

Information Circular

INFCIRC/215/Add.1

Date: 23 December 2003

General Distribution

Original: English

Protocol Additional to the Agreement between the Government of Iceland and the International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons

1. The text of the Protocol Additional to the Agreement¹ between the Government of Iceland and the International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT) is reproduced in this document for the information of all Members. The Additional Protocol was approved by the Board of Governors on 9 September 2003. It was signed in Vienna on 12 September 2003.
2. Pursuant to Article 17 of the Additional Protocol, the Protocol entered into force upon signature by the representatives of Iceland and the Agency, i.e., on 12 September 2003.

¹ Reproduced in document INFCIRC/215

Protocol Additional to the Agreement between the Government of Iceland and the International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons

WHEREAS the Republic of Iceland (hereinafter referred to as "Iceland") and the International Atomic Energy Agency (hereinafter referred to as the "Agency") are parties to an Agreement for the Application of Safeguards in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (hereinafter referred to as the "Safeguards Agreement"), which entered into force on 16 October 1974;

AWARE OF the desire of the international community to further enhance nuclear non-proliferation by strengthening the effectiveness and improving the efficiency of the Agency's safeguards system;

RECALLING that the Agency must take into account in the implementation of safeguards the need to: avoid hampering the economic and technological development of Iceland or international co-operation in the field of peaceful nuclear activities; respect health, safety, physical protection and other security provisions in force and the rights of individuals; and take every precaution to protect commercial, technological and industrial secrets as well as other confidential information coming to its knowledge;

WHEREAS the frequency and intensity of activities described in this Protocol shall be kept to the minimum consistent with the objective of strengthening the effectiveness and improving the efficiency of Agency safeguards;

NOW THEREFORE Iceland and the Agency have agreed as follows:

RELATIONSHIP BETWEEN THE PROTOCOL AND THE SAFEGUARDS AGREEMENT

Article 1

The provisions of the Safeguards Agreement shall apply to this Protocol to the extent that they are relevant to and compatible with the provisions of this Protocol. In case of conflict between the provisions of the Safeguards Agreement and those of this Protocol, the provisions of this Protocol shall apply.

PROVISION OF INFORMATION

Article 2

- a. Iceland shall provide the Agency with a declaration containing:
- (i) A general description of and information specifying the location of nuclear fuel cycle-related research and development activities not involving nuclear material carried out anywhere that are funded, specifically authorized or controlled by, or carried out on behalf of, Iceland.
 - (ii) Information identified by the Agency on the basis of expected gains in effectiveness or efficiency, and agreed to by Iceland, on operational activities of safeguards relevance at facilities and at locations outside facilities where nuclear material is customarily used.
 - (iii) A general description of each building on each site, including its use and, if not apparent from that description, its contents. The description shall include a map of the site.
 - (iv) A description of the scale of operations for each location engaged in the activities specified in Annex I to this Protocol.
 - (v) Information specifying the location, operational status and the estimated annual production capacity of uranium mines and concentration plants and thorium concentration plants, and the current annual production of such mines and concentration plants for Iceland as a whole. Iceland shall provide, upon request by the Agency, the current annual production of an individual mine or concentration plant. The provision of this information does not require detailed nuclear material accountancy.
 - (vi) Information regarding source material which has not reached the composition and purity suitable for fuel fabrication or for being isotopically enriched, as follows:

- (a) The quantities, the chemical composition, the use or intended use of such material, whether in nuclear or non-nuclear use, for each location in Iceland at which the material is present in quantities exceeding ten metric tons of uranium and/or twenty metric tons of thorium, and for other locations with quantities of more than one metric ton, the aggregate for Iceland as a whole if the aggregate exceeds ten metric tons of uranium or twenty metric tons of thorium. The provision of this information does not require detailed nuclear material accountancy;
- (b) The quantities, the chemical composition and the destination of each export out of Iceland, of such material for specifically non-nuclear purposes in quantities exceeding:
 - (1) Ten metric tons of uranium, or for successive exports of uranium from Iceland to the same State, each of less than ten metric tons, but exceeding a total of ten metric tons for the year;
 - (2) Twenty metric tons of thorium, or for successive exports of thorium from Iceland to the same State, each of less than twenty metric tons, but exceeding a total of twenty metric tons for the year;
- (c) The quantities, chemical composition, current location and use or intended use of each import into Iceland of such material for specifically non-nuclear purposes in quantities exceeding:
 - (1) Ten metric tons of uranium, or for successive imports of uranium into Iceland each of less than ten metric tons, but exceeding a total of ten metric tons for the year;
 - (2) Twenty metric tons of thorium, or for successive imports of thorium into Iceland each of less than twenty metric tons, but exceeding a total of twenty metric tons for the year;

it being understood that there is no requirement to provide information on such material intended for a non-nuclear use once it is in its non-nuclear end-use form.

- (vii) (a) Information regarding the quantities, uses and locations of nuclear material exempted from safeguards pursuant to Article 36 of the Safeguards Agreement;
- (b) Information regarding the quantities (which may be in the form of estimates) and uses at each location, of nuclear material exempted from safeguards pursuant to Article 35(b) of the Safeguards Agreement but not yet in a non-nuclear end-use form, in quantities exceeding those set out in Article 36 of the Safeguards Agreement. The provision of this

information does not require detailed nuclear material accountancy.

- (viii) Information regarding the location or further processing of intermediate or high-level waste containing plutonium, high enriched uranium or uranium-233 on which safeguards have been terminated pursuant to Article 11 of the Safeguards Agreement. For the purpose of this paragraph, "further processing" does not include repackaging of the waste or its further conditioning not involving the separation of elements, for storage or disposal.
 - (ix) The following information regarding specified equipment and non-nuclear material listed in Annex II:
 - (a) For each export out of Iceland of such equipment and material: the identity, quantity, location of intended use in the receiving State and date or, as appropriate, expected date, of export;
 - (b) Upon specific request by the Agency, confirmation by Iceland, as importing State, of information provided to the Agency by another State concerning the export of such equipment and material to Iceland.
 - (x) General plans for the succeeding ten-year period relevant to the development of the nuclear fuel cycle (including planned nuclear fuel cycle-related research and development activities) when approved by the appropriate authorities in Iceland.
- b. Iceland shall make every reasonable effort to provide the Agency with the following information:
- (i) A general description of and information specifying the location of nuclear fuel cycle-related research and development activities not involving nuclear material which are specifically related to enrichment, reprocessing of nuclear fuel or the processing of intermediate or high-level waste containing plutonium, high enriched uranium or uranium-233 that are carried out anywhere in Iceland but which are not funded, specifically authorized or controlled by, or carried out on behalf of, Iceland. For the purpose of this paragraph, "processing" of intermediate or high-level waste does not include repackaging of the waste or its conditioning not involving the separation of elements, for storage or disposal.
 - (ii) A general description of activities and the identity of the person or entity carrying out such activities, at locations identified by the Agency outside a site which the Agency considers might be functionally related to the activities of that site. The provision of this information is subject to a specific request by the Agency. It shall be provided in consultation with the Agency and in a timely fashion.
- c. Upon request by the Agency, Iceland shall provide amplifications or clarifications of any information it has provided under this Article, in so far as relevant for the purpose of safeguards.

Article 3

- a. Iceland shall provide to the Agency the information identified in Article 2.a.(i), (iii), (iv), (v), (vi)(a), (vii) and (x) and Article 2.b.(i) within 180 days of the entry into force of this Protocol.
- b. Iceland shall provide to the Agency, by 15 May of each year, updates of the information referred to in paragraph a. above for the period covering the previous calendar year. If there has been no change to the information previously provided, Iceland shall so indicate.
- c. Iceland shall provide to the Agency, by 15 May of each year, the information identified in Article 2.a.(vi)(b) and (c) for the period covering the previous calendar year.
- d. Iceland shall provide to the Agency on a quarterly basis the information identified in Article 2.a.(ix)(a). This information shall be provided within sixty days of the end of each quarter.
- e. Iceland shall provide to the Agency the information identified in Article 2.a.(viii) 180 days before further processing is carried out and, by 15 May of each year, information on changes in location for the period covering the previous calendar year.
- f. Iceland and the Agency shall agree on the timing and frequency of the provision of the information identified in Article 2.a.(ii).
- g. Iceland shall provide to the Agency the information in Article 2.a.(ix)(b) within sixty days of the Agency's request.

COMPLEMENTARY ACCESS

Article 4

The following shall apply in connection with the implementation of complementary access under Article 5 of this Protocol:

- a. The Agency shall not mechanistically or systematically seek to verify the information referred to in Article 2; however, the Agency shall have access to:
 - (i) Any location referred to in Article 5.a.(i) or (ii) on a selective basis in order to assure the absence of undeclared nuclear material and activities;
 - (ii) Any location referred to in Article 5.b. or c. to resolve a question relating to the correctness and completeness of the information provided pursuant to Article 2 or to resolve an inconsistency relating to that information;
 - (iii) Any location referred to in Article 5.a.(iii) to the extent necessary for the Agency to confirm, for safeguards purposes, Iceland's declaration of the decommissioned status of a facility or of a location outside facilities where nuclear material was customarily used.
- b.
 - (i) Except as provided in paragraph (ii) below, the Agency shall give Iceland advance notice of access of at least 24 hours;
 - (ii) For access to any place on a site that is sought in conjunction with design information verification visits or ad hoc or routine inspections on that site, the period of advance notice shall, if the Agency so requests, be at least two hours but, in exceptional circumstances, it may be less than two hours.
- c. Advance notice shall be in writing and shall specify the reasons for access and the activities to be carried out during such access.
- d. In the case of a question or inconsistency, the Agency shall provide Iceland with an opportunity to clarify and facilitate the resolution of the question or inconsistency. Such an opportunity will be provided before a request for access, unless the Agency considers that delay in access would prejudice the purpose for which the access is sought. In any event, the Agency shall not draw any conclusions about the question or inconsistency until Iceland has been provided with such an opportunity.
- e. Unless otherwise agreed to by Iceland, access shall only take place during regular working hours.
- f. Iceland shall have the right to have Agency inspectors accompanied during their access by representatives of Iceland, provided that the inspectors shall not thereby be delayed or otherwise impeded in the exercise of their functions.

Article 5

Iceland shall provide the Agency with access to:

- a.
 - (i) Any place on a site;
 - (ii) Any location identified by Iceland under Article 2.a.(v)-(viii);
 - (iii) Any decommissioned facility or decommissioned location outside facilities where nuclear material was customarily used.
- b. Any location identified by Iceland under Article 2.a.(i), Article 2.a.(iv), Article 2.a.(ix)(b) or Article 2.b., other than those referred to in paragraph a.(i) above, provided that if Iceland is unable to provide such access, Iceland shall make every reasonable effort to satisfy Agency requirements, without delay, through other means.
- c. Any location specified by the Agency, other than locations referred to in paragraphs a. and b. above, to carry out location-specific environmental sampling, provided that if Iceland is unable to provide such access, Iceland shall make every reasonable effort to satisfy Agency requirements, without delay, at adjacent locations or through other means.

Article 6

When implementing Article 5, the Agency may carry out the following activities:

- a. For access in accordance with Article 5.a.(i) or (iii): visual observation; collection of environmental samples; utilization of radiation detection and measurement devices; application of seals and other identifying and tamper indicating devices specified in Subsidiary Arrangements; and other objective measures which have been demonstrated to be technically feasible and the use of which has been agreed by the Board of Governors (hereinafter referred to as the "Board") and following consultations between the Agency and Iceland.
- b. For access in accordance with Article 5.a.(ii): visual observation; item counting of nuclear material; non-destructive measurements and sampling; utilization of radiation detection and measurement devices; examination of records relevant to the quantities, origin and disposition of the material; collection of environmental samples; and other objective measures which have been demonstrated to be technically feasible and the use of which has been agreed by the Board and following consultations between the Agency and Iceland.
- c. For access in accordance with Article 5.b.: visual observation; collection of environmental samples; utilization of radiation detection and measurement devices; examination of safeguards relevant production and shipping records; and other objective measures which have been demonstrated to be technically feasible and the use of which

has been agreed by the Board and following consultations between the Agency and Iceland.

- d. For access in accordance with Article 5.c.: collection of environmental samples and, in the event the results do not resolve the question or inconsistency at the location specified by the Agency pursuant to Article 5.c., utilization at that location of visual observation, radiation detection and measurement devices, and, as agreed by Iceland and the Agency, other objective measures.

Article 7

- a. Upon request by Iceland, the Agency and Iceland shall make arrangements for managed access under this Protocol in order to prevent the dissemination of proliferation sensitive information, to meet safety or physical protection requirements, or to protect proprietary or commercially sensitive information. Such arrangements shall not preclude the Agency from conducting activities necessary to provide credible assurance of the absence of undeclared nuclear material and activities at the location in question, including the resolution of a question relating to the correctness and completeness of the information referred to in Article 2 or of an inconsistency relating to that information.
- b. Iceland may, when providing the information referred to in Article 2, inform the Agency of the places at a site or location at which managed access may be applicable.
- c. Pending the entry into force of any necessary Subsidiary Arrangements, Iceland may have recourse to managed access consistent with the provisions of paragraph a. above.

Article 8

Nothing in this Protocol shall preclude Iceland from offering the Agency access to locations in addition to those referred to in Articles 5 and 9 or from requesting the Agency to conduct verification activities at a particular location. The Agency shall, without delay, make every reasonable effort to act upon such a request.

Article 9

Iceland shall provide the Agency with access to locations specified by the Agency to carry out wide-area environmental sampling, provided that if Iceland is unable to provide such access it shall make every reasonable effort to satisfy Agency requirements at alternative locations. The Agency shall not seek such access until the use of wide-area environmental sampling and the procedural arrangements therefor have been approved by the Board and following consultations between the Agency and Iceland.

Article 10

The Agency shall inform Iceland of:

- a. The activities carried out under this Protocol, including those in respect of any questions or inconsistencies the Agency had brought to the attention of Iceland, within sixty days of the activities being carried out by the Agency.
- b. The results of activities in respect of any questions or inconsistencies the Agency had brought to the attention of Iceland, as soon as possible but in any case within thirty days of the results being established by the Agency.
- c. The conclusions it has drawn from its activities under this Protocol. The conclusions shall be provided annually.

DESIGNATION OF AGENCY INSPECTORS

Article 11

- a.
 - (i) The Director General shall notify Iceland of the Board's approval of any Agency official as a safeguards inspector. Unless Iceland advises the Director General of its rejection of such an official as an inspector for Iceland within three months of receipt of notification of the Board's approval, the inspector so notified to Iceland shall be considered designated to Iceland.
 - (ii) The Director General, acting in response to a request by Iceland or on his own initiative, shall immediately inform Iceland of the withdrawal of the designation of any official as an inspector for Iceland.
- b. A notification referred to in paragraph a. above shall be deemed to be received by Iceland seven days after the date of the transmission by registered mail of the notification by the Agency to Iceland.

VISAS

Article 12

Iceland shall, within one month of the receipt of a request therefor, provide the designated inspector specified in the request with appropriate multiple entry/exit and/or transit visas, where required, to enable the inspector to enter and remain on the territory of Iceland for the purpose of carrying out his/her functions. Any visas required shall be valid for at least one year and shall be renewed, as required, to cover the duration of the inspector's designation to Iceland.

SUBSIDIARY ARRANGEMENTS

Article 13

- a. Where Iceland or the Agency indicates that it is necessary to specify in Subsidiary Arrangements how measures laid down in this Protocol are to be applied, Iceland and the Agency shall agree on such Subsidiary Arrangements within ninety days of the entry into force of this Protocol or, where the indication of the need for such Subsidiary Arrangements is made after the entry into force of this Protocol, within ninety days of the date of such indication.
- b. Pending the entry into force of any necessary Subsidiary Arrangements, the Agency shall be entitled to apply the measures laid down in this Protocol.

COMMUNICATIONS SYSTEMS

Article 14

- a. Iceland shall permit and protect free communications by the Agency for official purposes between Agency inspectors in Iceland and Agency Headquarters and/or Regional Offices, including attended and unattended transmission of information generated by Agency containment and/or surveillance or measurement devices. The Agency shall have, in consultation with Iceland, the right to make use of internationally established systems of direct communications, including satellite systems and other forms of telecommunication, not in use in Iceland. At the request of Iceland or the Agency, details of the implementation of this paragraph with respect to the attended or unattended transmission of information generated by Agency containment and/or surveillance or measurement devices shall be specified in the Subsidiary Arrangements.
- b. Communication and transmission of information as provided for in paragraph a. above shall take due account of the need to protect proprietary or commercially sensitive information or design information which Iceland regards as being of particular sensitivity.

PROTECTION OF CONFIDENTIAL INFORMATION

Article 15

- a. The Agency shall maintain a stringent regime to ensure effective protection against disclosure of commercial, technological and industrial secrets and other confidential information coming to its knowledge, including such information coming to the Agency's knowledge in the implementation of this Protocol.
- b. The regime referred to in paragraph a. above shall include, among others, provisions relating to:

- (i) General principles and associated measures for the handling of confidential information;
 - (ii) Conditions of staff employment relating to the protection of confidential information;
 - (iii) Procedures in cases of breaches or alleged breaches of confidentiality.
- c. The regime referred to in paragraph a. above shall be approved and periodically reviewed by the Board.

ANNEXES

Article 16

- a. The Annexes to this Protocol shall be an integral part thereof. Except for the purposes of amendment of the Annexes, the term "Protocol" as used in this instrument means the Protocol and the Annexes together.
- b. The list of activities specified in Annex I, and the list of equipment and material specified in Annex II, may be amended by the Board upon the advice of an open-ended working group of experts established by the Board. Any such amendment shall take effect four months after its adoption by the Board.

ENTRY INTO FORCE

Article 17

- a. This Protocol shall enter into force upon signature by the representatives of Iceland and the Agency.
- b. The Director General shall promptly inform all Member States of the Agency of the entry into force of this Protocol.

DEFINITIONS

Article 18

For the purpose of this Protocol:

- a. Nuclear fuel cycle-related research and development activities means those activities which are specifically related to any process or system development aspect of any of the following:

- conversion of nuclear material,
- enrichment of nuclear material,
- nuclear fuel fabrication,
- reactors,
- critical facilities,
- reprocessing of nuclear fuel,
- processing (not including repackaging or conditioning not involving the separation of elements, for storage or disposal) of intermediate or high-level waste containing plutonium, high enriched uranium or uranium-233,

but do not include activities related to theoretical or basic scientific research or to research and development on industrial radioisotope applications, medical, hydrological and agricultural applications, health and environmental effects and improved maintenance.

- b. Site means that area delimited by Iceland in the relevant design information for a facility, including a closed-down facility, and in the relevant information on a location outside facilities where nuclear material is customarily used, including a closed-down location outside facilities where nuclear material was customarily used (this is limited to locations with hot cells or where activities related to conversion, enrichment, fuel fabrication or reprocessing were carried out). It shall also include all installations, co-located with the facility or location, for the provision or use of essential services, including: hot cells for processing irradiated materials not containing nuclear material; installations for the treatment, storage and disposal of waste; and buildings associated with specified activities identified by Iceland under Article 2.a.(iv) above.
- c. Decommissioned facility or decommissioned location outside facilities means an installation or location at which residual structures and equipment essential for its use have been removed or rendered inoperable so that it is not used to store and can no longer be used to handle, process or utilize nuclear material.
- d. Closed-down facility or closed-down location outside facilities means an installation or location where operations have been stopped and the nuclear material removed but which has not been decommissioned.
- e. High enriched uranium means uranium containing 20 percent or more of the isotope uranium-235.
- f. Location-specific environmental sampling means the collection of environmental samples (e.g., air, water, vegetation, soil, smears) at, and in the immediate vicinity of, a

location specified by the Agency for the purpose of assisting the Agency to draw conclusions about the absence of undeclared nuclear material or nuclear activities at the specified location.

- g. Wide-area environmental sampling means the collection of environmental samples (e.g., air, water, vegetation, soil, smears) at a set of locations specified by the Agency for the purpose of assisting the Agency to draw conclusions about the absence of undeclared nuclear material or nuclear activities over a wide area.
- h. Nuclear material means any source or any special fissionable material as defined in Article XX of the Statute. The term source material shall not be interpreted as applying to ore or ore residue. Any determination by the Board under Article XX of the Statute of the Agency after the entry into force of this Protocol which adds to the materials considered to be source material or special fissionable material shall have effect under this Protocol only upon acceptance by Iceland.
- i. Facility means:
 - (i) A reactor, a critical facility, a conversion plant, a fabrication plant, a reprocessing plant, an isotope separation plant or a separate storage installation; or
 - (ii) Any location where nuclear material in amounts greater than one effective kilogram is customarily used.
- j. Location outside facilities means any installation or location, which is not a facility, where nuclear material is customarily used in amounts of one effective kilogram or less.

DONE in Vienna on the twelfth day of September 2003, in duplicate, in the English language.

For the REPUBLIC OF ICELAND:

(signed)

H. E. Ambassador Thordur Aegir Oskarsson
Resident Representative of Iceland
to the International Atomic Energy Agency

For the INTERNATIONAL ATOMIC
ENERGY AGENCY:

(signed)

Mohamed ElBaradei
Director General

ANNEX I

LIST OF ACTIVITIES REFERRED TO IN ARTICLE 2.a.(iv) OF THE PROTOCOL

- (i) The manufacture of centrifuge rotor tubes or the assembly of gas centrifuges.

Centrifuge rotor tubes means thin-walled cylinders as described in entry 5.1.1(b) of Annex II.

Gas centrifuges means centrifuges as described in the Introductory Note to entry 5.1 of Annex II.

- (ii) The manufacture of diffusion barriers.

Diffusion barriers means thin, porous filters as described in entry 5.3.1(a) of Annex II.

- (iii) The manufacture or assembly of laser-based systems.

Laser-based systems means systems incorporating those items as described in entry 5.7 of Annex II.

- (iv) The manufacture or assembly of electromagnetic isotope separators.

Electromagnetic isotope separators means those items referred to in entry 5.9.1 of Annex II containing ion sources as described in 5.9.1(a) of Annex II.

- (v) The manufacture or assembly of columns or extraction equipment.

Columns or extraction equipment means those items as described in entries 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3, 5.6.5, 5.6.6, 5.6.7 and 5.6.8 of Annex II.

- (vi) The manufacture of aerodynamic separation nozzles or vortex tubes.

Aerodynamic separation nozzles or vortex tubes means separation nozzles and vortex tubes as described respectively in entries 5.5.1 and 5.5.2 of Annex II.

- (vii) The manufacture or assembly of uranium plasma generation systems.

Uranium plasma generation systems means systems for the generation of uranium plasma as described in entry 5.8.3 of Annex II.

- (viii) The manufacture of zirconium tubes.

Zirconium tubes means tubes as described in entry 1.6 of Annex II.

- (ix) The manufacture or upgrading of heavy water or deuterium.

Heavy water or deuterium means deuterium, heavy water (deuterium oxide) and any other deuterium compound in which the ratio of deuterium to hydrogen atoms exceeds 1:5000.

- (x) The manufacture of nuclear grade graphite.

Nuclear grade graphite means graphite having a purity level better than 5 parts per million boron equivalent and with a density greater than 1.50 g/cm^3 .

- (xi) The manufacture of flasks for irradiated fuel.

A flask for irradiated fuel means a vessel for the transportation and/or storage of irradiated fuel which provides chemical, thermal and radiological protection, and dissipates decay heat during handling, transportation and storage.

- (xii) The manufacture of reactor control rods.

Reactor control rods means rods as described in entry 1.4 of Annex II.

- (xiii) The manufacture of criticality safe tanks and vessels.

Criticality safe tanks and vessels means those items as described in entries 3.2 and 3.4 of Annex II.

- (xiv) The manufacture of irradiated fuel element chopping machines.

Irradiated fuel element chopping machines means equipment as described in entry 3.1 of Annex II.

- (xv) The construction of hot cells.

Hot cells means a cell or interconnected cells totalling at least 6 m^3 in volume with shielding equal to or greater than the equivalent of 0.5 m of concrete, with a density of 3.2 g/cm^3 or greater, outfitted with equipment for remote operations.

ANNEX II

LIST OF SPECIFIED EQUIPMENT AND NON-NUCLEAR MATERIAL FOR THE REPORTING OF EXPORTS AND IMPORTS ACCORDING TO ARTICLE 2.a.(ix)

1. Reactors and equipment therefor

1.1. Complete nuclear reactors

Nuclear reactors capable of operation so as to maintain a controlled self-sustaining fission chain reaction, excluding zero energy reactors, the latter being defined as reactors with a designed maximum rate of production of plutonium not exceeding 100 grams per year.

EXPLANATORY NOTE

A "nuclear reactor" basically includes the items within or attached directly to the reactor vessel, the equipment which controls the level of power in the core, and the components which normally contain or come in direct contact with or control the primary coolant of the reactor core.

It is not intended to exclude reactors which could reasonably be capable of modification to produce significantly more than 100 grams of plutonium per year. Reactors designed for sustained operation at significant power levels, regardless of their capacity for plutonium production, are not considered as "zero energy reactors".

1.2. Reactor pressure vessels

Metal vessels, as complete units or as major shop-fabricated parts therefor, which are especially designed or prepared to contain the core of a nuclear reactor as defined in paragraph 1.1. above and are capable of withstanding the operating pressure of the primary coolant.

EXPLANATORY NOTE

A top plate for a reactor pressure vessel is covered by item 1.2. as a major shop-fabricated part of a pressure vessel.

Reactor internals (e.g. support columns and plates for the core and other vessel internals, control rod guide tubes, thermal shields, baffles, core grid plates, diffuser plates, etc.) are normally supplied by the reactor supplier. In some cases, certain internal support components are included in the fabrication of the pressure vessel. These items are sufficiently critical to the safety and reliability of the operation of the reactor (and, therefore, to the guarantees and liability of the reactor supplier), so that their supply, outside the basic supply arrangement for the reactor itself, would not be common practice. Therefore, although the separate supply of these unique, especially designed and prepared, critical, large and expensive items would not necessarily be

considered as falling outside the area of concern, such a mode of supply is considered unlikely.

1.3. Reactor fuel charging and discharging machines

Manipulative equipment especially designed or prepared for inserting or removing fuel in a nuclear reactor as defined in paragraph 1.1. above capable of on-load operation or employing technically sophisticated positioning or alignment features to allow complex off-load fuelling operations such as those in which direct viewing of or access to the fuel is not normally available.

1.4. Reactor control rods

Rods especially designed or prepared for the control of the reaction rate in a nuclear reactor as defined in paragraph 1.1. above.

EXPLANATORY NOTE

This item includes, in addition to the neutron absorbing part, the support or suspension structures therefor if supplied separately.

1.5. Reactor pressure tubes

Tubes which are especially designed or prepared to contain fuel elements and the primary coolant in a reactor as defined in paragraph 1.1. above at an operating pressure in excess of 5.1 MPa (740 psi).

1.6. Zirconium tubes

Zirconium metal and alloys in the form of tubes or assemblies of tubes, and in quantities exceeding 500 kg in any period of 12 months, especially designed or prepared for use in a reactor as defined in paragraph 1.1. above, and in which the relation of hafnium to zirconium is less than 1:500 parts by weight.

1.7. Primary coolant pumps

Pumps especially designed or prepared for circulating the primary coolant for nuclear reactors as defined in paragraph 1.1. above.

EXPLANATORY NOTE

Especially designed or prepared pumps may include elaborate sealed or multi-sealed systems to prevent leakage of primary coolant, canned-driven pumps, and pumps with inertial mass systems. This definition encompasses pumps certified to NC-1 or equivalent standards.

2. Non-nuclear materials for reactors

2.1. Deuterium and heavy water

Deuterium, heavy water (deuterium oxide) and any other deuterium compound in which the ratio of deuterium to hydrogen atoms exceeds 1:5000 for use in a nuclear reactor as defined in paragraph 1.1. above in quantities exceeding 200 kg of deuterium atoms for any one recipient country in any period of 12 months.

2.2. Nuclear grade graphite

Graphite having a purity level better than 5 parts per million boron equivalent and with a density greater than 1.50 g/cm³ for use in a nuclear reactor as defined in paragraph 1.1. above in quantities exceeding 3 x 10⁴ kg (30 metric tons) for any one recipient country in any period of 12 months.

NOTE

For the purpose of reporting, the Government will determine whether or not the exports of graphite meeting the above specifications are for nuclear reactor use.

3. Plants for the reprocessing of irradiated fuel elements, and equipment especially designed or prepared therefor

INTRODUCTORY NOTE

Reprocessing irradiated nuclear fuel separates plutonium and uranium from intensely radioactive fission products and other transuranic elements. Different technical processes can accomplish this separation. However, over the years Purex has become the most commonly used and accepted process. Purex involves the dissolution of irradiated nuclear fuel in nitric acid, followed by separation of the uranium, plutonium, and fission products by solvent extraction using a mixture of tributyl phosphate in an organic diluent.

Purex facilities have process functions similar to each other, including: irradiated fuel element chopping, fuel dissolution, solvent extraction, and process liquor storage. There may also be equipment for thermal denitration of uranium nitrate, conversion of plutonium nitrate to oxide or metal, and treatment of fission product waste liquor to a form suitable for long term storage or disposal. However, the specific type and configuration of the equipment performing these functions may differ between Purex facilities for several reasons, including the type and quantity of irradiated nuclear fuel to be reprocessed and the intended disposition of the recovered materials, and the safety and maintenance philosophy incorporated into the design of the facility.

A "plant for the reprocessing of irradiated fuel elements" includes the equipment and components which normally come in direct contact with and directly control the

irradiated fuel and the major nuclear material and fission product processing streams.

These processes, including the complete systems for plutonium conversion and plutonium metal production, may be identified by the measures taken to avoid criticality (e.g. by geometry), radiation exposure (e.g. by shielding), and toxicity hazards (e.g. by containment).

Items of equipment that are considered to fall within the meaning of the phrase "and equipment especially designed or prepared" for the reprocessing of irradiated fuel elements include:

3.1. Irradiated fuel element chopping machines

INTRODUCTORY NOTE

This equipment breaches the cladding of the fuel to expose the irradiated nuclear material to dissolution. Especially designed metal cutting shears are the most commonly employed, although advanced equipment, such as lasers, may be used.

Remotely operated equipment especially designed or prepared for use in a reprocessing plant as identified above and intended to cut, chop or shear irradiated nuclear fuel assemblies, bundles or rods.

3.2. Dissolvers

INTRODUCTORY NOTE

Dissolvers normally receive the chopped-up spent fuel. In these critically safe vessels, the irradiated nuclear material is dissolved in nitric acid and the remaining hulls removed from the process stream.

Critically safe tanks (e.g. small diameter, annular or slab tanks) especially designed or prepared for use in a reprocessing plant as identified above, intended for dissolution of irradiated nuclear fuel and which are capable of withstanding hot, highly corrosive liquid, and which can be remotely loaded and maintained.

3.3. Solvent extractors and solvent extraction equipment

INTRODUCTORY NOTE

Solvent extractors both receive the solution of irradiated fuel from the dissolvers and the organic solution which separates the uranium, plutonium, and fission products. Solvent extraction equipment is normally designed to meet strict operating parameters, such as long operating lifetimes with no maintenance requirements or adaptability to easy replacement, simplicity of operation and control, and flexibility for variations in process conditions.

Especially designed or prepared solvent extractors such as packed or pulse columns, mixer settlers or centrifugal contactors for use in a plant for the reprocessing of irradiated fuel. Solvent extractors must be resistant to the corrosive effect of nitric acid. Solvent extractors are normally fabricated to extremely high standards (including special welding and inspection and quality assurance and quality control techniques) out of low carbon stainless steels, titanium, zirconium, or other high quality materials.

3.4. Chemical holding or storage vessels

INTRODUCTORY NOTE

Three main process liquor streams result from the solvent extraction step. Holding or storage vessels are used in the further processing of all three streams, as follows:

- (a) The pure uranium nitrate solution is concentrated by evaporation and passed to a denitration process where it is converted to uranium oxide. This oxide is re-used in the nuclear fuel cycle.
- (b) The intensely radioactive fission products solution is normally concentrated by evaporation and stored as a liquor concentrate. This concentrate may be subsequently evaporated and converted to a form suitable for storage or disposal.
- (c) The pure plutonium nitrate solution is concentrated and stored pending its transfer to further process steps. In particular, holding or storage vessels for plutonium solutions are designed to avoid criticality problems resulting from changes in concentration and form of this stream.

Especially designed or prepared holding or storage vessels for use in a plant for the reprocessing of irradiated fuel. The holding or storage vessels must be resistant to the corrosive effect of nitric acid. The holding or storage vessels are normally fabricated of materials such as low carbon stainless steels, titanium or zirconium, or other high quality materials. Holding or storage vessels may be designed for remote operation and maintenance and may have the following features for control of nuclear criticality:

- (1) walls or internal structures with a boron equivalent of at least two per cent, or
- (2) a maximum diameter of 175 mm (7 in) for cylindrical vessels, or
- (3) a maximum width of 75 mm (3 in) for either a slab or annular vessel.

3.5. Plutonium nitrate to oxide conversion system

INTRODUCTORY NOTE

In most reprocessing facilities, this final process involves the conversion of the plutonium nitrate solution to plutonium dioxide. The main functions involved in this process are: process feed storage and adjustment, precipitation and solid/liquor

separation, calcination, product handling, ventilation, waste management, and process control.

Complete systems especially designed or prepared for the conversion of plutonium nitrate to plutonium oxide, in particular adapted so as to avoid criticality and radiation effects and to minimize toxicity hazards.

3.6. Plutonium oxide to metal production system

INTRODUCTORY NOTE

This process, which could be related to a reprocessing facility, involves the fluorination of plutonium dioxide, normally with highly corrosive hydrogen fluoride, to produce plutonium fluoride which is subsequently reduced using high purity calcium metal to produce metallic plutonium and a calcium fluoride slag. The main functions involved in this process are: fluorination (e.g. involving equipment fabricated or lined with a precious metal), metal reduction (e.g. employing ceramic crucibles), slag recovery, product handling, ventilation, waste management and process control.

Complete systems especially designed or prepared for the production of plutonium metal, in particular adapted so as to avoid criticality and radiation effects and to minimize toxicity hazards.

4. Plants for the fabrication of fuel elements

A "plant for the fabrication of fuel elements" includes the equipment:

- (a) Which normally comes in direct contact with, or directly processes, or controls, the production flow of nuclear material, or
- (b) Which seals the nuclear material within the cladding.

5. Plants for the separation of isotopes of uranium and equipment, other than analytical instruments, especially designed or prepared therefor

Items of equipment that are considered to fall within the meaning of the phrase "equipment, other than analytical instruments, especially designed or prepared" for the separation of isotopes of uranium include:

5.1. Gas centrifuges and assemblies and components especially designed or prepared for use in gas centrifuges

INTRODUCTORY NOTE

The gas centrifuge normally consists of a thin-walled cylinder(s) of between 75 mm (3 in) and 400 mm (16 in) diameter contained in a vacuum environment and spun at high peripheral speed of the order of 300 m/s or more with its central axis vertical. In order to achieve high speed the materials of construction for the rotating components have to be of a high strength to density ratio and the rotor assembly, and hence its individual components, have to be manufactured to very close tolerances in order to minimize the unbalance. In contrast to other centrifuges, the gas centrifuge for uranium enrichment is characterized by having within the rotor chamber a rotating disc-shaped baffle(s) and a stationary tube arrangement for feeding and extracting the UF₆ gas and featuring at least 3 separate channels, of which 2 are connected to scoops extending from the rotor axis towards the periphery of the rotor chamber. Also contained within the vacuum environment are a number of critical items which do not rotate and which although they are especially designed are not difficult to fabricate nor are they fabricated out of unique materials. A centrifuge facility however requires a large number of these components, so that quantities can provide an important indication of end use.

5.1.1. Rotating components

(a) Complete rotor assemblies:

Thin-walled cylinders, or a number of interconnected thin-walled cylinders, manufactured from one or more of the high strength to density ratio materials described in the EXPLANATORY NOTE to this Section. If interconnected, the cylinders are joined together by flexible bellows or rings as described in section 5.1.1.(c) following. The rotor is fitted with an internal baffle(s) and end caps, as described in section 5.1.1.(d) and (e) following, if in final form. However the complete assembly may be delivered only partly assembled.

(b) Rotor tubes:

Especially designed or prepared thin-walled cylinders with thickness of 12 mm (0.5 in) or less, a diameter of between 75 mm (3 in) and 400 mm (16 in), and manufactured from one or more of the high strength to density ratio materials described in the EXPLANATORY NOTE to this Section.

(c) Rings or Bellows:

Components especially designed or prepared to give localized support to the rotor tube or to join together a number of rotor tubes. The bellows is a short cylinder of wall thickness 3 mm (0.12 in) or less, a diameter of between 75 mm (3 in) and 400 mm (16 in), having a convolute, and manufactured from one of the high strength to density ratio materials described in the EXPLANATORY NOTE to this Section.

(d) Baffles:

Disc-shaped components of between 75 mm (3 in) and 400 mm (16 in) diameter especially designed or prepared to be mounted inside the centrifuge rotor tube, in order to isolate the take-off chamber from the main separation chamber and, in some cases, to assist the UF₆ gas circulation within the main separation chamber of the rotor tube, and manufactured from one of the high strength to density ratio materials described in the EXPLANATORY NOTE to this Section.

(e) Top caps/Bottom caps:

Disc-shaped components of between 75 mm (3 in) and 400 mm (16 in) diameter especially designed or prepared to fit to the ends of the rotor tube, and so contain the UF₆ within the rotor tube, and in some cases to support, retain or contain as an integrated part an element of the upper bearing (top cap) or to carry the rotating elements of the motor and lower bearing (bottom cap), and manufactured from one of the high strength to density ratio materials described in the EXPLANATORY NOTE to this Section.

EXPLANATORY NOTE

The materials used for centrifuge rotating components are:

- (a) Maraging steel capable of an ultimate tensile strength of 2.05×10^9 N/m² (300,000 psi) or more;
- (b) Aluminium alloys capable of an ultimate tensile strength of 0.46×10^9 N/m² (67,000 psi) or more;
- (c) Filamentary materials suitable for use in composite structures and having a specific modulus of 12.3×10^6 m or greater and a specific ultimate tensile strength of 0.3×10^6 m or greater ('Specific Modulus' is the Young's Modulus in N/m² divided by the specific weight in N/m³; 'Specific Ultimate Tensile Strength' is the ultimate tensile strength in N/m² divided by the specific weight in N/m³).

5.1.2. Static components

(a) Magnetic suspension bearings:

Especially designed or prepared bearing assemblies consisting of an annular magnet suspended within a housing containing a damping medium. The housing will be manufactured from a UF₆-resistant material (see EXPLANATORY NOTE to Section 5.2.). The magnet couples with a pole piece or a second magnet fitted to the top cap described in Section 5.1.1.(e). The magnet may be ring-shaped with a relation between outer and inner diameter smaller or equal to 1.6:1. The magnet may be in a form having an initial permeability of 0.15 H/m (120,000 in CGS units) or more, or a remanence of 98.5% or more, or an energy product of greater than 80 kJ/m³ (10^7 gauss-oersteds). In

addition to the usual material properties, it is a prerequisite that the deviation of the magnetic axes from the geometrical axes is limited to very small tolerances (lower than 0.1 mm or 0.004 in) or that homogeneity of the material of the magnet is specially called for.

(b) Bearings/Dampers:

Especially designed or prepared bearings comprising a pivot/cup assembly mounted on a damper. The pivot is normally a hardened steel shaft with a hemisphere at one end with a means of attachment to the bottom cap described in section 5.1.1.(e) at the other. The shaft may however have a hydrodynamic bearing attached. The cup is pellet-shaped with a hemispherical indentation in one surface. These components are often supplied separately to the damper.

(c) Molecular pumps:

Especially designed or prepared cylinders having internally machined or extruded helical grooves and internally machined bores. Typical dimensions are as follows: 75 mm (3 in) to 400 mm (16 in) internal diameter, 10 mm (0.4 in) or more wall thickness, with the length equal to or greater than the diameter. The grooves are typically rectangular in cross-section and 2 mm (0.08 in) or more in depth.

(d) Motor stators:

Especially designed or prepared ring-shaped stators for high speed multiphase AC hysteresis (or reluctance) motors for synchronous operation within a vacuum in the frequency range of 600 - 2000 Hz and a power range of 50 - 1000 VA. The stators consist of multi-phase windings on a laminated low loss iron core comprised of thin layers typically 2.0 mm (0.08 in) thick or less.

(e) Centrifuge housing/recipients:

Components especially designed or prepared to contain the rotor tube assembly of a gas centrifuge. The housing consists of a rigid cylinder of wall thickness up to 30 mm (1.2 in) with precision machined ends to locate the bearings and with one or more flanges for mounting. The machined ends are parallel to each other and perpendicular to the cylinder's longitudinal axis to within 0.05 degrees or less. The housing may also be a honeycomb type structure to accommodate several rotor tubes. The housings are made of or protected by materials resistant to corrosion by UF_6 .

(f) Scoops:

Especially designed or prepared tubes of up to 12 mm (0.5 in) internal diameter for the extraction of UF_6 gas from within the rotor tube by a Pitot tube action (that is, with an aperture facing into the circumferential gas flow within the rotor tube, for example by bending the end of a radially disposed tube) and capable of being fixed to the central gas extraction system. The tubes are made of or protected by materials resistant to

corrosion by UF₆.

5.2. Especially designed or prepared auxiliary systems, equipment and components for gas centrifuge enrichment plants

INTRODUCTORY NOTE

The auxiliary systems, equipment and components for a gas centrifuge enrichment plant are the systems of plant needed to feed UF₆ to the centrifuges, to link the individual centrifuges to each other to form cascades (or stages) to allow for progressively higher enrichments and to extract the 'product' and 'tails' UF₆ from the centrifuges, together with the equipment required to drive the centrifuges or to control the plant.

Normally UF₆ is evaporated from the solid using heated autoclaves and is distributed in gaseous form to the centrifuges by way of cascade header pipework. The 'product' and 'tails' UF₆ gaseous streams flowing from the centrifuges are also passed by way of cascade header pipework to cold traps (operating at about 203 K (-70 °C)) where they are condensed prior to onward transfer into suitable containers for transportation or storage. Because an enrichment plant consists of many thousands of centrifuges arranged in cascades there are many kilometers of cascade header pipework, incorporating thousands of welds with a substantial amount of repetition of layout. The equipment, components and piping systems are fabricated to very high vacuum and cleanliness standards.

5.2.1. Feed systems/product and tails withdrawal systems

Especially designed or prepared process systems including:

Feed autoclaves (or stations), used for passing UF₆ to the centrifuge cascades at up to 100 kPa (15 psi) and at a rate of 1 kg/h or more;

Desublimers (or cold traps) used to remove UF₆ from the cascades at up to 3 kPa (0.5 psi) pressure. The desublimers are capable of being chilled to 203 K (-70 °C) and heated to 343 K (70 °C);

'Product' and 'Tails' stations used for trapping UF₆ into containers.

This plant, equipment and pipework is wholly made of or lined with UF₆-resistant materials (see EXPLANATORY NOTE to this section) and is fabricated to very high vacuum and cleanliness standards.

5.2.2. Machine header piping systems

Especially designed or prepared piping systems and header systems for handling UF₆ within the centrifuge cascades. The piping network is normally of the 'triple' header

system with each centrifuge connected to each of the headers. There is thus a substantial amount of repetition in its form. It is wholly made of UF₆-resistant materials (see EXPLANATORY NOTE to this section) and is fabricated to very high vacuum and cleanliness standards.

5.2.3. UF₆ mass spectrometers/ion sources

Especially designed or prepared magnetic or quadrupole mass spectrometers capable of taking 'on-line' samples of feed, product or tails, from UF₆ gas streams and having all of the following characteristics:

1. Unit resolution for atomic mass unit greater than 320;
2. Ion sources constructed of or lined with nichrome or monel or nickel plated;
3. Electron bombardment ionization sources;
4. Having a collector system suitable for isotopic analysis.

5.2.4. Frequency changers

Frequency changers (also known as converters or invertors) especially designed or prepared to supply motor stators as defined under 5.1.2.(d), or parts, components and sub-assemblies of such frequency changers having all of the following characteristics:

1. A multiphase output of 600 to 2000 Hz;
2. High stability (with frequency control better than 0.1%);
3. Low harmonic distortion (less than 2%); and
4. An efficiency of greater than 80%.

EXPLANATORY NOTE

The items listed above either come into direct contact with the UF₆ process gas or directly control the centrifuges and the passage of the gas from centrifuge to centrifuge and cascade to cascade.

Materials resistant to corrosion by UF₆ include stainless steel, aluminium, aluminium alloys, nickel or alloys containing 60% or more nickel.

5.3. Especially designed or prepared assemblies and components for use in gaseous diffusion enrichment

INTRODUCTORY NOTE

In the gaseous diffusion method of uranium isotope separation, the main technological assembly is a special porous gaseous diffusion barrier, heat exchanger for cooling the gas (which is heated by the process of compression), seal valves and control valves, and pipelines. Inasmuch as gaseous diffusion technology uses uranium hexafluoride (UF_6), all equipment, pipeline and instrumentation surfaces (that come in contact with the gas) must be made of materials that remain stable in contact with UF_6 . A gaseous diffusion facility requires a number of these assemblies, so that quantities can provide an important indication of end use.

5.3.1. Gaseous diffusion barriers

(a) Especially designed or prepared thin, porous filters, with a pore size of 100 - 1,000 Å (angstroms), a thickness of 5 mm (0.2 in) or less, and for tubular forms, a diameter of 25 mm (1 in) or less, made of metallic, polymer or ceramic materials resistant to corrosion by UF_6 , and

(b) especially prepared compounds or powders for the manufacture of such filters. Such compounds and powders include nickel or alloys containing 60 per cent or more nickel, aluminium oxide, or UF_6 -resistant fully fluorinated hydrocarbon polymers having a purity of 99.9 per cent or more, a particle size less than 10 microns, and a high degree of particle size uniformity, which are especially prepared for the manufacture of gaseous diffusion barriers.

5.3.2. Diffuser housings

Especially designed or prepared hermetically sealed cylindrical vessels greater than 300 mm (12 in) in diameter and greater than 900 mm (35 in) in length, or rectangular vessels of comparable dimensions, which have an inlet connection and two outlet connections all of which are greater than 50 mm (2 in) in diameter, for containing the gaseous diffusion barrier, made of or lined with UF_6 -resistant materials and designed for horizontal or vertical installation.

5.3.3. Compressors and gas blowers

Especially designed or prepared axial, centrifugal, or positive displacement compressors, or gas blowers with a suction volume capacity of 1 m³/min or more of UF_6 , and with a discharge pressure of up to several hundred kPa (100 psi), designed for long-term operation in the UF_6 environment with or without an electrical motor of appropriate power, as well as separate assemblies of such compressors and gas blowers. These compressors and gas blowers have a pressure ratio between 2:1 and 6:1 and are made of, or lined with, materials resistant to UF_6 .

5.3.4. Rotary shaft seals

Especially designed or prepared vacuum seals, with seal feed and seal exhaust connections, for sealing the shaft connecting the compressor or the gas blower rotor with the driver motor so as to ensure a reliable seal against in-leaking of air into the

inner chamber of the compressor or gas blower which is filled with UF_6 . Such seals are normally designed for a buffer gas in-leakage rate of less than $1000 \text{ cm}^3/\text{min}$ ($60 \text{ in}^3/\text{min}$).

5.3.5. Heat exchangers for cooling UF₆

Especially designed or prepared heat exchangers made of or lined with UF₆-resistant materials (except stainless steel) or with copper or any combination of those metals, and intended for a leakage pressure change rate of less than 10 Pa (0.0015 psi) per hour under a pressure difference of 100 kPa (15 psi).

5.4. Especially designed or prepared auxiliary systems, equipment and components for use in gaseous diffusion enrichment

INTRODUCTORY NOTE

The auxiliary systems, equipment and components for gaseous diffusion enrichment plants are the systems of plant needed to feed UF₆ to the gaseous diffusion assembly, to link the individual assemblies to each other to form cascades (or stages) to allow for progressively higher enrichments and to extract the 'product' and 'tails' UF₆ from the diffusion cascades. Because of the high inertial properties of diffusion cascades, any interruption in their operation, and especially their shut-down, leads to serious consequences. Therefore, a strict and constant maintenance of vacuum in all technological systems, automatic protection from accidents, and precise automated regulation of the gas flow is of importance in a gaseous diffusion plant. All this leads to a need to equip the plant with a large number of special measuring, regulating and controlling systems.

Normally UF₆ is evaporated from cylinders placed within autoclaves and is distributed in gaseous form to the entry point by way of cascade header pipework. The 'product' and 'tails' UF₆ gaseous streams flowing from exit points are passed by way of cascade header pipework to either cold traps or to compression stations where the UF₆ gas is liquefied prior to onward transfer into suitable containers for transportation or storage. Because a gaseous diffusion enrichment plant consists of a large number of gaseous diffusion assemblies arranged in cascades, there are many kilometers of cascade header pipework, incorporating thousands of welds with substantial amounts of repetition of layout. The equipment, components and piping systems are fabricated to very high vacuum and cleanliness standards.

5.4.1. Feed systems/product and tails withdrawal systems

Especially designed or prepared process systems, capable of operating at pressures of 300 kPa (45 psi) or less, including:

Feed autoclaves (or systems), used for passing UF₆ to the gaseous diffusion cascades;

Desublimers (or cold traps) used to remove UF₆ from diffusion cascades;

Liquefaction stations where UF₆ gas from the cascade is compressed and cooled to form liquid UF₆;

'Product' or 'tails' stations used for transferring UF₆ into containers.

5.4.2. Header piping systems

Especially designed or prepared piping systems and header systems for handling UF₆ within the gaseous diffusion cascades. This piping network is normally of the "double" header system with each cell connected to each of the headers.

5.4.3. Vacuum systems

(a) Especially designed or prepared large vacuum manifolds, vacuum headers and vacuum pumps having a suction capacity of 5 m³/min (175 ft³/min) or more.

(b) Vacuum pumps especially designed for service in UF₆-bearing atmospheres made of, or lined with, aluminium, nickel, or alloys bearing more than 60% nickel. These pumps may be either rotary or positive, may have displacement and fluorocarbon seals, and may have special working fluids present.

5.4.4. Special shut-off and control valves

Especially designed or prepared manual or automated shut-off and control bellows valves made of UF₆-resistant materials with a diameter of 40 to 1500 mm (1.5 to 59 in) for installation in main and auxiliary systems of gaseous diffusion enrichment plants.

5.4.5. UF₆ mass spectrometers/ion sources

Especially designed or prepared magnetic or quadrupole mass spectrometers capable of taking "on-line" samples of feed, product or tails, from UF₆ gas streams and having all of the following characteristics:

1. Unit resolution for atomic mass unit greater than 320;
2. Ion sources constructed of or lined with nichrome or monel or nickel plated;
3. Electron bombardment ionization sources;
4. Collector system suitable for isotopic analysis.

EXPLANATORY NOTE

The items listed above either come into direct contact with the UF₆ process gas or directly control the flow within the cascade. All surfaces which come into contact with the process gas are wholly made of, or lined with, UF₆-resistant materials. For the purposes of the sections relating to gaseous diffusion items the materials resistant to corrosion by UF₆ include stainless steel, aluminium, aluminium alloys, aluminium oxide, nickel or alloys containing 60% or more nickel and UF₆-resistant fully

fluorinated hydrocarbon polymers.

5.5. Especially designed or prepared systems, equipment and components for use in aerodynamic enrichment plants

INTRODUCTORY NOTE

In aerodynamic enrichment processes, a mixture of gaseous UF₆ and light gas (hydrogen or helium) is compressed and then passed through separating elements wherein isotopic separation is accomplished by the generation of high centrifugal forces over a curved-wall geometry. Two processes of this type have been successfully developed: the separation nozzle process and the vortex tube process. For both processes the main components of a separation stage include cylindrical vessels housing the special separation elements (nozzles or vortex tubes), gas compressors and heat exchangers to remove the heat of compression. An aerodynamic plant requires a number of these stages, so that quantities can provide an important indication of end use. Since aerodynamic processes use UF₆, all equipment, pipeline and instrumentation surfaces (that come in contact with the gas) must be made of materials that remain stable in contact with UF₆.

EXPLANATORY NOTE

The items listed in this section either come into direct contact with the UF₆ process gas or directly control the flow within the cascade. All surfaces which come into contact with the process gas are wholly made of or protected by UF₆-resistant materials. For the purposes of the section relating to aerodynamic enrichment items, the materials resistant to corrosion by UF₆ include copper, stainless steel, aluminium, aluminium alloys, nickel or alloys containing 60% or more nickel and UF₆-resistant fully fluorinated hydrocarbon polymers.

5.5.1. Separation nozzles

Especially designed or prepared separation nozzles and assemblies thereof. The separation nozzles consist of slit-shaped, curved channels having a radius of curvature less than 1 mm (typically 0.1 to 0.05 mm), resistant to corrosion by UF₆ and having a knife-edge within the nozzle that separates the gas flowing through the nozzle into two fractions.

5.5.2. Vortex tubes

Especially designed or prepared vortex tubes and assemblies thereof. The vortex tubes are cylindrical or tapered, made of or protected by materials resistant to corrosion by UF₆, having a diameter of between 0.5 cm and 4 cm, a length to diameter ratio of 20:1 or less and with one or more tangential inlets. The tubes may be equipped with nozzle-type appendages at either or both ends.

EXPLANATORY NOTE

The feed gas enters the vortex tube tangentially at one end or through swirl vanes or at

numerous tangential positions along the periphery of the tube.

5.5.3. Compressors and gas blowers

Especially designed or prepared axial, centrifugal or positive displacement compressors or gas blowers made of or protected by materials resistant to corrosion by UF₆ and with a suction volume capacity of 2 m³/min or more of UF₆/carrier gas (hydrogen or helium) mixture.

EXPLANATORY NOTE

These compressors and gas blowers typically have a pressure ratio between 1.2:1 and 6:1.

5.5.4. Rotary shaft seals

Especially designed or prepared rotary shaft seals, with seal feed and seal exhaust connections, for sealing the shaft connecting the compressor rotor or the gas blower rotor with the driver motor so as to ensure a reliable seal against out-leakage of process gas or in-leakage of air or seal gas into the inner chamber of the compressor or gas blower which is filled with a UF₆/carrier gas mixture.

5.5.5. Heat exchangers for gas cooling

Especially designed or prepared heat exchangers made of or protected by materials resistant to corrosion by UF₆.

5.5.6. Separation element housings

Especially designed or prepared separation element housings, made of or protected by materials resistant to corrosion by UF₆, for containing vortex tubes or separation nozzles.

EXPLANATORY NOTE

These housings may be cylindrical vessels greater than 300 mm in diameter and greater than 900 mm in length, or may be rectangular vessels of comparable dimensions, and may be designed for horizontal or vertical installation.

5.5.7. Feed systems/product and tails withdrawal systems

Especially designed or prepared process systems or equipment for enrichment plants made of or protected by materials resistant to corrosion by UF₆, including:

- (a) Feed autoclaves, ovens, or systems used for passing UF₆ to the enrichment process;

- (b) Desublimers (or cold traps) used to remove UF₆ from the enrichment process for subsequent transfer upon heating;
- (c) Solidification or liquefaction stations used to remove UF₆ from the enrichment process by compressing and converting UF₆ to a liquid or solid form;
- (d) 'Product' or 'tails' stations used for transferring UF₆ into containers.

5.5.8. Header piping systems

Especially designed or prepared header piping systems, made of or protected by materials resistant to corrosion by UF₆, for handling UF₆ within the aerodynamic cascades. This piping network is normally of the 'double' header design with each stage or group of stages connected to each of the headers.

5.5.9. Vacuum systems and pumps

- (a) Especially designed or prepared vacuum systems having a suction capacity of 5 m³/min or more, consisting of vacuum manifolds, vacuum headers and vacuum pumps, and designed for service in UF₆-bearing atmospheres,
- (b) Vacuum pumps especially designed or prepared for service in UF₆-bearing atmospheres and made of or protected by materials resistant to corrosion by UF₆. These pumps may use fluorocarbon seals and special working fluids.

5.5.10. Special shut-off and control valves

Especially designed or prepared manual or automated shut-off and control bellows valves made of or protected by materials resistant to corrosion by UF₆ with a diameter of 40 to 1500 mm for installation in main and auxiliary systems of aerodynamic enrichment plants.

5.5.11. UF₆ mass spectrometers/ion sources

Especially designed or prepared magnetic or quadrupole mass spectrometers capable of taking 'on-line' samples of feed, 'product' or 'tails', from UF₆ gas streams and having all of the following characteristics:

1. Unit resolution for mass greater than 320;
2. Ion sources constructed of or lined with nichrome or monel or nickel plated;
3. Electron bombardment ionization sources;
4. Collector system suitable for isotopic analysis.

5.5.12. UF₆/carrier gas separation systems

Especially designed or prepared process systems for separating UF_6 from carrier gas (hydrogen or helium).

EXPLANATORY NOTE

These systems are designed to reduce the UF_6 content in the carrier gas to 1 ppm or less and may incorporate equipment such as:

- (a) Cryogenic heat exchangers and cryoseparators capable of temperatures of -120°C or less, or
- (b) Cryogenic refrigeration units capable of temperatures of -120°C or less, or
- (c) Separation nozzle or vortex tube units for the separation of UF_6 from carrier gas, or
- (d) UF_6 cold traps capable of temperatures of -20°C or less.

5.6. Especially designed or prepared systems, equipment and components for use in chemical exchange or ion exchange enrichment plants

INTRODUCTORY NOTE

The slight difference in mass between the isotopes of uranium causes small changes in chemical reaction equilibria that can be used as a basis for separation of the isotopes. Two processes have been successfully developed: liquid-liquid chemical exchange and solid-liquid ion exchange.

In the liquid-liquid chemical exchange process, immiscible liquid phases (aqueous and organic) are countercurrently contacted to give the cascading effect of thousands of separation stages. The aqueous phase consists of uranium chloride in hydrochloric acid solution; the organic phase consists of an extractant containing uranium chloride in an organic solvent. The contactors employed in the separation cascade can be liquid-liquid exchange columns (such as pulsed columns with sieve plates) or liquid centrifugal contactors. Chemical conversions (oxidation and reduction) are required at both ends of the separation cascade in order to provide for the reflux requirements at each end. A major design concern is to avoid contamination of the process streams with certain metal ions. Plastic, plastic-lined (including use of fluorocarbon polymers) and/or glass-lined columns and piping are therefore used.

In the solid-liquid ion-exchange process, enrichment is accomplished by uranium adsorption/desorption on a special, very fast-acting, ion-exchange resin or adsorbent. A solution of uranium in hydrochloric acid and other chemical agents is passed through cylindrical enrichment columns containing packed beds of the adsorbent. For a continuous process, a reflux system is necessary to release the uranium from the adsorbent back into the liquid flow so that 'product' and 'tails' can be collected. This is accomplished with the use of suitable reduction/oxidation chemical agents that are fully regenerated in separate external circuits and that may be partially regenerated within the isotopic separation columns themselves. The presence of hot concentrated

hydrochloric acid solutions in the process requires that the equipment be made of or protected by special corrosion-resistant materials.

5.6.1. Liquid-liquid exchange columns (Chemical exchange)

Countercurrent liquid-liquid exchange columns having mechanical power input (i.e., pulsed columns with sieve plates, reciprocating plate columns, and columns with internal turbine mixers), especially designed or prepared for uranium enrichment using the chemical exchange process. For corrosion resistance to concentrated hydrochloric acid solutions, these columns and their internals are made of or protected by suitable plastic materials (such as fluorocarbon polymers) or glass. The stage residence time of the columns is designed to be short (30 seconds or less).

5.6.2. Liquid-liquid centrifugal contactors (Chemical exchange)

Liquid-liquid centrifugal contactors especially designed or prepared for uranium enrichment using the chemical exchange process. Such contactors use rotation to achieve dispersion of the organic and aqueous streams and then centrifugal force to separate the phases. For corrosion resistance to concentrated hydrochloric acid solutions, the contactors are made of or are lined with suitable plastic materials (such as fluorocarbon polymers) or are lined with glass. The stage residence time of the centrifugal contactors is designed to be short (30 seconds or less).

5.6.3. Uranium reduction systems and equipment (Chemical exchange)

(a) Especially designed or prepared electrochemical reduction cells to reduce uranium from one valence state to another for uranium enrichment using the chemical exchange process. The cell materials in contact with process solutions must be corrosion resistant to concentrated hydrochloric acid solutions.

EXPLANATORY NOTE

The cell cathodic compartment must be designed to prevent re-oxidation of uranium to its higher valence state. To keep the uranium in the cathodic compartment, the cell may have an impervious diaphragm membrane constructed of special cation exchange material. The cathode consists of a suitable solid conductor such as graphite.

(b) Especially designed or prepared systems at the product end of the cascade for taking the U^{4+} out of the organic stream, adjusting the acid concentration and feeding to the electrochemical reduction cells.

EXPLANATORY NOTE

These systems consist of solvent extraction equipment for stripping the U^{4+} from the organic stream into an aqueous solution, evaporation and/or other equipment to accomplish solution pH adjustment and control, and pumps or other transfer devices for feeding to the electrochemical reduction cells. A major design concern is to avoid

contamination of the aqueous stream with certain metal ions. Consequently, for those parts in contact with the process stream, the system is constructed of equipment made of or protected by suitable materials (such as glass, fluorocarbon polymers, polyphenyl sulfate, polyether sulfone, and resin-impregnated graphite).

5.6.4. Feed preparation systems (Chemical exchange)

Especially designed or prepared systems for producing high-purity uranium chloride feed solutions for chemical exchange uranium isotope separation plants.

EXPLANATORY NOTE

These systems consist of dissolution, solvent extraction and/or ion exchange equipment for purification and electrolytic cells for reducing the uranium U^{6+} or U^{4+} to U^{3+} . These systems produce uranium chloride solutions having only a few parts per million of metallic impurities such as chromium, iron, vanadium, molybdenum and other bivalent or higher multi-valent cations. Materials of construction for portions of the system processing high-purity U^{3+} include glass, fluorocarbon polymers, polyphenyl sulfate or polyether sulfone plastic-lined and resin-impregnated graphite.

5.6.5. Uranium oxidation systems (Chemical exchange)

Especially designed or prepared systems for oxidation of U^{3+} to U^{4+} for return to the uranium isotope separation cascade in the chemical exchange enrichment process.

EXPLANATORY NOTE

These systems may incorporate equipment such as:

- (a) Equipment for contacting chlorine and oxygen with the aqueous effluent from the isotope separation equipment and extracting the resultant U^{4+} into the stripped organic stream returning from the product end of the cascade,
- (b) Equipment that separates water from hydrochloric acid so that the water and the concentrated hydrochloric acid may be reintroduced to the process at the proper locations.

5.6.6. Fast-reacting ion exchange resins/adsorbents (ion exchange)

Fast-reacting ion-exchange resins or adsorbents especially designed or prepared for uranium enrichment using the ion exchange process, including porous macroporous resins, and/or pellicular structures in which the active chemical exchange groups are limited to a coating on the surface of an inactive porous support structure, and other composite structures in any suitable form including particles or fibers. These ion exchange resins/adsorbents have diameters of 0.2 mm or less and must be chemically resistant to concentrated hydrochloric acid solutions as well as physically strong enough so as not to degrade in the exchange columns. The resins/adsorbents are

especially designed to achieve very fast uranium isotope exchange kinetics (exchange rate half-time of less than 10 seconds) and are capable of operating at a temperature in the range of 100 °C to 200 °C.

5.6.7. Ion exchange columns (Ion exchange)

Cylindrical columns greater than 1000 mm in diameter for containing and supporting packed beds of ion exchange resin/adsorbent, especially designed or prepared for uranium enrichment using the ion exchange process. These columns are made of or protected by materials (such as titanium or fluorocarbon plastics) resistant to corrosion by concentrated hydrochloric acid solutions and are capable of operating at a temperature in the range of 100 °C to 200 °C and pressures above 0.7 MPa (102 psia).

5.6.8. Ion exchange reflux systems (Ion exchange)

- (a) Especially designed or prepared chemical or electrochemical reduction systems for regeneration of the chemical reducing agent(s) used in ion exchange uranium enrichment cascades.
- (b) Especially designed or prepared chemical or electrochemical oxidation systems for regeneration of the chemical oxidizing agent(s) used in ion exchange uranium enrichment cascades.

EXPLANATORY NOTE

The ion exchange enrichment process may use, for example, trivalent titanium (Ti^{3+}) as a reducing cation in which case the reduction system would regenerate Ti^{3+} by reducing Ti^{4+} .

The process may use, for example, trivalent iron (Fe^{3+}) as an oxidant in which case the oxidation system would regenerate Fe^{3+} by oxidizing Fe^{2+} .

5.7. Especially designed or prepared systems, equipment and components for use in laser-based enrichment plants

INTRODUCTORY NOTE

Present systems for enrichment processes using lasers fall into two categories: those in which the process medium is atomic uranium vapor and those in which the process medium is the vapor of a uranium compound. Common nomenclature for such processes include: first category - atomic vapor laser isotope separation (AVLIS or SILVA); second category - molecular laser isotope separation (MLIS or MOLIS) and chemical reaction by isotope selective laser activation (CRISLA). The systems, equipment and components for laser enrichment plants embrace: (a) devices to feed uranium-metal vapor (for selective photo-ionization) or devices to feed the vapor of a uranium compound (for photo-dissociation or chemical activation); (b) devices to collect enriched and depleted uranium metal as 'product' and 'tails' in the first category, and devices to collect dissociated or reacted compounds as 'product' and unaffected material as 'tails' in the second category; (c) process laser systems to selectively excite the uranium-235 species; and (d) feed preparation and product conversion equipment.

The complexity of the spectroscopy of uranium atoms and compounds may require incorporation of any of a number of available laser technologies.

EXPLANATORY NOTE

Many of the items listed in this section come into direct contact with uranium metal vapor or liquid or with process gas consisting of UF_6 or a mixture of UF_6 and other gases. All surfaces that come into contact with the uranium or UF_6 are wholly made of or protected by corrosion-resistant materials. For the purposes of the section relating to laser-based enrichment items, the materials resistant to corrosion by the vapor or liquid of uranium metal or uranium alloys include yttria-coated graphite and tantalum; and the materials resistant to corrosion by UF_6 include copper, stainless steel, aluminium, aluminium alloys, nickel or alloys containing 60 % or more nickel and UF_6 -resistant fully fluorinated hydrocarbon polymers.

5.7.1. Uranium vaporization systems (AVLIS)

Especially designed or prepared uranium vaporization systems which contain high-power strip or scanning electron beam guns with a delivered power on the target of more than 2.5 kW/cm.

5.7.2. Liquid uranium metal handling systems (AVLIS)

Especially designed or prepared liquid metal handling systems for molten uranium or uranium alloys, consisting of crucibles and cooling equipment for the crucibles.

EXPLANATORY NOTE

The crucibles and other parts of this system that come into contact with molten uranium or uranium alloys are made of or protected by materials of suitable corrosion and heat resistance. Suitable materials include tantalum, yttria-coated graphite, graphite coated with other rare earth oxides or mixtures thereof.

5.7.3. Uranium metal 'product' and 'tails' collector assemblies (AVLIS)

Especially designed or prepared 'product' and 'tails' collector assemblies for uranium metal in liquid or solid form.

EXPLANATORY NOTE

Components for these assemblies are made of or protected by materials resistant to the heat and corrosion of uranium metal vapor or liquid (such as yttria-coated graphite or tantalum) and may include pipes, valves, fittings, 'gutters', feed-throughs, heat exchangers and collector plates for magnetic, electrostatic or other separation methods.

5.7.4. Separator module housings (AVLIS)

Especially designed or prepared cylindrical or rectangular vessels for containing the uranium metal vapor source, the electron beam gun, and the 'product' and 'tails' collectors.

EXPLANATORY NOTE

These housings have multiplicity of ports for electrical and water feed-throughs, laser beam windows, vacuum pump connections and instrumentation diagnostics and monitoring. They have provisions for opening and closure to allow refurbishment of internal components.

5.7.5. Supersonic expansion nozzles (MLIS)

Especially designed or prepared supersonic expansion nozzles for cooling mixtures of UF_6 and carrier gas to 150 K or less and which are corrosion resistant to UF_6 .

5.7.6. Uranium pentafluoride product collectors (MLIS)

Especially designed or prepared uranium pentafluoride (UF_5) solid product collectors consisting of filter, impact, or cyclone-type collectors, or combinations thereof, and which are corrosion resistant to the UF_5/UF_6 environment.

5.7.7. UF_6 /carrier gas compressors (MLIS)

Especially designed or prepared compressors for UF_6 /carrier gas mixtures, designed for long term operation in a UF_6 environment. The components of these compressors that come into contact with process gas are made of or protected by materials resistant to corrosion by UF_6 .

5.7.8. Rotary shaft seals (MLIS)

Especially designed or prepared rotary shaft seals, with seal feed and seal exhaust connections, for sealing the shaft connecting the compressor rotor with the driver motor so as to ensure a reliable seal against out-leakage of process gas or in-leakage of air or seal gas into the inner chamber of the compressor which is filled with a UF_6 /carrier gas mixture.

5.7.9. Fluorination systems (MLIS)

Especially designed or prepared systems for fluorinating UF_5 (solid) to UF_6 (gas).

EXPLANATORY NOTE

These systems are designed to fluorinate the collected UF_5 powder to UF_6 for subsequent collection in product containers or for transfer as feed to MLIS units for

additional enrichment. In one approach, the fluorination reaction may be accomplished within the isotope separation system to react and recover directly off the 'product' collectors. In another approach, the UF_5 powder may be removed/transferred from the 'product' collectors into a suitable reaction vessel (e.g., fluidized-bed reactor, screw reactor or flame tower) for fluorination. In both approaches, equipment for storage and transfer of fluorine (or other suitable fluorinating agents) and for collection and transfer of UF_6 are used.

5.7.10. UF_6 mass spectrometers/ion sources (MLIS)

Especially designed or prepared magnetic or quadrupole mass spectrometers capable of taking 'on-line' samples of feed, 'product' or 'tails', from UF_6 gas streams and having all of the following characteristics:

1. Unit resolution for mass greater than 320;
2. Ion sources constructed of or lined with nichrome or monel or nickel plated;
3. Electron bombardment ionization sources;
4. Collector system suitable for isotopic analysis.

5.7.11. Feed systems/product and tails withdrawal systems (MLIS)

Especially designed or prepared process systems or equipment for enrichment plants made of or protected by materials resistant to corrosion by UF_6 , including:

- (a) Feed autoclaves, ovens, or systems used for passing UF_6 to the enrichment process
- (b) Desublimers (or cold traps) used to remove UF_6 from the enrichment process for subsequent transfer upon heating;
- (c) Solidification or liquefaction stations used to remove UF_6 from the enrichment process by compressing and converting UF_6 to a liquid or solid form;
- (d) 'Product' or 'tails' stations used for transferring UF_6 into containers.

5.7.12. UF_6 /carrier gas separation systems (MLIS)

Especially designed or prepared process systems for separating UF_6 from carrier gas. The carrier gas may be nitrogen, argon, or other gas.

EXPLANATORY NOTE

These systems may incorporate equipment such as:

- (a) Cryogenic heat exchangers or cryoseparators capable of temperatures of -120 °C or less, or
- (b) Cryogenic refrigeration units capable of temperatures of -120 °C or less, or
- (c) UF₆ cold traps capable of temperatures of -20 °C or less.

5.7.13. Laser systems (AVLIS, MLIS and CRISLA)

Lasers or laser systems especially designed or prepared for the separation of uranium isotopes.

EXPLANATORY NOTE

The laser system for the AVLIS process usually consists of two lasers: a copper vapor laser and a dye laser. The laser system for MLIS usually consists of a CO₂ or excimer laser and a multi-pass optical cell with revolving mirrors at both ends. Lasers or laser systems for both processes require a spectrum frequency stabilizer for operation over extended periods of time.

5.8. Especially designed or prepared systems, equipment and components for use in plasma separation enrichment plants

INTRODUCTORY NOTE

In the plasma separation process, a plasma of uranium ions passes through an electric field tuned to the U-235 ion resonance frequency so that they preferentially absorb energy and increase the diameter of their corkscrew-like orbits. Ions with a large-diameter path are trapped to produce a product enriched in U-235. The plasma, which is made by ionizing uranium vapor, is contained in a vacuum chamber with a high-strength magnetic field produced by a superconducting magnet. The main technological systems of the process include the uranium plasma generation system, the separator module with superconducting magnet and metal removal systems for the collection of 'product' and 'tails'.

5.8.1. Microwave power sources and antennae

Especially designed or prepared microwave power sources and antennae for producing or accelerating ions and having the following characteristics: greater than 30 GHz frequency and greater than 50 kW mean power output for ion production.

5.8.2. Ion excitation coils

Especially designed or prepared radio frequency ion excitation coils for frequencies of more than 100 kHz and capable of handling more than 40 kW mean power.

5.8.3. Uranium plasma generation systems

Especially designed or prepared systems for the generation of uranium plasma, which may contain high-power strip or scanning electron beam guns with a delivered power on the target of more than 2.5 kW/cm.

5.8.4. Liquid uranium metal handling systems

Especially designed or prepared liquid metal handling systems for molten uranium or uranium alloys, consisting of crucibles and cooling equipment for the crucibles.

EXPLANATORY NOTE

The crucibles and other parts of this system that come into contact with molten uranium or uranium alloys are made of or protected by materials of suitable corrosion and heat resistance. Suitable materials include tantalum, yttria-coated graphite, graphite coated with other rare earth oxides or mixtures thereof.

5.8.5. Uranium metal 'product' and 'tails' collector assemblies

Especially designed or prepared 'product' and 'tails' collector assemblies for uranium metal in solid form. These collector assemblies are made of or protected by materials resistant to the heat and corrosion of uranium metal vapor, such as yttria-coated graphite or tantalum.

5.8.6. Separator module housings

Cylindrical vessels especially designed or prepared for use in plasma separation enrichment plants for containing the uranium plasma source, radio-frequency drive coil and the 'product' and 'tails' collectors.

EXPLANATORY NOTE

These housings have a multiplicity of ports for electrical feed-throughs, diffusion pump connections and instrumentation diagnostics and monitoring. They have provisions for opening and closure to allow for refurbishment of internal components and are constructed of a suitable non-magnetic material such as stainless steel.

5.9. Especially designed or prepared systems, equipment and components for use in electromagnetic enrichment plants

INTRODUCTORY NOTE

In the electromagnetic process, uranium metal ions produced by ionization of a salt feed material (typically UCl_4) are accelerated and passed through a magnetic field that has the effect of causing the ions of different isotopes to follow different paths. The major components of an electromagnetic isotope separator include: a magnetic field for

ion-beam diversion/separation of the isotopes, an ion source with its acceleration system, and a collection system for the separated ions. Auxiliary systems for the process include the magnet power supply system, the ion source high-voltage power supply system, the vacuum system, and extensive chemical handling systems for recovery of product and cleaning/recycling of components.

5.9.1. Electromagnetic isotope separators

Electromagnetic isotope separators especially designed or prepared for the separation of uranium isotopes, and equipment and components therefor, including:

(a) Ion sources

Especially designed or prepared single or multiple uranium ion sources consisting of a vapor source, ionizer, and beam accelerator, constructed of suitable materials such as graphite, stainless steel, or copper, and capable of providing a total ion beam current of 50 mA or greater.

(b) Ion collectors

Collector plates consisting of two or more slits and pockets especially designed or prepared for collection of enriched and depleted uranium ion beams and constructed of suitable materials such as graphite or stainless steel.

(c) Vacuum housings

Especially designed or prepared vacuum housings for uranium electromagnetic separators, constructed of suitable non-magnetic materials such as stainless steel and designed for operation at pressures of 0.1 Pa or lower.

EXPLANATORY NOTE

The housings are specially designed to contain the ion sources, collector plates and water-cooled liners and have provision for diffusion pump connections and opening and closure for removal and reinstallation of these components.

(d) Magnet pole pieces

Especially designed or prepared magnet pole pieces having a diameter greater than 2 m used to maintain a constant magnetic field within an electromagnetic isotope separator and to transfer the magnetic field between adjoining separators.

5.9.2. High voltage power supplies

Especially designed or prepared high-voltage power supplies for ion sources, having all of the following characteristics: capable of continuous operation, output voltage of 20,000 V or greater, output current of 1 A or greater, and voltage regulation of better

than 0.01% over a time period of 8 hours.

5.9.3. Magnet power supplies

Especially designed or prepared high-power, direct current magnet power supplies having all of the following characteristics: capable of continuously producing a current output of 500 A or greater at a voltage of 100 V or greater and with a current or voltage regulation better than 0.01% over a period of 8 hours.

6. Plants for the production of heavy water, deuterium and deuterium compounds and equipment especially designed or prepared therefor

INTRODUCTORY NOTE

Heavy water can be produced by a variety of processes. However, the two processes that have proven to be commercially viable are the water-hydrogen sulphide exchange process (GS process) and the ammonia-hydrogen exchange process.

The GS process is based upon the exchange of hydrogen and deuterium between water and hydrogen sulphide within a series of towers which are operated with the top section cold and the bottom section hot. Water flows down the towers while the hydrogen sulphide gas circulates from the bottom to the top of the towers. A series of perforated trays are used to promote mixing between the gas and the water. Deuterium migrates to the water at low temperatures and to the hydrogen sulphide at high temperatures. Gas or water, enriched in deuterium, is removed from the first stage towers at the junction of the hot and cold sections and the process is repeated in subsequent stage towers. The product of the last stage, water enriched up to 30% in deuterium, is sent to a distillation unit to produce reactor grade heavy water, i.e., 99.75% deuterium oxide.

The ammonia-hydrogen exchange process can extract deuterium from synthesis gas through contact with liquid ammonia in the presence of a catalyst. The synthesis gas is fed into exchange towers and to an ammonia converter. Inside the towers the gas flows from the bottom to the top while the liquid ammonia flows from the top to the bottom. The deuterium is stripped from the hydrogen in the synthesis gas and concentrated in the ammonia. The ammonia then flows into an ammonia cracker at the bottom of the tower while the gas flows into an ammonia converter at the top. Further enrichment takes place in subsequent stages and reactor grade heavy water is produced through final distillation. The synthesis gas feed can be provided by an ammonia plant that, in turn, can be constructed in association with a heavy water ammonia-hydrogen exchange plant. The ammonia-hydrogen exchange process can also use ordinary water as a feed source of deuterium.

Many of the key equipment items for heavy water production plants using GS or the ammonia-hydrogen exchange processes are common to several segments of the chemical and petroleum industries. This is particularly so for small plants using the GS process. However, few of the items are available "off-the-shelf". The GS and ammonia-hydrogen processes require the handling of large quantities of flammable, corrosive and

toxic fluids at elevated pressures. Accordingly, in establishing the design and operating standards for plants and equipment using these processes, careful attention to the materials selection and specifications is required to ensure long service life with high safety and reliability factors. The choice of scale is primarily a function of economics and need. Thus, most of the equipment items would be prepared according to the requirements of the customer.

Finally, it should be noted that, in both the GS and the ammonia-hydrogen exchange processes, items of equipment which individually are not especially designed or prepared for heavy water production can be assembled into systems which are especially designed or prepared for producing heavy water. The catalyst production system used in the ammonia-hydrogen exchange process and water distillation systems used for the final concentration of heavy water to reactor-grade in either process are examples of such systems.

The items of equipment which are especially designed or prepared for the production of heavy water utilizing either the water-hydrogen sulphide exchange process or the ammonia-hydrogen exchange process include the following:

6.1. Water - Hydrogen Sulphide Exchange Towers

Exchange towers fabricated from fine carbon steel (such as ASTM A516) with diameters of 6 m (20 ft) to 9 m (30 ft), capable of operating at pressures greater than or equal to 2 MPa (300 psi) and with a corrosion allowance of 6 mm or greater, especially designed or prepared for heavy water production utilizing the water-hydrogen sulphide exchange process.

6.2. Blowers and Compressors

Single stage, low head (i.e., 0.2 MPa or 30 psi) centrifugal blowers or compressors for hydrogen-sulphide gas circulation (i.e., gas containing more than 70% H₂S) especially designed or prepared for heavy water production utilizing the water-hydrogen sulphide exchange process. These blowers or compressors have a throughput capacity greater than or equal to 56 m³/second (120,000 SCFM) while operating at pressures greater than or equal to 1.8 MPa (260 psi) suction and have seals designed for wet H₂S service.

6.3. Ammonia-Hydrogen Exchange Towers

Ammonia-hydrogen exchange towers greater than or equal to 35 m (114.3 ft) in height with diameters of 1.5 m (4.9 ft) to 2.5 m (8.2 ft) capable of operating at pressures greater than 15 MPa (2225 psi) especially designed or prepared for heavy water production utilizing the ammonia-hydrogen exchange process. These towers also have at least one flanged axial opening of the same diameter as the cylindrical part through which the tower internals can be inserted or withdrawn.

6.4. Tower Internals and Stage Pumps

Tower internals and stage pumps especially designed or prepared for towers for heavy water production utilizing the ammonia-hydrogen exchange process. Tower internals include especially designed stage contactors which promote intimate gas/liquid contact. Stage pumps include especially designed submersible pumps for circulation of liquid ammonia within a contacting stage internal to the stage towers.

6.5. Ammonia Crackers

Ammonia crackers with operating pressures greater than or equal to 3 MPa (450 psi) especially designed or prepared for heavy water production utilizing the ammonia-hydrogen exchange process.

6.6. Infrared Absorption Analyzers

Infrared absorption analyzers capable of "on-line" hydrogen/deuterium ratio analysis where deuterium concentrations are equal to or greater than 90%.

6.7. Catalytic Burners

Catalytic burners for the conversion of enriched deuterium gas into heavy water especially designed or prepared for heavy water production utilizing the ammonia-hydrogen exchange process.

7. Plants for the conversion of uranium and equipment especially designed or prepared therefor

INTRODUCTORY NOTE

Uranium conversion plants and systems may perform one or more transformations from one uranium chemical species to another, including: conversion of uranium ore concentrates to UO_3 , conversion of UO_3 to UO_2 , conversion of uranium oxides to UF_4 or UF_6 , conversion of UF_4 to UF_6 , conversion of UF_6 to UF_4 , conversion of UF_4 to uranium metal, and conversion of uranium fluorides to UO_2 . Many of the key equipment items for uranium conversion plants are common to several segments of the chemical process industry. For example, the types of equipment employed in these processes may include: furnaces, rotary kilns, fluidized bed reactors, flame tower reactors, liquid centrifuges, distillation columns and liquid-liquid extraction columns. However, few of the items are available "off-the-shelf"; most would be prepared according to the requirements and specifications of the customer. In some instances, special design and construction considerations are required to address the corrosive properties of some of the chemicals handled (HF , F_2 , ClF_3 , and uranium fluorides). Finally, it should be noted that, in all of the uranium conversion processes, items of equipment which individually are not especially designed or prepared for uranium conversion can be assembled into systems which are especially designed or prepared for use in uranium conversion.

7.1. Especially designed or prepared systems for the conversion of uranium ore concentrates to UO_3

EXPLANATORY NOTE

Conversion of uranium ore concentrates to UO_3 can be performed by first dissolving

the ore in nitric acid and extracting purified uranyl nitrate using a solvent such as tributyl phosphate. Next, the uranyl nitrate is converted to UO_3 either by concentration and denitration or by neutralization with gaseous ammonia to produce ammonium diuranate with subsequent filtering, drying, and calcining.

7.2. Especially designed or prepared systems for the conversion of UO_3 to UF_6

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UO_3 to UF_6 can be performed directly by fluorination. The process requires a source of fluorine gas or chlorine trifluoride.

7.3. Especially designed or prepared systems for the conversion of UO_3 to UO_2

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UO_3 to UO_2 can be performed through reduction of UO_3 with cracked ammonia gas or hydrogen.

7.4. Especially designed or prepared systems for the conversion of UO_2 to UF_4

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UO_2 to UF_4 can be performed by reacting UO_2 with hydrogen fluoride gas (HF) at 300-500 °C.

7.5. Especially designed or prepared systems for the conversion of UF_4 to UF_6

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UF_4 to UF_6 is performed by exothermic reaction with fluorine in a tower reactor. UF_6 is condensed from the hot effluent gases by passing the effluent stream through a cold trap cooled to -10 °C. The process requires a source of fluorine gas.

7.6. Especially designed or prepared systems for the conversion of UF_4 to U metal

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UF_4 to U metal is performed by reduction with magnesium (large batches) or calcium (small batches). The reaction is carried out at temperatures above the melting point of uranium (1130 °C).

7.7. Especially designed or prepared systems for the conversion of UF_6 to UO_2

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UF_6 to UO_2 can be performed by one of three processes. In the first, UF_6 is reduced and hydrolyzed to UO_2 using hydrogen and steam. In the second, UF_6 is hydrolyzed by solution in water, ammonia is added to precipitate ammonium diuranate, and the diuranate is reduced to UO_2 with hydrogen at 820°C . In the third process, gaseous UF_6 , CO_2 , and NH_3 are combined in water, precipitating ammonium uranyl carbonate. The ammonium uranyl carbonate is combined with steam and hydrogen at $500\text{--}600^\circ\text{C}$ to yield UO_2 .

UF_6 to UO_2 conversion is often performed as the first stage of a fuel fabrication plant.

7.8. Especially designed or prepared systems for the conversion of UF_6 to UF_4

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UF_6 to UF_4 is performed by reduction with hydrogen.



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

Circulaire d'information

INFCIRC/215/Add.1

Date : 20 janvier 2004

Distribution générale

Français

Original : Anglais

Protocole additionnel à l'Accord entre le gouvernement islandais et l'Agence internationale de l'énergie atomique relatif à l'application de garanties dans le cadre du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires

1. Le texte du Protocole additionnel à l'Accord¹ entre le gouvernement islandais et l'Agence internationale de l'énergie atomique relatif à l'application de garanties dans le cadre du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires est reproduit dans le présent document pour l'information de tous les Membres. Le Protocole additionnel a été approuvé par le Conseil des gouverneurs le 9 septembre 2003. Il a été signé à Vienne le 12 septembre 2003.
2. Conformément à son article 17, le Protocole additionnel est entré en vigueur à la date de sa signature par les représentants de l'Islande et de l'Agence, c'est-à-dire le 12 septembre 2003.

¹ Reproduit dans le document INFCIRC/215.

Protocole additionnel à l'Accord entre le gouvernement islandais et l'Agence internationale de l'énergie atomique relatif à l'application de garanties dans le cadre du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires

CONSIDÉRANT que la République d'Islande (ci-après dénommée « l'Islande ») et l'Agence internationale de l'énergie atomique (ci-après dénommée « l'Agence ») sont parties à un accord relatif à l'application de garanties dans le cadre du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (ci-après dénommé « l'Accord de garanties »), qui est entré en vigueur le 16 octobre 1974,

CONSCIENTES du désir de la communauté internationale de continuer à promouvoir la non-prolifération nucléaire en renforçant l'efficacité et en améliorant l'efficacité du système de garanties de l'Agence,

RAPPELANT que l'Agence doit tenir compte, dans l'application des garanties, de la nécessité : d'éviter d'entraver le développement économique et technologique de l'Islande ou la coopération internationale dans le domaine des activités nucléaires pacifiques ; de respecter les dispositions en vigueur en matière de santé, de sûreté, de protection physique et d'autres questions de sécurité ainsi que les droits des personnes physiques ; et de prendre toutes précautions utiles pour protéger les secrets commerciaux, technologiques et industriels ainsi que les autres renseignements confidentiels dont elle aurait connaissance,

CONSIDÉRANT que la fréquence et l'intensité des activités décrites dans le présent Protocole seront maintenues au minimum compatible avec l'objectif consistant à renforcer l'efficacité et à améliorer l'efficacité des garanties de l'Agence,

L'Islande et l'Agence sont convenues de ce qui suit :

LIENS ENTRE LE PROTOCOLE ET L'ACCORD DE GARANTIES

Article premier

Les dispositions de l'Accord de garanties sont applicables au présent Protocole dans la mesure où elles sont en rapport et compatibles avec celles de ce Protocole. En cas de conflit entre les dispositions de l'Accord de garanties et celles du présent Protocole, les dispositions dudit Protocole s'appliquent.

RENSEIGNEMENTS À FOURNIR

Article 2

- a. L'Islande présente à l'Agence une déclaration contenant :
- i) Une description générale des activités de recherche-développement liées au cycle du combustible nucléaire ne mettant pas en jeu des matières nucléaires et menées en quelque lieu que ce soit, qui sont financées, autorisées expressément ou contrôlées par l'Islande ou qui sont exécutées pour son compte, ainsi que des renseignements indiquant l'emplacement de ces activités.
 - ii) Des renseignements déterminés par l'Agence en fonction de gains escomptés d'efficacité ou d'efficience et acceptés par l'Islande sur les activités d'exploitation importantes du point de vue des garanties dans les installations et les emplacements hors installation où des matières nucléaires sont habituellement utilisées.
 - iii) Une description générale de chaque bâtiment de chaque site, y compris son utilisation et, si cela ne ressort pas de cette description, son contenu. La description doit comprendre une carte du site.
 - iv) Une description de l'ampleur des opérations pour chaque emplacement menant des activités spécifiées à l'annexe I du présent Protocole.
 - v) Des renseignements indiquant l'emplacement, la situation opérationnelle et la capacité de production annuelle estimative des mines et des usines de concentration d'uranium ainsi que des usines de concentration de thorium et la production annuelle actuelle de ces mines et usines de concentration pour l'Islande dans son ensemble. L'Islande communique, à la demande de l'Agence, la production annuelle actuelle d'une mine ou d'une usine de concentration déterminée. La communication de ces renseignements n'exige pas une comptabilisation détaillée des matières nucléaires.
 - vi) Les renseignements ci-après sur les matières brutes qui n'ont pas encore une composition et une pureté propres à la fabrication de combustible ou à l'enrichissement en isotopes :
 - a) Quantités, composition chimique, utilisation ou utilisation prévue de ces matières, que ce soit à des fins nucléaires ou non, pour chaque emplacement situé en Islande où de telles matières se trouvent en quantités excédant dix tonnes d'uranium et/ou vingt tonnes de thorium, et pour les autres emplacements où elles se trouvent en quantités supérieures à 1 tonne, total pour l'Islande dans son ensemble si ce total excède dix tonnes d'uranium ou vingt tonnes de thorium. La communication de ces renseignements n'exige pas une comptabilisation détaillée des matières nucléaires.
 - b) Quantités, composition chimique et destination de chaque exportation hors d'Islande de telles matières à des fins expressément non nucléaires en quantités excédant :

- 1) Dix tonnes d'uranium, ou pour des exportations successives d'uranium hors d'Islande destinées au même État, dont chacune est inférieure à dix tonnes mais dont le total dépasse dix tonnes pour l'année ;
 - 2) Vingt tonnes de thorium, ou pour des exportations successives de thorium hors d'Islande destinées au même État, dont chacune est inférieure à vingt tonnes mais dont le total dépasse vingt tonnes pour l'année ;
- c) Quantités, composition chimique, emplacement actuel et utilisation ou utilisation prévue de chaque importation en Islande de telles matières à des fins expressément non nucléaires en quantités excédant :
- 1) Dix tonnes d'uranium, ou pour des importations successives d'uranium en Islande, dont chacune est inférieure à dix tonnes mais dont le total dépasse dix tonnes pour l'année ;
 - 2) Vingt tonnes de thorium, ou pour des importations successives de thorium en Islande, dont chacune est inférieure à vingt tonnes mais dont le total dépasse vingt tonnes pour l'année ;

étant entendu qu'il n'est pas exigé que des renseignements soient fournis sur de telles matières destinées à une utilisation non nucléaire une fois qu'elles se présentent sous la forme voulue pour leur utilisation finale non nucléaire.

- vii) a) Des renseignements sur les quantités, les utilisations et les emplacements des matières nucléaires exemptées des garanties en application de l'article 36 de l'Accord de garanties ;
- b) Des renseignements sur les quantités (qui pourront être sous la forme d'estimations) et sur les utilisations dans chaque emplacement des matières nucléaires qui sont exemptées des garanties en application de l'article 35 b) de l'Accord de garanties, mais qui ne se présentent pas encore sous la forme voulue pour leur utilisation finale non nucléaire, en quantités excédant celles qui sont indiquées à l'article 36 de l'Accord de garanties. La communication de ces renseignements n'exige pas une comptabilisation détaillée des matières nucléaires.
- viii) Des renseignements sur l'emplacement ou le traitement ultérieur de déchets de moyenne ou de haute activité contenant du plutonium, de l'uranium fortement enrichi ou de l'uranium 233 pour lesquels les garanties ont été levées en application de l'article 11 de l'Accord de garanties. Aux fins du présent paragraphe, le « traitement ultérieur » n'englobe pas le réemballage des déchets ou leur conditionnement ultérieur, sans séparation d'éléments, en vue de leur entreposage ou de leur stockage définitif.
- ix) Les renseignements suivants sur les équipements et les matières non nucléaires spécifiés qui sont indiqués dans la liste figurant à l'annexe II :
- a) Pour chaque exportation hors d'Islande d'équipements et de matières de ce type, données d'identification, quantité, emplacement où il est prévu de les utiliser dans l'État destinataire et date ou date prévue, selon le cas, de l'exportation ;
 - b) À la demande expresse de l'Agence, confirmation par l'Islande, en tant qu'État importateur, des renseignements communiqués à l'Agence par un autre État au sujet de l'exportation de tels équipements et matières vers l'Islande.
- x) Les plans généraux pour les dix années à venir qui se rapportent au développement du cycle du combustible nucléaire (y compris les activités de recherche-développement liées au cycle

du combustible nucléaire qui sont prévues) lorsqu'ils ont été approuvés par les autorités compétentes de l'Islande.

- b. L'Islande fait tout ce qui est raisonnablement possible pour communiquer à l'Agence les renseignements suivants :
 - i) Description générale des activités de recherche-développement liées au cycle du combustible nucléaire ne mettant pas en jeu des matières nucléaires qui se rapportent expressément à l'enrichissement, au retraitement de combustible nucléaire ou au traitement de déchets de moyenne ou de haute activité contenant du plutonium, de l'uranium fortement enrichi ou de l'uranium 233, qui sont menées en Islande en quelque lieu que ce soit, mais qui ne sont pas financées, expressément autorisées ou contrôlées par l'Islande ou exécutées pour son compte, ainsi que des renseignements indiquant l'emplacement de ces activités. Aux fins du présent alinéa, le « traitement » de déchets de moyenne ou de haute activité n'englobe pas le réemballage des déchets ou leur conditionnement, sans séparation d'éléments, en vue de leur entreposage ou de leur stockage définitif.
 - ii) Description générale des activités et identité de la personne ou de l'entité menant de telles activités dans des emplacements déterminés par l'Agence hors d'un site qui, de l'avis de l'Agence, pourraient être fonctionnellement liées aux activités de ce site. La communication de ces renseignements est subordonnée à une demande expresse de l'Agence. Lesdits renseignements sont communiqués en consultation avec l'Agence et en temps voulu.
- c. À la demande de l'Agence, l'Islande fournit des précisions ou des éclaircissements sur tout renseignement qu'elle a communiqué en vertu du présent article, dans la mesure où cela est nécessaire aux fins des garanties.

Article 3

- a. L'Islande communique à l'Agence les renseignements visés aux alinéas a.i), iii), iv), v), vi)a), vii) et x) et à l'alinéa b.i) de l'article 2 dans les 180 jours qui suivent l'entrée en vigueur du présent Protocole.
- b. L'Islande communique à l'Agence, pour le 15 mai de chaque année, des mises à jour des renseignements visés au paragraphe a. ci-dessus pour la période correspondant à l'année civile précédente. Si les renseignements communiqués précédemment restent inchangés, l'Islande l'indique.
- c. L'Islande communique à l'Agence, pour le 15 mai de chaque année, les renseignements visés aux sous-alinéas a.vi)b) et c) de l'article 2 pour la période correspondant à l'année civile précédente.
- d. L'Islande communique à l'Agence tous les trimestres les renseignements visés au sous-alinéa a.ix)a) de l'article 2. Ces renseignements sont communiqués dans les soixante jours qui suivent la fin de chaque trimestre.
- e. L'Islande communique à l'Agence les renseignements visés à l'alinéa a.viii) de l'article 2 180 jours avant qu'il ne soit procédé au traitement ultérieur et, pour le 15 mai de chaque année, des renseignements sur les changements d'emplacement pour la période correspondant à l'année civile précédente.
- f. L'Islande et l'Agence conviennent du moment et de la fréquence de la communication des renseignements visés à l'alinéa a.ii) de l'article 2.
- g. L'Islande communique à l'Agence les renseignements visés au sous-alinéa a.ix)b) de l'article 2 dans les soixante jours qui suivent la demande de l'Agence.

ACCÈS COMPLÉMENTAIRE

Article 4

Les dispositions ci-après sont applicables à l'occasion de la mise en oeuvre de l'accès complémentaire en vertu de l'article 5 du présent Protocole :

- a. L'Agence ne cherche pas de façon mécanique ou systématique à vérifier les renseignements visés à l'article 2 ; toutefois, l'Agence a accès :
 - i) À tout emplacement visé à l'alinéa a.i) ou ii) de l'article 5, de façon sélective, pour s'assurer de l'absence de matières et d'activités nucléaires non déclarées ;
 - ii) À tout emplacement visé au paragraphe b. ou c. de l'article 5 pour résoudre une question relative à l'exactitude et à l'exhaustivité des renseignements communiqués en application de l'article 2 ou pour résoudre une contradiction relative à ces renseignements ;
 - iii) À tout emplacement visé à l'alinéa a.iii) de l'article 5 dans la mesure nécessaire à l'Agence pour confirmer, aux fins des garanties, la déclaration de déclassement d'une installation ou d'un emplacement hors installation où des matières nucléaires étaient habituellement utilisées qui a été faite par l'Islande.
- b.
 - i) Sous réserve des dispositions de l'alinéa ii) ci-après, l'Agence donne à l'Islande un préavis d'accès d'au moins 24 heures ;
 - ii) Pour l'accès à tout endroit d'un site qui est demandé à l'occasion de visites aux fins de la vérification des renseignements descriptifs ou d'inspections *ad hoc* ou régulières de ce site, le délai de préavis, si l'Agence le demande, est d'au moins deux heures mais peut, dans des circonstances exceptionnelles, être inférieur à deux heures.
- c. Le préavis est donné par écrit et indique les raisons de la demande d'accès et les activités qui seront menées à l'occasion d'un tel accès.
- d. Dans le cas d'une question ou d'une contradiction, l'Agence donne à l'Islande la possibilité de clarifier la question ou la contradiction et d'en faciliter la solution. Cette possibilité est donnée avant que l'accès soit demandé, à moins que l'Agence ne considère que le fait de retarder l'accès nuirait à l'objet de la demande d'accès. En tout état de cause, l'Agence ne tire pas de conclusions quant à la question ou la contradiction tant que cette possibilité n'a pas été donnée à l'Islande.
- e. À moins que l'Islande n'accepte qu'il en soit autrement, l'accès n'a lieu que pendant les heures de travail normales.
- f. L'Islande a le droit de faire accompagner les inspecteurs de l'Agence, lorsqu'ils bénéficient d'un droit d'accès, par ses représentants, sous réserve que les inspecteurs ne soient pas de ce fait retardés ou autrement gênés dans l'exercice de leurs fonctions.

Article 5

L'Islande accorde à l'Agence accès :

- a.
 - i) À tout endroit d'un site ;
 - ii) À tout emplacement indiqué par l'Islande en vertu des alinéas a.v) à viii) de l'article 2 ;

- iii) À toute installation déclassée ou tout emplacement hors installation déclassé où des matières nucléaires étaient habituellement utilisées.
- b. À tout emplacement, autre que ceux visés à l'alinéa a.i) ci-dessus, qui est indiqué par l'Islande en vertu de l'alinéa a.i), de l'alinéa a.iv), du sous-alinéa a.ix)b) ou du paragraphe b. de l'article 2, étant entendu que, si l'Islande n'est pas en mesure d'accorder un tel accès, elle fait tout ce qui est raisonnablement possible pour satisfaire sans retard aux exigences de l'Agence par d'autres moyens.
- c. À tout emplacement, autre que ceux visés aux paragraphes a. et b. ci-dessus, qui est spécifié par l'Agence aux fins de l'échantillonnage de l'environnement dans un emplacement précis, étant entendu que si l'Islande n'est pas en mesure d'accorder un tel accès, elle fait tout ce qui est raisonnablement possible pour satisfaire sans retard aux exigences de l'Agence dans des emplacements adjacents ou par d'autres moyens.

Article 6

Lorsqu'elle applique l'article 5, l'Agence peut mener les activités suivantes :

- a. Dans le cas de l'accès accordé conformément à l'alinéa a.i) ou à l'alinéa a.iii) de l'article 5, observation visuelle, prélèvement d'échantillons de l'environnement, utilisation d'appareils de détection et de mesure des rayonnements, mise en place de scellés et d'autres dispositifs d'identification et d'indication de fraude spécifiés dans les arrangements subsidiaires, et autres mesures objectives qui se sont révélées possibles du point de vue technique et dont l'emploi a été accepté par le Conseil des gouverneurs (ci-après dénommé « le Conseil ») et à la suite de consultations entre l'Agence et l'Islande.
- b. Dans le cas de l'accès accordé conformément à l'alinéa a.ii) de l'article 5, observation visuelle, dénombrement des articles de matières nucléaires, mesures non destructives et échantillonnage, utilisation d'appareils de détection et de mesure des rayonnements, examen des relevés concernant les quantités, l'origine et l'utilisation des matières, prélèvement d'échantillons de l'environnement, et autres mesures objectives qui se sont révélées possibles du point de vue technique et dont l'emploi a été accepté par le Conseil et à la suite de consultations entre l'Agence et l'Islande.
- c. Dans le cas de l'accès accordé conformément au paragraphe b. de l'article 5, observation visuelle, prélèvement d'échantillons de l'environnement, utilisation d'appareils de détection et de mesure des rayonnements, examen des relevés concernant la production et les expéditions qui sont importants du point de vue des garanties, et autres mesures objectives qui se sont révélées possibles du point de vue technique et dont l'emploi a été accepté par le Conseil et à la suite de consultations entre l'Agence et l'Islande.
- d. Dans le cas de l'accès accordé conformément au paragraphe c. de l'article 5, prélèvement d'échantillons de l'environnement et, lorsque les résultats ne permettent pas de résoudre la question ou la contradiction à l'emplacement spécifié par l'Agence en vertu du paragraphe c. de l'article 5, recours dans cet emplacement à l'observation visuelle, à des appareils de détection et de mesure des rayonnements et, conformément à ce qui a été convenu par l'Islande et l'Agence, à d'autres mesures objectives.

Article 7

- a. À la demande de l'Islande, l'Agence et l'Islande prennent des dispositions afin de réglementer l'accès en vertu du présent Protocole pour empêcher la diffusion d'informations sensibles du point de vue de la prolifération, pour respecter les prescriptions de sûreté ou de protection physique ou pour protéger des informations exclusives ou sensibles du point de vue commercial. Ces dispositions n'empêchent pas l'Agence de mener les activités nécessaires pour donner l'assurance crédible qu'il n'y a pas de matières et d'activités nucléaires non déclarées dans l'emplacement en question, y compris pour résoudre toute question concernant l'exactitude et l'exhaustivité des renseignements visés à l'article 2 ou toute contradiction relative à ces renseignements.
- b. L'Islande peut indiquer à l'Agence, lorsqu'elle communique les renseignements visés à l'article 2, les endroits où l'accès peut être réglementé sur un site ou dans un emplacement.
- c. En attendant l'entrée en vigueur des arrangements subsidiaires nécessaires le cas échéant, l'Islande peut avoir recours à l'accès réglementé conformément aux dispositions du paragraphe a. ci-dessus.

Article 8

Aucune disposition du présent Protocole n'empêche l'Islande d'accorder à l'Agence accès à des emplacements qui s'ajoutent à ceux visés aux articles 5 et 9 ou de demander à l'Agence de mener des activités de vérification dans un emplacement particulier. L'Agence fait sans retard tout ce qui est raisonnablement possible pour donner suite à une telle demande.

Article 9

L'Islande accorde à l'Agence accès aux emplacements spécifiés par l'Agence pour l'échantillonnage de l'environnement dans une vaste zone, étant entendu que si l'Islande n'est pas en mesure d'accorder un tel accès, elle fait tout ce qui est raisonnablement possible pour satisfaire aux exigences de l'Agence dans d'autres emplacements. L'Agence ne demande pas un tel accès tant que le Conseil n'a pas approuvé le recours à l'échantillonnage de l'environnement dans une vaste zone et les modalités d'application de cette mesure et que des consultations n'ont pas eu lieu entre l'Agence et l'Islande.

Article 10

L'Agence informe l'Islande :

- a. Des activités menées en vertu du présent Protocole, y compris de celles qui concernent toutes questions ou contradictions qu'elle a portées à l'attention de l'Islande, dans les soixante jours qui suivent l'exécution de ces activités.
- b. Des résultats des activités menées en ce qui concerne toutes questions ou contradictions qu'elle a portées à l'attention de l'Islande, dès que possible et en tout cas dans les trente jours qui suivent la détermination des résultats par l'Agence.
- c. Des conclusions qu'elle a tirées de ses activités en application du présent Protocole. Ces conclusions sont communiquées annuellement.

DÉSIGNATION DES INSPECTEURS DE L'AGENCE

Article 11

- a.
 - i) Le Directeur général notifie à l'Islande l'approbation par le Conseil de l'emploi de tout fonctionnaire de l'Agence en qualité d'inspecteur des garanties. Sauf si l'Islande fait savoir au Directeur général qu'elle n'accepte pas le fonctionnaire comme inspecteur pour l'Islande dans les trois mois suivant la réception de la notification de l'approbation du Conseil, l'inspecteur faisant l'objet de cette notification à l'Islande est considéré comme désigné pour l'Islande.
 - ii) Le Directeur général, en réponse à une demande adressée par l'Islande ou de sa propre initiative, fait immédiatement savoir à l'Islande que la désignation d'un fonctionnaire comme inspecteur pour l'Islande est annulée.
- b. La notification visée au paragraphe a. ci-dessus est considérée comme ayant été reçue par l'Islande sept jours après la date de sa transmission en recommandé par l'Agence à l'Islande.

VISAS

Article 12

L'Islande délivre, dans un délai d'un mois à compter de la date de réception d'une demande à cet effet, des visas appropriés valables pour des entrées/sorties multiples et/ou des visas de transit, si nécessaire, à l'inspecteur désigné indiqué dans cette demande afin de lui permettre d'entrer et de séjourner sur le territoire de l'Islande pour s'acquitter de ses fonctions. Les visas éventuellement requis sont valables pour un an au moins et sont renouvelés selon que de besoin afin de couvrir la durée de la désignation de l'inspecteur pour l'Islande.

ARRANGEMENTS SUBSIDIAIRES

Article 13

- a. Lorsque l'Islande ou l'Agence indique qu'il est nécessaire de spécifier dans les Arrangements subsidiaires comment les mesures prévues dans le présent Protocole doivent être appliquées, l'Islande et l'Agence se mettent d'accord sur ces Arrangements subsidiaires dans les quatre-vingt-dix jours suivant l'entrée en vigueur du présent Protocole ou, lorsque la nécessité de tels Arrangements subsidiaires est indiquée après l'entrée en vigueur du présent Protocole, dans les quatre-vingt-dix jours suivant la date à laquelle elle est indiquée.
- b. En attendant l'entrée en vigueur des Arrangements subsidiaires nécessaires, l'Agence est en droit d'appliquer les mesures prévues dans le présent Protocole.

SYSTÈMES DE COMMUNICATION

Article 14

- a. L'Islande autorise l'établissement de communications libres par l'Agence à des fins officielles entre les inspecteurs de l'Agence en Islande et le Siège et/ou les bureaux régionaux de l'Agence, y compris la transmission, automatique ou non, d'informations fournies par les dispositifs de confinement et/ou de surveillance ou de mesure de l'Agence, et protège ces communications. L'Agence, en consultation avec l'Islande, a le droit de recourir à des systèmes de communications directes mis en place au niveau international, y compris des systèmes satellitaires et d'autres formes de télécommunication, non utilisés en Islande. À la demande de l'Islande ou de l'Agence,

les modalités d'application du présent paragraphe en ce qui concerne la transmission, automatique ou non, d'informations fournies par les dispositifs de confinement et/ou de surveillance ou de mesure de l'Agence seront précisées dans les Arrangements subsidiaires.

- b. Pour la communication et la transmission des renseignements visés au paragraphe a. ci-dessus, il est dûment tenu compte de la nécessité de protéger les informations exclusives ou sensibles du point de vue commercial ou les renseignements descriptifs que l'Islande considère comme particulièrement sensibles.

PROTECTION DES INFORMATIONS CONFIDENTIELLES

Article 15

- a. L'Agence maintient un régime rigoureux pour assurer une protection efficace contre la divulgation des secrets commerciaux, technologiques et industriels ou autres informations confidentielles dont elle aurait connaissance, y compris celles dont elle aurait connaissance en raison de l'application du présent Protocole.
- b. Le régime prévu au paragraphe a. ci-dessus comporte notamment des dispositions concernant :
 - i) Les principes généraux et les mesures connexes pour le maniement des informations confidentielles ;
 - ii) Les conditions d'emploi du personnel ayant trait à la protection des informations confidentielles ;
 - iii) Les procédures prévues en cas de violations ou d'allégations de violations de la confidentialité.
- c. Le régime visé au paragraphe a. ci-dessus est approuvé et réexaminé périodiquement par le Conseil.

ANNEXES

Article 16

- a. Les annexes au présent Protocole font partie intégrante de celui-ci. Sauf aux fins de l'amendement des annexes, le terme « Protocole », tel qu'il est utilisé dans le présent instrument, désigne le Protocole et les annexes considérés ensemble.
- b. La liste des activités spécifiées dans l'annexe I et la liste des équipements et des matières spécifiés dans l'annexe II peuvent être amendées par le Conseil sur avis d'un groupe de travail d'experts à composition non limitée établi par lui. Tout amendement de cet ordre prend effet quatre mois après son adoption par le Conseil.

ENTRÉE EN VIGUEUR

Article 17

- a. Le présent Protocole entre en vigueur lors de sa signature par les représentants de l'Islande et de l'Agence.
- b. Le Directeur général informe sans délai tous les États Membres de l'Agence de l'entrée en vigueur du présent Protocole.

DÉFINITIONS

Article 18

Aux fins du présent Protocole :

- a. Par activités de recherche-développement liées au cycle du combustible nucléaire, on entend les activités qui se rapportent expressément à tout aspect de la mise au point de procédés ou de systèmes concernant l'une quelconque des opérations ou installations ci-après :
- Transformation de matières nucléaires,
 - Enrichissement de matières nucléaires,
 - Fabrication de combustible nucléaire,
 - Réacteurs,
 - Installations critiques,
 - Retraitement de combustible nucléaire,
 - Traitement (à l'exclusion du réemballage ou du conditionnement ne comportant pas la séparation d'éléments, aux fins d'entreposage ou de stockage définitif) de déchets de moyenne ou de haute activité contenant du plutonium, de l'uranium fortement enrichi ou de l'uranium 233,
- à l'exclusion des activités liées à la recherche scientifique théorique ou fondamentale ou aux travaux de recherche-développement concernant les applications industrielles des radio-isotopes, les applications médicales, hydrologiques et agricoles, les effets sur la santé et l'environnement, et l'amélioration de la maintenance.
- b. Par site, on entend la zone délimitée par l'Islande dans les renseignements descriptifs concernant une installation, y compris une installation mise à l'arrêt, et les renseignements concernant un emplacement hors installation où des matières nucléaires sont habituellement utilisées, y compris un emplacement hors installation mis à l'arrêt où des matières nucléaires étaient habituellement utilisées (ceci ne concerne que les emplacements contenant des cellules chaudes ou dans lesquels des activités liées à la transformation, à l'enrichissement, à la fabrication ou au retraitement de combustible étaient menées). Le site englobe également tous les établissements, implantés au même endroit que l'installation ou l'emplacement, pour la fourniture ou l'utilisation de services essentiels, notamment les cellules chaudes pour le traitement des matériaux irradiés ne contenant pas de matières nucléaires, les installations de traitement, d'entreposage et de stockage définitif de déchets, et les bâtiments associés à des activités spécifiées indiquées par l'Islande en vertu de l'alinéa a.iv) de l'article 2.
- c. Par installation déclassée ou emplacement hors installation déclassé, on entend un établissement ou un emplacement où les structures et équipements résiduels essentiels pour son utilisation ont été retirés ou rendus inutilisables, de sorte qu'il n'est pas utilisé pour entreposer des matières nucléaires et ne peut plus servir à manipuler, traiter ou utiliser de telles matières.
- d. Par installation mise à l'arrêt ou emplacement hors installation mis à l'arrêt, on entend un établissement ou un emplacement où les opérations ont été arrêtées et où les matières nucléaires ont été retirées, mais qui n'a pas été déclassé.
- e. Par uranium fortement enrichi, on entend l'uranium contenant 20 % ou plus d'isotope 235.

- f. Par échantillonnage de l'environnement dans un emplacement précis, on entend le prélèvement d'échantillons de l'environnement (air, eau, végétation, sol, frottis, par exemple) dans un emplacement spécifié par l'Agence et au voisinage immédiat de celui-ci afin d'aider l'Agence à tirer des conclusions quant à l'absence de matières ou d'activités nucléaires non déclarées dans cet emplacement spécifié.
- g. Par échantillonnage de l'environnement dans une vaste zone, on entend le prélèvement d'échantillons de l'environnement (air, eau, végétation, sol, frottis, par exemple) dans un ensemble d'emplacements spécifiés par l'Agence afin d'aider l'Agence à tirer des conclusions quant à l'absence de matières ou d'activités nucléaires non déclarées dans une vaste zone.
- h. Par matière nucléaire, on entend toute matière brute ou tout produit fissile spécial tels qu'ils sont définis à l'article XX du Statut. Le terme matière brute n'est pas interprété comme s'appliquant aux minerais ou aux résidus de minerais. Si, après l'entrée en vigueur du présent Protocole, le Conseil, agissant en vertu de l'article XX du Statut, désigne d'autres matières et les ajoute à la liste de celles qui sont considérées comme des matières brutes ou des produits fissiles spéciaux, cette désignation ne prend effet en vertu du présent Protocole qu'après avoir été acceptée par l'Islande.
- i. Par installation, on entend :
- i) Un réacteur, une installation critique, une usine de transformation, une usine de fabrication, une usine de retraitement, une usine de séparation des isotopes ou une installation d'entreposage séparée;
 - ii) Tout emplacement où des matières nucléaires en quantités supérieures à un kilogramme effectif sont habituellement utilisées.
- j. Par emplacement hors installation, on entend tout établissement ou emplacement ne constituant pas une installation, où des matières nucléaires sont habituellement utilisées en quantités égales ou inférieures à un kilogramme effectif.

FAIT à Vienne, le 12 septembre 2003, en double exemplaire, en langue anglaise.

Pour la RÉPUBLIQUE D'ISLANDE :

Pour l'AGENCE INTERNATIONALE
DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE :

(signé)

(signé)

Son Excellence
l'Ambassadeur Thordur Aegir Oskarsson
Représentant permanent de l'Islande
auprès de l'Agence internationale
de l'énergie atomique

Mohaned ElBaradei
Directeur général

ANNEXE I

LISTE DES ACTIVITÉS VISÉES À L'ALINÉA a.iv) DE L'ARTICLE 2 DU PROTOCOLE

- i) Fabrication de bols pour centrifugeuses ou assemblage de centrifugeuses gazeuses.

Par bols pour centrifugeuses, on entend les cylindres à paroi mince décrits sous 5.1.1.b) dans l'annexe II.

Par centrifugeuses gazeuses, on entend les centrifugeuses décrites dans la Note d'introduction sous 5.1 dans l'annexe II.

- ii) Fabrication de barrières de diffusion.

Par barrières de diffusion, on entend les filtres minces et poreux décrits sous 5.3.1.a) dans l'annexe II.

- iii) Fabrication ou assemblage de systèmes à laser.

Par systèmes à laser, on entend des systèmes comprenant les articles décrits sous 5.7 dans l'annexe II.

- iv) Fabrication ou assemblage de séparateurs électromagnétiques.

Par séparateurs électromagnétiques, on entend les articles visés sous 5.9.1 dans l'annexe II qui contiennent les sources d'ions décrites sous 5.9.1.a).

- v) Fabrication ou assemblage de colonnes ou d'équipements d'extraction.

Par colonnes ou équipements d'extraction, on entend les articles décrits sous 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3, 5.6.5, 5.6.6, 5.6.7 et 5.6.8 dans l'annexe II.

- vi) Fabrication de tuyères ou de tubes vortex pour la séparation aérodynamique.

Par tuyères ou tubes vortex pour la séparation aérodynamique, on entend les tuyères et tubes vortex de séparation décrits respectivement sous 5.5.1 et 5.5.2 dans l'annexe II.

- vii) Fabrication ou assemblage de systèmes générateurs de plasma d'uranium.

Par systèmes générateurs de plasma d'uranium, on entend les systèmes décrits sous 5.8.3 dans l'annexe II.

viii) Fabrication de tubes de zirconium.

Par tubes de zirconium, on entend les tubes décrits sous 1.6 dans l'annexe II.

ix) Fabrication d'eau lourde ou de deutérium ou amélioration de leur qualité.

Par eau lourde ou deutérium, on entend le deutérium, l'eau lourde (oxyde de deutérium) et tout composé de deutérium dans lequel le rapport atomique deutérium/hydrogène dépasse 1/5 000.

x) Fabrication de graphite de pureté nucléaire.

Par graphite de pureté nucléaire, on entend du graphite d'une pureté supérieure à cinq parties par million d'équivalent en bore et d'une densité de plus de 1,50 g par cm³.

xi) Fabrication de châteaux pour combustible irradié.

Par château pour combustible irradié, on entend un récipient destiné au transport et/ou à l'entreposage de combustible irradié qui assure une protection chimique, thermique et radiologique et qui dissipe la chaleur de décroissance pendant la manipulation, le transport et l'entreposage.

xii) Fabrication de barres de commande pour réacteur.

Par barres de commande pour réacteur, on entend les barres décrites sous 1.4 dans l'annexe II.

xiii) Fabrication de réservoirs et récipients dont la sûreté-criticité est assurée.

Par réservoirs et récipients dont la sûreté-criticité est assurée, on entend les articles décrits sous 3.2 et 3.4 dans l'annexe II.

xiv) Fabrication de machines à dégainer les éléments combustibles irradiés.

Par machines à dégainer les éléments combustibles irradiés, on entend les équipements décrits sous 3.1 dans l'annexe II.

xv) Construction de cellules chaudes.

Par cellules chaudes, on entend une cellule ou des cellules interconnectées ayant un volume total d'au moins 6 m³ et une protection égale ou supérieure à l'équivalent de 0,5 m de béton d'une densité égale ou supérieure à 3,2 g/cm³, et disposant de matériel de télémanipulation.

ANNEXE II

LISTE DES ÉQUIPEMENTS ET DES MATIÈRES NON NUCLÉAIRES SPÉCIFIÉS POUR LA DÉCLARATION DES EXPORTATIONS ET DES IMPORTATIONS CONFORMÉMENT À L'ALINÉA a.ix) DE L'ARTICLE 2

1. RÉACTEURS ET ÉQUIPEMENTS POUR RÉACTEURS

1.1. Réacteurs nucléaires complets

Réacteurs nucléaires pouvant fonctionner de manière à maintenir une réaction de fission en chaîne auto-entretendue contrôlée, exception faite des réacteurs de puissance nulle dont la production maximale prévue de plutonium ne dépasse pas 100 grammes par an.

Note explicative

Un "réacteur nucléaire" comporte essentiellement les articles se trouvant à l'intérieur de la cuve de réacteur ou fixés directement sur cette cuve, le matériel pour le réglage de la puissance dans le coeur, et les composants qui renferment normalement le fluide de refroidissement primaire du coeur du réacteur, entrent en contact direct avec ce fluide ou permettent son réglage.

Il n'est pas envisagé d'exclure les réacteurs qu'il serait raisonnablement possible de modifier de façon à produire une quantité de plutonium sensiblement supérieure à 100 grammes par an. Les réacteurs conçus pour un fonctionnement prolongé à des niveaux de puissance significatifs, quelle que soit leur capacité de production de plutonium, ne sont pas considérés comme étant des "réacteurs de puissance nulle".

1.2. Cuves de pression pour réacteurs

Cuves métalliques, sous forme d'unités complètes ou d'importants éléments préfabriqués, qui sont spécialement conçues ou préparées pour contenir le coeur d'un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1 ci-dessus, et qui sont capables de résister à la pression de travail du fluide de refroidissement primaire.

Note explicative

La plaque de couverture d'une cuve de pression de réacteur tombe sous 1.2 en tant qu'élément préfabriqué important d'une telle cuve.

Les internes d'un réacteur (tels que colonnes et plaques de support du coeur et autres internes de la cuve, tubes guides pour barres de commande, écrans thermiques, déflecteurs, plaques à grille du coeur, plaques de diffuseur, etc.) sont normalement livrés par le fournisseur du réacteur. Parfois, certains internes de supportage sont inclus dans la fabrication de la cuve de pression. Ces articles sont d'une importance suffisamment cruciale pour la sûreté et la

fiabilité du fonctionnement d'un réacteur (et, partant, du point de vue des garanties données et de la responsabilité assumée par le fournisseur du réacteur) pour que leur fourniture en marge de l'accord fondamental de fourniture du réacteur lui-même ne soit pas de pratique courante. C'est pourquoi, bien que la fourniture séparée de ces articles uniques, spécialement conçus et préparés, d'une importance cruciale, de grandes dimensions et d'un prix élevé ne soit pas nécessairement considérée comme exclue du domaine en question, ce mode de fourniture est jugé peu probable.

1.3. Machines pour le chargement et le déchargement du combustible nucléaire

Matériel de manutention spécialement conçu ou préparé pour introduire ou extraire le combustible d'un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1 ci-dessus, et qui peut être utilisé en marche ou est doté de dispositifs techniques perfectionnés de positionnement ou d'alignement pour permettre des opérations complexes de chargement à l'arrêt, telles que celles au cours desquelles il est normalement impossible d'observer le combustible directement ou d'y accéder.

1.4. Barres de commande pour réacteurs

Barres spécialement conçues ou préparées pour le réglage de la vitesse de réaction dans un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1 ci-dessus.

Note explicative

Cet article comprend, outre l'absorbeur de neutrons, les structures de support ou de suspension de l'absorbeur, si elles sont fournies séparément.

1.5. Tubes de force pour réacteurs

Tubes spécialement conçus ou préparés pour contenir les éléments combustibles et le fluide de refroidissement primaire d'un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1 ci-dessus, à des pressions de travail supérieures à 5,1 MPa (740 psi).

1.6. Tubes de zirconium

Zirconium métallique et alliages à base de zirconium, sous forme de tubes ou d'assemblages de tubes, fournis en quantités supérieures à 500 kg pendant une période de 12 mois, spécialement conçus ou préparés pour être utilisés dans un réacteur nucléaire au sens donné à cette expression sous 1.1 ci-dessus, et dans lesquels le rapport hafnium/zirconium est inférieur à 1/500 parties en poids.

1.7. Pompes du circuit primaire

Pompes spécialement conçues ou préparées pour faire circuler le fluide de refroidissement primaire pour réacteurs nucléaires au sens donné à cette expression sous 1.1 ci-dessus.

Note explicative

Les pompes spécialement conçues ou préparées peuvent comprendre des systèmes complexes à dispositifs d'étanchéité simples ou multiples destinés à éviter les fuites du fluide de refroidissement primaire, des pompes à rotor étanche et des pompes dotées de systèmes à masse d'inertie. Cette définition englobe les pompes conformes à la norme NC-1 ou à des normes équivalentes.

2. MATIÈRES NON NUCLÉAIRES POUR RÉACTEURS

2.1. Deutérium et eau lourde

Deutérium, eau lourde (oxyde de deutérium) et tout composé de deutérium dans lequel le rapport atomique deutérium/hydrogène dépasse 1/5 000, destinés à être utilisés dans un réacteur nucléaire, au sens donné à cette expression sous 1.1 ci-dessus, et fournis en quantités dépassant 200 kg d'atomes de deutérium pendant une période de 12 mois, quel que soit le pays destinataire.

2.2. Graphite de pureté nucléaire

Graphite d'une pureté supérieure à cinq parties par million d'équivalent en bore et d'une densité de plus de $1,50 \text{ g/cm}^3$, qui est destiné à être utilisé dans un réacteur nucléaire tel que défini au paragraphe 1.1 ci-dessus et qui est fourni en quantités dépassant $3 \times 10^4 \text{ kg}$ (30 tonnes métriques) pendant une période de 12 mois, quel que soit le pays destinataire.

Note :

Aux fins de la déclaration, le gouvernement déterminera si les exportations de graphite répondant aux spécifications ci-dessus sont destinées ou non à être utilisées dans un réacteur nucléaire.

3. USINES DE RETRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS ET MATÉRIEL SPÉCIALEMENT CONÇU OU PRÉPARÉ À CETTE FIN

Note d'introduction

Le retraitement du combustible nucléaire irradié sépare le plutonium et l'uranium des produits de fission et d'autres éléments transuraniens de haute activité. Différents procédés techniques peuvent réaliser cette séparation. Mais, avec les années, le procédé Purex est devenu le plus couramment utilisé et accepté. Il comporte la dissolution du combustible nucléaire irradié dans l'acide nitrique, suivie d'une séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission, que l'on extrait par solvant en utilisant le phosphate tributylque mélangé à un diluant organique.

D'une usine Purex à l'autre, les opérations du processus sont similaires : dégainage des éléments combustibles irradiés, dissolution du combustible, extraction par solvant et stockage des solutions obtenues. Il peut y avoir aussi des équipements pour la dénitrification thermique du nitrate d'uranium, la conversion du nitrate de plutonium en oxyde ou en métal, et le traitement des solutions de produits de fission qu'il s'agit de convertir en une forme se prêtant

au stockage de longue durée ou au stockage définitif. Toutefois, la configuration et le type particuliers des équipements qui accomplissent ces opérations peuvent différer selon les installations Purex pour diverses raisons, notamment selon le type et la quantité de combustible nucléaire irradié à retraiter et l'usage prévu des matières récupérées, et selon les principes de sûreté et d'entretien qui ont été retenus dans la conception de l'installation.

L'expression "usine de retraitement d'éléments combustibles irradiés" englobe les matériel et composants qui entrent normalement en contact direct avec le combustible irradié ou servent à contrôler directement ce combustible et les principaux flux de matières nucléaires et de produits de fission pendant le traitement.

Ces procédés, y compris les systèmes complets pour la conversion du plutonium et la production de plutonium métal, peuvent être identifiés par les mesures prises pour éviter la criticité (par exemple par la géométrie), les radioexpositions (par exemple par blindage) et les risques de toxicité (par exemple par confinement).

Articles considérés comme tombant dans la catégorie visée par le membre de phrase "et matériel spécialement conçu ou préparé" pour le retraitement d'éléments combustibles irradiés :

3.1. Machines à dégainer les éléments combustibles irradiés

Note d'introduction

Ces machines dégagent le combustible afin d'exposer la matière nucléaire irradiée à la dissolution. Des cisailles à métaux spécialement conçues sont le plus couramment employées, mais du matériel de pointe, tel que lasers, peut être utilisé.

Machines télécommandées spécialement conçues ou préparées pour être utilisées dans une usine de retraitement au sens donné à ce terme ci-dessus, et destinées à désassembler, découper ou cisailier des assemblages, faisceaux ou barres de combustible nucléaire irradiés.

3.2. Dissolveurs

Note d'introduction

Les dissolveurs reçoivent normalement les tronçons de combustible irradié. Dans ces récipients dont la sûreté-criticité est assurée, la matière nucléaire irradiée est dissoute dans l'acide nitrique; restent les coques, qui sont retirées du flux de traitement.

Récipients "géométriquement sûrs" (de petit diamètre, annulaires ou plats) spécialement conçus ou préparés en vue d'être utilisés dans une usine de retraitement, au sens donné à ce terme ci-dessus, pour dissoudre du combustible nucléaire irradié, capables de résister à des liquides fortement corrosifs chauds et dont le chargement et l'entretien peuvent être télécommandés.

3.3. Extracteurs et matériel d'extraction par solvant

Note d'introduction

Les extracteurs reçoivent à la fois la solution de combustible irradié provenant des dissolvants et la solution organique qui sépare l'uranium, le plutonium et les produits de fission. Le matériel d'extraction par solvant est normalement conçu pour satisfaire à des paramètres de fonctionnement rigoureux tels que longue durée de vie utile sans exigences d'entretien ou avec facilité de remplacement, simplicité de commande et de contrôle, et adaptabilité aux variations des conditions du procédé.

Extracteurs, tels que colonnes pulsées ou garnies, mélangeurs-décanteurs et extracteurs centrifuges, spécialement conçus ou préparés pour être utilisés dans une usine de retraitement de combustible irradié. Les extracteurs doivent pouvoir résister à l'action corrosive de l'acide nitrique. Les extracteurs sont normalement fabriqués, selon des exigences très strictes (notamment techniques spéciales de soudage, d'inspection et d'assurance et contrôle de la qualité), en acier inoxydable à bas carbone, titane, zirconium ou autres matériaux à haute résistance.

3.4. Récipients de collecte ou de stockage des solutions

Note d'introduction

Une fois franchie l'étape de l'extraction par solvant, on obtient trois flux principaux. Dans la suite du traitement, des récipients de collecte ou de stockage sont utilisés comme suit :

- a) La solution de nitrate d'uranium est concentrée par évaporation et le nitrate est converti en oxyde. Cet oxyde est réutilisé dans le cycle du combustible nucléaire;
- b) La solution de produits de fission de très haute activité est normalement concentrée par évaporation et stockée sous forme de concentrat liquide. Ce concentrat peut ensuite être évaporé et converti en une forme se prêtant au stockage temporaire ou définitif;
- c) La solution de nitrate de plutonium est concentrée et stockée avant de passer aux stades ultérieurs du traitement. En particulier, les récipients de collecte ou de stockage des solutions de plutonium sont conçus pour éviter tout risque de criticité résultant des variations de concentration et de forme du flux en question.

Récipients de collecte ou de stockage spécialement conçus ou préparés pour être utilisés dans une usine de retraitement de combustible irradié. Les récipients de collecte ou de stockage doivent pouvoir résister à l'action corrosive de l'acide nitrique. Les récipients de collecte ou de stockage sont normalement fabriqués à l'aide de matériaux tels qu'acier inoxydable à bas carbone, titane ou zirconium ou autres matériaux à haute résistance. Les récipients de collecte ou de stockage peuvent être conçus pour la conduite et l'entretien télécommandés et peuvent avoir, pour prévenir le risque de criticité, les caractéristiques suivantes :

- 1) Parois ou structures internes avec un équivalent en bore d'au moins deux pour cent, ou
- 2) Un diamètre maximum de 175 mm (7 pouces) pour les récipients cylindriques, ou
- 3) Une largeur maximum de 75 mm (3 pouces) pour les récipients plats ou annulaires.

3.5. Système de conversion du nitrate de plutonium en oxyde

Note d'introduction

Dans la plupart des usines de retraitement, le traitement final consiste en la conversion de la solution de nitrate de plutonium en dioxyde de plutonium. Les principales activités que comporte cette conversion sont : stockage et ajustage de la solution, précipitation et séparation solide/liquide, calcination, manutention du produit, ventilation, gestion des déchets et contrôle du procédé.

Systèmes complets spécialement conçus ou préparés pour la conversion du nitrate de plutonium en oxyde, qui sont en particulier adaptés de manière à éviter tout risque de criticité et d'irradiation et à réduire le plus possible les risques de toxicité.

3.6. Système de conversion de l'oxyde de plutonium en métal

Note d'introduction

Ce traitement, qui pourrait être associé à une installation de retraitement, comporte la fluoration du dioxyde de plutonium, normalement par l'acide fluorhydrique très corrosif, pour obtenir du fluorure de plutonium qui est ensuite réduit au moyen de calcium métal de grande pureté pour produire du plutonium métal et un laitier de fluorure de calcium. Les principales activités que comporte cette conversion sont : fluoration (avec par exemple un matériel fait ou revêtu de métal précieux), réduction (par exemple dans des creusets en céramique), récupération du laitier, manutention du produit, ventilation, gestion des déchets et contrôle du procédé.

Systèmes complets spécialement conçus ou préparés pour la production de plutonium métal, qui sont en particulier adaptés de manière à éviter tout risque de criticité et d'irradiation et à réduire le plus possible les risques de toxicité.

4. USINES DE FABRICATION D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES

Une "usine de fabrication d'éléments combustibles" est équipée du matériel :

- a) Qui entre normalement en contact direct avec le flux de matières nucléaires, le traite directement ou commande le processus de production;
- b) Qui assure le gainage des matières nucléaires.

5. USINES DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM ET MATÉRIEL, AUTRE QUE LES APPAREILS D'ANALYSE, SPÉCIALEMENT CONÇU OU PRÉPARÉ A CETTE FIN

Articles considérés comme tombant dans la catégorie visée par le membre de phrase "et matériel, autre que les appareils d'analyse, spécialement conçu ou préparé" pour la séparation des isotopes de l'uranium :

5.1. Centrifugeuses et assemblages et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les centrifugeuses

Note d'introduction

Ordinairement, la centrifugeuse se compose d'un ou de plusieurs cylindres à paroi mince, d'un diamètre compris entre 75 mm (3 pouces) et 400 mm (16 pouces), placés dans une enceinte à vide et tournant à grande vitesse périphérique de l'ordre de 300 m/s ou plus autour d'un axe vertical. Pour atteindre une grande vitesse, les matériaux constitutifs des composants tournants doivent avoir un rapport résistance-densité élevé et l'assemblage rotor, et donc ses composants, doivent être usinés avec des tolérances très serrées pour minimiser les écarts par rapport à l'axe. A la différence d'autres centrifugeuses, la centrifugeuse utilisée pour l'enrichissement de l'uranium se caractérise par la présence dans le bol d'une ou de plusieurs chicanes tournantes en forme de disque, d'un ensemble de tubes fixe servant à introduire et à prélever l'UF₆ gazeux et d'au moins trois canaux séparés, dont deux sont connectés à des écopés s'étendant de l'axe à la périphérie du bol. On trouve aussi dans l'enceinte à vide plusieurs articles critiques qui ne tournent pas et qui, bien qu'ils soient conçus spécialement, ne sont pas difficiles à fabriquer et ne sont pas non plus composés de matériaux spéciaux. Toutefois, une installation d'ultracentrifugation nécessite un grand nombre de ces composants, de sorte que la quantité peut être une indication importante de l'utilisation finale.

5.1.1. Composants tournants

a) Assemblages rotors complets

Cylindres à paroi mince, ou ensembles de cylindres à paroi mince réunis, fabriqués dans un ou plusieurs des matériaux à rapport résistance-densité élevé décrits dans la note explicative; lorsqu'ils sont réunis, les cylindres sont joints les uns aux autres par les soufflets ou anneaux flexibles décrits sous 5.1.1 c) ci-après. Le bol est équipé d'une ou de plusieurs chicanes internes et de bouchons d'extrémité, comme indiqué sous 5.1.1 d) et e) ci-après, s'il est prêt à l'emploi. Toutefois, l'assemblage complet peut être livré partiellement monté seulement;

b) Bols

Cylindres à paroi mince d'une épaisseur de 12 mm (0,5 pouce) ou moins, spécialement conçus ou préparés, ayant un diamètre compris entre 75 mm (3 pouces) et 400 mm (16 pouces) et fabriqués dans un ou plusieurs des matériaux à rapport résistance-densité élevé décrits dans la note explicative;

c) Anneaux ou soufflets

Composants spécialement conçus ou préparés pour fournir un support local au bol ou pour joindre ensemble plusieurs cylindres constituant le bol. Le soufflet est un cylindre court ayant une paroi de 3 mm (0,12 pouce) ou moins d'épaisseur, un diamètre compris entre 75 mm (3 pouces) et 400 mm (16 pouces) et une spire, et fabriqué dans l'un des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrit dans la note explicative;

d) Chicanes

Composants en forme de disque d'un diamètre compris entre 75 mm (3 pouces) et 400 mm (16 pouces) spécialement conçus ou préparés pour être montés à l'intérieur du bol de la centrifugeuse afin d'isoler la chambre de prélèvement de la chambre de séparation principale et, dans certains cas, de faciliter la circulation de l'UF₆ gazeux à l'intérieur de la chambre de séparation principale du bol, et fabriqués dans l'un des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrit dans la note explicative;

e) Bouchons d'extrémité supérieurs et inférieurs

Composants en forme de disque d'un diamètre compris entre 75 mm (3 pouces) et 400 mm (16 pouces) spécialement conçus ou préparés pour s'adapter aux extrémités du bol et maintenir ainsi l'UF₆ à l'intérieur de celui-ci et, dans certains cas, pour porter, retenir ou contenir en tant que partie intégrante un élément du palier supérieur (bouchon supérieur) ou pour porter les éléments tournants du moteur et du palier inférieur (bouchon inférieur), et fabriqués dans l'un des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrit dans la note explicative.

Note explicative

Les matériaux utilisés pour les composants tournants des centrifugeuses sont :

- a) Les aciers martensitiques vieillissables ayant une charge limite de rupture égale ou supérieure à $2,05 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ (300 000 psi) ou plus;
- b) Les alliages d'aluminium ayant une charge limite de rupture égale ou supérieure à $0,46 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ (67 000 psi) ou plus;
- c) Des matériaux filamenteux pouvant être utilisés dans des structures composites et ayant un module spécifique égal ou supérieur à $12,3 \cdot 10^6 \text{ m}$, et une charge limite de rupture spécifique égale ou supérieure à $0,3 \cdot 10^6 \text{ m}$ (le "module spécifique" est le module de Young exprimé en N/m^2 divisé par le poids volumique exprimé en N/m^3 ; la "charge limite de rupture spécifique" est la charge limite de rupture exprimée en N/m^2 divisée par le poids volumique exprimé en N/m^3).

5.1.2. Composants fixes

a) Paliers de suspension magnétique

Assemblages de support spécialement conçus ou préparés comprenant un aimant annulaire suspendu dans un carter contenant un milieu amortisseur. Le carter est fabriqué dans un matériau résistant à l'UF₆ (voir la note explicative de la section 5.2). L'aimant est couplé à une pièce polaire ou à un deuxième aimant fixé sur le bouchon d'extrémité supérieur décrit sous 5.1.1 e). L'aimant annulaire peut avoir un rapport entre le diamètre extérieur et le diamètre intérieur inférieur ou égal à 1,6:1. L'aimant peut avoir une perméabilité initiale égale ou supérieure à 0,15 H/m (120 000 en unités CGS), ou une rémanence égale ou supérieure à 98,5 % ou une densité d'énergie électromagnétique supérieure à 80 kJ/m^3 (10^7 gauss-oersteds). Outre les propriétés habituelles du matériau, une condition essentielle est que la déviation des axes magnétiques par rapport aux axes géométriques soit limitée par des tolérances très

serrées (inférieures à 0,1 mm ou 0,004 pouce) ou que l'homogénéité du matériau de l'aimant soit spécialement imposée;

b) Paliers de butée/amortisseurs

Paliers spécialement conçus ou préparés comprenant un assemblage pivot/coupelle monté sur un amortisseur. Le pivot se compose habituellement d'un arbre en acier trempé comportant un hémisphère à une extrémité et un dispositif de fixation au bouchon inférieur décrit sous 5.1.1 e) à l'autre extrémité. Toutefois, l'arbre peut être équipé d'un palier hydrodynamique. La coupelle a la forme d'une pastille avec indentation hémisphérique sur une surface. Ces composants sont souvent fournis indépendamment de l'amortisseur;

c) Pompes moléculaires

Cylindres spécialement conçus ou préparés qui comportent sur leur face interne des rayures hélicoïdales obtenues par usinage ou extrusion et dont les orifices sont alésés. Leurs dimensions habituelles sont les suivantes : diamètre interne compris entre 75 mm (3 pouces) et 400 mm (16 pouces), épaisseur de paroi égale ou supérieure à 10 mm et longueur égale ou supérieure au diamètre. Habituellement, les rayures ont une section rectangulaire et une profondeur égale ou supérieure à 2 mm (0,08 pouce);

d) Stators de moteur

Stators annulaires spécialement conçus ou préparés pour des moteurs grande vitesse à hystérésis (ou à réluctance) alimentés en courant alternatif multiphasé pour fonctionnement synchrone dans le vide avec une gamme de fréquence de 600 à 2 000 Hz, et une gamme de puissance de 50 à 1 000 VA. Les stators sont constitués par des enroulements multiphasés sur des noyaux de fer doux feuilletés constitués de couches minces dont l'épaisseur est habituellement inférieure ou égale à 2 mm (0,08 pouce).

e) Enceintes de centrifugeuse

Composants spécialement conçus ou préparés pour contenir l'assemblage rotor d'une centrifugeuse. L'enceinte est constituée d'un cylindre rigide possédant une paroi d'au plus de 30 mm (1,2 pouce) d'épaisseur, ayant subi un usinage de précision aux extrémités en vue de recevoir les paliers et qui est muni d'une ou plusieurs brides pour le montage. Les extrémités usinées sont parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe longitudinal du cylindre avec une déviation au plus égale à 0,05 degré. L'enceinte peut également être formée d'une structure de type alvéolaire permettant de loger plusieurs bols. Les enceintes sont constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆.

f) Écopes

Tubes ayant un diamètre interne d'au plus 12 mm (0,5 pouce), spécialement conçus ou préparés pour extraire l' UF_6 gazeux contenu dans le bol selon le principe du tube de Pitot (c'est-à-dire que leur ouverture débouche dans le flux gazeux périphérique à l'intérieur du bol, configuration obtenue par exemple en courbant l'extrémité d'un tube disposé selon le rayon) et pouvant être raccordés au système central de prélèvement du gaz. Les tubes sont constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 .

5.2. **Systèmes, matériel et composants auxiliaires spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par ultracentrifugation**

Note d'introduction

Les systèmes, matériel et composants auxiliaires d'une usine d'enrichissement par ultracentrifugation sont les systèmes nécessaires pour introduire l' UF_6 dans les centrifugeuses, pour relier les centrifugeuses les unes aux autres en cascades pour obtenir des taux d'enrichissement de plus en plus élevés et pour prélever l' UF_6 dans les centrifugeuses en tant que "produit" et "résidus", ainsi que le matériel d'entraînement des centrifugeuses et de commande de l'usine.

Habituellement, l' UF_6 est sublimé au moyen d'autoclaves chauffés et réparti à l'état gazeux dans les diverses centrifugeuses grâce à un collecteur tubulaire de cascade. Les flux de "produit" et de "résidus" sortant des centrifugeuses sont aussi acheminés par un collecteur tubulaire de cascade vers des pièges à froid (fonctionnant à environ 203 K (-70 °C)) où l' UF_6 est condensé avant d'être transféré dans des conteneurs de transport ou de stockage. Etant donné qu'une usine d'enrichissement contient plusieurs milliers de centrifugeuses montées en cascade, il y a plusieurs kilomètres de tuyauteries comportant des milliers de soudures, ce qui suppose une répétitivité considérable du montage. Les matériel, composants et tuyauteries sont fabriqués suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.

5.2.1. **Systèmes d'alimentation/systèmes de prélèvement du produit et des résidus**

Systèmes spécialement conçus ou préparés comprenant :

Des autoclaves (ou stations) d'alimentation, utilisés pour introduire l' UF_6 dans les cascades de centrifugeuses à une pression allant jusqu'à 100 kPa (15 psi) et à un débit égal ou supérieur à 1 kg/h;

Des pièges à froid utilisés pour prélever l' UF_6 des cascades à une pression allant jusqu'à 3 kPa (0,5 psi). Les pièges à froid peuvent être refroidis jusqu'à 203 K (-70 °C) et chauffés jusqu'à 343 K (70 °C);

Des stations "Produit" et "Résidus" pour le transfert de l' UF_6 dans des conteneurs.

Ce matériel et ces tuyauteries sont constitués entièrement ou revêtus intérieurement de matériaux résistant à l' UF_6 (voir la note explicative de la présente section) et sont fabriqués suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.

5.2.2. Collecteurs/tuyauteries

Tuyauteries et collecteurs spécialement conçus ou préparés pour la manipulation de l' UF_6 à l'intérieur des cascades de centrifugeuses. La tuyauterie est habituellement du type collecteur "triple", chaque centrifugeuse étant connectée à chacun des collecteurs. La répétitivité du montage du système est donc grande. Le système est constitué entièrement de matériaux résistant à l' UF_6 (voir la note explicative de la présente section) et est fabriqué suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.

5.2.3. Spectromètres de masse pour UF_6 /sources d'ions

Spectromètres de masse magnétiques ou quadripolaires spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct sur les flux d' UF_6 gazeux des échantillons du gaz d'entrée, du produit ou des résidus, et ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Pouvoir de résolution unitaire pour l'unité de masse atomique supérieur à 320
2. Sources d'ions constituées ou revêtues de nichrome ou de monel ou nickelées
3. Sources d'ionisation par bombardement électronique
4. Présence d'un collecteur adapté à l'analyse isotopique.

5.2.4. Convertisseurs de fréquence

Convertisseurs de fréquence spécialement conçus ou préparés pour l'alimentation des stators de moteurs décrits sous 5.1.2 d), ou parties, composants et sous-assemblages de convertisseurs de fréquence, ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Sortie multiphasée de 600 à 2 000 Hz
2. Stabilité élevée (avec un contrôle de la fréquence supérieur à 0,1 %)
3. Faible distorsion harmonique (inférieure à 2 %)
4. Rendement supérieur à 80 %.

Note explicative

Les articles énumérés ci-dessus, soit sont en contact direct avec l' UF_6 gazeux, soit contrôlent directement les centrifugeuses et le passage du gaz d'une centrifugeuse à l'autre et d'une cascade à l'autre.

Les matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 comprennent l'acier inoxydable, l'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel et les alliages contenant 60 % ou plus de nickel.

5.3. Assemblages et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans l'enrichissement par diffusion gazeuse

Note d'introduction

Dans la méthode de séparation des isotopes de l'uranium par diffusion gazeuse, le principal assemblage du procédé est constitué par une barrière poreuse spéciale de diffusion gazeuse, un échangeur de chaleur pour refroidir le gaz (qui est échauffé par la compression), des vannes d'étanchéité et des vannes de réglage ainsi que des tuyauteries. Etant donné que le procédé de la diffusion gazeuse fait appel à l'hexafluorure d'uranium (UF_6), toutes les surfaces des équipements, tuyauteries et instruments (qui sont en contact avec le gaz) doivent être constituées de matériaux qui restent stables en présence d' UF_6 . Une installation de diffusion gazeuse nécessite un grand nombre d'assemblages de ce type, de sorte que la quantité peut être une indication importante de l'utilisation finale.

5.3.1. Barrières de diffusion gazeuse

- a) Filtres minces et poreux spécialement conçus ou préparés, qui ont des pores d'un diamètre de 100 à 1 000 Å (angströms), une épaisseur égale ou inférieure à 5 mm (0,2 pouce) et, dans le cas des formes tubulaires, un diamètre égal ou inférieur à 25 mm (1 pouce) et sont constitués de matériaux métalliques, polymères ou céramiques résistant à la corrosion par l' UF_6 .
- b) Composés ou poudres préparés spécialement pour la fabrication de ces filtres. Ces composés et poudres comprennent le nickel et des alliages contenant 60 % ou plus de nickel, l'oxyde d'aluminium et les polymères d'hydrocarbures totalement fluorés ayant une pureté égale ou supérieure à 99,9 %, une taille des grains inférieure à 10 microns et une grande uniformité de cette taille, qui sont spécialement préparés pour la fabrication de barrières de diffusion gazeuse.

5.3.2. Diffuseurs

Enceintes spécialement conçues ou préparées, hermétiquement scellées, de forme cylindrique et ayant plus de 300 mm (12 pouces) de diamètre et plus de 900 mm (35 pouces) de long, ou de forme rectangulaire avec des dimensions comparables, qui sont dotées d'un raccord d'entrée et de deux raccords de sortie ayant tous plus de 50 mm (2 pouces) de diamètre, prévues pour contenir la barrière de diffusion gazeuse, constituées ou revêtues intérieurement de matériaux résistant à l' UF_6 et conçues pour être installées horizontalement ou verticalement.

5.3.3. Compresseurs et soufflantes à gaz

Compresseurs axiaux, centrifuges ou volumétriques et soufflantes à gaz spécialement conçus ou préparés, ayant une capacité d'aspiration de 1 m³/min ou plus d' UF_6 et une pression de sortie pouvant aller jusqu'à plusieurs centaines de kPa (100 psi), conçus pour fonctionner longtemps en atmosphère d' UF_6 , avec ou sans moteur électrique de puissance appropriée, et assemblages séparés de compresseurs et soufflantes à gaz de ce type. Ces compresseurs et soufflantes à gaz ont un rapport de compression compris entre 2/1 et 6/1 et sont constitués ou revêtus intérieurement de matériaux résistant à l' UF_6 .

5.3.4. Garnitures d'étanchéité d'arbres

Garnitures à vide spécialement conçues ou préparées, avec connexions d'alimentation et d'échappement, pour assurer de manière fiable l'étanchéité de l'arbre reliant le rotor du compresseur ou de la soufflante à gaz au moteur d'entraînement en empêchant l'air de pénétrer dans la chambre intérieure du compresseur ou de la soufflante à gaz qui est remplie d'UF₆. Ces garnitures sont normalement conçues pour un taux de pénétration de gaz tampon inférieur à 1 000 cm³/min (60 pouces cubes/min).

5.3.5. Échangeurs de chaleur pour le refroidissement de l'UF₆

Échangeurs de chaleur spécialement conçus ou préparés, constitués ou revêtus intérieurement de matériaux résistant à l'UF₆ (à l'exception de l'acier inoxydable) ou de cuivre ou d'une combinaison de ces métaux et prévus pour un taux de variation de la pression due à une fuite qui est inférieur à 10 Pa (0,0015 psi) par heure pour une différence de pression de 100 kPa (15 psi).

5.4. Systèmes, matériel et composants auxiliaires spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans l'enrichissement par diffusion gazeuse

Note d'introduction

Les systèmes, le matériel et les composants auxiliaires des usines d'enrichissement par diffusion gazeuse sont les systèmes nécessaires pour introduire l'UF₆ dans l'assemblage de diffusion gazeuse, pour relier les assemblages les uns aux autres en cascades (ou étages) afin d'obtenir des taux d'enrichissement de plus en plus élevés, et pour prélever l'UF₆ dans les cascades de diffusion en tant que "produit" et "résidus". En raison des fortes propriétés d'inertie des cascades de diffusion, toute interruption de leur fonctionnement, et en particulier leur mise à l'arrêt, a de sérieuses conséquences. Le maintien d'un vide rigoureux et constant dans tous les systèmes du procédé, la protection automatique contre les accidents et le réglage automatique précis du flux de gaz revêtent donc une grande importance dans une usine de diffusion gazeuse. Tout cela oblige à équiper l'usine d'un grand nombre de systèmes spéciaux de commande, de régulation et de mesure.

Habituellement, l'UF₆ est sublimé à partir de cylindres placés dans des autoclaves et envoyé à l'état gazeux au point d'entrée grâce à un collecteur tubulaire de cascade. Les flux de "produit" et de "résidus" issus des points de sortie sont acheminés par un collecteur tubulaire de cascade vers les pièges à froid ou les stations de compression où l'UF₆ gazeux est liquéfié avant d'être transféré dans des conteneurs de transport ou de stockage appropriés. Étant donné qu'une usine d'enrichissement par diffusion gazeuse contient un grand nombre d'assemblages de diffusion gazeuse disposés en cascades, il y a plusieurs kilomètres de tuyauteries comportant des milliers de soudures, ce qui suppose une répétitivité considérable du montage. Le matériel, composants et tuyauteries sont fabriqués suivant des normes très rigoureuses de vide et de propreté.

5.4.1. Systèmes d'alimentation/systèmes de prélèvement du produit et des résidus

Systèmes spécialement conçus ou préparés, capables de fonctionner à des pressions égales ou inférieures à 300 kPa (45 psi) et comprenant :

Des autoclaves (ou systèmes) d'alimentation utilisés pour introduire l' UF_6 dans les cascades de diffusion gazeuse;

Des pièges à froid utilisés pour prélever l' UF_6 des cascades de diffusion;

Des stations de liquéfaction où l' UF_6 gazeux provenant de la cascade est comprimé et refroidi pour obtenir de l' UF_6 liquide;

Des stations "Produit" ou "Résidus" pour le transfert de l' UF_6 dans des conteneurs.

5.4.2. Collecteurs/tuyauteries

Tuyauteries et collecteurs spécialement conçus ou préparés pour la manipulation de l' UF_6 à l'intérieur des cascades de diffusion gazeuse. La tuyauterie est normalement du type collecteur "double", chaque cellule étant connectée à chacun des collecteurs.

5.4.3. Systèmes à vide

- a) Grands distributeurs à vide, collecteurs à vide et pompes à vide ayant une capacité d'aspiration égale ou supérieure à $5 \text{ m}^3/\text{min}$ (175 pieds cubes/min), spécialement conçus ou préparés;
- b) Pompes à vide spécialement conçues pour fonctionner en atmosphère d' UF_6 , constituées ou revêtues intérieurement d'aluminium, de nickel ou d'alliages comportant plus de 60 % de nickel. Ces pompes peuvent être rotatives ou volumétriques, être à déplacement et dotées de joints en fluorocarbures et être pourvues de fluides de service spéciaux.

5.4.4. Vannes spéciales d'arrêt et de réglage

Soufflets d'arrêt et de réglage, manuels ou automatiques, spécialement conçus ou préparés, constitués de matériaux résistant à l' UF_6 et ayant un diamètre compris entre 40 et 1 500 mm (1,5 à 59 pouces) pour installation dans des systèmes principaux et auxiliaires des usines d'enrichissement par diffusion gazeuse.

5.4.5. Spectromètres de masse pour UF_6 /sources d'ions

Spectromètres de masse magnétiques ou quadripolaires spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct sur les flux d' UF_6 gazeux des échantillons du gaz d'entrée, du produit ou des résidus, et ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Pouvoir de résolution unitaire pour l'unité de masse atomique supérieur à 320
2. Sources d'ions constituées ou revêtues de nichrome ou de monel ou nickelées
3. Sources d'ionisation par bombardement électronique
4. Collecteur adapté à l'analyse isotopique.

Note explicative

Les articles énumérés ci-dessus, soit sont en contact direct avec l' UF_6 gazeux, soit contrôlent directement le flux de gaz dans la cascade. Toutes les surfaces qui sont en contact avec le gaz de procédé sont constituées entièrement ou revêtues de matériaux résistant à l' UF_6 . Aux fins des sections relatives aux articles pour diffusion gazeuse, les matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 comprennent l'acier inoxydable, l'aluminium, les alliages d'aluminium, l'oxyde d'aluminium, le nickel et les alliages contenant 60 % ou plus de nickel et les polymères d'hydrocarbures totalement fluorés résistant à l' UF_6 .

5.5. Systèmes, matériel et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par procédé aérodynamique

Note d'introduction

Dans les procédés d'enrichissement aérodynamiques, un mélange d' UF_6 gazeux et d'un gaz léger (hydrogène ou hélium) est comprimé, puis envoyé au travers d'éléments séparateurs dans lesquels la séparation isotopique se fait grâce à la production de forces centrifuges importantes le long d'une paroi courbe. Deux procédés de ce type ont été mis au point avec de bons résultats : le procédé à tuyères et le procédé vortex. Dans les deux cas, les principaux composants d'un étage de séparation comprennent des enceintes cylindriques qui renferment les éléments de séparation spéciaux (tuyères ou tubes vortex), des compresseurs et des échangeurs de chaleur destinés à évacuer la chaleur de compression. Une usine d'enrichissement par procédé aérodynamique nécessite un grand nombre de ces étages, de sorte que la quantité peut être une indication importante de l'utilisation finale. Etant donné que les procédés aérodynamiques font appel à l' UF_6 , toutes les surfaces des équipements, tuyauteries et instruments (qui sont en contact avec le gaz) doivent être constituées de matériaux qui restent stables au contact de l' UF_6 .

Note explicative

Les articles énumérés dans la présente section soit sont en contact direct avec l' UF_6 gazeux, soit contrôlent directement le flux de gaz dans la cascade. Toutes les surfaces qui sont en contact avec le gaz de procédé sont constituées entièrement ou revêtues de matériaux résistant à l' UF_6 . Aux fins de la section relative aux articles pour enrichissement par procédé aérodynamique, les matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 comprennent le cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel et les alliages contenant 60 % ou plus de nickel, et les polymères d'hydrocarbures totalement fluorés résistant à l' UF_6 .

5.5.1. Tuyères de séparation

Tuyères de séparation et assemblages de tuyères de séparation spécialement conçus ou préparés. Les tuyères de séparation sont constituées de canaux incurvés à section à fente, de rayon de courbure inférieur à 1 mm (habituellement compris entre 0,1 et 0,05 mm), résistant à la corrosion par l' UF_6 , à l'intérieur desquels un écorceur sépare en deux fractions le gaz circulant dans la tuyère.

5.5.2. Tubes vortex

Tubes vortex et assemblages de tubes vortex, spécialement conçus ou préparés. Les tubes vortex, de forme cylindrique ou conique, sont constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 , ont un diamètre compris entre 0,5 cm et 4 cm et un rapport longueur/diamètre inférieur ou égal à 20:1, et sont munis d'un ou plusieurs canaux d'admission tangentiels. Les tubes peuvent être équipés de dispositifs de type tuyère à l'une de leurs extrémités ou à leurs deux extrémités.

Note explicative

Le gaz pénètre tangentiellement dans le tube vortex à l'une de ses extrémités, ou par l'intermédiaire de cyclones, ou encore tangentiellement par de nombreux orifices situés le long de la périphérie du tube.

5.5.3. Compresseurs et soufflantes à gaz

Compresseurs axiaux, centrifuges ou volumétriques ou soufflantes à gaz spécialement conçus ou préparés, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 et ayant une capacité d'aspiration du mélange d' UF_6 et de gaz porteur (hydrogène ou hélium) de $2 \text{ m}^3/\text{min}$ ou plus.

Note explicative

Ces compresseurs et ces soufflantes à gaz ont généralement un rapport de compression compris entre 1,2/1 et 6/1.

5.5.4. Garnitures d'étanchéité d'arbres

Garnitures spécialement conçues ou préparées, avec connexions d'alimentation et d'échappement, pour assurer de manière fiable l'étanchéité de l'arbre reliant le rotor du compresseur ou de la soufflante à gaz au moteur d'entraînement en empêchant le gaz de procéder de s'échapper, ou l'air ou le gaz d'étanchéité de pénétrer dans la chambre intérieure du compresseur ou de la soufflante à gaz qui est remplie du mélange d' UF_6 et de gaz porteur.

5.5.5. Échangeurs de chaleur pour le refroidissement du mélange de gaz

Échangeurs de chaleur spécialement conçus ou préparés, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 .

5.5.6. Enceintes renfermant les éléments de séparation

Enceintes spécialement conçues ou préparées, constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 , destinées à recevoir les tubes vortex ou les tuyères de séparation.

Note explicative

Ces enceintes peuvent être des conteneurs de forme cylindrique ayant plus de 300 mm de diamètre et plus de 900 mm de long, ou de forme rectangulaire avec des dimensions comparables, et elles peuvent être conçues pour être installées horizontalement ou verticalement.

5.5.7. Systèmes d'alimentation/systèmes de prélèvement du produit et des résidus

Systèmes ou équipements spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 et comprenant :

- a) Des autoclaves, fours et systèmes d'alimentation utilisés pour introduire l' UF_6 dans le processus d'enrichissement;
- b) Des pièges à froid utilisés pour prélever l' UF_6 du processus d'enrichissement en vue de son transfert ultérieur après réchauffement;
- c) Des stations de solidification ou de liquéfaction utilisées pour prélever l' UF_6 du processus d'enrichissement, par compression et passage à l'état liquide ou solide;
- d) Des stations "Produit" ou "Résidus" pour le transfert de l' UF_6 dans des conteneurs.

5.5.8. Collecteurs/tuyauteries

Tuyauteries et collecteurs constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 , spécialement conçus ou préparés pour la manipulation de l' UF_6 à l'intérieur des cascades aérodynamiques. La tuyauterie est normalement du type collecteur "double", chaque étage ou groupe d'étages étant connecté à chacun des collecteurs.

5.5.9. Systèmes et pompes à vide

- a) Systèmes à vide spécialement conçus ou préparés, ayant une capacité d'aspiration supérieure ou égale à $5 \text{ m}^3/\text{min}$, comprenant des distributeurs à vide, des collecteurs à vide et des pompes à vide et conçus pour fonctionner en atmosphère d' UF_6 .
- b) Pompes à vide spécialement conçues ou préparées pour fonctionner en atmosphère d' UF_6 , et constituées ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 . Ces pompes peuvent être dotées de joints en fluorocarbures et pourvues de fluides de service spéciaux.

5.5.10. Vannes spéciales d'arrêt et de réglage

Soufflets d'arrêt et de réglage, manuels ou automatiques, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 et ayant un diamètre compris entre 40 et 1 500 mm, spécialement conçus ou préparés pour installation dans des systèmes principaux ou auxiliaires d'usines d'enrichissement par procédé aérodynamique.

5.5.11. Spectromètres de masse pour UF₆/sources d'ions

Spectromètres de masse magnétiques ou quadripolaires spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct sur les flux d'UF₆ gazeux des échantillons du gaz d'entrée, du produit ou des résidus, et ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Pouvoir de résolution unitaire pour l'unité de masse atomique supérieur à 320
2. Sources d'ions constituées ou revêtues de nichrome ou de monel ou nickelées
3. Sources d'ionisation par bombardement électronique
4. Collecteur adapté à l'analyse isotopique.

5.5.12. Systèmes de séparation de l'UF₆ et du gaz porteur

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour séparer l'UF₆ du gaz porteur (hydrogène ou hélium).

Note explicative

Ces systèmes sont conçus pour réduire la teneur en UF₆ du gaz porteur à 1 ppm ou moins et peuvent comprendre les équipements suivants :

- a) Échangeurs de chaleur cryogéniques et cryoséparateurs capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à -120 °C;
- b) Appareils de réfrigération cryogéniques capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à -120 °C;
- c) Tuyères de séparation ou tubes vortex pour séparer l'UF₆ du gaz porteur;
- d) Pièges à froid pour l'UF₆ capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à -20 °C.

5.6. Systèmes, matériel et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par échange chimique ou par échange d'ions

Note d'introduction

Les différences de masse minimales que présentent les isotopes de l'uranium entraînent de légères différences dans l'équilibre des réactions chimiques, phénomène qui peut être utilisé pour séparer les isotopes. Deux procédés ont été mis au point avec de bons résultats : l'échange chimique liquide-liquide et l'échange d'ions solide-liquide.

Dans le procédé d'échange chimique liquide-liquide, deux phases liquides non miscibles (aqueuse et organique) sont mises en contact par circulation à contre-courant de façon à obtenir un effet de cascade correspondant à plusieurs milliers d'étages de séparation. La phase aqueuse est composée de chlorure d'uranium en solution dans de l'acide chlorhydrique; la phase organique est constituée d'un agent d'extraction contenant du chlorure d'uranium

dans un solvant organique. Les contacteurs employés dans la cascade de séparation peuvent être des colonnes d'échange liquide-liquide (telles que des colonnes pulsées à plateaux perforés) ou des contacteurs centrifuges liquide-liquide. Des phénomènes chimiques (oxydation et réduction) sont nécessaires à chacune des deux extrémités de la cascade de séparation afin d'y permettre le reflux. L'un des principaux soucis du concepteur est d'éviter la contamination des flux du procédé par certains ions métalliques. On utilise par conséquent des colonnes et des tuyauteries en plastique, revêtues intérieurement de plastique (y compris des fluorocarbures polymères) et/ou revêtues intérieurement de verre.

Dans le procédé d'échange d'ions solide-liquide, l'enrichissement est réalisé par adsorption/désorption de l'uranium sur une résine échangeuse d'ions ou un adsorbant spécial à action très rapide. La solution d'uranium dans l'acide chlorhydrique et d'autres agents chimiques est acheminée à travers des colonnes d'enrichissement cylindriques contenant un garnissage constitué de l'adsorbant. Pour que le processus se déroule de manière continue, il faut qu'un système de reflux libère l'uranium de l'adsorbant pour le remettre en circulation dans la phase liquide, de façon à ce que le produit et les résidus puissent être collectés. Cette opération est effectuée au moyen d'agents chimiques d'oxydo-réduction appropriés, qui sont totalement régénérés dans des circuits externes indépendants et peuvent être partiellement régénérés dans les colonnes de séparation proprement dites. En raison de la présence de solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré chaud, les équipements doivent être constitués ou revêtus de matériaux spéciaux résistant à la corrosion.

5.6.1. Colonnes d'échange liquide-liquide (échange chimique)

Colonnes d'échange liquide-liquide à contre-courant avec apport d'énergie mécanique (à savoir colonnes pulsées à plateaux perforés, colonnes à plateaux animés d'un mouvement alternatif et colonnes munies de turbo-agitateurs internes), spécialement conçues ou préparées pour l'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange chimique. Afin de les rendre résistantes à la corrosion par les solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré, les colonnes et leurs internes sont constitués ou revêtus de matériaux plastiques appropriés (fluorocarbures polymères, par exemple) ou de verre. Les colonnes sont conçues de telle manière que le temps de séjour correspondant à un étage soit court (30 secondes au plus).

5.6.2. Contacteurs centrifuges liquide-liquide (échange chimique)

Contacteurs centrifuges liquide-liquide spécialement conçus ou préparés pour l'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange chimique. Dans ces contacteurs, la dispersion des flux organique et aqueux est obtenue par rotation, puis la séparation des phases par application d'une force centrifuge. Afin de les rendre résistants à la corrosion par les solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré, les contacteurs sont constitués ou revêtus de matériaux plastiques appropriés (fluorocarbures polymères, par exemple) ou revêtus de verre. Les contacteurs centrifuges sont conçus de telle manière que le temps de séjour correspondant à un étage soit court (30 secondes au plus).

5.6.3. Systèmes et équipements de réduction de l'uranium (échange chimique)

- a) Cellules de réduction électrochimique spécialement conçues ou préparées pour ramener l'uranium d'un état de valence à un état inférieur en vue de son enrichissement par le procédé d'échange chimique. Les matériaux de la cellule en contact avec les solutions

du procédé doivent être résistants à la corrosion par les solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré.

Note explicative

Le compartiment cathodique de la cellule doit être conçu de manière à empêcher que l'uranium ne repasse à la valence supérieure par réoxydation. Afin de maintenir l'uranium dans le compartiment cathodique, la cellule peut être pourvue d'une membrane inattaquable constituée d'un matériau spécial échangeur de cations. La cathode est constituée d'un matériau conducteur solide approprié tel que le graphite.

- b) Systèmes situés à l'extrémité de la cascade où est récupéré le produit, spécialement conçus ou préparés pour prélever U^{4+} sur le flux organique, ajuster la concentration en acide et alimenter les cellules de réduction électrochimique.

Note explicative

Ces systèmes comprennent les équipements d'extraction par solvant permettant de prélever U^{4+} sur le flux organique pour l'introduire dans la solution aqueuse, les équipements d'évaporation et/ou autres équipements permettant d'ajuster et de contrôler le pH de la solution, ainsi que les pompes ou autres dispositifs de transfert destinés à alimenter les cellules de réduction électrochimique. L'un des principaux soucis du concepteur est d'éviter la contamination du flux aqueux par certains ions métalliques. Par conséquent, les parties du système qui sont en contact avec le flux du procédé sont composées d'éléments constitués ou revêtus de matériaux appropriés (tels que le verre, les fluorocarbures polymères, le sulfate de polyphényle, le polyéther sulfone et le graphite imprégné de résine).

5.6.4. Systèmes de préparation de l'alimentation (échange chimique)

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour produire des solutions de chlorure d'uranium de grande pureté destinées à alimenter les usines de séparation des isotopes de l'uranium par échange chimique.

Note explicative

Ces systèmes comprennent les équipements de purification par dissolution, extraction par solvant et/ou échange d'ions, ainsi que les cellules électrolytiques pour réduire l'uranium U^{6+} ou U^{4+} en U^{3+} . Ils produisent des solutions de chlorure d'uranium ne contenant que quelques parties par million d'impuretés métalliques telles que chrome, fer, vanadium, molybdène et autres cations de valence égale ou supérieure à 2. Les matériaux dont sont constituées ou revêtues les parties du système où est traité de l'uranium U^{3+} de grande pureté comprennent le verre, les fluorocarbures polymères, le sulfate de polyphényle ou le polyéther sulfone et le graphite imprégné de résine.

5.6.5. Systèmes d'oxydation de l'uranium (échange chimique)

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour oxyder U^{3+} en U^{4+} en vue du reflux vers la cascade de séparation des isotopes dans le procédé d'enrichissement par échange chimique.

Note explicative

Ces systèmes peuvent comprendre des appareils des types suivants :

- a) Appareils destinés à mettre en contact le chlore et l'oxygène avec l'effluent aqueux provenant de la section de séparation des isotopes et à prélever U^{4+} qui en résulte pour l'introduire dans l'effluent organique appauvri provenant de l'extrémité de la cascade où est prélevé le produit;
- b) Appareils qui séparent l'eau de l'acide chlorhydrique de façon à ce que l'eau et l'acide chlorhydrique concentré puissent être réintroduits dans le processus aux emplacements appropriés.

5.6.6. Résines échangeuses d'ions/adsorbants à réaction rapide (échange d'ions)

Résines échangeuses d'ions ou adsorbants à réaction rapide spécialement conçus ou préparés pour l'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange d'ions, en particulier résines poreuses macroréticulées et/ou structures pelliculaires dans lesquelles les groupes actifs d'échange chimique sont limités à un revêtement superficiel sur un support poreux inactif, et autres structures composites sous une forme appropriée, et notamment sous forme de particules ou de fibres. Ces articles ont un diamètre inférieur ou égal à 0,2 mm; du point de vue chimique, ils doivent être résistants aux solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré et, du point de vue physique, être suffisamment solides pour ne pas se dégrader dans les colonnes d'échange. Ils sont spécialement conçus pour obtenir de très grandes vitesses d'échange des isotopes de l'uranium (temps de demi-réaction inférieur à 10 secondes) et sont efficaces à des températures comprises entre 100 °C et 200 °C.

5.6.7. Colonnes d'échange d'ions (échange d'ions)

Colonnes cylindriques de plus de 1 000 mm de diamètre contenant un garnissage de résine échangeuse d'ions/d'absorbant, spécialement conçues ou préparées pour l'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange d'ions. Ces colonnes sont constituées ou revêtues de matériaux (tels que le titane ou les plastiques à base de fluorocarbures) résistants à la corrosion par des solutions dans de l'acide chlorhydrique concentré, et peuvent fonctionner à des températures comprises entre 100 °C et 200 °C et à des pressions supérieures à 0,7 MPa (102 psia).

5.6.8. Systèmes de reflux (échange d'ions)

- a) Systèmes de réduction chimique ou électrochimique spécialement conçus ou préparés pour régénérer l'agent (les agents) de réduction chimique utilisé(s) dans les cascades d'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange d'ions.
- b) Systèmes d'oxydation chimique ou électrochimique spécialement conçus ou préparés pour régénérer l'agent (les agents) d'oxydation chimique utilisé(s) dans les cascades d'enrichissement de l'uranium par le procédé d'échange d'ions.

Note explicative

Dans le procédé d'enrichissement par échange d'ions, on peut par exemple utiliser comme cation réducteur le titane trivalent (Ti^{3+}) : le système de réduction régènerait alors Ti^{3+} par réduction de Ti^{4+} .

De même, on peut par exemple utiliser comme oxydant le fer trivalent (Fe^{3+}) : le système d'oxydation régènerait alors Fe^{3+} par oxydation de Fe^{2+} .

5.7. Systèmes, matériel et composants spécialement conçus et préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par laser

Note d'introduction

Les systèmes actuellement employés dans les procédés d'enrichissement par laser peuvent être classés en deux catégories, selon le milieu auquel est appliqué le procédé : vapeur atomique d'uranium ou vapeur d'un composé de l'uranium. Ces procédés sont notamment connus sous les dénominations courantes suivantes : première catégorie - séparation des isotopes par laser sur vapeur atomique (SILVA ou AVLIS); seconde catégorie - séparation des isotopes par irradiation au laser de molécules (SILMO ou MLIS) et réaction chimique par activation laser isotopiquement sélective (CRISLA). Les systèmes, le matériel et les composants utilisés dans les usines d'enrichissement par laser comprennent : a) des dispositifs d'alimentation en vapeur d'uranium métal (en vue d'une photo-ionisation sélective) ou des dispositifs d'alimentation en vapeur d'un composé de l'uranium (en vue d'une photodissociation ou d'une activation chimique); b) des dispositifs pour recueillir l'uranium métal enrichi (produit) et appauvri (résidus) dans les procédés de la première catégorie et des dispositifs pour recueillir les composés dissociés ou activés (produit) et les matières non modifiées (résidus) dans les procédés de la seconde catégorie; c) des systèmes laser de procédé pour exciter sélectivement la forme uranium 235; d) des équipements pour la préparation de l'alimentation et pour la conversion du produit. En raison de la complexité de la spectroscopie des atomes d'uranium et des composés de l'uranium, il peut falloir englober les articles utilisés dans tous ceux des procédés laser qui sont disponibles.

Note explicative

Un grand nombre des articles énumérés dans la présente section sont en contact direct soit avec l'uranium métal vaporisé ou liquide, soit avec un gaz de procédé consistant en UF_6 ou en un mélange d' UF_6 et d'autres gaz. Toutes les surfaces qui sont en contact avec l'uranium ou l' UF_6 sont constituées entièrement ou revêtues de matériaux résistant à la corrosion. Aux fins de la section relative aux articles pour enrichissement par laser, les matériaux résistant à la corrosion par l'uranium métal ou les alliages d'uranium vaporisés ou liquides sont le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium et le tantale; les matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 sont le cuivre, l'acier inoxydable, l'aluminium, les alliages d'aluminium, le nickel, les alliages contenant 60 % ou plus de nickel et les polymères d'hydrocarbures totalement fluorés résistant à l' UF_6 .

5.7.1. Systèmes de vaporisation de l'uranium (SILVA)

Systèmes de vaporisation de l'uranium spécialement conçus ou préparés, renfermant des canons à électrons de grande puissance à faisceau en nappe ou à balayage, fournissant une puissance au niveau de la cible supérieure à 2,5 kW/cm.

5.7.2. Systèmes de manipulation de l'uranium métal liquide (SILVA)

Systèmes de manipulation de métaux liquides spécialement conçus ou préparés pour l'uranium ou les alliages d'uranium fondus, comprenant des creusets et des équipements de refroidissement pour les creusets.

Note explicative

Les creusets et autres parties de ces systèmes qui sont en contact avec l'uranium ou les alliages d'uranium fondus sont constitués ou revêtus de matériaux ayant une résistance appropriée à la corrosion et à la chaleur. Les matériaux appropriés comprennent le tantale, le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium, le graphite revêtu d'autres oxydes de terres rares ou des mélanges de ces substances.

5.7.3. Assemblages collecteurs du produit et des résidus d'uranium métal (SILVA)

Assemblages collecteurs du produit et des résidus spécialement conçus ou préparés pour l'uranium métal à l'état liquide ou solide.

Note explicative

Les composants de ces assemblages sont constitués ou revêtus de matériaux résistant à la chaleur et à la corrosion par l'uranium métal vaporisé ou liquide (tels que le graphite recouvert d'oxyde d'yttrium ou le tantale) et peuvent comprendre des tuyaux, des vannes, des raccords, des "gouttières", des traversants, des échangeurs de chaleur et des plaques collectrices utilisées dans les méthodes de séparation magnétique, électrostatique ou autres.

5.7.4. Enceintes de module séparateur (SILVA)

Conteneurs de forme cylindrique ou rectangulaire spécialement conçus ou préparés pour loger la source de vapeur d'uranium métal, le canon à électrons et les collecteurs du produit et de résidus.

Note explicative

Ces enceintes sont pourvues d'un grand nombre d'orifices pour les barreaux électriques et les traversants destinés à l'alimentation en eau, les fenêtres des faisceaux laser, les raccordements de pompes à vide et les appareils de diagnostic et de surveillance. Elles sont dotées de moyens d'ouverture et de fermeture qui permettent la remise en état des internes.

5.7.5. Tuyères de détente supersonique (SILMO)

Tuyères de détente supersonique, résistant à la corrosion par l' UF_6 , spécialement conçues ou préparées pour refroidir les mélanges d' UF_6 et de gaz porteur jusqu'à 150 K ou moins.

5.7.6 Collecteurs du produit (pentafluorure d'uranium) (SILMO)

Collecteurs de pentafluorure d'uranium (UF_5) solide spécialement conçus ou préparés, constitués de collecteurs ou de combinaisons de collecteurs à filtre, à impact ou à cyclone et résistant à la corrosion en milieu UF_5/UF_6 .

5.7.7. Compresseurs d' UF_6 /gaz porteur (SILMO)

Compresseurs spécialement conçus ou préparés pour les mélanges d' UF_6 et de gaz porteur, prévus pour un fonctionnement de longue durée en atmosphère d' UF_6 . Les composants de ces compresseurs qui sont en contact avec le gaz de procédé sont constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l' UF_6 .

5.7.8. Garnitures d'étanchéité d'arbres (SILMO)

Garnitures spécialement conçues ou préparées, avec connexions d'alimentation et d'échappement, pour assurer de manière fiable l'étanchéité de l'arbre reliant le rotor du compresseur au moteur d'entraînement en empêchant le gaz de procédé de s'échapper, ou l'air ou le gaz d'étanchéité de pénétrer dans la chambre intérieure du compresseur qui est rempli du mélange UF_6 /gaz porteur.

5.7.9. Systèmes de fluoration (SILMO)

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour fluorer l' UF_5 (solide) en UF_6 (gazeux).

Note explicative

Ces systèmes sont conçus pour fluorer la poudre d' UF_5 , puis recueillir l' UF_6 , dans les conteneurs destinés au produit, ou le réintroduire dans les unités SILMO en vue d'un enrichissement plus poussé. Dans l'une des méthodes possibles, la fluoration peut être réalisée à l'intérieur du système de séparation des isotopes, la réaction et la récupération se faisant directement au niveau des collecteurs du produit. Dans une autre méthode, la poudre d' UF_5 peut être retirée des collecteurs du produit et transférée dans une enceinte appropriée (par exemple réacteur à lit fluidisé, réacteur hélicoïdal ou tour à flamme) pour y subir la fluoration. Dans les deux méthodes, on emploie un certain matériel pour le stockage et le transfert du fluor (ou d'autres agents de fluoration appropriés) et pour la collecte et le transfert de l' UF_6 .

5.7.10. Spectromètres de masse pour UF₆/sources d'ions (SILMO)

Spectromètres de masse magnétiques ou quadripolaires spécialement conçus ou préparés, capables de prélever en direct sur les flux d'UF₆ gazeux des échantillons du gaz d'entrée, du produit ou des résidus, et ayant toutes les caractéristiques suivantes :

1. Pouvoir de résolution unitaire pour l'unité de masse atomique supérieur à 320
2. Sources d'ions constituées ou revêtues de nichrome ou de monel ou nickelées
3. Sources d'ionisation par bombardement électronique
4. Collecteur adapté à l'analyse isotopique.

5.7.11. Systèmes d'alimentation/systèmes de prélèvement du produit et des résidus (SILMO)

Systèmes ou équipements spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement, constitués ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par l'UF₆ et comprenant :

- a) Des autoclaves, fours et systèmes d'alimentation utilisés pour introduire l'UF₆ dans le processus d'enrichissement;
- b) Des pièges à froid utilisés pour retirer l'UF₆ du processus d'enrichissement en vue de son transfert ultérieur après réchauffement;
- c) Des stations de solidification ou de liquéfaction utilisées pour retirer l'UF₆ du processus d'enrichissement par compression et passage à l'état liquide ou solide;
- d) Des stations "Produit" ou "Résidus" pour le transfert de l'UF₆ dans des conteneurs.

5.7.12. Systèmes de séparation de l'UF₆ et du gaz porteur (SILMO)

Systèmes spécialement conçus ou préparés pour séparer l'UF₆ du gaz porteur. Ce dernier peut être l'azote, l'argon ou un autre gaz.

Note explicative

Ces systèmes peuvent comprendre les équipements suivants :

- a) Échangeurs de chaleur cryogéniques et cryoséparateurs capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à -120 °C;
- b) Appareils de réfrigération cryogéniques capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à -120 °C;
- c) Pièges à froid pour l'UF₆ capables d'atteindre des températures inférieures ou égales à -20 °C.

5.7.13. Systèmes laser (SILVA, SILMO et CRISLA)

Lasers ou systèmes laser spécialement conçus ou préparés pour la séparation des isotopes de l'uranium.

Note explicative

Le système laser utilisé dans le procédé SILVA comprend généralement deux lasers : un laser à vapeur de cuivre et un laser à colorant. Le système laser employé dans le procédé SILMO comprend généralement un laser à CO₂ ou un laser à excimère et une cellule optique à multipassages munie de miroirs tournants aux deux extrémités. Dans les deux procédés, les lasers ou les systèmes laser doivent être munis d'un stabilisateur de fréquence pour pouvoir fonctionner pendant de longues périodes.

5.8. Systèmes, matériel et composants spécialement conçus ou préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par séparation des isotopes dans un plasma

Note d'introduction

Dans le procédé de séparation dans un plasma, un plasma d'ions d'uranium traverse un champ électrique accordé à la fréquence de résonance des ions ²³⁵U, de sorte que ces derniers absorbent de l'énergie de manière préférentielle et que le diamètre de leurs orbites hélicoïdales s'accroît. Les ions qui suivent un parcours de grand diamètre sont piégés et on obtient un produit enrichi en ²³⁵U. Le plasma, qui est créé en ionisant de la vapeur d'uranium, est contenu dans une enceinte à vide soumise à un champ magnétique de haute intensité produit par un aimant supraconducteur. Les principaux systèmes du procédé comprennent le système générateur du plasma d'uranium, le module séparateur et son aimant supraconducteur et les systèmes de prélèvement de l'uranium métal destinés à collecter le produit et les résidus.

5.8.1. Sources d'énergie hyperfréquence et antennes

Sources d'énergie hyperfréquence et antennes spécialement conçues ou préparées pour produire ou accélérer des ions et ayant les caractéristiques suivantes : fréquence supérieure à 30 GHz et puissance de sortie moyenne supérieure à 50 kW pour la production d'ions.

5.8.2. Bobines excitatrices d'ions

Bobines excitatrices d'ions à haute fréquence spécialement conçues ou préparées pour des fréquences supérieures à 100 kHz et capables de supporter une puissance moyenne supérieure à 40 kW.

5.8.3. Systèmes générateurs de plasma d'uranium

Systèmes de production de plasma d'uranium spécialement conçus ou préparés, pouvant renfermer des canons à électrons de grande puissance à faisceau en nappe ou à balayage, fournissant une puissance au niveau de la cible supérieure à 2,5 kW/cm.

5.8.4. Systèmes de manipulation de l'uranium métal liquide

Systèmes de manipulation de métaux liquides spécialement conçus ou préparés pour l'uranium ou les alliages d'uranium fondus, comprenant des creusets et des équipements de refroidissement pour les creusets.

Note explicative

Les creusets et autres parties de ces systèmes qui sont en contact avec l'uranium ou les alliages d'uranium fondus sont constitués ou revêtus de matériaux ayant une résistance appropriée à la corrosion et à la chaleur. Les matériaux appropriés comprennent le tantale, le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium, le graphite revêtu d'autres oxydes de terres rares ou des mélanges de ces substances.

5.8.5. Assemblages collecteurs du produit et des résidus d'uranium métal

Assemblages collecteurs du produit et des résidus spécialement conçus ou préparés pour l'uranium métal à l'état solide. Ces assemblages collecteurs sont constitués ou revêtus de matériaux résistant à la chaleur et à la corrosion par la vapeur d'uranium métal, tels que le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium ou le tantale.

5.8.6. Enceintes de module séparateur

Conteneurs cylindriques spécialement conçus ou préparés pour les usines d'enrichissement par séparation des isotopes dans un plasma et destinés à loger la source de plasma d'uranium, la bobine excitatrice à haute fréquence et les collecteurs du produit et des résidus.

Note explicative

Ces enceintes sont pourvues d'un grand nombre d'orifices pour les barreaux électriques, les raccordements de pompes à diffusion et les appareils de diagnostic et de surveillance. Elles sont dotées de moyens d'ouverture et de fermeture qui permettent la remise en état des internes et sont constituées d'un matériau non magnétique approprié tel que l'acier inoxydable.

5.9. Systèmes, matériel et composants spécialement conçus et préparés pour utilisation dans les usines d'enrichissement par le procédé électromagnétique

Note d'introduction

Dans le procédé électromagnétique, les ions d'uranium métal produits par ionisation d'un sel (en général UCl_4) sont accélérés et envoyés à travers un champ magnétique sous l'effet duquel les ions des différents isotopes empruntent des parcours différents. Les principaux composants d'un séparateur d'isotopes électromagnétique sont les suivants : champ magnétique provoquant la déviation du faisceau d'ions et la séparation des isotopes, source d'ions et son système accélérateur et collecteurs pour recueillir les ions après séparation. Les systèmes auxiliaires utilisés dans le procédé comprennent l'alimentation de l'aimant, l'alimentation haute tension de la source d'ions, l'installation de vide et d'importants systèmes de manipulation chimique pour la récupération du produit et l'épuration ou le recyclage des composants.

5.9.1. Séparateurs électromagnétiques

Séparateurs électromagnétiques spécialement conçus ou préparés pour la séparation des isotopes de l'uranium, et matériel et composants pour cette séparation, à savoir en particulier :

a) Sources d'ions

Sources d'ions uranium uniques ou multiples, spécialement conçues ou préparées, comprenant la source de vapeur, l'ionisateur et l'accélérateur de faisceau, constituées de matériaux appropriés comme le graphite, l'acier inoxydable ou le cuivre, et capables de fournir un courant d'ionisation total égal ou supérieur à 50 mA.

b) Collecteurs d'ions

Plaques collectrices comportant des fentes et des poches (deux ou plus), spécialement conçues ou préparées pour collecter les faisceaux d'ions uranium enrichis et appauvris, et constituées de matériaux appropriés comme le graphite ou l'acier inoxydable.

c) Enceintes à vide

Enceintes à vide spécialement conçues ou préparées pour les séparateurs électromagnétiques, constituées de matériaux non magnétiques appropriés comme l'acier inoxydable et conçues pour fonctionner à des pressions inférieures ou égales à 0,1 Pa.

Note explicative

Les enceintes sont spécialement conçues pour renfermer les sources d'ions, les plaques collectrices et les chemises d'eau et sont dotées des moyens de raccorder les pompes à diffusion et de dispositifs d'ouverture et de fermeture qui permettent de déposer et de reposer ces composants.

d) Pièces polaires

Pièces polaires spécialement conçues ou préparées, de diamètre supérieur à 2 m, utilisées pour maintenir un champ magnétique constant à l'intérieur du séparateur électromagnétique et pour transférer le champ magnétique entre séparateurs contigus.

5.9.2. Alimentations haute tension

Alimentations haute tension spécialement conçues ou préparées pour les sources d'ions et ayant toutes les caractéristiques suivantes : capables de fournir en permanence, pendant une période de 8 heures, une tension de sortie égale ou supérieure à 20 000 V avec une intensité de sortie égale ou supérieure à 1 A et une variation de tension inférieure à 0,01 %.

5.9.3. Alimentations des aimants

Alimentations des aimants en courant continu de haute intensité spécialement conçues ou préparées et ayant toutes les caractéristiques suivantes : capables de produire en permanence, pendant une période de 8 heures, un courant d'intensité supérieure ou égale à 500 A à une tension supérieure ou égale à 100 V, avec des variations d'intensité et de tension inférieures à 0,01 %.

6. USINES DE PRODUCTION D'EAU LOURDE, DE DEUTÉRIUM ET DE COMPOSÉS DE DEUTÉRIUM; ÉQUIPEMENTS SPÉCIALEMENT CONÇUS OU PRÉPARÉS À CETTE FIN

Note d'introduction

Divers procédés permettent de produire de l'eau lourde. Toutefois, les deux procédés dont il a été prouvé qu'ils sont commercialement viables sont le procédé d'échange eau-sulfure d'hydrogène (procédé GS) et le procédé d'échange ammoniac-hydrogène.

Le procédé GS repose sur l'échange d'hydrogène et de deutérium entre l'eau et le sulfure d'hydrogène dans une série de tours dont la section haute est froide et la section basse chaude. Dans les tours, l'eau s'écoule de haut en bas et le sulfure d'hydrogène gazeux circule de bas en haut. Une série de plaques perforées sert à favoriser le mélange entre le gaz et l'eau. Le deutérium est transféré à l'eau aux basses températures et au sulfure d'hydrogène aux hautes températures. Le gaz ou l'eau, enrichi en deutérium, est retiré des tours du premier étage à la jonction entre les sections chaudes et froides, et le processus est répété dans les tours des étages suivants. Le produit obtenu au dernier étage, à savoir de l'eau enrichie jusqu'à 30 % en deutérium, est envoyé dans une unité de distillation pour produire de l'eau lourde de qualité réacteur, c'est-à-dire de l'oxyde de deutérium à 99,75 %.

Le procédé d'échange ammoniac-hydrogène permet d'extraire le deutérium d'un gaz de synthèse par contact avec de l'ammoniac liquide en présence d'un catalyseur. Le gaz de synthèse est introduit dans les tours d'échange, puis dans un convertisseur d'ammoniac. Dans les tours, le gaz circule de bas en haut et l'ammoniac liquide s'écoule de haut en bas. Le deutérium est enlevé à l'hydrogène dans le gaz de synthèse et concentré dans l'ammoniac. L'ammoniac passe ensuite dans un craqueur d'ammoniac au bas de la tour, et le gaz est acheminé vers un convertisseur d'ammoniac en haut de la tour. L'enrichissement se poursuit

dans les étages ultérieurs, et de l'eau lourde de qualité réacteur est produite par distillation finale. Le gaz de synthèse d'alimentation peut provenir d'une usine d'ammoniac qui, elle-même, peut être construite en association avec une usine de production d'eau lourde par échange ammoniac-hydrogène. Dans le procédé d'échange ammoniac-hydrogène, on peut aussi utiliser de l'eau ordinaire comme source de deutérium.

Un grand nombre d'articles de l'équipement essentiel des usines de production d'eau lourde par le procédé GS ou le procédé d'échange ammoniac-hydrogène sont communs à plusieurs secteurs des industries chimique et pétrolière. Ceci est particulièrement vrai pour les petites usines utilisant le procédé GS. Toutefois, seuls quelques articles sont disponibles "dans le commerce". Le procédé GS et le procédé d'échange ammoniac-hydrogène exigent la manipulation de grandes quantités de fluides inflammables, corrosifs et toxiques sous haute pression. En conséquence, pour fixer les normes de conception et d'exploitation des usines et des équipements utilisant ces procédés, il faut accorder une attention particulière au choix et aux spécifications des matériaux pour garantir une longue durée de service avec des facteurs de sûreté et de fiabilité élevés. Le choix de l'échelle est fonction principalement de considérations économiques et des besoins. Ainsi, la plupart des équipements seront préparés d'après les prescriptions du client.

Enfin, il convient de noter que, tant pour le procédé GS que pour le procédé d'échange ammoniac-hydrogène, des articles d'équipement qui, pris individuellement, ne sont pas spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde peuvent être assemblés en des systèmes qui sont spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde. On peut en donner comme exemples le système de production du catalyseur utilisé dans le procédé d'échange ammoniac-hydrogène et les systèmes de distillation de l'eau utilisés dans les deux procédés pour la concentration finale de l'eau lourde afin d'obtenir une eau de qualité réacteur.

Articles spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde, soit par le procédé d'échange eau-sulfure d'hydrogène, soit par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène :

6.1. Tours d'échange eau-sulfure d'hydrogène

Tours d'échange fabriquées en acier au carbone fin (par exemple ASTM A516), ayant un diamètre compris entre 6 m (20 pieds) et 9 m (30 pieds), capables de fonctionner à des pressions supérieures ou égales à 2 MPa (300 psi) et ayant une surépaisseur de corrosion de 6 mm ou plus, spécialement conçues ou préparées pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange eau-sulfure d'hydrogène.

6.2. Soufflantes et compresseurs

Soufflantes ou compresseurs centrifuges à étage unique sous basse pression (c'est-à-dire 0,2 MPa ou 30 psi) pour la circulation de sulfure d'hydrogène (c'est-à-dire un gaz contenant plus de 70 % de H_2S) spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange eau-sulfure d'hydrogène. Ces soufflantes ou compresseurs ont une capacité de débit supérieure ou égale à $56 \text{ m}^3/\text{s}$ (120 000 SCFM) lorsqu'ils fonctionnent à des pressions d'aspiration supérieures ou égales à 1,8 MPa (260 psi), et sont équipés de joints conçus pour être utilisés en milieu humide en présence de H_2S .

6.3. Tours d'échange ammoniac-hydrogène

Tours d'échange ammoniac-hydrogène d'une hauteur supérieure ou égale à 35 m (114,3 pieds) ayant un diamètre compris entre 1,5 m (4,9 pieds) et 2,5 m (8,2 pieds) et pouvant fonctionner à des pressions supérieures à 15 MPa (2 225 psi), spécialement conçues ou préparées pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène. Ces tours ont aussi au moins une ouverture axiale à rebord du même diamètre que la partie cylindrique, par laquelle les internes de la tour peuvent être insérés ou retirés.

6.4. Internes de tour et pompes d'étage

Internes de tour et pompes d'étage spécialement conçus ou préparés pour des tours servant à la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène. Les internes de tour comprennent des contacteurs d'étage spécialement conçus qui favorisent un contact intime entre le gaz et le liquide. Les pompes d'étage comprennent des pompes submersibles spécialement conçues pour la circulation d'ammoniac liquide dans un étage de contact à l'intérieur des tours.

6.5. Craqueurs d'ammoniac

Craqueurs d'ammoniac ayant une pression de fonctionnement supérieure ou égale à 3 MPa (450 psi) spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène.

6.6. Analyseurs d'absorption infrarouge

Analyseurs d'absorption infrarouge permettant une analyse en ligne du rapport hydrogène/deutérium lorsque les concentrations en deutérium sont égales ou supérieures à 90 %.

6.7. Brûleurs catalytiques

Brûleurs catalytiques pour la conversion en eau lourde du deutérium enrichi spécialement conçus ou préparés pour la production d'eau lourde par le procédé d'échange ammoniac-hydrogène.

7. USINES DE CONVERSION DE L'URANIUM ET MATÉRIEL SPÉCIALEMENT CONÇU OU PRÉPARÉE À CETTE FIN

Note d'introduction

Les usines et systèmes de conversion de l'uranium permettent de réaliser une ou plusieurs transformations de l'une des formes chimiques de l'uranium en une autre forme, notamment : conversion des concentrés de minerai d'uranium en UO_3 , conversion d' UO_3 en UO_2 , conversion des oxydes d'uranium en UF_4 ou UF_6 , conversion de l' UF_4 en UF_6 , conversion de l' UF_6 en UF_4 , conversion de l' UF_4 en uranium métal et conversion des fluorures d'uranium en UO_2 . Un grand nombre des articles de l'équipement essentiel des usines de conversion de l'uranium sont communs à plusieurs secteurs de l'industrie chimique. Par exemple, ces procédés peuvent faire appel à des équipements des types suivants : fours, fourneaux rotatifs, réacteurs à lit fluidisé, tours à flamme, centrifugeuses en phase liquide, colonnes de distillation et colonnes d'extraction liquide-liquide. Toutefois, seuls quelques articles sont disponibles "dans le commerce"; la plupart seront préparés d'après les besoins du client et les spécifications définies par lui. Parfois, lors de la conception et de la construction, il faut prendre spécialement en considération les propriétés corrosives de certains des produits chimiques en jeu (HF , F_2 , ClF_3 et fluorures d'uranium). Enfin, il convient de noter que, dans tous les procédés de conversion de l'uranium, des articles d'équipement qui, pris individuellement, ne sont pas spécialement conçus ou préparés pour la conversion de l'uranium peuvent être assemblés en des systèmes qui sont spécialement conçus ou préparés à cette fin.

7.1. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion des concentrés de minerai d'uranium en UO_3

Note explicative

La conversion des concentrés de minerai d'uranium en UO_3 peut être réalisée par dissolution du minerai dans l'acide nitrique et extraction de nitrate d'uranyle purifié au moyen d'un solvant tel que le phosphate tributylque. Le nitrate d'uranyle est ensuite converti en UO_3 soit par concentration et dénitration, soit par neutralisation au moyen de gaz ammoniac afin d'obtenir du diuranate d'ammonium qui est ensuite filtré, séché et calciné.

7.2. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UO_3 en UF_6

Note explicative

La conversion d' UO_3 en UF_6 peut être réalisée directement par fluoration. Ce procédé nécessite une source de fluor gazeux ou de trifluorure de chlore.

7.3. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UO_3 en UO_2

Note explicative

La conversion d' UO_3 en UO_2 peut être réalisée par réduction de l' UO_3 au moyen d'ammoniac craqué ou d'hydrogène.

7.4. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UO_2 en UF_4

Note explicative

La conversion d' UO_2 en UF_4 peut être réalisée en faisant réagir l' UO_2 avec de l'acide fluorhydrique gazeux (HF) à une température de 300 à 500 °C.

7.5. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UF_4 en UF_6

Note explicative

La conversion d' UF_4 en UF_6 est réalisée par réaction exothermique avec du fluor dans un réacteur à tour. Pour condenser l' UF_6 à partir des effluents gazeux chauds, on fait passer les effluents dans un piège à froid refroidi à -10 °C. Ce procédé nécessite une source de fluor gazeux.

7.6. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UF_4 en U métal

Note explicative

La conversion d' UF_4 en uranium métal est réalisée par réduction au moyen de magnésium (grandes quantités) ou de calcium (petites quantités). La réaction a lieu à des températures supérieures au point de fusion de l'uranium (1 130 °C).

7.7. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UF_6 en UO_2

Note explicative

La conversion d' UF_6 en UO_2 peut être réalisée par trois procédés différents. Dans le premier procédé, l' UF_6 est réduit et hydrolysé en UO_2 au moyen d'hydrogène et de vapeur. Dans le deuxième procédé, l' UF_6 est hydrolysé par dissolution dans l'eau; l'addition d'ammoniaque à cette solution entraîne la précipitation de diuranate d'ammonium, lequel est réduit en UO_2 par de l'hydrogène à une température de 820 °C. Dans le troisième procédé, l' UF_6 , le CO_2 et le NH_3 gazeux sont mis en solution dans l'eau, ce qui entraîne la précipitation de carbonate double d'uranyle et d'ammonium; le carbonate est combiné avec de la vapeur et de l'hydrogène à 500-600 °C pour produire de l' UO_2 .

La conversion d' UF_6 en UO_2 constitue souvent la première phase des opérations dans les usines de fabrication de combustible.

7.8. Systèmes spécialement conçus ou préparés pour la conversion d' UF_6 en UF_4

Note explicative

La conversion d' UF_6 en UF_4 est réalisée par réduction au moyen d'hydrogène.

Circular Informativa

INFCIRC/215/Add.1

Fecha: 8 de marzo de 2004

Distribución general

Español

Original: Inglés

Protocolo adicional al Acuerdo entre el Gobierno de Islandia y el Organismo Internacional de Energía Atómica para la aplicación de salvaguardias en relación con el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares

1. En el presente documento se transcribe, para información de todos los Estados Miembros, el texto del Protocolo adicional al Acuerdo¹ concertado entre el Gobierno de Islandia y el Organismo Internacional de Energía Atómica para la aplicación de salvaguardias en relación con el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP). El protocolo adicional fue aprobado por la Junta de Gobernadores el 9 de septiembre de 2003 y firmado en Viena el 12 de septiembre de 2003.
2. De conformidad con su artículo 17, el protocolo adicional entró en vigor en la fecha de su firma por los representantes de Islandia y del Organismo, es decir, el 12 de septiembre de 2003.

¹ Transcrito en el documento INFCIRC/215.

**PROTOCOLO ADICIONAL AL ACUERDO
ENTRE EL GOBIERNO DE ISLANDIA Y EL ORGANISMO INTERNACIONAL
DE ENERGÍA ATÓMICA PARA LA APLICACIÓN
DE SALVAGUARDIAS EN RELACIÓN CON EL TRATADO SOBRE LA NO
PROLIFERACIÓN DE LAS ARMAS NUCLEARES**

CONSIDERANDO que la República de Islandia (en adelante denominada “Islandia”) 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 sobre la no proliferación de las armas nucleares (en adelante denominado el “Acuerdo de salvaguardias”), que entró en vigor el 16 de octubre de 1974;

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 Islandia 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;

Islandia 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. Islandia 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 Islandia, o que se realicen en nombre de Islandia .
 - 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 Islandia, 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 Islandia en su conjunto. A solicitud del Organismo, Islandia 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 Islandia 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 Islandia 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 Islandia 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 Islandia 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 Islandia 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 Islandia 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 Islandia, 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 Islandia, 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 apartado 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 Islandia: 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 Islandia, como Estado importador, de la información suministrada al Organismo por otro Estado con respecto a la exportación de dicho equipo y materiales a Islandia.
 - x) Los planes generales para el siguiente período de diez años relativos al desarrollo del ciclo del combustible nuclear (incluidas las actividades de investigación y desarrollo relacionadas con el ciclo del combustible nuclear planeadas) cuando hayan sido aprobados por las autoridades correspondientes de Islandia.
- b. Islandia 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 Islandia pero que no sean financiadas, específicamente autorizadas o controla-

das por Islandia o realizadas en su nombre. A los fines del presente inciso, “procesamiento” de desechos de actividad intermedia o alta no incluirá el re-embalaje 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, Islandia facilitará las ampliaciones o aclaraciones de cualquier información que haya proporcionado con arreglo al presente artículo, en la medida en que sea pertinente para los fines de las salvaguardias.

Artículo 3

- a. Islandia 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. Islandia 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, Islandia así lo indicará.
- c. Islandia 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. Islandia 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 60 días siguientes al fin de cada trimestre.
- e. Islandia 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. Islandia y el Organismo acordarán plazos y frecuencia del suministro de la información indicada en el apartado ii) del párrafo a. del artículo 2.
- g. Islandia 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 Islandia 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 Islandia 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 Islandia 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 Islandia dicha oportunidad.
- e. A menos que Islandia acepte otra cosa, el acceso solo se realizará durante el horario normal de trabajo.

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

Artículo 5

Islandia facilitará al Organismo acceso a:

- a.
 - i) Cualquier lugar dentro de un emplazamiento;
 - ii) Cualquier lugar indicado por Islandia 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 Islandia 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 aquéllos a que se refiere el apartado i) del párrafo a. supra, y si Islandia no puede conceder ese acceso, Islandia 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 Islandia no está en condiciones de facilitar dicho acceso, Islandia 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 e Islandia;
- 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 e Islandia;

- 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 e Islandia;
- 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 Islandia y el Organismo.

Artículo 7

- a. A petición de Islandia, el Organismo e Islandia 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. Islandia 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, Islandia 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 Islandia 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

Islandia facilitará al Organismo acceso a los lugares especificados por el Organismo para realizar muestreo ambiental de grandes zonas, y si Islandia 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 e Islandia.

Artículo 10

El Organismo informará a Islandia 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 presentes a Islandia, 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 Islandia, 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 Islandia toda aprobación por la Junta de Gobernadores de la designación de funcionarios del Organismo como inspectores de salvaguardias. A menos que Islandia comunique al Director General su rechazo de ese funcionario como inspector para Islandia 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 Islandia se considerará designado para Islandia.
 - ii) El Director General, actuando en respuesta a una petición de Islandia o por propia iniciativa, informará inmediatamente a Islandia cuando la designación de un funcionario como inspector para Islandia haya sido retirada.
- b. Las notificaciones mencionadas en el párrafo a. supra se considerarán recibidas por Islandia siete días después de la fecha de transmisión por correo certificado de la notificación del Organismo a Islandia.

VISADOS

Artículo 12

Islandia, 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 Islandia 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 Islandia.

ARREGLOS SUBSIDIARIOS

Artículo 13

- a. Cuando Islandia 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, Islandia 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. Islandia permitirá y protegerá la libre comunicación para fines oficiales del Organismo entre los inspectores del Organismo que se encuentren en Islandia 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 Islandia, a utilizar sistemas de comunicación directa internacionalmente establecidos, en particular, sistemas de satélite y otras formas de telecomunicación que no se utilicen en Islandia. Cuando lo pida Islandia 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 ca-

rácter sensible por razones de propiedad industrial o comerciales o la información sobre el diseño que Islandia 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 cuando haya sido firmado por los representantes de Islandia y del Organismo.
- b. El Director General informará prontamente a todos los Estados Miembros del Organismo 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,
- instalaciones críticas,
- 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 Islandia 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 cerradas 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 indicados por Islandia 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 sirva 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 sirva 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 fisiónable 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 fisiónables especiales, surtirá efecto en virtud del presente Protocolo solo cuando sea aceptada por Islandia.
- i. Por instalación se entenderá:
 - i) Un reactor, una instalación crítica, 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 12 días del mes de septiembre de 2003 por duplicado en idioma inglés.

Por la REPÚBLICA DE ISLANDIA:

Por el ORGANISMO INTERNACIONAL
DE ENERGÍA ATÓMICA:

(firmado)
Excmo. Sr. Thordur Aegir Oskarsson
Embajador
Representante Permanente de Islandia
ante el Organismo Internacional de Energía
Atómica

(firmado)
Mohamed ElBaradei
Director General

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 $1,50 \text{ g/cm}^3$.

- 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 $3,2 \text{ g/cm}^3$ 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,

determinados 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 aquellas 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 $1,50 \text{ g/cm}^3$, para su utilización en un reactor nuclear conforme se le define en el anterior párrafo 1.1., en cantidades que excedan de $3 \times 10^4 \text{ kg}$ (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 ro-

tatorios 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, contruidos 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), contruidos 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, contruidos 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 contruidos 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 UF₆ 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 contruidos 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 $2,05 \times 10^9$ N/m² (300 000 psi) o más;
- b) Aleaciones de aluminio capaces de una resistencia límite a la tracción de $0,46 \times 10^9$ N/m² (67 000 psi) o más;
- c) Materiales filamentosos apropiados para su uso en estructuras compuestas y que poseen un módulo específico de $12,3 \times 10^6$ m o mayor, y una resistencia límite a la tracción de $0,3 \times 10^6$ m o más ("Módulo específico" es el Módulo de Young en N/m² dividido por el peso específico en N/m³; "Resistencia límite a la tracción específica" es la resistencia límite a la tracción en N/m² dividida por el peso específico en N/m³).

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 UF₆ (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/m³ (10⁷ 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) o más de espesor de pared; longitud igual o mayor que el diámetro. 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 UF₆.

f) Paletas:

Tubos especialmente diseñados o preparados de hasta 12 mm (0,5 pulgadas) de diámetro interno para la extracción del UF₆ 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 UF₆.

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 contruidos 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%); y
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 m³/min, o más, de UF₆, y con una presión de descarga de hasta varios centenares de kPa (100 psi), diseñados para operaciones a largo plazo en contacto con UF₆ 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 UF₆ 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 UF₆. Normalmente tales obturadores están diseñados para una tasa de infiltración de gas separador inferior a 1 000 cm³/min (60 pulgadas³/min).

5.3.5. Intercambiadores de calor para enfriamiento del UF₆

Intercambiadores de calor especialmente diseñados o preparados, fabricados con o recubiertos con materiales resistentes al UF₆ (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 UF₆ 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 UF₆. 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 UF₆ 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 cas-

cada. Las corrientes gaseosas de UF₆ "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 UF₆ 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 UF₆ a la cascada de difusión gaseosa;

Desublimadores (o trampas frías) utilizados para extraer el UF₆ de las cascadas de difusión;

Estaciones de licuefacción en las que el UF₆ gaseoso procedente de la cascada es comprimido y enfriado para obtener UF₆ líquido;

Estaciones de "producto" o "colas" usadas para el traspaso del UF₆ 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 UF₆ 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 m³/min (175 pies³/min).
- b) Bombas de vacío especialmente diseñadas para funcionar en medios de UF₆, 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 contruidos 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 m³/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 $5 \text{ m}^3/\text{min}$ 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 todas 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 UF₆/gas portador

Sistemas especialmente diseñados o preparados para separar el UF₆ del gas portador (hidrógeno o helio).

NOTA EXPLICATIVA

Estos sistemas han sido diseñados para reducir el contenido de UF₆ 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 UF₆ del gas portador, o
- d) Trampas frías para el UF₆ 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 tantalito 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 tantalito, 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, tantalito o grafito revestido con itrio) y pueden comprender tuberías, válvulas, accesorios, "canales", 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 cuadrupolares 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 todas 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 UF₆/gas portador (SILMO)

Sistemas especialmente diseñados o preparados para separar el UF₆ 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 UF₆ capaces de alcanzar temperaturas de -20° C o inferiores.

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

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

NOTA EXPLICATIVA

El sistema láserico para el proceso SILVA está formado normalmente por dos láseres: un láser de vapor de cobre y un láser de colorante. El sistema láserico para SILMO está formado normalmente por un láser de CO₂ o un láser de excímero y una celda óptica de multipasos con espejos giratorios en ambos extremos. En ambos procesos los láseres o sistemas lásericos 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 ²³⁵U, 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 ²³⁵U. 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 amoníaco-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 m³/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 amoníaco-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 amoníaco 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 amoníaco 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 amoníaco 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 $500\text{-}600^\circ\text{C}$ 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.

**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

Информационный циркуляр

INFCIRC/215/Add.1

Date: 12 January 2004

General Distribution

Russian

Original: English

Дополнительный протокол к Соглашению между правительством Исландии и Международным агентством по атомной энергии о применении гарантий в связи с Договором о нераспространении ядерного оружия

1. Текст Дополнительного протокола к Соглашению¹ между правительством Исландии и Международным агентством по атомной энергии о применении гарантий в связи с Договором о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО) воспроизводится в настоящем документе для сведения всех государств-членов. Дополнительный протокол был одобрен Советом управляющих 9 сентября 2003 года. Он был подписан в Вене 12 сентября 2003 года.

2. В соответствии со статьей 17 Дополнительного протокола он вступил в силу после его подписания представителями Исландии и Агентства, т.е. 12 сентября 2003 года.

¹

Воспроизведено в документе INFCIRC/215.

Дополнительный протокол к Соглашению между правительством Исландии и Международным агентством по атомной энергии о применении гарантий в связи с Договором о нераспространении ядерного оружия

ПРИНИМАЯ ВО ВНИМАНИЕ, что Республика Исландия (в дальнейшем именуемая "Исландией") и Международное агентство по атомной энергии (в дальнейшем именуемое "Агентством") являются участниками Соглашения о применении гарантий в связи с Договором о нераспространении ядерного оружия (в дальнейшем именуемого "Соглашением о гарантиях"), которое вступило в силу 16 октября 1974 года;

УЧИТЫВАЯ желание международного сообщества еще более укрепить режим ядерного нераспространения путем повышения действенности и эффективности системы гарантий Агентства;

НАПОМИНАЯ, что Агентство при осуществлении гарантий должно учитывать необходимость: избегать создания препятствий экономическому и технологическому развитию Исландии или международному сотрудничеству в области мирной ядерной деятельности; соблюдать действующие положения в области охраны здоровья, безопасности, физической защиты, а также другие действующие требования безопасности и права отдельных лиц; и принимать все меры по защите коммерческих, технологических и промышленных секретов, а также другой конфиденциальной информации, которая становится ему известной;

ПРИНИМАЯ ВО ВНИМАНИЕ, что частота проведения и интенсивность мероприятий, указанных в настоящем Протоколе, будут поддерживаться на минимальном уровне, соответствующем цели повышения действенности и эффективности гарантий Агентства;

НАСТОЯЩИМ Исландия и Агентство согласились о нижеследующем:

СВЯЗЬ МЕЖДУ НАСТОЯЩИМ ПРОТОКОЛОМ И СОГЛАШЕНИЕМ О ГАРАНТИЯХ

Статья 1

Положения Соглашения о гарантиях применяются к настоящему Протоколу в той мере, в какой они соответствуют положениям настоящего Протокола и совместимы с ними. В случае противоречия между положениями Соглашения о гарантиях и положениями настоящего Протокола применяются положения настоящего Протокола.

ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Статья 2

а. Исландия предоставляет Агентству заявление, содержащее:

- i) Общее описание и информацию, указывающую место проведения относящихся к ядерному топливному циклу научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, не связанных с ядерным материалом, осуществляемых где-либо, которые финансируются, получили конкретное разрешение или контролируются или осуществляются от имени Исландии.
- ii) Определенную Агентством на основе ожидаемого повышения действенности или эффективности и согласованную с Исландией информацию о касающейся гарантий эксплуатационной деятельности на установках и в местах нахождения вне установок, где обычно используется ядерный материал.
- iii) Общее описание каждого здания на каждой площадке, включая его использование, и, если этого недостаточно - описание его содержимого. Это описание включает карту такой площадки.
- iv) Описание масштаба операций для каждого места нахождения, имеющего отношение к деятельности, указанной в Приложении I к настоящему Протоколу.
- v) Информацию, указывающую место нахождения, эксплуатационное состояние и оценочные годовые производственные мощности урановых рудников и обогатительных установок и ториевых обогатительных установок и существующий годовой объем производства таких рудников и обогатительных установок для Исландии в целом. Исландия предоставляет по запросу Агентства данные о существующем годовом объеме производства отдельного рудника или обогатительной установки. Предоставление этой информации не требует ведения подробного учета ядерного материала.
- vi) Информацию относительно исходного материала, который еще не достиг состава и чистоты, которые делают его пригодным для изготовления топлива или изотопного обогащения, включающую:
 - а) количества, химический состав, использование или предполагаемое использование такого материала, независимо от его ядерного или неядерного использования, для каждого места нахождения в Исландии, в котором такой материал присутствует в количествах, превышающих десять метрических тонн урана и/или двадцать метрических тонн тория, а для других мест нахождения с количествами более одной метрической тонны - общее количество для Исландии в целом, если это общее количество превышает

десять метрических тонн урана или двадцать метрических тонн тория. Предоставление этой информации не требует ведения подробного учета ядерного материала;

b) количества, химический состав и пункт назначения каждой экспортной поставки из Исландии такого материала для конкретных неядерных целей в количествах, превышающих:

1) десять метрических тонн урана, или для последовательных экспортных поставок урана из Исландии в одно и то же государство, каждая из которых менее десяти метрических тонн, но сумма которых превышает десять метрических тонн в течение года;

2) двадцать метрических тонн тория, или для последовательных экспортных поставок тория из Исландии в одно и то же государство, каждая из которых менее двадцати метрических тонн, но сумма которых превышает двадцать метрических тонн в течение года;

c) количества, химический состав, место нахождения в настоящее время и использование или предполагаемое использование каждой импортной поставки в Исландию такого материала для конкретных неядерных целей в количествах, превышающих:

1) десять метрических тонн урана, или для последовательных импортных поставок урана в Исландию, каждая из которых менее десяти метрических тонн, но сумма которых превышает десять метрических тонн в течение года;

2) двадцать метрических тонн тория, или для последовательных импортных поставок тория в Исландию, каждая из которых менее двадцати метрических тонн, но сумма которых превышает двадцать метрических тонн в течение года;

при том понимании, что представление информации о таком материале, предназначенном для неядерного использования, после того как он достигнет окончательной формы своего неядерного использования, не требуется.

vii) a) информацию относительно количеств, видов использования и мест нахождения ядерного материала, освобожденного от гарантий в соответствии со статьей 36 Соглашения о гарантиях;

b) информацию относительно количеств (которая может иметь форму оценок) и видов использования в каждом месте нахождения ядерного материала, освобожденного от гарантий в соответствии со статьей 35 b) Соглашения о гарантиях, но еще не находящегося в окончательной форме для неядерного использования, в количествах, превышающих указанные в статье 36 Соглашения о гарантиях. Предоставление этой информации не требует ведения подробного учета ядерного материала.

viii) Информацию относительно места нахождения или дальнейшей обработки отходов среднего или высокого уровня активности, содержащих плутоний, высокообогащенный уран или уран-233, в отношении которых применение гарантий было прекращено в соответствии со статьей 11 Соглашения о гарантиях. Для цели данного пункта "дальнейшая обработка" не включает переупаковку отходов или их дальнейшее кондиционирование, не предусматривающее разделения элементов, для хранения или захоронения.

- ix) Следующую информацию относительно согласованного оборудования и неядерного материала, перечисленных в Приложении II:
 - a) по каждой экспортной поставке из Исландии такого оборудования и материала: идентификация, количество, место предполагаемого использования в государстве-получателе и дата или в соответствующих случаях ожидаемая дата экспортной поставки;
 - b) по конкретному запросу Агентства, подтверждение Исландией как импортирующим государством информации относительно экспорта такого оборудования и материала в Исландию, предоставленной Агентству другим государством.
 - x) Общие планы на предстоящий десятилетний период, имеющие отношение к развитию ядерного топливного цикла (включая планируемые относящиеся к ядерному топливному циклу научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы), когда они утверждены соответствующими компетентными органами в Исландии.
- b. Исландия прилагает все разумные усилия, с тем чтобы предоставить Агентству следующую информацию:
- i) общее описание и информацию, указывающую место проведения относящихся к ядерному топливному циклу научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, не связанных с ядерным материалом, которые конкретно относятся к обогащению, переработке ядерного топлива или к обработке отходов среднего или высокого уровня активности, содержащих плутоний, высокообогащенный уран или уран-233, осуществляемых где-либо в Исландии, но которые не финансируются, не получили конкретного разрешения или не контролируются Исландией или не осуществляются от имени Исландии. Для цели данного пункта "обработка" отходов среднего или высокого уровня активности не включает переупаковку отходов или их кондиционирование, не предусматривающее разделения элементов, для хранения или захоронения.
 - ii) общее описание деятельности и сведения о лице или организации, осуществляющих такую деятельность в определенных Агентством местах нахождения за пределами площадки, которые, по мнению Агентства, могли бы функционально быть связаны с деятельностью на этой площадке. Предоставление такой информации является предметом конкретного запроса Агентства. Она предоставляется в консультации с Агентством и своевременно.
- c. По запросу Агентства Исландия дает уточнения или разъяснения любой информации, предоставленной в соответствии с настоящей Статьей, в той степени, в которой это имеет отношение к цели гарантий.

Статья 3

- a. Исландия предоставляет Агентству в течение 180 дней после вступления в силу настоящего Протокола информацию, о которой говорится в Статье 2.a i), iii), iv), v), vi) a), vii) и x) и в Статье 2.b i).
- b. Исландия предоставляет Агентству до 15 мая каждого года обновленную информацию, о которой говорится в пункте a. выше, за период, охватывающий предшествующий календарный год. Если ранее предоставленная информация осталась без изменений, Исландия уведомляет об этом.

- c. Исландия предоставляет Агентству до 15 мая каждого года информацию, определенную в Статье 2.a.vi) b) и c), за период, охватывающий предшествующий календарный год.
- d. Исландия ежеквартально предоставляет Агентству информацию, определенную в Статье 2.a.ix) a). Эта информация предоставляется в течение шестидесяти дней после окончания каждого квартала.
- e. Исландия предоставляет Агентству информацию, определенную в Статье 2.a.viii), за 180 дней до осуществления дальнейшей обработки, и до 15 мая каждого года информацию об изменениях мест нахождения за период, охватывающий предшествующий календарный год.
- f. Исландия и Агентство договариваются о времени и частоте предоставления информации, определенной в статье 2.a.ii).
- g. Исландия предоставляет Агентству информацию, определенную в Статье 2.a. ix) b), в течение шестидесяти дней после поступления запроса от Агентства.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДОСТУП

Статья 4

Нижеследующее применяется в связи с осуществлением дополнительного доступа в соответствии со Статьей 5 настоящего Протокола:

- a. Агентство не ставит цели механистически или систематически проверять информацию, о которой говорится в Статье 2, однако Агентство имеет доступ к:
 - i) любому месту нахождения, о котором говорится в Статье 5.a. i) или ii), на выборочной основе с целью обеспечения уверенности в отсутствии незаъявленных ядерного материала и деятельности;
 - ii) любому месту нахождения, о котором говорится в Статье 5.b. или c., в целях решения вопроса, связанного с правильностью и полнотой информации, предоставленной в соответствии со Статьей 2 или в целях устранения несоответствия, связанного с этой информацией;
 - iii) любому месту нахождения, о котором говорится в Статье 5.a. iii) в той степени, в которой это необходимо Агентству для подтверждения для целей гарантий заявления Исландии о статусе установки или места нахождения вне установок, где ранее обычно использовался ядерный материал, как снятых с эксплуатации.
- b.
 - i) за исключением случаев, указанных в пункте ii) ниже, Агентство направляет Исландии предварительное уведомление о доступе по крайней мере за 24 часа;
 - ii) в отношении доступа к любому месту на площадке, который запрашивается в сочетании с посещениями для проверки информации о конструкции или с инспекциями для специальных целей или обычными инспекциями на этой площадке, срок предварительного уведомления, если Агентство обращается с запросом об этом, составляет, по крайней мере, два часа, однако в исключительных обстоятельствах, может составить менее двух часов.

- c. Предварительное уведомление направляется в письменном виде и в нем конкретно указываются причины доступа и деятельность, которая должна быть осуществлена во время такого доступа.
- d. В случае вопроса или несоответствия Агентство предоставляет Исландии возможность дать разъяснение и способствовать решению этого вопроса или устранению этого несоответствия. Такая возможность будет предоставляться до направления запроса о доступе, если только Агентство не сочтет, что задержка в предоставлении доступа, возможно, нанесет ущерб цели, с которой запрашивается этот доступ. В любом случае Агентство не делает каких-либо выводов в отношении вопроса или несоответствия до тех пор, пока Исландии не будет предоставлена такая возможность.
- e. Если с Исландией не достигнуто иной договоренности, доступ осуществляется только в течение обычного рабочего дня.
- f. Исландия имеет право на сопровождение инспекторов Агентства во время доступа представителями Исландии при условии, что это не задерживает выполнение инспекторами своих функций или иным образом не препятствует этому.

Статья 5

Исландия предоставляет Агентству доступ к:

- a.
 - i) любому месту на площадке;
 - ii) любому месту нахождения, определенному Исландией в соответствии со Статьей 2.a.v)-viii);
 - iii) любой снятой с эксплуатации установке или снятому с эксплуатации месту нахождения вне установок, где ранее обычно использовался ядерный материал.
- b. любому месту нахождения, определенному Исландией в соответствии со Статьей 2.a. i), Статьей 2.a. iv), Статьей 2.a. ix) b) или Статьей 2.b., помимо тех, о которых говорится в пункте a.i) выше, при условии, что, если Исландия не имеет возможности предоставить такой доступ, Исландия прилагает все разумные усилия для незамедлительного удовлетворения требований Агентства с помощью иных средств.
- c. любому месту нахождения, определенному Агентством, помимо тех мест нахождения, о которых говорится в пунктах a. и b. выше, в целях отбора проб окружающей среды в конкретном месте нахождения при условии, что, если Исландия не имеет возможности предоставить такой доступ, Исландия прилагает все разумные усилия для незамедлительного удовлетворения требований Агентства в прилежащих местах нахождения или с помощью иных средств.

Статья 6

При осуществлении Статьи 5 Агентство может выполнять следующие виды деятельности:

- a. В отношении доступа в соответствии со Статьей 5.a.i) или iii): визуальное наблюдение, отбор проб окружающей среды; использование устройств для обнаружения и измерения радиации; опечатывание и применение других идентифицирующих и указывающих на вмешательство устройств, определенных в Дополнительных положениях; и применение других объективных мер, техническая осуществимость которых была подтверждена и использование которых было согласовано Советом управляющих (в дальнейшем именуемым "Советом") и после консультаций между Агентством и Исландией.

- b. В отношении доступа в соответствии со Статьей 5.a.ii): визуальное наблюдение; подсчет учетных единиц ядерного материала; неразрушающие измерения и отбор проб; использование устройств для обнаружения и измерения радиации; изучение учетных документов, касающихся количества, происхождения и размещения материала; отбор проб окружающей среды; и применение других объективных мер, техническая осуществимость которых была подтверждена и использование которых было согласовано Советом и после консультаций между Агентством и Исландией.
- c. В отношении доступа в соответствии со Статьей 5.b.: визуальное наблюдение; отбор проб окружающей среды; использование устройств для обнаружения и измерения радиации; изучение касающихся гарантий производственных и отгрузочных учетных документов; и применение других объективных мер, техническая осуществимость которых была подтверждена и использование которых было согласовано Советом и последующих консультаций между Агентством и Исландией.
- d. В отношении доступа в соответствии со Статьей 5.c.: отбор проб окружающей среды и в случае, если результаты не позволяют решить вопрос или устранить несоответствие в месте нахождения, определенном Агентством в соответствии со Статьей 5.c., использование в этом месте нахождения визуального наблюдения, устройств для обнаружения и измерения радиации и применение по согласованию между Исландией и Агентством других объективных мер.

Статья 7

- a. По просьбе Исландии Агентство и Исландия договариваются в отношении регулируемого доступа в рамках настоящего Протокола с целью предотвращения раскрытия чувствительной с точки зрения ядерного распространения информации, выполнения требований безопасности или физической защиты или с целью обеспечения защиты находящейся в частной собственности или коммерчески чувствительной информации. Такие договоренности не препятствуют Агентству осуществлять деятельность, которая является необходимой для обеспечения убедительной уверенности в отсутствии незаявленных ядерного материала и деятельности в соответствующем месте нахождения, включая решение любого вопроса, относящегося к правильности и полноте информации, о которой говорится в статье 2, или устранение несоответствия, относящегося к этой информации.
- b. Исландия может при предоставлении информации, о которой говорится в Статье 2, информировать Агентство о местах на площадке или в месте нахождения, на которых может применяться регулируемый доступ.
- c. До вступления в силу любых необходимых Дополнительных положений Исландия может прибегнуть к регулированию доступа в соответствии с положениями пункта a. выше.

Статья 8

Ничто в настоящем Протоколе не препятствует Исландии предоставлять Агентству доступ к местам нахождения в дополнение к тем, о которых говорится в Статьях 5 и 9, или просить Агентство о проведении деятельности по проверке в конкретном месте нахождения. Агентство незамедлительно прилагает все разумные усилия для осуществления действий в соответствии с такой просьбой.

Статья 9

Исландия предоставляет Агентству доступ к местам нахождения, определенным Агентством для отбора проб окружающей среды на обширной территории, при условии, что, если Исландия не имеет возможности предоставить такой доступ, Исландия прилагает все разумные усилия для удовлетворения требований Агентства в альтернативных местах нахождения. Агентство не запрашивает такой доступ до тех пор, пока отбор проб окружающей среды на обширной территории и процедурные меры для его проведения не одобрены Советом и не проведены консультации между Агентством и Исландией.

Статья 10

Агентство информирует Исландию о:

- a. Деятельности, осуществленной в рамках настоящего Протокола, включая деятельность в отношении любых вопросов или несоответствий, которые Агентство довело до сведения Исландии, в пределах шестидесяти дней после осуществления Агентством этой деятельности.
- b. Результаты деятельности в отношении любых вопросов или несоответствий, которые Агентство довело до сведения Исландии, по возможности скорее, но в любом случае в течение тридцати дней после получения Агентством этих результатов.
- c. Выводах, которые оно сделало в результате своей деятельности в соответствии с настоящим Протоколом. Такие выводы предоставляются ежегодно.

НАЗНАЧЕНИЕ ИНСПЕКТОРОВ АГЕНТСТВА

Статья 11

- a.
 - i) Генеральный директор уведомляет Исландию об утверждении Советом любого должностного лица Агентства в качестве инспектора по гарантиям. Если Исландия не извещает Генерального директора о своем отклонении такого должностного лица как инспектора для Исландии в течение трех месяцев после получения уведомления об утверждении Советом, инспектор, о котором таким образом уведомлена Исландия, считается назначенным в Исландию;
 - ii) Генеральный директор, действуя в ответ на просьбу Исландии или по собственной инициативе, незамедлительно информирует Исландию об отзыве назначения любого должностного лица в качестве инспектора для Исландии.
- b. Уведомление, о котором говорится в пункте а. выше, считается полученным Исландией через семь дней после даты направления Агентством такого уведомления Исландии заказной корреспонденцией.

ВИЗЫ

Статья 12

Исландия при необходимости в течение одного месяца после получения запроса об этом предоставляет указанному в таком запросе назначенному инспектору соответствующую многократную въездную/выездную и/или транзитную визы, чтобы обеспечить инспектору возможность въезда и пребывания на территории Исландии в целях выполнения его/ее функций. Любые запрошенные визы действительны не менее одного года и в случае необходимости возобновляются на период назначения инспектора в Исландию.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Статья 13

- a. В тех случаях, когда Исландия или Агентство указывают на необходимость определить в Дополнительных положениях, каким образом следует применять меры, изложенные в настоящем Протоколе, Исландия и Агентство согласовывают такие Дополнительные положения в течение девяноста дней после вступления в силу настоящего Протокола или, в тех случаях, когда указание на необходимость таких Дополнительных положений дается после вступления в силу настоящего Протокола, - в течение девяноста дней после даты такого указания.
- b. До вступления в силу любых необходимых Дополнительных положений Агентство имеет право применять меры, изложенные в настоящем Протоколе.

СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Статья 14

- a. Исландия дает разрешение Агентству свободно использовать для служебных целей системы связи между инспекторами Агентства в Исландии и Центральными учреждениями Агентства и/или Региональными бюро, включая передачу в неавтономном или автономном режиме информации, поступающей от устройств Агентства для сохранения и/или наблюдения или для измерений, и обеспечивает защиту такой связи. Агентство после консультаций с Исландией имеет право использовать установленные на международном уровне системы прямой связи, включая спутниковые системы и другие виды дальней связи, не используемые в Исландии. По просьбе Исландии или Агентства подробности, касающиеся осуществления этого пункта в отношении передачи в неавтономном или автономном режиме информации, поступающей от устройств Агентства для сохранения и/или наблюдения или для измерений, определяются в Дополнительных положениях.
- b. При установлении связи и передаче информации, как это предусматривается в пункте а. выше, надлежащим образом учитывается необходимость обеспечения защиты информации, являющейся объектом собственности, или коммерчески чувствительной информации или той информации о конструкции, которую Исландия считает особо чувствительной.

ЗАЩИТА КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Статья 15

- a. Агентство поддерживает строгий режим обеспечения эффективной защиты от раскрытия коммерческих, технологических и промышленных секретов и другой конфиденциальной информации, которые становятся ему известными, включая такую информацию, которая становится известной Агентству в ходе осуществления настоящего Протокола.
- b. Режим, о котором говорится в пункте а. выше, включает, в частности, положения, относящиеся к:
 - i) общим принципам и связанным с ними мерам по обращению с конфиденциальной информацией;
 - ii) условиям найма персонала, касающимся защиты конфиденциальной информации;

- iii) процедурам в случаях нарушений или предполагаемых нарушений конфиденциальности.
- с. Режим, о котором говорится в пункте а. выше, утверждается и периодически рассматривается Советом.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Статья 16

- а. Приложения к настоящему Протоколу являются его неотъемлемой частью. За исключением целей внесения поправок в Приложения, термин "Протокол", как он употребляется в настоящем документе, означает Протокол и Приложения, вместе взятые.
- б. В перечень видов деятельности, указанных в Приложении I, и перечень оборудования и материала, указанных в Приложении II, Советом могут вноситься поправки по рекомендации созданной Советом рабочей группы экспертов открытого состава. Любая такая поправка вступает в силу через четыре месяца после ее принятия Советом.

ВСТУПЛЕНИЕ В СИЛУ

Статья 17

- а. Настоящий Протокол вступает в силу после подписания представителями Исландии и Агентства.
- б. Генеральный директор незамедлительно информирует все государства - члены Агентства о вступлении в силу настоящего Протокола.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Статья 18

Для целей настоящего Протокола:

- а. Относящиеся к ядерному топливному циклу научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы означают деятельность, которая конкретно относится к любому аспекту разработки процесса или системы любого из следующего:
 - конверсии ядерного материала,
 - обогащения ядерного материала,
 - изготовления ядерного топлива,
 - реакторов,
 - критических сборок,
 - переработки ядерного топлива,
 - обработки (не включая переупаковки или кондиционирования, не предусматривающего разделения элементов, для хранения или захоронения) отходов среднего или высокого уровня активности, содержащих плутоний, высокообогащенный уран или уран-233,

но не включают деятельность, относящуюся к теоретическим или фундаментальным научным исследованиям или к научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам по промышленным применениям радиоизотопов, медицинским, гидрологическим и сельскохозяйственным применениям, изучению последствий для здоровья и окружающей среды и по усовершенствованию технического обслуживания.

- b. Площадка означает территорию, границы которой определены Исландией в соответствующей информации о конструкции установки, включая остановленную установку, а также в соответствующей информации о месте нахождения вне установок, где обычно используется ядерный материал, включая закрытое место нахождения вне установок, где обычно использовался ядерный материал (которые ограничиваются местами нахождения, где имеются горячие камеры или осуществлялась деятельность, связанная с конверсией, обогащением, изготовлением или переработкой топлива). Площадка включает также все объекты, совместно размещенные с упомянутыми выше установкой или местом нахождения, с целью предоставления или использования существенных средств обеспечения, включая: горячие камеры для обработки облученных материалов, не содержащих ядерный материал; установки для обработки, хранения и захоронения отходов; а также здания, связанные с согласованной деятельностью, определенной Исландией в соответствии со статьей 2.a. iv) выше.
- c. Снятая с эксплуатации установка или снятое с эксплуатации место нахождения вне установок означают объект или место нахождения, на которых демонтированы или сделаны непригодными к эксплуатации оставшиеся конструкции и оборудование, важные для ее(его) использования, так что она(оно) не используется для хранения ядерного материала и не может далее использоваться для обращения с ядерным материалом, его обработки или использования.
- d. Остановленная установка или закрытое место нахождения вне установок означают объект или место нахождения, эксплуатация которых прекращена и из которых изъят ядерный материал, но которые не сняты с эксплуатации.
- e. Высокообогащенный уран означает уран с обогащением по изотопу уран-235 20% или выше.
- f. Отбор проб окружающей среды в конкретном месте нахождения означает отбор проб окружающей среды (например, воздуха, воды, растительности, почвы, загрязнений) в определенном Агентством месте нахождения и непосредственной близости от него с целью содействия Агентству в подготовке выводов об отсутствии незаявленных ядерного материала или ядерной деятельности в этом определенном месте нахождения.
- g. Отбор проб окружающей среды на обширной территории означает отбор проб окружающей среды (например, воздуха, воды, растительности, почвы, загрязнений) в ряде определенных Агентством мест нахождения с целью содействия Агентству в подготовке выводов об отсутствии незаявленных ядерного материала или ядерной деятельности на обширной территории.
- h. Ядерный материал согласно определению, данному в статье XX Устава, означает любой исходный материал или любой специальный расщепляющийся материал. Термин "исходный материал" не должен толковаться как применяющийся к руде или отходам руды. Любое определение, данное Советом в соответствии со статьей XX Устава Агентства после вступления в силу настоящего Протокола, которое расширяет список материалов, считающихся исходным материалом или специальным расщепляющимся материалом, вступает в силу в соответствии с настоящим Протоколом только после принятия Исландией.

- i. Установка означает:
 - i) реактор, критическую сборку, завод по конверсии, завод по изготовлению, перерабатывающую установку, установку для разделения изотопов или отдельное хранилище; или
 - ii) любое место нахождения, где обычно используется ядерный материал в количествах, превышающих один эффективный килограмм.
- j. Место нахождения вне установок означает любой объект или любое место нахождения, которые не являются установкой, и где обычно используется ядерный материал в количествах, равных одному эффективному килограмму или менее.

СОВЕРШЕНО в Вене 12 сентября 2003 года в двух экземплярах на английском языке.

за РЕСПУБЛИКУ ИСЛАНДИЮ:

за МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО
ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ:

(подпись)

(подпись)

Его Превосходительство
Посол Тордур Эгир Оскарссон
Постоянный представитель Исландии
при Международном агентстве
по атомной энергии

Мохамед ЭльБарадей
Генеральный директор

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ПЕРЕЧЕНЬ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, О КОТОРЫХ ГОВОРИТСЯ В СТАТЬЕ 2.a.iv) НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА

- i) Изготовление роторных труб для центрифуг или сборка газовых центрифуг.

Роторные трубы для центрифуг означают тонкостенные цилиндры, описание которых приведено в разделе 5.1.1 b) Приложения II.

Газовые центрифуги означают центрифуги, описание которых приведено во вводном замечании к разделу 5.1 Приложения II.

- ii) Изготовление диффузионных барьеров.

Диффузионные барьеры означают тонкие пористые фильтры, описание которых приведено в разделе 5.3.1 a) Приложения II.

- iii) Изготовление или сборка систем, использующих лазеры.

Системы, использующие лазеры, означают системы, включающие те предметы, описание которых приведено в разделе 5.7 Приложения II.

- iv) Изготовление или сборка электромагнитных сепараторов изотопов.

Электромагнитные сепараторы изотопов означают те предметы, о которых говорится в разделе 5.9.1 Приложения II и которые содержат источники ионов, описание которых приведено в разделе 5.9.1 a) Приложения II.

- v) Изготовление или сборка колонн или экстракционного оборудования.

Колонны или экстракционное оборудование означают те предметы, описание которых приведено в разделах 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3, 5.6.5, 5.6.6, 5.6.7 и 5.6.8 Приложения II.

- vi) Изготовление разделительных сопел или вихревых трубок для аэродинамического обогащения.

Разделительные сопла или вихревые трубки для аэродинамического обогащения означают разделительные сопла и вихревые трубки, описание которых приведено соответственно в разделах 5.5.1 и 5.5.2 Приложения II.

- vii) Изготовление или сборка систем генерации урановой плазмы.

Системы генерации урановой плазмы означают системы для генерации урановой плазмы, описание которых приведено в разделе 5.8.3 Приложения II.

- viii) Изготовление циркониевых труб.

Циркониевые трубы означают трубы, описание которых приведено в разделе 1.6 Приложения II.

- ix) Производство или повышение качества тяжелой воды или дейтерия.

Тяжелая вода или дейтерий означают дейтерий, тяжелую воду (оксид дейтерия) и любое другое соединение дейтерия, в котором отношение числа атомов дейтерия к числу атомов водорода превышает 1:5000.

- x) Изготовление графита ядерной чистоты.

Графит ядерной чистоты означает графит, уровень чистоты которого выше, чем 5 миллионных частей борного эквивалента, а плотность превышает $1,50 \text{ г/см}^3$.

- xi) Изготовление контейнеров для облученного топлива.

Контейнер для облученного топлива означает емкость для перевозки и/или хранения облученного топлива, обеспечивающую химическую, тепловую и радиационную защиту, а также отвод тепла распада во время перемещения, перевозки и хранения.

- xii) Изготовление реакторных управляющих стержней.

Реакторные управляющие стержни означают стержни, описание которых приведено в разделе 1.4 Приложения II.

- xiii) Изготовление безопасных с точки зрения критичности баков и резервуаров.

Безопасные с точки зрения критичности баки и резервуары означают те предметы, описание которых приведено в разделах 3.2 и 3.4 Приложения II.

- xiv) Изготовление машин для рубки облученных топливных элементов.

Машины для рубки облученных топливных элементов означают оборудование, описание которого приведено в разделе 3.1 Приложения II.

- xv) Сооружение горячих камер.

Горячие камеры означают камеру или соединенные между собой камеры общим объемом не менее 6 м^3 , снабженные защитой, равной или превышающей эквивалент $0,5 \text{ м}$ бетона плотностью $3,2 \text{ г/см}^3$ или более, укомплектованные оборудованием для проведения операций с использованием дистанционного управления.

ПРИЛОЖЕНИЕ II

ПЕРЕЧЕНЬ СОГЛАСОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И НЕЯДЕРНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОТЧЕТНОСТИ ОБ ЭКСПОРТЕ И ИМПОРТЕ В СООТВЕТСТВИИ СО СТАТЬЕЙ 2.a.ix)

1. Реакторы и реакторное оборудование

1.1. Комплектные ядерные реакторы

Ядерные реакторы, способные работать в режиме контролируемой самоподдерживающейся цепной реакции деления, исключая реакторы нулевой мощности, которые определяются как реакторы с проектным максимальным уровнем производства плутония, не превышающим 100 граммов в год.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

"Ядерный реактор" в основном включает узлы, находящиеся внутри корпуса реактора или непосредственно примыкающие к нему, оборудование, которое контролирует уровень мощности в активной зоне, и компоненты, которые обычно содержат теплоноситель первого контура активной зоны реактора, или вступают с ним в непосредственный контакт или управляют им.

Не предполагается исключение реакторов, которые надлежащим образом могли бы подвергнуться модификации для производства значительно большего количества, чем 100 граммов плутония в год. Реакторы, предназначенные для длительной эксплуатации на значительных уровнях мощности, независимо от степени их возможностей производства плутония, не рассматриваются как "реакторы нулевой мощности".

1.2. Реакторные корпуса высокого давления

Металлические корпуса в сборе или их основные части заводского изготовления, которые специально предназначены или подготовлены для размещения в них активной зоны ядерных реакторов, как они определены в пункте 1.1. выше, и способные выдерживать рабочее давление теплоносителя первого контура.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Верхняя плита корпуса высокого давления реактора охватывается пунктом 1.2 как основная, заводского изготовления, часть корпуса высокого давления.

Внутренние части реактора (например, поддерживающие колонны и плиты активной зоны и другие внутренние части корпуса, направляющие трубы для регулирующих стержней, тепловые экраны, перегородки, трубные решетки активной зоны, пластины диффузора и т.д.) обычно поставляются поставщиком реактора. В некоторых случаях определенные внутренние опорные компоненты включаются в изготовление корпуса высокого давления. Эти предметы являются достаточно важными с точки зрения безопасности и надежности эксплуатации реакторов (и следовательно, с точки зрения гарантийных обязательств и ответственности поставщика реактора), чтобы их поставка вне рамок основного соглашения о поставке самого реактора не стала бы обычной практикой. Поэтому, хотя отдельная поставка этих уникальных, специально предназначенных и

подготовленных, важных, крупных и дорогостоящих предметов не обязательно будет рассматриваться как выпадающая из сферы интересов, такой способ поставки считается маловероятным.

1.3. Машины для загрузки и выгрузки реакторного топлива

Манипуляторное оборудование, специально предназначенное или подготовленное для загрузки или извлечения топлива из ядерных реакторов, как они определены в пункте 1.1. выше, которое может использоваться, когда реактор находится под нагрузкой, или обладает техническими возможностями для точного позиционирования или ориентирования, позволяющими проводить на остановленном реакторе сложные работы по перегрузке топлива, при которых обычно невозможны непосредственное наблюдение или прямой доступ к топливу.

1.4. Реакторные управляющие стержни

Стержни, специально предназначенные или подготовленные для управления скоростью реакции в ядерных реакторах, как они определены в пункте 1.1. выше.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Сюда же включаются, помимо части, поглощающей нейтроны, ее опорные и подвесные конструкции, если поставка производится отдельно.

1.5. Реакторные трубы высокого давления

Трубы, которые специально предназначены или подготовлены для размещения в них топливных элементов и теплоносителя первого контура в реакторах, как они определены в пункте 1.1. выше, при рабочем давлении, превышающем 5,1 МПа (740 фунт/кв. дюйм).

1.6. Циркониевые трубы

Трубы или сборки труб из металлического циркония или его сплавов, по весу превышающие 500 кг в течение любого 12-месячного периода, которые специально предназначены или подготовлены для использования в реакторах, как они определены в пункте 1.1. выше, и в которых отношение по весу гафния к цирконию меньше чем 1:500.

1.7. Насосы первого контура теплоносителя

Насосы, специально предназначенные или подготовленные для поддержания циркуляции теплоносителя первого контура ядерных реакторов, как они определены в пункте 1.1. выше.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Специально предназначенные или подготовленные насосы могут включать сложные, уплотненные или многократно уплотненные системы для предотвращения утечки теплоносителя первого контура, герметичные насосы и насосы с системами инерциальной массы. Это определение касается насосов, аттестованных по классу NC-1 или эквивалентным стандартам.

2. Неядерные материалы для реакторов

2.1. Дейтерий и тяжелая вода

Дейтерий, тяжелая вода (окись дейтерия) и любое другое соединение дейтерия, в котором отношение числа атомов дейтерия к числу атомов водорода превышает 1:5000, предназначенные для использования в ядерных реакторах, как они определены в пункте 1.1. выше, в количествах, превышающих 200 кг атомов дейтерия для любой одной страны-получателя в течение любого 12-месячного периода.

2.2. Ядерно-чистый графит

Графит, уровень чистоты которого выше, чем 5 миллионных частей борного эквивалента, и плотность превышает $1,50 \text{ г/см}^3$, предназначенный для использования в ядерных реакторах, как они определены в пункте 1.1 выше, в количествах, превышающих $3 \times 10^4 \text{ кг}$ (30 метрических тонн) для любой одной страны-получателя в течение любого 12-месячного периода.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для целей экспортного контроля правительство определяет, будут ли экспортные партии соответствующего вышеуказанным характеристикам графита использоваться в ядерных реакторах.

3. Установки для переработки облученных топливных элементов и оборудование, специально предназначенное или подготовленное для этого

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

При переработке облученного ядерного топлива плутоний и уран отделяются от высокоактивных продуктов деления и других трансурановых элементов. Для такого разделения могут использоваться различные технологические процессы. Однако со временем процесс "Пурекс" стал наиболее распространенным и приемлемым. Этот процесс включает растворение облученного ядерного топлива в азотной кислоте с последующим выделением урана, плутония и продуктов деления экстракцией растворителем с помощью трибутилфосфата в органическом разбавителе.

Технологические процессы на различных установках типа "Пурекс" аналогичны и включают: измельчение облученных топливных элементов, растворение топлива, экстракцию растворителем и хранение технологической жидкости. Может иметься также оборудование для тепловой денитрации нитрата урана, конверсии нитрата плутония в окись или металл, а также для обработки жидких отходов, содержащих продукты деления, до получения формы, пригодной для продолжительного хранения или захоронения. Однако конкретные типы и конфигурация оборудования, выполняющего эти функции, могут различаться на различных установках типа "Пурекс" по нескольким причинам, включая типы и количество облученного ядерного топлива, подлежащего переработке, и предполагаемый процесс осаждения извлекаемых материалов, а также принципы обеспечения безопасности и технического обслуживания, присущие конструкции данной обстановки.

"Установка для переработки облученных топливных элементов" включает оборудование и компоненты, которые обычно находятся в прямом контакте с облученным топливом и основными технологическими потоками ядерного материала и продуктов деления, и непосредственно управляют ими.

Эти процессы, включая полные системы для конверсии плутония и производства металлического плутония, могут быть идентифицированы по мерам, принимаемым для предотвращения опасностей в связи с критичностью (например, мерами, связанными с геометрией), облучением (например, путем защиты от облучения) и токсичностью (например, мерами по удержанию).

Предметы оборудования, на которые, как считается, распространяется значение фразы "и оборудование, специально предназначенное или подготовленное" для переработки облученных топливных элементов, включают:

3.1. Машины для рубки облученных топливных элементов

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Это оборудование используется для вскрытия оболочки топлива с целью последующего растворения облученного ядерного материала. Как правило, используются специально предназначенные, сконструированные для рубки металла устройства, хотя может использоваться и более совершенное оборудование, например лазеры.

Дистанционно управляемое оборудование, специально предназначенное или подготовленное для использования на установке по переработке, как она определена выше, для резки, рубки или нарезки сборок, пучков или стержней облученного ядерного топлива.

3.2. Диссольверы

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

В диссольверы обычно поступает измельченное отработавшее топливо. В этих безопасных с точки зрения критичности резервуарах облученный ядерный материал растворяется в азотной кислоте, и остающиеся обрезки оболочек выводятся из технологического потока.

Безопасные с точки зрения критичности резервуары (например, малого диаметра, кольцевые или прямоугольные резервуары), специально предназначенные или подготовленные для использования на установке по переработке, как они определены выше, для растворения облученного ядерного топлива, которые способны выдерживать горячую, высококоррозионную жидкость и могут дистанционно загружаться и технически обслуживаться.

3.3. Экстракторы и оборудование для экстракции растворителем

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

В экстракторы с растворителем поступает как раствор облученного топлива из диссольверов, так и органический раствор, с помощью которого разделяются уран, плутоний и продукты деления. Оборудование для экстракции растворителем обычно конструируется таким образом, чтобы оно удовлетворяло жестким

эксплуатационным требованиям, таким, как длительный срок службы без технического обслуживания или легкая заменяемость, простота в эксплуатации и управлении, а также гибкость в отношении изменения параметров процесса.

Специально предназначенные или подготовленные экстракторы с растворителем, такие, как насадочные или пульсационные колонны, смесительно-отстойные аппараты или центробежные контактные аппараты для использования на установке по обработке облученного топлива. Экстракторы с растворителем должны быть устойчивы к коррозионному воздействию азотной кислоты. Экстракторы с растворителем обычно изготавливаются с соблюдением чрезвычайно высоких требований (включая применение специальных методов сварки, инспекций, обеспечение и контроль качества) из малоуглеродистых нержавеющей сталей, титана, циркония или других высококачественных материалов.

3.4. Химические резервуары для выдерживания или хранения

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

На этапе экстракции растворителем образуются три основных технологических потока жидкости. Резервуары для выдерживания или хранения используются в дальнейшей обработке всех трех потоков следующим образом:

- a) раствор чистого азотнокислого урана концентрируется выпариванием и происходит процесс денитрации, где он превращается в оксид урана. Этот оксид повторно используется в ядерном топливном цикле;
- b) раствор высокоактивных продуктов деления обычно концентрируется выпариванием и хранится в виде концентрированной жидкости. Этот концентрат может впоследствии пройти выпаривание или быть преобразован в форму, пригодную для хранения или захоронения;
- c) раствор чистого нитрата плутония концентрируется и хранится до поступления на дальнейшие этапы технологического процесса. В частности, резервуары для выдерживания или хранения растворов плутония конструируются таким образом, чтобы избежать связанных с критичностью проблем, возникающих в результате изменений в концентрации или форме данного потока.

Специально предназначенные или подготовленные резервуары для выдерживания или хранения для использования на установке по переработке облученного топлива. Резервуары для выдерживания или хранения должны быть устойчивы к коррозионному воздействию азотной кислоты. Резервуары для выдерживания или хранения обычно изготавливаются из таких материалов, как малоуглеродистые нержавеющей стали, титан или цирконий или другие высококачественные материалы. Резервуары для выдерживания или хранения могут быть сконструированы таким образом, чтобы их эксплуатация и техническое обслуживание производились дистанционно, и могут иметь следующие особенности с точки зрения контроля за ядерной критичностью:

- 1) борный эквивалент стенок или внутренних конструкций равен по меньшей мере 2%, либо
- 2) цилиндрические резервуары имеют максимальный диаметр 175 мм (7 дюймов), либо

- 3) прямоугольный или кольцевой резервуар имеет максимальную ширину 75 мм (3 дюйма).

3.5. Система конверсии нитрата плутония в оксид

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

На большинстве установок по переработке этот конечный процесс включает конверсию раствора нитрата плутония в двуокись плутония. В число основных операций этого процесса входят: хранение и корректировка исходного технологического материала, осаждение и разделение твердой и жидкой фазы, прокаливание, обращение с продуктом, вентиляция, обращение с отходами и управление процессом.

Замкнутые системы, специально предназначенные или подготовленные для конверсии нитрата плутония в оксид плутония, в частности, оборудованные таким образом, чтобы избежать достижения критичности и радиационных эффектов, а также свести к минимуму опасности, связанные с токсичностью.

3.6. Система конверсии оксида плутония в металл

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Этот процесс, который может быть связан с установкой по переработке, включает фторирование двуокиси плутония, обычно с применением высокоактивного фтористого водорода, с целью получения фторида плутония, который впоследствии восстанавливается с помощью металлического кальция высокой чистоты до получения металлического плутония и фторида кальция в виде шлака. В число основных операций данного процесса входят: фторирование (например, с применением оборудования, содержащего благородные металлы или защищенного покрытием из них), восстановление металла (например, с применением керамических тиглей), восстановление шлака, обращение с продуктом, вентиляция, обращение с отходами и управление процессом.

Замкнутые системы, специально предназначенные или подготовленные для производства металлического плутония, в частности, оборудованные таким образом, чтобы избежать достижения критичности и радиационных эффектов, а также свести к минимуму опасности, связанные с токсичностью.

4. Установки для изготовления топливных элементов

"Установка для изготовления топливных элементов" включает оборудование:

- a) которое обычно находится в непосредственном контакте с технологическим потоком ядерного материала или непосредственно обрабатывает его, или же управляет им, или,
- b) которое герметизирует ядерный материал внутри оболочки.

5. Установки для разделения изотопов урана и оборудование, кроме аналитических приборов, специально предназначенное или подготовленное для этого

Предметы оборудования, на которые, как считается, распространяется значение фразы "оборудование, кроме аналитических приборов, специально предназначенное или подготовленное" для разделения изотопов урана, включают в себя:

5.1. Газовые центрифуги и узлы и компоненты, специально предназначенные или подготовленные для использования в газовых центрифугах

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Газовая центрифуга обычно состоит из тонкостенного(ых) цилиндра(ов) диаметром от 75 мм (3 дюйма) до 400 мм (16 дюймов) с вертикальной центральной осью, который(е) помещен(ы) в вакуум и вращается(ются) с высокой окружной скоростью порядка 300 м/с или более. Для достижения большой скорости конструкционные материалы вращающихся компонентов должны иметь высокое значение отношения прочности к плотности, а роторная сборка и, следовательно, отдельные ее компоненты должны изготавливаться с высокой степенью точности, чтобы разбаланс был минимальным. В отличие от других центрифуг газовая центрифуга для обогащения урана имеет внутри роторной камеры вращающуюся(иеся) перегородку(и) в форме диска и неподвижную систему подачи и отвода газа UF_6 , состоящую по меньшей мере из трех отдельных каналов, два из которых соединены с лопатками, отходящими от оси ротора к периферийной части роторной камеры. В вакууме находится также ряд важных невращающихся элементов, которые, хотя и имеют особую конструкцию, не сложны в изготовлении и не изготавливаются из уникальных материалов. Центрифужная установка, однако, требует большого числа этих компонентов, так что их количество может служить важным индикатором конечного использования.

5.1.1. Вращающиеся компоненты

a) Полные роторные сборки:

Тонкостенные цилиндры или ряд соединенных между собой тонкостенных цилиндров, изготовленных из одного или более материалов с высоким значением отношения прочности к плотности, указанных в ПОЯСНИТЕЛЬНОМ ЗАМЕЧАНИИ к настоящему разделу. Соединение цилиндров между собой осуществляется при помощи гибких сильфонов или колец, описанных в части 5.1.1. c) ниже. Собранный ротор имеет внутреннюю(ие) перегородку(и) и концевые узлы, описанные в частях 5.1.1. d) и e) ниже. Однако полная сборка может быть поставлена заказчику в частично собранном виде.

b) Роторные трубы:

Специально предназначенные или подготовленные тонкостенные цилиндры с толщиной стенки 12 мм (0,5 дюйма) или менее, диаметром от 75 мм (3 дюйма) до 400 мм (16 дюймов), изготовленные из одного или более материалов, имеющих высокое значение отношения прочности к плотности, указанных в ПОЯСНИТЕЛЬНОМ ЗАМЕЧАНИИ к настоящему разделу.

с) Кольца или сильфоны:

Компоненты, специально предназначенные или подготовленные для создания местной опоры для роторной трубы или соединения ряда роторных труб. Сильфоны представляют собой короткие цилиндры с толщиной стенки 3 мм (0,12 дюйма) или менее, диаметром от 75 мм (3 дюйма) до 400 мм (16 дюймов), имеющих один гофр и изготовленные из одного из материалов, имеющих высокое значение отношения прочности к плотности, указанных в ПОЯСНИТЕЛЬНОМ ЗАМЕЧАНИИ к настоящему разделу.

d) Перегородки:

Компоненты в форме диска диаметром от 75 мм (3 дюйма) до 400 мм (16 дюймов), специально предназначенные или подготовленные для установки внутри роторной трубы центрифуги с целью изолировать выпускную камеру от главной разделительной камеры и в некоторых случаях для улучшения циркуляции газа UF_6 внутри главной разделительной камеры роторной трубы и изготовленные из одного из материалов, имеющих высокое значение отношения прочности к плотности, указанных в ПОЯСНИТЕЛЬНОМ ЗАМЕЧАНИИ к настоящему разделу.

e) Верхние/нижние крышки:

Компоненты в форме диска диаметром от 75 мм (3 дюйма) до 400 мм (16 дюймов), специально предназначенные или подготовленные таким образом, чтобы точно соответствовать диаметру концов роторной трубы и благодаря этому удерживать UF_6 внутри ее. Эти компоненты используются для того, чтобы поддерживать, удерживать или содержать в себе как составную часть элементы верхнего подшипника (верхняя крышка) или служить в качестве несущей части вращающихся элементов электродвигателя и элементов нижнего подшипника (нижняя крышка), и изготавливаются из одного из материалов, имеющих высокое значение отношения прочности к плотности, указанных в ПОЯСНИТЕЛЬНОМ ЗАМЕЧАНИИ к настоящему разделу.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Для вращающихся компонентов центрифуг используются следующие материалы:

- a) мартенситностареющие стали, имеющие максимальный предел прочности на растяжение $2,05 \times 10^9 \text{ Н/м}^2$ (300 000 фунт/кв. дюйм) или более;
- b) алюминиевые сплавы, имеющие максимальный предел прочности на растяжение $0,46 \times 10^9 \text{ Н/м}^2$ (67 000 фунт/кв. дюйм) или более;
- c) волокнистые (нитеподобные) материалы, пригодные для использования в композитных структурах и имеющие значения удельного модуля упругости $12,3 \times 10^6 \text{ м}$ или более и максимального удельного предела прочности на растяжение $0,3 \times 10^6 \text{ м}$ или более ("удельный модуль упругости" - это модуль Юнга в Н/м^2 , деленный на удельный вес в Н/м^3 ; "максимальный удельный предел прочности на растяжение" - это максимальный предел прочности на растяжение в Н/м^2 , деленный на удельный вес в Н/м^3).

5.1.2. Статические компоненты

а) Подшипники с магнитной подвеской:

Специально предназначенные или подготовленные подшипниковые узлы, состоящие из кольцевого магнита, подвешенного в обойме, содержащей демпфирующую среду. Обойма изготавливается из стойкого к UF_6 материала (см. ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ к разделу 5.2.). Магнит соединяется с полюсным наконечником или вторым магнитом, установленным на верхней крышке, описанной в разделе 5.1.1. е). Магнит может иметь форму кольца с соотношением между внешним и внутренним диаметрами, меньшим или равным 1,6:1. Магнит может иметь форму, обеспечивающую начальную проницаемость 0,15 Гн/м (120 000 единиц СГС) или более, или остаточную намагниченность 98,5% или более, или произведение индукции на максимальную напряженность поля более 80 кДж/м³ (10⁷ Гс.Э). Кроме обычных свойств материала, необходимым предварительным условием является ограничение очень малыми допусками (менее 0,1 мм или 0,004 дюйма), отклонения магнитных осей от геометрических осей или обеспечение особой гомогенности материала магнита.

б) Подшипники/демпферы:

Специально предназначенные или подготовленные подшипники, содержащие узел ось/уплотнительное кольцо, смонтированный на демпфере. Ось обычно представляет собой вал из закаленной стали с одним концом в форме полусферы, и со средствами подсоединения к нижней крышке, описанной в разделе 5.1.1. е), на другом. Вал, однако, может быть соединен с гидродинамическим подшипником. Кольцо имеет форму таблетки с полусферическим углублением на одной поверхности. Эти компоненты часто поставляются отдельно от демпфера.

с) Молекулярные насосы:

Специально предназначенные или подготовленные цилиндры с выточенными или выдавленными внутри спиральными канавками и с высверленными внутри отверстиями. Типовыми размерами являются следующие: внутренний диаметр от 75 мм (3 дюйма) до 400 мм (16 дюймов), толщина стенки 10 мм (0,4 дюйма) или более, с длиной, равной диаметру или больше. Канавки обычно имеют прямоугольное поперечное сечение и глубину 2 мм (0,08 дюйма) или более.

д) Статоры двигателей:

Специально предназначенные или подготовленные статоры кольцевой формы для высокоскоростных многофазных гистерезисных (или реактивных) электродвигателей переменного тока для синхронной работы в условиях вакуума в диапазоне частот 600-2000 Гц и в диапазоне мощностей 50-1000 ВА. Статоры состоят из многофазных обмоток на многослойном железном сердечнике с низкими потерями, составленном из тонких пластин, обычно толщиной 2,0 мм (0,08 дюйма) или менее.

е) Корпуса/приемники центрифуги

Компоненты, специально предназначенные или подготовленные для размещения в них сборки роторной трубы газовой центрифуги. Корпус состоит из жесткого цилиндра с толщиной стенки до 30 мм (1,2 дюйма) с прецизионно обработанными концами для установки подшипников и с одним или несколькими фланцами для

монтажа. Обработанные концы параллельны друг другу и перпендикулярны продольной оси цилиндра в пределах 0,05 градуса или менее. Корпус может также представлять собой конструкцию ячеистого типа для размещения в нем нескольких роторных труб. Корпуса изготавливаются из материалов, коррозиестойких к UF_6 , или защищаются покрытием из таких материалов.

f) Ловушки:

Специально предназначенные или подготовленные трубы внутренним диаметром до 12 мм (0,5 дюйма) для извлечения газа UF_6 из роторной трубы по методу трубы Пито (т.е. с отверстием, направленным на круговой поток газа в роторной трубе, к примеру, посредством изгиба конца радиально расположенной трубы), которые можно прикрепить к центральной системе извлечения газа. Трубы изготовлены из материалов, коррозиестойких к UF_6 , или защищаются покрытием из таких материалов.

5.2. Специально предназначенные или подготовленные вспомогательные системы, оборудование и компоненты для использования на газодиффузионной установке по обогащению

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Вспомогательные системы, оборудование и компоненты газодиффузионной установки по обогащению представляют собой системы установки, необходимые для подачи UF_6 в центрифуги, для связи отдельных центрифуг между собой с целью образования каскадов (или ступеней), чтобы достичь более высокого обогащения и извлечь "продукт" и "хвосты" UF_6 из центрифуг, а также оборудование, необходимое для приведения в действие центрифуг или для управления установкой.

Обычно UF_6 испаряется из твердых веществ, помещенных внутри подогреваемых автоклавов, и подается в газообразной форме к центрифугам через систему коллекторных трубопроводов каскада. "Продукт" и "хвосты" UF_6 , поступающие из центрифуг в виде газообразных потоков, также проходят через систему коллекторных трубопроводов каскада к холодным ловушкам (работающим при температуре около 203 К (-70°C)), где они конденсируются и затем помещаются в соответствующие контейнеры для транспортировки или хранения. Так как установка по обогащению состоит из многих тысяч центрифуг, собранных в каскады, создаются многокилометровые коллекторные трубопроводы каскадов с тысячами сварных швов, причем схема основной части их соединений многократно повторяется. Оборудование, компоненты и системы трубопроводов изготавливаются с соблюдением высоких требований к вакуум-плотности и чистоте обработки.

5.2.1. Системы подачи/системы отвода "продукта" и "хвостов"

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы, включающие:

питающие автоклавы (или станции), используемые для подачи UF_6 в каскады центрифуг при давлении до 100 кПа (15 фунт/кв. дюйм) и при скорости 1 кг/ч или более;

десублиматоры (или холодные ловушки), используемые для выведения UF_6 из каскадов при давлении до 3 кПа (0,5 фунт/кв.дюйм). Десублиматоры способны охлаждаться до 203 К ($-70^{\circ}C$) и нагреваться до 343 К ($70^{\circ}C$);

станции "продукта" и "хвостов", используемые для перемещения UF_6 в контейнеры.

Эта установка, оборудование и трубопроводы полностью изготавливаются из стойких к UF_6 материалов или защищаются покрытием из них (см. ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ к данному разделу) с соблюдением высоких требований к вакуум-плотности и чистоте обработки.

5.2.2. Машинные системы коллекторных трубопроводов

Специально предназначенные или подготовленные системы трубопроводов и коллекторов для удержания UF_6 внутри центрифужных каскадов. Эта сеть трубопроводов обычно представляет собой систему с "тройным" коллектором, и каждая центрифуга соединена с каждым из коллекторов. Следовательно, схема основной части их соединения многократно повторяется. Она полностью изготавливается из стойких к UF_6 материалов (см. ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ к настоящему разделу) с соблюдением высоких требований к вакуум-плотности и чистоте обработки.

5.2.3. Масс-спектрометры/источники ионов для UF_6

Специально предназначенные или подготовленные магнитные или квадрупольные масс-спектрометры, способные производить прямой отбор проб подаваемой массы, "продукта" или "хвостов" из газовых потоков UF_6 и обладающие полным набором следующих характеристик:

1. Удельная разрешающая способность по массе свыше 320;
2. Содержат источники ионов, изготовленные из нихрома или монеля или защищенные покрытием из них, или никелированные;
3. Содержат ионизационные источники с бомбардировкой электронами;
4. Содержат коллекторную систему, пригодную для изотопного анализа.

5.2.4. Преобразователи частоты

Преобразователи частоты (также известные как конверторы или инверторы), специально предназначенные или подготовленные для питания статоров двигателей, определенных в подпункте 5.1.2. d), или части, компоненты и подборки таких преобразователей частоты, обладающие полным набором следующих характеристик:

1. Многофазный выход в диапазоне от 600 до 2000 Гц;
2. Высокая стабильность (со стабилизацией частоты лучше 0,1%);
3. Низкие нелинейные искажения (менее 2%);
4. Коэффициент полезного действия свыше 80%.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Перечисленное выше оборудование вступает в непосредственный контакт с технологическим газом UF_6 или непосредственно управляет работой центрифуг и прохождением газа от центрифуги к центрифуге и из каскада в каскад.

Коррозионностойкие к UF_6 материалы включают нержавеющую сталь, алюминий, алюминиевые сплавы, никель или сплавы, содержащие 60% и более никеля.

5.3. Специально предназначенные или подготовленные сборки и компоненты для использования при газодиффузионном обогащении

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

При газодиффузионном методе разделения изотопов урана основной технологической сборкой является специальный пористый газодиффузионный барьер, теплообменник для охлаждения газа (который нагревается в процессе сжатия), уплотнительные клапаны и регулирующие клапаны, а также трубопроводы. Поскольку в газодиффузионной технологии используется шестифтористый уран (UF_6), все оборудование, трубопроводы и поверхности измерительных приборов (которые вступают в контакт с газом) должны изготавливаться из материалов, сохраняющих стабильность при контакте с UF_6 . Газодиффузионная установка состоит из ряда таких сборок, так что их количество может быть важным показателем конечного предназначения.

5.3.1. Газодиффузионные барьеры

а) Специально предназначенные или подготовленные тонкие, пористые фильтры с размером пор 100-1000 Å (ангстрем), толщиной 5 мм (0,2 дюйма) или меньше, а для трубчатых форм диаметром 25 мм (1 дюйм) или меньше, изготовленные из металлических, полимерных или керамических материалов, коррозионностойких к UF_6 , и

б) специально подготовленные соединения или порошки для изготовления таких фильтров. Такие соединения и порошки включают никель или сплавы, содержащие 60% или более никеля, оксид алюминия или стойкие к UF_6 полностью фторированные углеводородные полимеры с чистотой 99,9% или более, размером частиц менее 10 мкм и высокой однородностью частиц по крупности, которые специально подготовлены для изготовления газодиффузионных барьеров.

5.3.2. Камеры диффузоров

Специально предназначенные или подготовленные герметичные цилиндрические сосуды диаметром более 300 мм (12 дюймов) и длиной более 900 мм (35 дюймов), или прямоугольные сосуды сравнимых размеров, имеющие один впускной и два выпускных патрубка, диаметр каждого из которых более 50 мм (2 дюйма), для помещения в них газодиффузионных барьеров, изготовленные из стойких к UF_6 материалов или защищенные покрытием из них, и предназначенные для установки в горизонтальном или вертикальном положении.

5.3.3. Компрессоры и газодувки

Специально предназначенные или подготовленные осевые, центробежные или объемные компрессоры, или газодувки с производительностью на всосе 1 м³/мин или более UF_6 и с давлением на выходе до нескольких сотен кПа (100 фунт/кв. дюйм), предназначенные для долговременной эксплуатации в среде UF_6 с

электродвигателем соответствующей мощности или без него, а также отдельные сборки таких компрессоров и газодувок. Эти компрессоры и газодувки имеют перепад давления от 2:1 до 6:1 и изготавливаются из стойких к UF_6 материалов или покрываются ими.

5.3.4. Уплотнения вращающихся валов

Специально предназначенные или подготовленные вакуумные уплотнения, установленные на стороне подачи и на стороне выхода для уплотнения вала, соединяющего ротор компрессора или газодувки с приводным двигателем, с тем чтобы обеспечить надежную герметизацию, предотвращающую натекание воздуха во внутреннюю камеру компрессора или газодувки, которая наполнена UF_6 . Такие уплотнения обычно проектируются на скорость натекания буферного газа менее $1000 \text{ см}^3/\text{мин}$ ($60 \text{ дюйм}^3/\text{мин}$).

5.3.5. Теплообменники для охлаждения UF_6

Специально предназначенные или подготовленные теплообменники, изготовленные из стойких к UF_6 материалов или покрытые ими (за исключением нержавеющей стали), или медью, или любым сочетанием этих металлов и рассчитанные на скорость изменения давления, определяющего утечку, менее 10 Па ($0,0015 \text{ фунт/кв. дюйм}$) в час при перепаде давления 100 кПа (15 фунт/кв. дюйм).

5.4. Специально предназначенные или подготовленные вспомогательные системы, оборудование и компоненты для использования при газодиффузионном обогащении

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Вспомогательные системы, оборудование и компоненты для газодиффузионных установок по обогащению представляют собой системы установки, необходимые для подачи UF_6 в газодиффузионную сборку, для связи отдельныхборок между собой и образования каскадов (или ступеней) с целью постепенного достижения более высокого обогащения и извлечения "продукта" и "хвостов" UF_6 из диффузионных каскадов. Ввиду высокоинерционных характеристик диффузионных каскадов любое прерывание их работы, особенно их остановка, приводят к серьезным последствиям. Следовательно, на газодиффузионной установке важное значение имеют строгое и постоянное поддержание вакуума во всех технологических системах, автоматическая защита от аварий и точное автоматическое регулирование потока газа. Все это приводит к необходимости оснащения установки большим количеством специальных измерительных, регулирующих и управляющих систем.

Обычно UF_6 испаряется из цилиндров, помещенных внутри автоклавов, и подается в газообразной форме к входным точкам через систему коллекторных трубопроводов каскада. "Продукт" и "хвосты" UF_6 , поступающие из выходных точек в виде газообразных потоков, проходят через систему коллекторных трубопроводов каскада либо к холодным ловушкам, либо к компрессорным станциям, где газообразный поток UF_6 сжижается и затем помещается в соответствующие контейнеры для транспортировки или хранения. Поскольку газодиффузионная установка по обогащению имеет большое количество газодиффузионныхборок, собранных в каскады, создаются многокилометровые коллекторные трубопроводы каскадов с тысячами сварных швов, причем схема

основной части их соединений многократно повторяется. Оборудование, компоненты и системы трубопроводов изготавливаются с соблюдением высоких требований к вакуум-плотности и чистоте обработки.

5.4.1. Системы подачи/системы отвода "продукта" и "хвостов"

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы, способные работать при давлении 300 Па (45 фунт/кв. дюйм) или менее, включая:

питающие автоклавы (или системы), используемые для подачи UF_6 в газодиффузионные каскады;

десублиматоры (или холодные ловушки), используемые для выведения UF_6 из газодиффузионных каскадов;

станции ожижения, где UF_6 в газообразной форме из каскада сжимается и охлаждается до жидкого состояния;

станции "продукта" или "хвостов", используемые для перемещения UF_6 в контейнеры.

5.4.2. Системы коллекторных трубопроводов

Специально предназначенные или подготовленные системы трубопроводов и системы коллекторов для удержания UF_6 внутри газодиффузионных каскадов. Эта сеть трубопроводов обычно представляет собой систему с "двойным" коллектором, где каждая ячейка соединена с каждым из коллекторов.

5.4.3. Вакуумные системы

а) Специально предназначенные или подготовленные крупные вакуумные магистрали, вакуумные коллекторы и вакуумные насосы производительностью 5 м³/мин (175 фут³/мин) или более.

б) Вакуумные насосы, специально предназначенные для работы в содержащей UF_6 атмосфере и изготовленные из алюминия, никеля или сплавов, содержащих более 60% никеля или покрытые ими. Эти насосы могут быть или ротационными, или поршневыми, могут иметь вытесняющие и фтористоуглеродные уплотнения, а также в них могут присутствовать специальные рабочие жидкости.

5.4.4. Специальные стопорные и регулирующие клапаны

Специально предназначенные или подготовленные ручные или автоматические стопорные и регулирующие клапаны сильфонного типа, изготовленные из стойких к UF_6 материалов, диаметром от 40 до 1500 мм (от 1,5 до 59 дюймов) для установки в основных и вспомогательных системах газодиффузионных установок по обогащению.

5.4.5. Масс-спектрометры/источники ионов для UF_6

Специально предназначенные или подготовленные магнитные или квадрупольные масс-спектрометры, способные производить прямой отбор проб подаваемой массы, "продукта" или "хвостов" из газовых потоков UF_6 и обладающие полным набором следующих характеристик:

1. Удельная разрешающая способность по массе свыше 320;
2. Содержат источники ионов, изготовленные из нихрома или монеля или защищенные покрытием из них, или никелированные;
3. Содержат ионизационные источники с бомбардировкой электронами;
4. Содержат коллекторную систему, пригодную для изотопного анализа.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Перечисленное выше оборудование вступает в непосредственный контакт с технологическим газом UF_6 , либо непосредственно регулирует поток в пределах каскада. Все поверхности, которые вступают в контакт с технологическим газом, целиком изготавливаются из стойких к UF_6 материалов или покрываются ими. Для целей разделов, относящихся к газодиффузионным устройствам, материалы, коррозионностойкие к UF_6 , включают нержавеющую сталь, алюминий, алюминиевые сплавы, оксид алюминия, никель или сплавы, содержащие 60% или более никеля, а также стойкие к UF_6 полностью фторированные углеводородные полимеры.

5.5. Специально предназначенные или подготовленные системы, оборудование и компоненты для использования на установках аэродинамического обогащения

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

В процессах аэродинамического обогащения смесь газообразного UF_6 и легкого газа (водород или гелий) сжимается и затем пропускается через разделяющие элементы, в которых изотопное разделение завершается посредством получения больших центробежных сил по геометрии криволинейной стенки. Успешно разработаны два процесса этого типа: процесс соплового разделения и процесс вихревой трубки. Для обоих процессов основными компонентами каскада разделения являются цилиндрические корпуса, в которых размещены специальные разделительные элементы (сопла или вихревые трубки), газовые компрессоры и теплообменники для удаления образующегося при сжатии тепла. Для аэродинамических установок требуется целый ряд таких каскадов, так что их количество может служить важным указателем конечного использования. Поскольку в аэродинамическом процессе используется UF_6 , поверхности всего оборудования, трубопроводов и измерительных приборов (которые вступают в контакт с газом) должны изготавливаться из материалов, сохраняющих устойчивость при контакте с UF_6 .

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Перечисленные в настоящем разделе элементы вступают в непосредственный контакт с технологическим газом UF_6 либо непосредственно регулируют поток в пределах каскада. Все поверхности, которые вступают в контакт с технологическим газом, целиком изготавливаются из стойких к UF_6 материалов, или защищены покрытием из таких материалов. Для целей раздела, относящегося к элементам аэродинамического обогащения, коррозионностойкие к UF_6 материалы, включают медь, нержавеющую сталь, алюминий, алюминиевые сплавы, никель или сплавы, содержащие 60% или более никеля, а также стойкие к UF_6 полностью фторированные углеводородные полимеры.

5.5.1. Разделительные сопла

Специально предназначенные или подготовленные разделительные сопла и их сборки. Разделительные сопла состоят из щелевидных изогнутых каналов с радиусом изгиба менее 1 мм (обычно от 0,1 до 0,05 мм), коррозиестойких к UF_6 , и имеющих внутреннюю режущую кромку, которая разделяет протекающий через сопло газ на две фракции.

5.5.2. Вихревые трубки

Специально предназначенные или подготовленные вихревые трубки и их сборки. Вихревые трубки имеют цилиндрическую или конусообразную форму, изготовлены из коррозиестойких к UF_6 материалов или защищены покрытием из таких материалов и имеют диаметр от 0,5 см до 4 см при отношении длины к диаметру 20:1 или менее, а также одно или большее число тангенциальных входных отверстий. Трубки могут быть оснащены отводами соплового типа на одном или на обоих концах.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Питательный газ поступает в вихревую трубку по касательной с одного конца или через закручивающие лопатки или через многочисленные тангенциальные входные отверстия вдоль трубки.

5.5.3. Компрессоры и газодувки

Специально предназначенные или подготовленные осевые, центрифужные или объемные компрессоры или газодувки, изготовленные из коррозиестойких к UF_6 материалов, или защищенные покрытием из таких материалов, производительностью на входе 2 м³/мин или более смеси UF_6 и несущего газа (водород или гелий).

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Такие компрессоры и газодувки обычно имеют перепад давления от 1,2:1 до 6:1.

5.5.4. Уплотнения вращающихся валов

Специально предназначенные или подготовленные уплотнения вращающихся валов, установленные на стороне подачи и на стороне выхода для уплотнения вала, соединяющего ротор компрессора или ротор газодувки с приводным двигателем, с тем чтобы обеспечить надежную герметизацию, предотвращающую выход технологического газа или натекание воздуха или уплотняющего газа во внутреннюю камеру компрессора или газодувки, которая заполнена смесью UF_6 и несущего газа.

5.5.5. Теплообменники для охлаждения газа

Специально предназначенные или подготовленные теплообменники, изготовленные из коррозиестойких к UF_6 материалов или защищенные покрытием из таких материалов.

5.5.6. Кожухи разделяющих элементов

Специально предназначенные или подготовленные кожухи разделяющих элементов, изготовленные из коррозионностойких к UF_6 материалов или защищенных покрытием из таких материалов, для помещения в них вихревых трубок или разделительных сопел.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти кожухи могут представлять собой цилиндрические камеры диаметром более 300 мм и длиной более 900 мм или прямоугольные камеры сравнимых размеров и могут быть предназначены для установки в горизонтальном или вертикальном положении.

5.5.7. Системы подачи/системы отвода "продукта" и "хвостов"

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы или оборудование для обогатительных установок, изготовленные из коррозионностойких к UF_6 материалов или защищенных покрытием из таких материалов, включающие:

- a) питающие автоклавы, печи или системы, используемые для подачи UF_6 для процесса обогащения;
- b) десублиматоры (или холодные ловушки), используемые для вывода нагретого UF_6 из процесса обогащения для последующего перемещения;
- c) станции отверждения или ожижения, используемые для вывода UF_6 из процесса обогащения путем сжатия и перевода UF_6 в жидкую или твердую форму;
- d) станции "продукта" или "хвостов", используемые для перемещения UF_6 в контейнеры.

5.5.8. Системы коллекторных трубопроводов

Специально предназначенные или подготовленные системы коллекторных трубопроводов, изготовленные из коррозионностойких к UF_6 материалов или защищенные покрытием из таких материалов, для удержания UF_6 внутри аэродинамических каскадов. Эта сеть трубопроводов обычно представляет собой систему с "двойным" коллектором, где каждый каскад или группа каскадов соединены с каждым из коллекторов.

5.5.9. Вакуумные системы и насосы

- a) Специально предназначенные или подготовленные вакуумные системы, производительностью на входе $5 \text{ м}^3/\text{мин}$ или более, состоящие из вакуумных магистралей, вакуумных коллекторов и вакуумных насосов, и предназначенные для работы в содержащих UF_6 газовых средах.
- b) Вакуумные насосы, специально предназначенные или подготовленные для работы в содержащих UF_6 газовых средах и изготовленные из коррозионностойких к UF_6 материалов или защищенных покрытием из таких материалов. В этих насосах могут использоваться фтористо-углеродные уплотнения и специальные рабочие жидкости.

5.5.10. Специальные стопорные и регулирующие клапаны

Специальные предназначенные или подготовленные ручные или автоматические стопорные и регулирующие клапаны сильфонного типа, изготовленные из коррозионностойких к UF_6 материалов или защищенные покрытием из таких материалов, диаметром от 40 до 1500 мм для монтажа в основных и вспомогательных системах установок аэродинамического обогащения.

5.5.11. Масс-спектрометры/источники ионов для UF_6

Специально предназначенные или подготовленные магнитные или квадрупольные масс-спектрометры, способные производить прямой отбор проб подаваемой массы, "продукта" или "хвостов" из газовых потоков UF_6 и обладающие полным набором следующих характеристик:

1. Удельная разрешающая способность по массе свыше 320;
2. Содержат источники ионов, изготовленные из нихрома или монеля или защищенные покрытием из них, или никелированные;
3. Содержат ионизационные источники с бомбардировкой электронами;
4. Содержат коллекторную систему, пригодную для изотопного анализа.

5.5.12. Системы отделения UF_6 от несущего газа

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы для отделения UF_6 от несущего газа (водорода или гелия).

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы предназначены для сокращения содержания UF_6 в несущем газе до одной части на миллион или менее и могут включать такое оборудование, как:

- a) криогенные теплообменники и криосепараторы, способные создавать температуры -120°C или менее, или
- b) блоки криогенного охлаждения, способные создавать температуры -120°C или менее, или
- c) блоки разделительных сопел или вихревых трубок для отделения UF_6 от несущего газа, или
- d) холодные ловушки UF_6 , способные создавать температуры -20°C или менее.

5.6. Специально предназначенные или подготовленные системы, оборудование и компоненты для использования на установках химического обмена или ионообменного обогащения

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Незначительное различие изотопов урана по массе приводит к небольшим изменениям в равновесии химических реакций, которые могут использоваться в качестве основы для разделения изотопов. Успешно разработано два процесса: жидкостно-жидкостный химический обмен и твердо-жидкостный ионный обмен.

В процессе жидкостно-жидкостного химического обмена в противотоке происходит взаимодействие несмешивающихся жидких фаз (водных или органических), что приводит к эффекту каскадирования тысяч стадий разделения. Водная фаза состоит из хлорида урана в растворе соляной кислоты; органическая фаза состоит из экстрагента, содержащего хлорид урана в органическом растворителе. Контактными фильтрами в разделительном каскаде могут являться жидкостно-жидкостные обменные колонны (такие, как импульсные колонны с сетчатыми тарелками) или жидкостные центрифужные контактные фильтры. На обоих концах разделительного каскада в целях обеспечения рефлюкса на каждом конце необходимы химические превращения (окисление и восстановление). Главная задача конструкции состоит в том, чтобы не допустить загрязнения технологических потоков некоторыми ионами металлов. В связи с этим используются пластиковые, покрытые пластиком (включая применение фторированных углеводородных полимеров) и/или покрытые стеклом колонны и трубопроводы.

В твердо-жидкостном ионообменном процессе обогащение достигается посредством адсорбции/десорбции урана на специальной, очень быстро действующей ионообменной смоле или адсорбенте. Раствор урана в соляной кислоте и другие химические реагенты пропускаются через цилиндрические обогатительные колонны, содержащие уплотненные слои адсорбента. Для поддержания непрерывности процесса необходима система рефлюкса в целях высвобождения урана из адсорбента обратно в жидкий поток, с тем чтобы можно было собрать "продукт" и "хвосты". Это достигается путем использования подходящих химических реагентов восстановления/окисления, которые полностью регенерируются в отдельных внешних петлях и которые могут частично регенерироваться в самих изотопных разделительных колоннах. Присутствие в процессе горячих концентрированных растворов соляной кислоты требует, чтобы оборудование было изготовлено из специальных коррозионностойких материалов или защищено покрытием из таких материалов.

5.6.1. Жидкостно-жидкостные обменные колонны (химический обмен)

Противоточные жидкостно-жидкостные обменные колонны, имеющие механический силовой ввод (т.е. импульсные колонны с сетчатыми тарелками, колонны с тарелками, совершающими возвратно поступательные движения, и колонны с внутренними турбинными смесителями), специально предназначенные или подготовленные для обогащения урана с использованием процесса химического обмена. Для коррозионной устойчивости к концентрированным растворам соляной кислоты эти колонны и их внутренние компоненты изготовлены из подходящих пластиковых материалов (таких, как фторированные углеводородные полимеры) или стекла или защищены покрытием из таких материалов. Колонны спроектированы на короткое (30 секунд или менее) время прохождения в каскаде.

5.6.2. Центрифужные жидкостно-жидкостные контактные фильтры (химический обмен)

Центрифужные жидкостно-жидкостные контактные фильтры, специально предназначенные или подготовленные для обогащения урана с использованием процесса химического обмена. В таких контактных фильтрах используется вращение для получения органических и жидких потоков, а затем центробежная сила для разделения фаз. Для коррозионной стойкости к концентрированным растворам соляной кислоты контактные фильтры изготавливаются из

соответствующих пластиковых материалов (таких, как фторированные углеводородные полимеры) или покрываются ими или стеклом. Центрифужные контактные фильтры спроектированы на короткое (30 секунд или менее) время прохождения в каскаде.

5.6.3. Системы и оборудование для восстановления урана (химический обмен)

а) Специально предназначенные или подготовленные ячейки электрохимического восстановления для восстановления урана из одного валентного состояния в другое для обогащения урана с использованием процесса химического обмена. Материалы ячеек, находящиеся в контакте с технологическими растворами, должны быть коррозионностойкими к концентрированным растворам соляной кислоты.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Катодный отсек ячейки должен быть спроектирован таким образом, чтобы предотвратить повторное окисление урана до более высокого валентного состояния. Для удержания урана в катодном отсеке ячейка может иметь непроницаемую диафрагменную мембрану, изготовленную из специального катионно-обменного материала. Катод состоит из соответствующего твердого проводника, такого, как графит.

б) Специально предназначенные или подготовленные системы для извлечения U^{+4} из органического потока, регулирования концентрации кислоты и для заполнения ячеек электрохимического восстановления на производственном выходе каскада.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы состоят из оборудования экстракции растворителем для отгонки U^{+4} из органического потока в жидкий раствор, оборудования выпаривания и/или другого оборудования для достижения регулировки и контроля водородного показателя, и насосов или других устройств переноса для заполнения ячеек электрохимического восстановления. Основная задача конструкции состоит в том, чтобы избежать загрязнения потока жидкости ионами некоторых металлов. Следовательно, те части оборудования системы, которые находятся в контакте с технологическим потоком, изготавливаются из соответствующих материалов (таких, как стекло, фторированные углеводородные полимеры, сульфат полифенила, сульфон полиэфира и пропитанный смолой графит), или защищены покрытием из таких материалов.

5.6.4. Системы подготовки питания (химический обмен)

Специально предназначенные или подготовленные системы для производства питательных растворов хлорида урана высокой чистоты для установок по разделению изотопов урана методом химического обмена.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы состоят из оборудования для растворения, экстракции растворителем и/или ионообменного оборудования для очистки, а также электролитических ячеек для восстановления U^{+6} или U^{+4} в U^{+3} . В этих системах производятся растворы хлорида урана, в которых содержится лишь несколько частей на миллион

металлических включений, таких, как хром, железо, ванадий, молибден и других двухвалентных их катионов или катионов с большей валентностью. Конструкционные материалы для элементов системы, в которой обрабатывается U^{+3} высокой чистоты, включают стекло, фторированные углеводородные полимеры, графит, покрытый поливинил-сульфатным или полиэфир-сульфонным пластиком и пропитанный смолой.

5.6.5. Системы окисления урана (химический обмен)

Специально предназначенные или подготовленные системы для окисления U^{+3} в U^{+4} для возвращения в каскад разделения изотопов урана в процессе обогащения методом химического обмена.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы могут включать такие элементы, как:

- a) оборудование для контактирования хлора и кислорода с водными эффлоэнтами из оборудования разделения изотопов и экстракции образовавшегося U^{+4} в обедненный органический поток, возвращающийся из производственного выхода каскада;
- b) оборудование, которое отделяет воду от соляной кислоты, чтобы вода и концентрированная соляная кислота могли бы быть вновь введены в процесс в нужных местах.

5.6.6. Быстро реагирующие ионообменные смолы/адсорбенты (ионный обмен)

Быстро реагирующие ионообменные смолы или адсорбенты, специально предназначенные или подготовленные для обогащения урана с использованием процесса ионного обмена, включая пористые смолы макросетчатой структуры и/или мембранные структуры, в которых активные группы химического обмена ограничены покрытием на поверхности неактивной пористой вспомогательной структуры, и другие композитные структуры в любой приемлемой форме, включая частицы волокон. Эти ионообменные смолы/адсорбенты имеют диаметры 0,2 мм или менее и должны быть химически стойкими по отношению к растворам концентрированной соляной кислоты, а также достаточно прочны физически, с тем чтобы их свойства не ухудшались в обменных колоннах. Смолы/адсорбенты специально предназначены для получения кинетики очень быстрого обмена изотопов урана (длительность полуобмена менее 10 секунд) и обладают возможностью работать при температуре в диапазоне от 100°C до 200°C.

5.6.7. Ионообменные колонны (ионный обмен)

Цилиндрические колонны диаметром более 1000 мм для удержания и поддержания заполненных слоев ионообменных смол/адсорбентов, специально предназначенные или подготовленные для обогащения урана с использованием ионообменного процесса. Эти колонны изготовлены из материалов (таких, как титан или фторированные углеводородные полимеры), стойких к коррозии, вызываемой растворами концентрированной соляной кислоты, или защищены покрытием из таких материалов и способны работать при температуре в диапазоне от 100°C до 200°C и давлении выше 0,7 МПа (102 фунт/кв. дюйм).

5.6.8. Ионообменные системы рефлюкса (ионный обмен)

- a) Специально предназначенные или подготовленные системы химического или электрохимического восстановления для регенерации реагента(ов) химического восстановления, используемого(ых) в каскадах ионообменного обогащения урана.
- b) Специально предназначенные или подготовленные системы химического или электрохимического окисления для регенерации реагента(ов) химического окисления, используемого(ых) в каскадах ионообменного обогащения урана.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

В процессе ионообменного обогащения в качестве восстанавливающего катиона может использоваться, например, трехвалентный титан (Ti^{+3}), и в этом случае восстановительная система будет вырабатывать Ti^{+3} посредством восстановления Ti^{+4} .

В процессе в качестве окислителя может использоваться, например, трехвалентное железо (Fe^{+3}), и в этом случае система окисления будет вырабатывать Fe^{+3} посредством окисления Fe^{+2} .

5.7. Специально предназначенные или подготовленные системы, оборудование и компоненты для использования в лазерных обогатительных установках

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Существующие системы для обогатительных процессов с использованием лазеров делятся на две категории: те, в которых рабочей средой являются пары атомарного урана, и те, в которых рабочей средой являются пары уранового соединения. Общими названиями для таких процессов являются: первая категория - лазерное разделение изотопов по методу атомарных паров (AVLIS или SILVA); вторая категория - молекулярный метод лазерного разделения изотопов (MLIS или MOLIS) и химическая реакция посредством избирательной по изотопам лазерной активации (CRISLA). Системы, оборудование и компоненты для установок лазерного обогащения включают: а) устройства для подачи паров металлического урана (для избирательной фотоионизации) или устройства для подачи паров уранового соединения (для фотодиссоциации или химической активации); б) устройства для сбора обогащенного и обедненного металлического урана в качестве "продукта" и "хвостов" в первой категории и устройства для сбора разложенных или вышедших из реакции соединений в качестве "продукта" и необработанного материала в качестве "хвостов" во второй категории; в) рабочие лазерные системы для избирательного возбуждения изотопов урана-235; и г) оборудование для подготовки подачи и конверсии продукта. Вследствие сложности спектроскопии атомов и соединений урана может потребоваться использование любой из ряда имеющихся лазерных технологий.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Многие из компонентов, перечисленных в этом разделе, вступают в непосредственный контакт с парами металлического урана или с жидкостью, или с технологическим газом, состоящим из UF_6 или смеси из UF_6 и других газов. Все поверхности, которые вступают в контакт с ураном или UF_6 , полностью изготовлены из коррозионноустойчивых материалов или защищены покрытием из таких

материалов. Для целей раздела, относящегося к компонентам оборудования для лазерного обогащения, материалы, стойкие к коррозии, вызываемой парами или жидкостями, содержащими металлический уран или урановые сплавы, включают покрытый оксидом иттрия графит и тантал; и материалы, стойкие к коррозии, вызываемой UF_6 , включают медь, нержавеющую сталь, алюминий, алюминиевые сплавы, никель или сплавы, содержащие 60% никеля и более, и стойкие к UF_6 полностью фторированные углеводородные полимеры.

5.7.1. Системы выпаривания урана (AVLIS)

Специально предназначенные или подготовленные системы выпаривания урана, которые содержат высокомошные полосовые или растровые электронно-лучевые пушки с передаваемой мощностью на мишень более 2,5 кВт/см.

5.7.2. Системы для обработки жидкометаллического урана (AVLIS)

Специально предназначенные или подготовленные системы для обработки жидкого металла для расплавленного урана или урановых сплавов, состоящие из тиглей и охлаждающего оборудования для тиглей.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Тигли и другие компоненты этой системы, которые вступают в контакт с расплавленным ураном или урановыми сплавами, изготовлены из коррозиестойких и термостойких материалов или защищенных покрытием из таких материалов. Приемлемые материалы включают тантал, покрытый оксидом иттрия графит, графит, покрытый окислами других редкоземельных элементов или их смесями.

5.7.3. Агрегаты для сбора "продукта" и "хвостов" металлического урана AVLIS)

Специально предназначенные или подготовленные агрегаты для сбора "продукта" и "хвостов" металлического урана в жидкой или твердой форме.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Компоненты этих агрегатов изготовлены из материалов, стойких к нагреву и коррозии, вызываемой парами металлического урана или жидкостью, или защищены покрытием из таких материалов (таких, как покрытый оксидом иттрия графит или тантал) и могут включать в себя трубопроводы, клапаны, штуцера, "желоба", вводы, теплообменники и коллекторные пластины для магнитного, электростатического или других методов разделения.

5.7.4. Кожухи разделительного модуля (AVLIS)

Специально предназначенные или подготовленные цилиндрические или прямоугольные камеры для помещения в них источника паров металлического урана, электронно-лучевой пушки и коллекторов "продукта" и "хвостов".

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти кожухи имеют множество входных отверстий для подачи электропитания и воды, окна для лазерных пучков, соединений вакуумных насосов, а также для диагностики и контроля контрольно-измерительных приборов. Они имеют приспособления для открытия и закрытия, чтобы обеспечить обслуживание внутренних компонентов.

5.7.5. Сверхзвуковые расширительные сопла (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные сверхзвуковые расширительные сопла для охлаждения смесей UF_6 и несущего газа до 150 К или ниже и коррозиестойкие к UF_6 .

5.7.6. Коллекторы продукта пятифтористого урана (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные коллекторы твердого продукта пятифтористого урана (UF_5), состоящие из фильтра, коллекторов ударного или циклонного типа или их сочетаний и коррозиестойкие к среде UF_5/UF_6 .

5.7.7. Компрессоры UF_6 /несущего газа (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные компрессоры для смесей UF_6 и несущего газа для длительной эксплуатации в среде UF_6 . Компоненты этих компрессоров, которые вступают в контакт с несущим газом, изготовлены из коррозиестойких к UF_6 материалов или защищены покрытием из таких материалов.

5.7.8. Уплотнения вращающихся валов (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные уплотнения вращающихся валов, установленные на стороне подачи и на стороне выхода для уплотнения вала, соединяющего ротор компрессора с приводным двигателем, с тем чтобы обеспечить надежную герметизацию, предотвращающую выход технологического газа или натекание воздуха или уплотняющего газа во внутреннюю камеру компрессора, которая заполнена смесью UF_6 и несущего газа.

5.7.9. Системы фторирования (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные системы для фторирования UF_5 (в твердом состоянии) в UF_6 (газ).

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы предназначены для фторирования собранного порошка UF_5 в UF_6 в целях последующего сбора в контейнерах продукта или для подачи в блоки MLIS для дополнительного обогащения. При применении одного подхода реакция фторирования может быть завершена в пределах системы разделения изотопов, где идет реакция и непосредственное извлечение из коллекторов "продукта". При применении другого подхода порошок UF_5 может быть извлечен/перемещен из коллекторов "продукта" в подходящий реактор (например, реактор с псевдооживленным слоем катализатора, геликоидальный реактор или жаровая башня) в целях фторирования. В обоих случаях используется оборудование для хранения и переноса фтора (или других приемлемых фторирующих реагентов) и для сбора и переноса UF_6 .

5.7.10. Масс-спектрометры/источники ионов UF_6 (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные магнитные или квадрупольные масс-спектрометры, способные производить прямой отбор проб подаваемой массы, "продукта" или "хвостов" из газовых потоков UF_6 и обладающие полным набором следующих характеристик:

1. Удельная разрешающая способность по массе свыше 320;

2. Содержат источники ионов, изготовленные из нихрома или монеля или защищенные покрытием из них, или никелированные;
3. Содержат ионизационные источники с бомбардировкой электронами;
4. Содержат коллекторную систему, пригодную для изотопного анализа.

5.7.11. Системы подачи/системы отвода "продукта" и "хвостов" (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы или оборудование для обогатительных установок, изготовленные из коррозионноустойчивых к UF_6 материалов, или защищенных покрытием из таких материалов, включающие:

- a) питающие автоклавы, печи или системы, используемые для подачи UF_6 для процесса обогащения;
- b) десублиматоры (или холодные ловушки), используемые для выведения нагретого UF_6 из процесса обогащения для последующего перемещения;
- c) станции отверждения или ожижения, используемые для выведения UF_6 из процесса обогащения путем сжатия и перевода UF_6 в жидкую или твердую форму;
- d) станции "продукта" или "хвостов", используемые для перемещения UF_6 в контейнеры.

5.7.12. Системы отделения UF_6 от несущего газа (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы для отделения UF_6 от несущего газа. Несущим газом может быть азот, аргон или другой газ.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы могут включать такое оборудование, как:

- a) криогенные теплообменники или криосепараторы, способные создавать температуры $-120^{\circ}C$ или менее, или
- b) блоки криогенного охлаждения, способные создавать температуры $-120^{\circ}C$ или менее, или
- c) холодные ловушки UF_6 , способные создавать температуры $-20^{\circ}C$ или менее.

5.7.13. Лазерные системы (AVLIS, MLIS и CRISLA)

Лазеры или лазерные системы, специально предназначенные или подготовленные для разделения изотопов урана.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Лазерная система процесса AVLIS обычно состоит из двух лазеров: лазера на парах меди и лазера на красителях. Лазерная система для MLIS обычно состоит из лазера, работающего на CO_2 или эксимерного лазера и многоходовой оптической ячейки с вращающимися зеркалами на обеих сторонах. Для лазеров или лазерных систем при обоих процессах требуется стабилизатор спектральной частоты для работы в течение длительных периодов времени.

5.8. Специально предназначенные или подготовленные системы, оборудование и компоненты для использования на обогатительных установках с плазменным разделением

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

При процессе плазменного разделения плазма, состоящая из ионов урана, проходит через электрическое поле, настроенное на частоту ионного резонанса урана-235, с тем чтобы они в первую очередь поглощали энергию и увеличивался диаметр их штопорообразных орбит. Ионы с прохождением по большему диаметру захватываются для образования продукта, обогащенного урана-235. Плазма, которая образована посредством ионизации уранового пара, содержится в вакуумной камере с магнитным полем высокой напряженности, образованным с помощью сверхпроводящего магнита. Основные технологические системы процесса включают систему генерации урановой плазмы, разделительный модуль со сверхпроводящим магнитом и систем извлечения металла для сбора "продукта" и "хвостов".

5.8.1. Микроволновые источники энергии и антенны

Специально предназначенные или подготовленные микроволновые источники энергии и антенны для генерации или ускорения ионов и обладающие следующими характеристиками: частота выше 30 ГГц и средняя выходная мощность для генерации ионов более 50 кВт.

5.8.2. Соленоиды для возбуждения ионов

Специально предназначенные или подготовленные соленоиды для радиочастотного возбуждения ионов в диапазоне частот более 100 кГц и способные работать при средней мощности более 40 кВт.

5.8.3. Системы генерации урановой плазмы

Специально предназначенные или подготовленные системы генерации урановой плазмы, которые могут содержать высокоомощные полосовые или растровые электронно-лучевые пушки с передаваемой мощностью на мишень более 2,5 кВт/см.

5.8.4. Системы для обработки жидкометаллического урана

Специально предназначенные или подготовленные системы для обработки жидкого металла для расплавленного урана или урановых сплавов, состоящие из тиглей и охлаждающего оборудования для тиглей.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Тигли и другие компоненты этой системы, которые вступают в контакт с расплавленным ураном или урановыми сплавами, изготовлены из коррозионноустойчивых и термостойких материалов или защищены покрытием из таких материалов. Приемлемые материалы включают тантал, покрытый оксидом иттрия графит, графит, покрытый окислами других редкоземельных элементов или их смесями.

5.8.5. Агрегаты для сбора "продукта" и "хвостов" металлического урана

Специально предназначенные или подготовленные агрегаты для сбора "продукта" и "хвостов" для металлического урана в твердой форме. Эти агрегаты для сбора изготовлены из материалов, стойких к нагреву и коррозии, вызываемой парами металлического урана, таких, как графит, покрытый оксидом иттрия, или тантал, или защищены покрытием из таких материалов.

5.8.6. Кожухи разделительного модуля

Цилиндрические камеры, специально предназначенные или подготовленные для использования на обогатительных установках с плазменным разделением, для помещения в них источника урановой плазмы, энергетического соленоида радиочастоты и коллекторов "продукта" и "хвостов".

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти кожухи имеют множество входных отверстий для подачи электропитания, соединений диффузионных насосов, а также для диагностики и контроля контрольно-измерительных приборов. Они имеют приспособления для открытия и закрытия, чтобы обеспечить обслуживание внутренних компонентов и изготовлены из соответствующих немагнитных материалов, таких, как нержавеющая сталь.

5.9. Специально предназначенные или подготовленные системы, оборудование и компоненты для использования на установках электромагнитного обогащения

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

При электромагнитном процессе ионы металлического урана, полученные посредством ионизации питающего материала из солей (обычно UCl_4), ускоряются и проходят через магнитное поле, которое заставляет ионы различных изотопов проходить по различным направлениям. Основными компонентами электромагнитного изотопного сепаратора являются: магнитное поле для отклонения/разделения изотопов ионного пучка, источника ионов с его системой ускорения, и системы сбора отделенных ионов. Вспомогательные системы для этого процесса включают систему снабжения магнитной энергией, системы высоковольтного питания источника ионов, вакуумную систему и обширные системы химической обработки для восстановления продукта и очистки/регенерации компонентов.

5.9.1. Электромагнитные сепараторы изотопов

Электромагнитные сепараторы изотопов, специально предназначенные или подготовленные для разделения изотопов урана, и оборудование и компоненты для этого, включая:

а) Источники ионов

Специально предназначенные или подготовленные отдельные или многочисленные источники ионов урана, состоящие из источника пара, ионизатора и ускорителя пучка, изготовленные из соответствующих материалов, таких, как графит, нержавеющая сталь или медь, и способных обеспечивать общий ток в пучке ионов 50 мА или более.

b) Коллекторы ионов

Коллекторные пластины, имеющие две или более щели и паза, специально предназначенные или подготовленные для сбора пучков ионов обогащенного и обедненного урана и изготовленные из соответствующих материалов, таких, как графит или нержавеющая сталь.

c) Вакуумные кожухи

Специально предназначенные или подготовленные вакуумные кожухи для электромагнитных сепараторов урана, изготовленные из соответствующих немагнитных материалов, таких, как нержавеющая сталь, и предназначенные для работы при давлении 0,1 Па или ниже.

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти кожухи специально предназначены для помещения в них источников ионов, коллекторных пластин и водоохлаждаемых вкладышей и имеют приспособления для соединений диффузионных насосов и приспособления для открытия и закрытия в целях извлечения и замены этих компонентов.

d) Магнитные полюсные наконечники

Специально предназначенные или подготовленные магнитные полюсные наконечники, имеющие диаметр более 2 м, используемые для обеспечения постоянного магнитного поля в электромагнитном сепараторе изотопов и для переноса магнитного поля между расположенными рядом сепараторами.

5.9.2. Высоковольтные источники питания

Специально предназначенные или подготовленные высоковольтные источники питания для источников ионов, обладающие полным набором следующих характеристик: могут работать в непрерывном режиме, выходное напряжение 20 000 В или более, выходной ток 1 А или более и стабилизация напряжения менее 0,01% в течение 8 часов.

5.9.3. Источники питания электромагнитов

Специально предназначенные или подготовленные мощные источники питания постоянного тока для электромагнитов, обладающие полным набором следующих характеристик: выходной ток в непрерывном режиме 500 А или более при напряжении 100 В или более, при стабилизации по току или напряжению менее 0,01% в течение 8 часов.

6. Установки для производства тяжелой воды, дейтерия и дейтериевых соединений и оборудование, специально предназначенное или подготовленное для этого

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Тяжелую воду можно производить, используя различные процессы. Однако коммерчески выгодными являются два процесса: процесс изотопного обмена воды и сероводорода (процесс GS) и процесс изотопного обмена аммиака и водорода.

Процесс GS основан на обмене водорода и дейтерия между водой и сероводородом в системе колонн, которые эксплуатируются с холодной верхней секцией и горячей нижней секцией. Вода течет вниз по колоннам, в то время как сероводородный газ циркулирует от дна к вершине колонн. Для содействия смешиванию газа и воды используется ряд дырчатых лотков. Дейтерий перемещается в воду при низких температурах и в сероводород при высоких температурах. Обогащенные дейтерием газ или вода удаляются из колонн первой ступени на стыке горячих и холодных секций, и процесс повторяется в колоннах следующей ступени. Продукт последней фазы - вода, обогащенная дейтерием до 30%, направляется в дистилляционную установку для производства реакторно-чистой тяжелой воды, т.е. 99,75% окиси дейтерия.

В процессе обмена между аммиаком и водородом можно извлекать дейтерий из синтез-газа посредством контакта с жидким аммиаком в присутствии катализатора. Синтез-газ подается в обменные колонны и затем в аммиачный конвертер. Внутри колонн газ поднимается от дна к вершине, в то время как жидкий аммиак течет от вершины ко дну. Дейтерий в синтез-газе лишается водорода и концентрируется в аммиаке. Аммиак поступает затем в установку для крекинга аммиака на дне колонны, тогда как газ собирается в аммиачном конвертере на вершине. На последующих ступенях происходит дальнейшее обогащение, и путем окончательной дистилляции производится реакторно-чистая тяжелая вода. Подача синтез-газа может быть обеспечена аммиачной установкой, которая в свою очередь может быть сооружена вместе с установкой для производства тяжелой воды путем изотопного обмена аммиака и водорода. В процессе аммиачно-водородного обмена в качестве источника исходного дейтерия может также использоваться обычная вода.

Многие предметы ключевого оборудования для установок по производству тяжелой воды, использующих процессы GS или аммиачно-водородного обмена, широко распространены в некоторых отраслях нефтехимической промышленности. Особенно это касается небольших установок, использующих процесс GS. Однако немногие предметы оборудования являются стандартными. Процессы GS и аммиачно-водородного обмена требуют обработки больших количеств воспламеняющихся, коррозионных и токсичных жидкостей при повышенном давлении. Соответственно при разработке стандартов по проектированию и эксплуатации для установок и оборудования, использующих эти процессы, следует уделять большое внимание подбору материалов и их характеристикам с тем, чтобы обеспечить длительный срок службы при сохранении высокой безопасности и надежности. Определение масштабов обуславливается главным образом соображениями экономики и необходимости. Таким образом, большая часть предметов оборудования изготавливается в соответствии с требованиями заказчика.

Наконец, следует отметить, что как в процессе GS, так и в процессе аммиачно-водородного обмена, предметы оборудования, которые по отдельности не предназначены или подготовлены специально для производства тяжелой воды, могут собираться в системы, специально предназначенные или подготовленные для производства тяжелой воды. Примерами таких систем, применяемых в обоих процессах, являются система каталитического крекинга, используемая в процессе обмена аммиака и водорода, и дистилляционные системы, используемые в процессе окончательной концентрации тяжелой воды, доводящей ее до уровня реакторно-чистой.

Предметы оборудования, которые специально предназначены или подготовлены для производства тяжелой воды путем использования либо процесса обмена воды и сероводорода, либо процесса обмена аммиака и водорода, включают:

6.1. Водно-сероводородные обменные колонны

Обменные колонны, изготавливаемые из мелкозернистой углеродистой стали (например, ASTM A516), диаметром от 6 м (20 футов) до 9 м (30 футов), которые могут эксплуатироваться при давлении выше или равном 2 МПа (300 фунт/кв. дюйм) и имеют коррозионный допуск в 6 мм или больше, специально предназначены или подготовлены для производства тяжелой воды путем использования процесса изотопного обмена воды и сероводорода.

6.2. Газодувки и компрессоры

Одноступенчатые, малонапорные (т.е. 0,2 МПа или 30 фунт/кв. дюйм) центробежные газодувки или компрессоры для циркуляции сероводородного газа (т.е. газа, содержащего более 70% H_2S), специально предназначенные или подготовленные для производства тяжелой воды путем использования процесса обмена воды и сероводорода. Эти газодувки или компрессоры имеют производительность, превышающую или равную $56 \text{ м}^3/\text{с}$ (120 000 куб.фут/мин) при эксплуатации под давлением, превышающим или равным 1,8 МПа (260 фунт/кв. дюйм) на входе, и снабжены сальниками, устойчивыми к воздействию H_2S .

6.3. Аммиачно-водородные обменные колонны

Аммиачно-водородные обменные колонны высотой более или равной 35 м (114,3 футов) диаметром от 1,5 м (4,9 футов) до 2,5 м (8,2 футов), которые могут эксплуатироваться под давлением, превышающим 15 МПа (2225 фунт/кв. дюйм), специально предназначенные или подготовленные для производства тяжелой воды путем использования процесса обмена аммиака и водорода. Эти колонны имеют также по меньшей мере одно отбортованное осевое отверстие того же диаметра, что и цилиндрическая часть, через которую могут вставляться или выниматься внутренние части колонны.

6.4. Внутренние части колонны и ступенчатые насосы

Внутренние части колонны и ступенчатые насосы, специально предназначенные или подготовленные для колонн для производства тяжелой воды путем использования процесса аммиачно-водородного обмена. Внутренние части колонны включают специально предназначенные контакторы между ступенями, содействующие тесному контакту газа и жидкости. Ступенчатые насосы включают специально предназначенные погружаемые в жидкость насосы для циркуляции жидкого аммиака в пределах объема контакторов, находящихся внутри ступеней колонн.

6.5. Установки для крекинга аммиака

Установки для крекинга аммиака, эксплуатируемые под давлением, превышающим или равным 3 МПа (450 фунт/кв. дюйм), специально предназначенные или подготовленные для производства тяжелой воды путем использования процесса изотопного обмена аммиака и водорода.

6.6. Инфракрасные анализаторы поглощения

Инфракрасные анализаторы поглощения, способные осуществлять анализ соотношения между водородом и дейтерием в реальном масштабе времени, когда концентрации дейтерия равны или превышают 90%.

6.7. Каталитические печи

Каталитические печи для переработки обогащенного дейтериевого газа в тяжелую воду, специально предназначенные или подготовленные для производства тяжелой воды путем использования процесса изотопного обмена аммиака и водорода.

7. Установки для конверсии урана и оборудование, специально предназначенное или подготовленное для этого

ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

В установках и системах для конверсии урана может осуществляться одно или несколько превращений из одного химического изотопа урана в другой, включая: конверсию концентратов урановой руды в UO_3 , конверсию UO_3 в UO_2 , конверсию окисей урана в UF_4 или UF_6 , конверсию UF_4 в UF_6 , конверсию UF_6 в UF_4 , конверсию UF_4 в металлический уран и конверсию фторидов урана в UO_2 . Многие ключевые компоненты оборудования установок для конверсии урана характерны для некоторых секторов химической обрабатывающей промышленности. Например, виды оборудования, используемого в этих процессах, могут включать: печи, карусельные печи, реакторы с псевдооживленным слоем катализатора, жаровые реакторные башни, жидкостные центрифуги, дистилляционные колонны и жидкостно-жидкостные экстракционные колонны. Однако не многие компоненты оборудования имеются в "готовом виде"; большинство из них должны быть подготовлены согласно требованиям и спецификациям заказчика. В некоторых случаях требуется учитывать специальные проектные и конструкторские особенности для защиты от агрессивных свойств некоторых из обрабатываемых химических веществ (HF , F_2 , ClF_3 и фториды урана). Наконец, следует отметить, что во всех процессах конверсии урана компоненты оборудования, которые отдельно специально не предназначены или подготовлены для конверсии урана, могут быть объединены в системы, которые специально предназначены или подготовлены для использования в целях конверсии урана.

7.1. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии концентратов урановой руды в UO_3

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Конверсия концентратов урановой руды в UO_3 может осуществляться сначала посредством растворения руды в азотной кислоте и экстракции очищенного гексагидрата уранилдинитрата с помощью такого растворителя, как трибутил фосфат. Затем гексагидрат уранилдинитрата преобразуется в UO_3 либо посредством концентрации и денитрации, либо посредством нейтрализации газообразным аммиаком для получения диураната аммония с последующей фильтрацией, сушкой и кальцинированием.

7.2. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии UO_3 в UF_6

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Конверсия UO_3 в UF_6 может осуществляться непосредственно фторированием. Для процесса требуется источник газообразного фтора или трехфтористого хлора.

7.3. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии UO_3 в UO_2

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Конверсия UO_3 в UO_2 может осуществляться посредством восстановления UO_3 газообразным крекинг-аммиаком или водородом.

7.4. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии UO_2 в UF_4

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Конверсия UO_2 в UF_4 может осуществляться посредством реакции UO_2 с газообразным фтористым водородом (HF) при температуре 300-500°C.

7.5. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии UF_4 в UF_6

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Конверсия UF_4 в UF_6 осуществляется посредством экзотермической реакции с фтором в реакторной башне. UF_6 конденсируется из горячих летучих газов посредством пропускания потока газа через холодную ловушку, охлажденную до -10°C. Для процесса требуется источник газообразного фтора.

7.6. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии UF_4 в металлический уран

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Конверсия UF_4 в металлический уран осуществляется посредством его восстановления магнием (крупные партии) или кальцием (малые партии). Реакция осуществляется при температурах выше точки плавления урана (1130°C).

7.7. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии UF_6 в UO_2

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Конверсия UF_6 в UO_2 может осуществляться посредством одного из трех процессов. В первом процессе UF_6 восстанавливается и гидролизуется в UO_2 с использованием водорода и пара. Во втором процессе UF_6 гидролизуется растворением в воде, для осаждения диураната аммония добавляется аммиак, а диуранат восстанавливается в UO_2 водородом при температуре 820°C. При третьем

процессе газообразные UF_6 , CO_2 и NH_3 смешиваются в воде, осаждая уранилкарбонат аммония. Уранилкарбонат аммония смешивается с паром и водородом при температуре 500-600°C для производства UO_2 .

Конверсия UF_6 в UO_2 часто осуществляется на первой ступени установки по изготовлению топлива.

7.8. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии UF_6 в UF_4

ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Конверсия UF_6 в UF_4 осуществляется посредством восстановления водородом.

情况通报

INFCIRC/215/Add.1

Date: 16 January 2004

General Distribution

Chinese

Original: English

《冰岛政府和国际原子能机构 实施与〈不扩散核武器条约〉有关的保障协定》 的附加议定书

1. 现将《冰岛政府和国际原子能机构实施与〈不扩散核武器条约〉有关的保障协定¹》的附加议定书文本复载于本文件，以通告全体会员国。该附加议定书于 2003 年 9 月 9 日经原子能机构理事会核准，并于 2003 年 9 月 12 日在维也纳签署。
2. 按照“附加议定书”第 17 条，该议定书在冰岛代表和原子能机构代表于 2003 年 9 月 12 日签署后生效。

¹ 复载于 INFCIRC/215 号文件。

《冰岛政府和国际原子能机构 实施与〈不扩散核武器条约〉有关的保障协定》 的附加议定书

鉴于冰岛共和国（以下称“冰岛”）和国际原子能机构（以下称“原子能机构”）是 1974 年 10 月 16 日生效的实施与《不扩散核武器条约》有关的保障协定（以下称“保障协定”）的缔约方；

意识到国际社会希望通过加强原子能机构保障体系有效性和提高保障体系效率进一步加强核不扩散；

忆及原子能机构在实施保障时必须考虑：避免妨碍冰岛的经济和技术发展或和平核活动领域的国际合作；遵守卫生、安全、实物保护和其他保安方面的有效规定及个人权利；和采取一切预防措施保护原子能机构得知的商业、技术和工业秘密及其他保密资料；

鉴于本议定书中所述活动的频度和强度应保持在与加强原子能机构保障有效性和提高其保障效率目标相一致的最低限度；

为此，冰岛和原子能机构兹协议如下：

议定书与保障协定的关系

第 1 条

保障协定的条款应在与本议定书条款有关和一致的范围内适用于本议定书。在保障协定条款与本议定书条款矛盾时应适用本议定书的条款。

提 供 资 料

第 2 条

a. 冰岛应向原子能机构提出含以下内容的申报：

- (i) 在由冰岛出资、专门批准或控制的任何地方进行的或代表冰岛进行的不涉及核材料的与核燃料循环有关的研究与发展活动的一般说明和详细说明其场所的资料。
- (ii) 原子能机构基于有效性或效率方面的预期增益确定的并得到冰岛同意的关于在设施和通常使用核材料的设施外场所的有保障意义的运营活动的资料。
- (iii) 关于每个场址上的每座建筑物的一般说明，包括其用途及从该说明中未明确指出的建筑物内的设置。这种说明应包括场址图。
- (iv) 关于从事本议定书附件 I 中所规定活动的每一场所的运营范围的说明。
- (v) 具体说明铀矿山和铀浓集厂及钍浓集厂的地点、运营状况和估计的年生产能力以及冰岛的全部此类矿山和浓集厂目前总的年产量的资料。当原子能机构要求时，冰岛应提供每一矿山或浓集厂目前的年产量的资料。提供此资料不需要详细的核材料衡算。
- (vi) 关于尚未达到适合于燃料制造或同位素浓缩的成分和纯度的源材料的下列资料：
 - (a) 对于冰岛存有核应用或非核应用其数量超过 10 吨铀和/或 20 吨钍的此类材料的每一场所，此类材料的数量、化学成分、使用情况或打算的应用，以及对于存有数量超过 1 吨的其他场所在其合计总量超过 10 吨铀或 20 吨钍时，冰岛全国的合计总量。提供这种资料时不需要详细的核材料衡算；
 - (b) 对于冰岛专门为非核目的数量超过以下规定的此类材料的每项出口，此类材料的数量、化学成分和目的地：

- (1) 10 吨铀，或对于由冰岛向同一国家连续出口每次少于 10 吨但当年总量超过 10 吨的铀；
- (2) 20 吨钚，或对于由冰岛向同一国家连续出口每次少于 20 吨但当年总量超过 20 吨的钚；
- (c) 对于冰岛专门为非核目的数量超过以下规定的此类材料的每项进口，此类材料的数量、化学成分、目前地点、用途或打算的应用：
 - (1) 10 吨铀，或对于冰岛连续进口每次少于 10 吨但当年总量超过 10 吨的铀；
 - (2) 20 吨钚，或对于冰岛连续进口每次少于 20 吨但当年总量超过 20 吨的钚；

对此的理解是，一旦此类材料处于其非核最终使用形式，则不需要提供关于其拟用于非核用途的资料。

- (vii) (a) 关于根据“保障协定”第 36 条免除保障的核材料的数量、用途和地点的资料；
 - (b) 关于根据“保障协定”第 35(b)条免除保障但尚未成为非核最终使用形式而数量超过“保障协定”第 36 条规定的核材料在每一场所的数量（可为估计值）和使用情况的资料。提供这种资料不需要详细的核材料衡算。
 - (viii) 关于根据“保障协定”第 11 条已终止保障的含钚、高浓铀或铀-233 的中放或高放废物的地点或进一步处理的资料。就本款而言，“进一步处理”不包括为贮存或处置对废物的重新包装或不涉及元素分离的进一步整備。
 - (ix) 关于附件 II 所列规定的设备和非核材料的以下资料：
 - (a) 对于此类设备和材料从冰岛的每次出口：名份、数量、接收国打算使用的地点和出口日期或必要时预计的出口日期；
 - (b) 当原子能机构特别要求时，冰岛作为进口国确认由另一国家向原子能机构提供的有关向冰岛出口的此类设备和材料的资料。
 - (x) 由冰岛的适当主管部门核准的关于在今后十年期内发展核燃料循环的一般计划（包括计划的与核燃料循环有关的研究与发展活动）。
- b. 冰岛应尽一切合理努力，向原子能机构提供下列资料：
- (i) 在冰岛的任何地方进行的但并非由冰岛出资、专门批准或控制或者代表冰岛进行的不涉及与浓缩、核燃料后处理或含钚、高浓铀或铀-233 的中放或高放废物的处理特别有关的核材料的与核燃料循环有关研究与发展活动的一般说

明和详细说明其场所的资料。就本款而言，中放或高放废物“处理”不包括为贮存或处置对废物的重新包装或不涉及元素分离的整备。

- (ii) 在原子能机构确定的它认为虽在某一场址之外但在业务上可能与该场址活动有关的场所进行的活动的一般说明以及从事这些活动的个人或实体的名份。提供这种资料须由原子能机构提出具体要求。应在同原子能机构磋商后及时提供这种资料。
- c. 当原子能机构要求时，冰岛应对其根据本条提供的任何资料尽量以对保障有意义的方式加以详述或澄清。

第 3 条

- a. 冰岛应在本议定书生效后 180 天内向原子能机构提供第 2.a.(i)、(iii)、(iv)、(v)、(vi)(a)、(vii)和(x)条以及第 2.b.(i)条规定的资料。
- b. 冰岛应在每年 5 月 15 日前向原子能机构提供前一日历年期间的上述 a.款提及资料的更新资料。如果以前提供的资料没有变化，冰岛应告知没有变化。
- c. 冰岛应在每年 5 月 15 日前向原子能机构提供前一日历年期间的第 2.a.(vi)(b)和(c)条规定的资料。
- d. 冰岛应按季度向原子能机构提供第 2.a.(ix)(a)条规定的资料。这种资料应在每个季度结束后的六十天内提供。
- e. 冰岛应在进行进一步加工之前 180 天内向原子能机构提供第 2.a.(viii)条规定的资料和每年 5 月 15 日前提供前一日历年期间场所变化的资料。
- f. 冰岛和原子能机构应商定有关提供第 2.a.(ii)条规定的资料的时限和频度。
- g. 冰岛应在原子能机构提出要求后六十天内向原子能机构提供第 2.a.(ix)(b)条规定的资料。

补充接触

第 4 条

在按本议定书第 5 条进行补充接触时适用以下程序：

- a. 原子能机构不得机械地或系统地要求核实第 2 条提及的资料；但原子能机构应有权：
 - (i) 为确保不存在未申报的核材料和活动，有选择地接触第 5.a.(i)或(ii)条提及的任何场所；

- (ii) 为解决与根据第 2 条提供的资料的准确性和完整性有关的疑问或解决与该资料有关的不一致，接触第 5.b.或 c.条提及的任何场所；
 - (iii) 在它为保障目的而确认冰岛关于设施或通常使用核材料的设施外场所退役状况的申报所必须的限度内，接触第 5.a.(iii)条提及的任何场所。
- b. (i) 除下文第(ii)分款规定的情况外，原子能机构应至少在 24 小时前向冰岛发出事先的接触通知；
- (ii) 对于结合场址的设计资料核实访问或者特别视察或例行视察寻求对该场址中任何部位的接触，如原子能机构要求此种接触，事先通知的时间应至少为两小时，在例外情况下可少于两小时。
- c. 应以书面形式事先通知，并应说明接触理由及在此类接触期间拟进行的活动。
- d. 在有疑问或不一致的情况下，原子能机构应给冰岛澄清和促进解决疑问或不一致的机会。除非原子能机构认为推迟接触将损害所寻求的接触的目的，此类机会将在提出接触要求之前提供。无论如何，原子能机构在提供此类机会之前不得对疑问或不一致下任何结论。
- e. 除非冰岛同意在其他时间进行，接触应仅在正常工作时间内进行。
- f. 冰岛有权在原子能机构视察员进行接触期间派冰岛代表陪同，条件是不得以此拖延或者妨碍视察员行使其职能。

第 5 条

冰岛应向原子能机构提供对下述部位和场所的接触：

- a. (i) 一个场址的任何部位；
- (ii) 冰岛根据第 2.a.(v)–(viii)条确定的任何场所；
- (iii) 任何已退役设施或通常使用核材料的已退役设施外场所。
- b. 冰岛根据第 2.a.(i)条、2.a.(iv)条、2.a.(ix)(b)条或第 2.b 条确定的上述 a.(i)款提及场所以外的任何场所，条件是如果冰岛不能提供此类接触，冰岛应尽一切合理努力通过其他方式无拖延地满足原子能机构的要求。
- c. 原子能机构指定的上述 a.和 b.款提及场所以外的任何场所，以便进行针对场所的环境取样，条件是如果冰岛不能提供此类接触，冰岛应尽一切合理努力在附近场所或通过其他方式无拖延地满足原子能机构的要求。

第 6 条

在执行第 5 条时，原子能机构可进行以下活动：

- a. 对于按照第 5.a.(i)或(iii)条的接触：目视观察、收集环境样品、利用辐射探测与测量装置、应用封记和辅助安排规定的其他鉴别与显示擅自改动的装置以及采取已证明技术上可行和业经理事会同意并在原子能机构同冰岛磋商之后使用的其他客观措施；
- b. 对于按照第 5.a.(ii)条的接触：目视观察、核材料物件计数、非破坏性测量和取样、利用辐射探测和测量装置、查验与材料的数量、来源和存放有关的记录、收集环境样品以及采取已证明技术上可行和业经理事会同意并在原子能机构同冰岛磋商之后使用的其他客观措施；
- c. 对于按照第 5.b.条的接触：目视观察、收集环境样品、利用辐射探测和测量装置、查验与保障有关的生产和装运记录以及采取已证明技术上可行和业经理事会同意并在原子能机构同冰岛磋商之后使用的其他客观措施；
- d. 对于按照第 5.c.条的接触：收集环境样品和如果其结果不能解决原子能机构根据第 5.c.条指定的场所的疑问或不一致时，在该场所利用目视观察、辐射探测和测量装置以及采取冰岛同原子能机构可能商定的其他客观措施。

第 7 条

- a. 当冰岛要求时，原子能机构和冰岛应就本议定书规定的受管接触作出安排，以便防止扩散敏感资料的传播，满足安全或实物保护要求，或保护产权方面的或商业上敏感的资料。此类安排不得妨碍原子能机构为提供有关场所不存在未申报的核材料和活动的可靠保证，包括解决与第 2 条提及的资料的准确性和完整性有关的疑问或与该资料有关的不一致所进行的必要活动。
- b. 当冰岛提供第 2 条提及的资料时，它可将可适用受管接触的场址或场所的部位通知原子能机构。
- c. 在任何必要的辅助安排生效之前，冰岛可借助于符合上述 a.款规定的受管接触。

第 8 条

本议定书的任何条款都不得妨碍冰岛向原子能机构提供除第 5 条和第 9 条提及的场所以外的场所的接触，也不得妨碍冰岛要求原子能机构在特定场所进行核查活动。原子能机构应尽一切合理努力无拖延地按此要求采取行动。

第 9 条

冰岛应向原子能机构提供原子能机构为进行大范围环境取样而指定的场所的接触，条件是，如果冰岛不能提供此类接触，它应尽一切合理努力在一些替代场所满足原子能机构要求。在理事会核准大范围环境取样的使用和程序安排及原子能机构同冰岛完成磋商之前，原子能机构不得寻求此类接触。

第 10 条

原子能机构应：

- a. 将其依据本议定书进行的活动，包括关于原子能机构已提请冰岛注意的任何疑问和不一致方面的活动，在原子能机构开始进行这些活动后的六十天内通知冰岛；
- b. 尽快但无论如何应在原子能机构确定结果后三十天内把关于原子能机构已提请冰岛注意的任何疑问或不一致方面的活动的结果通知冰岛；
- c. 将其依据本议定书所进行活动中得出的结论通知冰岛。应每年提供这些结论。

原子能机构视察员的指派

第 11 条

- a. (i) 总干事应将理事会核准的担任保障视察员的原子能机构任何官员通知冰岛。除非冰岛在接到理事会核准的通知后三个月内通知总干事其拒绝此位官员作为对冰岛的视察员，向冰岛通知的视察员应视为已向冰岛作了指派。
- (ii) 总干事应根据冰岛的要求或按其自己的动议立即通知冰岛撤销任何官员作为派往冰岛的视察员的指派。
- b. 上述 a.款提及的通知由原子能机构以挂号邮件向冰岛发出之日后七天应认为冰岛已收到此通知。

签 证

第 12 条

冰岛应在收到为此目的之申请书的一个月内向这一申请书中指明的被指派的视察员提供所需的适当的多次入境/出境和/或过境签证，使该视察员能够进入和留在冰岛领土内行使他/她的职能。所需的任何签证应至少一年有效并应在必要时得以延期，以涵盖该视察员向冰岛指派的期限。

辅助安排

第 13 条

- a. 如果冰岛或原子能机构指出有必要在辅助安排中规定将如何实施本议定书所规定的措施，冰岛和原子能机构应在本议定书生效后的九十天内商定此类辅助安排，或如果在本议定书生效后指出有必要作出此类辅助安排，冰岛和原子能机构应在此种指出之日后九十天内商定此类辅助安排。
- b. 在任何所需辅助安排生效以前，原子能机构应有权实施本议定书规定的程序。

通信系统

第 14 条

- a. 冰岛应允许和保护原子能机构为公务目的在处于冰岛的原子能机构视察员同原子能机构总部和/或地区办事处之间的自由通信，包括原子能机构封隔和/或监视装置或测量装置所产生信息的非自动和自动传输。经同冰岛协商，原子能机构应有权使用国际上已有的直接通信系统，包括在冰岛尚未使用的卫星系统及其他远距离通信方式。当冰岛或原子能机构要求时，在辅助安排中应规定执行本款关于非自动或自动传输由原子能机构封隔和/或监视或测量装置所得信息的细节。
- b. 上述 a.款规定的通信和信息传输应适当考虑保护产权或商业敏感资料或冰岛认为特别敏感的设计资料的必要性。

机密资料的保护

第 15 条

- a. 原子能机构应保持一项为确保不泄露商业、工艺和工业机密以及其他保密信息，包括其在本议定书的执行中所得知的此类信息的严格制度。
- b. 上述 a.款提及的制度，除其他内容外，应包括下述有关条款：
 - (i) 管理机密资料的一般原则和相关措施；
 - (ii) 有关在机密资料保护方面工作人员的雇用条件；
 - (iii) 对违反或涉嫌违反保密制度案情的处理程序。
- c. 上述 a.款提及的制度应经理事会核准和定期审查。

附 件

第 16 条

- a. 本议定书的附件是议定书不可分割的一部分。除为修正附件之目的外，本文书中所用的“议定书”这一术语表示议定书和附件都包括在内。
- b. 附件 I 规定的各项活动的清单以及附件 II 规定的设备和材料清单可由理事会根据其设立的一个人数不限的专家工作组的咨询意见修正。任何此类修正案在理事会通过后四个月生效。

生 效

第 17 条

- a. 本议定书应于冰岛的代表和原子能机构的代表签署后立即生效。
- b. 总干事应把本议定书的任何临时适用声明和生效及时通知原子能机构的所有成员国。

定 义

第 18 条

为本议定书之目的：

- a. 与核燃料循环有关的研究与发展活动系指与下述任一项的任何方面的工艺或系统发展特别有关的那些活动：
 - 核材料转化，
 - 核材料浓缩，
 - 核燃料制造，
 - 反应堆，
 - 临界装置，
 - 核燃料后处理，
 - 含钚、高浓铀或铀-233 的中放或高放废物的处理（不包括为贮存或处置的重新包装或不涉及元素分离的整备），

但不包括有关理论或基础科学研究的活动或放射性同位素工业应用，医学、水文学与农业应用，健康与环境效应以及改善维护的研究与发展方面的活动。

- b. 场址系指由冰岛在有关设计资料中为设施（包括已关闭设施）所划定的区域，以及在有关资料中为通常使用核材料的设施外场所（包括已关闭的通常使用核材料的设施外场所——这仅限于有热室或曾进行与转化、浓缩、燃料制造或后处理有关的活动的场所）划定的区域。它还包括与设施或场所同处一地的提供或用作基本服务的所有装置，包括：用于处理不含核材料的辐照材料的热室，处理、贮存和处置废物的装置，以及与冰岛依据上述第 2.a.(iv)条确定的规定活动有关的建筑物。
- c. 退役的设施或退役的设施外场所系指这样一种装置或场所，其中对其使用是必不可少的剩余结构和设备已被拆除或变得不能运行，因此它不能用于贮存核材料，也不再能用于操作、加工和利用核材料。
- d. 关闭的设施或关闭的设施外场所系指这样一种装置或场所，其运行已经停止，核材料已被移走，但尚未退役。
- e. 高浓铀系指含同位素铀-235 20%或 20%以上的铀。
- f. 针对场所的环境取样系指为帮助原子能机构得出在原子能机构规定的场所不存在未申报的核材料或核活动的结论而在该场所或其附近收集环境样品（例如空气、水、植物、土壤、污斑）。
- g. 大范围环境取样系指为帮助原子能机构得出在某一一大范围内不存在未申报的核材料或核活动的结论而在原子能机构指定的一组场所收集环境样品（例如空气、水、植物、土壤、污斑）。
- h. 核材料系指《规约》第二十条规定的任何源材料或任何特种可裂变材料。术语源材料不应被解释为适用于矿石或矿石残留物。本议定书生效后理事会依据原子能机构《规约》第二十条所作出的关于被认作源材料或特种可裂变材料的任何规定，仅在冰岛接受后才依据本议定书实施。
- i. 设施系指：
 - (i) 反应堆、临界装置、转化厂、制造厂、后处理厂、同位素分离厂或独立贮存装置；或
 - (ii) 通常使用数量超过 1 有效千克的核材料的任何场所。
- j. 设施外场所系指不是设施但通常使用 1 有效千克或更少数量核材料的任何装置或场所。

2003 年 9 月 12 日于维也纳签署，英文文本一式两份。

冰岛常驻国际原子能机构代表：

（ 签 字 ）

Thordur Aegir Oskarsson 大使阁下

国际原子能机构代表：

（ 签 字 ）

穆罕默德·埃尔巴拉迪

附件 I

议定书第 2.a.(iv)条提及的活动清单

- (i) 离心机转筒的制造或气体离心机的组装。

离心机转筒系指附件 II 第 5.1.1(b)条中所描述的薄壁圆筒。

气体离心机系指附件 II 第 5.1 条的介绍性说明中所描述的离心机。

- (ii) 扩散膜的制造。

扩散膜系指附件 II 第 5.3.1(a)条中所描述的多孔过滤薄膜。

- (iii) 基于激光的系统的制造或组装。

基于激光的系统系指采用了附件 II 第 5.7 条中所描述的物项的系统。

- (iv) 电磁同位素分离器的制造或组装。

电磁同位素分离器系指附件 II 第 5.9.1 条中所提及的含有附件 II 第 5.9.1(a)条中所描述的离子源的那些物项。

- (v) 交换柱或萃取设备的制造或组装。

交换柱或萃取设备系指附件 II 第 5.6.1 条、5.6.2 条、5.6.3 条、5.6.5 条、5.6.6 条、5.6.7 条和第 5.6.8 条中所描述的物项。

- (vi) 空气动力学分离喷嘴或涡流管的制造。

空气动力学分离喷嘴或涡流管系指分别在附件 II 第 5.5.1 和第 5.5.2 条中所描述的分
离喷嘴和涡流管。

- (vii) 铀等离子体发生系统的制造或组装。

铀等离子体发生系统系指附件 II 第 5.8.3 条中所描述的用于发生铀等离子体的系
统。

- (viii) 铅管的制造。

铅管系指附件 II 第 1.6 条中所描述的管。

- (ix) 重水或氘的生产或提高等级。

重水或氘系指氘、重水（氘的氧化物）和氘与氢原子之比超过 1:5000 的任何其他氘化合物。

- (x) 核级石墨的生产。

核级石墨系指纯度优于百万分之五的硼当量而密度大于 1.50 克/立方厘米的石墨。

- (xi) 辐照燃料容器的制造。

辐照燃料容器系指运输和/或贮存辐照燃料的容器，该容器具有化学、热和辐射防护并能在装卸、运输和贮存过程中散掉衰变热。

- (xii) 反应堆控制棒的制造。

反应堆控制棒系指附件 II 第 1.4 条中所描述的棒。

- (xiii) 临界安全槽和容器的制造。

临界安全槽和容器系指附件 II 第 3.2 和第 3.4 条中所描述的那些物项。

- (xiv) 辐照核燃料元件切割机的制造。

辐照核燃料元件切割机系指附件 II 第 3.1 条中所描述的设备。

- (xv) 热室的建造。

热室系指总容积至少为 6 立方米的一个或相互连接的几个小室，其屏蔽层等于或大于密度为 3.2 克/立方厘米或更高的 0.5 米厚的混凝土，并装有远距离操作设备。

附件 II

按第 2.a.(ix)条通报进出口情况用 规定的设备和非核材料清单

1. 反应堆及其所用设备

1.1. 整座核反应堆

能够运行以便保持受控自持链式裂变反应的核反应堆，但不包括零功率反应堆，零功率堆定义为设计的铀最大生产率每年不超过 100 克的反应堆。

注释

一座“核反应堆”基本上包括反应堆容器内或直接安装在其上的物项、控制堆芯功率水平的设备和通常含有或直接接触或控制反应堆堆芯一次冷却剂的部件。

不打算把那些能适当地加以改进使每年产铀量大大超过 100 克的反应堆排除在外。为在较高功率水平下持续运行而设计的反应堆，无论其产铀能力如何都不被认为是“零功率反应堆”。

1.2. 反应堆压力容器

金属容器，作为整体装置或供其使用的工厂预制的主要部件，专门设计或制造用来容纳上述第 1.1.段定义的核反应堆的堆芯，并且能承受一次冷却剂的工作压力。

注释

物项 1.2.包括反应堆压力容器的顶板，它是工厂预制的压力容器的主要部件。

堆内部件（例如堆芯用支承柱和板及其他容器内部件、控制棒导管、热屏蔽层、挡板、堆芯栅格板、扩散板等）通常由反应堆供应商提供。在某些情况下，制造压力容器时也包括制造某些内部支承构件。这些物项对于反应堆运行的安全性和可靠性（因此对反应堆供应商的保证和责任）非常关键，因此它们的供应通常不是在反应堆本身的基本供应安排以外。因此，虽然不一定认为单独供应这些专门设计和制造的独特的、关键的、大型和昂贵的物项被排除在考虑的范围之外，但认为这种供应方式未必可能。

1.3. 反应堆燃料装卸机

专门设计或制造用于对上述第 1.1.段所定义的核反应堆插入或从中取出燃料，能带负荷进行操作或利用技术上先进的定位或准直装置以便允许进行复杂的停堆装料操作（例如通常不可能直接观察或接近燃料的操作）的操作设备。

1.4. 反应堆控制棒

专门设计或制造用于控制上述第 1.1.段所定义的核反应堆的反应速率的棒。

注释

此物项除了吸收中子的部件外还包括该部件所用支承结构或悬吊结构（如分开供应的话）。

1.5. 反应堆压力管

专门设计或制造用于容纳上述第 1.1.段所定义的反应堆的燃料元件和一次冷却剂的压力管，工作压力超过 5.1 兆帕（740 磅/平方英寸）。

1.6. 锆管

专门设计或制造用于上述第 1.1.段所定义的反应堆中在任何 12 个月期间数量超过 500 千克，而且其中铈与锆之重量比低于 1:500 的锆金属和合金管或管组件。

1.7. 一次冷却剂泵

专门设计或制造用于循环上述第 1.1.段所定义的核反应堆用一次冷却剂的泵。

注释

专门设计和制造的泵可包括防止一次冷却剂渗漏的精密密封或多重密封的系统、全密封驱动泵，及有惯性质量系统的泵。这一定义包括鉴定为 NC-1 或相当标准的泵。

2. 反应堆用非核材料

2.1. 氘和重水

任一收货国在任何 12 个月期间内收到的供上述第 1.1.段所定义的核反应堆用，数量超过 200 千克氘原子的氘、重水（氧化氘）以及氘与氢原子之比超过 1:5000 的任何其他氘化物。

2.2. 核级石墨

任一收货国在任何 12 个月期间内收到的供上述第 1.1.段所定义的核反应堆用，数量超过 3×10^4 千克（30 吨），纯度高于百万分之五硼当量，密度大于 1.50 克/立方厘米的石墨。

说明

为了报告之目的，政府将确定出口符合上述技术规格的石墨是否供核反应堆使用。

3. 辐照燃料元件后处理厂以及专门为其设计或制造的设备

按语

辐照核燃料经后处理能使铀和钍从强放射性裂变产物以及其他超铀元素中分离出来。有各种技术工艺流程能够实现这种分离。但是，多年来，“普雷克斯”已成为最普遍采用和接受的工艺流程。“普雷克斯”流程包括：将辐照核燃料溶解在硝酸中，接着通过利用磷酸三丁酯与一种有机稀释剂的混合剂的溶剂萃取法分离铀、钍和裂变产物。

各种“普雷克斯”设施的流程功能彼此相似，包括：辐照燃料元件的切割、燃料溶解、溶剂萃取和工艺液流的贮存。还可能有一种设备，用于使硝酸铀酰热脱硝，把硝酸铀转化成氧化铀或金属铀，以及把裂变产物的废液处理成适合于长期贮存或处置的形式。但是，执行这些功能的设备的类型和结构在各个“普雷克斯”设施间可能不同，原因有几个，其中包括需要后处理的辐照核燃料的类型和数量、打算对回收材料的处理和设施设计时所考虑的安全和维护原则。

一个“辐照燃料元件后处理厂”包括通常直接接触和直接控制辐照燃料和主要核材料以及裂变产物工艺液流的设备和部件。

可以通过采取各种避免临界（例如通过几何形状）、辐射照射（例如通过屏蔽）和毒性危险（例如通过安全壳）的措施来确定这些过程，包括铀转换和铀金属生产的完整系统。

可以认为属于为辐照燃料元件后处理“专门设计或制造的设备”这一概念范围的设备项目包括：

3.1. 辐照燃料元件切割机

按语

这种设备能切开燃料包壳，使辐照核材料能够被溶解。专门设计的金属切割机是最常用的，当然也可能采用先进设备，例如激光器。

专门设计或制造供以上确定的后处理厂用来切、割或剪辐照燃料组件、燃料棒束或棒的遥控设备。

3.2. 溶解器

按语

溶解器通常接受切碎了乏燃料。在这种临界安全的容器内，辐照核材料被溶解在硝酸中，而剩余的壳片从工艺液流中被去掉。

专门设计或制造供以上确定的后处理厂用于溶解辐照核燃料，并能承受热、腐蚀性强的液体以及能远距离装料和维护的临界安全容器（例如小直径的环形或平板式容器）。

3.3. 溶剂萃取器和溶剂萃取设备

按语

溶剂萃取器既接受溶解器中出来的辐照燃料的溶液，又接受分离铀、钚和裂变产物的有机溶液。溶剂萃取设备通常设计得能满足严格的运行参数要求，例如运行寿命很长，不需要维护或便于更换，操作和控制简便以及可适应工艺条件的各种变化。

专门设计或制造用于辐照燃料后处理厂的溶剂萃取器，例如填料塔或脉冲塔、混合澄清器或离心接触器。溶剂萃取器必须能耐硝酸的腐蚀作用。溶剂萃取器通常由低碳不锈钢、钛、锆或其他优质材料，按极高标准（包括特种焊接和检查以及质量保证和质量控制技术）加工制造而成。

3.4. 化学溶液保存或贮存容器

按语

溶剂萃取阶段产生三种主要的工艺液流。进一步处理所有这三种液流所用的保存或贮存容器如下：

- (a) 用蒸发法使纯硝酸铀酰溶液浓缩，然后使其进到脱硝过程，并在此过程中转变成氧化铀。这种氧化物再次在核燃料循环中使用。
- (b) 通常用蒸发法浓缩强放射性裂变产物溶液，并以浓缩液形式贮存。随后可蒸发这种浓缩液并将其转变成适合于贮存或处置的形式。
- (c) 在将纯硝酸钚溶液转到下几个工艺步骤前先将其浓缩并贮存。尤其是，钚溶液的保存或贮存容器要设计得能避免由于这种液流浓度和形状的改变导致的临界问题。

专门设计或制造供辐照燃料后处理厂用的保存或贮存容器。这种保存或贮存容器必须能耐硝酸的腐蚀作用。保存或贮存容器通常用低碳不锈钢、钛或锆或其他优质材料制造。可将保存或贮存容器设计成能远距离操作和维护，而且它们可具有下述控制核临界的特点：

- (1) 壁或内部结构至少有百分之二的硼当量，或
- (2) 对于圆柱状容器来说，最大直径 175 毫米（7 英寸），或
- (3) 对于平板式或环形容器来说，最大宽度 75 毫米（3 英寸）。

3.5. 硝酸铀到氧化铀的转化系统

按语

在大多数后处理设施中，这个最后的流程包括将硝酸铀溶液转变成氧化铀。这个流程的主要功能是：流程进料贮存和调节、沉淀和固/液分离、煅烧、产品装运、通风、废物管理和流程控制。

专门设计或制造用于将硝酸铀转化为氧化铀，经特别配置以避免临界和辐射影响并且将毒性危害减到最小的完整系统。

3.6. 氧化铀到金属铀的生产系统

按语

这个流程可能与后处理设施有关，它涉及：通常用强腐蚀性氟化氢使氧化铀氟化，产生氟化铀；然后用高纯度钙金属使氟化铀还原，产生金属铀和氟化钙渣。这个流程的主要功能是：氟化（例如涉及用贵金属制造或作衬垫的设备）、金属还原（例如用陶瓷坩锅）、渣的回收、产品装运、通风、废物管理和流程控制。

专门设计或制造用于生产金属铀，经特别配置以避免临界和辐射影响并且将毒性危害减到最小的完整系统。

4. 燃料元件制造厂

“燃料元件制造厂”包括的设备有：

- (a) 通常直接接触、或直接加工或控制核材料生产流程的设备，或
- (b) 将核材料封入包壳中的设备。

5. 铀同位素分离厂以及专门为其设计或制造的（除分析仪器以外）设备

可以认为属于为铀同位素分离“专门设计或制造的（除分析仪器外）的设备”这一概念范围的设备项目包括：

5.1. 气体离心机和专门设计或制造用于气体离心机的组件和构件

按语

气体离心机通常由一个（几个）直径在 75 毫米（3 英寸）和 400 毫米（16 英寸）之间的薄壁圆筒组成。圆筒处在真空环境中并且以大约 300 米/秒或更高的线速度旋转，旋转时其中轴线保持垂直。为了达到高的转速，旋转构件的结构材料必须具有高的强度/密度比，而转筒组件因而及其单个构件必须按高精度公差来制造以便使不平衡减到最小。与其他离心机不同，为浓缩铀用的气体离心机特点是：在转筒室中有一个（几个）盘状转板和一个固定的管列用来供应和提取六氟化铀气体，其特点是至少有 3 个单独的通道，其中 2 个通道与从转筒轴向转筒室周边伸出的收集器相连。在真空环境中还有一些不转动的关键物项，它们虽然是专门设计的，但不难制造，也不是用独特的材料制造的。不过，一座离心机设施需要大量的这种构件，因此其数量能提供最终用途的重要迹象。

5.1.1. 转动部件

(a) 完整的转筒组件：

用本节注释中所述的一种或一种以上高强度/密度比的材料制造成的若干薄壁圆筒或一些相互连接的薄壁圆筒；如果是相互连接的，则圆筒通过以下 5.1.1.(c)节中所述的弹性波纹管或环连接。转筒（如果是最终形式的话）装有以下第 5.1.1.(d)和(e)节所述内档板和端盖。但是完整的组件只能以部分组装形式交货。

(b) 转筒：

专门设计或制造的厚度为 12 毫米（0.5 英寸）或更薄直径在 75 毫米（3 英寸）和 400 毫米（16 英寸）之间，用本节注释中所述一种或一种以上高强度/密度比材料制造成的薄壁圆筒。

(c) 环或波纹管：

专门设计或制造用于局部支承转筒管或把数个转筒管连接起来的构件。波纹管是壁厚 3 毫米（0.12 英寸）或更薄，直径在 75 毫米（3 英寸）和 400 毫米（16 英寸）之间，用本节注释中所述一种或一种以上高强度/密度比材料制成的有褶短圆筒。

(d) 转盘：

专门设计或制造的直径在 75 毫米（3 英寸）和 400 毫米（16 英寸）之间，用本节注释中所述各种高强度/密度比材料之一制造成的安装在离心机转筒内的盘状构件，其作用是将排气室与主分离室隔开，在某些情况下帮助六氟化铀气体在转筒的主分离室中循环。

(e) 顶盖/底盖：

专门设计或制造的直径在 75 毫米（3 英寸）和 400 毫米（16 英寸）之间，用本节注释中所述各种高强度/密度比材料之一制造成的装在转筒管端部的盘状构件，这样就把六氟化铀包容在转筒管内，在有些情况下还作为一个被结合的部分支承、保持或容纳上轴承件（顶盖）或支持马达的旋转件和下轴承件（底盖）。

注释

离心机转动构件所用材料是：

- (a) 极限抗拉强度为 2.05×10^9 牛顿/平方米（300 000 磅/平方英寸）或更高的马氏体钢；
- (b) 极限抗拉强度为 0.46×10^9 牛顿/平方米（67 000 磅/平方英寸）或更高的铝合金；
- (c) 适合于复合结构用的纤维材料，其比模量应为 12.3×10^6 米或更高，比极限抗拉强度应为 0.3×10^6 米或更高（“比模量”是用牛顿/平方米表示的杨氏模量除以用牛顿/立方米表示的比重；“比极限抗拉强度”是用牛顿/平方米表示的极限抗拉强度除以用牛顿/立方米表示的比重）。

5.1.2. 静态部件

(a) 磁悬浮轴承：

专门设计或制造的轴承组合件，由悬浮在充满阻尼介质箱中的一个环形磁铁组成。该箱要用耐六氟化铀的材料（见 5.2.节的注释）制造。该磁铁与装在 5.1.1.(e)节所述顶盖上的一个磁极片或另一个磁铁相组合。此磁铁可以是环形的，外径与内径的比小于或等于 1.6:1。它的初始磁导率可以是 0.15 亨/米（120 000 厘米·克·秒制单位）或更高，或剩磁 98.5%或更高，或产生的能量高于 80 千焦耳/立方米（ 10^7 高斯-奥斯特）。除了具有通常的材料性质外，先决条件是磁轴对几何轴的偏离应限制在很小的公差范围（低于 0.1 毫米或 0.004 英寸）或特别要求磁铁材料有均匀性。

(b) 轴承/阻尼器:

专门设计或制造的包括架在阻尼器上的枢轴/盖组件的轴承。枢轴通常是一种淬硬钢轴，一端成半球形，而另一端能连在 5.1.1.(e)节所述底盖上。但是这种轴可附有一个动压轴承。盖是球形的，一面有一个半球形陷穴。这些构件通常是单独为阻尼器提供的。

(c) 分子泵:

专门设计或制造的内部有已加工或挤压的螺纹槽和已加工的腔的泵体。典型尺寸如下：内直径 75 毫米（3 英寸）到 400 毫米（16 英寸），壁厚 10 毫米（0.4 英寸）或更厚，长度等于或大于直径。刻槽的横截面是典型的矩形，槽深 2 毫米（0.08 英寸）或更深。

(d) 电动机定子:

专门设计或制造的环形定子，用于在真空中频率范围为 600—2000 赫兹，功率范围为 50—1000 伏安条件下同步运行的高速多相交流磁滞（或磁阻）式电动机。定子由在厚度为 2.0 毫米（0.08 英寸）或更薄一些的典型薄层组成的低损耗叠片铁芯上的多相绕组组成。

(e) 离心机壳/收集器:

专门设计或制造用来容纳气体离心机的转筒组件的部件。离心机壳由一个壁厚达 30 毫米（1.2 英寸）的刚性圆筒组成，它带有经过精密机械加工的两个端面以便固定轴承和一个或多个便于安装的法兰盘。这两个经过机械加工的端面相互平行，并以不大于 0.05 度的误差与圆筒轴垂直。离心机壳也可是一种格状结构以适应几个转筒。这种机壳通常用耐六氟化铀腐蚀的材料制造或是用这类材料加以保护。

(f) 收集器:

专门设计或制造的内径达 12 毫米（0.5 英寸）的一些管件，它们用来借助皮托管作用（即例如扳弯一个径向配置的管的端部而形成一个面迎转筒内环形气流的开口）从转筒内部提取六氟化铀气体，并且能与中心气体提取系统相连。这类管件用耐六氟化铀腐蚀的材料制造或用这类材料加以保护。

5.2. 为气体离心浓缩厂专门设计或制造的辅助系统、设备和部件

按语

气体离心浓缩工厂用的辅助系统、设备和部件是向离心机供应六氟化铀，把单个离心机相互连接起来以组成级联（多级）从而逐渐提高浓缩度并且从离心机中提

取六氟化铀“产品”和“尾料”所需工厂的各种系统，再加上驱动离心机或控制该工厂所需要的设备。

通常利用经加热的高压釜将六氟化铀从固体蒸发，气态形式的六氟化铀通过级联集管线路被分配到各个离心机。通过级联集管线路使从离心机流出的六氟化铀“产品”和“尾料”气流通到冷阱（在约 203 K（-70℃）下工作），气流在冷阱先冷凝，然后再送入适当的容器以便运输或贮存。由于一个浓缩工厂由排成级联式的好几千个离心机组成，所以级联的集管线路有好几公里长，含有好几千条焊缝而且管道布局大量重复。上述设备、部件和管道系统都是按非常高的真空和净度标准制造的。

5.2.1. 供料系统/产品和尾料提取系统

专门设计或制造的流程系统包括：

供料釜（或供料器），用于以高达 100 千帕（15 磅/平方英寸）的压力和 1 千克/小时（或更大）的速率使六氟化铀通向离心机级联；

凝华器（或冷阱），用于以高达 3 千帕（0.5 磅/平方英寸）的压力从级联中取出六氟化铀。凝华器能被冷却到 203 K（-70℃）和加热到 343 K（70℃）；

“产品”和“尾料”器，用来把六氟化铀收集到容器中。

这种设施、设备和管路全部用耐六氟化铀的材料制成或用它作衬里（见本节的注释），并且按很高的真空和净度标准制造。

5.2.2. 机械集管系统

专门设计或制造用于在离心机级联中操作六氟化铀的管路系统和集管系统。管路网络通常是“三”集管系统，每个离心机连接一个集管。这样，在形式上有大量重复。所有的都用耐六氟化铀的材料（见本节注释）制成并且按很高的真空和净度标准制造。

5.2.3. 六氟化铀质谱仪/离子源

专门设计或制造的磁质谱仪或四极质谱仪，这两种谱仪能从六氟化铀气流中“在线”取得供料、产品或尾料的样品，并且具有以下所有特点：

1. 原子质量单位的单位分辨率高于 320；
2. 离子源用尼赫罗姆合金或蒙乃尔合金制成或以这些材料作为衬里或镀镍；
3. 电子轰击离子源；

4. 有一个适合于同位素分析的收集系统。

5.2.4. 频率变换器

为满足 5.1.2.(d)中定义的电机定子的需要而专门设计或制造的频率变换器（又称变频器或变换器）或这类频率变换器的部件、构件和子配件。它们具有下述所有特点：

1. 多相输出 600—2000 赫兹；
2. 高稳定性（频率控制优于 0.1%）；
3. 低谐波畸变（低于 2%）；
4. 效率高于 80%。

注释

以上所列物项不是直接接触六氟化铀流程气体就是直接控制离心机和直接控制这种气体从离心机到离心机以及从级联到级联的通路。

耐六氟化铀腐蚀的材料包括不锈钢、铝、铝合金、镍或含镍 60%以上的合金。

5.3. 专门设计或制造用于气体扩散法浓缩的组件和部件

按语

用气体扩散法分离铀同位素时，主要的技术组件是一个特制的多孔气体扩散膜、用于冷却（经压缩过程所加热）气体的热交换器、密封阀和控制阀以及管道。由于气体扩散技术使用的是六氟化铀，所有的设备、管道和仪器仪表（与气体接触的）表面都必须用同六氟化铀接触时能保持稳定的材料制成。一个气体扩散设施需要许多这样的组件，因此其数量能提供最终用途的重要迹象。

5.3.1 气体扩散膜

- (a) 专门设计或制造的由耐六氟化铀腐蚀的金属、聚合物或陶瓷材料制成的，很薄的多孔过滤膜，孔的大小为 100—1000 埃，膜厚 5 毫米（0.2 英寸）（或以下），对于管状膜来说，直径为 25 毫米（1 英寸）（或以下）；
- (b) 为制造这种过滤膜而专门制备的化合物或粉末。这类化合物和粉末包括镍或含镍 60%（或以上）的合金、氧化铝或纯度 99.9%（或以上）的耐六氟化铀的完全氟化的烃聚合物，颗粒大小低于 10 微米。颗粒大小高度均匀。这些都是专门为制造气体扩散膜准备的。

5.3.2. 扩散室

专门设计或制造的直径大于 300 毫米（12 英寸），长度大于 900 毫米（35 英寸）的密闭式圆柱形容器或尺寸相当的方形容器；该容器有直径都大于 50 毫米（2 英寸）的一个进气管和两个出气管，容器用于容纳气体扩散膜，由耐六氟化铀的材料制成或以其作为衬里，并且设计成卧式或垂直安装。

5.3.3. 压缩机和鼓风机

专门设计或制造的轴向离心式或正排量压缩机或鼓风机，以及这类压缩机和鼓风机的单独组件。压缩机或鼓风机吸气能力为 1 立方米六氟化铀/分（或更大），出口压力高达几百千帕（100 磅/平方英寸），设计成在具有或没有适当功率的电动机的六氟化铀环境中长期运行。这种压缩机和鼓风机的压力比在 2:1 和 6:1 之间，用耐六氟化铀的材料制成或用其作为衬里。

5.3.4 转动轴封

专门设计或制造的真空密封装置，有密封式进气口和出气口，用于密封把压缩机或鼓风机转子同传动马达连接起来的转动轴，以保证可靠的密封，防止空气渗入充满六氟化铀的压缩机或鼓风机的内腔。这种密封装置通常设计成将缓冲气体泄漏率限制到小于 1000 立方厘米/分（60 立方英寸/分）。

5.3.5. 冷却六氟化铀的热交换器

专门设计或制造的，用耐六氟化铀的材料（不锈钢除外）制成或以其作为衬里或以铜或这些金属的复合物作衬里的热交换器，在压差为 100 千帕（15 磅/平方英寸）下渗透压力变化率小于每小时 10 帕（0.0015 磅/平方英寸）。

5.4. 专门设计或制造的用于气体扩散浓缩的辅助系统、设备和部件

按语

气体扩散浓缩厂用的辅助系统、设备和部件，是向气体扩散组件供应六氟化铀，把单个组件相互联结组成级联（或多级）以便使浓缩度逐步增高并且从各个扩散级联中提取六氟化铀“产品”和“尾料”所需要的工厂系统。由于扩散级联的很高惯性，级联运行的任何中断，特别是停车，会导致严重后果。因此，在所有工艺系统中严格、持续地保持真空、自动防止事故、准确自动调节气流对气体扩散工厂是很重要的。所有这一切，使得该工厂需要装备大量特别的测量、调节和控制系统。

通常六氟化铀从置于高压釜内的圆筒中蒸发，以气态经级联集管管路通到进口。从出口流出的六氟化铀“产品”和“尾料”气流通过级联集管管路通到冷阱或压缩装置，六氟化铀气体在这里液化，然后再进到适当的容器以便运输或贮存。由于一个气体扩散浓缩工厂由排成级联式的无数个气体扩散组件组成，所以级联的集管管线有好几公里长，含有好几千条焊缝而且管道布局大量重复。上述设备、部件和管道系统都按非常高的真空和净度标准制造。

5.4.1. 供料系统/产品和尾料提取系统

专门设计或制造的能在 300 千帕（45 磅/平方英寸）或以下的压力下运行的流程系统，包括：

供料釜（或供料系统），用于使六氟化铀通向气体扩散级联；

凝华器（或冷阱），用于从扩散级联中取出六氟化铀；

液化器，将来自级联的六氟化铀气体压缩并冷凝成液态六氟化铀；

“产品”或“尾料”器，用来把六氟化铀收集到容器中。

5.4.2. 集管管路系统

专门设计或制造用于在气体扩散级联中操作六氟化铀的管路系统和集管系统。这种管路网络通常采用“双”集管系统，每个扩散单元连接一个集管。

5.4.3. 真空系统

- (a) 专门设计或制造的大型真空歧管、真空集管和抽气能力为 5 立方米/分（或以上）的真空泵。
- (b) 专门设计的在含六氟化铀气氛中使用的真空泵，用铝、镍或含镍量高于 60% 的合金制成或以其作为衬里。这些泵可以是旋转式或正压式，可有排代式密封和碳氟化合物密封并且可以存在有特殊工作液体。

5.4.4. 特种关闭阀和控制阀

专门设计和制造的，由耐六氟化铀材料制成，直径 40 至 1500 毫米（1.5 至 59 英寸）手动或自动的关闭阀和控制波纹管阀；用来安装在气体扩散浓缩工厂的主要和辅助系统中。

5.4.5. 六氟化铀质谱仪/离子源

专门设计或制造的磁质谱仪或四极质谱仪，这些谱仪能从六氟化铀气流中“在线”取得供料、产品或尾料的样品，并且具有以下所有特点：

1. 原子质量单位的单位分辨率高于 320；
2. 离子源用尼赫罗姆合金或蒙乃尔合金制成或以这些材料作为衬里或镀镍；
3. 电子轰击离子源；
4. 有一个适合于同位素分析的收集系统。

注释

以上所列物项不是直接接触六氟化铀流程气体就是直接控制级联中的气流。所有接触流程气体的表面都要完全由耐六氟化铀材料制成或以其作为衬里。对于与气体扩散物项有关的本节来说，耐六氟化铀腐蚀的材料包括不锈钢、铝、铝合金、氧化铝、镍或含镍 60%以上的合金以及耐六氟化铀的完全氟化的烃聚合物。

5.5. 专门设计或制造用于气体动力学浓缩厂的系统、设备和部件

按语

在气体动力学浓缩过程中，要压缩气态六氟化铀和轻气体（氢或氦）的混合气，然后使其通过分离元件。在这些元件中，通过在一个曲壁几何结构面上产生的高离心力，完成同位素分离。已经成功地开发了这种类型的两个过程：喷嘴分离过程和涡流管过程。就这两种过程而言，一个分离级的主要部件包括容纳专用分离元件（喷嘴或涡流管）的圆筒状容器、气体压缩机和用来排出压缩热的热交换器。一座气体动力学浓缩工厂需要若干个这种分离级：因此其数量能提供最终用途的重要迹象。由于气体动力学过程使用六氟化铀，所有设备、管线和仪器仪表中与这种气体接触的表面，都必须用同六氟化铀接触时能保持稳定的材料制成。

注释

本节所列物项不是直接接触六氟化铀过程气体就是直接控制级联中的这种气流。所有与六氟化铀这种过程气体接触的表面，均需用耐六氟化铀材料制造或用耐六氟化铀材料保护。就本节有关气体动力学浓缩物项而言，能耐六氟化铀腐蚀的材料包括：铜、不锈钢、铝、铝合金、镍或含镍 60%或 60%以上的合金；和耐六氟化铀完全氟化的烃聚合物。

5.5.1. 分离喷嘴

专门设计或制造的分离喷嘴及其组件。分离喷嘴由一些狭缝状、曲率半径小于 1 毫米（一般为 0.1 毫米至 0.05 毫米）的耐六氟化铀腐蚀的弯曲通道组成，喷嘴中有一刀口能将流过该喷嘴的气体分成两部分。

5.5.2. 涡流管

专门设计或制造的涡流管及其组件。涡流管呈圆筒形或锥形，用耐六氟化铀腐蚀材料制成或加以保护，其直径在 0.5 厘米至 4 厘米之间，长径比率为 20:1 或更小，并带有 1 个或多个切向进口。这些涡流管的一端或两端装有喷嘴型附件。

注释

供料气体在涡流管的一端切向进入涡流管，或通过一些旋流叶片，或从沿涡流管周边分布的若干个切向位置进入涡流管。

5.5.3. 压缩机和鼓风机

专门设计或制造的用耐六氟化铀腐蚀材料制成或加以保护的轴向离心式或正排量压缩机或鼓风机其体积吸入能力为 2 立方米/分或更大的六氟化铀/载体气（氢或氦）混合气。

注释

这些压缩机和鼓风机的压力比一般在 1.2:1 和 6:1 之间。

5.5.4. 转动轴封

专门设计或制造的带有密封式进气口和出气口的转动轴封，用作密封与压缩机或鼓风机转子连接起来驱动马达的轴，以便保证可靠的密封，防止过程气体外漏或空气或密封气体内漏入充满六氟化铀/载气混合气的压缩机或鼓风机内腔。

5.5.5. 冷却气体用热交换器

专门设计或制造的用耐六氟化铀腐蚀材料制成或加以保护的热交换器。

5.5.6. 分离元件外壳

专门设计或制造的用耐六氟化铀腐蚀的材料制成或加以保护的用作容纳涡流管或分离喷嘴的分离元件外壳。

注释

这种外壳可以是直径大于 300 毫米长度大于 900 毫米的圆筒状容器，或是与上述相近尺寸的矩形容器，并可设计成便于水平安装或竖直安装的形式。

5.5.7. 供料系统/产品和尾料提取系统

专门为浓缩工厂设计或制造的用耐六氟化铀腐蚀材料制成的或加以保护的流程系统或，包括：

- (a) 供料高压釜、供料加热炉或供料系统，用作把六氟化铀送入浓缩过程；
- (b) 凝华器（或冷阱），用于从浓缩过程中移出六氟化铀，供下一步加热转移；
- (c) 固化器或液化器，用于通过压缩六氟化铀并将其转化为一种液态形式或固态形式，从浓缩流程中移出六氟化铀；
- (d) “产品”器和“尾料”器，用于将六氟化铀转移入各容器中。

5.5.8. 集管管路系统

专门为操作气体动力学级联中的六氟化铀设计或制造的用耐六氟化铀腐蚀材料制成或保护的集管管路系统。这种管路系统通常采用“双”集管设计，每级或每个级组连接一个集管。

5.5.9. 真空系统和泵

- (a) 为在含六氟化铀气氛中工作而专门设计或制造的吸入能力为 5 立方米/分或更大的由若干真空歧管、真空集管和真空泵组成的真空系统，
- (b) 为在含六氟化铀气氛中工作而专门设计或制造的，用耐六氟化铀腐蚀的材料制成或保护的真空泵。这些泵也可用氟碳密封和特殊工作流体。

5.5.10. 特种截流阀和控制阀

为安装在气体动力学浓缩工厂的主系统和辅助系统而专门设计或制造的，用耐六氟化铀腐蚀材料制成的或保护的，直径为 40 - 1500 毫米的手动或自动截流阀和控制波纹管阀。

5.5.11. 六氟化铀质谱仪/离子源

专门设计或制造的磁质谱仪或四极质谱仪，这些谱仪能从六氟化铀气流中“在线”取得供料、产品或尾料的样品，并且具有所有以下特点：

1. 质量的单位分辨率高于 320;
2. 用尼赫罗姆合金或蒙乃尔合金制成或以这些材料为衬里或镀镍的离子源;
3. 电子轰击离子源;
4. 适合于同位素分析的收集器系统。

5.5.12. 六氟化铀/载体气分离系统

为将六氟化铀与载体气（氢或氦）分离开来而专门设计或制造的过程系统。

注释

这些系统是为将载体气中的六氟化铀含量降至 1ppm 或更低而设计的，并可含有下述的设备：

- (a) 能以-120°C 或更低温度工作的低温热交换器和低温分离器，或
- (b) 能以-120°C 或更低温度工作的低温致冷设备，或
- (c) 用于将六氟化铀与载体气分离开来的分离喷嘴或涡流管设备，或
- (d) 能以-20°C 或更低温度工作的六氟化铀冷阱。

5.6. 专门设计或制造用于化学交换或离子交换浓缩工厂的系统、设备和部件

按语

铀的几种同位素在质量上的微小差异，能引起化学反应平衡的小的变化。这用来作同位素分离的基础。已经开发成功两种工艺过程：液-液化学交换过程和固-液离子交换过程。

在液-液化学交换过程中，两种不混溶的液相（水相和有机相）作逆流接触，结果给出数千分离级的级联效果。水相由含氯化铀的盐酸溶液组成；有机相由载氯化铀的萃取剂的有机溶剂组成。分离级联中使用的接触器可以是液-液交换柱（例如带有筛板的脉冲柱），或是液体离心接触器。在分离级联的两端要求实现化学转化（氧化和还原）以保证各端的回流要求。一个重要的设计问题是避免这些过程物流被某些金属离子沾污。所以，一般使用塑料的、衬塑料的（包括用氟碳聚合物）和（或）衬玻璃的柱和管线。

在固-液离子交换过程中，浓缩是由铀在一种特制的作用很快的离子交换树脂或吸附剂上的吸附/解吸完成的。使铀的盐酸溶液和其他化学试剂，从载有吸附剂填充床的圆筒形浓缩柱中通过。就一个连续过程而言，需要有一个回流系统，以便把

从吸附剂上解吸下来的铀返回到液流中，这样便可收集“产品”和“尾料”。这是通过使用适宜的还原/氧化化学试剂来完成的。这些试剂可在单独的外部的系统中完全再生，并可在同位素分离柱内部分地再生。由于在这种工艺过程中有热的浓盐酸溶液存在，使用的设备应该用专门的防腐材料制作或保护。

5.6.1. 液-液交换柱（化学交换）

为使用化学交换过程的铀浓缩工厂专门设计或制造的，有机械动力输入的逆流液-液交换柱（即带有筛板的脉冲柱、往复板柱和带有内部涡轮混合器的柱）。为了耐浓盐酸溶液的腐蚀，这些交换柱及其内部构件一般用适宜的塑料（例如氟碳聚合物）或玻璃制作或保护。交换柱的级停留时间一般被设计得很短（30 秒或更短）。

5.6.2. 液-液离心接触器（化学交换）

为使用化学交换过程的铀浓缩工厂而专门设计或制造的液-液离心接触器。此类接触器利用转动来达到有机相与水相的分散，然后借助离心力来分离这两相。为了能耐浓盐酸溶液的腐蚀，这些接触器一般用适当的塑料（例如碳氟聚合物）来制作或衬里，或衬以玻璃。离心接触器的级停留时间被设计得很短（30 秒或更短）。

5.6.3. 铀还原系统和设备（化学交换）

- (a) 为使用化学交换过程的铀浓缩工厂专门设计或制造的，用来将铀从一种价态还原为另一种价态的电化学还原槽。与过程溶液接触的这种槽的材料必须能耐浓盐酸溶液腐蚀。

注释

这种槽的阴极室必须设计成能防止铀被再氧化到较高的价态。为了把铀保持在阴极室中，这种槽可有一个由特种阳离子交换材料制成的抗渗的隔膜。阴极一般由石墨之类适宜的固态导体组成。

- (b) 装在级联的产品端为将有机相流中的四价铀移出、调节酸浓度和向电化学还原槽供料而专门设计或制造的系统。

注释

这些系统由以下设备组成：将有机相流中的四价铀反萃取到水溶液中的溶剂萃取设备，完成溶液 pH 值调节和控制的蒸发设备和（或）其他设备，以及向电化学还原槽供料的泵或其他输送装置。一个重要设计问题是要避免水相流被某些种类的金属离子沾污。因此，对该系统那些接触这种过程物流的部分，要用适当的材料（例如玻璃、碳氟聚合物、聚苯硫酸酯、聚醚砜和用树脂浸过的石墨）制成或保护的来构成。

5.6.4. 供料准备系统（化学交换）

专门设计或制造的，用来为化学交换铀同位素分离工厂生产高纯氯化铀供料溶液的系统。

注释

这些系统由进行纯化所需的溶解设备、溶剂萃取设备和（或）离子交换设备，以及用来将六价铀或四价铀还原为三价铀的电解槽组成。这些系统产生只含几个 ppm 铬、铁、钒、钼和其他两价或价态更高的阳离子金属杂质的氯化铀溶液。处理高纯三价铀的系统的若干部分的建造材料包括玻璃、碳氟聚合物、聚苯硫酸酯或聚醚砜塑料衬里的石墨和用树脂浸过的石墨。

5.6.5. 铀氧化系统（化学交换）

专门设计或制造用于将三价铀氧化为四价铀以便返回化学交换浓缩过程的铀同位素分离级联的系统。

注释

这些系统可含有诸如下述设备：

- (a) 使氯气和氧气与来自同位素分离设备的水相流相接触的设备以及将所得四价铀萃入由级联的产品端返回的已被反萃取过的有机相的设备，
- (b) 使水与盐酸分离开来，以便可使水和加浓了的盐酸在适当位置被重新引入工艺过程的设备。

5.6.6. 快速反应离子交换树脂/吸附剂（离子交换）

为以离子交换过程进行铀浓缩而专门设计或制备的快速反应离子交换树脂或吸附剂包括：多孔大网络树脂，和（或）薄膜结构（在这些结构中，活性化学交换基团仅限于非活性多孔支持结构表面的一个涂层），以及处于包括颗粒或纤维在内的任何适宜形式的其他复合结构。这些离子交换树脂/吸附剂有 0.2 毫米或更小的直径，而且在化学性质上必须能耐浓盐酸溶液腐蚀，在物理性质上必须有足够的强度因而在交换柱中不被降解。这些树脂/吸附剂是专门为实现很快的铀同位素交换动力学过程（低于 10 秒的交换速率减半期）而设计的，并且能在 100—200℃ 的温度范围内操作。

5.6.7. 离子交换柱（离子交换）

为以离子交换过程进行铀浓缩而专门设计或制造的用于容纳和支撑离子交换树脂/吸附剂填充床层的直径大于 1000 毫米的圆筒状柱。这些柱一般用耐浓盐酸溶液腐蚀的材料（例如钛或碳氟塑料）制成或保护，并能在 100—200℃ 的温度范围内和高于 0.7 兆帕（102 磅/平方英寸）的压力下操作。

5.6.8. 离子交换回流系统（离子交换）

- (a) 专门设计或制造的用于使离子交换铀浓缩级联中所用化学还原剂再生的化学或电化学还原系统。
- (b) 专门设计或制造的用于使离子交换铀浓缩级联中所用化学氧化剂再生的化学或电化学氧化系统。

注释

离子交换浓缩过程可使用例如三价钛作为还原阳离子，在这种情况下，所用还原系统将通过还原四价钛使三价钛再生。

离子交换浓缩过程可使用例如三价铁作为氧化剂，在这种情况下，所用氧化系统将通过氧化二价铁来使三价铁再生。

5.7. 专门设计或制造用于以激光为基础的浓缩工厂的系统、设备和部件

按语

目前利用激光的浓缩过程的系统有两类：一类是过程介质为原子铀蒸气的系统，另一类是过程介质为铀化合物的蒸气的系统。这样一些过程的通常名称包括：第一类——原子蒸气激光同位素分离；第二类——分子激光同位素分离和同位素选择性激光活化化学反应。用于激光浓缩工厂的系统、设备和部件包括：(a) 铀金属蒸气供料装置（用于选择性光电离）或铀的化合物蒸气供料装置（用于光离解或化学活化）；(b) 第一类中作为“产品”和“尾料”的浓缩的铀金属和贫化的铀金属收集装置，和第二类中作为“产品”的离解的或反应的化合物和作为“尾料”的未发生变化材料的收集装置；(c) 用于选择性地激发铀-235 的激光过程系统；和 (d) 供料准备设备和产品转化设备。鉴于铀原子和铀化合物能谱的复杂性，可能需要同现有激光技术中的任何一种联合使用。

注释

本节所列的许多物项将直接接触铀金属蒸气、液态金属铀，或由六氟化铀或六氟化铀和其他气体的混合物组成的过程气体。所有与铀或六氟化铀接触的表面，都

全部地由耐腐蚀材料制造或保护。就有关基于激光的浓缩的物项而言，耐铀金属或铀合金蒸气或液体的腐蚀的材料包括：氧化钽涂敷石墨和钽；耐六氟化铀腐蚀的材料包括：铜、不锈钢、铝、铝合金、镍或镍含量不低于 60% 的合金和耐六氟化铀腐蚀的完全氟化的烃聚合物。

5.7.1. 铀蒸发系统（原子蒸气激光同位素分离）

专门设计或制造的铀蒸发系统。这些系统含有大功率条带式或扫描式电子束枪，其供到靶上的功率大于 2.5 千瓦/厘米。

5.7.2. 液态铀金属处理系统（原子蒸气激光同位素分离）

专门设计或制造由一些坩埚及其冷却设备组成用于处理熔融铀或铀合金的液态金属处理系统。

注释

这种系统的坩埚和其他接触熔融铀或铀合金的部分，要用有适当的耐腐蚀和耐高温性能的材料制成或保护。适当的材料包括钽、氧化钽涂敷石墨、用其他稀土氧化物或其混合物涂敷的石墨。

5.7.3. 铀金属“产品”和“尾料”收集器组件（原子蒸气激光同位素分离）

专门设计或制造用于收集液态或固态铀金属的“产品”和“尾料”收集器组件。

注释

这些组件的部件由耐铀金属蒸气或液体的高温和腐蚀性的材料（例如氧化钽涂敷石墨或钽）制成或保护。这类部件可包括用于磁的、静电的或其他分离方法的管、阀、管接头、“出料槽”、进料管、热交换器和收集板。

5.7.4. 分离器组件外壳（原子蒸气激光同位素分离）

专门设计或制造的圆筒状或矩形容器，用于容纳铀金属蒸气源、电子束枪，及“产品”与“尾料”收集器。

注释

这些外壳有多种样式的开口，用于电源电缆、供水管、激光束窗、真空泵接头和仪器诊断和监测。这些开口均设有开闭装置，以便整修内部的部件。

5.7.5. 超声膨胀喷嘴（分子激光同位素分离）

专门设计或制造的超声膨胀喷嘴，用于冷却六氟化铀与载体气的混合气至 150K 或更低的温度。这种喷嘴耐六氟化铀腐蚀。

5.7.6. 氟化铀产品收集器（分子激光同位素分离）

专门设计或制造的五氟化铀固态产品收集器。这种收集器是过滤式、冲击式或旋流式收集器，或其组合；并且耐五氟化铀/六氟化铀环境的腐蚀。

5.7.7. 六氟化铀/载体气压缩机（分子激光同位素分离）

为在六氟化铀环境中长期操作而专门设计或制造的六氟化铀/载体气混合气压缩机。这些压缩机中与过程气体接触的部件用耐六氟化铀腐蚀的材料制成或保护。

5.7.8. 转动轴封（分子激光同位素分离）

专门设计或制造的有密封的进气口和出气口的转动轴封，用于密封把压缩机转子与驱动马达连接起来的轴，以保证可靠的密封，防止过程气体外漏，或空气或密封气体漏入充满六氟化铀/载体气混合气的压缩机内腔。

5.7.9. 氟化系统（分子激光同位素分离）

专门设计或制造的用于将五氟化铀（固体）氟化为六氟化铀（气体）的系统。

注释

这些系统是为将所收集的五氟化铀粉末氟化为六氟化铀而设计的。其六氟化铀随后将被收集于产品容器中，或作为进料被转送到为进行进一步浓缩而设置的分子激光同位素分离单元中。在一种方案中，这种氟化反应可在同位素分离系统内部完成，以便一离开“产品”收集器便反应和回收。在另一种方案中，五氟化铀粉末将被从“产品”收集器中移出/转送到一个适当的反应容器（例如流化床反应器、螺旋反应器或火焰塔式反应器）中进行氟化。在这两种方案中，都使用氟气（或其他适宜的氟化剂）贮存和转送设备，以及六氟化铀收集和转送设备。

5.7.10. 六氟化铀质谱仪/离子源（分子激光同位素分离）

专门设计或制造的磁质谱仪或四极质谱仪，这些质谱仪能从六氟化铀气流中“在线”取得供料、“产品”或“尾料”的样品，并且有以下所有特点：

1. 质量的单位分辨率高于 320；
2. 离子源用尼赫罗姆合金或蒙乃尔合金制成或以这些材料作为衬里或镀镍；

3. 电子轰击离子源；
4. 适合于同位素分析的收集器系统。

5.7.11. 进料系统/产品和尾料提取系统（分子激光同位素分离）

为浓缩厂专门设计或制造的工艺系统或设备，由耐六氟化铀腐蚀的材料制造或用这种材料保护，包括：

- (a) 进料高压釜、加热炉或系统，用于使六氟化铀进入浓缩过程；
- (b) 凝华器（或冷阱），用于使六氟化铀离开浓缩过程以便随后在受热时转移；
- (c) 固化或液化器，用来通过压缩六氟化铀和把它转变成液态或固态，使六氟化铀离开浓缩过程；
- (d) “产品”或“尾料”器，用于把六氟化铀收集到容器内。

5.7.12. 六氟化铀/载体气分离系统（分子激光同位素分离）

为将六氟化铀从载体气中分离出来专门设计或制造的工艺系统。载体气可为氮、氩或其他气体。

注释

这类系统可装有设备例如：

- (a) 低温热交换器或低温分离器，能承受-120℃或更低的温度；
- (b) 低温冷冻器，能承受-120℃或更低的温度；
- (c) 六氟化铀冷阱，能承受-20℃或更低的温度。

5.7.13. 激光系统（原子蒸气激光同位素分离，分子激光同位素分离和同位素选择性激光活化化学反应）

为铀同位素分离专门设计或制造的激光器或激光系统。

注释

原子蒸气激光同位素分离过程使用的激光系统通常由两个激光器组成：一个铜蒸气激光器和一个染料激光器。分子激光同位素分离使用的激光系统通常由一个二氧化碳激光器或激发激光器和一个多道光学栅（两端有旋转镜）组成。这两种过程使用的激光器或激光系统都需要有一个谱频稳定器以便能够长时间地工作。

5.8. 专门设计或制造的用于等离子体分离浓缩厂的系统、设备和部件

按语

在等离子体分离过程中，铀离子等离子体通过一个调到铀-235 离子共振频率的电场，这样铀离子优先吸收能量并增大它们螺旋状轨道的直径。具有大直径径迹的离子被捕集从而产生铀-235 被浓集的产品。由电离的铀蒸气组成的等离子体被约束在具有由超导磁体产生的高强度磁场的真空室内。这个过程的主要技术系统包括铀等离子体发生系统，带有超导磁体的分离器组件和用于搜集“产品”和“尾料”的金属移出系统。

5.8.1. 微波动力源和天线

为产生或加速离子专门设计或制造的微波动力源和天线，具有以下特性：频率高于 30 千兆赫兹，和用于产生离子的平均功率输出大于 50 千瓦。

5.8.2. 离子激发蛇形管

专门设计或制造的射频离子激发蛇形管，用于高于 100 千赫的频率并能够输送的平均功率高于 40 千瓦。

5.8.3. 铀等离子体发生系统

为产生铀等离子体专门设计或制造的系统，这种系统可装有高功率条带式或扫描式电子束枪，靶上的释热高于 2.5 千瓦/厘米。

5.8.4. 液态铀金属操作系统

专门设计制造的用于熔融的铀或铀合金的液态金属操作系统，包括坩埚和坩埚用冷却设备。

注释

这种系统中与熔融的铀或铀合金接触的坩埚和其他部件由适当的抗腐蚀和抗热材料构成或由这种材料作防护层。可适用的材料包括钽、有钽涂层的石墨、有其他稀土氧化物或这类氧化物的混合物涂层的石墨。

5.8.5. 铀金属“产品”和“尾料”收集器组件

专门设计或制造的用于固态铀金属的“产品”和“尾料”收集器组件。这类收集器组件由抗热和抗铀金属蒸汽腐蚀的材料构成或由这类材料作防护层，例如有钽涂层的石墨或钽。

5.8.6. 分离器组件外壳

专门设计或制造的圆筒形容器，供等离子体分离浓缩厂用来容纳铀等离子体源、射频驱动蛇形管及“产品”和“尾料”收集器。

注释

这种外壳有多种形式的开口，用于供电装置、扩散泵接头及仪器仪表诊断和监测。这些开口设有开闭装置，以便整修内部部件；它们由适当的非磁性材料例如不锈钢构成。

5.9. 专门设计或制造的用于电离浓缩厂的系统、设备和部件

按语

在电磁过程中，由一种盐原料（典型的是四氯化铀）离子化产生的金属铀离子被加速并通过一个能使不同同位素离子流经不同径迹的磁场。电磁同位素分离器的主要部件包括：同位素离子束分散/分离用的磁场、离子源及其加速系统和收集经分离的离子的系统。这个过程的辅助系统包括磁体供电系统、离子源高压供电系统、真空系统以及产品回收及部件的清洁/再循环用多种化学处理系统。

5.9.1. 电磁同位素分离器

为分离铀同位素专门设计或制造的电磁同位素分离器及其设备和部件包括：

(a) 离子源

专门设计或制造的一种或多种铀离子源由蒸汽源、电离剂和射束加速器组成，用石墨、不锈钢或铜等适当材料建造，能提供总强度为 50 毫安或更高的离子束流。

(b) 离子收集器

收集器板极由专门为收集浓缩和贫化铀离子束而设计或制造的两个或多个槽和容器组成，用石墨或不锈钢一类的适当材料建造。

(c) 真空外壳

为铀电磁分离器专门设计或制造的真空外壳，用不锈钢一类的非磁性适当材料建造，设计在 0.1 帕或以下的压力下运行。

注释

外壳专门设计成装有离子源、收集器板极和水冷却管路，并有用于扩散泵连接结构和可用来移出和重新安装这些部件的开闭结构。

(d) 磁极块

专门设计或制造的磁极块，直径大于 2 米，用来在电磁同位素分离器内维持恒定磁场并在毗连分离器之间传输磁场。

5.9.2. 高压电源

为离子源专门设计或制造的高压电源，具有以下所有特点：能连续工作，输出电压为 20 000 伏或更高，输出电流为 1 安或更高，电压稳定性在 8 小时内高于 0.01%。

5.9.3. 磁体电源

专门设计或制造的高功率直流磁体电源，具有以下所有特点：能在 100 伏或更高的电压下连续产生 500 安或更高的电流输出，电流或电压稳定性在 8 小时内高于 0.01%。

6. 生产重水、氘和氘化物的工厂以及专门为其设计或制造的设备

按语

重水可以通过多种方法生产。然而只有两种方法已证明具有商业意义：水-硫化氢交换法和氨-氢交换法。

水-硫化氢交换法是基于在一系列塔内（通过顶部冷和底部热的方式操作）水和硫化氢之间氢与氘交换的一种方法。在此过程中，水向塔底流动，而硫化氢气体从塔底向塔顶循环。使用一系列多孔塔板促进硫化氢气体和水之间的混合。在低温下氘向水中迁移，而在高温下氘向硫化氢中迁移。氘被浓缩了的硫化氢气体或水从第一级塔的热段和冷段的接合处排出，并且在下一级塔中重复这一过程。最后一级产品（氘浓缩至高达 30%的水）送入一个蒸馏单元以制备反应堆级的重水（即 99.75%的氧化氘）。

氨-氢交换法可以在催化剂存在下通过同液态氨的接触从合成气中提取氘。合成气被送进交换塔，而后送至氨转换器。在交换塔内气体从塔底向塔顶流动，而液氨从塔顶向塔底流动。氘从合成气的氢中洗涤下来并在液氨中浓集。液氨然后流入塔底部的氨裂化器，而气体流入塔顶部的氨转换器。在以后的各级中得到进一步浓缩，最后通过蒸馏生产出反应堆级重水。合成气进料可由氨厂提供，而这个氨

厂也可以结合氨-氢交换法重水厂一起建造。氨-氢交换法也可以用普通水作为氘的供料源。

利用水-硫化氢交换法或氨-氢交换法生产重水的工厂所用的许多关键设备项目是与化学工业和石油工业的若干生产工序所用设备相同的。对于利用水-硫化氢交换法的小厂来说尤其如此。然而，这种设备项目很少有“现货”供应。水-硫化氢交换法和氨-氢交换法要求在高压下处理大量易燃、有腐蚀性和有毒的流体。因此，在制定使用这些方法的工厂和设备所用的设计和运行标准时，要求认真注意材料的选择和材料的规格，以保证在长期服务中有高度的安全性和可靠性。规模的选择主要取决于经济性和需要。因而，大多数设备项目将按照用户顾主的要求制造。

最后，应该指出，对水-硫化氢交换法和氨-氢交换法而言，那些单独地看并非专门设计或制造用于重水生产的设备项目可以组装成专门设计或制造用于生产重水的系统。氨-氢交换法所用的催化剂生产系统和在上述两方法中将重水最终加浓至反应堆级所用的水蒸馏系统就是此类系统的实例。

专门设计或制造用于利用水-硫化氢交换法或氨-氢交换法生产重水的设备项目包括如下：

6.1. 水-硫化氢交换塔

专门设计或制造用于利用水-硫化氢交换法生产重水的用精制碳钢（例如 ASTM A516）制造的交换塔。该塔直径 6 米（20 英尺）至 9 米（30 英尺），能够在大于或等于 2 兆帕（300 磅/平方英寸）压力下和 6 毫米或更大的腐蚀允量下运行。

6.2. 鼓风机和压缩机

专门为利用水-硫化氢交换法生产重水而设计或制造的用于循环硫化氢气体（即含硫化氢 70% 以上的气体）的单级、低压头（即 0.2 兆帕或 30 磅/平方英寸）离心式鼓风机或压缩机。这些鼓风机或压缩机的气体通过能力大于或等于 56 立方米/秒（120 000 标准立方英尺/分），能在大于或等于 1.8 兆帕（260 磅/平方英寸）的吸入压力下运行，并有对湿硫化氢介质的密封设计。

6.3. 氨-氢交换塔

专门设计或制造用于利用氨-氢交换法生产重水的氨-氢交换塔。该塔高度大于或等于 35 米（114.3 英尺），直径 1.5 米（4.9 英尺）至 2.5 米（8.2 英尺），能够在大于 15 兆帕（2225 磅/平方英寸）压力下运行。这些塔至少都有一个用法兰联结的轴向孔，其直径与交换塔筒体部分直径相等，通过此孔可装入或拆除塔内构件。

6.4. 塔内构件和多级泵

专门为利用氨-氢交换法生产重水而设计或制造的塔内构件和多级泵。塔内构件包括专门设计的促进气/液充分接触的多级接触装置。多级泵包括专门设计的用来将一个接触级内的液氨向其他级塔循环的水下泵。

6.5. 氨裂化器

专门设计或制造的用于利用氨-氢交换法生产重水的氨裂化器。该装置能在大于或等于 3 兆帕（450 磅/平方英寸）的压力下运行。

6.6. 红外吸收分析器

能在氘浓度等于或高于 90%的情况下“在线”分析氢/氘比的红外吸收分析器。

6.7. 催化燃烧器

专门设计或制造的用于利用氨-氢交换法生产重水时将浓缩氘气转化成重水的催化燃烧器。

7. 铀转化厂及专门为其设计或制造的设备

按语

铀转化厂和系统可以对铀进行一种或几种转化使其从一种化学状态转变为另一种化学状态，包括：从铀浓缩物到三氧化铀的转化；从三氧化铀到二氧化铀的转化；从铀的氧化物到四氟化铀或六氟化铀的转化；从四氟化铀到六氟化铀的转化；从六氟化铀到四氟化铀的转化；四氟化铀到金属铀的转化，和从铀的氟化物到二氧化铀的转化。铀转化工厂所用许多关键设备物项与化学加工工业的若干生产工序所用设备相同。例如，这些过程中使用的各类设备可以包括：加热炉、回转炉、流化床反应器、火焰塔式反应器、液体离心机、蒸馏塔和液-液萃取塔。不过，这些物项中很少有“现货”供应，大部分将须按用户要求和规格制造。在某些情况下，为了适应所处理的一些化学品（氟化氢、氟气、三氟化氯和各种铀的氟化物）的腐蚀性质，需要作专门的设计和建造考虑。最后应该指出，在所有铀转化过程中，那些单独地看不是为铀转化专门设计或制造的设备物项，可被组装成专门为铀转化而设计或制造的系统。

7.1. 为将铀浓缩物转化为三氧化铀而专门设计或制造的系统

注释

从铀浓缩物到三氧化铀的转化可通过以下步骤实现：首先，用硝酸溶解铀浓缩物，用磷酸三丁酯之类溶剂萃取纯化的硝酸铀酰；然后，硝酸铀酰通过浓缩和脱硝转化为三氧化铀，或用气态氨中和产生重铀酸铵，接着通过过滤、干燥和煅烧转化为三氧化铀。

7.2. 为将三氧化铀转化为六氟化铀而专门设计或制造的系统

注释

从三氧化铀到六氟化铀的转化可以直接通过氟化实现。该过程需要一个氟气源或三氟化氯源。

7.3. 为将三氧化铀转化为二氧化铀而专门设计或制造的系统

注释

从三氧化铀到二氧化铀的转化，可以用裂解的氨气或氢气还原三氧化铀来实现。

7.4. 为将二氧化铀转化为四氟化铀而专门设计或制造的系统

注释

从二氧化铀到四氟化铀的转化，可以用氟化氢气体在 300 - 500℃ 与二氧化碳反应来实现。

7.5. 为将四氟化铀转化为六氟化铀而专门设计或制造的系统

注释

从四氟化铀到六氟化铀的转化，可以用氟气在塔式反应器中与四氟化铀发生放热反应来实现。使流出气体通过一个冷却到-10℃的冷阱把热的流出气体中的六氟化铀冷凝下来。该过程需要一个氟气源。

7.6. 为将四氟化铀转化为金属铀而专门设计或制造的系统

注释

从四氟化铀到金属铀的转化，可用镁（大批量）或钙（小批量）还原四氟化铀来实现。还原反应一般在高于铀熔点（1130℃）的温度下进行。

7.7. 为将六氟化铀转化为二氧化铀而专门设计或制造的系统

注释

从六氟化铀到二氧化铀的转化，可用三种方法来实现。在第一种方法中，用氢气和水蒸气将六氟化铀还原并水解为二氧化铀。在第二种方法中，通过溶解在水中而将六氟化铀水解，然后加入氨沉淀出重铀酸铵，接着可在 820℃ 用氢气将重铀酸铵还原为二氧化铀。在第三种方法中，将气态六氟化铀、二氧化碳和氨气通入水中，结果沉淀出碳酸铀酰铵。在 500 - 600℃，碳酸铀酰铵与水蒸气和氢气发生反应，生成二氧化铀。

从六氟化铀到二氧化铀的转化，通常是燃料制造厂的第一个工序。

7.8. 为将六氟化铀转化为四氟化铀而专门设计或制造的系统

注释

从六氟化铀到四氟化铀的转化，是用氢还原实现的。

نشرة اعلامية

INFCIRC/215/Add.1

Date: 26 April 2004

GENERAL Distribution

Arabic

Original: English

بروتوكول إضافي لاتفاق المعقود بين حكومة أيسلندا والوكالة الدولية للطاقة الذرية من أجل تطبيق الضمانات في إطار معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية

١- يرد نص البروتوكول الإضافي لاتفاق الضمانات المعقود بين حكومة أيسلندا والوكالة الدولية للطاقة الذرية من أجل تطبيق الضمانات في إطار معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية (معاهدة عدم الانتشار)^١ مستنسخاً في هذه الوثيقة لكي يطلع عليه جميع الأعضاء. وكان مجلس المحافظين قد أقر البروتوكول الإضافي في ٩ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٣ ثم وقع البروتوكول في فيينا في ١٢ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٣.

٢- وبموجب المادة ١٧ من البروتوكول الإضافي، بدأ نفاذ هذا البروتوكول عند توقيعه من جانب ممثلي أيسلندا والوكالة، أي في ١٢ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٣.

03-84806

**بروتوكول اضافي للاتفاق المعقود
بين حكومة أيسلندا والوكالة الدولية للطاقة الذرية
من أجل تطبيق الضمانات في اطار معاهدة
عدم انتشار الأسلحة النووية**

لما كانت جمهورية أيسلندا (التي ستدعى فيما يلي "أيسلندا") والوكالة الدولية للطاقة الذرية (التي ستدعى فيما يلي "الوكالة") طرفين في اتفاق معقود من أجل تطبيق الضمانات في اطار معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية (سيدعى فيما يلي "اتفاق الضمانات") بدأ نفاذه في ١٦ تشرين الأول/أكتوبر ١٩٧٤؛

وإدراكا منهما لرغبة المجتمع الدولي في المضي في تعزيز عدم الانتشار النووي عن طريق توطيد فعالية نظام ضمانات الوكالة وتحسين كفاءته؛

وإذ تشير إلى أنه يجب على الوكالة أن تراعي أثناء تنفيذ الضمانات الحاجة إلى ما يلي: تجنب إعاقة التنمية الاقتصادية والتكنولوجية لأيسلندا أو التعاون الدولي في مجال الأنشطة النووية السلمية، واحترام الأحكام المتعلقة بالصحة والأمان والحماية المادية وغيرها من الأحكام الأمنية السارية وحقوق الأفراد، واتخاذ جميع الاحتياطات التي تكفل حماية الأسرار التجارية والتكنولوجية والصناعية وغير ذلك من المعلومات السرية التي تنتمي إلى علمها؛

ولما كان يتعين أن يظل تواتر وكثافة الأنشطة المبينة في هذا البروتوكول عند الحد الأدنى المتسق مع هدف توطيد فعالية ضمانات الوكالة وتحسين كفاءتها؛

فإن أيسلندا والوكالة قد اتفقتا الآن على ما يلي:

العلاقة بين البروتوكول واتفاق الضمانات

المادة ١

تتطبق أحكام اتفاق الضمانات على هذا البروتوكول بقدر ما تكون متصلة بأحكام هذا البروتوكول ومتوافقة معها. وفي حالة تنازع أحكام اتفاق الضمانات مع أحكام هذا البروتوكول، فإن أحكام هذا البروتوكول هي التي تنطبق.

توفير المعلومات

المادة ٢

أ-

تزود أيسلندا الوكالة باعلان يحتوي على ما يلي:

١٠ وصف عام لأنشطة البحوث الانمائية المتعلقة بدورة الوقود النووي التي لا تنطوي على مواد نووية والمضطلع بها في أي بقعة والتي تتولى أيسلندا تمويلها أو-بالتحديد- ترخيصها أو مراقبتها، أو المضطلع بها نيابة عنها؛ ومعلومات تحدد مكان تلك الأنشطة.

٢٠ معلومات تحددتها الوكالة على أساس الفوائد المتوقعة فيما يتعلق بالفعالية أو الكفاءة، ويُتفق عليها مع أيسلندا، بشأن الأنشطة التشغيلية ذات الصلة بالضمانات، المضطلع بها في مرافق وفي أماكن واقعة خارج المرافق يشيع فيها استخدام مواد نووية.

٣٠ وصف عام لكل مبنى مقام في كل موقع، يتضمن أوجه استخدام المبنى ومحتويات المبنى اذا كانت محتوياته لا تتضح من هذا الوصف. ويتضمن الوصف خريطة للموقع.

٤٠ وصف لحجم العمليات المنفذة في كل مكان يشارك في الأنشطة المحددة في المرفق الأول بهذا البروتوكول.

٥٠ معلومات تحدد مكان مناجم ومصانع تركيز اليورانيوم ومصانع تركيز الثوريوم وحالتها التشغيلية وقدرتها الانتاجية التقديرية السنوية والانتاج السنوي الراهن لتلك المناجم والمصانع بالنسبة لأيسلندا ككل. وبناء على طلب الوكالة تذكر أيسلندا الانتاج السنوي الراهن لمنجم بعينه أو لمصنع تركيز بعينه. ولا يستلزم تقديم تلك المعلومات اجراء حصر مفصل للمواد النووية.

٦٠ معلومات بشأن المواد المصدرية التي لم تصل الى التركيب والنقاء المناسبين لصنع الوقود أو لاثرائها اثناء نظيرها وذلك على النحو التالي:

(أ) كميات تلك المواد -سواء كانت تستخدم في أغراض نووية أو غير نووية- وتركيبها الكيميائي وأوجه استخدامها الفعلي أو المزمع، بالنسبة لكل مكان في أيسلندا توجد فيه

مثل هذه المواد بكميات تتجاوز عشرة أطنان مترية من اليورانيوم و/أو عشرين طناً مترياً من الثوريوم، وبالنسبة للأماكن الأخرى التي توجد بها كميات تزيد على طن متري واحد، مجموعها فيما يخص أيسلندا ككل، إذا كان مجموعها يتجاوز عشرة أطنان مترية من اليورانيوم أو عشرين طناً مترياً من الثوريوم. ولا يستلزم تقديم هذه المعلومات إجراء حصر مفصل للمواد النووية؛

(ب) كميات كل عملية تصدير خارج أيسلندا لتلك المواد -خصيصاً من أجل أغراض غير نووية- والتركيب الكيميائي لتلك المواد ووجهتها، عندما تكون بكميات تتجاوز ما يلي:

(١) عشرة أطنان مترية من اليورانيوم، أو ما مجموعه يتجاوز خلال العام عشرة أطنان مترية بالنسبة لعمليات التصدير المتتالية خارج أيسلندا من اليورانيوم المصدر إلى نفس الدولة والتي تقل كمية كل منها عن عشرة أطنان مترية؛

(٢) عشرين طناً مترياً من الثوريوم، أو ما مجموعه يتجاوز خلال العام عشرين طناً مترياً بالنسبة لعمليات التصدير المتتالية خارج أيسلندا من الثوريوم المصدر إلى نفس الدولة والتي تقل كمية كل منها عن عشرين طناً مترياً؛

(ج) كميات كل عملية استيراد داخل أيسلندا لتلك المواد -خصيصاً من أجل أغراض غير نووية- والتركيب الكيميائي لتلك المواد ومكانها الراهن وأوجه استخدامها الفعلي أو المزمع، عندما تكون بكميات تتجاوز ما يلي:

(١) عشرة أطنان مترية من اليورانيوم، أو ما مجموعه يتجاوز خلال العام عشرة أطنان مترية بالنسبة لعمليات استيراد اليورانيوم المتتالية داخل أيسلندا والتي تقل كمية كل منها عن عشرة أطنان مترية؛

(٢) عشرين طناً مترياً من الثوريوم، أو ما مجموعه يتجاوز خلال العام عشرين طناً مترياً بالنسبة لعمليات استيراد الثوريوم المتتالية داخل أيسلندا والتي تقل كمية كل منها عن عشرين طناً مترياً؛

علماً بأنه لا يشترط تقديم معلومات عن مثل هذه المواد المعترزم استخدامها استخداماً غير نووي، بمجرد بلوغها شكل استخدامها النهائي غير النووي.

٧٠ (أ) معلومات بشأن كميات المواد النووية المعفاة من الضمانات بمقتضى المادة ٣٦ من اتفاق الضمانات، وبشأن أوجه استخدامها وأماكنها؛

(ب) معلومات (قد تأخذ شكل تقديرات) بشأن الكميات والاستخدامات في كل مكان بالنسبة للمواد النووية المعفاة من الضمانات بمقتضى الفقرة (ب) من المادة ٣٥ من اتفاق الضمانات ولكنها لم تأخذ بعد شكل الاستخدام النهائي غير النووي، عندما تكون

بكميات تتجاوز الكميات المذكورة في المادة ٣٦ من اتفاق الضمانات. ولا يستلزم تقديم هذه المعلومات اجراء حصر مفصل للمواد النووية.

٨٠ معلومات بشأن المكان أو المعالجة الإضافية للنفايات المتوسطة أو القوية الإشعاع التي تحتوي على بلوتونيوم أو يورانيوم شديد الإثراء أو يورانيوم-٢٣٣ والتي رفعت عنها الضمانات بمقتضى المادة ١١ من اتفاق الضمانات. ولأغراض هذه الفقرة فإن عبارة "المعالجة الإضافية" لا تشمل عمليات إعادة تعبئة النفايات أو عمليات تكييفها الإضافي غير المنطوية على فصل العناصر، من أجل خزن النفايات أو التخلص منها.

٩٠ معلومات بشأن الأنواع المحددة من المعدات والمواد غير النووية المسروقة في المرفق الثاني، وذلك على النحو التالي:

(أ) بالنسبة لكل عملية تصدير خارج أيسلندا لتلك المعدات والمواد: هويتها، وكمياتها، ومكان استخدامها المزمع في الدولة المتلقية، وتاريخ التصدير أو تاريخ التصدير المتوقع حسب الاقتضاء؛

(ب) بناء على طلب محدد تقدمه الوكالة، تأكيد توفره أيسلندا، باعتبارها دولة مستوردة، للمعلومات التي تقدمها دولة أخرى إلى الوكالة بشأن تصدير مثل هذه المعدات والمواد إلى أيسلندا.

١٠٠ الخطط العامة لفترة السنوات العشر التالية فيما يخص تطوير دورة الوقود النووي (بما في ذلك أنشطة البحوث الانمائية المزمعة المتعلقة بدورة الوقود النووي) عندما تعتمد السلطات الملائمة في أيسلندا.

ب- تبذل أيسلندا كل جهد معقول من أجل تزويد الوكالة بالمعلومات التالية:

١٠٠ وصف عام لأنشطة البحوث الانمائية المتعلقة بدورة الوقود النووي التي لا تنطوي على مواد نووية وتتصل على وجه التحديد بالإثراء وإعادة معالجة الوقود النووي أو معالجة النفايات المتوسطة أو القوية الإشعاع التي تحتوي على بلوتونيوم أو يورانيوم شديد الإثراء أو يورانيوم-٢٣٣، المضطلع بها في أي بقعة داخل أيسلندا ولكن أيسلندا لا تتولى تمويلها أو - بالتحديد - ترخيصها أو مراقبتها، أو المضطلع بها نيابة عنها؛ ومعلومات تحدد مكان تلك الأنشطة. ولأغراض هذه الفقرة فإن مصطلح "معالجة" النفايات المتوسطة أو القوية الإشعاع لا يشمل عمليات إعادة تعبئة النفايات أو عمليات تكييفها غير المنطوية على فصل العناصر، من أجل خزن النفايات أو التخلص منها.

٢٠ وصف عام للأنشطة وهوية الشخص أو الكيان الذي يضطلع بتلك الأنشطة، التي تنفذ في أماكن تحددها الوكالة خارج موقع، والتي ترى الوكالة أنها ربما كانت مرتبطة ارتباطاً وظيفياً

بأنشطة ذلك الموقع. ويخضع توفير هذه المعلومات لطلب محدد من جانب الوكالة. وتقدم المعلومات بالتشاور مع الوكالة وفي توقيت سريع.

ج- بناء على طلب الوكالة تقدم أيسلندا اسهابا أو توضيحا لأي معلومات قدمتها بموجب هذه المادة، بقدر ما يكون ذلك ذا صلة بأغراض الضمانات.

المادة ٣

أ- تقدم أيسلندا للوكالة المعلومات المحددة في الفقرات الفرعية أ'١، وأ'٣، وأ'٤، وأ'٥، وأ'٦، (أ) وأ'٧، وأ'١٠، من المادة ٢ والفقرة الفرعية ب'١، من المادة ٢ في غضون ١٨٠ يوما من بدء نفاذ هذا البروتوكول.

ب- تقدم أيسلندا للوكالة، بحلول ١٥ أيار/مايو من كل عام، استيفاءات للمعلومات المشار إليها في الفقرة أ أعلاه عن الفترة التي تغطي السنة التقويمية السابقة. وإذا لم تكن هناك أي تغييرات قد طرأت على المعلومات السابق تقديمها، أوضحت أيسلندا ذلك.

ج- تقدم أيسلندا للوكالة، بحلول ١٥ أيار/مايو من كل عام، المعلومات المحددة في الفقرتين الفرعيتين أ'٦، (ب) و (ج) من المادة ٢ عن الفترة التي تغطي السنة التقويمية السابقة.

د- تقدم أيسلندا للوكالة كل ثلاثة شهور المعلومات المحددة في الفقرة الفرعية أ'٩، (أ) من المادة ٢. وتقدم هذه المعلومات في غضون ستين يوما من تاريخ انتهاء فترة الثلاثة شهور.

هـ- تقدم أيسلندا للوكالة المعلومات المحددة في الفقرة الفرعية أ'٨، من المادة ٢ قبل ١٨٠ يوما من إجراء أي معالجة اضافية، كما تقدم بحلول ١٥ أيار/مايو من كل عام معلومات عن التغييرات التي تطرأ في المكان عن الفترة التي تغطي السنة التقويمية السابقة.

و- تتفق أيسلندا والوكالة على توقيت وتواتر تقديم المعلومات المحددة في الفقرة الفرعية أ'٢، من المادة ٢.

ز- تقدم أيسلندا للوكالة المعلومات المذكورة في الفقرة الفرعية أ'٩، (ب) من المادة ٢ في غضون ستين يوما من الطلب المقدم من الوكالة.

المعينة التكميلية

المادة ٤

تطبق الاجراءات التالية في اطار تنفيذ المعينة التكميلية بموجب المادة ٥ من هذا البروتوكول:

أ- لا تسعى الوكالة آليا أو تلقائيا الى التحقق من المعلومات المشار اليها في المادة ٢؛ ولكن يكون للوكالة معاينة ما يلي:

١٠ أي مكان مشار اليه في الفقرة الفرعية أ١، أو الفقرة الفرعية أ٢، من المادة ٥ ؛ وذلك على أساس انتقائي من أجل التأكد من عدم وجود أي مواد نووية أو أنشطة نووية غير معلنة؛

٢٠ أي مكان مشار اليه في الفقرة الفرعية ب أو الفقرة الفرعية ج من المادة ٥، وذلك من أجل حسم أي تساؤل يتعلق بصحة واكتمال المعلومات المقدمة بموجب المادة ٢ أو من أجل حسم أي تضارب يتعلق بتلك المعلومات؛

٣٠ أي مكان مشار اليه في الفقرة الفرعية أ٣، من المادة ٥، وذلك بالقدر اللازم للوكالة من أجل أن تؤكد -لأغراض الضمانات- إعلان أيسلندا بشأن حالة الاخراج من الخدمة لمرفق أو مكان واقع خارج المرافق كان يشيع فيه استخدام مواد نووية.

ب- ١٠ باستثناء الحالة المنصوص عليها في الفقرة الفرعية ٢، أدناه تعطي الوكالة أيسلندا إخطارا مسبقا بالمعاينة قبل ٢٤ ساعة على الأقل؛

٢٠ لمعاينة أي مكان في موقع ما -اقترانا بزيارات التحقق من المعلومات التصميمية أو بالعمليات التفتيشية المحددة الغرض أو الروتينية في ذلك الموقع- تكون مدة الإخطار المسبق، اذا طلبت الوكالة ذلك، ساعتين على الأقل، ولكن يجوز ان تكون أقل من ساعتين في ظروف استثنائية.

ج- يكون الإخطار المسبق مكتوبا، ويحدد أسباب المعاينة والأنشطة اللازم تنفيذها أثناء تلك المعاينة.

د- في حالة وجود تساؤل أو تضارب تعطي الوكالة أيسلندا فرصة توضيح وتيسير حسم هذا التساؤل أو التضارب. وتعطى هذه الفرصة قبل تقديم طلب لاجراء معاينة، ما لم تر الوكالة أن تأخير اجراء المعاينة سيخل بالغرض الذي التمسست من أجله. وعلى أي حال لا تستخلص الوكالة أي استنتاجات بشأن التساؤل أو التضارب لحين اعطاء أيسلندا هذه الفرصة.

هـ- لا تجرى المعاينة الا أثناء ساعات العمل العادية ما لم توافق أيسلندا على غير ذلك.

و- يحق لأيسلندا أن يرافق ممثلو أيسلندا مفتشي الوكالة أثناء ما يجرونه من معاينة، شريطة ألا يؤدي ذلك الى تأخر المفتشين عن الاضطلاع بوظائفهم أو اعاقتهم عن ذلك على نحو آخر.

المادة ٥

توفر أيسلندا للوكالة معاينة ما يلي:

أ- ١٠ أي موضع في موقع؛

٢٠ أي مكان تحدده أيسلندا بموجب الفقرات الفرعية من أ٥، الى أ٨، من المادة ٢؛

٣٠ أي مرفق أخرج من الخدمة، أو أي مكان واقع خارج المرافق أخرج من الخدمة كان يشيع فيه استخدام مواد نووية.

ب- أي مكان حددته أيسلندا بموجب الفقرة الفرعية أ١، أو الفقرة الفرعية أ٤، أو الفقرة الفرعية أ٩، (ب) أو الفقرة ب من المادة ٢، خلاف الأماكن المشار إليها في الفقرة الفرعية أ١، أعلاه؛ شريطة أن تبذل أيسلندا، إذا عجزت عن أن توفر مثل هذه المعاينة، كل جهد معقول لتلبية متطلبات الوكالة بوسائل أخرى ودون تأخير.

ج- أي مكان آخر تحدده الوكالة، خلاف الأماكن المشار إليها في الفقرتين أ و ب أعلاه، من أجل أخذ عينات بيئية من مكان بعينه؛ شريطة أن تبذل أيسلندا، إذا عجزت عن أن توفر مثل هذه المعاينة، كل جهد معقول لتلبية متطلبات الوكالة في أماكن مجاورة أو بوسائل أخرى ودون تأخير.

المادة ٦

يجوز للوكالة، عند تنفيذ المادة ٥، أن تضطلع بالأنشطة التالية:

أ- بالنسبة للمعاينة وفقا للفقرة الفرعية أ١، أو أ٣، من المادة ٥: اجراء مراقبة بصرية، وجمع عينات بيئية؛ واستخدام أجهزة الكشف عن الاشعاعات وقياسها؛ وتركيب أختام وغيرها -مما تنص عليه الترتيبات الفرعية- من أجهزة بيان وكشف حالات التلاعب؛ وتنفيذ تدابير موضوعية أخرى برهنت التجربة على جدواها من الناحية التقنية ووافق مجلس المحافظين (الذي سيدعى فيما يلي "المجلس") على استخدامها وأعقبت مشاورات بين الوكالة وأيسلندا.

ب- بالنسبة للمعاينة وفقا للفقرة الفرعية أ٢، من المادة ٥: اجراء مراقبة بصرية، وعد مفردات المواد النووية؛ واجراء قياسات غير متلفة وأخذ عينات على نحو غير متلف؛ واستخدام أجهزة الكشف عن الاشعاعات وقياسها؛ وفحص السجلات ذات الصلة بكميات المواد ومنشئها وترتيبها؛ وجمع عينات بيئية؛ وتنفيذ تدابير موضوعية أخرى برهنت التجربة على جدواها من الناحية التقنية ووافق المجلس على استخدامها وأعقبت مشاورات بين الوكالة وأيسلندا.

ج- بالنسبة للمعاينة وفقا للفقرة ب من المادة ٥: اجراء مراقبة بصرية؛ وجمع عينات بيئية؛ واستخدام أجهزة الكشف عن الاشعاعات وقياسها؛ وفحص سجلات الانتاج والشحن المتصلة بالضمانات؛ وتنفيذ تدابير موضوعية أخرى برهنت التجربة على جدواها من الناحية التقنية ووافق المجلس على استخدامها وأعقبت مشاورات بين الوكالة وأيسلندا.

د- بالنسبة للمعاينة وفقا للفقرة ج من المادة ٥: جمع عينات بيئية؛ وفي حالة عجز النتائج عن حسم التساؤل أو التضارب في المكان الذي حددته الوكالة بموجب الفقرة ج من المادة ٥ فإنه يجوز للوكالة أن تستخدم

في هذا المكان أجهزة المراقبة البصرية وأجهزة الكشف عن الاشعاعات وقياسها، وأن تنفذ -حسب المتفق عليه بين أيسلندا والوكالة- تدابير موضوعية أخرى.

المادة ٧

- أ- بناء على طلب أيسلندا، تتخذ الوكالة وأيسلندا ترتيبات تكفل اجراء معاينة محكمة بموجب هذا البروتوكول من أجل الحيلولة دون إفشاء معلومات حساسة تتعلق بالانتشار، أو من أجل الوفاء بمتطلبات تتعلق بالأمان أو الحماية المادية، أو من أجل حماية الممتلكات أو المعلومات الحساسة من الناحية التجارية. وهذه الترتيبات لا تمنع الوكالة من تنفيذ الأنشطة اللازمة لتوفير تأكيدات موثوقة بشأن خلو المكان المعني من أي مواد نووية وأنشطة نووية غير معلنة، بما في ذلك حسم أي تساؤل يتعلق بصحة واكتمال المعلومات المشار إليها في المادة ٢، أو أي تضارب يتعلق بتلك المعلومات.
- ب- يجوز لأيسلندا، عند تقديمها المعلومات المشار إليها في المادة ٢، إبلاغ الوكالة بالمواضع القائمة في الموقع أو المكان الذي قد تنطبق فيه المعاينة المحكمة.
- ج- يجوز لأيسلندا -لحين بدء نفاذ أي ترتيبات فرعية لازمة- أن تلجأ الى المعاينة المحكمة اتساقاً مع أحكام الفقرة أ أعلاه.

المادة ٨

ليس في هذا البروتوكول ما يمنع أيسلندا من أن تعرض على الوكالة اجراء معاينة لأماكن أخرى بالإضافة الى الأماكن المشار إليها في المادتين ٥ و ٩، أو من أن تطلب من الوكالة الاضطلاع بأنشطة تحقق في مكان معين. وتبذل الوكالة كل جهد معقول للاستجابة -دون تأخير- لمثل هذا الطلب.

المادة ٩

توفر أيسلندا للوكالة معاينة الأماكن التي تحددها الوكالة من أجل أخذ عينات بيئية من مناطق شاسعة؛ شريطة أن تبذل أيسلندا -إذا عجزت عن أن توفر مثل هذه المعاينة- كل جهد معقول لتلبية متطلبات الوكالة في أماكن بديلة. ولا تلتزم الوكالة مثل هذه المعاينة إلا بعد ما يكون المجلس قد وافق على استخدام أخذ العينات البيئية من مناطق شاسعة وعلى الترتيبات الاجرائية المتعلقة بذلك، وبعد مشاورات بين الوكالة وأيسلندا.

المادة ١٠

تقوم الوكالة بإبلاغ أيسلندا بما يلي:

- أ- الأنشطة المنفذة بموجب هذا البروتوكول، بما في ذلك الأنشطة المتعلقة بأي أوجه تساؤل أو تضارب استرعت الوكالة انتباه أيسلندا إليها، وذلك في غضون ستين يوماً من تاريخ تنفيذ الوكالة لتلك الأنشطة.

ب- نتائج الأنشطة المتعلقة بأي أوجه تساؤل أو تضارب استرعت الوكالة انتباه أيسلندا إليها، وذلك في أقرب وقت ممكن لكن على أي حال في غضون ثلاثين يوما من تاريخ تثبت الوكالة من النتائج.

ج- الاستنتاجات التي استخلصتها من أنشطتها المنفذة في إطار هذا البروتوكول. وتقدم هذه الاستنتاجات سنويا.

تسمية مفتشي الوكالة

المادة ١١

أ- '١ يتولى المدير العام إخطار أيسلندا بموافقة المجلس على الاستعانة بأي موظف من موظفي الوكالة للعمل مفتشا للضمانات. وما لم تقم أيسلندا -في غضون ثلاثة شهور من استلامها الاخطار المتعلق بموافقة المجلس- بإعلام المدير العام برفضها أن يكون هذا الموظف مفتشا في أيسلندا، فإن المفتش الذي تم اخطار أيسلندا بشأنه على هذا النحو، يعتبر مسمى للتفتيش في أيسلندا؛

'٢ يبادر المدير العام فوراً، استجابة منه لطلب تقدمه أيسلندا أو بمبادرة منه، بإبلاغ أيسلندا بسحب تسمية أي موظف مفتشا في أيسلندا.

ب- يفترض بعد سبعة أيام من تاريخ إرسال الوكالة للإخطار المشار اليه في الفقرة أ أعلاه بالبريد المسجل الى أيسلندا أن أيسلندا قد تسلمت الإخطار.

التأشيرات

المادة ١٢

تمنح أيسلندا في غضون شهر واحد من تاريخ تلقي طلب الحصول على تأشيرة، المفتش المسمى المحدد في الطلب ما هو مناسب من تأشيرات متعددة مرات الدخول/الخروج و/أو العبور -عند الاقتضاء- لتمكين المفتش من دخول أراضي أيسلندا والبقاء فيها لغرض الاضطلاع بمهامه. وتكون أي تأشيرات يتم طلبها صالحة لمدة سنة على الأقل ويتم تجديدها، حسب الاقتضاء، لتغطي مدة تسمية المفتش في أيسلندا.

الترتيبات الفرعية

المادة ١٣

أ- حيثما تشير أيسلندا أو الوكالة الى ضرورة أن تحدّد في ترتيبات فرعية كيفية تطبيق التدابير المنصوص عليها في هذا البروتوكول، تتفق أيسلندا والوكالة على هذه الترتيبات الفرعية في غضون تسعين يوما من تاريخ بدء نفاذ هذا البروتوكول؛ أو في غضون تسعين يوما من تاريخ الإشارة الى ضرورة هذه الترتيبات الفرعية إذا صدرت تلك الإشارة بعد تاريخ بدء نفاذ هذا البروتوكول.

ب- يحق للوكالة -لحين بدء نفاذ أي ترتيبات فرعية لازمة- أن تطبق التدابير المنصوص عليها في هذا البروتوكول.

نظم الاتصالات

المادة ١٤

أ- تسمح أيسلندا للوكالة بإقامة اتصالات حرة للأغراض الرسمية وتكفل حماية هذه الاتصالات بين مفتشي الوكالة في أيسلندا ومقر الوكالة الرئيسي و/أو مكاتبها الإقليمية، بما في ذلك إرسال المعلومات التي تولدها أجهزة الاحتواء و/أو المراقبة أو أجهزة القياس -التابعة للوكالة- إرسالاً حضورياً وغيابياً. ويحق للوكالة أن تنتفع -بالتشاور مع أيسلندا- من نظم الاتصالات المباشرة المقامة على الصعيد الدولي، بما فيها نظم الأقمار الاصطناعية وغيرها من أشكال الاتصال عن بعد، غير المستخدمة في أيسلندا. وبناء على طلب أيسلندا أو الوكالة تحدد في الترتيبات الفرعية تفاصيل تنفيذ هذه الفقرة فيما يخص إرسال المعلومات التي تولدها أجهزة الاحتواء و/أو المراقبة وأجهزة القياس -التابعة للوكالة- إرسالاً حضورياً أو غيابياً.

ب- تراعى حق المراجعة، عند توصيل وإرسال المعلومات على النحو المنصوص عليه في الفقرة أ أعلاه، الحاجة إلى حماية المعلومات الامتلاكية أو الحساسة من الناحية التجارية أو المعلومات التصميمية التي تعتبرها أيسلندا ذات حساسية خاصة.

حماية المعلومات السرية

المادة ١٥

أ- تطبق الوكالة نظاماً صارماً يكفل الحماية الفعالة ضد إفشاء الأسرار التجارية والتكنولوجية والصناعية وغير ذلك من المعلومات السرية التي تنتمي إلى علمها، بما في ذلك ما يتنامى إلى علمها من مثل هذه المعلومات أثناء تنفيذ هذا البروتوكول.

ب- يتضمن النظام المشار إليه في الفقرة أ أعلاه -فيما يتضمن- أحكاماً تتعلق بما يلي:

١٠ المبادئ العامة والتدابير المرتبطة بها للتعامل مع المعلومات السرية؛

٢٠ شروط استخدام الموظفين فيما يتعلق بحماية المعلومات السرية؛

٣٠ الإجراءات التي تتخذ في حالات انتهاك السرية أو ادعاءات انتهاكها.

ج- يوافق المجلس على النظام المشار إليه في الفقرة أ أعلاه ويستعرضه بصفة دورية.

المرفقان

المادة ١٦

- أ- يشكل مرفقا هذا البروتوكول جزءا لا يتجزأ منه. وفيما عدا أغراض تعديل المرفقين، فإن كلمة "بروتوكول" على النحو المستخدمة به في هذا الصك تعني البروتوكول والمرفقين معا.
- ب- يجوز للمجلس -بناء على مشورة بسديها فريق خبراء عامل مفتوح العضوية ينشئه المجلس- تعديل قائمة الأنشطة المحددة في المرفق الأول وقائمة المعدات والمواد المحددة في المرفق الثاني. ويسري أي تعديل من هذا القبيل بعد أربعة شهور من اعتماد المجلس له.

بدء النفاذ

المادة ١٧

- أ- يبدأ نفاذ هذا البروتوكول عند توقيعه من جانب ممثلي أيسلندا والوكالة.
- ب- يبادر المدير العام فورا بإبلاغ جميع الدول الأعضاء في الوكالة ببدء نفاذ هذا البروتوكول.

التعريف

المادة ١٨

لغرض هذا البروتوكول:

- أ- أنشطة البحوث الانمائية المتعلقة بدورة الوقود النووي تعني الأنشطة التي ترتبط على وجه التحديد بأي جانب انمائي لعمليات أو نظم يتعلق بأي بند من البنود التالية:
- تحويل المواد النووية،
 - اثناء المواد النووية،
 - صنع الوقود النووي،
 - المفاعلات،
 - المرافق الحرجة،
 - اعادة معالجة الوقود النووي،

- معالجة النفايات المتوسطة أو القوية الاشعاع التي تحتوي على بلوتونيوم أو يورانيوم شديد الاثراء أو يورانيوم-٢٣٣ (ولا تشمل اعادة التعبئة، أو التكييف الذي لا يتم فيه فصل العناصر، لأغراض التخزين أو التخلص)،

لكنها لا تشمل الأنشطة المتعلقة بالبحوث العلمية النظرية أو الأساسية أو البحوث الانمائية التي تتصل بتطبيقات النظائر المشعة في الصناعة والتطبيقات الطبية والبيدرولوجية والزراعية، والآثار الصحية والبيئية وتحسين الصيانة.

ب- الموقع يعني المنطقة التي حددتها أيسلندا في المعلومات التصميمية ذات الصلة من أجل احتواء مرفق، بما في ذلك المرافق المغلقة، وفي المعلومات ذات الصلة بشأن مكان واقع خارج المرافق يشيع فيه استخدام مواد نووية، بما في ذلك الأماكن المغلقة الواقعة خارج المرافق التي كان يشيع فيها استخدام مواد نووية (ويقتصر ذلك على الأماكن التي توجد بها خلايا ساخنة أو التي كان يتم فيها الاضطلاع بأنشطة تتعلق بالتحويل أو الإثراء أو صنع الوقود أو إعادة معالجته). كما يشمل جميع المنشآت المتجاورة مع المرفق أو المكان، المرتبطة بتقديم أو استعمال خدمات أساسية تشمل ما يلي: الخلايا الساخنة المستخدمة في معالجة المواد المشعة التي لا تحتوي على مواد نووية؛ ومنشآت معالجة وخزن النفايات والتخلص منها؛ والمباني المقترنة بأنشطة معينة حددتها أيسلندا بموجب الفقرة الفرعية أ'٤، من المادة ٢ أعلاه.

ج- المرفق الذي تم اخراجه من الخدمة، أو المكان الواقع خارج المرافق الذي تم اخراجه من الخدمة، يعني المنشأة، أو المكان، التي تم فيها إزالة أو ابطال مفعول الهياكل المتبقية والمعدات اللازمة لاستخدامها بحيث يتعذر استعمالها في الخزن وبحيث لم يعد من الممكن استعمالها في مناولة المواد النووية أو معالجتها أو استخدامها.

د- المرفق المغلق، أو المكان المغلق الواقع خارج المرافق، يعني المنشأة، أو المكان، التي أوقفت فيها العمليات وأزيلت منها المواد النووية لكن لم يتم اخراجها من الخدمة.

هـ- اليورانيوم الشديد الاثراء يعني اليورانيوم الذي يحتوي على ٢٠ في المائة أو أكثر من نظير اليورانيوم-٢٣٥.

و- أخذ عينات بيئية من مكان بعينه يعني جمع عينات بيئية (مثلا من الهواء والماء والنبات والتربة والمساحات) من مكان حددته الوكالة، ومن البقعة المجاورة له مباشرة، بغرض مساعدة الوكالة على الخروج باستنتاجات بشأن خلو هذا المكان المحدد من أي مواد نووية غير معلنة أو أنشطة نووية غير معلنة.

ز- أخذ عينات بيئية من مناطق شاسعة يعني جمع عينات بيئية (مثلا من الهواء والماء والنبات والتربة والمساحات) من مجموعة أماكن حددتها الوكالة، بغرض مساعدة الوكالة على الخروج باستنتاجات بشأن خلو منطقة شاسعة من أي مواد نووية غير معلنة أو أنشطة نووية غير معلنة.

ح- المواد النووية تعني أي مادة مصدريّة أو أي مادة انشطاريّة خاصّة حسب التعريف الوارد في المادة العشرين من النظام الأساسي. ولا يفسر مصطلح المادة المصدريّة على اعتبار أنه ينطبق على الخامات أو مخلفات الخامات. وأي قرار يتخذه المجلس بموجب المادة العشرين من النظام الأساسي للوكالة، بعد بدء نفاذ هذا البروتوكول، بحيث يضيف مادة إلى المواد التي تعتبر مادة مصدريّة أو مادة انشطاريّة خاصّة، لا يسري بموجب هذا البروتوكول إلا عندما تقبله أيسلندا.

ط- المرفق يعني:

١- مفاعلاً، أو مرفقاً حرّجاً، أو مصنع تحويل، أو مصنع إنتاج، أو مصنع إعادة معالجة، أو مصنعاً لفصل النظائر، أو منشأة خزن مستقل؛

٢- أو أي مكان يشيع فيه استخدام مواد نووية بكميات تزيد على كيلو جرام فعال.

ي- المكان الواقع خارج المرافق يعني أي منشأة، أو مكان، لا تمثل مرفقاً، يشيع فيها استخدام مواد نووية بكميات تبلغ كيلوجراماً فعالاً أو أقل.

تحرر في فيينا في الثاني عشر من أيلول/سبتمبر ٢٠٠٣ من نسختين باللغة الانكليزية.

عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية:

(توقيع)

محمد البرادعي
المدير العام

عن جمهورية أيسلندا:

(توقيع)

سعادة السفير ثوردور أيجير أوسكارسون
ممثل أيسلندا المقيم لدى الوكالة الدولي للطاقة الذرية

المرفق الأول

قائمة الأنشطة المشار إليها في الفقرة الفرعية أ، ٤، من المادة ٢ من البروتوكول

- ١٠٠ تصنيع أنابيب الجزء الدّوار من الطارادات المركزية أو تجميع الطارادات المركزية الغازية.
- أنابيب الجزء الدّوار من الطارادات المركزية تعني الاسطوانات الرقيقة الجدران الوارد وصفها في الفقرة الفرعية ١-٥-١ (ب) من المرفق الثاني.
- الطارادات المركزية الغازية تعني الطارادات الوارد وصفها في الملحوظة الايضاحية السابقة للفقرة الفرعية ١-٥ من المرفق الثاني.
- ٢٠٠ تصنيع الحواجز الانتشارية.
- الحواجز الانتشارية تعني المرشحات المسامية الرقيقة الوارد وصفها في الفقرة الفرعية ١-٣-٥ (أ) من المرفق الثاني.
- ٣٠٠ تصنيع أو تجميع النظم المعتمدة على الليزر.
- النظم المعتمدة على الليزر تعني النظم التي تشتمل على المفردات الوارد وصفها في الفقرة الفرعية ٧-٥ من المرفق الثاني.
- ٤٠٠ تصنيع أو تجميع أجهزة فصل النظائر الكهرومغناطيسية.
- أجهزة فصل النظائر الكهرومغناطيسية تعني المفردات المشار إليها في الفقرة الفرعية ١-٩-٥ من المرفق الثاني والتي تحتوي على مصادر أيونية والتي ورد وصفها في الفقرة الفرعية ١-٩-٥ (أ) من المرفق الثاني.
- ٥٠٠ تصنيع أو تجميع الأعمدة أو معدات الاستخراج.
- الأعمدة أو معدات الاستخراج تعني المفردات الوارد وصفها في الفقرات الفرعية ١-٦-٥ و ٢-٦-٥ و ٣-٦-٥ و ٥-٦-٥ و ٦-٦-٥ و ٧-٦-٥ و ٨-٦-٥ من المرفق الثاني.
- ٦٠٠ تصنيع فوهات الفصل النفائثة أو أنابيب الفصل الدوامي.
- فوهات الفصل النفائثة أو أنابيب الفصل الدوامي تعني فوهات الفصل وأنابيب الفصل الدوامي الوارد وصفها في الفقرتين الفرعيتين ١-٥-٥ و ٢-٥-٥ من المرفق الثاني على التوالي.
- ٧٠٠ تصنيع أو تجميع نظم توليد بلازما اليورانيوم.

نظم توليد بلازما اليورانيوم تعني النظم القادرة على توليد بلازما اليورانيوم والتي ورد وصفها في الفقرة الفرعية ٥-٨-٣ من المرفق الثاني.

٨٠ تصنيع أنابيب الزركونيوم.

أنابيب الزركونيوم تعني الأنابيب الوارد وصفها في الفقرة الفرعية ١-٦ من المرفق الثاني.

٩٠ تصنيع أو تحسين الماء الثقيل أو الديوتريوم.

الماء الثقيل أو الديوتريوم يعني الديوتريوم والماء الثقيل (أكسيد الديوتريوم) وأي مركب ديوتريومي آخر تتجاوز فيه نسبة ذرات الديوتريوم إلى ذرات الهيدروجين ١ إلى ٥٠٠٠.

١٠٠ تصنيع الجرافيت النووي الرتبة.

الجرافيت النووي الرتبة يعني الجرافيت الذي يكون مستوى نقائه أفضل من ٥ أجزاء في المليون من مكافئ البورون والذي تكون كثافته أكبر من ١٥٠ جم/سم^٣.

١١٠ تصنيع قوارير الوقود المشع.

قارورة الوقود المشع تعني وعاء يستخدم في نقل و/أو خزن الوقود المشع ويكفل له الوقاية الكيميائية والحرارية والأشعاعية ويبدد حرارة الاضمحلال أثناء عمليات المناولة والنقل والخزن.

١٢٠ تصنيع قضبان التحكم في المفاعلات.

قضبان التحكم في المفاعلات تعني القضبان الوارد وصفها في الفقرة الفرعية ١-٤ من المرفق الثاني.

١٣٠ تصنيع الصهاريج والأوعية المأمونة ضد مخاطر الحرجية.

الصهاريج والأوعية المأمونة ضد مخاطر الحرجية تعني المفردات الوارد وصفها في الفقرتين الفرعيتين ٣-٢ و ٣-٤ من المرفق الثاني.

١٤٠ تصنيع آلات تقطيع عناصر الوقود المشع.

آلات تقطيع عناصر الوقود المشع تعني المعدات الوارد وصفها في الفقرة الفرعية ٣-١ من المرفق الثاني.

١٥٠ بناء الخلايا الساخنة.

الخلايا الساخنة تعني خلية أو خلايا مترابطة لا يقل حجمها الإجمالي عن ٦ م^٣، وتكون مزودة بتدريع يعادل أو يتجاوز ما يكافئ ٥٠ م من الخرسانة، وتكون كثافتها ٣.٢ جم/سم^٣ أو أكثر، وتكون مزودة بمعدات تصلح لعمليات التشغيل عن بعد.

المرفق الثاني

قائمة الأنواع المحددة من المعدات والمواد غير النووية، لأغراض التبليغ عن الصادرات والواردات وفقا للفقرة الفرعية أ، ٩، من المادة ٢

١- المفاعلات والمعدات اللازمة لها

١-١ المفاعلات النووية الكاملة

هي مفاعلات نووية قادرة على العمل بحيث تحافظ على تفاعل تسلسلي انشطاري محكوم ومتداوم، وذلك باستثناء مفاعلات الطاقة الصغرية التي تعرف كمفاعلات ذات معدل انتاج تصميمي أقصى لا يتجاوز ١٠٠ جرام من البلوتونيوم سنويا.

ملحوظة ايضاحية

يتضمن "المفاعل النووي" أساسا الأصناف الموجودة داخل وعاء المفاعل أو المتصلة به اتصالا مباشرا، والمعدات التي تتحكم في مستوى القدرة داخل القلب، والمكونات التي تحتوي عادة على المبرد الابتدائي لقلب المفاعل أو تتصل به اتصالا مباشرا أو تتحكم فيه.

ولا يقصد استبعاد المفاعلات التي قد تكون لديها -على نحو معقول- قابلية التغير من أجل انتاج كمية تزيد كثيرا على ١٠٠ جرام من البلوتونيوم سنويا. ولا تندرج ضمن فئة "مفاعلات الطاقة الصغرية" المفاعلات المصممة لكي تعمل على نحو مستديم عند مستويات قدرة عالية، بغض النظر عن طاقتها الانتاجية للبلوتونيوم.

٢-١ أوعية الضغط الخاصة بالمفاعلات

هي أوعية معدنية، تكون على شكل وحدات كاملة أو على شكل أجزاء رئيسية منتجة داخل المصنع ومصممة أو معدة خصيصا لاحتواء قلب المفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه، وتكون قادرة على تحمل الضغط التشغيلي للمبرد الابتدائي.

ملحوظة ايضاحية

يشمل البند ٢-١ الألواح العلوية لأوعية ضغط المفاعلات باعتبار تلك الألواح أجزاء رئيسية من أوعية الضغط منتجة داخل المصنع.

ويتولى مورد المفاعل عادة توريد مكونات المفاعل الداخلية (مثل الأعمدة والألواح الارتكازية الخاصة بالقلب وغيرها من المكونات الداخلية للأوعية، وأنابيب توجيه قضبان التحكم، والدروع الحرارية،

والعوارض، وألواح القلب الشبكية، وألواح الانتشار وغيرها). وفي بعض الحالات يتضمن صنع أوعية الضغط إنتاج بعض المكونات الحاملة الداخلية. وهذه الأصناف على قدر من الأهمية الحيوية بالنسبة لأمان وعولية تشغيل المفاعل (ومن ثم بالنسبة للضمانات التي يكفلها والمسؤولية التي يتحملها مورد المفاعل)، وبالتالي ليس من الشائع توريدها خارج نطاق ترتيبات التوريد الأساسية الخاصة بالمفاعل نفسه. ولذا، على الرغم من أن التوريد المنفصل لهذه الأصناف المصممة والمعدة خصيصا -وهي فريدة وكبيرة وباهظة التكلفة، وذات أهمية حيوية- لا يعتبر بالضرورة توريدا واقعا خارج نطاق مجال الاهتمام، فإن هذا النمط من أنماط التوريد يعتبر غير مرجح.

٣-١ آلات تحميل وتفريغ وقود المفاعلات

هي معدات المناولة المصممة أو المعدة خصيصا لادخال الوقود في المفاعل النووي - حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه أو لآخراجه منه، وتكون قادرة على تحميل الوقود وتفريغه أثناء تشغيل المفاعل أو تستعمل أجهزة معقدة تقنيا تكفل ترتيب أو رص الوقود بما يتيح اجراء عمليات التحميل المعقدة أثناء إيقاف التشغيل مثل العمليات التي لا تتاح فيها عادة مراقبة الوقود أو معاينته مباشرة.

٤-١ قضبان التحكم في المفاعلات

هي قضبان مصممة أو معدة خصيصا للتحكم في معدل التفاعل داخل المفاعل النووي حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه.

ملحوظة ايضاحية

يتضمن هذا الصنف -علاوة على الجزء الخاص بامتصاص النيوترونات- الهياكل الارتكازية أو التعليقية اللازمة اذا تم توريدها بصورة منفصلة.

٥-١ أنابيب الضغط الخاصة بالمفاعلات

هي أنابيب مصممة أو معدة خصيصا لاحتواء عناصر الوقود والمبرد الابتدائي للمفاعل، حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه، عند ضغط تشغيل يتجاوز ١٥ ميجاباسكال (٧٤٠ رطلا/بوصة مربعة).

٦-١ أنابيب الزركونيوم

هي أنابيب أو مجموعات أنابيب مصنوعة من فلز الزركونيوم وسبائكه بكميات تتجاوز ٥٠٠ كيلوجرام خلال أي فترة ممتدة الى ١٢ شهرا، وهي مصممة أو معدة خصيصا للاستخدام داخل المفاعل -حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه- وتكون فيها نسبة الهافنيوم الى الزركونيوم أقل من ١ الى ٥٠٠ جزء من حيث الوزن.

٧-١ مضخات المبرد الابتدائي

هي مضخات مصممة أو معدة خصيصا لتمرير المبرد الابتدائي داخل المفاعل النووي حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه.

ملحوظة ايضاحية

يمكن أن تشتمل المضخات المصممة أو المعدة خصيصا على نظم معقدة مختومة بختم واحد أو عدة أختام لمنع تسرب المبرد الابتدائي، ومضخات محفوزة باسطوانات، ومضخات ذات نظم كتلية بقصور ذاتي. ويشمل هذا التعريف المضخات المصدقة وفقا للمعيار NC-1 أو المعايير المكافئة.

٢- المواد غير النووية اللازمة للمفاعلات

١-٢ الديوتيريوم والماء الثقيل

المقصود هو الديوتيريوم والماء الثقيل (أكسيد الديوتيريوم)، وأي مركبات أخرى للديوتيريوم، تزيد في أي منها نسبة ذرات الديوتيريوم إلى ذرات الهيدروجين على ١ إلى ٥٠٠٠؛ وذلك من أجل الاستخدام داخل المفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه، بكميات تزيد على ٢٠٠ كيلوجرام من ذرات الديوتيريوم يتلقاها أي بلد خلال أي فترة ممتدة إلى ١٢ شهرا.

٢-٢ الجرافيت من المرتبة النووية

هو الجرافيت الذي يكون مستوى نقائه أعلى من ٥ أجزاء في المليون من المكافئ البوروني، وتكون كثافته أكبر من ١٥٠ جرام/سم^٣، وذلك من أجل الاستخدام داخل المفاعل النووي حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه، بكميات تتجاوز ٣ x ١٠ كيلوجرام (٣٠ طنا متريا)، يتلقاها أي بلد، خلال أي فترة ممتدة إلى ١٢ شهرا.

ملحوظة:

لأغراض التبليغ، تحدد الحكومة ما إذا كانت صادرات الجرافيت المستوفية للمواصفات المبينة أعلاه هي للاستخدام في مفاعلات نووية أم لا.

٣- مصانع إعادة معالجة عناصر الوقود المشع والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لها

ملحوظة تمهيدية

تؤدي إعادة معالجة الوقود النووي المشع إلى فصل البلوتونيوم واليورانيوم عن النواتج الانشطارية الشديدة الإشعاع وغيرها من عناصر ما بعد اليورانيوم. وهذا الفصل يمكن إجراؤه بطرق تقنية مختلفة؛

الا أن الطريقة Purex قد أصبحت على مر السنين أكثر هذه الطرق شيوعا في الاستخدام وأوفرها حظا من حيث القبول. وتنطوي هذه الطريقة على اذابة الوقود النووي المشع في حمض النتريك ثم فصل اليورانيوم والبلوتونيوم والنواتج الانشطارية عن طريق الاستخلاص بالمذيبات وذلك باستعمال مزيج من فوسفات ثلاثي البوتيل المخلوط بمخفف عضوي.

وتتشابه المرافق التي تستخدم الطريقة Purex فيما تؤديه من مهام تتضمن ما يلي: تقطيع عناصر الوقود المشع، والاستخلاص بالمذيبات، وخزن المحلول الناتج عن المعالجة. ويمكن أن تكون هناك أيضا معدات لنزع النترات من نترات اليورانيوم، حراريا، وتحويل نترات البلوتونيوم الى أكاسيد أو فلزات، ومعالجة محاليل نفايات النواتج الانشطارية لتحويلها الى شكل يصلح للخزن الطويل الأجل أو النهائي. الا أن الأنواع المحددة للمعدات التي تؤدي تلك المهام، وأشكالها الهندسية، قد تختلف فيما بين المرافق التي تستخدم الطريقة Purex ، وذلك لعدة أسباب منها نوع وكمية الوقود النووي المشع اللازم إعادة معالجته، وأوجه الاستعمال المزمعة للمواد المستخلصة، ومبادئ الأمان والصيانة المتوخاة عند تصميم تلك المرافق.

وتشمل عبارة "مصنع لإعادة معالجة عناصر الوقود المشع" المعدات والمكونات التي تتصل عادة اتصالا مباشرا بالوقود المشع وتستخدم في التحكم المباشر فيه، وكذلك أهم ما يحدث أثناء المعالجة من تدفقات للمواد النووية والنواتج الانشطارية.

وهذه العمليات، بما فيها النظم الكاملة لتحويل البلوتونيوم وإنتاج فلز البلوتونيوم، يمكن تحديدها عن طريق التدابير التي تتخذ لتجنب الحرجية (بفضل الشكل الهندسي مثلا) والتعرض للاشعاعات (بفضل التدريع مثلا) ومخاطر التسمم (بفضل الاحتواء مثلا).

ويرد فيما يلي سرد لأصناف المعدات التي تعتبر مندرجة ضمن المعنى المقصود بعبارة "المعدات المصممة أو المعدة خصيصا" لإعادة معالجة عناصر الوقود المشع:

١-٣ آلات تقطيع عناصر الوقود المشع

ملحوظة تمهيدية

تقوم هذه المعدات بشق كسوة الوقود من أجل تعريض المادة النووية المشعة للذوبان. والأشيع جدا استعمال مقارص مصممة خصيصا لتقطيع الفلزات، وإن كان من الجائز أيضا استعمال معدات متقدمة مثل أجهزة الليزر.

هي معدات يتم تشغيلها عن بعد، وتكون مصممة أو معدة خصيصا كيما تستخدم في مصانع إعادة المعالجة بمعناها المحدد أعلاه، ويكون الغرض منها تقطيع أو فرم أو جز مجموعات الوقود النووي المشع أو حزم هذا الوقود أو قضبانته.

٢-٣ أوعية الاذابة

ملحوظة تمهيدية

تتلقى أوعية الاذابة، عادة، أجزاء الوقود المستهلك المقطعة. وفي هذه الأوعية المأمونة ضد مخاطر الحرجية تذاب المواد النووية المشعة في حمض النتريك فلا تبقى منها الا الأغلفة التي تسحب من خطوط العمليات.

هي صهاريج مأمونة ضد مخاطر الحرجية (كأن تكون صهاريج ذات أقطار صغيرة أو صهاريج حلقيّة أو مسطحة)، ومصممة أو معدة خصيصاً كيما تستخدم في مصانع إعادة المعالجة بمعناها المحدد أعلاه؛ وغرضها اذابة الوقود النووي المشع؛ وهي قادرة على مقاومة السوائل الساخنة الأكالة جداً ويمكن تحميلها وصيانتها عن بعد.

٣-٣ أجهزة ومعدات الاستخلاص بالاذابة

ملحوظة تمهيدية

تتلقى أجهزة الاستخلاص بالاذابة كلا من محلول الوقود المشع الوارد من أوعية الاذابة والمحلول العضوي الذي يفصل اليورانيوم والبلوتونيوم والنواتج الانشطارية. وعادة ما تصمم معدات الاستخلاص بالاذابة بحيث تفي ببارامترات تشغيلية صارمة مثل امتداد عمرها التشغيلي دون حاجتها الى متطلبات صيانة معينة، أو سهولة احوالها؛ وبساطة تشغيلها والتحكم فيها؛ ومرونتها ازاء تغيرات ظروف المعالجة.

هي أجهزة استخلاص بالاذابة مصممة أو معدة خصيصاً -مثل الأعمدة المبطنّة أو النبضية، أو خلاطات التصفية أو الطاردات المركزية التلامسية- كيما تستخدم في مصانع إعادة معالجة الوقود المشع. ويجب أن تكون أجهزة الاستخلاص بالاذابة عالية المقاومة للتأثير الأكال لحمض النتريك. وهي تصنع عادة -بناء على مواصفات بالغة الصرامة (بما في ذلك تقنيات اللحام الخاصة، وتقنيات الفحص وتوكيد الجودة ومراقبة الجودة)- من الصلب غير القابل للصدأ المحتوي على نسبة منخفضة من الكربون، أو من التيتانيوم أو الزركونيوم أو غير ذلك من المواد العالية الجودة.

٤-٣ أوعية تجميع أو خزن المحاليل الكيميائية

ملحوظة تمهيدية

تقضي مرحلة الاستخلاص بالاذابة الى تدفق ثلاثة سوائل رئيسية ناتجة عن المعالجة. وللمضي في معالجة تلك السوائل الثلاثة تستخدم أوعية التجميع أو الخزن على النحو التالي:

(أ) يركز بالتبخير محلول نترات اليورانيوم النقي ويخضع لعملية نزع ما به من نترات فيتحول الى أكسيد يورانيوم. ويعاد استخدام هذا الأكسيد في دورة الوقود النووي.

(ب) يركز بالتبخير، عادة، محلول النواتج الانشطارية الشديدة الاشعاع، ويخزن كمركز سائل. ويمكن بعد ذلك تبخير هذا المركز وتحويله الى شكل مناسب للخرن أو التخلص النهائي.

(ج) يركز محلول نترات البلوتونيوم النقي ويخزن لحين انتقاله الى مراحل المعالجة اللاحقة. وبصفة خاصة تصمم أوعية تجميع أو خزن محاليل البلوتونيوم بحيث يتم تجنب مشاكل الحرجية الناجمة عن حدوث تغيرات في درجة تركيز وشكل السائل المتدفق.

هي أوعية تجميع أو خزن مصممة أو معدة خصيصا كيما تستخدم في مصانع اعادة معالجة الوقود المشع. ويجب أن تكون هذه الأوعية عالية المقاومة للتأثير الأكال لحمض النتريك. وهي تصنع عادة من مواد معينة مثل الصلب غير القابل للصدأ، المحتوي على نسبة منخفضة من الكربون، أو من التيتانيوم أو الزركونيوم أو غير ذلك من المواد العالية الجودة، ويتم تصميمها بحيث يمكن تشغيلها وصيانتها عن بعد، ويمكن أن تتسم بالخصائص التالية للتحكم في الحرجية النووية:

(١) جدران أو انشاءات داخلية ذات مكافئ بوروني لا يقل عن ٢%،

(٢) أو قطر لا يتجاوز ١٧٥ مم (٧ بوصات) بالنسبة للأوعية الاسطوانية،

(٣) أو عرض لا يتجاوز ٧٥ مم (٣ بوصات) بالنسبة للأوعية المسطحة أو الحلقية.

٥-٣ نظم تحويل نترات البلوتونيوم الى أكسيد البلوتونيوم

ملحوظة تمهيدية

في معظم مرافق اعادة المعالجة تنطوي هذه العملية النهائية على تحويل محلول نترات البلوتونيوم الى ثاني أكسيد البلوتونيوم. وأهم المهام الداخلة في هذه العملية هي: خزن وضبط لقيم العملية، والترسيب وفصل السوائل عن الأجسام الصلبة، والتكليس، ومناولة النواتج، والتهوية، وتصريف النفايات، ومراقبة العمليات.

هي نظم كاملة مصممة أو معدة خصيصا لتحويل نترات البلوتونيوم الى أكسيد البلوتونيوم، وهي مطوعة بصفة خاصة لتجنب آثار الحرجية والاشعاعات ولتقليل مخاطر التسمم بقدر الامكان.

٦-٣ نظم انتاج فلز البلوتونيوم من أكسيد البلوتونيوم

ملحوظة تمهيدية

تتطوي هذه العملية، التي يمكن أن ترتبط بمرافق إعادة المعالجة، على فلورة ثاني أكسيد البلوتونيوم - عادة بواسطة فلوريد هيدروجين أكال جدا- من أجل انتاج فلوريد البلوتونيوم الذي يختزل بعد ذلك باستخدام فلز كالسيوم شديد النقاء من أجل انتاج بلوتونيوم فلزي وخبث فلوريد الكالسيوم. وأهم المهام الداخلة في هذه العملية هي: الفلورة (باستخدام معدات مصنوعة من فلز نفيس أو مبطنة بفلز نفيس على سبيل المثال)، واختزال الفلز (باستخدام بواتق خزفية مثلا) واستخلاص الخبث، ومناولة النواتج، والتهوية، وتصريف النفايات، ومراقبة العمليات.

هي نظم كاملة مصممة أو معدة خصيصا من أجل انتاج فلز البلوتونيوم، وهي مطوعة بصفة خاصة لتجنب آثار الحرجية والاشعاعات ولتقليل مخاطر التسمم بقدر الامكان.

٤- مصانع انتاج عناصر الوقود

تشمل عبارة "مصانع انتاج عناصر الوقود" المعدات:

(أ) التي عادة ما تتصل اتصالا مباشرا بتدفق انتاج المواد النووية أو التي تعالج هذا التدفق معالجة مباشرة أو تكفل تنظيمه،

(ب) أو التي تختم المواد النووية داخل الكسوة.

٥- مصانع فصل نظائر اليورانيوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لها، بخلاف الأجهزة التحليلية

يرد فيما يلي سرد لأصناف المعدات التي تعتبر مندرجة ضمن المعنى المقصود بعبارة "المعدات المصممة أو المعدة خصيصا، بخلاف الأجهزة التحليلية" لفصل نظائر اليورانيوم:

١-٥ الطاردات المركزية الغازية، والمجمعات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا للاستخدام في الطاردات المركزية الغازية

ملحوظة ايضاحية

تتألف الطاردة المركزية الغازية عادة من اسطوانة واحدة رقيقة الجدران يتراوح قطرها بين ٧٥ مم (٣ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة) موجودة داخل حيز مفرغ الهواء وتدور بسرعة محيطية عالية تبلغ نحو ٣٠٠ م/ث أو أكثر مع بقاء محورها المركزي في الوضع الرأسي. ولبلوغ سرعة عالية يجب أن تكون نسبة المقاومة الى الكثافة عالية في المواد الانشائية للمكونات الدوارة، ويجب أن تكون مجمعة الجزء الدوار -ومن ثم مكوناتها المفردة- مصنوعة بدقة شديدة جدا من أجل تقليل الاختلال

يقدر الامكان. وبخلاف بعض الطارادات المركزية الأخرى تتميز الطاردة المركزية الغازية المستخدمة في اثراء اليورانيوم بوجود عارضة دوارة -واحدة أو أكثر- قرصية الشكل داخل غرفة الجزء الدوار؛ ووجود مجموعة أنابيب ثابتة تستخدم في ادخال واستخراج غاز سادس فلوريد اليورانيوم وتتألف من ثلاث قنوات منفصلة على الأقل، منها قناتان متصلتان بتجاويف تمتد من محور الجزء الدوار حتى محيط غرفة المحور الدوار. كما توجد داخل الحيز المفرغ الهواء أجزاء حرجة غير دوارة ليس من الصعب تصنيعها، على الرغم من أنها مصممة خصيصا، ولا يحتاج تصنيعها الى مواد فريدة من نوعها. الا أن أي مرفق طارادات مركزية يحتاج الى عدد ضخم من هذه المكونات، بحيث يمكن أن توفر كمياتها مؤشرا هاما يدل على غرض الاستخدام النهائي.

١-١-٥ المكونات الدوارة

(أ) مجمعات الجزء الدوار الكاملة:

هي اسطوانات رقيقة الجدران، أو عدة اسطوانات مترابطة رقيقة الجدران، مصنوعة من مادة واحدة أو عدد من المواد التي تتميز بارتفاع نسبة مقاومتها الى كثافتها والتي يرد وصفها في الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء؛ واذا كانت الاسطوانات مترابطة فانها توصل فيما بينها عن طريق المنافخ أو الحلقات المرنة التي يرد وصفها في الجزء الفرعي التالي ١-١-٥ (ج). ويجهز الجزء الدوار بعارضة داخلية واحدة أو أكثر وبسدادات طرفية حسب الوصف الوارد في الجزأين الفرعيين التاليين ١-١-٥ (د) و (هـ)، وذلك اذا كان هذا الجزء معدا في صورته النهائية. ومع ذلك لا يمكن توريد المجموعة الكاملة الا على شكل أجزاء مركبة كل على حدة.

(ب) أنابيب الجزء الدوار:

هي اسطوانات رقيقة الجدران، مصممة أو معدة خصيصا، بسمك لا يتجاوز ١٢ مم (٥ بوصة) وبقطر يتراوح بين ٧٥ مم (٣ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة)؛ وتصنع من احدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة صلابتها الى كثافتها والتي يرد وصفها في الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء.

(ج) الحلقات أو المنافخ:

هي مكونات مصممة أو معدة خصيصا لتوفير سائدة موضعية لأنبوب الجزء الدوار أو لوصل عدد من أنابيب الجزء الدوار فيما بينها. والمنفاخ عبارة عن اسطوانة قصيرة لايتجاوز سمك جدارها ٣ مم (٠.١٢ بوصة)، ويتراوح قطرها بين ٧٥ مم (٣ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة)؛ وهي مزودة بلولب. وتصنع هذه المنافخ من احدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة صلابتها الى كثافتها والتي يرد وصفها في الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء.

(د) العارضات:

هي مكونات قرصية الشكل، يتراوح قطرها بين ٧٥ مم (٣ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة)، مصممة أو معدة خصيصا لتركيبها داخل أنبوبة الجزء الدوار في الطاردة المركزية من أجل عزل غرفة الاقلاع عن غرفة الفصل الرئيسية، وفي بعض الحالات يكون الغرض منها مساعدة دورة غاز سادس فلوريد اليورانيوم داخل غرفة الفصل الرئيسية في أنبوبة الجزء الدوار. وتصنع من احدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة صلابتها الى كثافتها، والتي يرد وصفها في الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء.

(هـ) السدادات العلوية/السدادات السفلية:

هي مكونات قرصية الشكل، يتراوح قطرها بين ٧٥ مم (٣ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة)، مصممة أو معدة خصيصا لكي تنطبق على نهايتي أنبوبة الجزء الدوار وبالتالي تحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم داخل أنبوبة الجزء الدوار، ويكون الغرض منها في بعض الحالات أن تدعم أو تحفظ أو تحتوي، كجزء متكامل، عنصرًا من المحمل الأعلى (السداة العلوية) أو أن تحمل العناصر الدوارة للمحرك والمحمل الأسفل (السداة السفلية). وتصنع من احدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة صلابتها الى كثافتها، ويرد وصفها في الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء.

ملحوظة ايضاحية

المواد المستخدمة في المكونات الدوارة للطاردة المركزية هي:

(أ) فولاذ ماراجينغ قادر على مقاومة شد نهائية لا تقل عن ٢٠٥ x ١٠^٩ نيوتن/متر مربع (٣٠٠ ٠٠٠ رطل/بوصة مربعة)؛

(ب) وسبائك الومينيوم قادرة على مقاومة شد نهائية لا تقل عن ٠٤٦ x ١٠^٩ نيوتن/متر مربع (٦٧ ٠٠٠ رطل/بوصة مربعة)؛

(ج) ومواد خيطية مناسبة لاستخدامها في هياكل مركبة، بمعامل نوعي لا يقل عن ١٢٣ x ١٠^٦ متر، ومقاومة شد نهائية نوعية لا تقل عن ٠٣ x ١٠^٦ متر (١٠ المعامل النوعي) هو حاصل قسمة معامل يونغ (نيوتن/متر مربع) على الوزن النوعي، (نيوتن/متر مكعب) في حين أن 'مقاومة الشد النهائية النوعية' هي حاصل قسمة مقاومة الشد النهائية (نيوتن/متر مربع) على الوزن النوعي (نيوتن/متر مكعب).

٢-١-٥ المكونات الساكنة

(أ) محامل التعليق المغنطيسي:

هي مجمعات محملية مصممة أو معدة خصيصا، ومكونة من مغنطيس حلقي معلق داخل وعاء يحتوي على وسيط للتخميد. ويصنع الوعاء من مادة قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم (أنظر الملحوظة التمهيدية للجزء ٢-٥). وتقترن القطعة المغنطيسية بقطعة قطبية أو بمغنطيس ثان مركب

على السدادة العلوية المذكورة في الجزء ١-٥-١(هـ). ويجوز أن يكون المغنطيس على شكل حلقة لا تزيد نسبة قطرها الخارجي الى قطرها الداخلي على ١:١٦. كما يجوز أن يكون المغنطيس على شكل يتميز بنفاذية أولية لا تقل عن ٠.١٥ هنري/متر (١٢٠.٠٠٠ بنظام الوحدات المترية المطلق)، أو بمغنطيسية متبقية بنسبة لا تقل عن ٩٨%، أو ناتج طاقة يزيد على ٨٠ كيلوجول/متر مكعب (١٠^٦ غاوس-اورستد). وبالإضافة الى الخواص المادية العادية يشترط أن يكون انحراف المحاور المغنطيسية عن المحاور الهندسية محدودا بحدود تسامحية صغيرة جدا (أقل من ٠.١ مم أو ٠.٠٤ بوصة)، أو يشترط بصورة خاصة أن تكون مادة المغنطيس متجانسة.

(ب) المحامل/المخمدات:

هي محامل مصممة أو معدة خصيصا، مكونة من مجمعة محور/قذح مركبة على مخمد. ويكون المحور عادة عبارة عن عمود دوار فولاذي مقوى على شكل نصف كروي في احدى نهايتيه ومزود بوسيلة للاحاقه بالسدادة السفلية المذكورة في الجزء ١-٥-١(هـ) في نهايته الأخرى. ولكن يجوز أن يكون العمود الدوار مزودا بمحمل هيدرودينامي ملحق به. ويكون القذح على شكل كرويّة بثلمة نصف كروية في سطحه. وهذه المكونات كثيرا ما يزود بها المخمد بصورة منفصلة.

(ج) المضخات الجزئية:

هي اسطوانات مصممة أو معدة خصيصا بتحزيزات لولبية داخلية مصنوعة آليا أو مبنوقة، وبثقوب داخلية مصنوعة آليا. وتكون أبعادها النموذجية كما يلي: القطر الداخلي يتراوح بين ٧٥ مم (٣ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة)، ولا يقل سمك الجدار عن ١٠ مم (٠.٤ بوصة)، ولا يقل الطول عن القطر كما يكون شكل التحزيزات المقطعي مستطيلا، ولا يقل عمقها عن مليمترين (٠.٠٨ بوصة).

(د) أجزاء المحرك الساكنة:

هي أجزاء ساكنة حلقيه الشكل مصممة أو معدة خصيصا لمحركات سريعة ببثائية مغنطيسية (أو ممانعة مغنطيسية) وتيار متناوب متعدد الأطوار من أجل عملية تزامنية داخل فراغ في نطاق تردد ٦٠٠ - ٢٠٠٠ هرتز وفي نطاق قدرة ٥٠ - ١٠٠٠ فولط أمبير. وتتكون الأجزاء الساكنة من لفيفات متعددة الأطوار حول قلب حديدي رقائقي منخفض الفقد مكوّن من طبقات رقيقة لا يزيد سمكها على مليمترين (٠.٠٨ بوصة).

(هـ) الأوعية/المتلقيات الطاردية المركزية:

هي مكونات مصممة أو معدة خصيصا لاحتواء مجمعة الأنابيب الدوارة في الطاردة المركزية الغازية. ويتكون الوعاء من اسطوانة صلبة يصل سمك جدارها الى ٣٠ مم (١.٢ بوصة)، مزودة بنهايات مضبوطة آليا لوضع المحامل، ومزودة بشفة واحدة أو أكثر لتكوين هذه المحامل. وهذه النهايات المصنوعة آليا توازي احداها الأخرى وتتعامد على المحور الطولي للأسطوانة بما لا يزيد عن ٠.٥°.

درجة. كما يجوز أن يكون هيكل الوعاء على شكل خلايا النحل بحيث يتسع لعدة أنابيب دوارة. وتصنع الأوعية من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بهذه المواد لحمايتها.

(و) المجارف:

هي أنابيب يصل قطرها الداخلي إلى ١٢ مم (٠.٥ بوصة)، مصممة أو معدة خصيصا لاستخلاص غاز سادس فلوريد اليورانيوم من داخل الأنبوب الدوار بواسطة الحركة المحورية للأنبوب (أي أنها مزودة بفتحة مواجهة للتدفق المحيطي للغاز داخل الأنبوب الدوار، عن طريق حني نهاية الأنبوب الميال إلى نصف القطر على سبيل المثال) ولديها قابلية لتنشيتها في النظام المركزي لاستخلاص الغازات. وتصنع الأنابيب من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم، أو تطلاء بطبقة من هذه المواد.

٢-٥ النظم والمعدات والمكونات الإضافية المصممة أو المعدة خصيصا لمصانع اثناء الغاز بالطرد المركزي

ملحوظة تمهيدية

النظم والمعدات والمكونات الإضافية من أجل مصانع اثناء الغاز بالطرد المركزي هي نظم المصانع المطلوبة لادخال غاز سادس فلوريد اليورانيوم في الطاردات المركزية وتوصيل الطاردات المركزية فيما بينها لتكوين مراحل تعاقبية للتمكن من بلوغ اثناء أقوى بصورة مطردة واستخراج 'نواتج' و 'نفايات' سادس فلوريد اليورانيوم من الطاردات المركزية، بالإضافة إلى المعدات المطلوبة لتشغيل الطاردات المركزية أو مراقبة المصنع.

ويتم عادة تبخير سادس فلوريد اليورانيوم من الصلب باستخدام محمّيات مسخنة، ويجري توزيعه بشكله الغازي على الطاردات المركزية عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية. كما أن 'نواتج' و 'نفايات' سادس فلوريد اليورانيوم المتدفقة على هيئة تيارات غازية من الطاردات المركزية يتم تمريرها عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية إلى مصادد باردة (تعمل عند درجة حرارة ٢٠٣ كلفن (٧٠ درجة مئوية تحت الصفر))، حيث يجري تكتيفها قبل الاستمرار في نقلها إلى حاويات مناسبة لترحيلها أو تخزينها. ونظرا لأن مصنع الاثراء يتكون من آلاف الطاردات المرتبة بطريقة تعاقبية، فإن طول الأنابيب يبلغ عدة كيلومترات تشمل آلاف اللحامات وكمية كبيرة من الأشكال التصميمية المتكررة. وتصنع المعدات والمكونات ونظم الأنابيب بمستويات عالية جدا من حيث التفريغ والنظافة.

١-٢-٥ نظم التغذية/نظم سحب النواتج والنفايات

هي نظم معالجة مصممة أو معدة خصيصا، تشتمل على ما يلي:

محمّيات (أو محطات) تغذية تستخدم في تمرير سادس فلوريد اليورانيوم إلى سلسلة الطاردات المركزية التعاقبية بضغط يصل إلى ١٠٠ كيلوباسكال أو (١٥ رطلا/بوصة مربعة)، وبمعدل لا يقل عن ١ كيلوجرام/ساعة؛

محولات من الحالة الغازية الى الحالة الصلبة (أو مصائد باردة) تستخدم لازاحة سادس فلوريد اليورانيوم من السلسلة التعاقبية بضغط يصل الى ٣ كيلوباسكال أو (٥٠ رطل/بوصة مربعة). وتكون المحولات قابلة للتبريد الى ٢٠٣ درجة كيلفن (٧٠ درجة مئوية تحت الصفر)، كما تكون قابلة للتسخين الى ٣٤٣ درجة كيلفن (٧٠ درجة مئوية)؛

محطات 'نواتج' و 'نفائات'، تستخدم لحبس سادس فلوريد اليورانيوم في حاويات.

والمصنع والمعدات والأنابيب تصنع كلها من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو تكون مبطنة بمثل هذه المواد (أنظر الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء)، كما تصنع بمستويات عالية جدا من حيث التفريغ والنظافة.

٢-٢-٥ نظم أنابيب التوصيل الآلية

هي نظم أنابيب ونظم توصيل مصممة أو معدة خصيصا لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم داخل سلسلة الطارادات المركزية التعاقبية. وتكون شبكة الأنابيب عادة من نظام التوصيل الثلاثي، حيث تكون كل طاردة مركزية موصلة بكل من الموصلات وبالتالي تكون هناك كمية كبيرة من الأشكال المتكررة في الشبكة. وتصنع كلها من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم (أنظر الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء)، كما تصنع بمستويات عالية جدا من حيث التفريغ والنظافة.

٣-٢-٥ المطيافات الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم/المصادر الأيونية

هي مطيافات كتلية مغناطيسية أو رباعية الأقطاب مصممة أو معدة خصيصا، قادرة على أخذ عينات ' مباشرة' من التغذية أو النواتج أو النفائات من المجاري الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم، وتتميز بالخواص التالية:

- ١- تحليل وحدة لكتلة ذرية تزيد على ٣٢٠؛
- ٢- مصادر أيونية مبنية من النيكرام أو المونل أو مبطنة بالنيكرام أو المونل، أو مطلية بالنيكل؛
- ٣- مصادر تأيين بالرجم الالكترونى؛
- ٤- نظام مجمعي مناسب للتحليل النظيري.

٤-٢-٥ مغيرات التردد

هي مغيرات تردد (تعرف أيضا بالمحولات أو المقومات العكسية) مصممة أو معدة خصيصا من أجل تغذية أجزاء المحرك الساكنة المعرفة في ١-٥-٢(د)، أو أجزاء أو مكونات أو مجمعات فرعية لمثل هذه المغيرات، وتتميز بالخواص التالية:

- ١- خرج متعدد الأطوار بذبذبة ٦٠٠ - ٢٠٠٠ هرتز؛
- ٢- واستقرار عال (بتحكم في الذبذبة بنسبة أفضل من ١٠ر٠%)؛
- ٣- وتشوه توافقي منخفض (أقل من ٢%)؛
- ٤- وكفاءة بنسبة أعلى من ٨٠%

ملحوظة ايضاحية

الأصناف المذكورة أعلاه اما أنها تتصل اتصالا مباشرا بغاز معالجة سادس فلوريد اليورانيوم أو أنها تتحكم تحكما مباشرا في الطاردات المركزية ومرور الغاز من طاردة مركزية الى أخرى ومن سلسلة تعاقبية الى أخرى.

والمواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم تشمل الصلب غير القابل للصدأ، والألومينيوم، وسبائك الألومينيوم، والنيكل أو سبائكه التي تحتوي على نسبة منه لا تقل عن ٦٠%.

٣-٥ المجمعات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا للاستخدام في الاثراء بالانتشار الغازي

ملحوظة تمهيدية

المجمعة التكنولوجية الرئيسية في أسلوب الانتشار الغازي للفصل النظيري لليورانيوم هي عبارة عن حاجز مسامي خاص للانتشار الغازي، ومبادل حراري لتبريد الغاز (يتم تسخينه عن طريق عملية الضغط)، وصمامات ختامية وصمامات تحكمية وأنابيب. وبقدر ما تستخدم تكنولوجيا الانتشار الغازي سادس فلوريد اليورانيوم، فان جميع أسطح المعدات والأنابيب والأجهزة (الملامسة للغاز) يجب أن تصنع من مواد لا تتأثر بملامسة سادس فلوريد اليورانيوم. ويتطلب مرفق الانتشار الغازي عددا من هذه المجمعات بحيث يمكن للكميات أن توفر مؤشرا هاما للاستعمال النهائي.

١-٣-٥ حواجز الانتشار الغازي

(أ) مرشحات مسامية رقيقة مصممة أو معدة خصيصا، بحيث يكون الطول المسامي ١٠٠ - ١٠٠٠ أنغستروم، ولا يزيد سمك المرشح على ٥ مم (٢٠ بوصة)، ولا يزيد قطر الأشكال الأنبوبية على ٢٥ مم (بوصة واحدة). وتصنع من مواد معدنية أو متبلمرة أو خزفية قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم؛

(ب) ومركبات أو مساحيق معدة خصيصا لصنع مثل هذه المرشحات. وتشمل هذه المركبات والمساحيق النيكل أو سبائكه المحتوية على نسبة منه لا تقل عن ٦٠%، أو أكسيد الألومينيوم، أو البوليمرات الهيدروكربونية المفلورة فلورة كاملة المقاومة لسادس فلوريد اليورانيوم، التي لا تقل نسبة

نقائها عن ٩٩ر٩%، ويقل حجم جزيئاتها عن ١٠ ميكرونات، وتتميز بدرجة تجانس عالية من حيث حجم الجزيئات، وتكون معدة خصيصا لصنع حواجز الانتشار الغازي.

٢-٣-٥ أوعية الانتشار

هي أوعية اسطوانية محكمة الأختام مصممة أو معدة خصيصا، يزيد قطرها على ٣٠٠ مم (١٢ بوصة) ويزيد طولها على ٩٠٠ مم (٣٥ بوصة)، أو أوعية مستطيلة بأبعاد مماثلة، بتوصيلة مداخل وتوصيلتي مخارج يزيد قطر كل منها على ٥٠ مم (بوصتين)، وذلك لاحتواء حاجز الانتشار الغازي. وتصنع من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو تكون مبطنة بمثل هذه المواد، وتكون مصممة لتركيبها أفقيا أو رأسيا.

٣-٣-٥ الضاغطات ونفاخات الغاز

هي ضاغطات محورية أو نابذة بالطرد المركزي أو ازاحية ايجابية، أو نفاخات غاز بقدرة امتصاص لسادس فلوريد اليورانيوم لا تقل عن ١ متر مكعب/دقيقة، وبضغط تصريف يصل الى عدة مئات كيلوباسكال (١٠٠ رطل/بوصة مربعة)، مصممة للتشغيل الطويل الأجل في بيئة سادس فلوريد اليورانيوم بمحرك كهربائي بقوة مناسبة أو بدونه، بالإضافة الى مجمعات منفصلة من مثل هذه الضاغطات ونفاخات الغاز. كما أن نسبة ضغط هذه الضاغطات ونفاخات الغاز تتراوح بين ١:٢ و ١:٦، وتصنع من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو تكون مبطنة بمثل هذه المواد.

٤-٣-٥ سدادات العمود الدوار

هي سدادات مفرغة مصممة أو معدة خصيصا، بتوصيلات تغذية وتوصيلات تصريف للسدادات، من أجل اغلاق العمود الذي يوصل الأعمدة الدوارة للضاغطات أو نفاخات الغاز بمحركات التشغيل لضمان عولية السدادات لمنع تسرب الهواء الى داخل الغرفة الداخلية للضاغط أو نفاخة الغاز، المليئة بسادس فلوريد اليورانيوم. وتصمم مثل هذه الأختام عادة بحيث لا يتجاوز معدل تسرب الغاز الى الداخل ١٠٠٠ سننيمتر مكعب/دقيقة (٦٠ بوصة مكعبة/دقيقة).

٥-٣-٥ مبادلات الحرارة لتبريد سادس فلوريد اليورانيوم

هي مبادلات حرارة مصممة أو معدة خصيصا، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو مبطنة بمثل هذه المواد (باستثناء الصلب غير القابل للصدأ) أو مبطنة بالنحاس أو أي توليفة من هذه الفلزات، من أجل تغيير الضغط التسريبي بمعدل يقل عن ١٠ باسكال (٠.١٥ رطل/بوصة مربعة) في الساعة حيث يكون فرق الضغط ١٠٠ كيلوباسكال (١٥ رطلا/بوصة مربعة).

٤-٥ النظم والمعدات والمكونات الاضافية المصممة أو المعدة خصيصا للاستخدام في الاثراء بالانتشار الغازي

ملحوظة تمهيدية

النظم والمعدات والمكونات الاضافية لمصانع الاثراء بالانتشار الغازي هي نظم المصنع المطلوبة لادخال سادس فلوريد اليورانيوم في مجمعة الانتشار الغازي، وتوصيل المجمعات فيما بينها لتكوين مراحل تعاقبية للتمكن من بلوغ اثناء أقوى بصورة مطردة واستخراج 'نواتج' و 'نفايات' سادس فلوريد اليورانيوم منمجمعات الانتشار التعاقبية. ونظرا لخواص القصور الذاتي العالية لمجمعات الانتشار التعاقبية، فان أي انقطاع في تشغيلها، ولا سيما وقف تشغيلها، يؤدي الى عواقب خطيرة. ولذا فمن المهم أن تتم في أي مصنع للانتشار الغازي المحافظة بشكل صارم وبصورة دائمة على التفريغ في جميع النظم التكنولوجية والحماية الأوتوماتية من الحوادث وتنظيم تدفق الغاز بطريقة أوتوماتية دقيقة. ويؤدي هذا كله الى الحاجة الى تجهيز المصنع بعدد كبير من النظم الخاصة للقياس والتنظيم والمراقبة.

ويتم عادة تبخير سادس فلوريد اليورانيوم من اسطوانات موضوعة داخل محميات، ويجري توزيعه بشكله الغازي الى نقطة الدخول عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية. أما 'نواتج' و 'نفايات' سادس فلوريد اليورانيوم المتدفقة على هيئة تيارات غازية من نقاط الخروج فيتم تمريرها عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية اما الى مصائد باردة أو الى محطات ضغط، حيث يجري تحويل غاز سادس فلوريد اليورانيوم الى سائل، وذلك قبل الاستمرار في نقله الى حاويات مناسبة لنقله أو خزنه. ونظرا لأن مصنع الاثراء بالانتشار الغازي يتكون من عدد كبير من مجمعات الانتشار الغازي المرتبة في سلسلة تعاقبية فان طول أنابيب التوصيل التعاقبية يبلغ عدة كيلومترات تشمل آلاف اللحامات وكميات كبيرة من الأشكال التصميمية المتكررة. وتصنع المعدات والمكونات ونظم الأنابيب بمستويات عالية جدا من حيث التفريغ والنظافة.

١-٤-٥ نظم التغذية/نظم سحب النواتج والمخلفات

هي نظم معالجة مصممة أو معدة خصيصا، قادرة على العمل في ظروف ضغط لا يتجاوز ٣٠٠ كيلوباسكال (٤٥ رطلا/بوصة مربعة)، وتشتمل على ما يلي:

محميات (أو نظم) تغذية، تستخدم في تمرير سادس فلوريد اليورانيوم الى سلسلة الانتشار الغازي التعاقبية؛

ومحولات لتحويل الغاز الى الحالة الصلبة (أو مصائد باردة) تستخدم لازاحة سادس فلوريد اليورانيوم من السلسلة التعاقبية؛

ومحطات لتحويل الغاز الى سائل، حيث يجري ضغط وتبريد غاز سادس فلوريد اليورانيوم من السلسلة التعاقبية للحصول على سائل سادس فلوريد اليورانيوم؛

ومحطات 'نواتج' أو 'مخلفات' لنقل سادس فلوريد اليورانيوم الى حاويات.

٢-٤-٥ نظم أنابيب التوصيل

هي نظم أنابيب ونظم توصيل مصممة أو معدة خصيصا لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم داخل سلسلة الانتشار الغازي التعاقبية. وعادة تكون شبكة الأنابيب من النظام المجمعى "الثنائي"، حيث تكون كل خلية موصلة بكل مجمع.

٣-٤-٥ النظم الفراغية

(أ) هي متنوعات فراغية ونظم توصيل فراغية ومضخات فراغية مصممة أو معدة خصيصا بقدرة شفط لا تقل عن ٥ أمتار مكعبة/دقيقة (١٧٥ قدما مكعبا/دقيقة).

(ب) ومضخات فراغية مصممة خصيصا للعمل في أجواء تحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم، تصنع من الألومنيوم أو النيكل أو السبائك المحتوية على النيكل بنسبة تزيد على ٦٠%، أو تكون مبطنة بأي من هذه المواد. ويجوز لهذه المضخات أن تكون دوارة أو ايجابية، وأن تكون ذات سدادات ازاحية وفلوروكربونية وموانع عمل خاصة.

٤-٤-٥ صمامات الاغلاق والتحكم الخاصة

هي صمامات اغلاق وتحكم منفاخية يدوية أو أوتوماتية مصممة أو معدة خصيصا، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم، يتراوح قطر الصمام من ٤٠ الى ١٥٠٠ مم (١٥ الى ٥٩ بوصة)، لتركيبها في النظم الرئيسية والاضافية لمصانع الاثراء بالانتشار الغازي.

٥-٤-٥ المطيافات الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم/المصادر الأيونية

هي مطيافات كتلية مغنطيسية أو رباعية الأقطاب مصممة أو معدة خصيصا، قادرة على أخذ عينات "مباشرة" من التغذية أو النواتج أو المخلفات من المجاري الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم، وتتميز بجميع الخواص التالية:

١- تحليل وحدة لكتلة ذرية تزيد على ٣٢٠؛

٢- مصادر أيونية مبنية من النيكرام أو المونل أو مبطنة بهما مطلية بالنيكل؛

٣- مصادر تأيين بالرجم الالكتروني؛

٤- نظام مجمعي مناسب للتحليل النظيري.

ملحوظة ايضاحية

الأصناف المذكورة أعلاه اما أنها تتصل اتصالا مباشرا بغاز معالجة سادس فلوريد اليورانيوم أو أنها تتحكم تحكما مباشرا في التدفق داخل السلسلة التعاقبية. وجميع الأسطح التي تلامس غاز المعالجة تصنع كلها من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو تكون مبطنة بمثل هذه المواد. ولأغراض الأجزاء المتصلة بمفردات الانتشار الغازي، تشمل المواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم الصلب غير القابل للصدأ والألومينيوم وسبائك الألومينيوم وأكسيد الألومينيوم والنيكل أو السبائك التي تحتوي على النيكل بنسبة لا تقل عن ٦٠%، والبوليمرات الهيدروكربونية المفلورة فلورة كاملة القادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم.

٥-٥ النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا لاستخدامها في مصانع الاثراء الأيرودينامي

ملحوظة تمهيدية

يتم في عمليات الاثراء الأيرودينامي ضغط مزيج من سادس فلوريد اليورانيوم الغازي والغاز الخفيف (الهيدروجين أو الهليوم)، ثم يمرر عبر عناصر فصل حيث يتم الفصل النظيري عن طريق توليد قوى طاردة مركزية عالية بواسطة شكل هندسي منحني الجدار. وقد استحدثت بنجاح عمليتان من هذا النوع وهما: عملية الفصل بالفوهة النفائة، وعملية الفصل الدوامي بالأنابيب. وفي كلتا العمليتين تشمل المكونات الرئيسية لمرحلة الفصل أوعية اسطوانية تحتوي على عناصر الفصل الخاصة (الفوهات النفائة أو أنابيب الفصل الدوامي)، والضواغط الغازية ومبادلات الحرارة المستخدمة في سحب الحرارة الناجمة عن الضغط. ويحتاج أي مصنع أيرودينامي لعدد من هذه المراحل، حتى توفر الكميات مؤشرا هاما للاستخدام النهائي. ونظرا لأن العمليات الأيرودينامية تستخدم سادس فلوريد اليورانيوم، يجب أن تصنع جميع أسطح المعدات والأنابيب والأجهزة (الملامسة للغاز) من مواد لا تتأثر بملامستها لسادس فلوريد اليورانيوم.

ملحوظة ايضاحية

الأصناف التي يرد بيانها في هذا الجزء اما أنها تتصل اتصالا مباشرا بغاز سادس فلوريد اليورانيوم المستخدم في العملية، أو تتحكم تحكما مباشرا في تدفقه داخل السلسلة التعاقبية. وتصنع جميع الأسطح الملامسة لغاز المعالجة بالكامل من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو تطلّى بطبقة من مثل هذه المواد. ولأغراض الجزء المتعلق بمفردات الاثراء الأيرودينامي، تشمل المواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم النحاس، والصلب غير القابل للصدأ، والألومينيوم، وسبائك الألومينيوم، والنيكل أو سبائكه التي تحتوي على نسبة لا تقل عن ٦٠% منه، والبوليمرات الهيدروكربونية المفلورة فلورة كاملة والقادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم.

١-٥-٥ فوهات الفصل النفائفة

هي فوهات نفائفة بمجمعاتها مصممة أو معدة خصيصا. وتتألف فوهات الفصل النفائفة من قنوات منحنية على شكل شق طولي لا يزيد نصف قطر انحنائها على ١ مم (يتراوح عادة بين ٠.١ إلى ٠.٥ مم)، قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم ولها حافة قاطعة داخل الفوهة النفائفة تفصل الغاز المتدفق عبر الفوهة الى جزأين.

٢-٥-٥ أنابيب الفصل الدوامي

هي أنابيب بمجمعاتها مصممة أو معدة خصيصا للفصل الدوامي. وهي أنابيب اسطوانية الشكل أو مستدقة الطرف، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بهذه المواد، يتراوح قطرها بين ٥ سم و ٤ سم، ولا تزيد نسبة طولها الى قطرها على ١:٢٠ ولها مدخل مماس أو أكثر. ويجوز أن تجهز الأنابيب بملحقات على شكل فوهات نفائفة في احدى نهايتها أو كليهما.

ملحوظة ايضاحية

يدخل غاز التغذية الى انبوب الفصل الدوامي ماسا احدى النهايتين أو عبر دوارات دوامية، أو في عدة مواضع مماسة على طول محيط الأنبوب.

٣-٥-٥ الضاغطات ونفاخات الغاز

هي ضاغطات محورية أو نابذة بالطرد المركزي أو ازاحية ايجابية، أو نفاخات غاز مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بهذه المواد، بقدرة امتصاص لمزيج من سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له (الهيدروجين أو الهليوم) لا تقل عن مترين مكعبين في الدقيقة.

ملحوظة ايضاحية

تتراوح نسبة الضغط النموذجية بالنسبة لهذه الضاغطات ونفاخات الغاز بين ١:٢ و ١:٦.

٤-٥-٥ سدادات العمود الدوار

هي سدادات للعمود الدوار مصممة أو معدة خصيصا، بتوصيلات تغذية وتوصيلات تصريف للسدادات، من أجل اغلاق العمود الذي يوصل الأعمدة الدوارة للضاغطات أو نفاخات الغاز بمحركات التشغيل، من أجل ضمان عولية السدادات لمنع تسرب غاز المعالجة الى الخارج، أو تسرب الهواء أو غاز الاغلاق الى داخل الغرفة الداخلية للضاغط أو نفاخة الغاز، المليئة بمزيج من سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له.

٥-٥-٥ مبادلات الحرارة للتبريد الغازي

هي مبادلات حرارة مصممة أو معدة خصيصا، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذا المواد.

٦-٥-٥ أوعية فصل العناصر

هي أوعية مصممة أو معدة خصيصا لفصل العناصر، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذه المواد بغرض احتواء أنابيب الفصل الدوامي أو فوهات الفصل النفاثة.

ملحوظة ايضاحية

يجوز أن تكون هذه الأوعية اسطوانية الشكل يتجاوز قطرها ٣٠٠ مم ويزيد طولها على ٩٠٠ مم، أو يمكن أن تكون أوعية مستطيلة الشكل ذات أبعاد متماثلة، وقد يتم تصميمها بحيث يمكن تركيبها أفقيا أو رأسيا.

٧-٥-٥ نظم التغذية/نظم سحب النواتج والمخلفات

هي نظم أو معدات معالجة مصممة أو معدة خصيصا لمصانع الاثراء مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذه المواد وتشتمل على ما يلي :

- (أ) محميات أو موافد أو نظم تغذية تستخدم في تمرير سادس فلوريد اليورانيوم الى عملية الاثراء؛
- (ب) محولات لتحويل الغاز الى الحالة الصلبة (أو مصائد باردة) تستخدم لازاحة سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الاثراء لنقله بعد ذلك بالتسخين؛
- (ج) محطات للتصليد أو لتحويل الغاز الى سائل تستخدم لازاحة سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الاثراء عن طريق ضغطه وتحويله الى الصورة السائلة أو الصلبة؛
- (د) محطات 'نواتج' أو 'مخلفات' لنقل سادس فلوريد اليورانيوم في حاويات.

٨-٥-٥ نظم أنابيب التوصيل

هي نظم أنابيب توصيل مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذه المواد، مصممة أو معدة خصيصا لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم داخل السلسلة الأيروديناميكية التعاقبية. وعادة ما تكون شبكة الأنابيب هذه ذات تصميم يتميز بالتوصيل 'الثنائي'، حيث تكون كل مرحلة أو مجموعة مراحل موصلة بكل موصل.

٩-٥-٥ النظم والمضخات الفراغية

(أ) نظم فراغية مصممة أو معدة خصيصا بقدرة شفط لا تقل عن ٥ أمتار مكعبة/دقيقة، تتكون من متنوعات فراغية وموصلات فراغية ومضخات فراغية، ومصممة للعمل في أجواء تحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم،

(ب) ومضخات فراغية مصممة أو معدة خصيصا للعمل في أجواء تحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم، تصنع من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو تطلى بمثل هذه المواد. ويجوز لهذه المضخات أن تستخدم سدادات فلوروكربونية وموانع عمل خاصة.

١٠-٥-٥ صمامات الاغلاق والتحكم الخاصة

هي صمامات اغلاق وتحكم منفاخية يدوية أو أوتوماتية، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذه المواد، يتراوح قطر الصمام من ٤٠ الى ١٥٠٠ مم، وهي مصممة أو معدة خصيصا لتركيبها في النظم الرئيسية والاضافية لمصانع الاثراء الأيرودينامي.

١١-٥-٥ المطيافات الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم/المصادر الأيونية

هي مطيافات كتلية مغناطيسية أو رباعية الأقطاب مصممة أو معدة خصيصا، قادرة على أخذ عينات مباشرة من التغذية أو 'النواتج' أو 'المخلفات' من المجاري الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم وتتميز بجميع الخواص التالية:

- ١- تحليل وحدة لكتلة تزيد على ٣٢٠؛
- ٢- مصادر أيونية مبنية من النيكرام أو المونل أو مبطنة بهاتين المادتين أو مطلية بالنيكل؛
- ٣- مصادر تأيين بالرجم الالكتروني؛
- ٤- نظام مجمعي مناسب للتحليل النظيري.

١٢-٥-٥ نظم فصل سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له

هي نظم معالجة مصممة أو معدة خصيصا لفصل سادس فلوريد اليورانيوم عن الغازات الحاملة له (الهيدروجين أو الهليوم).

ملحوظة ايضاحية

صممت هذه النظم لتخفيف محتوى سادس فلوريد اليورانيوم في الغازات الحاملة له الى جزء واحد في المليون أو أقل، ويجوز أن تشمل بعض المعدات مثل:

(أ) مبادلات الحرارة بالتبريد وأجهزة فصل في درجات الحرارة المنخفضة قادرة على العمل عند درجات حرارة تصل الى ١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها،

(ب) أو وحدات تبريد قادرة على العمل عند درجات حرارة تصل الى ١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها،

(ج) أو فوهات الفصل النفاثة أو وحدات أنابيب الفصل الدوامي المستخدمة في فصل سادس فلوريد اليورانيوم عن الغازات الحاملة له،

(د) أو المصائد الباردة لسادس فلوريد اليورانيوم القادرة على العمل عند درجات حرارة تصل الى ٢٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها.

٦-٥ النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا لاستخدامها في مصانع الاثراء بالتبادل الكيميائي أو التبادل الأيوني

ملحوظة تمهيدية

تؤدي الاختلافات البسيطة في الكتلة بين نظائر اليورانيوم الى حدوث تغيرات طفيفة في توازنات التفاعلات الكيميائية يمكن أن تكون بمثابة أساس لفصل النظائر. وقد استحدثت بنجاح عمليتان هما: التبادل الكيميائي بين السوائل، والتبادل الأيوني بين مادة صلبة وأخرى سائلة.

ففي عملية التبادل الكيميائي بين السوائل، يجري اتصال في الاتجاه المعاكس بين أطوار السوائل غير القابلة للامتزاج (المائية والعضوية) لحدوث الأثر التعاقبي لآلاف من مراحل الفصل. ويتألف الطور المائي من كلوريد اليورانيوم في محلول حامض الهيدروكلوريك؛ أما الطور العضوي فيتكون من مادة استخلاص تحتوي على كلوريد اليورانيوم في مذيب عضوي. ويجوز أن تكون الموصلات المستخدمة في سلسلة الفصل التعاقبية أعمدة تبادل بين السوائل (مثل الأعمدة النبضية المزودة ببلوحات منخلية) أو الموصلات النابذة للسوائل بالطرد المركزي. ويلزم حدوث تحولات كيميائية (أكسدة واختزال) عند نهايتي سلسلة الفصل التعاقبية من أجل الوفاء بمتطلبات إعادة الدفع في كل نهاية. وأحد الاهتمامات الرئيسية بالنسبة للتصميم يتمثل في تجنب تلوث مجاري المعالجة ببعض الأيونات الفلزية. ولذا تستخدم أعمدة وأنابيب مصنوعة من البلاستيك ومبطنة به (بما في ذلك استخدام البوليمرات الفلوروكربونية) و/أو مبطنة بالزجاج.

أما في عملية التبادل الأيوني بين المواد الصلبة والسائلة، فإن الاثراء يتم عن طريق الامتزاز/المج في راتينج أو ممتاز خاص للتبادل الأيوني يتميز بسرعة عمل فائقة. ويتم تمرير محلول من اليورانيوم في حامض الهيدروكلوريك ومواد كيميائية أخرى عبر أعمدة الاثراء الاسطوانية التي تحتوي على قيعان مبطنة للممتازات. ونظام اعادة الدفق ضروري لاطلاق اليورانيوم من الممتاز الى التدفقات السائلة بحيث يمكن تجميع 'النواتج' و 'المخلفات'. ويتم ذلك باستخدام عوامل كيميائية مناسبة للاختزال/الأكسدة يعاد توليدها بالكامل في دوائر خارجية منفصلة، كما يمكن اعادة توليدها جزئيا داخل أعمدة الفصل النظيري ذاته. ويقتضي وجود محاليل مركزة ساخنة لحامض الهيدروكلوريك في هذه العملية أن تصنع المعدات من مواد خاصة قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو تطلّى بمثل هذه المواد.

١-٦-٥ أعمدة التبادل بين السوائل (التبادل الكيميائي)

هي أعمدة للتبادل بين السوائل في الاتجاه المعاكس، مزودة بمستلزمات للقوى الميكانيكية (أي أعمدة نبضية بلوحات منخلية، وأعمدة لوحات تبادلية، وأعمدة ذات خلاطات توربينية داخلية)، مصممة أو معدة خصيصا لاثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي. ومن أجل مقاومة التآكل بمحاليل مركزة لحامض الهيدروكلوريك، تصنع هذه الأعمدة ومكوناتها الداخلية من مواد لدائنية مناسبة (مثل البوليمرات الفلوروكربونية) أو الزجاج أو تطلّى بمثل هذه المواد. وقد صمم زمن البقاء المرحلي للأعمدة بحيث يكون قصيرا (لا يزيد على ٣٠ ثانية).

٢-٦-٥ الموصلات النابذة للسوائل بالطرد المركزي (التبادل الكيميائي)

هي موصلات نابذة للسوائل بالطرد المركزي مصممة أو معدة خصيصا لاثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي. وتستخدم مثل هذه الموصلات الدوران في تشتيت المجاري العضوية والمائية ثم قوة الطرد المركزي لفصل الأطوار. ومن أجل مقاومة التآكل بالمحاليل المركزة لحامض الهيدروكلوريك، تصنع الموصلات من مواد لدائنية مناسبة (مثل البوليمرات الفلوروكربونية) أو تبطن بها أو بالزجاج. وقد روعي في تصميم زمن البقاء المرحلي للموصلات النابذة بالطرد المركزي أن يكون قصيرا (لا يتجاوز ٣٠ ثانية).

٣-٦-٥ نظم ومعدات اختزال اليورانيوم (التبادل الكيميائي)

(أ) هي خلايا اختزال الكتروكيميائية مصممة أو معدة خصيصا لاختزال اليورانيوم من حالة تكافؤ الى أخرى بالنسبة لاثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي. ويجب أن تكون مواد الخلايا الملامسة لمحاليل المعالجة قادرة على مقاومة التآكل بالمحاليل المركزة لحامض الهيدروكلوريك.

ملحوظة ايضاحية

يراعى في تصميم حجيرة الخلايا الكاثودية أن تمنع اعادة أكسدة اليورانيوم الى حالة التكافؤ الأعلى. وحتى يمكن الاحتفاظ باليورانيوم في الحجيرة الكاثودية، يجوز أن تزود الخلية بغشاء حاجز كتيوم مكون من مواد خاصة لتبادل الكاتيونات. ويتألف الكاثود من موصل مناسب للمواد الصلبة كالجرافيت.

(ب) هي نظم مصممة أو معدة خصيصا في نهاية ناتج السلسلة التعاقبية لايخراج اليورانيوم^{٤+} من المجرى العضوي، وضبط التركيز الحمضي وتغذية خلايا الاختزال الالكتروكيميائي.

ملحوظة ايضاحية

تتألف هذه النظم من معدات استخلاص للمذيبات من أجل ازالة اليورانيوم^{٤+} من المجرى العضوي الى محلول مائي، ومعدات تبخير و/أو معدات أخرى لضبط ومراقبة نسبة تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول، ومضخات أو أجهزة أخرى لنقل التغذية الى خلايا الاختزال الالكتروكيميائي. ومن الاعتبارات الرئيسية التي يجب مراعاتها في التصميم تجنب تلوث المجرى المائي ببعض الأيونات الفلزية. وعلى ذلك يتم بناء النظام، بالنسبة للأجزاء الملامسة لمجرى المعالجة، من معدات مصنوعة من مواد مناسبة (مثل الزجاج وبوليمرات الفلوروكربون، وكبريتات البوليفينيل، وسلفون البولي ايثر، والجرافيت المشرب بالراتنج) أو مغطاة بطبقة منها.

٤-٦-٥ نظم تحضير التغذية (التبادل الكيميائي)

هي نظم مصممة أو معدة خصيصا لانتاج محاليل التغذية بكلوريد اليورانيوم العالي النقاء الخاصة بمصانع فصل نظائر اليورانيوم بالتبادل الكيميائي.

ملحوظة ايضاحية

تتكون هذه النظم من معدات للاذابة واستخلاص المذيبات و/أو التبادل الأيوني لأغراض التنقية، وخلايا تحليل كهربائي لاختزال اليورانيوم^{٦+} أو اليورانيوم^{٤+} الى اليورانيوم^{٣+}. وتنتج هذه النظم محاليل كلوريد اليورانيوم التي لا تحتوي الا على بضعة أجزاء في المليون من الشوائب الفلزية مثل الكروم، والحديد، والفاناديوم، والموليبدنوم، والكاتيونات الأخرى الثنائية التكافؤ أو المتعددة التكافؤ الأعلى منها. والمواد المستخدمة في بناء أجزاء من النظام الذي يعالج اليورانيوم^{٣+} العالي النقاء تشمل الزجاج أو بوليمرات الفلوروكربون، أو كبريتات البوليفينيل، أو الجرافيت المبطن بلدائن سلفون البولي ايثر المشرب بالراتنج.

٥-٦-٥ نظم أكسدة اليورانيوم (التبادل الكيميائي)

هي نظم مصممة أو معدة خصيصا لأكسدة اليورانيوم^{٣+} الى يورانيوم^{٤+} بغرض اعادته الى سلسلة فصل نظائر اليورانيوم التعاقبية في عملية الاثراء بالتبادل الكيميائي.

ملحوظة ايضاحية

يجوز أن تشمل هذه النظم معدات مثل:

(أ) معدات لتوصيل الكلور والأكسجين بالدفق المائي من معدات الفصل النظيري، واستخلاص اليورانيوم ^{235}U الناتج في المجرى العضوي الذي أزيل منه عند عودته من نهاية النواتج الخاصة بالسلسلة التعاقبية،

(ب) معدات لفصل الماء عن حامض الهيدروكلوريك حتى يمكن إعادة ادخال الماء وحامض الهيدروكلوريك المركز الى العملية في المواقع الملائمة.

٦-٦-٥ راتينجات/ممتازات التبادل الأيوني السريعة التفاعل (التبادل الأيوني)

هي راتينجات أو ممتازات سريعة التفاعل للتبادل الأيوني مصممة أو معدة خصيصا لاثرأء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الأيوني، بما في ذلك الراتينجات المسامية ذات الشبكات الكبيرة، و/أو الهياكل الرقيقة الأغشية التي تنحصر فيها مجموعات التبادل الكيميائي النشط في طبقة على سطح هيكل داعم مسامي خامل، والهياكل المركبة الأخرى بأي شكل مناسب، بما في ذلك الجسيمات أو الألياف. ولا يزيد قطر راتينجات/ممتازات التبادل الأيوني هذه على ٠.٢ مم، ويجب أن تكون قادرة كيميائيا على مقاومة محاليل حامض الهيدروكلوريك المركز وأن تكون ذات قوة مادية تكفل عدم تحللها في أعمدة التبادل. والراتينجات/الممتازات مصممة خصيصا لبلوغ حركة سريعة جدا في تبادل نظائر اليورانيوم (معدل التبادل لا يزيد على ١٠ ثوان في نصف الوقت)، وقادرة على العمل في درجة حرارة تتراوح من ١٠٠ الى ٢٠٠ درجة مئوية.

٧-٦-٥ أعمدة التبادل الأيوني (التبادل الأيوني)

هي أعمدة اسطوانية الشكل يزيد قطرها على ١٠٠٠ مم لاحتواء ودعم القيعان المبطننة لراتينجات/ممتازات التبادل الأيوني، مصممة أو معدة خصيصا لاثرأء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الأيوني. وهذه الأعمدة مصنوعة من مواد (مثل التيتانيوم أو اللدائن الفلوروكربونية) قادرة على مقاومة التآكل بمحاليل حامض الهيدروكلوريك المركز أو مطلية بمثل هذه المواد، وتكون قادرة على العمل في درجة حرارة تتراوح من ١٠٠ الى ٢٠٠ درجة مئوية، وبمستويات ضغط تتجاوز ٠.٧ ميجاباسكال (١٠٢ رطل/بوصة مربعة).

٨-٦-٥ نظم إعادة دفق التبادل الأيوني (التبادل الأيوني)

(أ) نظم اختزال كيميائي أو الكتروكيميائي مصممة أو معدة خصيصا لإعادة توليد عامل (عوامل) الاختزال الكيميائي المستخدم في السلاسل التعاقبية لاثرأء اليورانيوم بالتبادل الأيوني.

(ب) ونظم أكسدة كيميائية أو الكتروكيميائية مصممة أو معدة خصيصا لإعادة توليد عامل (عوامل) الأكسدة الكيميائية المستخدم في السلاسل التعاقبية لاثرأء اليورانيوم بالتبادل الأيوني.

ملحوظة ايضاحية

يجوز في عملية الاثراء بالتبادل الأيوني أن يستخدم التيتانيوم الثلاثي التكافؤ (التيتانيوم³⁺)، على سبيل المثال، باعتباره كاتيون اختزال، وفي هذه الحالة يعيد نظام الاختزال توليد التيتانيوم³⁺ عن طريق اختزال التيتانيوم⁴⁺.

كما يمكن في هذه العملية استخدام الحديد الثلاثي التكافؤ (الحديد³⁺) كمؤكسد، وفي هذه الحالة يعيد نظام الأكسدة توليد الحديد³⁺ عن طريق أكسدة الحديد²⁺.

٧-٥ النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا لاستخدامها في مصانع الاثراء بطريقة الليزر

ملحوظة تمهيدية

تندرج النظم الحالية لعمليات الاثراء باستخدام الليزر في فئتين وهما: النظم التي يكون فيها وسيط العملية هو بخار اليورانيوم الذري، والنظم التي يكون فيها وسيط العملية هو بخار مركب يورانيوم. وتشمل الرموز الشائعة لمثل هذه العمليات ما يلي: الفئة الأولى - فصل نظائر الليزر بالبخار الذري (AVLIS أو SILVA)؛ الفئة الثانية - الفصل النظيري بالليزر الجزيئي (MLIS أو MOLIS) والتفاعل الكيميائي عن طريق تنشيط الليزر الانتقائي النظيري (CRISLA). وتشمل النظم والمعدات والمكونات المستخدمة في مصانع اثراء الليزر ما يلي: (أ) أجهزة للتغذية ببخار فلز اليورانيوم (للتأين الضوئي الانتقائي) أو أجهزة للتغذية ببخار مركب اليورانيوم (للتفكيك الضوئي أو التنشيط الكيميائي)؛ (ب) أجهزة لجمع فلز اليورانيوم المثري والمستنفد في شكل 'نواتج' و 'مخلفات' بالنسبة للفئة الأولى، وأجهزة لجمع المركبات المفصولة أو المتفاعلة في شكل 'نواتج' والمواد البسيطة في شكل 'مخلفات' بالنسبة للفئة الثانية؛ (ج) نظم معالجة بالليزر من أجل الحثالات انتقائي لأنواع اليورانيوم - ٢٣٥؛ (د) ومعدات لتحضير التغذية وتحويل النواتج. وقد يقتضي تعقد عملية قياس طيف ذرات اليورانيوم ومركباته ادراج أي من تكنولوجيات الليزر المتاحة.

ملحوظة ايضاحية

يتصل العديد من المفردات التي يرد سردها في هذا الجزء اتصالا مباشرا ببخار أو سائل فلز اليورانيوم، أو بغازات المعالجة التي تتكون من سادس فلوريد اليورانيوم أو مزيج من هذا الغاز وغازات أخرى. وتصنع جميع الأسطح الملامسة لليورانيوم أو سادس فلوريد اليورانيوم بالكامل من مواد قادرة على مقاومة التآكل أو تطلّى بمثل هذه المواد. ولأغراض الجزء المتعلق بمفردات الاثراء المعتمدة على الليزر، تشمل المواد القادرة على مقاومة التآكل ببخار أو سائل فلز اليورانيوم أو سبائك اليورانيوم الجرافيت المطلي بالايتريوم والتنتالوم؛ أما المواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم فتشمل النحاس، والصلب غير القابل للصدأ، والألومينيوم، وسبائك الألومينيوم، والنيكل أو السبائك التي تحتوي على نسبة لا تقل عن ٦٠% من النيكل، والبوليمرات الهيدروكربونية المفلورة فلورة كاملة والقادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم.

١-٧-٥ نظم تبخير اليورانيوم (AVLIS)

نظم مصممة أو معدة خصيصا لتبخير اليورانيوم، تحتوي على قدرة عالية لنزع الإلكترونات أو مسح مخائق الأشعة الالكترونية بقدرة موجهة لا تقل عن ٢٥ كيلوواط/سم.

٢-٧-٥ نظم مناولة فلزات اليورانيوم السائلة (AVLIS)

نظم مناولة فلزات سائلة مصممة أو معدة خصيصا لليورانيوم المصهور أو سبائكه، تتكون من بوتقات ومعدات التبريد الخاصة بها.

ملحوظة ايضاحية

تصنع البوتقات وأجزاء هذا النظام الأخرى التي تلامس اليورانيوم المصهور أو سبائكه من مواد قادرة على مقاومة التآكل والحرارة بصورة مناسبة أو تطلّى بمثل هذه المواد. وتشمل المواد المناسبة التنتالوم، والجرافيت المطلي باللايتريوم، والجرافيت المطلي بأكاسيد أخرى أرضية نادرة أو مزيج منها.

٣-٧-٥ مجمعات 'نواتج' و 'مخلفات' فلز اليورانيوم (AVLIS)

هي مجمعات 'نواتج' و 'مخلفات' مصممة أو معدة خصيصا لفلز اليورانيوم في الشكل السائل أو الصلب.

ملحوظة ايضاحية

تصنع مكونات هذه المجمعات من مواد قادرة على مقاومة الحرارة والتآكل ببخار أو سائل فلز اليورانيوم (مثل الجرافيت المطلي باللايتريوم أو التنتالوم) أو تطلّى بمثل هذه المواد، ويجوز أن تشمل أنابيب، وصمامات، ولوازم، و 'ميازيب'، وأجهزة تلقيم، ومبادلات حرارة وألواح تجميع خاصة بأساليب الفصل المغنطيسي أو الالكتروستاتي أو غير ذلك من الأساليب.

٤-٧-٥ حاويات نماذج أجهزة الفصل (AVLIS)

هي أوعية اسطوانية أو مستطيلة الشكل مصممة أو معدة خصيصا لاحتواء مصدر بخار فلز اليورانيوم ومخنق الأشعة الالكترونية، ومجمعات 'النواتج' و 'المخلفات'.

ملحوظة ايضاحية

هذه الحاويات بها عدد وافر من المنافذ الخاصة بأجهزة التغذية بالكهرباء والمياه، وصمامات لأشعة الليزر، وتوصيلات لمضخات التفريغ، وأجهزة لتشخيص أعطال الأجهزة ومراقبتها. كما تتوفر بها وسائل للفتح والاعلاق من أجل إتاحة تجديد المكونات الداخلية.

٥-٧-٥ الفوهات النفائفة للتمدد فوق الصوتي (MLIS)

هي فوهات نفائفة للتمدد فوق الصوتي مصممة أو معدة خصيصا لتبريد مزيج سادس فلوريد اليورانيوم والغازات الحاملة له الى ١٥٠ كلفين أو أدنى، وهي قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم.

٦-٧-٥ مجمعات نواتج خامس فلوريد اليورانيوم (MLIS)

هي مجمعات مصممة أو معدة خصيصا للنواتج الصلبة الخاصة بخامس فلوريد اليورانيوم، وتتألف من مجمعات مرشحية أو صدمية أو حلزونية، أو توليفة منها، قادرة على مقاومة التآكل في الوسط الذي يحتوي على خامس فلوريد اليورانيوم/سادس فلوريد اليورانيوم.

٧-٧-٥ ضاغطات سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له (MLIS)

هي ضاغطات مصممة أو معدة خصيصا لمزيج سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له، ومصممة للتشغيل الطويل الأجل في الوسط الذي يحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم. وتصنع مكوناتها الملامسة لغاز المعالجة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو تطلّى بمثل هذه المواد.

٨-٧-٥ سدادات العمود الدوار (MLIS)

هي سدادات العمود الدوار المصممة أو المعدة خصيصا بتوصيلات تغذية وتوصيلات تصريف للسدادات من أجل اغلاق العمود الذي يوصل الأعمدة الدوارة للضاغطات بمحركات التشغيل لضمان عولية السدادات ومنع تسرب غاز المعالجة الى الخارج أو منع تسرب الهواء الى الغرفة الداخلية للضاغط الملئ بسادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له.

٩-٧-٥ نظم الفلورة (MLIS)

هي نظم مصممة أو معدة خصيصا لفلورة خامس فلوريد اليورانيوم (الصلب) وسادس فلوريد اليورانيوم (الغاز).

ملحوظة ايضاحية

هذه النظم مصممة لفلورة مسحوق خامس فلوريد اليورانيوم الذي يتم جمعه للحصول على سادس فلوريد اليورانيوم ومن ثم جمعه في حاويات للنواتج، أو لنقله كتغذية الى وحدات MLIS للمزيد من الاثراء. ويجوز، في أحد النهج، اجراء تفاعل الفلورة داخل نظام الفصل النظيري بحيث يتم التفاعل والاستعادة مباشرة خارج مجمعات 'النواتج'. كما يمكن، في نهج آخر، سحب/نقل مسحوق خامس فلوريد اليورانيوم من مجمعات 'النواتج' الى وعاء مناسب للتفاعل (مثل مفاعل ذي قاع مائع، أو

مفاعل حلزوني، أو برج متوهج بغرض الفلورة. وتستخدم في كلا النهجين معدات لخزن ونقل الفلور. (أو غيره من عوامل الفلورة المناسبة) ولجمع سادس فلوريد اليورانيوم ونقله.

١٠-٧-٥ المطيافات الكتلية/المصادر الأيونية لسادس فلوريد اليورانيوم (MLIS)

هي مطيافات كتلية مغناطيسية أو رباعية الأقطاب لديها امكانية لأخذ عينات 'مباشرة' من التغذية أو 'النواتج' أو 'المخلفات'، من المجاري الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم وتتميز بالخصائص التالية جميعها:

- ١- تحليل وحدة لكتلة تزيد على ٣٢٠؛
- ٢- مصادر أيونية مبنية من النيكرام أو المونل أو مبطنة بهما أو مطلية بالنيكل؛
- ٣- مصادر تأيين بالرجم الإلكتروني؛
- ٤- نظام مجمعي مناسب للتحليل النظيري.

١١-٧-٥ نظم التغذية/نظم سحب النواتج والمخلفات (MLIS)

هي نظم أو معدات معالجة مصممة أو معدة خصيصا لمحطات الاثراء، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذه المواد، وتشمل ما يلي:

- (أ) محميات تغذية، أو مواقد، أو نظما تستخدم في تمرير سادس فلوريد اليورانيوم الى عملية الاثراء؛
- (ب) محولات من الحالة الغازية الى الحالة الصلبة (أو مصائد باردة) تستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الاثراء لنقله بعد ذلك عند تسخينه؛
- (ج) محطات تصليد أو تسييل تستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الاثراء عن طريق ضغطه وتحويله الى الشكل السائل أو الصلب؛
- (د) محطات 'نواتج' أو 'مخلفات' تستخدم في نقل سادس فلوريد اليورانيوم في حاويات.

١٢-٧-٥ نظم فصل سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له (MLIS)

هي نظم معالجة مصممة أو معدة خصيصا لفصل سادس فلوريد اليورانيوم من الغازات الحاملة له. ويمكن أن تكون الغازات الحاملة هي النتروجين أو الأرجون أو غازات أخرى.

ملحوظة ايضاحية

يجوز أن تشمل هذه النظم معدات مثل:

- (أ) مبادلات حرارة أو فواصل تعمل عند درجات حرارة منخفضة قادرة على تحمل درجات حرارة تصل الى ١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها،
- (ب) أو وحدات تبريد تعمل عند درجات حرارة منخفضة قادرة على تحمل درجات حرارة تصل الى ١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها،
- (ج) أو مصائد باردة لسادس فلوريد اليورانيوم قادرة على تحمل درجات حرارة تصل الى ٢٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها.

١٣-٧-٥ نظم الليزر (AVLIS و MLIS و CRISLA)

هي ليزرات أو نظم ليزرية مصممة أو معدة خصيصا لفصل نظائر اليورانيوم.

ملحوظة ايضاحية

عادة ما يتكون نظام الليزر الخاص بعملية AVLIS من نوعين من الليزر وهما: ليزر بخار النحاس والليزر الصبغي. أما نظام الليزر المستخدم في MLIS فيتكون عادة من ليزر ثاني أكسيد الكربون أو ليزر اكرزيمر وخلية ضوئية متعددة الطرق ذات مرايا دوارة في نهايتها. وتقتضي أشعة الليزر أو نظم الليزر المستخدمة في كلتا العمليتين وجود مثبت لذبذبات الطيف لأغراض التشغيل لفترات زمنية ممتدة.

٨-٥ النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا لاستخدامها في مصانع الاثراء بالفصل البلازمي

ملحوظة تمهيدية

في عملية الفصل البلازمي، تمر بلازما أيونات اليورانيوم عبر مجال كهربائي يتم ضبطه على ذبذبة الرنين الأيوني لليورانيوم-٢٣٥ بحيث تستوعب الطاقة على نحو تفضيلي ويزداد قطر مداراتها اللولبية. ويتم اصطياد الأيونات ذات الممرات الكبيرة الأقطار لايجاد ناتج مثرى باليورانيوم-٢٣٥. أما البلازما، التي تتكون عن طريق تأيين بخار اليورانيوم، فيجري احتواؤها في حجرة تفريغ ذات مجال مغنطيسي عالي القدرة ينتج باستخدام مغنطيس فائق التوصيل. وتشمل النظم التكنولوجية الرئيسية للعملية نظام توليد بلازما اليورانيوم، ونموذج جهاز الفصل المزود بمغنطيس فائق التوصيل، ونظم سحب الفلزات بغرض جمع 'الناتج' و 'المخلفات'.

١-٨-٥ مصادر وهوائيات القدرة الدقيقة الموجات

هي مصادر وهوائيات القدرة الدقيقة الموجات، المصممة أو المعدة خصيصا لانتاج أو تعجيل الأيونات، وتتميز بالخصائص التالية: ذبذبة تزيد على ٣٠ جيجاهرتز، ومتوسط ناتج قدرة يزيد على ٥٠ كيلوواط لانتاج الأيونات.

٢-٨-٥ ملفات الحث الأيوني

هي ملفات حث أيوني ذات ذبذبات لاسلكية مصممة أو معدة خصيصا لترددات تزيد على ١٠٠ كيلوهرتز ولديها إمكانية لمعالجة قدرة متوسطة تزيد على ٤٠ كيلوواط.

٣-٨-٥ نظم توليد بلازما اليورانيوم

هي نظم مصممة أو معدة خصيصا لتوليد بلازما اليورانيوم، يمكن أن تنطوي على أجهزة اطلاق أشعة الكترونية للنزع أو المسح بقدرة موجهة تزيد على ٢٥ كيلوواط/سم.

٤-٨-٥ نظم مناولة فلز اليورانيوم السائل

هي نظم لمناولة الفلزات السائلة مصممة أو معدة خصيصا لليورانيوم المصهور أو سبائكه، وتتكون من بوتقات ومعدات التبريد اللازمة لها.

ملحوظة ايضاحية

تصنع البوتقات وأجزاء هذا النظام الأخرى التي تلامس اليورانيوم المصهور أو سبائكه من مواد قادرة على مقاومة التآكل والحرارة على نحو مناسب، أو تطلّى بمثل هذه المواد. وتشمل المواد المناسبة التنتالوم والجرافيت المطلي باللايتريوم، والجرافيت المطلي بأكاسيد أخرى أرضية نادرة أو مزيج منها.

٥-٨-٥ مجمعات 'نواتج' و 'مخلفات' فلز اليورانيوم

هي مجمعات 'نواتج' و 'مخلفات' مصممة أو معدة خصيصا لفلز اليورانيوم في شكله الصلب. وتصنع هذه المجمعات من مواد قادرة على مقاومة الحرارة والتآكل ببخار فلز اليورانيوم، مثل الجرافيت المطلي باللايتريوم أو التنتالوم أو تطلّى بمثل هذه المواد.

٦-٨-٥ أوعية نماذج أجهزة الفصل

هي أوعية اسطوانية مصممة أو معدة خصيصا لاستخدامها في مصانع الاثراء بالفصل البلازمي بغرض احتواء مصدر بلازما اليورانيوم، وملف توصيل الترددات اللاسلكية، ومجمعات 'النواتج' و 'المخلفات'.

ملحوظة ايضاحية

هذه الأوعية مزودة بعدد وافر من المنافذ لفتحات التغذية الكهربائية، وتوصيلات لمضخات الانتشار، ونظم لتشخيص ومراقبة أعطال الأجهزة. كما تتوفر بها وسائل للفتح والاعلاق من أجل اتاحة تجديد المكونات الداخلية، وهي مبنية من مواد غير مغناطيسية مناسبة مثل الصلب غير القابل للصدأ.

٩-٥ النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا لاستخدامها في محطات الاثراء الكهرومغناطيسي

ملحوظة تمهيدية

يتم في المعالجة الكهرومغناطيسية تعجيل أيونات فلز اليورانيوم المنتجة عن طريق تأيين مادة تغذية ملحية (أول كلوريد اليورانيوم عادة) وتمريرها عبر مجال مغناطيسي يؤثر على النظائر المختلفة بتوجيهها الى مسارات مختلفة. وتشمل المكونات الرئيسية لجهاز الفصل الكهرومغناطيسي للنظائر ما يلي: مجال مغناطيسي لتحويل/فصل النظائر بالأشعة الأيونية، ومصدرا أيونيا بنظام التعجيل الخاص به، ونظاما لتجميع الأيونات المفصولة. وتشمل النظم الاضافية للمعالجة نظام الامداد بالقدرة المغناطيسية، ونظام امداد مصدر الأيونات بقدرة ذات فلتية عالية، ونظام التفريغ، ونظم المناولة الكيميائية الموسعة لاستعادة النواتج وتنظيف/اعادة تدوير المكونات.

١-٩-٥ أجهزة فصل النظائر الكهرومغناطيسية

هي أجهزة كهرومغناطيسية لفصل النظائر مصممة أو معدة خصيصا لفصل نظائر اليورانيوم، ومعداتا ومكوناتا، وتشمل ما يلي:

(أ) المصادر الأيونية

هي مصادر مفردة أو متعددة لأيونات اليورانيوم مصممة أو معدة خصيصا، تتكون من مصدر للبخار، ومؤين، ومعدل أشعة، وهي مبنية من مواد مناسبة مثل الجرافيت، أو الصلب الذي لا يصدأ، أو النحاس، ولديها قابلية لتوفير تيار اجمالي للأشعة الأيونية لا يقل عن ٥٠ ملي أمبير .

(ب) المجمعات الأيونية

هي لوحات مجمعية مكونة من شقين أو أكثر وجيوب مصممة أو معدة خصيصا لتجميع أشعة أيونات اليورانيوم المثري والمستنفد، ومبنية من مواد مناسبة مثل الجرافيت أو الصلب غير القابل للصدأ.

(ج) أوعية التفريغ

هي أوعية تفريغ مصممة أو معدة خصيصا لأجهزة فصل اليورانيوم الكهرمغناطيسية، مبنية من مواد غير مغناطيسية مناسبة، مثل الصلب غير القابل للصدأ، ومصممة للتشغيل بضغط لا يزيد على ٠.١ باسكال.

ملحوظة إضافية

هذه الأوعية مصممة خصيصا لاحتواء المصادر الأيونية ولوحات التجميع والمبطنات المبردة بالماء، وتتوفر بها توصيلات مضخات الانتشار وامكانية للفتح والاغلاق لازالة هذه المكونات وإعادة تركيبها.

(د) أجزاء الأقطاب المغناطيسية

هي أجزاء مصممة أو معدة خصيصا للأقطاب المغناطيسية يزيد قطرها على مترين تستخدم في المحافظة على مجال مغناطيسي ثابت داخل أجهزة فصل النظائر الكهرمغناطيسية وفي نقل المجال المغناطيسي بين أجهزة الفصل المجاورة.

٢-٩-٥ امدادات القدرة العالية الفلظية

هي امدادات عالية الفلظية مصممة أو معدة خصيصا للمصادر الأيونية، وتتميز بالخصائص التالية جميعها: قابلية للتشغيل المستمر، وفلظية خرج لا تقل عن ٢٠.٠٠٠ فلت، وتيار خرج لا يقل عن ١ أمبير، وتنظيم فلظية بنسبة أفضل من ٠.١٪ على مدى فترة زمنية طولها ٨ ساعات.

٣-٩-٥ امدادات القدرة المغناطيسية

هي امدادات قدرة مغناطيسية بتيار مباشر وقدرة عالية مصممة أو معدة خصيصا، وتتميز بالخصائص التالية جميعها: قابلية لانتاج خرج تيار لا يقل عن ٥٠٠ أمبير على نحو مستمر بفلظية لا تقل عن ١٠٠ فلت وتنظيم التيار أو الفلظية بنسبة أفضل من ٠.١٪ على مدى فترة طولها ٨ ساعات.

٦- مصانع انتاج الماء الثقيل والديوتيريوم ومركبات الديوتيريوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لها.

ملحوظة تمهيدية

يمكن انتاج الماء الثقيل بعمليات متنوعة. بيد أن هناك عمليتين أثبتتا جدواهما من الناحية التجارية: عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين (عملية ذوبان الغاز)، وعملية تبادل النشادر والهيدروجين.

وتقوم العملية الأولى على تبادل الهيدروجين والديوتيريوم بين الماء وكبريتيد الهيدروجين داخل سلسلة أبراج يجري تشغيلها بينما يكون الجزء الأعلى باردا والجزء الأسفل ساخنا. ويتدفق الماء الى أسفل الأبراج بينما تجري دورة غاز كبريتيد الهيدروجين من أسفل الأبراج الى أعلاها. وتستخدم سلسلة من

الصواني المثقبة لتيسير اختلاط الغاز والماء. وينتقل الديوتيريوم الى الماء حيث تكون درجات الحرارة منخفضة، والى كبريتيد الهيدروجين حيث تكون درجات الحرارة عالية. ويزاح الغاز أو الماء المثرى بالديوتيريوم من أبراج المرحلة الأولى عند نقطة التقاء الجزء الساخن والجزء البارد، وتتكرر العملية في أبراج المرحلة التالية. والماء المثرى بالديوتيريوم بنسبة تصل الى ٣٠%، الذي يمثل نتاج المرحلة الأخيرة، يرسل الى وحدة تقطير لانتاج ماء ثقيل صالح للمفاعلات - أي أكسيد الديوتيريوم بنسبة ٧٥-٩٩%.

أما عملية تبادل النشادر والهيدروجين فيمكن أن تستخرج الديوتيريوم من غاز التركيب عن طريق التماس مع النشادر السائل في وجود مادة حفازة. ويدخل غاز التركيب في أبراج التبادل ثم الى محول نشادر. ويتدفق الغاز داخل الأبراج من الجزء الأسفل الى الأعلى بينما يتدفق النشادر السائل من الجزء الأعلى الى الأسفل. ويجري انتزاع الديوتيريوم من الهيدروجين في غاز التركيب وتركيزه في النشادر. ثم يتدفق النشادر في مكسر النشادر في أسفل البرج بينما يتدفق الغاز في محول النشادر في الجزء الأعلى. وتتم عملية اثناء اضافي في المراحل التالية، ويتم انتاج ماء ثقيل صالح للمفاعلات عن طريق التقطير النهائي. ويمكن توفير غاز التركيب اللازم في مصنع نشادر يمكن بناؤه الى جانب مصنع انتاج الماء الثقيل عن طريق تبادل النشادر والهيدروجين. كما يمكن أن يستخدم في عملية تبادل النشادر والهيدروجين الماء العادي كمصدر لتوفير الديوتيريوم.

والعديد من أصناف المعدات الرئيسية لمصانع انتاج الماء الثقيل عن طريق عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين، أو عن طريق عملية تبادل النشادر والهيدروجين، هي أصناف مشتركة في عدة قطاعات من الصناعات الكيميائية والنفطية. وينطبق هذا بشكل خاص على المصانع الصغيرة التي تستخدم عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين. ولكن القليل من هذه الأصناف متاح "بصورة متيسرة". وتتطلب عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين وعملية تبادل النشادر والهيدروجين مناولة كميات كبيرة من السوائل القابلة للالتهاب والمسببة للتآكل والسامة عند ضغوط مرتفعة. وبالتالي يتعين لدى وضع تصميم ومعايير تشغيل المحطات والمعدات التي تستخدم هاتين العمليتين إيلاء اهتمام دقيق لاختيار المواد ومواصفاتها لتأمين عمر تشغيلي طويل وضمان عوامل تكفل مستويات رفيعة من الأمان والعولية. ويعتمد اختيار المقياس بدرجة رئيسية على عوامل اقتصادية وعلى الحاجة. وبالتالي فان معظم أصناف المعدات سيجري اعدادها وفقا لمتطلبات المستخدم.

وأخيرا، ينبغي أن يلاحظ في العمليتين -أي في عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين وعملية تبادل النشادر والهيدروجين- أن أصناف المعدات التي لا تكون، على حدة، مصممة أو معدة خصيصا لانتاج الماء الثقيل يمكن تركيبها في نظم مصممة أو معدة خصيصا لانتاج الماء الثقيل. ومن الأمثلة على هذه النظم نظام انتاج المادة الحفازة المستخدمة في عملية تبادل النشادر والهيدروجين، ونظام تقطير الماء المستخدم في التركيز النهائي للماء الثقيل ليكون صالحا للمفاعلات في كل من العمليتين.

وترد فيما يلي أصناف المعدات المصممة أو المعدة خصيصا لانتاج الماء الثقيل باستخدام أي من العمليتين - عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين أو عملية تبادل النشادر والهيدروجين:

١-٦ أبراج تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين

أبراج تبادل مصنوعة من الفولاذ الكربوني الصافي (مثلا ASTM A516) يتراوح قطرها بين ٦ أمتار (٢٠ قدما) و ٩ أمتار (٣٠ قدما)، وتكون قادرة على أن تعمل في ظروف ضغط لا يقل عن ٢ ميجاباسكال (٣٠٠ رطل/بوصة مربعة) وتآكل مسموح به في حدود ٦ ملليمترات أو أكثر. وهي أبراج مصممة أو معدة خصيصا لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين.

٢-٦ النفاخات والضغوطات

نفاخات أو ضغوطات بالطرد المركزي وحيدة المرحلة ومنخفضة المنسوب (أي ٠.٢ ميجاباسكال أو ٣٠ رطلا/بوصة مربعة) لدورة غاز كبريتيد الهيدروجين (أي الغاز الذي يحتوي على كبريتيد الهيدروجين بنسبة تزيد على ٧٠%)؛ وهي مصممة أو معدة خصيصا لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين. وهذه النفاخات أو الضغوطات لا تقل قدرتها عن ٥٦ مترا مكعبا/ثانية (١٢٠.٠٠٠ قدم مكعب معياري في الدقيقة)، بينما تعمل في ظروف ضغط لا يقل عن ١.٨ ميجاباسكال (٢٦٠ رطلا/بوصة مربعة)، وتكون محكمة بأختام مصممة لخدمة كبريتيد الهيدروجين الرطب.

٣-٦ أبراج تبادل النشادر والهيدروجين

أبراج لتبادل النشادر والهيدروجين لا يقل ارتفاعها عن ٣٥ مترا (١١٤.٣ قدما)، ويتراوح قطرها بين ١.٥ متر (٤.٩ أقدام) و ٢.٥ متر (٨.٢ أقدام)، وتكون قادرة على أن تعمل في ظروف ضغط يتجاوز ١٥ ميجاباسكال (٢٢٢.٥ رطلا/بوصة مربعة)، كما تكون مصممة أو معدة خصيصا لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل النشادر والهيدروجين. وهذه الأبراج تكون فيها على الأقل فتحة واحدة محورية مشفها قطرها مماثل لقطر الجزء الاسطواني بحيث يمكن ادخال أو سحب أجزاء الأبراج الداخلية.

٤-٦ أجزاء الأبراج الداخلية والمضخات المرحلية

أجزاء أبراج داخلية ومضخات مرحلية مصممة أو معدة خصيصا لأبراج إنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل النشادر والهيدروجين. وتشمل أجزاء الأبراج الداخلية ملامسات مرحلية مصممة خصيصا لتحقيق تماس وثيق بين الغاز والسائل. وتشمل المضخات المرحلية مضخات قابلة للتشغيل المغمور ومصممة خصيصا لدورة النشادر السائل في مرحلة تماس داخلية بالنسبة للأبراج المرحلية.

٥-٦ مكسرات (مقطرات) النشادر

مكسرات (مقطرات) نشادر تعمل في ظروف ضغط لا يقل عن ٣ ميجاباسكال (٤٥٠ رطلا/بوصة مربعة)، وتكون مصممة أو معدة خصيصا لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل النشادر والهيدروجين.

٦-٦ محلات الامتصاص بالأشعة دون الحمراء

محلات امتصاص بالأشعة دون الحمراء، تكون قادرة على التحليل "المباشر" لنسبة الهيدروجين والديوتيريوم حيث لا تقل نسبة تركيزات الديوتيريوم عن ٩٠%.

٧-٦ الحراقات الوسيطة

حراقات وسيطة لتحويل غاز الديوتيريوم المثرى الى ماء ثقيل، تكون مصممة أو معدة خصيصا لانتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل النشادر والهيدروجين.

٧-٧ مصانع تحويل اليورانيوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لها

ملحوظة تمهيدية

يجوز أن تؤدي مصانع ونظم تحويل اليورانيوم عملية تحول واحدة أو أكثر من نوع كيميائي لليورانيوم الى نوع آخر، بما في ذلك ما يلي: تحويل مركبات خام اليورانيوم الى ثالث أكسيد اليورانيوم، وتحويل ثالث أكسيد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم، وتحويل أكاسيد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم، أو سادس فلوريد اليورانيوم، وتحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى سادس فلوريد اليورانيوم، وتحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم، وتحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى فلز اليورانيوم، وتحويل أملاح فلوريد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم. والعديد من أصناف المعدات الرئيسية لمصانع تحويل اليورانيوم هي أصناف مشتركة في عدة قطاعات من صناعات المعالجة الكيميائية. وترد فيما يلي، على سبيل المثال، أصناف المعدات المستخدمة في هذه العمليات: الأفران، والأتونات الدوارة، والمفاعلات ذات القيعان المائعة، والمفاعلات ذات الأبراج المتوهجة، والطارادات المركزية للسوائل، وأعمدة التقطير، وأعمدة استخراج السوائل. ولكن القليل من هذه الأصناف متاح "بصورة متيسرة"؛ وبالتالي فإن معظمها سيجري اعداده وفقا لمتطلبات المستخدم ومواصفاته. ويقتضي الأمر، في بعض الحالات، وضع اعتبارات خاصة في التصميم والتنشيد لمراعاة الخواص الأكالة لبعض الكيماويات التي تتم معالجتها (فلوريد الهيدروجين، والفلور، وثالث فلوريد الكلور، وأملاح فلوريد اليورانيوم). وأخيرا، ينبغي أن يلاحظ في جميع عمليات تحويل اليورانيوم أن أصناف المعدات التي لا تكون، على حدة، مصممة أو معدة خصيصا لتحويل اليورانيوم يمكن تركيبها في نظم مصممة أو معدة خصيصا لاستخدامها في تحويل اليورانيوم.

١-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصا لتحويل مركبات خام اليورانيوم الى ثالث أكسيد اليورانيوم

ملحوظة ايضاحية

يمكن تحويل مركبات خام اليورانيوم الى ثالث أكسيد اليورانيوم أولا بإذابة الخام في حامض النتريك واستخراج نترات اليورانيل المنقاة باستخدام مذيب مثل فوسفات ثلاثي البوتيل. ثم يتم تحويل نترات

اليورانيل الى ثالث أكسيد اليورانيوم، اما عن طريق التركيز ونزع النترات أو بمعادلته باستخدام النشادر الغازي لانتاج ثاني يورانات الأمونيوم مع ما يلي ذلك من ترشيح وتجفيف وتكليس.

٢-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصا لتحويل ثالث أكسيد اليورانيوم الى سادس فلوريد اليورانيوم

ملحوظة ايضاحية

يمكن تحويل ثالث أكسيد اليورانيوم الى سادس فلوريد اليورانيوم عن طريق الفلورة مباشرة. وتتطلب العملية وجود مصدر لغاز الفلور أو ثالث فلوريد الكلور.

٣-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصا لتحويل ثالث أكسيد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم

ملحوظة ايضاحية

يمكن تحويل ثالث أكسيد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم عن طريق اختزال ثالث أكسيد اليورانيوم باستخدام غاز النشادر المكسر (المقطر) أو الهيدروجين.

٤-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصا لتحويل ثاني أكسيد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم

ملحوظة ايضاحية

يمكن تحويل ثاني أكسيد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم عن طريق تفاعل ثاني أكسيد اليورانيوم مع غاز فلوريد الهيدروجين عند درجة حرارة تتراوح بين ٣٠٠ و ٥٠٠ درجة مئوية.

٥-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصا لتحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى سادس فلوريد اليورانيوم

ملحوظة ايضاحية

يتم تحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى سادس فلوريد اليورانيوم عن طريق التفاعل المصحوب باطلاق الحرارة باستخدام الفلور في مفاعل برجى. ويجري تكثيف سادس فلوريد اليورانيوم من غازات الدوافق الساخنة عن طريق تمرير مجرى الدوافق عبر مصيدة باردة يتم تبريدها الى ١٠ درجات مئوية تحت الصفر. وتتطلب العملية وجود مصدر لغاز الفلور.

٦-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصا لتحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى فلز اليورانيوم

ملحوظة ايضاحية

يتم تحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى فلز اليورانيوم عن طريق اختزاله بالمغنسيوم (دفعات كبيرة) أو الكالسيوم (دفعات صغيرة). ويجري التفاعل عند درجات حرارة تتجاوز نقطة انصهار اليورانيوم (١١٣٠ درجة مئوية).

٧-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصا لتحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم

ملحوظة ايضاحية

يمكن تحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم عن طريق واحدة من ثلاث عمليات. في العملية الأولى، يتم اختزال سادس فلوريد اليورانيوم ويحلل بالماء الى ثاني أكسيد اليورانيوم باستخدام الهيدروجين والبخار. وفي العملية الثانية، يجري تحليل سادس فلوريد اليورانيوم باذابته في الماء، ويضاف النشادر لترسيب ثاني يورانات الأمونيوم، ويختزل ملح ثاني يورانات الأمونيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم باستخدام الهيدروجين بينما تكون درجة الحرارة ٨٢٠ درجة مئوية. أما في العملية الثالثة، فيتم دمج سادس فلوريد اليورانيوم الغازي وثاني أكسيد الكربون والنشادر (ن يد ٣) في الماء، حيث تترسب كربونات يورانييل الأمونيوم. وتدمج كربونات يورانييل الأمونيوم في البخار والهيدروجين عند درجة حرارة تتراوح بين ٥٠٠ و ٦٠٠ درجة مئوية لانتاج ثاني أكسيد اليورانيوم.

وعملية تحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم، كثيرا ما تتم باعتبارها المرحلة الأولى في أي مصنع لانتاج الوقود.

٨-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصا لتحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم

ملحوظة ايضاحية

يتم تحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم عن طريق اختزاله بالهيدروجين.