

CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL FUNCIONAMIENTO DE CONJUNTOS CRITICOS Y REACTORES DE INVESTIGACION

En la actualidad funcionan en veinticinco países unos 150 reactores de investigación y se están construyendo o se tienen en proyecto muchos más, que comenzarán a funcionar en un futuro próximo. Además, en diversas partes del mundo hay gran número de conjuntos críticos y de reactores de potencia cero.

Algunos países han adquirido considerable experiencia en lo que respecta al funcionamiento de estos reactores y han establecido ya prácticas de seguridad. En cambio, otros países que han adquirido hace poco o van a adquirir reactores de ese tipo no cuentan con suficiente experiencia para conocer en detalle las condiciones de seguridad necesarias para su funcionamiento.

En vista de ello, el Organismo Internacional de Energía Atómica ha juzgado que convendría poner a disposición de todos sus Estados Miembros una serie de recomendaciones sobre las prácticas de seguridad aplicables a estos reactores, basadas en la experiencia adquirida y en los mejores procedimientos utilizados.

En consecuencia, el Director General designó un Grupo de expertos en explotación sin riesgos de conjuntos críticos y de reactores de investigación, encargado de ayudar a la Secretaría a redactar las recomendaciones correspondientes. El Grupo celebró su primera reunión en la Sede del OIEA en Viena en febrero del año en curso y su segunda reunión en julio. Estaba integrado por los siguientes expertos:

D.W. Jefferson-Loveday, Reino Unido, Presidente
J. Aleksandrowicz, Polonia
R. Mello Cabrita, Portugal (primera reunión solamente)
J.F. Chernilin, Unión Soviética
Dr. R.P. de Figueiredo, Portugal (segunda reunión solamente)
S.G. Kaufmann, Estados Unidos
N. Lakshmanachar, India (segunda reunión solamente)
N.B. Prasad, India (primera reunión solamente)
E.O. Roxin, Argentina
S. Suguri, Japón

En su primera reunión, el Grupo examinó las principales materias estudiadas en un proyecto de manual preparado por la Secretaría, así como su forma general de presentación, y formuló diversas sugerencias al respecto.

Las sugerencias se incorporaron a la segunda versión del proyecto de manual, que fue sometida al Grupo en su segunda reunión. De estas reuniones

surgió un proyecto de manual definitivo que, una vez sea aprobado, se publicará seguramente en la Colección Seguridad del OIEA.



Grupo de expertos en explotación sin riesgos de conjuntos críticos y de reactores de investigación, reunidos en la Sede del OIEA en Viena

Contenido del Manual

El proyecto de manual consta de siete secciones principales. La primera de ellas constituye una Introducción en que se establecen los fines, alcance y limitaciones del manual, así como algunas definiciones. La sección siguiente contiene sugerencias relativas a las condiciones de seguridad del diseño, instrumental, construcción y funcionamiento de los conjuntos críticos. Hay a continuación una sección similar sobre reactores de investigación, pero en ella se da menos importancia al diseño y la construcción. Las cuatro secciones restantes contienen recomendaciones sobre la competencia y formación del personal, la organización y funcionamiento de los comités de seguridad, la documentación necesaria para garantizar la seguridad y la manera de actuar en caso de accidente.

Hay asimismo tres apéndices. El apéndice I constituye una lista seleccionada de referencias. En el apéndice II figuran ejemplos característicos de algunas de las normas e instrucciones administrativas preconizadas en el manual. El apéndice III contiene un proyecto de programa de estudios relacionado con la sección referente a la competencia y formación del personal.

En la Introducción se pone de relieve que el manual está destinado a facilitar especialmente las tareas de aquellos usuarios que no pueden utilizar directamente otras fuentes de información, entre ellos las autoridades administrativas y los hombres de ciencia y técnicos. No se trata, sin embargo, de una serie de normas o de una reglamentación práctica, sino más bien de una serie de recomendaciones que deben interpretarse con un criterio científico para aplicarlas a cada problema particular.

Los reactores de investigación a que se hace referencia en el proyecto de manual son principalmente los reactores de investigación de pequeña y mediana potencia utilizados sobre todo por los físicos. No se estudian los reactores de flujo intenso empleados en los experimentos técnicos de gran envergadura ni los reactores del tipo utilizado en los experimentos cinéticos rápidos.

También se han excluido deliberadamente del proyecto de manual las cuestiones relativas al emplazamiento y aislamiento de los reactores; en esta esfera los diferentes Estados siguen procedimientos muy distintos entre sí, y queda por realizar una gran labor antes de que puedan prepararse recomendaciones de carácter internacional.

También se han excluido del manual las cuestiones relacionadas con los niveles permisibles de exposición del personal a las radiaciones, así como los detalles relativos a la protección radiológica.

Conjuntos críticos - Diseño

En el proyecto de manual se enumeran algunos de los peligros esenciales inherentes a los conjuntos críticos, peligros que, en cambio, no se presentan en los reactores de investigación. Se trata de la incertidumbre de los parámetros críticos, de la posibilidad de que se produzca un considerable exceso de reactividad, y de la frecuencia del manejo directo de los elementos combustibles.

Por consiguiente, el primer problema que plantea el diseño de conjuntos críticos en condiciones de seguridad es garantizar que el aumento de la reactividad y la intensidad específica de este aumento no superen los límites exigidos por la seguridad. En el proyecto de manual se sugieren algunos valores límite.

Por otra parte, los proyectistas deben hacer de modo que pueda interrumpirse el funcionamiento del conjunto en todas las circunstancias posibles. Para lograrlo, en el manual se recomienda que existan al menos dos circuitos independientes de interrupción. También se indican el grado de reactividad que debe controlar cada circuito y su período máximo de funcionamiento.

También se recomienda que los dispositivos principales con que se controla el funcionamiento de un conjunto crítico respondan al criterio de la seguridad automática en caso de avería. Esto significa, por ejemplo, que si durante el funcionamiento de un conjunto se interrumpe la corriente eléctrica o el suministro de aire comprimido o de agua, se accione

automáticamente un circuito de interrupción del conjunto. Idéntico mecanismo debe operar en caso de avería de cualquier dispositivo, si esa avería presenta riesgos.

No se dan en el proyecto de manual instrucciones detalladas, pero se insiste en que los proyectistas deben tener en cuenta un número considerable de otros factores si los diseños han de ofrecer condiciones de seguridad. Entre esos factores figuran los dispositivos de control, la rapidez con que puedan retirarse las barras de seguridad, los circuitos de interrupción, los coeficientes de reactividad, el blindaje, los materiales de construcción y la ventilación.

Además, se recomienda a los proyectistas que estudien las posibles consecuencias de un accidente y examinen la conveniencia de que, a menos que resulte demasiado costoso, se introduzcan en el diseño características especiales encaminadas a poder retirar o retirar las partes del equipo accidentadas.

La sección relativa al diseño de los conjuntos críticos termina aconsejando que, al terminar el diseño, sea examinado con espíritu crítico para cerciorarse de que no subsisten riesgos y de que no surgirán otros a consecuencia de las especiales características de alguna parte del diseño.

Conjuntos críticos - Instrumental

Un conjunto crítico debe estar dotado del instrumental necesario para transmitir informaciones sobre las condiciones de funcionamiento del interior del conjunto. El medio principal utilizado para ello es un detector montado en el cuerpo del conjunto, que transmite informaciones a la mesa de control. Basándose en estas informaciones, ya sea el operador, ya mecanismos automáticos instalados al efecto, pueden accionar los dispositivos adecuados para controlar las condiciones de funcionamiento.

En el manual se recomienda el empleo de dos circuitos independientes entre sí para comunicar los resultados de ciertas mediciones importantes, y debe preverse la interrupción del conjunto, preferentemente con arreglo al principio de seguridad en caso de avería, si no funciona debidamente algún dispositivo básico del mecanismo de control. Se da una lista de los casos en que debe producirse la interrupción.

Se recomienda el empleo de un sistema de circuitos de bloqueo que comuniquen al sistema central las señales recibidas por conducto de los dispositivos de control como medio de garantizar que las fases del funcionamiento se desarrollen en debido orden. Dichos circuitos deben garantizar, por ejemplo, que no se produzca en el conjunto ningún aumento de la reactividad a menos que se retiren las barras de seguridad. Puede resultar necesario neutralizar los circuitos a fin de que el conjunto pueda funcionar en ciertas condiciones especiales, pero su número debe reducirse al mínimo y conviene adoptar precauciones muy rigurosas para excluir todo riesgo.

Se formulan sugerencias con respecto al instrumental básico necesario para los fines de protección

radiológica, tanto si se trata de conjuntos críticos como si se trata de reactores de investigación.

Conjuntos críticos - Funcionamiento

En el proyecto de manual se atribuye gran importancia a la debida organización del personal y a los procedimientos que éste debe emplear. Se señala que la experiencia adquirida hasta la fecha demuestra que la mayor parte de los accidentes producidos en reactores han sido consecuencia de la falta de una reglamentación escrita o de su inobservancia. Por consiguiente, se recomienda vivamente la adopción de una reglamentación y la distribución de instrucciones escritas a cada componente del personal encargado del funcionamiento. Los miembros del personal deben conocer las instrucciones que deben seguir no sólo ellos mismos, sino también sus superiores y subordinados.

También se recomienda que se lleve un diario en el que se registren todos los hechos importantes y que se fijen en lugar bien visible partes relativos al estado del cuerpo del conjunto, a fin de tener al personal en todo momento al corriente de ese estado, así como de las operaciones que pueden efectuarse con el conjunto en dicho estado. Se describen con detalle los partes mencionados, juntamente con los procedimientos que deben regular su empleo.

Se recomienda una forma de organización con arreglo a la cual queden delimitadas con claridad las distintas funciones. Conviene establecer la debida separación entre las funciones del personal encargado del funcionamiento y las del que se ocupa de los experimentos. En cuanto se relacione con la seguridad, debe ser el primero quien decida en última instancia.

En el manual se señala la importancia que tiene el ensayo meticuloso del equipo antes de la puesta en marcha inicial. Se recomienda que se repitan diariamente estos ensayos y comprobaciones, ajustándose a lo especificado en listas preparadas al efecto.

En el manual se insiste en que, al acercarse la fase de criticidad o el momento de la puesta en marcha del conjunto, se utilice siempre una fuente neutrónica, a menos que se genere espontáneamente una cantidad suficiente de neutrones.

Se recomienda la adopción de precauciones especiales al acercarse por vez primera la fase de criticidad, si el reticulado es nuevo. Se describen las diferentes etapas de este proceso y el número y funciones de las personas que deben adoptar las decisiones fundamentales o estar presentes durante el desarrollo de determinadas operaciones.

Las tareas ordinarias de conservación deben ajustarse en detalle a las normas previstas y debe llevarse en un diario el registro correspondiente, consignando las deficiencias encontradas o corregidas.

Reactores de investigación

En el proyecto de manual se examina un riesgo inherente a los reactores de investigación, pero que

no suele presentarse en los conjuntos críticos: la difusión accidental de productos de fisión durante un cambio brusco de potencia, ya que, por lo general, el flujo integrado suele ser mucho mayor.

En el manual se dan menos detalles sobre el diseño de los reactores de investigación que sobre el de los conjuntos críticos. Esto se justifica diciendo que el diseño y la construcción de un reactor de investigación es por fuerza un procedimiento complicado que exige una amplia y profunda experiencia en la preparación de los diseños, a la vez que instalaciones de fabricación muy perfeccionadas. Por tanto, se considera que los detalles relativos al diseño y construcción de los reactores de investigación caen fuera del alcance del manual. No obstante, se exponen los principios generales a que debe ajustarse su diseño.

En el manual se dice que, dado que los reactores de investigación pueden ser de dimensiones considerables, es importante adoptar precauciones contra los accidentes graves que pueden afectar a la zona circundante. Es posible reducir grandemente este riesgo garantizando que la reactividad del sistema sea inferior a la necesaria para causar un accidente que pueda entrañar la ruptura del revestimiento del combustible.

Se recomienda también que se utilicen, como mínimo, dos circuitos de seguridad, cada uno de los cuales pueda interrumpir el funcionamiento del reactor en todas las circunstancias posibles.

Al diseñar los reactores de investigación, y especialmente su blindaje, no deben olvidarse los riesgos procedentes del exterior, tales como los incendios, la posibilidad de que se estrellen aeronaves en la zona, y los terremotos.

En el manual se aconseja que quede garantizada en todo momento la refrigeración adecuada, la retirada y almacenamiento de los elementos combustibles en condiciones de seguridad, el almacenamiento y evacuación subsiguiente de los desechos radiactivos producidos en el reactor, y el blindaje apropiado para proteger la zona circundante.

Las recomendaciones relativas al instrumental de los reactores de investigación son, en términos generales, análogas a las correspondientes a los conjuntos críticos.

Las recomendaciones relativas a la organización de las operaciones y a los procedimientos que deben emplearse en las mismas se ajustan en general a las correspondientes a los conjuntos críticos. Hay que señalar una diferencia importante y es que, en el caso de los reactores de investigación, el manual preconiza la norma de que se establezca una separación entre el personal encargado del funcionamiento y el destinado a las tareas experimentales. Se examinan la necesidad de impedir que se introduzca para su irradiación en el reactor material inadecuado y los riesgos que entraña la recarga del combustible y la puesta en marcha subsiguiente a la recarga.

En el manual figura una breve sección que trata de la planificación de experimentos en los reactores de investigación y del diseño y construcción del equipo destinado a esos experimentos. Las recomendaciones contenidas en dicha sección se refieren a problemas similares a los examinados en las secciones relativas a los reactores.

Competencia y formación profesional del personal

Dada la importancia atribuida en el proyecto de manual al elemento humano en relación con el funcionamiento de los reactores en condiciones de seguridad, se dedica una sección a la competencia, experiencia y formación que debe poseer el personal destinado a los reactores.

Se insiste en la necesidad de inculcar durante el período de formación la estricta observancia de las instrucciones recibidas, a fin de disipar toda excesiva confianza en la regla de que los accidentes son muy raros.

En el manual se recomienda que las personas que ocupan puestos de responsabilidad posean una formación previa en la tecnología de los reactores y, de ser posible, en su funcionamiento. Si no hay posibilidad de recibir ese tipo de formación en el país interesado, debe organizarse fuera de él, ya sea por conducto de una organización internacional o mediante acuerdos con otros Estados. Cuando se trate de reactores de investigación, está indicado un período de orientación a cargo del proveedor.

En el manual se recomienda que se establezcan condiciones mínimas de salud, instrucción y experiencia para el personal de las distintas categorías. En cuanto al personal subalterno, se recomienda un cursillo de formación sobre el terreno y se indican las materias que deben tratarse en dicho cursillo. Se sugiere también la posibilidad de organizar cursos completos de formación en materia de reactores; en el apéndice III se presenta el programa de un curso de ese tipo, que comprende 95 horas de clase. Se sugiere que se someta a la totalidad del personal a ejercicios periódicos sobre situaciones de urgencia y a exámenes periódicos sobre materias relacionadas con la seguridad.

Comités de seguridad

Otra prueba de la importancia que se atribuye en el proyecto de manual a las cuestiones administrativas es el hecho de que se dedique una de las principales secciones a formular recomendaciones relativas a la creación y funcionamiento de comités de seguridad. Tal medida tiene por objeto que el director de un establecimiento pueda utilizar la ayuda y el asesoramiento independientes de un grupo de personas especializadas en los aspectos de que depende la seguridad del reactor.

Se indica en el manual que la función de estos comités consiste en prestar asesoramiento, y no en preparar reglamentaciones; pero se señala que debe solicitarse su asesoramiento en las diversas etapas

que exige la construcción y utilización de una instalación nuclear. Las etapas en que se recomienda se solicite asesoramiento son: la concepción del reactor; su diseño; el ensayo inactivo; la entrada en servicio; la utilización; a intervalos periódicos después de la entrada en servicio, y siempre que se introduzcan modificaciones de importancia.

Además de los aspectos técnicos del diseño, construcción y puesta en marcha de las instalaciones, puede pedirse también a los comités que examinen los métodos de funcionamiento, los tipos de formación y la organización y selección del personal.

No es obligatorio seguir al pie de la letra los consejos recibidos, pero se estima que los proponentes deben modificar todos aquellos planes que el comité desapruébe. De no hacerlo así, el comité retiraría su certificación en la que se autoriza a seguir adelante sin consultar de nuevo al director del establecimiento.

Se sugiere que, aun en los establecimientos más pequeños, funcione un comité de seguridad, designado por el director, y un subcomité de inspección de las operaciones nombrado por el comité de seguridad del establecimiento para cada reactor de investigación o conjunto crítico en él instalado.

Se recomienda que los componentes del comité dediquen a los trabajos de éste sólo una parte de su jornada, salvo en los establecimientos de mayor importancia en que puede ser conveniente contar con un secretario. También es conveniente que los componentes de los comités no tengan intereses personales en las cuestiones que examinan.

Se recomienda que los comités de seguridad y subcomités de inspección de operaciones de cada establecimiento estén integrados, como máximo, por cuatro miembros especializados en ramas distintas. Las circunstancias pueden exigir que su composición sea más numerosa y que sus componentes representen mayor número de ramas. Conviene recurrir a la colaboración de miembros de otros establecimientos, e incluso de otros países, a fin de disponer de una amplia gama de experiencias, y se sugiere que se solicite el concurso de las organizaciones internacionales en caso de tropezarse con dificultades para constituirlos.

Con arreglo a las propuestas contenidas en el manual, el funcionamiento esencial de los comités de seguridad de cada establecimiento estará basado en dos documentos. Uno de ellos será un informe sobre las condiciones de seguridad, presentado al comité por los proponentes. El otro será una certificación expedida por el comité en la que se dirá que, a su juicio, la propuesta ofrece condiciones de seguridad, siempre que el funcionamiento se ajuste a las normas establecidas en dicho informe. La certificación se incluirá en una copia definitiva del informe, en la que se recogerán las sugerencias del comité y que será distribuida a todos los interesados. La certificación tendrá validez durante un período de tiempo limitado -se sugiere un año- después del cual el informe,

puesto al día en todos sus aspectos, deberá ser presentado otra vez para su nueva evaluación.

Los subcomités de inspección de las operaciones actuarán, en sus esferas de acción más limitadas, de modo generalmente análogo a los comités de seguridad de cada establecimiento. No obstante, tendrán que celebrar reuniones más frecuentes y, cuando se trate de proyectos de alcance reducido, podrán hacer constar su aprobación con menos formalidades y menor cantidad de documentos.

Documentos relativos a la seguridad

Los documentos mencionados en la sección referente a los comités de seguridad son estudiados en detalle en la parte siguiente del proyecto de manual. Se examinan las circunstancias que exigirán la redacción de los informes relativos a la seguridad, así como el momento de presentarlos. Se formulan recomendaciones sobre las materias que deben abarcar dichos informes. En ellos se incluirá una descripción detallada del proyecto, comprendidos sus aspectos materiales, técnicos y administrativos.

También se ofrece un ejemplo de parte relativo al estado del cuerpo de un conjunto crítico, ya mencionado como medio de dar a conocer a todo el personal el estado actual del conjunto.

Procedimientos de urgencia

En la última parte del proyecto de manual se exponen los planes que deben preverse para hacer frente a posibles accidentes. Estos se dividen, con arreglo a su grado de gravedad, en tres categorías: accidentes localizados, accidentes en la zona de emplazamiento y accidentes públicos. Cada una de estas categorías exige la adopción de medidas distintas.

Se consideran como accidentes localizados los que afectan solamente a una parte del personal y, por lo común, a una sola habitación o a una pequeña parte de un edificio.

Los accidentes de la zona de emplazamiento se caracterizan por la difusión de radiaciones en las inmediaciones del reactor, pero sin rebasar la zona sometida al control del establecimiento.

Los accidentes públicos se caracterizan por la difusión, o riesgo de difusión, de cantidades excesivas de sustancias radiactivas fuera de los confines del establecimiento.

Al adoptar precauciones contra los accidentes localizados y los accidentes de zona, es esencial designar claramente de antemano a las personas que se encargarán de cumplir las medidas, así como sus funciones concretas. En el manual se formulan diversas sugerencias a este respecto. También deben establecerse con exactitud los medios y líneas de comunicación necesarios.

Un accidente público entrañará la participación e intervención de las autoridades oficiales, a pesar de lo cual el personal de la zona debe estar en condiciones de hacer frente a la situación en las etapas iniciales. En tales momentos es de una importancia decisiva la medición de las radiaciones. En el manual se especifica el equipo que debe destinarse a esas tareas y se sugieren los procedimientos que conviene emplear.

Se indican asimismo las medidas que convendría adoptar de antemano, de común acuerdo con las autoridades oficiales.

Conclusión

Los procedimientos que se proponen en el manual para garantizar la seguridad en el funcionamiento de los conjuntos críticos y de los reactores de investigación abarcan todos los detalles y dejan escaso margen al azar. Es posible incluso que los futuros propietarios o miembros del personal de los reactores experimenten cierta sorpresa al comprobar lo mucho que hay que hacer. No obstante, debe señalarse que procedimientos similares a los expuestos han sido elaborados en gran número de Estados como fruto de su experiencia; se ha demostrado que esos procedimientos pueden aplicarse sin entorpecer el buen desarrollo de los programas experimentales y que su empleo ha contribuido a que hayan podido obtenerse tan notables resultados en la seguridad del funcionamiento de conjuntos críticos y reactores de investigación.