



08.89.42

231-235

GUÍA PARA EL DISEÑO MECÁNICO DEL REACTOR RP-10Enrique J. J. J.
P. MACARRONE - E. SALLES

Se hará una descripción de la filosofía empleada para la ingeniería básica de los componentes mecánicos del reactor RP-10.

Se analizó el alcance de cada componente mecánico, y el alcance de las consecuencias de su no funcionalidad. Se asoció a cada componente una clase de seguridad, fundamentada en la necesidad de obtener confiabilidad creciente del componente a medida que la incidencia de diversos factores (Seguridad, disponibilidad, estado de diseño, factor económico, experiencia anterior y complejidad) adquieren mayor preponderancia durante su utilización.

La preponderancia de cada uno de los factores indicados se cuantificó mediante un sistema de puntajes, cuya valoración se indica entre "0" y "5" correspondiendo "0" a la situación más leve y "5" a la más grave. La importancia relativa de un factor respecto a otro se cuantifica mediante coeficientes de magnificación. De la asignación de puntajes y la magnificación de los mismos mediante la afectación por coeficientes se obtiene una suma final que es un número representativo de la importancia relativa del componente o sistema.

Asignando valores de referencia podemos clasificar los componentes del reactor en las siguientes clases:

Clase "A" : Importante desde el punto de vista de seguridad

Clase "B" : Con alguna importancia desde el punto de vista de seguridad.

Clase "C" : Sin ninguna importancia desde el punto de vista de seguridad.

Análisis de Eventos:

Las estructuras, sistemas y componentes deben ser diseñados para ser capaces de soportar las condiciones de servicio impuestas para eventos tales como: Tornados, Terremotos, Inundaciones, proyectiles y efectos del medio ambiente.

Hay que distinguir entre dos tipos de eventos: Aquellos que pueden ser advertidos y permiten detener la operación del reactor y proveer la refrigeración del mismo durante el evento y aquellos que se anticipan a la parada segura del reactor.

En el caso del RP-10 se le asigna al factor seguridad la máxima importancia a diferencia con los reactores nucleares de potencia, a los cuales se le suele asignar la misma importancia a la disponibilidad que a la seguridad.

Esto nos ha permitido una mayor flexibilidad dado a que permite interrumpir la operación del reactor ante la amenaza de fenómenos severos.

Las estructuras, sistemas y componentes requeridos para asegurar la parada y refrigeración segura del reactor y/o prevenir un escape incontrolado de elementos radiactivos al medio ambiente serán diseñados para soportar las cargas producidas por los eventos naturales y aquellos provocados por el hombre; Así como las cargas de operación.

Cargas de viento y tornado para el diseño de equipos mecánicos:

Algunos sistemas relacionados con las clases de seguridad "A" o "B" pueden no requerir protección de cargas de viento si el reactor puede ser parado en prevención de vientos severos. De las estadísticas consultadas, correspondientes a una zona no lejana a la ubicación del reactor, se llega a la conclusión que las velocidades medias anuales y mensuales correspondientes a los años 1973 y 1976 los vientos no llegarán a velocidades medias superiores a los 12 Km por hora. Debido a lo anteriormente expuesto y dado a que en el cálculo antisísmico se prevén sollicitaciones horizontales importantes se desestiman dichas cargas para componentes mecánicos ubicados en el interior del edificio del reactor. Para componentes mecánicos situados en el exterior del edificio del reactor (torres de enfriamiento, cañerías, etc.) se tomó en cuenta una carga de viento de 150 Kg/ metro cuadrado correspondiente a la velocidad del viento normal de diseño.

Inundaciones:

Se consideró improbable que una inundación generada por fenómenos naturales pueda inducir fallas en los componentes mecánicos del reactor. Lo que sí se consideró probable es que en condiciones de servicio extremas las fallas de componentes mecánicos originen inundaciones dentro del recinto del reactor. Se tomaron previsiones de diseño en tales componentes para que sean confiables en cuanto a contención en dichas condiciones. Se prevé una cisterna de emergencia con capacidad adecuada y los equipos afectables por inundaciones se encuentran entarimados.

Terremotos:

El cálculo sísmico afectó fundamentalmente a la ingeniería básica del reactor RP-10 puesto que deben diseñarse las estructuras, componentes y sistemas para poder soportar niveles de carga inducidos por terremotos severos.

Se clasificaron los eventos sísmicos en:

Temblor de parada parcial: Es el nivel de temblor que exige la introducción de dos barras de control. Corresponde a un temblor de intensidad III en la escala de Mercalli modificada y su tiempo

de recurrencia de seis meses.

Temblor de Parada Total:

Es el nivel de temblor que exige la introducción de las tres barras de control restantes. Corresponde a un temblor de intensidad V en la escala de Mercalli modificada. Su período de ocurrencia es de cinco años.

Terremoto de Disponibilidad:

Es el terremoto normal de diseño. Corresponde a una intensidad de VII a VIII en la escala de Mercalli modificada, con un tiempo medio de recurrencia de cien años.

Terremoto de Seguridad:

Es el terremoto de máxima intensidad previsto corresponde a un nivel IX a X en la escala de Mercalli modificada.

Meteoritos:

Se consideran como eventos improbables de causar deterioros en componentes clase A o B del reactor.

Proyectiles:

Se analizó la probabilidad de proyectiles en el interior del recinto del reactor. El origen de proyectiles puede ser la falla de un equipo mecánico o errores de operación del reactor.

Se le asignaron a los componentes las cargas de impacto creíbles para las condiciones de servicio impuestas.

Acción del medio Ambiente:

Todas las estructuras, sistemas y componentes relacionados con las clases de seguridad fueron diseñados para ser capaces de realizar sus funciones de seguridad bajo todas las condiciones del medio ambiente, incluirán todos los modos normales o anormales, los cuales pueden resultar de las condiciones de operación. Es por esta razón que los parámetros del medio ambiente (Presión, Temperatura, Características del agua y del aire, Radiación en los puntos más comprometidos para cada condición de servicio fueron tenidos en cuenta. Debido a la muy baja energía de los sistemas fluidos en los reactores tipo piscina (baja presión y temperatura de operación.) es improbable la rotura de una cañería de gran sección. Los códigos adoptados proveen suficiente protección para este efecto.

El espectro de eventos básicos de diseño postulados definen cuatro "condiciones de servicio" límites para los cuales corresponden niveles de carga límites que están definidos en el código ASME. Estos son: Nivel A "Normal conditions", Nivel "B" "Upset conditions", Nivel C "Emergency conditions", Nivel D "Faulted Conditions".

Se establecen así las condiciones de operación de los componentes para

234
los niveles de servicio requeridos.

Se establecen las condiciones de carga en función del nivel de servicio y la clase de seguridad. (Ver cuadros en la página siguiente). En el cuadro puede apreciarse como están compuestas las tensiones de diseño para cada nivel de servicio para cada clase de seguridad; en donde:

P : Es la carga o presión de trabajo para la condición de servicio especificada, incluyendo estados transitorios.

T : Son las cargas debidas a la expansión térmica de componentes.

W : Cargas debidas al peso muerto.

TD: Cargas debidas al terremoto de disponibilidad.

TS: Cargas debidas al terremoto de seguridad.

PCI: Cargas debidas a pequeñas cargas de impacto.

MCI: Cargas debidas a medianas cargas de impacto.

ICI: Cargas debidas a importantes cargas de impacto.

CV: Cargas debidas a vientos.

CT: Cargas debidas a tornados.

St: Tensión total de cargas combinadas.

Sa: Tensión admisible.

Sp: Tensión de proporcionalidad.

Sr: Tensión de rotura.

Para algunos componentes que están comprendidos en el código ASME hemos podido asignarle el código ASME para cumplimentar los requerimientos de diseño elaboración y montaje. Para los componentes que están fuera del alcance del código ASME se desarrollaron normas y códigos Ad Hoc. que permitan preveer la resistencia y la funcionalidad de dichos componentes en las condiciones de servicio postuladas. Se les asoció a los códigos y normas empleadas un manual de garantía de calidad para componentes de clase A. Se le asoció un manual de control de calidad para componentes clase B. Se le asoció un manual de verificación de calidad a los componentes clase C. Dichos manuales están basados en la norma canadiense C.S.A. Z 299.

ESTADOS DE CARGAS COMBINADAS; TENSIONES Y/O DEFORMACIONES LÍMITES

NIVEL DE SERVICIO	CLASE DE SEGURIDAD "A"	CLASE DE SEGURIDAD "B"	CLASE DE SEGURIDAD "C"	Generalidades sobre las tensiones y/o deformaciones permisibles.
NIVEL A	P + W + T	P + W + T	P + W + T	Sa ^{1A} Sp
NIVEL B	P + W + T + TD P + W + T + PCI P + W + T + CV	P + W + T + TD P + W + T + PCI P + W + T + CV		St ^{1A} Sp
NIVEL C	P + W + T + TS P + W + T + MCI P + W + T + CT	P + W + T + TS P + W + T + MCI P + W + T + CT	P + W + T + TD P + W + T + PCI P + W + T + CV	St ^{1A} Sf
NIVEL D	P + W + T + ICI	P + W + T + ICI	P + W + T + TS P + W + T + MCI P + W + T + CT	St ^{1A} Sr

NIVELES DE SERVICIOS LÍMITES

Condición de Servicio	Descripción general de la Condición de Servicio	Generalidades sobre el estado de las estructuras, sistemas y componentes durante y después de la condición de servicio.
NIVEL A OPERACION	Es el límite de servicio para el cual deben satisfacer todas las cargas identificadas en las especificaciones de diseño. A estas cargas puede estar sujeta la estructura, sistema o componente durante el desempeño de su función de servicio especificada.	Para este límite de servicio la estructura, sistema o componente será capaz de reproducir todas las condiciones de diseño impuestas en las especificaciones de diseño impuestas en las especificaciones de diseño.
NIVEL B TRASTORNO	Es el límite de servicio para el cual se deben satisfacer todas las cargas identificadas en las especificaciones de diseño. A estas cargas puede estar sujeta la estructura, sistema o componente durante el desempeño de su función de servicio especificada.	Para este límite de servicio la estructura, sistema o componente será capaz de ser operable .
NIVEL C EMERGENCIA	Es el límite de servicio para el cual se deben satisfacer todas las cargas identificadas en las especificaciones de diseño. A estas cargas puede estar sujeta la estructura, sistema o componente durante el desempeño de su función de servicio especificada.	Para este límite de servicio la estructura, sistema o componente será capaz de ser funcional.
NIVEL D FALLA	En el límite de servicio para el cual no deben satisfacer todas las cargas identificadas en las especificaciones de diseño. A estas cargas puede estar sujeta la estructura, sistema o componente durante el desempeño de su función de servicio especificada.	Para este límite de servicio , es muy probable el hecho que la estructura, sistema o componente no retorne a la operación y/o que se mantenga funcional.