el retardo de despegue de los electroimanes de las barras sea de 0,3 seg.
- 2º - En el caso de bomba trabada, la caída de barras se produce por acción de un transductor Tel O Set de Honeywell, que provocará "scram" del reactor cuando el caudal descienda por debajo de ciertos valores prefijados.

La ley de variación temporal de la potencia generada por fisión en el elemento combustible ha sido analizada en base a las ecuaciones de cinética del reactor.

Se ha supuesto que las barras de seguridad caen por gravedad con una aceleración igual a 0,9 g.

La efectividad de la barra en función de su posición se supondrá que varía como $\int \sin^2 x dx$

Siendo 6% el exceso de reactividad previsto para el R.A.E.P. y la antirreactividad total de las barras de seguridad 12% hemos analizado los dos casos siguientes:

- a) Reactor limpio, crítico con las barras parcialmente insertadas.
- b) Reactor cargado con distintos venenos, crítico con las barras totalmente retiradas.

Se ha tenido en cuenta igualmente la potencia residual debida a la actividad β y λ de los productos de fisión.

Desde el punto de vista hidráulico. El análisis de la evolución de los caudales posterior al accidente ha sido efectuado usando el método propuesto por Arkes y Lewis, que tiene en cuenta la inercia del fluido y de las masas rotantes, las pérdidas de carga en el circuito, las características de la bomba, así como los

rozamientos mecánicos en bombas y motores.

A partir del instante en que la compuerta se abre, el establecimiento de la convección natural originado por la diferencia de temperatura entre el agua del núcleo y la del tanque, tiende a anular el movimiento descendente del refrigerante, llegando después de la anulación a invertir su sentido.

Todos estos procesos han sido tenidos en cuenta en nuestros cálculos, incluyendo los efectos de las presiones ascendente, de inercia y de rozamiento:

Desde el punto de vista térmico. Las ecuaciones que rigen la transmisión de calor de un elemento combustible al agua en régimen transitorio son:

$$Q(t,z) = 2b k(t) [\theta(t,z) - T(t,z)] + \rho_f \epsilon_f c_f \frac{\partial \theta(t,z)}{\partial t}$$

$$2b k(t) [\theta(t,z) - T(t,z)] = \rho_s c_s [v(t) \frac{\partial T(t,z)}{\partial z} + \frac{\partial T(t,z)}{\partial t}]$$

Donde se han adoptado las notaciones siguientes:

Q : densidad lineal de flujo de calor:

b : ancho del elemento combustible

k : coeficiente de convección

θ : temperatura del elemento combustible

T : temperatura del agua

ρ_f, ϵ_f, c_f : densidad, sección y calor específico del elemento combustible respectivamente,

ρ_s, s, c : densidad, sección de paso y calor específico del agua, respectivamente.

v : velocidad del refrigerante

t : tiempo

z : ordenada espacial

La descripción completa y el análisis más detallado del problema, así como también los métodos de cálculo usados se podrán consultar en un informe que será presentado tan pronto como los turnos de uso de la computadora lo permitan.

Casos estudiados: Los diversos accidentes contemplados son los siguientes:

- 1º - Corte de corriente - caída de barras con retardo de despegue de los electroimanes - apertura de la compuerta cuando el caudal descende hasta un valor A% de su valor inicial.-
- 2º - Una bomba trabada - caída de barras por acción del Tel-O-Set, que actúa cuando el caudal descende hasta un valor B% del inicial - por otra parte, la compuerta se abre cuando el caudal descende hasta un valor A% del inicial.
- 3º - Dos bombas trabadas - los fenómenos restantes análogos al accidente 2 -

En cada accidente se han tomado los siguientes casos:

	1	2	3	4	5
A	12,6%	30%	50%	65%	85%

	1	2
B	50%	90%

C O N C L U S I O N E S

Las conclusiones obtenidas en el estudio del accidente de corte de corriente son las siguientes:

Para todos los casos analizados, como puede verse en las curvas adjuntas, las temperaturas de los elementos combustibles quedan en todo instante por debajo de la temperatura de ebullición del líquido correspondiente a la presión reinante en el núcleo reactante.

Así pues, se puede asegurar que, en las condiciones de trabajo analizadas (y en particular, admitiendo que el momento de inercia polar de las masas rotantes sea 1Kg. m^2) no habrá ebullición superficial en el núcleo reactante del R.A.E.P.

Consideramos por lo tanto innecesario el uso de volantes acoplados a las bombas impulsoras.

Cabe hacer notar que el valor de 1Kg.m^2 supuesto para el momento de inercia polar de la bomba y el motor acoplado son los propuestos como standard para este tipo de reactores en la literatura técnica. Es nuestra intención medir dicho valor con exactitud cuando la bomba haya sido adquirida, y efectuar entonces un cálculo de verificación.

Actualmente están en estudio los casos correspondientes al accidente de bombas trabadas.

DICIEMBRE de 1963.-

-.--oOo--.-











