IAEA
Átomos para la paz y el desarrollo

Circular informativa

INFCIRC/465/Add.1
3 de enero de 2024

Distribución general
Español
Original: Español

Protocolo entre el Estado Plurinacional de Bolivia y el Organismo Internacional de Energía Atómica Adicional al Acuerdo entre la República de Bolivia y el Organismo Internacional de Energía Atómica para la Aplicación de Salvaguardias en relación con el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en la América Latina y el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares

1. En el presente documento se transcribe, para información de todos los Miembros, el texto del Protocolo entre el Estado Plurinacional de Bolivia y el Organismo Internacional de Energía Atómica Adicional al Acuerdo[1] entre la República de Bolivia y el Organismo Internacional de Energía Atómica para la Aplicación de Salvaguardias en relación con el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en la América Latina y el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares. El Protocolo Adicional fue aprobado por la Junta de Gobernadores el 11 de septiembre de 2019 y firmado en Viena (Austria) el 18 de septiembre de 2019.

2. De conformidad con su artículo 17, el Protocolo Adicional entró en vigor el 7 de diciembre de 2023, fecha en que el Organismo recibió del Estado Plurinacional de Bolivia notificación escrita de que se habían cumplido los requisitos estatutarios y constitucionales del Estado Plurinacional de Bolivia para su entrada en vigor.

[1] Transcrito en el documento INFCIRC/465.

PROTOCOLO ENTRE EL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA Y EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA ADICIONAL AL ACUERDO ENTRE LA REPUBLICA DE BOLIVIA Y EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA PARA LA APLICACIÓN DE SALVAGUARDIAS EN RELACIÓN CON EL TRATADO PARA LA PROSCRIPCIÓN DE LAS ARMAS NUCLEARES EN LA AMÉRICA LATINA Y EL TRATADO SOBRE LA NO PROLIFERACIÓN DE LAS ARMAS NUCLEARES

CONSIDERANDO que el Estado Plurinacional de Bolivia (en adelante denominado "Bolivia") y el Organismo Internacional de Energía Atómica (en adelante denominado el "Organismo") son partes en un Acuerdo para la aplicación de salvaguardias en relación con el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en la América Latina y el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (en adelante denominado el "Acuerdo de salvaguardias"), que entró en vigor el 6 de febrero de 1995;

CONSCIENTES del deseo de la comunidad internacional de seguir reforzando la no proliferación nuclear mediante el fortalecimiento de la eficacia y el aumento de la eficiencia del sistema de salvaguardias del Organismo;

RECORDANDO que al aplicar salvaguardias el Organismo debe tener en cuenta la necesidad de: evitar la obstaculización del desarrollo económico y tecnológico de Bolivia o de la cooperación internacional en la esfera de las actividades nucleares pacíficas; respetar la salud, la seguridad, la protección física y las demás disposiciones de seguridad que estén en vigor y los derechos de las personas; y adoptar todas las precauciones necesarias para proteger los secretos comerciales, tecnológicos e industriales, así como las otras informaciones confidenciales que lleguen a su conocimiento;

CONSIDERANDO que la frecuencia e intensidad de las actividades descritas en el presente Protocolo deberán ser las mínimas requeridas para el objetivo de fortalecer la eficacia y aumentar la eficiencia de las salvaguardias del Organismo;

Bolivia y el Organismo acuerdan lo siguiente:

RELACIÓN ENTRE EL PROTOCOLO Y EL ACUERDO DE SALVAGUARDIAS

Artículo 1

Las disposiciones del Acuerdo de Salvaguardias se aplicarán al presente Protocolo en la medida en que tengan pertinencia y sean compatibles con las disposiciones de este Protocolo. En caso de conflicto entre las disposiciones del Acuerdo de Salvaguardias y las del presente Protocolo, se aplicarán las disposiciones del Protocolo.

SUMINISTRO DE INFORMACIÓN

Artículo 2

a. Bolivia presentará al Organismo una declaración que contenga:

i) Una descripción general, e información que especifique su ubicación, de las actividades de investigación y desarrollo relacionadas con el ciclo del combustible nuclear que no comprendan materiales nucleares efectuadas en cualquier lugar que estén financiadas, específicamente autorizadas o controladas por Bolivia, o que se realicen en nombre de Bolivia.

ii) La información indicada por el Organismo sobre la base de la previsión de aumentos de eficacia y eficiencia, y que cuente con la aceptación de Bolivia, sobre las actividades operacionales de importancia para las salvaguardias efectuadas en instalaciones y en aquellos lugares fuera de las instalaciones en que habitualmente se utilicen materiales nucleares.

iii) Una descripción general de cada edificio dentro de cada emplazamiento, de su utilización y, cuando no se desprenda de manera evidente de dicha descripción, la descripción de su contenido. La descripción incluirá un mapa del emplazamiento.

iv) Una descripción de la magnitud de las operaciones correspondientes a cada uno de los lugares en que se efectúen las actividades especificadas en el Anexo I del presente Protocolo.

v) Información en la que se especifiquen la ubicación, el estado operacional y la capacidad de producción anual estimada de las minas y plantas de concentración de uranio y las plantas de concentración de torio, y la actual producción anual de dichas minas y plantas de concentración de Bolivia en su conjunto. A solicitud del Organismo, Bolivia comunicará la actual producción anual de una determinada mina o planta de concentración. El suministro de esta información no requerirá una contabilidad detallada del material nuclear.

vi) Información con respecto a los materiales básicos que no hayan alcanzado todavía la composición y pureza adecuadas para la fabricación de combustible o para su enriquecimiento isotópico, a saber:

a) las cantidades, la composición química, la utilización o utilización prevista de dichos materiales, tanto utilizaciones nucleares como no nucleares, con respecto a cada lugar de Bolivia donde los materiales estén presentes en cantidades que superen diez toneladas métricas de uranio y/o veinte toneladas métricas de torio, y con respecto a otros lugares en que las cantidades superen una tonelada métrica, la suma correspondiente a Bolivia en total si dicha suma supera diez toneladas métricas de uranio o veinte toneladas métricas de torio. El suministro de esta información no requerirá una contabilidad detallada del material nuclear;

b) las cantidades, composición química y destino de cada exportación fuera de Bolivia de materiales de ese tipo para fines específicamente no nucleares en cantidades que superen:

1) diez toneladas métricas de uranio o, con respecto a sucesivas exportaciones de uranio efectuadas desde Bolivia al mismo Estado, cada una de las cuales sea inferior a diez toneladas métricas pero que superen un total de diez toneladas métricas en el año;

2) veinte toneladas métricas de torio o, con respecto a sucesivas exportaciones de torio efectuadas desde Bolivia al mismo Estado, cada una de las cuales sea inferior a veinte toneladas métricas pero que superen un total de veinte toneladas métricas en el año;

c) Las cantidades, composición química, actual ubicación y utilización o utilización prevista de cada importación a Bolivia de materiales de ese tipo para fines específicamente no nucleares en cantidades que superen:

1) diez toneladas métricas de uranio o, con respecto a sucesivas importaciones de uranio a Bolivia, cada una de las cuales sea inferior a diez toneladas métricas pero que superen un total de diez toneladas métricas en el año;

2) veinte toneladas métricas de torio o, con respecto a sucesivas importaciones de torio a Bolivia, cada una de las cuales sea inferior a veinte toneladas métricas pero que superen un total de veinte toneladas métricas en el año;

en el entendimiento de que no existe obligación de suministrar información sobre dichos materiales destinados a un uso no nuclear una vez que estén en su forma de uso final no nuclear.

vii) a) información respecto de las cantidades, utilización y ubicación de los materiales nucleares exentos de salvaguardias con arreglo al artículo 36 del Acuerdo de salvaguardias;

b) información con respecto a las cantidades (que podrá presentarse en forma de estimaciones) y la utilización en cada ubicación de los materiales nucleares exentos de salvaguardias con arreglo al párrafo b) del

artículo 35 del Acuerdo de salvaguardias pero que todavía no estén en su forma de uso final no nuclear, en cantidades que superen las estipuladas en el artículo 36 del Acuerdo de salvaguardias. El suministro de esta información no requerirá una contabilidad detallada del material nuclear.

viii) Información relativa a la ubicación o al procesamiento ulterior de desechos de actividad intermedia o alta que contengan plutonio, uranio muy enriquecido o uranio 233 con respecto a los cuales hayan cesado las salvaguardias con arreglo al artículo 11 del Acuerdo de salvaguardias. A los fines del presente párrafo, "procesamiento ulterior" no incluirá el reembalaje de desechos o su ulterior acondicionamiento, que no comprenda la separación de elementos, para su almacenamiento o disposición final.

ix) La información que se indica a continuación relativa al equipo y materiales no nucleares especificados que se enumeran en la lista del Anexo II:

a) por cada exportación de dichos equipo y materiales desde Bolivia: identidad, cantidad, lugar de la utilización prevista en el Estado destinatario y fecha o, si procede, fecha esperada de la exportación;

b) cuando la pida específicamente el Organismo, la confirmación por parte de Bolivia, como Estado importador, de la información suministrada al Organismo por otro Estado con respecto a la exportación de dicho equipo y materiales a Bolivia.

x) Los planes generales para el siguiente período de diez años relativos al desarrollo del ciclo del combustible nuclear (incluidas planeadas) cuando hayan sido aprobados por las autoridades las actividades de investigación y desarrollo relacionadas con el ciclo del combustible nuclear correspondientes de Bolivia.

b. Bolivia hará todos los esfuerzos que sean razonables para proporcionar al Organismo una declaración que contenga:

i) una descripción general e información que especifique la ubicación de las actividades de investigación y desarrollo relacionadas con el ciclo del combustible nuclear que no incluyan material nuclear y que se relacionen específicamente con el enriquecimiento, el reprocesamiento del combustible nuclear o el procesamiento de desechos de actividad intermedia o alta que contengan plutonio, uranio muy enriquecido o uranio 233 que se realicen en cualquier lugar de Bolivia pero que no sean financiadas, específicamente autorizadas o controladas por, o realizadas en nombre de Bolivia. A los fines del presente inciso, "procesamiento" de desechos de actividad intermedia o alta no incluirá el reembalaje de desechos o su acondicionamiento, que no comprenda la separación de elementos, para su almacenamiento o disposición final.

ii) una descripción general de las actividades y la identidad de la persona o entidad que realice dichas actividades en los lugares indicados por el Organismo fuera de un emplazamiento que el Organismo considere que puedan tener una relación funcional con las actividades de ese emplazamiento. Esa información se

suministrará previa solicitud específica del Organismo. Se facilitará en consulta con el Organismo y de manera oportuna.

c. A solicitud del Organismo, Bolivia facilitará las ampliaciones o aclaraciones de cualquier información que haya proporcionado con arreglo al presente artículo, en la medida que sea pertinente para los fines de las salvaguardias.

Artículo 3

a. Bolivia facilitará al Organismo la información que se indica en los apartados i), iii), iv) y v), en el inciso a) del apartado vi), y en los apartados vii) y x) del párrafo a. del artículo 2 y en el apartado i) del párrafo b. del artículo 2, dentro de 180 días a partir de la entrada en vigor del presente Protocolo.

b. Bolivia facilitará al Organismo, a más tardar el 15 de mayo de cada año, una actualización de la información indicada en el párrafo a. supra con respecto al período correspondiente al año calendario anterior. Cuando la información precedentemente facilitada no haya experimentado cambios, Bolivia así lo indicará.

c. Bolivia facilitará al Organismo, a más tardar el 15 de mayo de cada año, la información indicada en los incisos b) y c) del apartado vi) del párrafo a. del artículo 2 con respecto al período correspondiente al año calendario anterior.

d. Bolivia facilitará al Organismo trimestralmente la información indicada en el inciso a) del apartado ix) del párrafo a. del artículo 2. Esta información se presentará dentro de los sesenta días siguientes al fin de cada trimestre.

e. Bolivia facilitará al Organismo la información indicada en el apartado viii) del párrafo a. del artículo 2 180 días antes de que se efectúe el nuevo procesamiento y, a más tardar el 15 de mayo de cada año, información sobre los cambios de ubicación con respecto al período correspondiente al año calendario anterior.

f. Bolivia y el Organismo acordarán los plazos y frecuencia del suministro de la información indicada en el apartado ii) del párrafo a. del artículo 2.

g. Bolivia facilitará al Organismo la información indicada en el inciso b) del apartado ix) del párrafo a. del artículo 2 dentro de los 60 días siguientes a la petición del Organismo.

ACCESO COMPLEMENTARIO

Artículo 4

En relación con la puesta en práctica del acceso complementario regido por el artículo 5 del presente Protocolo se aplicarán las siguientes disposiciones:

a. El Organismo no tratará de verificar de manera mecánica ni sistemática la información a que se hace referencia en el artículo 2; no obstante, el Organismo tendrá acceso a:

i) Todos los lugares a que se hace referencia en los apartados i) o ii) del párrafo a. del artículo 5 de manera selectiva para asegurarse de la ausencia de materiales nucleares y actividades nucleares no declarados.

ii) Todos los lugares a que se hace referencia en los párrafos b. o c. del artículo 5 para resolver un interrogante relativo a la corrección y exhaustividad de la información suministrada con arreglo al artículo 2 o para resolver una discrepancia relativa a esa información.

iii) Todos los lugares a que se hace referencia en el apartado iii) del párrafo a. del artículo 5 en la medida en que el Organismo necesite confirmar, para fines de salvaguardias, la declaración de Bolivia sobre la situación de clausura de una instalación o de un lugar fuera de las instalaciones en el que habitualmente se utilizaban materiales nucleares.

b. i) Salvo lo dispuesto en el apartado ii) infra, el Organismo dará aviso del acceso a Bolivia con 24 horas por lo menos de anticipación;

ii) En caso de acceso a cualquier lugar de un emplazamiento que se solicite coincidiendo con las visitas para verificar la información sobre el diseño o las inspecciones ad hoc u ordinarias en dicho emplazamiento, el tiempo de preaviso será, si el Organismo así lo requiere, de dos horas como mínimo pero, en circunstancias excepcionales, podrá ser de menos de dos horas.

c. El previo aviso se dará por escrito y especificará las razones del acceso y las actividades que vayan a realizarse durante dicho acceso.

d. En el caso de un interrogante o una discrepancia, el Organismo dará a Bolivia una oportunidad para aclarar y facilitar la resolución del interrogante o la discrepancia. Esa oportunidad se dará antes de la solicitud de acceso, a menos que el Organismo considere que la tardanza en el acceso perjudicaría la finalidad para la cual éste se requiere. En todo caso, el Organismo no sacará ninguna conclusión sobre el interrogante o la discrepancia mientras no se haya dado a Bolivia dicha oportunidad.

e. A menos que Bolivia acepte otra cosa, el acceso solo se realizará durante el horario normal de trabajo.

f. Bolivia tendrá derecho a hacer acompañar a los inspectores del Organismo durante el acceso por representantes de Bolivia, siempre que ello no entrañe retraso u otra clase de impedimento para los inspectores en el ejercicio de sus funciones.

Artículo 5

Bolivia facilitará al Organismo acceso a:

a. i) Cualquier lugar dentro de un emplazamiento;

ii) Cualquier lugar indicado por Bolivia con arreglo a los apartados v) a viii) del párrafo a. del artículo 2;

iii) Cualquier instalación clausurada o lugar fuera de las instalaciones clausurado en los que se utilizaban habitualmente materiales nucleares.

b. Cualquier lugar indicado por Bolivia con arreglo al apartado i) o al apartado iv) del párrafo a. del artículo 2, al inciso b) del apartado ix) del párrafo a. del artículo 2 o al párrafo b. del artículo 2, que no sea de aquellos a que se refiere el apartado i) del párrafo a. supra, y si Bolivia no puede conceder ese acceso, Bolivia hará todos los esfuerzos razonables para satisfacer la petición del Organismo, sin demora, por otros medios.

c. Cualquier lugar especificado por el Organismo, además de los lugares mencionados en los párrafos a. y b. supra, a fin de realizar muestreo ambiental específico para los lugares, y si Bolivia no está en condiciones de facilitar dicho acceso, Bolivia hará todos los esfuerzos razonables para satisfacer la petición del Organismo, sin demora, en lugares adyacentes o por otros medios.

Artículo 6

Al aplicar el artículo 5 el Organismo podrá llevar a cabo las siguientes actividades:

a. En cuanto al acceso de conformidad con el apartado i) o iii) del párrafo a. del artículo 5: observación ocular, toma de muestras ambientales, utilización de dispositivos de detección y medición de radiación, aplicación de precintos así como de otros dispositivos identificadores e indicadores de interferencias extrañas especificados en los Arreglos Subsidiarios, y otras medidas objetivas cuya viabilidad técnica se haya demostrado y cuya utilización haya sido acordada por la Junta de Gobernadores (denominada en adelante la "Junta") así como tras la celebración de consultas entre el Organismo y Bolivia;

b. En cuanto al acceso de conformidad con el apartado ii) del párrafo a. del artículo 5, observación ocular, recuento de partidas de materiales nucleares, mediciones y muestreo no destructivos, utilización de dispositivos de detección y medición de radiación, examen de los registros en lo que respecta a cantidades, origen y disposición de los materiales, toma de muestras ambientales, y otras medidas objetivas cuya viabilidad técnica se haya demostrado y cuya utilización haya sido acordada por la Junta así como tras la celebración de consultas entre el Organismo y Bolivia;

c. En cuanto al acceso de conformidad con el párrafo b. del artículo 5, observación ocular, toma de muestras ambientales, utilización de dispositivos de detección y medición de radiación, examen de los registros de producción y expedición interesantes para las salvaguardias, y otras medidas objetivas cuya viabilidad técnica se haya demostrado y cuya utilización haya sido acordada por la Junta así como tras la celebración de consultas entre el Organismo y Bolivia;

d. En cuanto al acceso de conformidad con el párrafo c. del artículo 5, recogida de muestras ambientales y, en caso de que los resultados no permitan solucionar el interrogante o la discrepancia en el lugar especificado por el Organismo con arreglo al párrafo c. del artículo 5, utilización en ese lugar de observación ocular, dispositivos de detección y medición de radiación, así como otras medidas objetivas acordadas por Bolivia y el Organismo.

Artículo 7

a. A petición de Bolivia, el Organismo y Bolivia efectuarán arreglos para el acceso controlado de conformidad con el presente Protocolo a fin de impedir la difusión de información de carácter sensible en cuanto a la proliferación, para satisfacer los requisitos de seguridad o protección física, o para proteger la información sensible por razones de propiedad industrial o de carácter comercial. Esos arreglos no impedirán al Organismo realizar las actividades necesarias para ofrecer garantías creíbles de la ausencia de materiales nucleares y actividades nucleares no declarados en el lugar en cuestión, incluida la solución de algún interrogante relativo a la exactitud y exhaustividad de la información a que se refiere el artículo 2, o de una discrepancia relativa a esa información.

b. Bolivia podrá, cuando suministre la información a que se refiere el artículo 2, informar al Organismo sobre los sitios de un emplazamiento o lugar en los que pueda ser aplicable el acceso controlado.

c. Hasta que entren en vigor los Arreglos Subsidiarios necesarios, Bolivia podrá hacer uso del acceso controlado en conformidad con lo dispuesto en el párrafo a. supra.

Artículo 8

Nada de lo estipulado en el presente Protocolo impedirá que Bolivia ofrezca al Organismo acceso a lugares adicionales a los mencionados en los artículos 5 y 9 ni que pida al Organismo que efectúe actividades de verificación en un lugar determinado. El Organismo hará sin demora todos los esfuerzos razonables para actuar en respuesta a esa petición.

Artículo 9

Bolivia facilitará al Organismo acceso a los lugares especificados por el Organismo para realizar muestreo ambiental de grandes zonas, y si Bolivia no está en condiciones de facilitar ese acceso hará todos los esfuerzos razonables para satisfacer la petición del Organismo en otros lugares. El Organismo no solicitará dicho acceso hasta que la Junta haya aprobado el muestreo ambiental de grandes zonas y las disposiciones de procedimiento aplicables al mismo, así como tras la celebración de consultas entre el Organismo y Bolivia.

Artículo 10

El Organismo informará a Bolivia sobre:

a. Las actividades llevadas a cabo con arreglo al presente Protocolo, incluso sobre las relacionadas con cualesquier interrogantes o discrepancias que el Organismo haya hecho presente a Bolivia, dentro de los 60 días siguientes al término de las actividades llevadas a cabo por el Organismo;

b. Los resultados de las actividades relacionadas con cualesquier interrogantes o discrepancias que el Organismo haya hecho presentes a Bolivia, tan pronto como sea posible y, en cualquier caso, dentro de los treinta días siguientes a la determinación de los resultados por parte del Organismo;

c. Las conclusiones que haya deducido de sus actividades con arreglo al presente Protocolo. Las conclusiones se comunicarán anualmente.

DESIGNACIÓN DE INSPECTORES DEL ORGANISMO

Artículo 11

a. i) El Director General notificará a Bolivia toda aprobación por la Junta de Gobernadores de la designación de funcionarios del Organismo como inspectores de salvaguardias. A menos que Bolivia comunique al Director General su rechazo de ese funcionario como inspector para Bolivia dentro de tres meses a contar del recibo de la notificación de la aprobación de la Junta, el inspector cuya designación se haya notificado a Bolivia se considerará designado para Bolivia.

ii) El Director General, actuando en respuesta a una petición de Bolivia o por propia iniciativa, informará inmediatamente a Bolivia cuando la designación de un funcionario como inspector para Bolivia haya sido retirada.

b. Las notificaciones mencionadas en el párrafo a. supra se considerarán recibidas por Bolivia siete días después de la fecha de transmisión por correo certificado de la notificación del Organismo a Bolivia.

VISADOS

Artículo 12

Bolivia, en el plazo de un mes a contar del recibo de la correspondiente solicitud, concederá al inspector designado mencionado en la solicitud los visados apropiados de ingreso/salida y/o de tránsito múltiples, que fueran necesarios, de modo que el inspector pueda ingresar y permanecer en el territorio de Bolivia con la finalidad de desempeñar sus funciones. Los visados que fueran necesarios deberán tener una validez mínima de un año y se renovarán, según corresponda, para abarcar el período de la designación del inspector para Bolivia.

ARREGLOS SUBSIDIARIOS

Artículo 13

a. Cuando Bolivia o el Organismo indique que es necesario especificar en Arreglos Subsidiarios la forma en que habrán de aplicarse las medidas establecidas en el presente Protocolo, Bolivia y el Organismo deberán acordar esos Arreglos Subsidiarios dentro de los 90 días contados a partir de la entrada en vigor del presente Protocolo o, cuando la indicación de la necesidad de dichos Arreglos Subsidiarios se haga después de la entrada en vigor del presente Protocolo, dentro de los 90 días contados a partir de la fecha de dicha indicación.

b. Hasta que los Arreglos Subsidiarios entren en vigor, el Organismo estará facultado para aplicar las medidas establecidas en el presente Protocolo.

SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Artículo 14

a. Bolivia permitirá y protegerá la libre comunicación para fines oficiales del Organismo entre los inspectores del Organismo que se encuentren en Bolivia y la Sede del Organismo y/o las Oficinas Regionales, incluidas las transmisiones, con operador y automáticas, de información generada por los dispositivos de medición o de contención y/o vigilancia del Organismo. El Organismo tendrá derecho, previa consulta con Bolivia, a utilizar sistemas de comunicación directa internacionalmente establecidos, en particular, sistemas de satélite y otras formas de telecomunicación que no se utilicen en Bolivia. Cuando lo pida Bolivia o el Organismo, los detalles relativos a la aplicación de este párrafo con respecto a las transmisiones, con operador o automáticas, de información generada por los dispositivos de medición o de contención y/o vigilancia del Organismo se especificarán en los Arreglos Subsidiarios.

b. En la comunicación y transmisión de información estipuladas en el párrafo a. supra deberá tomarse debidamente en cuenta la necesidad de proteger la información de carácter sensible por razones de propiedad industrial o comerciales o la información sobre el diseño que Bolivia considere de carácter especialmente sensible.

PROTECCIÓN DE LA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL

Artículo 15

a. El Organismo mantendrá un régimen estricto para asegurar la protección eficaz contra la divulgación de secretos comerciales, tecnológicos e industriales y otras informaciones confidenciales que lleguen a su conocimiento, incluida la información de ese tipo que llegue a conocimiento del Organismo con motivo de la aplicación del presente Protocolo.

b. El régimen mencionado en el párrafo a. supra incluirá, entre otras, disposiciones relativas a:

   i) Principios generales y medidas conexas para la tramitación de la información confidencial;

   ii) Condiciones de empleo del personal relativas a la protección de la información confidencial;

   iii) Procedimientos para el caso de infracción o presunta infracción de la confidencialidad.

c. El régimen mencionado en el párrafo a. supra será aprobado y revisado periódicamente por la Junta.

ANEXOS

Artículo 16

a. Los Anexos del presente Protocolo formarán parte integrante de él. Salvo para los fines de modificación de los Anexos, por el término "Protocolo" utilizado en este instrumento se entenderá el Protocolo juntamente con sus Anexos.

b. La Junta, previo asesoramiento de un grupo de trabajo de expertos de composición abierta por ella establecido, podrá enmendar la lista de actividades especificada en el Anexo I y la lista de equipo y materiales especificada en el Anexo II. Toda enmienda de este tipo cobrará efectividad cuatro meses después de su aprobación por la Junta.

ENTRADA EN VIGOR

Artículo 17

a. El presente Protocolo entrará en vigor en la fecha en que el Organismo reciba de Bolivia notificación escrita de que se han cumplido los requisitos legales y/o constitucionales de Bolivia para su entrada en vigor.

b. Bolivia podrá declarar, en cualquier fecha antes de que el presente Protocolo entre en vigor, que aplicará el presente Protocolo provisionalmente.

c. El Director General informará prontamente a todos los Estados Miembros del Organismo de cualquier declaración de aplicación provisional y de la entrada en vigor del presente Protocolo.

DEFINICIONES

Artículo 18

Para los fines del presente Protocolo:

a. Por actividades de investigación y desarrollo relacionadas con el ciclo del combustible nuclear se entenderá las actividades específicamente relacionadas con cualquier aspecto de desarrollo del proceso o sistema de cualquiera de los siguientes elementos:

- conversión de material nuclear,
- enriquecimiento de material nuclear,
- fabricación de combustible nuclear,
- reactores,
- conjuntos críticos,

- reprocesamiento de combustible nuclear,

- procesamiento (con exclusión del reembalaje o del acondicionamiento que no incluya la separación de elementos, para almacenamiento o disposición final) de desechos de actividad intermedia o alta que contengan plutonio, uranio muy enriquecido o uranio 233,

pero no se incluyen las actividades relacionadas con la investigación científica de carácter teórico o básico ni con la investigación y desarrollo sobre las aplicaciones industriales de los radioisótopos, las aplicaciones de los mismos en medicina, hidrología y agricultura, los efectos en la salud y el medio ambiente o la mejora del mantenimiento.

b. Por emplazamiento se entenderá el área delimitada por Bolivia en la pertinente información sobre el diseño correspondiente a una instalación, incluidas las instalaciones cerradas, y en la información pertinente sobre un lugar fuera de las instalaciones en que se utilizan habitualmente materiales nucleares, incluidos los lugares fuera de las instalaciones cerrados en que se utilizaban habitualmente materiales nucleares (éstos quedan limitados a lugares con celdas calientes o en los que se llevaban a cabo actividades relacionadas con la conversión, el enriquecimiento, la fabricación o el reprocesamiento de combustible). También comprenderá todas las unidades ubicadas conjuntamente en la instalación o lugar, para la prestación o uso de servicios esenciales, incluidos: celdas calientes para el procesamiento de materiales irradiados que no contengan materiales nucleares; instalaciones de tratamiento, almacenamiento y disposición final de desechos; y edificios relacionados con actividades específicas indicadas por Bolivia con arreglo al apartado iv) del párrafo a. del artículo 2 supra.

c. Por instalación clausurada o lugar fuera de las instalaciones clausurado se entenderá una instalación o lugar en los que las estructuras residuales y el equipo esencial para su utilización se hayan retirado o inutilizado de manera que no se utilicen para almacenar ni puedan usarse ya para manipular, procesar o utilizar materiales nucleares.

d. Por instalación cerrada o lugar fuera de las instalaciones cerrado se entenderá una instalación o lugar en los que las operaciones hayan cesado y los materiales nucleares se hayan retirado, pero que no haya sido clausurada.

e. Por uranio muy enriquecido se entenderá uranio que contenga el 20% o más del isótopo uranio 235.

f. Por muestreo ambiental específico para los lugares se entenderá la toma de muestras ambientales (por ejemplo, aire, agua, vegetación, suelos, frotis) en los lugares, y en las inmediaciones de los mismos, especificados por el Organismo con la finalidad de que le sirvan de ayuda para deducir conclusiones sobre la ausencia de materiales nucleares o actividades nucleares no declarados en los lugares especificados.

g. Por muestreo ambiental de grandes zonas se entenderá la toma de muestras ambientales (por ejemplo, agua, vegetación, suelos, frotis) en un conjunto de lugares especificados por el Organismo con la finalidad de que le sirvan de ayuda para deducir conclusiones sobre la ausencia de materiales nucleares o actividades nucleares no declarados en una gran zona.

h. Por materiales nucleares se entenderá cualquier material básico o cualquier material fisionable especial, tal como se definen en el artículo XX del Estatuto. No deberá interpretarse el término material básico como aplicable a minerales o residuos de minerales. Toda determinación de la Junta, adoptada con arreglo al artículo XX del Estatuto tras la entrada en vigor del presente Protocolo, que aumente el número de materiales que se considera son materiales básicos o materiales fisionables especiales, surtirá efecto en virtud del presente Protocolo solo cuando sea aceptada por Bolivia.

i. Por instalación se entenderá:

i) Un reactor, un conjunto crítico, una planta de conversión, una planta de fabricación, una planta de reprocesamiento, una planta de separación de isótopos o una instalación de almacenamiento por separado; o

ii) Cualquier lugar en el que se utilicen habitualmente materiales nucleares en cantidades superiores a un kilogramo efectivo.

j. Por lugar fuera de las instalaciones se entenderá cualquier planta o lugar, que no sea una instalación, en los que se utilicen habitualmente materiales nucleares en cantidades de un kilogramo efectivo o menos.

HECHO en Viena a los _____ días del mes de _____ de 2019 en dos ejemplares por duplicado en el idioma español.

Por el ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Por el ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

ANEXO I

LISTA DE ACTIVIDADES A QUE SE HACE REFERENCIA EN EL APARTADO iv) DEL PÁRRAFO a. DEL ARTÍCULO 2 DEL PROTOCOLO

i) Fabricación de tubos de rotores de centrifugación o montaje de centrifugadoras de gas.

Por tubos de rotores de centrifugación se entenderá los cilindros de paredes delgadas descritos en el punto 5.1.1 b) del Anexo II.

Por centrifugadoras de gas se entenderá las centrifugadoras descritas en la Nota Introductoria del punto 5.1 del Anexo II.

ii) Fabricación de barreras de difusión.

Por barreras de difusión se entenderá los filtros finos, porosos descritos en el punto 5.3.1 a) del Anexo II.

iii) Fabricación o montaje de sistemas basados en láser.

Por sistemas basados en láser se entenderá los sistemas que llevan incorporados los artículos descritos en el punto 5.7 del Anexo II.

iv) Fabricación o montaje de separadores electromagnéticos de isótopos.

Por separadores electromagnéticos de isótopos se entenderá los artículos mencionados en el punto 5.9.1 del Anexo II que contienen las fuentes de iones descritas en el punto 5.9.1 a) del Anexo II.

v) Fabricación o montaje de columnas o equipo de extracción.

Por columnas o equipo de extracción se entenderá los artículos descritos en los puntos 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3, 5.6.5, 5.6.6, 5.6.7 y 5.6.8 del Anexo II.

vi) Fabricación de toberas o tubos vorticiales para separación aerodinámica.

Por toberas o tubos vorticiales para separación aerodinámica se entenderá las toberas y tubos vorticiales para separación descritos, respectivamente, en los puntos 5.5.1 y 5.5.2 del Anexo II.

vii) Fabricación o montaje de sistemas de generación de plasma de uranio.

Por sistemas de generación de plasma de uranio se entenderá los sistemas de generación de plasma de uranio descritos en el punto 5.8.3 del Anexo II.

viii) Fabricación de tubos de circonio.

Por tubos de circonio se entenderá los tubos descritos en el punto 1.6 del Anexo II.

ix) Fabricación o depuración de agua pesada o deuterio.

Por agua pesada o deuterio se entenderá el deuterio, el agua pesada (óxido de deuterio) y cualquier otro compuesto de deuterio en que la razón átomos de deuterio/átomos de hidrógeno exceda de 1:5 000.

x) Fabricación de grafito de pureza nuclear.

Por grafito de pureza nuclear se entenderá grafito con un grado de pureza superior a 5 partes por millón de boro equivalente y con una densidad superior a 1,50 g/cm^3.

xi) Fabricación de cofres para combustible irradiado.

Por cofre para combustible irradiado se entenderá una vasija para el transporte y/o almacenamiento de combustible irradiado que ofrece protección química, térmica y radiológica, y disipa el calor de desintegración durante la manipulación, el transporte y el almacenamiento.

xii) Fabricación de barras de control para reactores.

Por barras de control para reactores se entenderá las barras descritas en el punto 1.4 del Anexo II.

xiii) Fabricación de tanques y recipientes a prueba del riesgo de criticidad.

Por tanques y recipientes a prueba del riesgo de criticidad se entenderá los artículos descritos en los puntos 3.2 y 3.4 del Anexo II.

xiv) Fabricación de máquinas trozadoras de elementos combustibles irradiados.

Por máquinas trozadoras de elementos combustibles irradiados se entenderá el equipo descrito en el punto 3.1 del Anexo II.

xv) Construcción de celdas calientes.

Por celdas calientes se entenderá una celda o celdas interconectadas con un volumen total de 6 m^3 y un blindaje igual o superior al equivalente de 0,5 m de hormigón, con una densidad de 3,2 g/cm^3 o mayor, dotada de equipo para operaciones a distancia.

ANEXO II

LISTA DE EQUIPO Y MATERIALES NO NUCLEARES ESPECIFICADOS PARA NOTIFICAR LAS EXPORTACIONES E IMPORTACIONES CON ARREGLO AL APARTADO ix) DEL PÁRRAFO a. DEL ARTÍCULO 2

1. Reactores y equipo para los mismos

1.1. Reactores nucleares completos

Reactores nucleares capaces de funcionar de manera que se pueda mantener y controlar una reacción de fisión en cadena autosostenida, excluidos los reactores de energía nula, quedando definidos estos últimos como aquellos reactores con un índice teórico máximo de producción de plutonio no superior a 100 gramos al año.

NOTA EXPLICATIVA

Un "reactor nuclear" comprende fundamentalmente todos los dispositivos que se encuentran en el interior de la vasija del reactor o que están conectados directamente con ella, el equipo que regula el nivel de potencia en el núcleo, y los componentes que normalmente contienen el refrigerante primario del núcleo del reactor o que están directamente en contacto con dicho refrigerante o lo regulan.

No se pretende excluir a los reactores que podrían razonablemente ser susceptibles de modificación para producir cantidades considerablemente superiores a 100 gramos de plutonio al año. Los reactores diseñados para funcionar en régimen continuo a niveles considerables de potencia no se considerarán como "reactores de energía nula" cualquiera que sea su capacidad de producción de plutonio.

1.2. Vasijas de presión de reactores

Vasijas metálicas, bien como unidades completas o bien en forma de piezas importantes fabricadas en taller para las mismas, que estén especialmente concebidas o preparadas para contener el núcleo de un reactor nuclear conforme se le define en el anterior párrafo 1.1. y sean capaces de resistir la presión de trabajo del refrigerante primario.

NOTA EXPLICATIVA

Una placa que recubre la parte superior de una vasija de presión de un reactor queda comprendida en el concepto indicado en el párrafo 1.2. como pieza importante fabricada en taller para una vasija de presión.

Los dispositivos interiores del reactor (por ejemplo: columnas y placas de apoyo del núcleo y otros dispositivos interiores de la vasija, tubos-guía para las barras de control, blindajes térmicos, placas deflectoras, placas para el reticulado del núcleo, placas difusoras, etc.) los suministra normalmente el propio proveedor del reactor. En algunos casos, determnados componentes auxiliares internos quedan incluidos en la fabricación.

de la vasija de presión. Estos componentes son de importancia suficientemente crítica para la seguridad y la fiabilidad del funcionamiento del reactor (y, por lo tanto, para la garantía y responsabilidad del proveedor de éste) de manera que su suministro al margen del contrato básico para la entrega del reactor propiamente dicho no constituiría una práctica usual. Por lo tanto, aunque el suministro por separado de estos componentes únicos especialmente concebidos y preparados, de importancia crítica, de gran tamaño y elevado costo no habría necesariamente de considerarse como una operación fuera del ámbito de la prevista respecto de este concepto, tal modalidad de suministro se considera improbable.

1.3. Máquinas para la carga y descarga del combustible en los reactores

Equipo de manipulación especialmente concebido o preparado para insertar o extraer el combustible en un reactor nuclear conforme se le define en el anterior párrafo 1.1., con el que sea posible cargar el combustible con el reactor en funcionamiento o que incluya características de disposición o alineación técnicamente complejas que permitan realizar operaciones complicadas de carga de combustible con el reactor parado tales como aquéllas en las que normalmente no es posible la visión directa del combustible o el acceso a éste.

1.4. Barras de control para reactores

Barras especialmente concebidas o preparadas para el control de la velocidad de reacción en un reactor nuclear conforme se le define en el anterior párrafo 1.1.

NOTA EXPLICATIVA

Esta partida de equipo comprende, además de aquella parte de la barra de control consistente en el material absorbedor de neutrones, las estructuras de apoyo o suspensión de la misma si se las suministra por separado.

1.5. Tubos de presión para reactores

Tubos especialmente concebidos o preparados para contener los elementos combustibles y el refrigerante primario en un reactor nuclear conforme se le define en el anterior párrafo 1.1., a una presión de trabajo superior a (5,1 MPa) (740 psi).

1.6. Tubos de circonio

Circonio metálico y aleaciones de circonio en forma de tubos o conjuntos de tubos, y en cantidades que excedan de 500 kg en cualquier período de 12 meses, especialmente concebidos o preparados para su utilización en un reactor nuclear conforme se le define en el anterior párrafo 1.1., y en los que la razón hafnio/circonio sea inferior a 1 : 500 partes en peso.

1.7. Bombas del refrigerante primario

Bombas especialmente concebidas o preparadas para hacer circular metal líquido como refrigerante primario de reactores nucleares conforme se les define en el anterior párrafo 1.1.

NOTA EXPLICATIVA

Las bombas especialmente diseñadas o preparadas pueden comprender sistemas complejos de estanqueidad sencilla o múltiple para impedir las fugas del refrigerante primario, bombas de rotor blindado y bombas con sistemas de masa inercial. Esta definición abarca las bombas conformes a la norma NC-1 o normas equivalentes.

2. Materiales no nucleares para reactores

2.1. Deuterio y agua pesada

Deuterio, agua pesada (óxido de deuterio) y cualquier otro compuesto de deuterio en el que la razón deuterio/átomos de hidrógeno exceda de 1 : 5 000, para su utilización en un reactor nuclear conforme se le define en el anterior párrafo 1.1., en cantidades que excedan de 200 kg de átomos de deuterio, para un mismo país destinatario dentro de un mismo período de 12 meses.

2.2. Grafito de pureza nuclear

Grafito con un nivel de pureza superior a 5 partes por millón de boro equivalente y con una densidad superior a 1,50 g/cm^3, para su utilización en un reactor nuclear conforme se le define en el anterior párrafo 1.1., en cantidades que excedan de 3 x 10^4 kg (30 toneladas métricas) para un mismo país destinatario dentro de un mismo período de 12 meses.

NOTA

Al efecto de notificación, el Gobierno determinará si las exportaciones de grafito que cumpla las especificaciones anteriores son o no para su utilización en un reactor nuclear.

3. Plantas para el reprocesamiento de elementos combustibles irradiados, y equipo especialmente concebido o preparado para dicha operación

NOTA INTRODUCTORIA

En el reprocesamiento del combustible nuclear irradiado, el plutonio y el uranio se separan de los productos de fisión intensamente radiactivos y de otros elementos transuránicos. Esta separación puede lograrse mediante diferentes procesos técnicos. Sin embargo, al cabo de cierto número de años el proceso Purex se ha acreditado y extendido más que los demás. Entraña este proceso la disolución del combustible nuclear irradiado en ácido nítrico, seguida de la separación del uranio, el plutonio y los productos de la fisión mediante la extracción con disolventes empleando una mezcla de fosfato de tributilo en un diluyente orgánico.

Las instalaciones Purex tienen funciones de proceso similares entre sí, incluyendo las siguientes: troceado de los elementos combustibles irradiados, lixiviación del combustible, extracción con disolventes y almacenamiento de licores de proceso. Puede haber asimismo equipo para otras operaciones, tales como la desnitrificación térmica del nitrato de uranio, la conversión del nitrato de plutonio en óxido o metal, y el tratamiento del licor de desecho de los productos de fisión para darle forma que se preste al almacenamiento o a la disposición por largo plazo. No obstante, el tipo y la configuración específicos del equipo destinado a estas operaciones pueden diferir entre unas instalaciones Purex y otras, y ello por varias razones, incluidos el tipo y cantidad del combustible nuclear irradiado a reprocesar y el destino que se quiera dar a los materiales recuperados, además de las consideraciones de seguridad y de mantenimiento que hayan orientado el diseño de cada instalación.

Una "planta para el reprocesamiento de elementos combustibles irradiados" comprende el equipo y los componentes que normalmente están en contacto directo con las principales corrientes de tratamiento de los materiales nucleares y productos de fisión y las controlan directamente.

Estos procesos, incluidos los sistemas completos para la conversión de plutonio y la producción de plutonio metal, pueden identificarse mediante las medidas tomadas para evitar la criticidad (p. ej. mediante la geometría), la exposición a las radiaciones (p. ej. mediante el blindaje) y los riesgos de toxicidad (p. ej. mediante la contención).

Las partidas de equipo que se consideran incluidas en la frase "y equipo especialmente concebido o preparado" para el reprocesamiento de elementos combustibles irradiados comprenden:

3.1. Máquinas trozadoras de elementos combustibles irradiados

NOTA INTRODUCTORIA

Este equipo rompe la vaina del elemento combustible y expone así a la acción lixiviadora el material nuclear irradiado. Para esta operación suelen emplearse cizallas metálicas de diseño especial, aunque puede utilizarse equipo avanzado, como los láser, por ejemplo.

Equipo teleaccionado especialmente concebido o preparado para su utilización en una planta de reprocesamiento conforme se la describe anteriormente y destinado al troceo, corte o cizallamiento de conjuntos, haces o barras o varillas de combustible.

3.2. Recipientes de lixiviación

NOTA INTRODUCTORIA

Estos recipientes suelen recibir el combustible gastado troceado. En estos recipientes, a prueba de criticidad, el material nuclear irradiado se lixivia con ácido nítrico, y los fragmentos de vainas remanentes se eliminan del circuito del proceso.

Tanques a prueba del riesgo de criticidad (por ejemplo: tanques de pequeño diámetro, anulares o de placas) especialmente concebidos o preparados para su utilización en una planta de reprocesamiento conforme se la describe anteriormente, destinados a la operación de disolución de combustible nuclear irradiado, capaces de resistir la presencia de un líquido a alta temperatura y muy corrosivo, y que pueden ser teleaccionados para su carga y mantenimiento.

3.3. Extractores mediante disolvente y equipo para la extracción con disolventes

NOTA INTRODUCTORIA

Estos extractores reciben la solución de combustible irradiado proveniente de los recipientes de lixiviación y también la solución orgánica que separa el uranio, el plutonio y los productos de fisión. El equipo para la extracción con disolventes suele diseñarse para cumplir parámetros de operación rigurosos, tales como prolongada vida útil sin necesidad de mantenimiento, o bien gran sustituibilidad, sencillez de funcionamiento y de regulación, y flexibilidad frente a las variaciones de las condiciones del proceso.

Son extractores por disolvente especialmente diseñados o preparados, como por ejemplo las columnas pulsantes o de relleno, mezcladores-sedimentadores, o contactadores centrífugos para el empleo en una planta de reprocesamiento de combustible irradiado. Los extractores por disolvente deben ser resistentes a los efectos corrosivos del ácido nítrico. Los extractores por disolvente suelen construirse con arreglo a normas sumamente estrictas (incluidas soldaduras especiales y técnicas especiales de inspección, control de calidad y garantía de calidad) con aceros inoxidables al carbono, titanio, circonio u otros materiales de alta calidad.

3.4. Recipientes de retención o almacenamiento químico

NOTA INTRODUCTORIA

De la etapa de extracción mediante disolvente se derivan tres circuitos principales de licor de proceso. Para el tratamiento ulterior de estos tres circuitos se emplean recipientes de retención o almacenamiento, de la manera siguiente:

a) La solución de nitrato de uranio puro se concentra por evaporación y se hace pasar a un proceso de desnitrificación en el que se convierte en óxido de uranio. Este óxido se reutiliza en el ciclo del combustible nuclear.

b) La solución de productos de fisión intensamente radiactivos suele concentrarse por evaporación y almacenarse como concentrado líquido. Este concentrado puede luego ser evaporado y convertido a una forma adecuada para el almacenamiento o la disposición final.

c) La solución de nitrato de plutonio puro se concentra y se almacena en espera de su transferencia a etapas ulteriores del proceso. En particular, los recipientes de retención o almacenamiento destinados a las soluciones de plutonio están diseñados para evitar problemas de criticidad resultantes de cambios en la concentración y en la forma de este circuito.

Recipientes de retención o de almacenamiento especialmente diseñados o preparados para su utilización en plantas de reprocesamiento de combustible irradiado. Los recipientes de retención o almacenamiento deben ser resistentes al efecto corrosivo del ácido nítrico. Suelen construirse con materiales tales como aceros inoxidables bajos en carbono, titanio, circonio, u otros materiales de alta calidad. Los recipientes de retención o almacenamiento pueden diseñarse para la manipulación y el mantenimiento por control remoto, y pueden tener las siguientes características para el control de la criticidad nuclear:

1) paredes o estructuras internas con un equivalente de boro de por lo menos el 2%, o bien

2) un diámetro máximo de 175 mm (7 pulgadas) en el caso de recipientes cilíndricos, o bien

3) un ancho máximo de 75 mm (3 pulgadas) en el caso de recipientes anulares o planos.

3.5. Sistema de conversión del nitrato de plutonio en óxido

NOTA INTRODUCTORIA

En la mayoría de las instalaciones de reprocesamiento, este proceso final entraña la conversión de la solución de nitrato de plutonio en dióxido de plutonio. Las operaciones principales de este proceso son las siguientes: ajuste, con posibilidad de almacenamiento, de la disolución de alimentación del proceso, precipitación y separación sólido/licor, calcinación, manipulación del producto, ventilación, gestión de desechos, y control del proceso.

Se trata de sistemas completos especialmente diseñados o preparados para la conversión de nitrato de plutonio en óxido de plutonio, especialmente adaptados para evitar los efectos de la criticidad y de las radiaciones, y para minimizar los riesgos de toxicidad.

3.6. Sistema de conversión de óxido de plutonio en metal

NOTA INTRODUCTORIA

Este proceso, que puede vincularse a una instalación de reprocesamiento, entraña la fluoración del dióxido de plutonio, que suele efectuarse con fluoruro de hidrógeno sumamente corrosivo, para obtener fluoruro de plutonio, que luego se reduce empleando calcio metal de gran pureza a fin de obtener plutonio metálico y escoria de fluoruro de calcio. Las principales operaciones de este proceso son las siguientes: fluoración (p. ej. mediante equipo construido o revestido interiormente con un metal precioso), reducción con metales (p. ej. empleando crisoles de material cerámico), recuperación de escoria, manipulación del producto, ventilación, gestión de desechos, y control del proceso.

Son sistemas completos especialmente diseñados o preparados para la producción de plutonio metal, adaptados a los fines de evitar los efectos de la criticidad y de las radiaciones, y de minimizar los riesgos de toxicidad.

4. Plantas para la fabricación de elementos combustibles

Una "planta para la fabricación de elementos combustibles" comprende:

a) El equipo que normalmente está en contacto directo con la corriente de producción de materiales nucleares o que se emplea directamente para el tratamiento o control de dicha corriente, o bien,

b) El equipo empleado para encerrar el combustible nuclear dentro de su revestimiento.

5. Plantas para la separación de isótopos del uranio y equipo, distinto de los instrumentos de análisis, especialmente concebido o preparado para ello

Las partidas de equipo que se consideran incluidas en la frase "equipo, distinto de los instrumentos de análisis, especialmente concebido o preparado" para la separación de isótopos del uranio comprenden:

5.1. Centrifugadoras de gas y conjuntos y componentes especialmente diseñados o preparados para su uso en centrifugadoras de gas

NOTA INTRODUCTORIA

Una centrifugadora de gas consiste normalmente en un cilindro o cilindros de paredes delgadas, de un diámetro de 75 mm (3 pulgadas) a 400 mm (16 pulgadas), contenidos en un vacío y sometidos a un movimiento rotatorio que produce elevada velocidad periférica del orden de 300 m/s o más; el eje central del cilindro es vertical. A fin de conseguir una elevada velocidad de rotación, los materiales de construcción de los componentes rotatorios deben poseer una elevada razón resistencia/densidad, y el conjunto rotor, y por consiguiente sus componentes individuales deben construirse con tolerancias muy ajustadas con objeto de minimizar los desequilibrios. A diferencia de otras centrifugadoras, la de gas usada para el enriquecimiento del uranio se caracteriza por tener dentro de la cámara rotatoria una o varias pantallas rotatorias y en forma de disco y un sistema de tubo estacionario para alimentar y extraer el gas UF_6, consistente en tres canales separados por lo menos, dos de los cuales se hallan conectados a paletas que se extienden desde el eje del rotor hacia la periferia de la cámara del mismo. También contenidos en el medio vacío se encuentra un número de elementos importantes no rotatorios los que, aunque de diseño especial, no son difíciles de fabricar ni emplean materiales muy especiales. Sin embargo, una instalación de centrifugación necesita un gran número de dichos componentes, de modo que las cantidades de los mismos pueden constituir una importante indicación del uso a que se destinan.

5.1.1. Componentes rotatorios

a) Conjuntos rotores completos:

Cilindros de paredes delgadas, o un número de tales cilindros interconectados, construidos con uno de los materiales de elevada razón resistencia/densidad descritos en la NOTA EXPLICATIVA de esta Sección. Cuando se hallan interconectados, los cilindros están unidos por fuelles flexibles o anillos según se describe en la Sección 5.1.1 c) infra. El rotor está provisto de una o varias pantallas internas y tapas terminales según se describe en la Sección 5.1.1 d) y e), en su forma final. Sin embargo, el conjunto completo se puede también entregar solo parcialmente montado.

b) Tubos de rotores:

Cilindros de paredes delgadas especialmente diseñados o preparados, con su espesor de 12 mm (0,5 pulgadas) o menos, un diámetro de 75 mm (3 pulgadas) a 400 mm (16 pulgadas), construidos con uno de los materiales de elevada razón resistencia/densidad descritos en la NOTA EXPLICATIVA de esta Sección.

c) Anillos o fuelles:

Componentes especialmente diseñados o preparados para reforzar localmente el tubo rotor o unir varios tubos rotores. Los fuelles son cilindros cortos de un espesor de pared de 3 mm (0,12 pulgadas) o menos, un diámetro de 75 mm (3 pulgadas) a 400 mm (16 pulgadas), de forma convolutiva, construidos con uno de los materiales de elevada razón resistencia/densidad descritos en la NOTA EXPLICATIVA de esta Sección.

d) Pantallas:

Componentes en forma de disco de 75 mm (3 pulgadas) a 400 mm (16 pulgadas) de diámetro especialmente diseñados o preparados para ser montados dentro del tubo rotor de la centrifugadora a fin de aislar la cámara de toma de la cámara principal de separación y, en algunos casos, de facilitar la circulación del gas de UF_6 dentro de la cámara principal de separación del tubo rotor; están construidos con uno de los materiales de elevada razón resistencia/densidad descritos en la NOTA EXPLICATIVA de esta Sección.

e) Tapas superiores/tapas inferiores:

Componentes en forma de disco de 75 mm (3 pulgadas) a 400 mm (16 pulgadas) de diámetro especialmente diseñados o preparados para ajustarse a los extremos del tubo rotor y contener así el UF_6 dentro de dicho tubo, y, en algunos casos, apoyar, retener o contener como una parte integrada un elemento de soporte superior (tapa superior) o sostener los elementos rotatorios del motor y del soporte inferior (tapa inferior); están construidos con uno de los materiales de elevada razón resistencia/densidad descritos en la NOTA EXPLICATIVA de esta Sección.

NOTA EXPLICATIVA

Los materiales usados para los componentes rotatorios de la centrifugadora son:

a) Acero martensítico capaz de una resistencia límite a la tracción de 2,05 x 10^9 N/m^2 (300 000 psi) o más;

b) Aleaciones de aluminio capaces de una resistencia límite a la tracción de 0,46 x 10^9 N/m^2 (67 000 psi) o más;

c) Materiales filamentosos apropiados para su uso en estructuras compuestas y que poseen un módulo específico de 12,3 x 10^6 m o mayor, y una resistencia límite a la tracción de 0,3 x 10^6 m o más ("Módulo específico" es el Módulo de Young en N/m^2 dividido por el peso específico en N/m^3; "Resistencia límite a la tracción específica" es la resistencia límite a la tracción en N/m^2 dividida por el peso específico en N/m^3).

5.1.2. Componentes estáticos

a) Soportes magnéticos de suspensión:

Conjuntos de suspensión especialmente diseñados o preparados consistentes en un electroimán anular suspendido en un marco que contiene un medio amortiguador. El marco se construye con un material resistente al UF_6 (véase la NOTA EXPLICATIVA de la Sección 5.2). El imán se acopla con una pieza polo o con un segundo imán ajustado a la tapa superior descrita en la Sección 5.1.1 e). El imán puede tener forma anular con una relación menor o igual a 1,6 : 1 entre el diámetro exterior y el interior. El imán puede presentar una forma con una permeabilidad inicial de 0,15 H/m (120 000 en unidades CGS) o más, o una remanencia de 98,5% o más, o un producto de energía de más de 80 kJ/m^3 (10^7 gauss-oersteds). Además de las propiedades usuales de los materiales, es requisito esencial que la desviación de los ejes magnéticos respecto de los geométricos no exceda de muy pequeñas tolerancias (menos de 0,1 mm o 0,004 pulgadas) y que la homogeneidad del material del imán sea muy elevada.

b) Soportes/amortiguadores:

Soportes especialmente diseñados o preparados que comprenden un conjunto pivote/copa montado en un amortiguador. El pivote es generalmente una barra de acero templado pulimentado en un extremo en forma de semiesfera y provista en el otro extremo de un medio de encaje en la tapa inferior descrita en la Sección 5.1.1 e). Este pivote también puede tener un soporte hidrodinámico. La copa es una pastilla configurada con una indentación semiesférica en una de sus superficies. Esos dos componentes se acomodan a menudo separadamente en el amortiguador.

c) Bombas moleculares:

Cilindros especialmente preparados o diseñados con surcos helicoidales maquinados o extruidos y paredes interiores maquinadas. Las dimensiones típicas son las siguientes:

de 75 mm (3 pulgadas) a 400 mm (16 pulgadas) de diámetro interno; 10 mm (0,4 pulgadas) más de espesor de pared; razón longitud/diámetro 1 : 1. Los surcos tienen generalmente sección rectangular y 2 mm (0,08 pulgadas) o más de profundidad.

d) Estatores de motores:

Estatores de forma anular especialmente diseñados o preparados para motores multifásicos de alta velocidad de corriente alterna por histéresis (o reluctancia) para su funcionamiento sincrónico en un vacío en la gama de frecuencias de 600-2 000 Hz y un intervalo de potencia de 50-1 000 VA. Los estatores consisten en embobinados multifásicos sobre un núcleo de hierro de baja pérdida compuesto de finas capas de un espesor típico de 2,0 mm (0,08 pulgadas) o menos.

e) Recipientes/cajas de centrifugadoras:

Componentes especialmente diseñados o preparados para alojar un conjunto de tubos rotores de una centrifugadora de gas. La caja está formada por un cilindro rígido, siendo el espesor de la pared de hasta 30 mm (1,2 pulgadas), con los extremos maquinados con precisión para contener los soportes y con una o varias bridas para el montaje. Los extremos maquinados son paralelos entre sí y perpendiculares al eje longitudinal del cilindro con una desviación de 0,05 grados o menos. La caja puede ser también una estructura alveolar para contener varios tubos o rotores. Las cajas están construidas o revestidas con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6.

f) Paletas:

Tubos especialmente diseñados o preparados de hasta 12 mm (0,5 pulgadas) de diámetro interno para la extracción del UF_6 gaseoso del tubo rotor por acción de un tubo de Pitot (es decir, su abertura desemboca en el flujo de gas periférico situado dentro del tubo rotor, se obtiene por ejemplo doblando el extremo de un tubo dispuesto radialmente) y capaz de conectarse al sistema central de extracción de gas. Los tubos están fabricados o protegidos con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6.

5.2. Sistemas, equipo y componentes auxiliares especialmente diseñados o preparados para plantas de enriquecimiento por centrifugación gaseosa

NOTA INTRODUCTORIA

Los sistemas, equipo y componentes auxiliares para una planta de enriquecimiento por centrifugación gaseosa son los que se necesitan en una instalación para alimentar UF_6 a las centrifugadoras, conectar entre sí las centrifugadoras individuales para que formen cascadas (o etapas) que conduzcan a valores progresivamente elevados de enriquecimiento y para extraer el "producto" y las "colas" del UF_6 de las centrifugadoras; también se incluye en esta categoría el equipo necesario para propulsar las centrifugadoras y para el control de la maquinaria.

Normalmente, el UF_6 se evapora a partir de su fase sólida mediante la utilización de autoclaves y se distribuye en forma gaseosa a las centrifugadoras por medio de un sistema

de tuberías provisto de cabezales y configurado en cascadas. El "producto" y las "colas" pasan también por un tal sistema a trampas frías (que funcionan a unos 203 K (-70° C)), donde se condensan antes de ser transferidas a recipientes apropiados para su transporte o almacenamiento. Como una planta de enriquecimiento consiste en muchos miles de centrifugadoras conectadas en cascadas, hay también muchos kilómetros de tuberías con millares de soldaduras y una considerable repetición de configuraciones. El equipo, componentes y sistemas de tuberías deben construirse de modo que se obtenga un muy elevado grado de vacío y de limpieza de trabajo.

5.2.1. Sistemas de alimentación y de extracción del producto y de las colas

Sistemas especialmente diseñados o preparados para el proceso, en particular:

Autoclaves de alimentación (o estaciones) utilizadas para pasar el UF_6 a las cascadas de centrifugadoras a presiones de hasta 100 kPa (15 psi) y a una tasa de 1 kg/h o más;

Desublimadores (o trampas frías) utilizados para extraer el UF_6 de las cascadas a hasta 3 kPa (0,5 psi) de presión. Los desublimadores pueden enfriarse hasta 203 K (-70° C) y calentarse hasta 343 K (70° C);

Estaciones para el "producto" y las "colas", utilizadas para introducir el UF_6 en recipientes.

Estos componentes, equipo y tuberías están enteramente construidos o recubiertos de materiales resistentes al UF_6 (véase la NOTA EXPLICATIVA de esta Sección) y deben fabricarse de modo que se obtenga un muy elevado grado de vacío y de limpieza de trabajo.

5.2.2. Sistemas de tuberías con cabezales configurados en cascadas

Sistemas de tuberías y cabezales especialmente diseñados o preparados para dirigir el UF_6 en las centrifugadoras en cascada. Esta red de tuberías es normalmente del tipo de cabezal "triple" y cada centrifugadora se halla conectada a cada uno de los cabezales. Por lo tanto, su configuración se repite considerablemente. Está enteramente construida con materiales resistentes al UF_6 (véase la NOTA EXPLICATIVA de esta Sección) y debe fabricarse de modo que se obtenga un muy elevado grado de vacío y de limpieza de trabajo.

5.2.3. Espectrómetros de masa para UF_6/fuentes iónicas

Espectrómetros de masa magnéticos o cuadripolares especialmente diseñados o preparados, capaces de tomar "en línea" muestras de material de alimentación, del producto o de las colas, a partir de la corriente del gas UF_6, y que posean todas las características siguientes:

1. Resolución unitaria para masas superior a 320;

2. Fuentes iónicas construidas o recubiertas con cromoníquel, metal monel o galvanoniquelado;

3. Fuentes de ionización de bombardeo electrónico;

4. Se hallan provistos de un sistema colector apropiado para el análisis isotópico.

5.2.4. Cambiadores de frecuencia

Cambiadores de frecuencia (denominados también convertidores o invertidores) especialmente diseñados o preparados para alimentar los estatores de motores según se definen en la Sección 5.1.2 d); o partes componentes y subconjuntos de tales cambiadores de frecuencia que posean todas las características siguientes:

1. Una potencia multifásica de 600 a 2 000 Hz;

2. Elevada estabilidad (con control de frecuencia superior a 0,1%);

3. Baja distorsión armónica (menos de 2%);

4. Eficiencia superior a 80%.

NOTA EXPLICATIVA

Los artículos enumerados anteriormente se encuentran en contacto directo con el gas UF_6 del proceso o se utilizan directamente para el control de las centrifugadoras y el paso del gas de unas a otras y de cascada a cascada.

Los materiales resistentes a la corrosión por el UF_6 incluyen el acero inoxidable, el aluminio, las aleaciones de aluminio, el níquel y las aleaciones que contengan 60% o más de níquel.

5.3. Unidades especialmente diseñadas o preparadas y partes componentes para ser usadas en procesos de enriquecimiento por difusión gaseosa

NOTA INTRODUCTORIA

En el método de difusión gaseosa para la separación de los isótopos de uranio, la principal unidad tecnológica consiste en una barrera porosa especial para la difusión gaseosa, un intercambiador de calor para enfriar el gas (que ha sido calentado por el proceso de compresión), válvulas de estanqueidad y de control, y tuberías. Puesto que la tecnología de difusión gaseosa utiliza el hexafluoruro de uranio (UF_6), todo el equipo, tuberías y superficies de instrumentos (que entran en contacto con el gas) deben manufacturarse en base a materiales que permanecen estables al contacto con el UF_6. Una instalación de difusión gaseosa requiere determinado número de unidades de este tipo, de modo que dicho número puede proporcionar indicaciones importantes respecto del uso final.

5.3.1. Barreras de difusión gaseosa

a) Filtros finos, especialmente diseñados o preparados, porosos, cuyos poros tengan un diámetro del orden de los 100 a 1 000 Å (angstroms), un espesor de 5 mm (0,2 pulgadas) o menos, y para aquellos de forma tubular, un diámetro de 25 mm (1 pulgada) o menos, fabricados con metales, polímeros o materiales cerámicos resistentes a la acción corrosiva del UF_6, y

b) compuestos sólidos o en polvo especialmente preparados para la manufactura de tales filtros. Estos compuestos y polvos incluyen el níquel o aleaciones que contengan un 60% o más de níquel, óxido de aluminio, o polímeros de hidrocarburos totalmente fluorados resistentes al UF_6, cuya pureza sea del 99,9% o más, y con un tamaño de partículas inferior a 10 micrómetros y un alto grado de uniformidad en cuanto al tamaño de las partículas, especialmente preparados para la manufactura de barreras de difusión gaseosa.

5.3.2. Cajas de difusores gaseosos

Vasijas cilíndricas especialmente diseñadas o preparadas, herméticamente cerradas, con un diámetro superior a 300 mm (12 pulgadas) y una longitud superior a 900 mm (35 pulgadas), o vasijas rectangulares de dimensiones comparables, dotadas de una conexión de entrada y dos conexiones de salida, todas éstas con un diámetro superior a 50 mm (2 pulgadas), para contener una barrera de difusión gaseosa, hecha o recubierta con un metal resistente al UF_6 y diseñada para ser instalada en posición horizontal o vertical.

5.3.3. Compresores y sopladores de gas

Compresores axiales, centrífugos o volumétricos, o sopladores de gas especialmente diseñados o preparados, con un volumen de capacidad de succión de 1 m^3/min, o más, de UF_6, y con una presión de descarga de hasta varios centenares de kPa (100 psi), diseñados para operaciones a largo plazo en contacto con UF_6 gaseoso con o sin un motor eléctrico de potencia apropiada, así como unidades autónomas de compresión o soplado de gas. Estos compresores y sopladores de gas presentan una relación de presión de entre 2 : 1 y 6 : 1 y están hechos o recubiertos de materiales resistentes al UF_6 gaseoso.

5.3.4. Obturadores para ejes de rotación

Obturadores de vacío especialmente diseñados o preparados, con conexiones selladas de entrada y de salida para asegurar la estanqueidad de los ejes que conectan los rotores de los compresores o de los sopladores de gas con los motores de propulsión para asegurar que el sistema disponga de un sellado fiable a fin de evitar que se infiltre aire en la cámara interior del compresor o del soplador de gas que está llena de UF_6. Normalmente tales obturadores están diseñados para una tasa de infiltración de gas separador inferior a 1 000 cm^3/min (60 $pulgadas^3$/min).

5.3.5. Intercambiadores de calor para enfriamiento del UF_6

Intercambiadores de calor especialmente diseñados o preparados, fabricados con o recubiertos con materiales resistentes al UF_6 (excepto el acero inoxidable) o con cobre o cualquier combinación de dichos metales, y concebidos para una tasa de cambio de presión por pérdida inferior a 10 Pa (0,0015 psi) por hora con una diferencia de presión de 100 kPa (15 psi).

5.4. Sistemas auxiliares, equipo y componentes especialmente diseñados o preparados para ser usados en procesos de enriquecimiento por difusión gaseosa

NOTA INTRODUCTORIA

Los sistemas auxiliares, equipo y componentes para plantas de enriquecimiento por difusión gaseosa son los sistemas necesarios para introducir el UF_6 en los elementos de difusión gaseosa y unir entre sí cada elemento para formar cascadas (o etapas) que permitan el progresivo enriquecimiento y la extracción, de dichas cascadas, del "producto" y las "colas" de UF_6. Debido al elevado carácter inercial de las cascadas de difusión, cualquier interrupción en su funcionamiento y especialmente su parada trae consigo graves consecuencias. Por lo tanto, el mantenimiento estricto y constante del vacío en todos los sistemas tecnológicos, la protección automática contra accidentes y una muy precisa regulación automática del flujo de gas revisten la mayor importancia en una planta de difusión gaseosa. Todo ello tiene por consecuencia la necesidad de equipar la planta con un gran número de sistemas especiales de medición, regulación y control.

Normalmente el UF_6 se evapora en cilindros colocados dentro de autoclaves y se distribuye en forma gaseosa al punto de entrada por medio de tuberías de alimentación en cascada. Las corrientes gaseosas de UF_6 "producto" y "colas", que fluyen de los puntos de salida de las unidades, son conducidas por medio de tuberías hacia trampas frías o hacia unidades de compresión, donde el gas de UF_6 es licuado antes de ser introducido dentro de contenedores apropiados para su transporte o almacenamiento. Dado que una planta de enriquecimiento por difusión gaseosa se compone de un gran número de unidades de difusión gaseosa dispuestas en cascadas, éstas presentan muchos kilómetros de tubos de alimentación de cascada que a su vez presentan miles de soldaduras con un número considerable de repeticiones en su disposición. El equipo, los componentes y los sistemas de tubería se fabrican de manera que satisfagan normas muy estrictas en cuanto a vacío y limpieza.

5.4.1. Sistemas de alimentación/sistemas de extracción de producto y colas

Sistemas de operaciones especialmente diseñados o preparados, capaces de funcionar a presiones de 300 kPa (45 psi) o inferiores, incluyendo:

Autoclaves de alimentación (o sistemas), que se usan para introducir el UF_6 a la cascada de difusión gaseosa;

Desublimadores (o trampas frías) utilizados para extraer el UF_6 de las cascadas de difusión;

Estaciones de licuefacción en las que el UF_6 gaseoso procedente de la cascada es comprimido y enfriado para obtener UF_6 líquido;

Estaciones de "producto" o "colas" usadas para el traspaso del UF_6 hacia los contenedores.

5.4.2. Sistemas de tubería de cabecera

Sistemas de tubería y sistema de cabecera especialmente diseñados o preparados para transportar el UF_6 dentro de las cascadas de difusión gaseosa. Normalmente, dicha red de tuberías forma parte del sistema de "doble" cabecera en el que cada unidad está conectada a cada una de las cabeceras.

5.4.3. Sistemas de vacío

a) Distribuidores grandes de vacío, colectores de vacío y bombas de vacío, especialmente diseñados o preparados, cuya capacidad mínima de succión sea de 5 m^3/min (175 $pies^3$/min);

b) Bombas de vacío especialmente diseñadas para funcionar en medios de UF_6, fabricadas o recubiertas de aluminio, níquel o aleaciones cuyo componente en níquel sea superior al 60%. Dichas bombas pueden ser rotativas o impelentes, pueden tener desplazamiento y obturadores de fluorocarburo y pueden tener fluidos especiales activos.

5.4.4. Válvulas especiales de cierre y control

Válvulas especiales de fuelle de cierre y de control, manuales o automáticas, especialmente diseñadas o preparadas, fabricadas con materiales resistentes al UF_6, con diámetros de 40 mm a 1 500 mm (1,5 a 59 pulgadas) para su instalación en los sistemas principal y auxiliares de plantas de enriquecimiento por difusión gaseosa.

5.4.5. Espectrómetros de masa para UF_6/fuentes de iones

Espectrómetros de masa magnéticos o cuadripolares, especialmente diseñados o preparados, capaces de tomar muestras "en línea" de material de alimentación, producto o colas, de flujos de UF_6 gaseoso y que presenten todas las características siguientes:

1. Resolución unitaria para masa mayor de 320;

2. Fuentes iónicas construidas o recubiertas de cromoníquel o metal monel o niqueladas;

3. Fuentes de ionización por bombardeo de electrones;

4. Sistema colector apropiado de análisis isotópico.

NOTA EXPLICATIVA

Los artículos que se enumeran supra entran en contacto directo con el UF_6 gaseoso o controlan de manera directa el flujo dentro de la cascada. Todas las superficies que entran en contacto directo con el gas de trabajo están fabricadas o recubiertas con materiales resistentes al UF_6. Por lo que toca a las secciones relativas a los elementos de equipo para difusión gaseosa, los materiales resistentes al efecto corrosivo del UF_6 incluyen el acero inoxidable, el aluminio, las aleaciones de aluminio, la alúmina, el níquel o las aleaciones que comprenden un 60% o más de níquel, y los polímeros de hidrocarburos totalmente fluorados resistentes al UF_6.

5.5. Sistemas, equipo y componentes especialmente diseñados o preparados para su utilización en plantas de enriquecimiento aerodinámico

NOTA INTRODUCTORIA

En los procesos de enriquecimiento aerodinámico, una mezcla de UF_6 gaseoso y de un gas ligero (hidrógeno o helio) después de ser comprimida se hace pasar a través de elementos de separación en los que tiene lugar la separación isotópica por generación de elevadas fuerzas centrífugas en una pared curva. Se han desarrollado con éxito dos procesos de este tipo: el proceso de toberas y el de tubos vorticiales. En ambos procesos los principales componentes de la etapa de separación comprenden recipientes cilíndricos que contienen los elementos especiales de separación (toberas o tubos vorticiales), compresores de gas e intercambiadores de calor para eliminar el calor de compresión. Una planta aerodinámica requiere varias de estas etapas, de modo que las cantidades pueden facilitar una indicación importante acerca del uso final. Como los procesos aerodinámicos emplean UF_6, todo el equipo, tuberías y superficies de instrumentos (que entran en contacto con el gas) deben estar construidos con materiales que permanezcan estables en contacto con el UF_6.

NOTA EXPLICATIVA

Los artículos enumerados en esta sección entran en contacto directo con el UF_6 gaseoso o controlan directamente el flujo en la cascada. Todas las superficies que entran en contacto con el gas del proceso están totalmente fabricadas o protegidas con materiales resistentes al UF_6. A los fines de la sección relativa a los artículos de enriquecimiento aerodinámico, los materiales resistentes a la corrosión por el UF_6 comprenden el cobre, el acero inoxidable, el aluminio, aleaciones de aluminio, níquel o aleaciones que contienen el 60% o más de níquel y polímeros de hidrocarburos totalmente fluorados resistentes al UF_6.

5.5.1. Toberas de separación

Toberas de separación y sus conjuntos especialmente diseñados o preparados. Las toberas de separación están formadas por canales curvos, con una hendidura, y un radio de curvatura inferior a 1 mm (normalmente comprendido entre 0,1 y 0,05 mm), resistentes a la corrosión por el UF_6 y en cuyo interior hay una cuchilla que separa en dos fracciones el gas que circula por la tobera.

5.5.2. Tubos vorticiales

Tubos vorticiales y sus conjuntos especialmente diseñados o preparados. Los tubos vorticiales, de forma cilíndrica o cónica, están fabricados o protegidos con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6 su diámetro está comprendido entre 0,5 cm y 4 cm, tienen una relación longitud-diámetro de 20:1 o menos, y poseen una o varias entradas tangenciales. Los tubos pueden estar equipados con dispositivos tipo tobera en uno de sus extremos o en ambos.

NOTA EXPLICATIVA

El gas de alimentación penetra tangencialmente en el tubo vertical por uno de sus extremos, o con ayuda de deflectores ciclónicos, o tangencialmente por numerosos orificios situados a lo largo de la periferia del tubo.

5.5.3. Compresores y sopladores de gas

Compresores axiales, centrífugos o impelentes, o sopladores de gas especialmente diseñados o preparados, fabricados o protegidos con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6 y con una capacidad de aspiración de la mezcla de UF_6/gas portador (hidrógeno o helio) de 2 m^3/min o más.

NOTA EXPLICATIVA

Estos compresores y sopladores de gas normalmente tienen una relación de compresión comprendida entre 1,2:1 y 6:1.

5.5.4. Obturadores para ejes de rotación

Obturadores para ejes de rotación especialmente diseñados o preparados, con conexiones selladas de entrada y de salida para asegurar la estanqueidad del eje que conecta el rotor del compresor o el rotor del soplador de gas con el motor de propulsión a fin de asegurar un sellado fiable para evitar las fugas del gas de trabajo o la penetración de aire o del gas de sellado en la cámara interior del compresor o del soplador de gas llena con una mezcla de UF_6/gas portador.

5.5.5. Intercambiadores de calor para enfriamiento del gas

Intercambiadores de calor especialmente diseñados o preparados, fabricados o protegidos con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6.

5.5.6. Cajas de los elementos de separación

Cajas de los elementos de separación especialmente diseñadas o preparadas, fabricadas o protegidas con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6, para alojar los tubos vorticiales o las toberas de separación.

NOTA EXPLICATIVA

Estas cajas pueden ser recipientes cilíndricos de más de 300 mm de diámetro y de más de 900 mm de longitud, recipientes rectangulares de dimensiones comparables, y pueden haber sido diseñadas para su instalación horizontal o vertical.

5.5.7. Sistemas de alimentación/extracción del producto y de las colas

Sistemas o equipos especialmente diseñados o preparados para plantas de enriquecimiento, fabricados o protegidos con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6, en particular:

a) Autoclaves, hornos o sistemas de alimentación utilizados para introducir el UF_6 en el proceso de enriquecimiento;

b) Desublimadores (o trampas frías) utilizados para extraer el UF_6 del proceso de enriquecimiento para su posterior transferencia después del calentamiento;

c) Estaciones de solidificación o de licuefacción utilizadas para extraer el UF_6 del proceso de enriquecimiento por compresión y conversión del UF_6 al estado líquido o al sólido;

d) Estaciones de "productos" o "colas" utilizadas para transferir el UF_6 a los contenedores.

5.5.8. Sistemas colectores

Tuberías y colectores, fabricados o protegidos con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6, especialmente diseñados o preparados para manipular el UF_6 en el interior de las cascadas aerodinámicas. Normalmente, las tuberías forman parte de un sistema colector "doble" en el que cada etapa o grupo de etapas está conectado a cada uno de los colectores.

5.5.9. Bombas y sistemas de vacío

a) Sistemas de vacío especialmente diseñados o preparados, con una capacidad de aspiración de 5 m^3/min o más, y que comprenden distribuidores de vacío, colectores de vacío y bombas de vacío, y que han sido diseñados para trabajar en una atmósfera de UF_6;

b) Bombas de vacío especialmente diseñadas o preparadas para trabajar en una atmósfera de UF_6, fabricadas o revestidas con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6. Estas bombas pueden estar dotadas de juntas de fluorocarburo y tener fluidos especiales de trabajo.

5.5.10. Válvulas especiales de parada y control

Válvulas de fuelle de parada y de control, manuales o automáticas, especialmente diseñadas o preparadas, fabricadas con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6, con un diámetro de 40 mm a 1 500 mm, para su instalación en los sistemas principal y auxiliares de plantas de enriquecimiento aerodinámico.

5.5.11. Espectrómetros de masa para UF_6/fuentes de iones

Espectrómetros de masa magnéticos o cuadripolares especialmente diseñados o preparados, capaces de tomar "en línea" de la corriente de UF_6 gaseoso, muestras del material de alimentación, del "producto" o de las "colas", y que posean todos las características siguientes:

1. Resolución unitaria para la unidad de masa superior a 320;

2. Fuentes de iones fabricadas o revestidas con cromoníquel, metal monel o galvanoniquelado;

3. Fuentes de ionización por bombardeo electrónico;

4. Presencia de un colector adaptado al análisis isotópico.

5.5.12. Sistemas de separación UF_6/gas portador

Sistemas especialmente diseñados o preparados para separar el UF_6 del gas portador (hidrógeno o helio).

NOTA EXPLICATIVA

Estos sistemas han sido diseñados para reducir el contenido de UF_6 del gas portador a 1 ppm o menos y pueden comprender el equipo siguiente:

a) Intercambiadores de calor criogénicos y crioseparadores capaces de alcanzar temperaturas de -120° C o inferiores,

b) Unidades de refrigeración criogénicas capaces de alcanzar temperaturas de -120° C o inferiores,

c) Toberas de separación o tubos vorticiales para separar el UF_6 del gas portador, o

d) Trampas frías para el UF_6 capaces de alcanzar temperaturas de -20° C o inferiores.

5.6. Sistemas, equipo y componentes especialmente diseñados o preparados para su utilización en plantas de enriquecimiento por intercambio químico o por intercambio iónico

NOTA INTRODUCTORIA

Las diferencias mínimas de masa entre los isótopos de uranio ocasiona pequeños cambios en los equilibrios de las reacciones químicas, fenómeno que puede aprovecharse para la

separación de los isótopos. Se han desarrollado con éxito dos procesos: intercambio químico líquido-líquido e intercambio iónico sólido-líquido.

En el proceso de intercambio químico líquido-líquido, las fases líquidas inmiscibles (acuosa y orgánica) se ponen en contacto por circulación en contracorriente para obtener un efecto de cascada correspondiente a miles de etapas de separación. La fase acuosa está compuesta por cloruro de uranio en solución en ácido clorhídrico; la fase orgánica está constituida por un agente de extracción que contiene cloruro de uranio en un solvente orgánico. Los contactores empleados en la cascada de separación pueden ser columnas de intercambio líquido-líquido (por ejemplo, columnas pulsadas dotadas de placas-tamiz) o contactores centrífugos líquido-líquido. En cada uno de ambos extremos de la cascada de separación se necesita una conversión química (oxidación y reducción) para permitir el reflujo. Una importante preocupación con respecto al diseño es evitar la contaminación de las corrientes de trabajo por ciertos iones metálicos. Por tanto, se utilizan tuberías y columnas de plástico, revestidas de plástico (comprendidos fluorocarburos polímeros) y/o revestidas de vidrio.

En el proceso de intercambio iónico sólido-líquido, el enriquecimiento se consigue por adsorción/desorción del uranio en un adsorbente o resina de intercambio iónico y de acción muy rápida. Se hace pasar una solución de uranio contenida en ácido clorhídrico y otros agentes químicos a través de columnas cilíndricas de enriquecimiento que contienen lechos de relleno formado por el adsorbente. Para conseguir un proceso continuo es necesario un sistema de reflujo para liberar el uranio del adsorbente y reinyectarlo en el flujo líquido de modo que puedan recogerse el "producto" y las "colas". Esto se realiza con ayuda de agentes químicos adecuados de reducción/oxidación que son regenerados por completo en circuitos externos independientes y que pueden ser regenerados parcialmente dentro de las propias columnas de separación isotópica. La presencia de soluciones de ácido clorhídrico concentrado caliente obliga a fabricar o proteger el equipo con materiales especiales resistentes a la corrosión.

5.6.1. Columnas de intercambio líquido-líquido (intercambio químico)

Columnas de intercambio líquido-líquido en contracorriente con aportación de energía mecánica (es decir, columnas pulsadas de placas-tamiz, columnas de placas de movimiento alternativo y columnas dotadas de turbomezcladores internos), especialmente diseñadas o preparadas para el enriquecimiento del uranio utilizando el proceso de intercambio químico. Para que sean resistentes a la corrosión por las soluciones de ácido clorhídrico concentrado, estas columnas y su interior se fabrican o se revisten con materiales plásticos adecuados (por ejemplo, fluorocarburos polímeros) o vidrio. Las columnas han sido diseñadas para que el tiempo de residencia correspondiente a una etapa sea corto (30 segundos o menos).

5.6.2. Contactores centrífugos líquido-líquido (intercambio químico)

Contactores centrífugos líquido-líquido especialmente diseñados o preparados para el enriquecimiento del uranio utilizando procesos de intercambio químico. En estos contactores, la dispersión de las corrientes orgánica y acuosa se consigue por rotación y la separación de las fases con ayuda de una fuerza centrífuga. Para hacerlos resistentes a

la corrosión por las soluciones de ácido clorhídrico concentrado, los contactores se fabrican o se revisten con materiales plásticos adecuados (por ejemplo fluorocarburos polímeros) o se revisten con vidrio. Los contactores centrífugos han sido diseñados para que el tiempo de residencia correspondiente a una etapa sea corto (30 segundos o menos).

5.6.3. Equipo y sistemas de reducción del uranio (intercambio químico)

a) Celdas de reducción electroquímica especialmente diseñadas o preparadas para reducir el uranio de un estado de valencia a otro inferior para su enriquecimiento por el proceso de intercambio químico. Los materiales de las celdas en contacto con las soluciones de trabajo deben ser resistentes a la corrosión por soluciones de ácido clorhídrico concentrado.

NOTA EXPLICATIVA

El compartimiento catódico de la celda debe ser diseñado de modo que el uranio no pase a un estado de valencia más elevado por reoxidación. Para mantener el uranio en el compartimiento catódico, la celda debe poseer una membrana de diafragma inatacable fabricada con un material especial de intercambio catiónico. El cátodo consiste en un conductor sólido adecuado, por ejemplo, grafito.

b) Sistemas situados en el extremo de la cascada donde se recupera el producto especialmente diseñados o preparados para separar el U^{4+} de la corriente orgánica, ajustar la concentración de ácido y alimentar las celdas de reducción electroquímica.

NOTA EXPLICATIVA

Estos sistemas están formados por equipo de extracción por solvente para separar el U^{4+} de la corriente orgánica a fin de introducirlo en la solución acuosa, equipo de evaporación y/o de otra índole para ajustar y controlar el pH de la solución y bombas u otros dispositivos de transferencia para alimentar las celdas de reducción electroquímica. Una de las principales preocupaciones en cuanto al diseño es evitar la contaminación de la corriente acuosa por ciertos iones metálicos. En consecuencia, aquellas partes del sistema que están en contacto con la corriente de trabajo se fabrican o protegen con materiales adecuados (por ejemplo, vidrio, fluorocarburos polímeros, sulfato de polifenilo, poliéter sulfona y grafito impregnado con resina).

5.6.4. Sistemas de preparación de la alimentación (intercambio químico)

Sistemas especialmente diseñados o preparados para producir soluciones de cloruro de uranio de elevada pureza destinadas a las plantas de separación de los isótopos de uranio por intercambio químico.

NOTA EXPLICATIVA

Estos sistemas comprenden equipo de purificación por disolución, extracción por solvente y/o intercambio iónico, y celdas electrolíticas para reducir el uranio U^{6+} o U^{4+} a U^{3+}. Estos sistemas producen soluciones de cloruro de uranio que solo contienen algunas partes por millón de impurezas metálicas, por ejemplo, cromo, hierro, vanadio,

molibdeno y otros cationes bivalentes o de valencia más elevada. Entre los materiales de fabricación de partes del sistema de tratamiento del U^{3+} de elevada pureza figuran el vidrio, los fluorocarburos polímeros, el sulfato de polifenilo o el poliéter sulfona y el grafito impregnado con resina y con un revestimiento de plástico.

5.6.5. Sistemas de oxidación del uranio (intercambio químico)

Sistemas especialmente diseñados o preparados para oxidar el U^{3+} en U^{4+} a fin de reintroducirlo en la cascada de separación isotópica en el proceso de enriquecimiento por intercambio químico.

NOTA EXPLICATIVA

Estos sistemas pueden contener equipo del tipo siguiente:

a) Equipo para poner en contacto el cloro y el oxígeno con el efluente acuoso procedente del equipo de separación isotópica y extraer el U^{4+} resultante a fin de introducirlo en la corriente orgánica empobrecida procedente de la extremidad de la cascada;

b) Equipo para separar el agua del ácido clorhídrico de modo que el agua y el ácido clorhídrico concentrado puedan ser reintroducidos en el proceso en lugares adecuados.

5.6.6. Resinas de intercambio iónico/adsorbentes de reacción rápida (intercambio iónico)

Resinas de intercambio iónico o adsorbentes de reacción rápida especialmente diseñados o preparados para el enriquecimiento del uranio por el proceso de intercambio iónico, en particular resinas macrorreticulares porosas y/o estructuras peliculares en las que los grupos de intercambio químico activos están limitados a un revestimiento superficial en un soporte poroso inactivo, y otras estructuras compuestas en forma adecuada, sobre todo partículas o fibras. Estas resinas de intercambio iónico/adsorbentes tienen un diámetro de 0,2 mm o menor y deben ser quimiorresistentes a soluciones de ácido clorhídrico concentrado y lo bastante fisicorresistentes para no experimentar una degradación en las columnas de intercambio. Las resinas/adsorbentes han sido diseñados especialmente para conseguir una cinética de intercambio de los isótopos del uranio muy rápida (el tiempo de semirreacción es inferior a 10 segundos) y pueden trabajar a temperaturas comprendidas entre 100° C y 200° C.

5.6.7. Columnas de intercambio iónico (intercambio iónico)

Columnas cilíndricas de más de 1 000 mm de diámetro que contienen lechos de relleno de resina de intercambio iónico/adsorbente, especialmente diseñadas o preparadas para el enriquecimiento del uranio por intercambio iónico. Estas columnas están fabricadas o protegidas con materiales (por ejemplo, titanio o plásticos de fluorocarburo) resistentes a la corrosión por soluciones de ácido clorhídrico concentrado y pueden trabajar a temperaturas comprendidas entre 100° C y 200° C y presiones superiores a 0,7 MPa (102 psia).

5.6.8. Sistemas de reflujo (intercambio iónico)

a) Sistemas de reducción química o electroquímica especialmente diseñados o preparados para regenerar el agente o los agentes de reducción química utilizado o utilizados en las cascadas de enriquecimiento del uranio por intercambio iónico;

b) Sistemas de oxidación química o electroquímica especialmente diseñados o preparados para regenerar el agente o agentes de oxidación química utilizado o utilizados en las cascadas de enriquecimiento del uranio por intercambio iónico.

NOTA EXPLICATIVA

El proceso de enriquecimiento por intercambio iónico puede utilizar, por ejemplo, el titanio trivalente (Ti^{3+}) como catión reductor, en cuyo caso el sistema de reducción regeneraría el Ti^{3+} por reducción del Ti^{4+}.

El proceso puede utilizar, por ejemplo, hierro trivalente (Fe^{3+}) como oxidante en cuyo caso el sistema de oxidación regeneraría el Fe^{3+} por oxidación del Fe^{2+}.

5.7. Sistemas, equipo y componentes especialmente diseñados o preparados para su utilización en plantas de enriquecimiento por láser

NOTA INTRODUCTORIA

Los actuales sistemas de enriquecimiento por láser se clasifican en dos categorías: aquél en el que el medio en el que se aplica el proceso es vapor atómico de uranio y aquél en el que es vapor de un compuesto de uranio. La nomenclatura corriente de los procesos es la siguiente: primera categoría - separación isotópica por láser en vapor atómico (AVLIS o SILVA); segunda categoría - separación isotópica por láser de moléculas (MLIS o MOLIS-SILMO) y reacción química por activación láser isotópicamente selectiva (CRISLA). Los sistemas, equipo y componentes de las plantas de enriquecimiento por láser comprenden: a) dispositivos de alimentación de vapor de uranio metálico (para la fotoionización selectiva) o dispositivos de alimentación de vapor de un compuesto del uranio (para la fotodisociación o activación química); b) dispositivos para recoger el uranio metálico enriquecido o empobrecido como "producto" y "colas" en la primera categoría, y dispositivos para recoger los compuestos disociados o activos como "producto" y material no modificado como "colas" en la segunda categoría; c) sistemas láser del proceso para excitar selectivamente la especie uranio 235; y d) equipo para la preparación de la alimentación y la conversión del producto. Debido a la complejidad de la espectroscopia de los átomos y compuestos del uranio podrá tal vez ser necesario combinar cierto número de tecnologías disponibles por láser.

NOTA EXPLICATIVA

Muchos de los artículos enumerados en esta sección entran directamente en contacto con el uranio metálico vaporizado o líquido, ya sea con un gas del proceso formado por UF_6 o por una mezcla de UF_6 con otros gases. Todas las superficies que entran en contacto con el uranio o con el UF_6 están totalmente fabricadas o protegidas con materiales resistentes a la

corrosión. A los fines de la sección relativa a los artículos para el enriquecimiento por láser, los materiales resistentes a la corrosión por el uranio metálico o las aleaciones de uranio vaporizados o líquidos son el tántalo y el grafito revestido con itrio; entre los materiales resistentes a la corrosión por el UF_6 figuran el cobre, el acero inoxidable, el aluminio, las aleaciones de aluminio, el níquel o las aleaciones que contengan el 60% o más de níquel y los polímeros de hidrocarburos totalmente fluorados resistentes al UF_6.

5.7.1. Sistemas de vaporización del uranio (SILVA)

Sistemas de vaporización del uranio especialmente diseñados o preparados que contienen cañones de haz electrónico de elevada potencia en franja o barrido, y que proporcionan una potencia en el blanco de más de 2,5 kW/cm.

5.7.2. Sistemas de manipulación del uranio metálico líquido (SILVA)

Sistemas de manipulación de metales líquidos especialmente diseñados o preparados para aleaciones de uranio o uranio fundidos, formados por crisoles y su equipo de enfriamiento.

NOTA EXPLICATIVA

Los crisoles y otras partes de este sistema que están en contacto con aleaciones de uranio o uranio fundidos están fabricados o protegidos con materiales de resistencia adecuada al calor y a la corrosión. Entre los materiales adecuados figura el tántalo, el grafito revestido con itrio, el grafito revestido con otros óxidos de tierras raras o mezclas de los mismos.

5.7.3. Conjuntos colectores del “producto” y “colas” del uranio metálico (SILVA)

Conjuntos colectores del “producto” y “colas” especialmente diseñados o preparados para el uranio metálico en estado líquido o sólido.

NOTA EXPLICATIVA

Los componentes de estos conjuntos se fabrican o protegen con materiales resistentes al calor y a la corrosión por el uranio metálico vaporizado o líquido (por ejemplo, tántalo o grafito revestido con itrio) y pueden comprender tuberías, válvulas, accesorios, “canalones”, alimentadores directos intercambiadores de calor y placas colectoras utilizadas en los métodos de separación magnética, electrostática y de otra índole.

5.7.4. Cajas de módulo separador (SILVA)

Recipientes rectangulares o cilíndricos especialmente diseñados o preparados para contener la fuente de vapor de uranio metálico, el cañón de haz electrónico y los colectores del “producto” y de las “colas”.

NOTA EXPLICATIVA

Estas cajas poseen numerosos orificios para la alimentación eléctrica y de agua, ventanas para los haces de láser, conexiones de las bombas de vacío y el instrumental

de diagnóstico y vigilancia. Están dotadas de medios de abertura y cierre para poder reajustar los componentes internos.

5.7.5. Toberas de expansión supersónica (SILMO)

Toberas de expansión supersónica, resistentes a la corrosión por el UF_6, especialmente diseñadas o preparadas para enfriar mezclas de UF_6 y el gas portador a 150 K o menos.

5.7.6. Colectores del producto (pentafluoruro de uranio) (SILMO)

Colectores de pentafluoruro de uranio (UF_5) sólido especialmente diseñados o preparados y formados por colectores de filtro, impacto o ciclón, o sus combinaciones, y que son resistentes a la corrosión en un medio de UF_5/UF_6.

5.7.7. Compresores de UF_6/gas portador (SILMO)

Compresores especialmente diseñados o preparados para mezclas de UF_6/gas portador, destinados a un funcionamiento de larga duración en un medio de UF_6. Los componentes de estos protectores que entran en contacto con el gas del proceso están fabricados o protegidos con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6.

5.7.8. Obturadores para ejes de rotación (SILMO)

Obturadores para ejes de rotación especialmente diseñados o preparados, con conexiones selladas de entrada y salida, para asegurar la estanqueidad de los ejes que conectan los rotores de los compresores con los motores de propulsión para asegurar que el sistema disponga de un sellado fiable a fin de evitar los escapes del gas de trabajo o la penetración de aire o de gas de estanqueidad en la cámara interior del compresor llena con una mezcla de UF_6/gas portador.

5.7.9. Sistemas de fluoración (SILMO)

Sistemas especialmente diseñados o preparados para fluorar el UF_5 (sólido) en UF_6 (gaseoso).

NOTA EXPLICATIVA

Estos sistemas han sido diseñados para fluorar el polvo de UF_5 y recoger el UF_6 en contenedores o reintroducirlo en las unidades SILMO para su enriquecimiento más elevado. En un método, la fluoración puede realizarse dentro del sistema de separación isotópica, y la reacción y la recuperación se hacen directamente en los colectores del "producto". En el otro método, el polvo de UF_5 puede ser retirado de los colectores del "producto" para introducirlo en una vasija adecuada de reacción (por ejemplo, un reactor de lecho fluidizado, un reactor helicoidal o torre de llama) para la fluoración. En ambos métodos, se utiliza equipo de almacenamiento y transferencia del flúor (u otros agentes adecuados de fluoración), y de recogida y transferencia del UF_6.

5.7.10. Espectrómetros de masa para UF_6/fuentes de iones (SILMO)

Espectrómetros de masa magnéticos o cuadripolares especialmente diseñados o preparados, capaces de tomar "en línea" de las corrientes de UF_6 gaseoso, muestras de material de alimentación, del "producto" o de las "colas", y que poseen todos las siguientes características:

1. Resolución unitaria para la unidad de masa superior a 320;

2. Fuentes de iones fabricadas o revestidas con cromoníquel, metal monel o galvanoniquelado;

3. Fuentes de ionización por bombardeo electrónico;

4. Presencia de un colector adaptado al análisis isotópico.

5.7.11. Sistemas de alimentación/sistemas de retirada del producto y de las colas (SILMO)

Sistemas o equipo especialmente diseñados o preparados para plantas de enriquecimiento, fabricados o protegidos con materiales resistentes a la corrosión por el UF_6, en particular:

a) Autoclaves, hornos o sistemas de alimentación utilizados para introducir el UF_6 en el proceso de enriquecimiento;

b) Desublimadores (o trampas frías) utilizados para extraer el UF_6 del proceso de enriquecimiento para su transferencia subsiguiente después del calentamiento;

c) Estaciones de solidificación o licuefacción para extraer el UF_6 del proceso de enriquecimiento por compresión y conversión del UF_6 al estado líquido o sólido;

d) Estaciones del "producto" o de las "colas" utilizadas para transferir el UF_6 a contenedores.

5.7.12. Sistemas de separación UF_6/gas portador (SILMO)

Sistemas especialmente diseñados o preparados para separar el UF_6 del gas portador. El gas portador puede ser nitrógeno, argón u otro gas.

NOTA EXPLICATIVA

Estos sistemas pueden comprender el equipo siguiente:

a) Intercambiadores de calor criogénicos o crioseparadores capaces de alcanzar temperaturas de -120° C o inferiores;

b) Unidades de refrigeración criogénicas capaces de alcanzar temperaturas de -120° C o inferiores; o

c) Trampas frías para el UF_6 capaces de alcanzar temperaturas de -20° C o inferiores.

5.7.13. Sistemas por láser (SILVA, SILMO y CRISLA)

Láseres o sistemas laséricos especialmente diseñados o preparados para la separación de los isótopos del uranio.

NOTA EXPLICATIVA

El sistema lasérico para el proceso SILVA está formado normalmente por dos láseres: un láser de vapor de cobre y un láser de colorante. El sistema lasérico para SILMO está formado normalmente por un láser de CO_2 o un láser de excímero y una celda óptica de multipasos con espejos giratorios en ambos extremos. En ambos procesos los láseres o sistemas laséricos deben estar dotados de un estabilizador de frecuencia espectral para poder funcionar durante prolongados períodos de tiempo.

5.8. Sistemas, equipos y componentes especialmente diseñados o preparados para su utilización en plantas de enriquecimiento por separación en un plasma

NOTA INTRODUCTORIA

En el proceso de separación en un plasma, un plasma de iones de uranio atraviesa un campo eléctrico acordado a la frecuencia de resonancia de los iones ^{235}U, de modo que estos últimos absorban preferentemente la energía y aumente el diámetro de sus órbitas helicoidales. Los iones que recorren una trayectoria de gran diámetro son atrapados obteniéndose un producto enriquecido en ^{235}U. El plasma, creado por ionización del vapor de uranio, está contenido en una cámara de vacío sometida a un campo magnético de elevada intensidad producido por un imán superconductor. Los principales sistemas tecnológicos del proceso comprenden el sistema de generación del plasma de uranio, el módulo separador con el imán superconductor, y los sistemas de extracción del metal para recoger el "producto" y las "colas".

5.8.1. Fuentes de energía de hiperfrecuencia y antenas

Fuentes de energía de hiperfrecuencia y antenas especialmente diseñadas o preparadas para producir o acelerar iones y que poseen las siguientes características: frecuencia superior a 30 GHz y potencia media a la salida superior a 50 kW para la producción de iones.

5.8.2. Bobinas excitadoras de iones

Bobinas excitadoras de iones de radiofrecuencia especialmente diseñadas o preparadas para frecuencias superiores a 100 kHz y capaces de soportar una potencia media superior a 40 kW.

5.8.3. Sistemas generadores de plasma de uranio

Sistemas especialmente diseñados o preparados para generar plasma de uranio, que pueden contener cañones de electrones de gran potencia en barrido o en franja, y que proporcionan una potencia en el blanco superior a 2,5 kW/cm.

5.8.4. Sistemas de manipulación del uranio metálico líquido

Sistemas de manipulación de metales líquidos especialmente diseñados o preparados para el uranio o las aleaciones de uranio fundidos, que comprenden crisoles y equipos de enfriamiento de los crisoles.

NOTA EXPLICATIVA

Los crisoles y otras partes del sistema que puedan entrar en contacto con el uranio o aleaciones de uranio fundidos están fabricados o protegidos con materiales de resistencia adecuada a la corrosión y al calor. Entre estos materiales cabe citar el tántalo, el grafito revestido con itrio, el grafito revestido con otros óxidos de tierras raras o mezclas de estas sustancias.

5.8.5. Conjuntos colectores del "producto" y de las "colas" de uranio metálico

Conjuntos colectores del "producto" y de las "colas" especialmente diseñados o preparados para el uranio metálico en estado sólido. Estos conjuntos colectores están fabricados o protegidos con materiales resistentes al calor y a la corrosión por el vapor de uranio metálico, por ejemplo, tántalo o grafito revestido con itrio.

5.8.6. Cajas de módulos separadores

Recipientes cilíndricos especialmente diseñados o preparados para su utilización en plantas de enriquecimiento por separación en un plasma y destinadas a alojar una fuente de plasma de uranio, una bobina excitadora de radiofrecuencia y los colectores del "producto" y de las "colas".

NOTA EXPLICATIVA

Estas cajas poseen numerosos orificios para la entrada de las barras eléctricas, conexiones de las bombas de difusión e instrumental de diagnóstico y vigilancia. Están dotadas de medios de abertura y cierre para poder reajustar los componentes internos y están fabricadas con un material no magnético adecuado, por ejemplo, acero inoxidable.

5.9. Sistemas, equipo y componentes especialmente diseñados o preparados para su utilización en plantas de enriquecimiento electromagnético

NOTA INTRODUCTORIA

En el proceso electromagnético, los iones de uranio metálico producidos por ionización de una sal (normalmente UCl_4) después de ser acelerados atraviesan un campo

electromagnético, que hace que los iones de los diferentes isótopos sigan trayectorias diferentes. Los principales componentes de un separador electromagnético de isótopos son: un campo magnético causante de la desviación del haz iónico y de la separación de los isótopos, una fuente de iones con su sistema de aceleración y un sistema colector para recoger los iones separados. Los sistemas auxiliares del proceso comprenden la alimentación del imán, la alimentación de alta tensión de la fuente de iones, la instalación de vacío e importantes sistemas de manipulación química para la recuperación del producto y la depuración/reciclado de los componentes.

5.9.1. Separadores electromagnéticos de isótopos

Separadores electromagnéticos de isótopos especialmente diseñados o preparados para la separación de los isótopos de uranio, y equipo y componentes para esta actividad, en particular:

a) Fuentes de iones

Fuentes de iones de uranio, únicas o múltiples, especialmente diseñadas o preparadas, que comprenden una fuente de vapor, un ionizador y un acelerador de haz, fabricadas con materiales adecuados, como el grafito, el acero inoxidable o el cobre, y capaces de proporcionar una corriente de ionización total de 50 mA o superior.

b) Colectores de iones

Placas colectoras formadas por dos o más ranuras y bolsas especialmente diseñadas o preparadas para recoger haces de iones de uranio enriquecidos y empobrecidos, y fabricadas con materiales adecuados, como el grafito o el acero inoxidable.

c) Cajas de vacío

Cajas de vacío especialmente diseñadas o preparadas para los separadores electromagnéticos del uranio, fabricadas con materiales no magnéticos adecuados, como el acero inoxidable, y capaces de trabajar a presiones de 0,1 Pa o inferiores.

NOTA EXPLICATIVA

Las cajas, diseñadas para contener las fuentes de iones, las placas colectoras y las camisas de agua, están dotadas de medios para conectar las bombas de difusión, los dispositivos de abertura y cierre, y la reinstalación de estos componentes.

d) Piezas polares de los imanes

Piezas polares de los imanes especialmente diseñadas o preparadas, de diámetro superior a 2 m, utilizadas para mantener un campo magnético constante en el interior del separador electromagnético de isótopos y transferir el campo magnético entre separadores contiguos.

5.9.2. Alimentación de alta tensión

Alimentación de alta tensión especialmente diseñada o preparada para las fuentes de iones y que tiene siempre todas las características siguientes: capaz de proporcionar de modo continuo, durante un período de 8 horas, una tensión a la salida de 20 000 V o superior, con una intensidad a la salida de 1 A o superior y una variación de tensión inferior a 0,01%.

5.9.3. Alimentación eléctrica de los imanes

Alimentación con corriente continua de los imanes especialmente diseñada o preparada y que tiene siempre todas las características siguientes: capaz de producir de modo continuo, durante un período de ocho horas, una corriente a la salida de intensidad de 500 A o superior a una tensión de 100 V o superior, con variaciones de intensidad y de tensión inferiores a 0,01%.

6. Plantas de producción de agua pesada, deuterio y compuestos de deuterio y equipo especialmente diseñado o preparado para dicha producción

NOTA INTRODUCTORIA

El agua pesada puede producirse por varios procesos. No obstante, los dos procesos que han demostrado ser viables desde el punto de vista comercial son el proceso de intercambio agua-sulfuro de hidrógeno (proceso GS) y el proceso de intercambio amoniaco-hidrógeno.

El proceso GS se basa en el intercambio de hidrógeno y deuterio entre el agua y el sulfuro de hidrógeno en una serie de torres que funcionan con su sección superior en frío y su sección inferior en caliente. En las torres, el agua baja mientras el sulfuro de hidrógeno gaseoso circula en sentido ascendente. Se utiliza una serie de bandejas perforadas para favorecer la mezcla entre el gas y el agua. El deuterio pasa al agua a baja temperatura y al sulfuro de hidrógeno a alta temperatura. El gas o el agua, enriquecido en deuterio, se extrae de las torres de la primera etapa en la confluencia de las secciones caliente y fría y se repite el proceso en torres de etapas subsiguientes. El producto de la última etapa, o sea el agua enriquecida hasta un 30% en deuterio, se envía a una unidad de destilación para producir agua pesada utilizable en reactores, es decir, óxido de deuterio al 99,75%.

El proceso de un intercambio amoniaco-hidrógeno permite extraer deuterio a partir de un gas de síntesis por contacto con amoniaco líquido en presencia de un catalizador. El gas de síntesis se envía a las torres de intercambio y posteriormente al convertidor de amoniaco. Dentro de las torres el gas circula en sentido ascendente mientras que el amoniaco líquido lo hace en sentido inverso. El deuterio se extrae del hidrógeno del gas de síntesis y se concentra en el amoniaco. El amoniaco pasa entonces a un fraccionador de amoniaco en la parte inferior de la torre mientras que el gas sube a un convertidor de amoniaco en la parte superior. El enriquecimiento tiene lugar en etapas subsiguientes y, mediante destilación final, se obtiene agua pesada para uso en reactores. El gas de síntesis de alimentación puede obtenerse en una planta de amoniaco que, a su vez, puede construirse asociada a una planta de agua pesada por intercambio amoniaco-hidrógeno. El proceso de intercambio amoniaco-hidrógeno también puede utilizar agua común como fuente de alimentación de deuterio.

Gran parte de los artículos del equipo esencial de las plantas de producción de agua pesada por el proceso GS o el proceso de intercambio amoniaco-hidrógeno es de uso común en varios sectores de las industrias química y petrolera. Esto sucede en particular en las pequeñas plantas que utilizan el proceso GS. Ahora bien, solo algunos de estos artículos pueden obtenerse en el comercio normal. Los procesos GS y de intercambio amoniaco-hidrógeno exigen la manipulación de grandes cantidades de fluidos inflamables, corrosivos y tóxicos a presiones elevadas. Por consiguiente, cuando se establece el diseño y las normas de funcionamiento de plantas y equipo que utilizan estos procesos, es necesario prestar cuidadosa atención a la selección de materiales y a las especificaciones de los mismos para asegurar una prolongada vida útil con elevados niveles de seguridad y fiabilidad. La elección de la escala es, principalmente, función de los aspectos económicos y de las necesidades. Así pues, gran parte del equipo se preparará como solicite el cliente.

Finalmente, cabe señalar que, tanto en el proceso GS como en el de intercambio amoniaco-hidrógeno, artículos de equipo que, individualmente, no están diseñados o preparados especialmente para la producción de agua pesada pueden montarse en sistemas que sí lo están especialmente para producir agua pesada. A título de ejemplo cabe citar el sistema de producción con catalizador que se utiliza en el proceso de intercambio amoniaco-hidrógeno y los sistemas de destilación de agua empleados para la concentración final del agua pesada utilizable en reactores.

Los artículos de equipo que son especialmente diseñados o preparados para producción de agua pesada ya sea por el proceso de intercambio agua-sulfuro de hidrógeno o por el proceso de intercambio amoniaco-hidrógeno comprenden los siguientes elementos:

6.1. Torres de intercambio agua-sulfuro de hidrógeno

Torres de intercambio fabricadas con acero al carbono fino (por ejemplo ASTM A516) con diámetros de 6 m (20 pies) a 9 m (30 pies), capaces de funcionar a presiones superiores o iguales a 2 MPa (300 psi) y con un sobreespesor de corrosión de 6 mm o superior, especialmente diseñadas o preparadas para producción de agua pesada por el proceso de intercambio agua-sulfuro de hidrógeno.

6.2. Sopladores y compresores

Sopladores o compresores centrífugos, de etapa única y baja presión (es decir, 0,2 MPa o 30 psi), para la circulación del sulfuro de hidrógeno gaseoso (es decir, gas que contiene más de 70% de H_2S) especialmente diseñados o preparados para producción de agua pesada por el proceso de intercambio agua-sulfuro de hidrógeno. Estos sopladores o compresores tienen una capacidad de caudal superior o igual a 56 m^3/segundo (120 000 SCFM) al funcionar a presiones de aspiración superiores o iguales a 1,8 MPa (260 psi), y tienen juntas diseñadas para trabajar en un medio húmedo con H_2S.

6.3. Torres de intercambio amoniaco-hidrógeno

Torres de intercambio amoniaco-hidrógeno de altura superior o igual a 35 m (114,3 pies) y diámetro de 1,5 m (4,9 pies) a 2,5 m (8,2 pies), capaces de funcionar a presiones

mayores de 15 MPa (2 225 psi), especialmente diseñadas o preparadas para producción de agua pesada por el proceso de intercambio amoniaco-hidrógeno. Estas torres también tienen al menos una abertura axial, de tipo pestaña, del mismo diámetro que la parte cilíndrica, a través de la cual pueden insertarse o extraerse las partes internas.

6.4. Partes internas de la torre y bombas de etapa

Partes internas de la torre y bombas de etapa especialmente diseñadas o preparadas para torres de producción de agua pesada por el proceso de intercambio amoniaco-hidrógeno. Las partes internas de la torre comprenden contactores de etapa especialmente diseñados para favorecer un contacto íntimo entre el gas y el líquido. Las bombas de etapa comprenden bombas sumergibles especialmente diseñadas para la circulación del amoniaco líquido en una etapa de contacto dentro de las torres.

6.5. Fraccionadores de amoniaco

Fraccionadores de amoniaco con una presión de funcionamiento superiores o igual a 3 MPa (450 psi) especialmente diseñados o preparados para producción de agua pesada por el proceso de intercambio amoniaco-hidrógeno.

6.6. Analizadores de absorción infrarroja

Analizadores de absorción infrarroja capaces de realizar análisis en línea de la razón hidrógeno/deuterio cuando las concentraciones de deuterio son superiores o iguales a 90%.

6.7. Quemadores catalíticos

Quemadores catalíticos para la conversión en agua pesada del deuterio gaseoso enriquecido especialmente diseñados o preparados para la producción de agua pesada por el proceso de intercambio amoniaco-hidrógeno.

7. Plantas de conversión del uranio y equipo especialmente diseñado o preparado para esta actividad

NOTA INTRODUCTORIA

Los diferentes sistemas y plantas de conversión del uranio permiten realizar una o varias transformaciones de una de las especies químicas del uranio en otra, en particular: conversión de concentrados de mineral uranífero en UO_3, conversión de UO_3 en UO_2, conversión de óxidos de uranio en UF_4 o UF_6, conversión de UF_4 en UF_6, conversión de UF_6 en UF_4, conversión de UF_4 en uranio metálico y conversión de fluoruros de uranio en UO_2. Muchos de los artículos del equipo esencial de las plantas de conversión del uranio son comunes a varios sectores de la industria química. Por ejemplo, entre los tipos de equipo empleados en estos procesos cabe citar: hornos, hornos rotatorios, reactores de lecho fluidizado, torres de llama, centrifugadoras en fase líquida, columnas de destilación y columnas de extracción líquido-líquido. Sin embargo, solo algunos de los artículos se pueden adquirir en el "comercio"; la mayoría se preparará según las necesidades y

especificaciones del cliente. En algunos casos, son necesarias consideraciones especiales acerca del diseño y construcción para tener en cuenta las propiedades corrosivas de ciertos productos químicos manejados (HF, F_2, ClF_3 y fluoruros de uranio). Por último, cabe señalar que en todos los procesos de conversión del uranio, los artículos del equipo que por separado no han sido diseñados o preparados para esta conversión pueden montarse en sistemas especialmente diseñados o preparados con esa finalidad.

7.1. Sistemas especialmente diseñados o preparados para la conversión de los concentrados de mineral uranífero en UO_3

NOTA EXPLICATIVA

La conversión de los concentrados de mineral uranífero en UO_3 puede realizarse disolviendo primero el mineral en ácido nítrico y extrayendo el nitrato de uranilo purificado con ayuda de un solvente como el fosfato de tributilo. A continuación, el nitrato de uranilo es convertido en UO_3 ya sea por concentración y desnitrificación o por neutralización con gas amoniaco para producir un diuranato de amonio que después es sometido a filtración, secado y calcinación.

7.2. Sistemas especialmente diseñados o preparados para la conversión del UO_3 en UF_6

NOTA EXPLICATIVA

La conversión del UO_3 en UF_6 puede realizarse directamente por fluoración. Este proceso necesita una fuente de flúor gaseoso o de trifluoruro de cloro.

7.3. Sistemas especialmente diseñados o preparados para la conversión del UO_3 en UO_2

NOTA EXPLICATIVA

La conversión del UO_3 en UO_2 puede realizarse por reducción del UO_3 por medio de hidrógeno o gas amoniaco craqueado.

7.4. Sistemas especialmente diseñados o preparados para la conversión del UO_2 en UF_4

NOTA EXPLICATIVA

La conversión del UO_2 en UF_4 puede realizarse haciendo reaccionar el UO_2 con ácido fluorhídrico gaseoso (HF) a 300-500° C.

7.5. Sistemas especialmente diseñados o preparados para la conversión del UF_4 en UF_6

NOTA EXPLICATIVA

La conversión del UF_4 en UF_6 se realiza por reacción exotérmica con flúor en un reactor de torre. El UF_6 es condensado a partir de los efluentes gaseosos calientes haciendo pasar los efluentes por una trampa fría enfriada a -10° C. El proceso necesita una fuente de flúor gaseoso.

7.6. Sistemas especialmente diseñados o preparados para la conversión del UF_4 en U metálico

NOTA EXPLICATIVA

La conversión del UF_4 en U metálico se realiza por reducción con magnesio (grandes cantidades) o calcio (pequeñas cantidades). La reacción se efectúa a una temperatura superior al punto de fusión del uranio (1 130° C).

7.7. Sistemas especialmente diseñados o preparados para la conversión del UF_6 en UO_2

NOTA EXPLICATIVA

La conversión del UF_6 en UO_2 puede realizarse por tres procesos diferentes. En el primero, el UF_6 es reducido e hidrolizado en UO_2 con ayuda de hidrógeno y vapor. En el segundo, el UF_6 es hidrolizado por disolución en agua; la adición de amoniaco precipita el diuranato de amonio que es reducido a UO_2 por el hidrógeno a una temperatura de 820° C. En el tercer proceso, el NH_3, el CO_2 y el UF_6 gaseosos se combinan en el agua, lo que ocasiona la precipitación del carbonato de uranilo y de amonio. Este carbonato se combina con el vapor y el hidrógeno a 500-600° C para producir el UO_2.

La conversión del UF_6 en UO_2 constituye a menudo la primera etapa que se realiza en una planta de fabricación de combustible.

7.8. Sistemas especialmente diseñados o preparados para la conversión del UF_6 en UF_4

NOTA EXPLICATIVA

La conversión del UF_6 en UF_4 se realiza por reducción con hidrógeno.