

Zakon o potvrđivanju Dodatnog Protokola uz Sporazum između Republike Hrvatske i Međunarodne agencije za atomsku energiju o primjeni garancija u vezi s Ugovorom o neširenju nuklearnog oružja

NN MU 7/2000.

ZASTUPNIČKI DOM HRVATSKOGA DRŽAVNOG SABORA

Na temelju članka 89. Ustava Republike Hrvatske, donosim

ODLUKU

O PROGLAŠENJU ZAKONA O POTVRĐIVANJU DODATNOG PROTOKOLA UZ SPORAZUM IZMEĐU REPUBLIKE HRVATSKE I MEĐUNARODNE AGENCIJE ZA ATOMSKU ENERGIJU O PRIMJENI GARANCIJA U VEZI S UGOVOROM O NEŠIRENJU NUKLEARNOG ORUŽJA

Proglašavam Zakon o potvrđivanju Dodatnog protokola uz Sporazum između Republike Hrvatske i Međunarodne agencije za atomsku energiju o primjeni garancija u vezi s Ugovorom o neširenju nuklearnog oružja, koji je donio Zastupnički dom Hrvatskoga državnog sabora na sjednici 12. svibnja 2000.

Broj:
Zagreb, 16. svibnja 2000.

01-081-00-1516/2

Predsjednik
Republike Hrvatske
Stjepan Mesić, v. r.

ZAKON O POTVRĐIVANJU DODATNOG PROTOKOLA UZ SPORAZUM IZMEĐU REPUBLIKE HRVATSKE I MEĐUNARODNE AGENCIJE ZA ATOMSKU ENERGIJU O PRIMJENI GARANCIJA U VEZI S UGOVOROM O NEŠIRENJU NUKLEARNOG ORUŽJA

Članak 1.

Potvrđuje se Dodatni protokol uz Sporazum između Republike Hrvatske i Međunarodne agencije za atomsku energiju o primjeni garancija u vezi s Ugovorom o neširenju nuklearnog oružja (u daljnjem tekstu: Dodatni protokol) potpisan u ime Republike Hrvatske 22. rujna 1998. u Beču, u izvorniku na engleskom jeziku.

Članak 2.

Tekst Dodatnog protokola u izvorniku na engleskom jeziku i u prijevodu na hrvatski jezik, glasi:

**PROTOCOL ADDITIONAL TO THE AGREEMENT BETWEEN THE REPUBLIC OF
CROATIA 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 Croatia (hereinafter referred to as "Croatia") 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 19 January 1995;

AWARE OF the desire of the international community to further enhance nuclear nonproliferation 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 Croatia 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 Croatia 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. Croatia 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, Croatia.
- (ii) Information identified by the Agency on the basis of expected gains in effectiveness or efficiency, and agreed to by Croatia, on operational activities of safeguards relevance at facilities and 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 Croatia as a whole. Croatia 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 Croatia 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 Croatia 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 Croatia, of such material for specifically non-nuclear purposes in quantities exceeding:
 - (1) Ten metric tons of uranium, or for successive exports of uranium from Croatia 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 Croatia 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 Croatia of such material for specifically non-nuclear purposes in quantities exceeding:
 - (1) Ten metric tons of uranium, or for successive imports of uranium into Croatia 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 Croatia 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 Croatia 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 Croatia, as importing State, of information provided to the Agency by another State concerning the export of such equipment and material to Croatia.
 - (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 Croatia.
- b.** Croatia 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 Croatia but which are not funded, specifically authorized or controlled by, or carried out on behalf of, Croatia. 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 provisions 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, Croatia 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. Croatia 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. Croatia 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, Croatia shall so indicate.
- c. Croatia 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. Croatia 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. Croatia 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. Croatia and the Agency shall agree on the timing and frequency of the provision of the information identified in Article 2.a.(ii).
- g. Croatia 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, Croatia's declaration of the decommissioned status of a facility or location outside facilities where nuclear material was customarily used.
- b. (i) Except as provided in paragraph (ii) below, the Agency shall give Croatia 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 Croatia 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 Croatia has been provided with such an opportunity.
- e. Unless otherwise agreed to by Croatia, access shall only take place during regular working hours.

- f. Croatia shall have the right to have Agency inspectors accompanied during their access by representatives of Croatia, provided that the inspectors shall not thereby be delayed or otherwise impeded in the exercise of their functions.

Article 5

Croatia shall provide the Agency with access to:

- a. (i) Any place on a site;
(ii) Any location identified by Croatia 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 Croatia 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 Croatia is unable to provide such access, Croatia 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 Croatia is unable to provide such access, Croatia 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 Croatia.
- 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 Croatia.
- 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 Croatia.
- 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 Croatia and the Agency, other objective measures.

Article 7

- a. Upon request by Croatia, the Agency and Croatia 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. Croatia 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, Croatia may have recourse to managed access consistent with the provisions of paragraph a. above.

Article 8

Nothing in this Protocol shall preclude Croatia 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

Croatia shall provide the Agency with access to locations specified by the Agency to carry out wide-area environmental sampling, provided that if Croatia 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 Croatia.

Article 10

The Agency shall inform Croatia 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 Croatia, 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 Croatia, 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 Croatia of the Board's approval of any Agency official as a safeguards inspector. Unless Croatia advises the Director General of its rejection of such an official as an inspector for Croatia within three months of receipt of notification of the Board's approval, the inspector so notified to Croatia shall be considered designated to Croatia.

- (ii) The Director General, acting in response to a request by Croatia or on his own initiative, shall immediately inform Croatia of the withdrawal of the designation of any official as an inspector for Croatia.
- b. A notification referred to in paragraph a, above shall be deemed to be received by Croatia seven days after the date of the transmission by registered mail of the notification by the Agency to Croatia.

VISAS

Article 12

Croatia 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 Croatia 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 inspectors designation to Croatia.

SUBSIDIARY ARRANGEMENTS

Article 13

- a. Where Croatia or the Agency indicates that it is necessary to specify in Subsidiary Arrangements how measures laid down in the Protocol are to be applied, Croatia 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. Croatia shall permit and protect free communications by the Agency for official purposes between Agency inspectors in Croatia 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 Croatia, the right to make use of internationally established systems of direct communications, including satellite systems and other forms of telecommunication, not in use in Croatia. At the request of Croatia 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 Croatia 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 on the date on which the Agency receives from Croatia written notification that Croatia's statutory and/or constitutional requirements for entry into force have been met.
- b. Croatia may, at any date before this Protocol enters into force, declare that it will apply this Protocol provisionally.
- c. The Director General shall promptly inform all Member States of the Agency of any declaration of provisional application of, and 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 Croatia 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 material not containing nuclear material; installations for the treatment, storage and disposal of waste; and buildings associated with specified activities identified by Croatia 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 Croatia.
 - 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 22^d day of september 1998 in duplicate in the English language.

For the REPUBLIC
OF CROATIA:

For the INTERNATIONAL ATOMIC
ENERGY AGENCY:

mr. sc. Nenad Porges

dr. sc. Mohamed ElBaradei

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/cm³.
- (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.
- (i) 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.
- (ii) The manufacture of irradiated fuel element chopping machines.
Irradiated fuel element chopping machines means equipment as described in entry 3.1 of Annex II.
- (iii) The construction of hot cells.
Hot cells means a cell or interconnected cells totaling at least 6 m³ in volume with shielding equal to or greater than the equivalent of 0.5 m of concrete, with a density of 3.2 g/cm³ 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 x10⁴ 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 contractors 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 problem 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 (10⁷ 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 WA. 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 cylinders 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 UF₆.

(f) Scoops:

Especially designed or prepared tubes of up to 12 mm (0.5 in) internal diameter for the extraction of UF₆ gas from within the rotor tube by a Pilot 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 žtriplež 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 UF_6 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 UF_6 include stainless steel, aluminium, aluminium alloys, nickel or alloys containing 60% or more nickel.

5.3. *Epecially 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 UF₆-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 UF₆, and with a discharge pressure of up to several hundred kPa (100 psi), designed for long-term operation in the UF₆ 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 UF₆.

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 UF₆. Such seals are normally designed for a buffer gas in-leakage rate of less than 1000 cm³/min (60 in³/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 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 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 systems suitable for isotopic analysis.

5.5.12. UF₆/carrier gas separation systems

Especially designed or prepared process systems for separating UF₆ from carrier gas (hydrogen or helium).

EXPLANATORY NOTE

These systems are designed to reduce the UF₆ 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 UF₆ from carrier gas, or
- (d) UF₆ 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 systems 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 macroreticular 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 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 there of, 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 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.

5.7.12. UF₆/carrier gas separation systems (MLIS)

Especially designed or prepared process systems for separating UF₆ 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 UO₃, conversion of UO₃ to UO₂, conversion of uranium oxides to UF₄ or UF₆, conversion of UF₄ to UF₆, conversion of UF₆ to UF₄, conversion of UF₄ to uranium metal, and conversion of uranium fluorides to UO₂. 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 "of-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, F₂, ClF₃, 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 UO₃*

EXPLANATORY NOTE

Conversion of uranium ore concentrates to UO₃ 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 UO₃ 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 UO₃ to UF₆*

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UO₃ to UF₆ 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 UO₃ to UO₂*

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UO₃ to UO₂ can be performed through reduction of UO₃ with cracked ammonia gas or hydrogen.

- 7.4. *Especially designed or prepared systems for the conversion of UO₂ to UF₄*

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UO₂ to UF₄ can be performed by reacting UO₂ with hydrogen fluoride gas (HF) at 300-500°C.

- 7.5. *Especially designed or prepared systems for the conversion of UF₄ to UF₆*

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UF₄ to UF₆ is performed by exothermic reaction with fluorine in a tower reactor. UF₆ 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 UF₄ to U metal*

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UF₄ 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 UF₆ to UO₂*

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UF₆ to UO₂ can be performed by one of three processes. In the first, UF₆ is reduced and hydrolyzed to UO₂ using hydrogen and steam. In the second, UF₆ is hydrolyzed by solution in water, ammonia is added to precipitate ammonium diuranate, and the diuranate is reduced to UO₂ with hydrogen at 820°C. In the third process, gaseous UF₆, CO₂, and NH₃ are combined in water, precipitating ammonium uranyl carbonate. The ammonium uranyl carbonate is combined with steam and hydrogen at 500-600°C to yield UO₂.

UF₆ to UO₂ conversion is often performed as the first stage of a fuel fabrication plant.

7.8. *Especially designed or prepared systems for the conversion of UF₆ to UF₄*

EXPLANATORY NOTE

Conversion of UF₆ to UF₄ is performed by reduction with hydrogen.

**DODATNI PROTOKOL UZ SPORAZUM IZMEĐU REPUBLIKE HRVATSKE I
MEĐUNARODNE AGENCIJE ZA ATOMSKU ENERGIJU O PRIMJENI GARANCIJA U
VEZI S UGOVOROM O NEŠIRENJU NUKLEARNOG ORUŽJA**

BUDUĆI da su Republika Hrvatska (u daljnjem tekstu "Hrvatska") i Međunarodna agencija za atomsku energiju (u daljnjem tekstu "Agencija") stranke Sporazuma o primjeni garancija u vezi s Međunarodnim ugovorom o neširenju nuklearnog oružja (u daljnjem tekstu "Sporazum o garancijama") koji je stupio na snagu 19. siječnja 1995.,

SVJESNI zahtjeva međunarodne zajednice za daljnjim unapređenjem neširenja nuklearnog oružja, povećavanjem korisnosti i poboljšavanjem djelotvornosti Agencijinog sustava zaštitnih mjera,

PODSJEĆAJUĆI da Agencija mora pri provedbi zaštitnih mjera uzeti u obzir potrebu da: izbjegne uplitanje u gospodarski i tehnološki razvoj Hrvatske i međunarodnu suradnju u području mirnodopskih nuklearnih djelatnosti; poštuje zdravlje, sigurnost, fizičku zaštitu i druge sigurnosne odredbe koje su na snazi, te prava pojedinaca; poduzme sve mjere opreza radi zaštite poslovnih, tehnoloških i industrijskih tajni, kao i drugih povjerljivih informacija koje saznaje,

S OBZIROM na to da učestalost i intenzitet djelatnosti opisanih u ovom Protokolu trebaju biti minimalne sukladno ciljevima jačanja učinkovitosti i poboljšanja djelotvornosti zaštitnih mjera Agencije,

Hrvatska i Agencija sporazumjele su se kako slijedi:

ODNOS IZMEĐU PROTOKOLA I SPORAZUMA O GARANCIJAMA

Članak 1.

Odredbe Sporazuma o garancijama treba primijeniti u ovom Protokolu u mjeri koliko je to u vezi i sukladno s odredbama ovoga Protokola. U slučaju nesuglasja između odredbi Sporazuma o garancijama i onih iz ovog Protokola treba primijeniti odredbe ovoga Protokola.

ODREDBA O INFORMIRANJU

Članak 2.

a. Hrvatska će dostaviti Agenciji izjavu koja sadrži:

- (i) Općeniti opis i informaciju koja pobliže označava lokaciju istraživačkih i razvojnih djelatnosti u vezi s nuklearnim gorivnim ciklusom, koje ne uključuju nuklearni materijal, provedenih bilo gdje su financirane, posebno odobrene ili kontrolirane, ili izvedene u ime Hrvatske.
- (ii) Informaciju, koju je odredila Agencija na osnovi očekivanih poboljšanja korisnosti ili djelotvornosti operativnih djelatnosti, s kojima se složila Hrvatska, o primjerenosti mjera zaštite u postrojenjima i lokacijama izvan postrojenja gdje se nuklearni materijal uobičajeno koristi.

- (iii) Općeniti opis svake zgrade na svakom području uključujući njezino korištenje i, ako nije očigledno iz tog opisa, njen sadržaj. Opis treba sadržavati zemljovid područja postrojenja.
- (iv) Opis opsega djelovanja za svaku lokaciju uključenu u djelatnosti navedene u Dodatku I. ovog Protokola.
- (v) Informacije koje pobliže označavaju lokacije, operativni status i procjenu godišnjeg kapaciteta proizvodnje rudnika uranija i postrojenja za obogaćivanje uranija i torija i tekuću godišnju proizvodnju takvih rudnika i postrojenja za obogaćivanje u cijeloj Hrvatskoj. Hrvatska treba dostaviti, na zahtjev Agencije, podatke o tekućoj godišnjoj proizvodnji pojedinog rudnika ili postrojenja za obogaćivanje. Odredba o tim informacijama ne zahtijeva detaljno podnošenje podataka o obračunu nuklearnog materijala.
- (vi) Informacije koje se odnose na izvorni materijal koji nije dosegao sustav i čistoću pogodnu za proizvodnju goriva ili za izotopsko obogaćivanje, kako slijedi:
 - (a) količine, kemijski sastav, korištenje ili planirano korištenje takvog materijala, da li u nuklearne ili nenuklearne svrhe, za svaku lokaciju u Hrvatskoj na kojoj je materijal prisutan u količinama koje prelaze deset tona uranija i/ili 20 tona torija, i za druge lokacije s količinama većim od 1 tone, ukupno za Hrvatsku u cjelini ako količina prelazi deset tona uranija ili dvadeset tona torija. Odredba o toj informaciji ne zahtijeva detaljno podnošenje podataka o nuklearnim materijalima;
 - (b) količine, kemijski sastav i odredište svakog izvoza takvog materijala iz Hrvatske, za posebne nenuklearne svrhe u količinama koje prelaze:
 - (1) deset tona uranija, ili za uzastopne izvoze uranija iz Hrvatske u istu državu svaki manji od deset tona, ali koji ukupno prelaze deset tona na godinu,
 - (2) dvadeset tona torija, ili za uzastopne izvoze torija iz Hrvatske u istu državu svaki manji od dvadeset tona, ali koji ukupno prelaze dvadeset tona na godinu;
 - (c) količine, kemijski sastav, trenutačnu lokaciju i korištenje, ili planirano korištenje svakog uvoza u Hrvatsku takvog materijala za posebne nenuklearne svrhe u količinama koje prelaze:
 - (1) deset tona uranija, ili za uzastopne uvoze uranija u Hrvatsku svaki manji od deset tona, ali koji ukupno prelaze deset tona na godinu,
 - (2) dvadeset tona torija, ili za uzastopne uvoze torija u Hrvatsku svaki manji od dvadeset tona, ali koji ukupno prelaze dvadeset tona na godinu.

Podrazumijeva se da se ne zahtijeva dostavljanje informacija o takvom materijalu, namijenjenom za nenuklearnu upotrebu, kada je on u svojem nenuklearnom istrošenom obliku.

- (a) Informacije koje se odnose na količine, korištenje i lokacije nuklearnog materijala izostavljenog iz mjera zaštite (garancija) prema članku 36. Sporazuma o garancijama,
- (b) informacije koje se odnose na količine (koje mogu biti u obliku procjene) i korištenja na svakoj lokaciji nuklearnog materijala izostavljenog iz mjera zaštite (garancija) prema članku 35. (b) Sporazuma o garancijama, ali koji još nije u nenuklearnom istrošenom obliku, u količinama koje prelaze one iz članka 36. Sporazuma o garancijama. Odredba o toj informaciji ne zahtijeva detaljno podnošenje podataka o nuklearnom materijalu.

Informacije koje se odnose na smještaj ili krajnju preradu srednje i visoko radioaktivnog otpada koji sadrži plutonij, visoko obogaćeni uranij ili uranij-233, za koje se mjere zaštite (garancije) određene prema članku 11. Sporazuma o garancijama. U vezi s ovim stavkom

“krajnja prerada” ne uključuje prepakiranje otpada ili njegovo daljnje kondicioniranje, koje ne uključuje separaciju elemenata, za skladištenje ili odlaganje.

Sljedeće informacije, koje se odnose na specificiranu opremu i nenuklearni materijal, nabrojene u Dodatku II:

- (a) za svaki izvoz takve opreme i materijala iz Hrvatske: naziv, količinu, lokaciju namjeravanog korištenja u državi uvozniku i datum ili očekivani datum izvoza,
- (b) na posebni zahtjev Agencije potvrdu Hrvatske, kao države uvoznika, o informacijama dostavljenim Agenciji od druge države u svezi s izvozom takve opreme i materijala u Hrvatsku.

Opće planove za sljedeće 10-godišnje razdoblje koji se tiču razvoja nuklearnoga gorivnog ciklusa (uključujući planirane istraživačke i razvojne djelatnosti u vezi s nuklearnim gorivnim ciklusom) kada su ih odobrila odgovarajuća tijela vlasti u Hrvatskoj.

- b. Hrvatska će učiniti svaki razboriti napor da pribavi Agenciji sljedeće informacije:
 - (i) Opći opis i informacije koje pobliže označavaju lokacije istraživačkih i razvojnih djelatnosti vezanih uz nuklearni gorivni ciklus, koje ne uključuju nuklearni materijal, što se posebno odnosi na obogaćivanje, ponovnu preradu nuklearnog goriva ili preradu srednje ili visoko radioaktivnog otpada koji sadrži plutonij, visoko obogaćeni uranij ili uranij-233, koje se provode bilo gdje u Hrvatskoj, ali koje nisu financirane, posebno odobrene ili kontrolirane ili provedene u ime Hrvatske. U vezi s ovim stavkom “prerada” srednje ili visoko radioaktivnog otpada ne uključuje prepakiranje otpada ili njegovo kondicioniranje, koje ne uključuje separaciju njegovih elemenata za skladištenje ili odlaganje.
 - (ii) Opći opis djelatnosti i identitet osoba ili entiteta koje provode takve djelatnosti na lokacijama koje je utvrdila Agencija, izvan područja i za koje Agencija smatra da bi mogle biti funkcionalno u vezi s djelatnostima tog područja. Odredba o tim informacijama predmet je posebnog zahtjeva Agencije. Bit će pribavljena u dogovoru s Agencijom i pravodobno.
- c. Na zahtjev Agencije Hrvatska će osigurati proširenje ili razjašnjenje bilo koje informacije dostavljene prema ovom članku, ako je u vezi s potrebom zaštitnih mjera (garancija).

Članak 3.

- a. Hrvatska će dostaviti Agenciji informacije označene u članku 2.a. (i.), (iii), (iv), (v), (vi)(a), (vii) i (x) i članku 2.b. (i) unutar 180 dana od stupanja na snagu ovog Protokola.
- b. Hrvatska će do 15. svibnja svake godine dostaviti Agenciji ažurirane informacije koje se odnose na stavak a. za razdoblje koje se odnosi na prethodnu kalendarsku godinu. Ako nije bilo promjena od posljednjih dostavljenih informacija, Hrvatska će to naznačiti.
- c. Hrvatska će do 15. svibnja svake godine dostaviti Agenciji informacije označene u članku 2.a. (vi)(b) i (c) za razdoblje koje se odnosi na prethodnu kalendarsku godinu.
- d. Hrvatska će osigurati Agenciji u svakom tromjesečju informacije označene u članku 2.a. (ix)(a). Te informacije trebaju biti dostavljene unutar 60 dana nakon proteka svakog tromjesečja.
- e. Hrvatska će dostaviti Agenciji informacije određene u članku 2.a. (viii) 180 dana prije nego se provede daljnja prerada i do 15. svibnja svake godine informaciju o promjenama u lokaciji za razdoblje koje se odnosi na prethodnu kalendarsku godinu.

- f. Hrvatska i Agencija trebaju se složiti oko vremenskih rokova i učestalosti odredbe o informiranju određene u članku 2.a. (ii).
- g. Hrvatska će dostaviti Agenciji informacije iz članka 2.a. (ix) (b) unutar 60 dana od Agencijinog zahtjeva.

DOPUNSKI PRISTUP

Članak 4.

U vezi s izvršavanjem dopunskog pristupa prema članku 5. ovog Protokola primijenit će se sljedeće:

- a. Agencija neće mehanički ili sustavno tražiti verifikaciju informacija o kojima je riječ u članku 2, međutim, Agencija treba imati pristup:
 - (i) svakoj lokaciji o kojoj je riječ u članku 5.a (i) ili (ii) na selektivnoj osnovi, zato da osigura odsutnost nedeklariranoga nuklearnog materijala ili djelatnosti,
 - (ii) svakoj lokaciji o kojoj je riječ u članku 5.b. ili c. da riješi pitanje točnosti i potpunosti informacija pribavljenih prema članku 2. ili da riješi neku nedosljednost u odnosu na te informacije,
 - (iii) svakoj lokaciji o kojoj je riječ u članku 5.a (iii) u opsegu potrebnom za Agenciju da radi mjera zaštite potvrdi hrvatsku izjavu o stanju razgrađenosti postrojenja ili lokacije izvan postrojenja gdje se nuklearni materijal uobičajeno koristi.
- b. (i) Osim kako je ugovoreno u donjem stavku (ii), Agencija će dati Hrvatskoj prethodnu obavijest o pristupu najmanje 24 sata unaprijed.
 - (ii) Za pristup bilo kojem mjestu na području koji je tražen u vezi s posjetima radi verifikacije projektnih informacija, ili ad hoc ili rutinske inspekcije na tom području, vrijeme za prethodnu obavijest bit će, ako Agencija to zahtijeva, najmanje 2 sata, ali u iznimnim okolnostima može biti i kraće od 2 sata.
- c. Prethodna obavijest treba biti u pisanom obliku i treba navesti razloge za pristup i djelatnosti koje će biti izvedene tijekom takvog pristupa.
- d. U slučaju nekog pitanja ili nesuglasja Agencija će osigurati Hrvatskoj mogućnost da razjasni i olakša rješavanje pitanja ili nesuglasja. Takva mogućnost bit će osigurana prije zahtjeva za pristup, osim ako Agencija smatra da bi odgađanje pristupa prejudiciralo razlog zbog kojeg je pristup tražen. U svakom slučaju Agencija neće izvući bilo koji zaključak o pitanju ili nesuglasju sve dok Hrvatskoj nije osigurana takva mogućnost.
- e. Ako s Hrvatskom nije drugačije dogovoreno, pristup će se osigurati samo tijekom redovitih radnih sati.
- f. Hrvatska će imati pravo da njezini predstavnici prate Agencijine inspektore tijekom njihovih posjeta pod uvjetom da inspektori neće time biti zadržavani ili na drugi način ometani u ispunjavanju svojih dužnosti.

Članak 5.

Hrvatska će omogućiti Agenciji pristup:

- a. (i) svakom mjestu na području,
 - (ii) svakoj lokaciji koju je označila Hrvatska prema članku 2.a. (v)-(viii),

- (iii) svakom razgrađenom postrojenju ili razgrađenoj lokaciji izvan postrojenja gdje se nuklearni materijal uobičajeno koristi,
- b. svakoj lokaciji koju je označila Hrvatska prema članku 2.a. (i), članku 2.a. (iv), članku 2.a. (ix)(b) ili članku 2.b, različitoj od onih na koje se odnosi gornji stavak a.(i). Ako Hrvatska ne može osigurati takav pristup, dužna je učiniti svaki razuman napor da udovolji Agencijinim zahtjevima bez odgađanja na druge načine,
- c. svakoj lokaciji koju navede Agencija različitoj od lokacija na koje se odnose gornji stavci a. i b. radi skupljanja uzoraka okoliša na posebnoj lokaciji. Ako Hrvatska ne može osigurati takav pristup, dužna je učiniti svaki razuman napor da udovolji Agencijinim zahtjevima bez odgađanja na susjednim lokacijama ili na druge načine.

Članak 6.

Pri primjeni članka 5. Agencija može provesti sljedeće djelatnosti:

- a. za pristup prema članku 5.a. (i) ili (iii): vizualno promatranje, skupljanje uzoraka okoliša, korištenje naprava za detekciju i mjerenje zračenja, primjena pečata i drugih sredstava za identificiranje i upozoravanje na provalu navedenih u Dopunskim aranžmanima i druge objektivne mjere za koje je pokazano da su tehnički izvedive i s korištenjem kojih se složilo Vijeće guvernera (u daljnjem tekstu Vijeće) nakon konzultacija između Agencije i Hrvatske;
- b. za pristup prema članku 5.a. (ii): vizualno promatranje, brojenje stavki nuklearnog materijala, nedestruktivna mjerenja i skupljanje uzoraka, korištenje naprava za detekciju i mjerenje zračenja, ispitivanje dokumentacije u vezi s količinom, porijekom i prirodom materijala, skupljanje uzoraka okoliša i druge objektivne mjere za koje je pokazano da su tehnički izvedive i s korištenjem kojih se složilo Vijeće nakon konzultacija između Agencije i Hrvatske,
- c. za pristup prema članku 5.b. vizualno promatranje, skupljanje uzoraka okoliša, korištenje naprava za detekciju i mjerenje zračenja, ispitivanje dokumentacije o proizvodnji i otpremi koja se tiče mjera zaštite i druge objektivne mjere za koje je pokazano da su tehnički izvedive i s korištenjem kojih se složilo Vijeće nakon konzultacija između Agencije i Hrvatske;
- d. za pristup prema članku 5.c: skupljanje uzoraka okoliša i, u slučaju da rezultati ne rješavaju sumnju ili nesuglasje na lokaciji koju je označila Agencija prema članku 5.c., korištenje na toj lokaciji vizualnog promatranja, naprava za detekciju i mjerenje zračenja i, ako su se složile Hrvatska i Agencija, drugih objektivnih mjera.

Članak 7.

- a. Na zahtjev Hrvatske, Agencija i Hrvatska trebaju postići dogovore za organizirani pristup prema ovom Protokolu radi sprječavanja širenja povjerljivih informacija, ispunjavanja zahtjeva sigurnosne ili fizičke zaštite, ili zaštite vlasničkih ili poslovno osjetljivih informacija. Takvi dogovori ne smiju spriječiti Agenciju u provođenju djelatnosti potrebnih da se osigura vjerodostojna sigurnost da nema nedeklariranoga nuklearnog materijala i djelatnosti na upitnim lokacijama, uključujući rješenje pitanja koja se odnose na točnost i potpunost informacija o kojima je riječ u članku 2., ili proturječnosti u tim informacijama.
- b. Hrvatska može, kad dostavlja informacije prema članku 2. obavijestiti Agenciju o mjestima na području ili lokaciji na kojima se može primijeniti organizirani pristup.
- c. Do stupanja na snagu bilo kojega potrebnoga dopunskog aranžmana, Hrvatska može pribjeći organiziranom pristupu u skladu s odredbama gornjeg stavka a.

Članak 8.

Ništa u ovom Protokolu ne treba priječiti Hrvatsku da ponudi Agenciji pristup lokacijama osim onih na koje se odnose članak 5. i članak 9, i da zatraži od Agencije provođenje djelatnosti verifikacije na posebnoj lokaciji. Agencija treba bez odgađanja učiniti svaki razuman napor da djeluje prema takvom zahtjevu.

Članak 9.

Hrvatska će omogućiti Agenciji pristup lokacijama koje je navela Agencija radi provođenja skupljanja uzoraka okoliša sa širokog područja. Ako Hrvatska ne može osigurati takav pristup, ona će učiniti svaki razuman napor da udovolji Agencijinim zahtjevima na alternativnim lokacijama. Agencija neće tražiti takav pristup dok dogovor o skupljanju uzoraka okoliša sa širokog područja nije potvrdilo Vijeće nakon konzultacija između Agencije i Hrvatske.

Članak 10.

Agencija će obavijestiti Hrvatsku o:

- a. Djelatnostima provedenim prema ovom Protokolu, uključujući one koje se odnose na bilo koja pitanja ili proturječnosti na koje je Agencija skrenula pozornost Hrvatskoj, unutar 60 dana nakon što su provedene Agencijine djelatnosti.
- b. Rezultatima djelatnosti koji se odnose na bilo koja pitanja ili nesuglasja na koje je Agencija skrenula pozornost Hrvatskoj, što je prije moguće, ali u svakom slučaju unutar 30 dana nakon što je Agencija utvrdila rezultate.
- c. Zaključcima do kojih je Agencija došla iz svojih djelatnosti po ovom Protokolu. Zaključci će biti dostavljani jedanput na godinu.

IMENOVANJE AGENCIJINIH INSPEKTORA

Članak 11.

- a. (i) Generalni direktor obavijestit će Hrvatsku o odobrenju Vijeća za bilo kojeg Agencijinog službenika kao inspektora mjera zaštite. Ako Hrvatska ne obavijesti generalnog direktora o svojem odbijanju takvog službenika, kao inspektora za Hrvatsku, unutar 3 mjeseca od primitka obavijesti o suglasnosti Vijeća, inspektor tako najavljen Hrvatskoj bit će smatran imenovanim za Hrvatsku,

(ii) Generalni direktor, djelujući u odgovoru na zahtjev Hrvatske ili na vlastitu inicijativu, treba odmah obavijestiti Hrvatsku o povlačenju imenovanja za bilo kojeg službenika kao inspektora za Hrvatsku.
- b. Obavijest, o kojoj je riječ u stavku a. smatrat će se primljenom od Hrvatske 7 dana nakon datuma kada je Agencija poslala obavijest Hrvatskoj preporučenom poštom.

VIZE

Članak 12.

Hrvatska će unutar mjesec dana od primitka zahtjeva osigurati imenovanom inspektoru, označenom u zahtjevu, odgovarajuću vizu s višestrukim ulazom/izlazom i/ili tranzitnu vizu, tamo gdje je potrebno, kako bi se omogućio inspektoru ulazak i boravak na teritoriju Hrvatske radi provođenja njegovih/njenih dužnosti. Bilo koja potrebna viza treba vrijediti najmanje godinu dana i može biti obnovljena, ako je to potrebno za pokriće trajanja inspektorovog imenovanja u Hrvatskoj.

DOPUNSKI ARANŽMANI

Članak 13.

- a. Gdje Hrvatska ili Agencija utvrđuju da je potrebno dopunskim aranžmanima pobliže označiti kako će se primjenjivati mjere propisane u ovom Protokolu, Hrvatska i Agencija će se sporazumjeti o tim dopunskim aranžmanima u roku od 90 dana od stupanja na snagu ovog Protokola, ili kada se potreba za takvim dopunskim aranžmanima utvrdi poslije stupanja na snagu ovog Protokola, u roku od 90 dana od utvrđivanja takve potrebe.
- b. Do stupanja na snagu bilo kojih potrebnih dopunskih aranžmana Agencija će biti ovlaštena primjenjivati mjere propisane u ovom Protokolu.

SUSTAVI KOMUNIKACIJA

Članak 14.

- a. Hrvatska će dopustiti i zaštititi slobodne komunikacije za službene potrebe Agencije između Agencijinih inspektora u Hrvatskoj i Agencijinog sjedišta i/ili područnog ureda, uključujući nadzirani i nenadzirani prijenos informacija, dobivenih radom Agencije i/ili nadzorom ili mjernim uređajima. Agencija treba imati, u dogovoru s Hrvatskom, pravo korištenja međunarodno ustanovljenih sustava izravnih komunikacija, uključujući satelitske sustave i druge oblike komunikacija koji se ne koriste u Hrvatskoj. Na zahtjev Hrvatske ili Agencije pojedinosti provođenja ovog stavka, koje se tiču nadziranih i nenadziranih prijenosa informacija, dobivenih radom Agencije i/ili nadzorom ili mjernim uređajima, trebaju biti navedene u dopunskim aranžmanima.
- b. Pri komunikacijama i prijenosu informacija, kako je određeno u gornjem stavku a., treba uzeti u obzir potrebu zaštite vlasničkih i poslovno osjetljivih informacija ili projektnih informacija, za koje Hrvatska smatra da su iznimno osjetljive.

ZAŠTITA POVJERLJIVIH INFORMACIJA

Članak 15.

- a. Agencija će održavati strogi režim kako bi osigurala djelotvornu zaštitu protiv razotkrivanja poslovnih, tehnoloških i industrijskih tajni i drugih povjerljivih informacija primljenih na znanje, uključujući takve informacije koje Agencija saznaje pri provedbi ovog Protokola.
- b. Režim o kojem je riječ u stavku a. treba uključiti, uz druge, i odredbe koje se odnose na:
 - (i) opće principe i pomoćne mjere za rukovanje povjerljivim informacijama,
 - (ii) uvjete zapošljavanja osoblja u vezi sa zaštitom povjerljivih informacija,
 - (iii) postupke u slučaju povreda ili navodnih povreda povjerljivosti.
- c. Režim o kojemu je riječ u stavku a. Vijeće će potvrditi i od vremena do vremena ponovno ispitati.

DODACI

Članak 16.

- a. Dodaci ovom Protokolu trebaju biti njegov nedjeljiv dio. Osim radi ispravka dodataka, izraz "Protokol" kako je korišten u ovom dokumentu, znači Protokol i dodatke zajedno.

- b. Popis djelatnosti, naveden u Dodatku I. i popis opreme i materijala, naveden u Dodatku II., može ispraviti Vijeće na savjet neovisne radne skupine stručnjaka koju je postavilo Vijeće. Svaki takav ispravak stupit će na snagu 4 mjeseca nakon što ga je usvojilo Vijeće.

STUPANJE NA SNAGU

Članak 17.

- a. Ovaj Protokol stupit će na snagu s danom kada Agencija primi od Hrvatske pisanu obavijest da su hrvatske zakonske pretpostavke za stupanje na snagu ispunjene.
- b. Hrvatska može izjaviti, bilo kada prije stupanja na snagu ovog Protokola, da će privremeno primjenjivati ovaj Protokol.
- c. Generalni direktor obavijestit će bez odgađanja sve države članice Agencije o svakoj izjavi o privremenoj primjeni, te o stupanju na snagu ovog Protokola.

DEFINICIJE

Članak 18.

Za potrebe ovog Protokola:

- a. *Istraživačke i razvojne djelatnosti u vezi s nuklearnim gorivnim ciklusom* znače one djelatnosti koje se posebno odnose na bilo koji proces ili aspekt razvoja sustava sljedećeg:
- pretvaranje nuklearnog materijala
 - obogaćivanje nuklearnog materijala
 - proizvodnja nuklearnog goriva
 - reaktori
 - reaktori male snage
 - prerada nuklearnog goriva
 - prerada (ne uključujući prepakiranje ili kondicioniranje, koje ne uključuje separaciju elemenata, za skladištenje ili odlaganje) srednje ili visoko radioaktivnog otpada koji sadrži plutonij, visoko obogaćeni uranij ili uranij -233, ali ne uključuje djelatnosti koje se odnose na teorijska ili osnovna znanstvena istraživanja, ili na istraživanja i razvoj industrijske primjene radioizotopa, medicinske, hidrološke i agrikulturne primjene, učinka na zdravlje i okoliš i poboljšano održavanje.
- b. *Područje postrojenja* znači onaj predio koji je ograničila Hrvatska u informaciji koja se odnosi na projekt postrojenja, uključujući zatvoreno postrojenje i u informaciji koja se odnosi na lokaciju izvan postrojenja gdje se nuklearni materijal uobičajeno koristi, uključujući zatvorene lokacije izvan postrojenja, gdje je nuklearni materijal bio uobičajeno korišten (to je ograničeno na lokacije s vrućim komorama ili gdje se provode djelatnosti koje se odnose na pretvaranje, obogaćivanje te proizvodnju ili preradu goriva). Tu također treba uključiti sve instalacije smještene zajedno s postrojenjem ili lokacijom za opskrbljivanje ili uporabu bitnih pogona, uključujući: vruće komore, vruće komore za preradu ozračenog materijala koji ne sadrži nuklearni materijal, instalacije za obradu, skladištenje i odlaganje otpada, zgrade u vezi s navedenim točkama koje je označila Hrvatska u članku 2.a. (iv).

- c. *Razgrađeno postrojenje ili razgrađena lokacija izvan postrojenja* znači instalaciju ili lokaciju na kojoj su preostali objekti i oprema bitni za njezino korištenje uklonjeni ili stavljeni izvan pogona tako da nisu upotrebljivi za spremanje i ne mogu više biti upotrijebljeni za rukovanje, obradu ili uporabu nuklearnog materijala.
- d. *Zatvoreno postrojenje ili zatvorena lokacija izvan postrojenja* znači instalaciju ili lokaciju gdje je rad zaustavljen i nuklearni materijal uklonjen, ali koje nisu razgrađene.
- e. *Visokoobogaćeni uranij* znači uranij koji sadrži 20 ili više postotaka izotopa uranij - 235.
- f. *Skupljanje uzoraka na posebnoj lokaciji* znači skupljanje uzoraka okoliša (npr. zraka, vode, raslinja, tla, nečistoća) na lokaciji i u neposrednoj blizini lokacije koju je označila Agencija radi pomaganja Agenciji da izvede zaključke o odsutnosti nedeklariranog nuklearnog materijala ili nuklearnih djelatnosti na naznačenoj lokaciji.
- g. *Skupljanje uzoraka okoliša šireg područja* znači skupljanje uzoraka okoliša (npr. zraka, vode, raslinja, tla, nečistoća) na nizu lokacija koje je odredila Agencija radi pomaganja Agenciji da izvede zaključke o odsutnosti nedeklariranog nuklearnog materijala ili nuklearnih djelatnosti na širem području.
- h. *Nuklearni materijal* znači bilo koji izvorni ili posebni fisibilni materijal, kako je definirano u članku XX Statuta. Izraz izvorni materijal ne treba biti protumačen isključivo kao ruda ili ostaci rude. Svaka odluka Vijeća prema članku XX Statuta Agencije, koja se odnosi na materijale za koje se smatra da su izvorni materijal ili posebni fisibilni materijal, nakon stupanja na snagu ovog Protokola imat će učinak prema ovom Protokolu samo nakon prihvatanja Hrvatske.
- i. *Postrojenje* znači:
 - (i) reaktor, reaktor male snage, postrojenje za pretvaranje, postrojenje za proizvodnju, postrojenje za preradu, postrojenje za separaciju izotopa ili instalaciju za odvojeno skladištenje, ili
 - (ii) svaku lokaciju gdje se uobičajeno koristi nuklearni materijal u količinama većim od jednoga efektivnog kilograma.
- j. *Lokacija izvan postrojenja* znači svaku instalaciju ili lokaciju koja nije postrojenje, gdje se nuklearni materijal uobičajeno koristi u količinama od jednog efektivnog kilograma ili manje.

SASTAVLJENO u Beču dana 22. rujna 1998. godine u dva izvornika na engleskom jeziku.

za REPUBLIKU
HRVATSKU

za MEĐUNARODNU AGENCIJU
ZA ATOMSKU ENERGIJU

mr. sc. Nenad Porges,

dr. sc. Mohamed ElBaradei,

DODATAK I.

POPIS DJELATNOSTI O KOJIMA JE RIJEČ U ČLANKU 2.a.(iv) PROTOKOLA

- (i) Izrada centrifugalnih rotorskih cijevi ili sastavljanje plinskih centrifuga.
Centrifugalne rotorske cijevi znače cilindre tankih stijenki kao što je opisano u točki 5.1.1.(b) Dodatka II.

Plinske centrifuge znače centrifuge kao što je opisano u uvodnoj napomeni točke 5.1. Dodatka II.

- (ii) Izrada difuzijskih barijera.
Difuzijske barijere znače tanke porozne filtere kao što je opisano u točki 5.3.1.(a) Dodatka II.
- (iii) Izrada ili sastavljanje laserskih sustava.
Laserski sustavi znače sustave koji uključuju elemente kao što je opisano u točki 5.7. Dodatka II.
- (iv) Izrada ili sastavljanje elektromagnetskih separatora izotopa.
Elektromagnetski separatori izotopa znače elemente navedene u točki 5.9.1 Dodatka II. koji sadrže ionske izvore kao što je opisano u 5.9.1 (a) Dodatka II.
- (v) Izrada ili sastavljanje kolona ili oprema za ekstrakciju.
Kolone ili oprema za ekstrakciju znače elemente kao što je opisano u točkama 5.6.1., 5.6.2., 5.6.3., 5.6.5., 5.6.6., 5.6.7. i 5.6.8. Dodatka II.
- (vi) Izrada mlaznica za aerodinamičku separaciju ili vrtložnih cijevi.
Mlaznice za aerodinamičku separaciju ili vrtložne cijevi znače mlaznice za separaciju i vrtložne cijevi kao što je opisano u točkama 5.5.1. i 5.5.2. Dodatka II.
- (vii) Izrada ili sastavljanje sustava za stvaranje uranijske plazme.
Sustavi za stvaranje uranijske plazme znače sustave za stvaranje plazme uranija kao što je opisano u točki 5.8.3. Dodatka II.
- (viii) Izrada cirkonijevih cijevi.
Cirkonijeve cijevi znače cijevi kao što je opisano u točki 1.6. Dodatka II.
- (ix) Izrada ili poboljšavanje kakvoće teške vode ili deuterija.
Teška voda ili deuterij znači deuterij, tešku vodu (deuterijev oksid) i bilo koju drugu smjesu deuterija u kojoj omjer broja atoma deuterija i vodika prelazi 1:5000.
- (x) Izrada grafita nuklearne kakvoće.
Grafit nuklearne kakvoće znači grafit koji ima razinu čistoće bolju od 5 ppm bor-ekvivalenta i gustoću veću od 1,5 g/cm³.
- (xi) Izrada boca za ozračeno gorivo.
Boca za ozračeno gorivo znači posudu za prijevoz i/ili skladištenje ozračenog goriva koja osigurava kemijsku, toplinsku i radiološku zaštitu te rasipa toplinu raspada tijekom rukovanja, prijevoza i skladištenja.
- (xii) Izrada reaktorskih kontrolnih šipki.
Reaktorske kontrolne šipke znače šipke kao što je opisano u točki 1.4. Dodatka II.
- (xiii) Izrada spremnika i posuda sigurnih od kritičnosti.
Spremnici i posude sigurni od kritičnosti znače elemente kao što je opisano u točkama 3.2. i 3.4. Dodatka II.
- (xiv) Izrada strojeva za usitnjavanje elemenata ozračenog goriva.
Strojevi za usitnjavanje elemenata ozračenog goriva znače opremu kao što je opisano u stavku 3.1. Dodatka II.
- (xv) Konstrukcija vrućih komora.
Vruće komore znače komoru ili međusobno povezane komore ukupnog

volumena najmanje 6 m³ sa zaštitnim slojem jednakim ili većim od ekvivalenta 0,5 m betona gustoće 3,2 g/cm³ ili veće, opremljene uređajem za daljinsko upravljanje.

DODATAK II.

POPIS POSEBNE OPREME I NENUKLEARNOG MATERIJALA ZA IZVJEŠTAVANJE O IZVOZU I UVOZU U SKLADU S ČLANKOM 2.a.(ix)

1. Reaktori i njihova oprema

1.1. *Potpuni nuklearni reaktori*

Nuklearni reaktori sposobni za rad tako da omogućavaju kontroliranu samoodržavajuću fisijску lančanu reakciju isključujući nulto-energetske reaktore; potonji su definirani kao reaktori projektirani za maksimalnu količinu proizvodnje plutonija koja ne prelazi 100 g na godinu.

OBJAŠNJENJE

“Nuklearni reaktor” uključuje u osnovi elemente unutar reaktorske posude ili izravno dodane reaktorskoj posudi, opremu koja kontrolira razinu snage u jezgri i komponente koje obično sadrže primarno rashladno sredstvo reaktorske jezgre ili dolaze u izravan kontakt s njim, ili ga kontroliraju.

Nije namjera isključiti reaktore kod kojih postoji razumna mogućnost preinačenja tako da proizvode znatno više od 100 g plutonija na godinu. Reaktori projektirani za trajni rad na znatnim razinama snage, neovisno o njihovim kapacitetima za proizvodnju plutonija, ne smatraju se “nulto-energetskim reaktorima”.

1.2. *Reaktorske posude pod tlakom*

Metalne posude, kao cjelovite jedinice ili u tu svrhu pojedinačno proizvedeni glavni dijelovi, posebno su projektirane ili izrađene tako da sadrže jezgru nuklearnog reaktora, definiranog u točki 1.1. i u stanju su izdržati radni tlak primarnog rashladnog sredstva.

OBJAŠNJENJE

Gornja ploča reaktorske tlačne posude obuhvaćena je točkom 1.2. kao posebno proizveden glavni dio tlačne posude.

Unutarnje dijelove reaktora (npr. potporne stupove i ploče za jezgru i druge unutarnje elemente posude, cijevi vodilica za kontrolne šipke, toplinske štitove, pregrade, rešetkaste ploče jezgre, difuzorske ploče itd.) obično isporučuje isporučitelj reaktora. U nekim slučajevima su određene unutarnje potporne komponente uključene u proizvodnju tlačne posude. Ti su elementi dovoljno kritični za sigurnost i pouzdanost rada reaktora (i zbog toga za jamstva i odgovornost isporučitelja reaktora) tako da nije neuobičajena njihova isporuka izvan osnovnog ugovora za isporuku reaktora. Dakle, premda se odvojena isporuka tih jedinstvenih, posebno projektiranih i izrađenih, kritičnih, velikih i skupih elemenata može razmatrati, takav način isporuke smatra se nevjerovatnim.

1.3. *Uređaji za izmjenu reaktorskog goriva*

Oprema za rukovanje posebno projektirana ili izrađena za umetanje ili uklanjanje goriva iz nuklearnog reaktora, definiranog u točki 1.1., sposobna za radni postupak punjenja, ili primjenjujući tehnički sofisticirano pozicioniranje ili centriranje tako da se omoguće

složeni postupci vađenja goriva, kod kojih obično nije moguć izravni pregled ili pristup gorivu.

1.4. *Reaktorske kontrolne šipke*

Šipke posebno projektirane ili izrađene za kontrolu reakcije u nuklearnom reaktoru, definiranom u gornjoj točki 1.1.

OBJAŠNJENJE

Ova točka uključuje, uz dio za apsorpciju neutrona, konstrukciju za potporu ili ovješeno, ako su isporučeni odvojeno.

1.5. *Reaktorske tlačne cijevi*

Cijevi koje su posebno projektirane ili izrađene da sadrže gorivne elemente i primarno rashladno sredstvo u reaktoru, definiranom u gornjoj točki 1.1. pod radnim tlakom većim od 5,1 MPa (740 psi).

1.6. *Cirkonijeve cijevi*

Cirkonij, metal i legure, u obliku cijevi ili sklopova cijevi, i u količinama koje prelaze 500 kg u bilo kojem razdoblju od 12 mjeseci, posebno projektirane ili izrađene za korištenje u reaktoru, definiranom u gornjoj točki 1.1. i u kojima je odnos hafnija prema cirkoniju manji od 1:500 težinskih dijelova.

1.7. *Pumpe za primarno rashladno sredstvo*

Pumpe posebno projektirane ili izrađene za cirkulaciju primarnoga rashladnog sredstva u nuklearnom reaktoru, definiranom u gornjoj točki 1.1.

OBJAŠNJENJE

Posebno projektirane ili izrađene pumpe mogu uključivati složeni sustav ili višestruke sustave za brtvljenje koji sprječavaju curenje primarnoga rashladnog sredstva, oklopljene pumpe i pumpe s inercijskim sustavima. Definicija se odnosi na pumpe klase NC-1 ili kvalificirane istovrijednim standardima.

2. Nuklearni materijali za reaktore

2.1. *Deuterij i teška voda*

Deuterij, teška voda (deuterijev oksid) i bilo koja druga smjesa deuterija u kojoj omjer broja deuterijevih i vodikovih atoma prelazi 1:5000 za upotrebu u nuklearnom reaktoru, definiranom u gornjoj točki 1.1., u količinama koje prelaze 200 kg atoma deuterija za svaku zemlju primatelja u bilo kojem razdoblju od 12 mjeseci.

2.2. *Grafit nuklearne kakvoće*

Grafit koji ima razinu čistoće bolju od 5 ppm bor-ekvivalenta i gustoću veću od 1,5 g/cm³ za upotrebu u nuklearnom reaktoru, definiranom u gornjoj točki 1.1., u količinama koje prelaze 3·10⁴ kg (30 tona) za svaku zemlju primatelja u bilo kojem razdoblju od 12 mjeseci.

NAPOMENA

Zbog izvještavanja, Vlada Republike Hrvatske utvrdit će da li se grafit, prema gore navedenim podacima, izvozi za korištenje u nuklearnom reaktoru.

3. Postrojenja za preradu ozračenih gorivnih elemenata i oprema posebno projektirana ili izrađena u tu svrhu

UVODNA NAPOMENA

Preradom ozračenoga nuklearnog goriva odvajaju se plutonij i uranij od jako radioaktivnih fisijskih produkata i drugih transuranijskih elemenata. Razdvajanje se može postići različitim tehničkim postupcima. Međutim, tijekom godina, Purex je postao najčešće korišten i prihvaćen postupak. Purex uključuje otapanje ozračenoga nuklearnog goriva u dušičnoj kiselini, nakon čega slijedi razdvajanje uranija, plutonija i fisijskih produkata pomoću selektivne ekstrakcije otapala, koristeći mješavinu tributil fosfata i nekoga organskog razrjeđivača.

Purex postrojenja imaju međusobno slične procesne funkcije, uključujući: usitnjavanje ozračenog gorivnog elementa, otapanje goriva, ekstrakciju otapala i postupak skladištenja tekućine. Također mogu imati opremu za toplinsku denitraciju uranijevog nitrata, pretvaranje plutonijevog nitrata u oksid ili metal i obradu otpadnih tekućih fisijskih produkata u oblik pogodan za dugotrajno skladištenje ili odlaganje. Međutim, specifičan tip i oblik opreme za izvođenje tih funkcija može se razlikovati između Purex postrojenja zbog nekoliko razloga, uključujući vrstu i količinu ozračenoga nuklearnog goriva za preradu, namjeru raspolaganja natrag dobivenim materijalom i filozofiju sigurnosti i održavanja ugrađenu u projekt postrojenja.

“Postrojenje za preradu ozračenih gorivnih elemenata” uključuje opremu i komponente koje obično dolaze u izravan dodir s ozračenim gorivom, glavnim nuklearnim materijalom i fisijskim produktima ili izravno upravljaju tokovima njihove prerade.

Ti postupci, uključujući cjelovite sustave za pretvorbu plutonija i proizvodnju metala plutonija, mogu biti određeni mjerama poduzetim zbog izbjegavanja kritičnosti (npr. pomoću geometrije), ozračivanja (npr. pomoću štitova) i toksičnosti (npr. pomoću kontejnmenta reaktora).

U opremu, koja se podrazumijeva u izrazu “i oprema posebno projektirana ili izrađena” za preradu ozračenih gorivnih elemenata, uključeni su:

3.1 *Strojevi za usitnjavanje ozračenih gorivnih elemenata*

UVODNA NAPOMENA

Ova oprema lomi košuljicu goriva da se ozračeni nuklearni materijal izloži otapanju. Najčešće se upotrebljavaju posebno projektirane velike metalne škare za rezanje, premda se može koristiti i suvremena oprema, kao što je laser.

Daljinski upravljana oprema posebno projektirana ili izrađena za korištenje u gore opisanim postrojenjima za preradu i namijenjena za rezanje, sječenje i sjeckanje sklopova, snopova ili šipki nuklearnog goriva.

3.2 *Posude za otapanje*

UVODNA NAPOMENA

Posude za otapanje obično prihvaćaju usitnjeno istrošeno gorivo. U tim posudama sigurnim od kritičnosti ozračeni nuklearni materijal otopljen je u dušičnoj kiselini a preostale ljuške uklonjene su iz toka obrade.

Spremnici sigurni od kritičnosti (npr. malog promjera, kružni ili pločasti spremnici) posebno projektirani ili izrađeni za upotrebu u postrojenjima za preradu, kao što je gore naznačeno, namijenjeni za otapanje ozračenoga nuklearnog goriva, koji su sposobni izdržavati vruću visoko korozivnu tekućinu i koji mogu biti daljinski punjeni i održavani.

3.3 *Ekstraktori otapala i oprema za ekstrakciju otapala*

UVODNA NAPOMENA

Ekstraktori otapala primaju i otopinu ozračenog goriva iz posuda za otapanje i organsku otopinu koja razdvaja uranij, plutonij i fisijske produkte. Oprema za ekstrakciju otapala obično je projektirana tako da ispunjava stroge radne parametre, kao dugi radni vijek

bez zahtjeva za održavanjem ili prilagodljivost lakom premještanju, jednostavnost rada i kontrole i elastičnost glede promjene uvjeta rada.

Posebno projektirani ili izrađeni ekstraktori otapala takvi kao punjene ili pulsirajuće kolone, taložne mješalice ili centrifugalni kontaktori za korištenje u postrojenjima za preradu ozračenog goriva. Ekstraktori otapala moraju biti otporni na korozivno djelovanje dušične kiseline. Ekstraktori otapala obično su proizvedeni po iznimno visokim standardima (uključujući posebne tehnike zavarivanja i inspekcije, osiguranja kvalitete i kontrole kvalitete) iz nehrđajućeg čelika niskog postotka ugljika, titana, cirkonija ili nekoga drugog materijala visoke kakvoće.

3.4. *Posude za držanje ili skladištenje kemikalija*

UVODNA NAPOMENA

Kao rezultat faze ekstrakcije, otapala dobivamo tri glavna procesna tekuća toka. Posude za držanje ili skladištenje koriste se u daljnjoj preradi svih triju tokova, kako slijedi:

- (a) Čista otopina uranijevog nitrata koncentrirana je isparavanjem i proslijeđena u postupak denitracije gdje se pretvara u uranijev oksid. Taj oksid ponovno se koristi u nuklearnom gorivnom ciklusu.
- (b) Otopina visoko radioaktivnih fisijskih produkata obično se koncentrira isparavanjem i sprema kao tekući koncentrat. Taj koncentrat može se kasnije ispariti i pretvoriti u oblik prikladan za skladištenje ili odlaganje.
- (c) Otopina čistoga plutonijevog nitrata koncentrira se i sprema do njenog prijenosa u faze daljnjeg postupka. Posude za držanje ili skladištenje otopina plutonija projektirane su tako da se izbjegnu problemi kritičnosti koji su rezultat promjene u koncentraciji ili obliku ovog toka.

Posebno projektirane ili izrađene posude za držanje ili skladištenje i korištenje u postrojenju za preradu ozračenog goriva. Posude za držanje ili skladištenje moraju biti otporne na korozivno djelovanje dušične kiseline. Posude za držanje ili skladištenje obično su izrađene od materijala kao nehrđajući čelik s niskim postotkom ugljika, titan ili cirkonij ili drugi materijali visoke kakvoće. Posude za držanje ili skladištenje mogu biti projektirane za daljinsko upravljanje ili održavanje i mogu imati sljedeća svojstva za kontrolu nuklearne kritičnosti:

- (1) stijenke ili unutarnju strukturu s bor-ekvivalentom najmanje 2%, ili
- (2) maksimalni promjer 175 mm (7 in) za cilindrične posude, ili
- (3) maksimalnu širinu 75 mm (3 in) za pločastu ili za kružnu posudu.

3.5. *Sustav za pretvaranje plutonijevog nitrata u oksid*

UVODNA NAPOMENA

U većini postrojenja za preradu taj završni postupak uključuje pretvaranje otopine plutonijevog nitrata u plutonijev dioksid. Glavne radnje u tom postupku su: skladištenje materijala i podešavanje napajanja procesa, taloženje i razdvajanje krute/tekuće frakcije, oksidacija, rukovanje proizvodom, provjetravanje, zbrinjavanje otpada i kontrola procesa.

Potpuni sustavi, posebno projektirani ili izrađeni za pretvaranje plutonijevog nitrata u plutonijev oksid, u pojedinostima prilagođeni tako da se izbjegnu učinci kritičnosti i zračenja, te minimaliziraju opasnosti od otrovanja.

3.6. *Sustav za proizvodnju metala plutonija iz plutonijevog oksida*

UVODNA NAPOMENA

Ovaj postupak, koji može biti u vezi s postrojenjem za preradu, uključuje fluoriranje plutonijevog dioksida, obično s visoko korozivnim fluorovodikom, zbog proizvodnje plutonijevog fluorida koji se kasnije u proizvodnji, koristeći metal kalcij visoke čistoće, pretvara u metalni plutonij i šljaku kalcijevog fluorida. Glavne radnje u ovom postupku su: fluoriranje (uključuje opremu obloženu ili proizvedenu od plemenitih metala), pretvorba u metal (koristeći keramičke lonce za taljenje), obnavljanje šljake, rukovanje proizvodom, provjetravanje, zbrinjavanje otpada i kontrola procesa.

Potpuni sustavi posebno projektirani ili izrađeni za proizvodnju metala plutonija, u pojedinostima prilagođeni tako da se izbjegnu učinci kritičnosti zračenja, te minimaliziraju opasnosti od otrovanja.

4. Postrojenja za proizvodnju gorivnih elemenata

“Postrojenje za proizvodnju gorivnih elemenata” uključuje opremu:

- (a) koja obično dolazi u izravan dodir s nuklearnim materijalom, ili ga izravno prerađuje, ili kontrolira tok proizvodnje nuklearnog materijala, ili
- (b) koja hermetički zatvara nuklearni materijal unutar košuljice.

5. Postrojenja za separaciju izotopa uranija i oprema, različita od analitičkih instrumenata, posebno projektirana ili izrađena u tu svrhu

U opremu, koja se podrazumijeva u izrazu “oprema različita od analitičkih instrumenata, posebno projektirana ili izrađena” za separaciju izotopa uranija uključeni su:

5.1. Plinske centrifuge i sklopovi i komponente posebno projektirani ili izrađeni za upotrebu u plinskim centrifugama

UVODNA NAPOMENA

Plinska centrifuga obično se sastoji od cilindra (ili više njih) tankih stijenki promjera između 75 mm (3 in) i 400 mm (16 in) koji se nalazi u vakuumu i vrti velikom obodnom brzinom od 300 m/s ili više oko svoje okomite središnje osi. Da se postigne velika brzina, materijali za izradu rotacijskih komponenata moraju biti visokog omjera čvrstoće ili gustoće, a rotorski sklopi i njegove pojedinačne komponente moraju biti izrađeni s vrlo malim tolerancijama da se minimalizira neuravnoteženost. Za razliku od drugih centrifuga, kod plinskih centrifuga za obogaćivanje uranija karakteristično je da unutar komore rotora imaju rotirajuću pregradu (ili više njih) u obliku diska, te razmještaj stacionarnih cijevi za punjenje i vađenje plina UF_6 koje oblikuju najmanje tri odvojena kanala, od kojih su dva vezana za lopatice što se protežu od osi rotora prema obodu rotorske komore. U vakuumskoj sredini također se nalazi određeni broj kritičnih elemenata koji ne rotiraju i koje, premda su posebno projektirani, nije teško proizvesti niti se proizvode iz posebnih materijala. Centrifugalno postrojenje, međutim, zahtijeva veliki broj tih komponenata tako da te količine mogu dati važnu naznaku krajnje uporabe.

5.1.1. Rotacijske komponente

(a) Potpuni rotorski sklopovi:

Tankostijeni cilindri, ili nekoliko međusobno povezanih tankostijenih cilindara, izrađenih iz jednog ili više materijala visokog omjera čvrstoće i gustoće, opisanih u OBJAŠNJE-NJU ovog poglavlja. Ako su međusobno povezani, cilindri su spojeni pokretnim mjevovima ili prstenovima, kako je opisano u sljedećoj podtočki 5.1.1 (c). Rotor je opremljen s unutarnjom pregradom (ili više njih) i krajnjim poklopcima, kako je opisano u sljedećim podtočkama 5.1.1 (d) i (e), ako je u konačnom obliku. Međutim, cjeloviti sklop može biti isporučen samo djelomično sastavljen.

(b) Rotorske cijevi:

Posebno projektirani ili izrađeni tankostijeni cilindri debljine 12 mm (0,5 in) ili manje, promjera između 75 mm (3 in) i 400 mm (16 in) i proizvedeni iz jednog ili više materijala visokog omjera čvrstoće i gustoće, opisanih u OBJAŠNJENJU ovog poglavlja.

(c) Prstenovi ili mjehovi:

Komponente posebno projektirane ili izrađene da lokalno podupru rotorsku cijev ili da povežu nekoliko rotorskih cijevi. Mijeh je kratki cilindar sa stijenkom debljine 3 mm (0,12 in) ili manje, promjera između 75 mm (3 in) i 400 mm (16 in) koji ima nabore i izrađen je iz materijala visokog omjera čvrstoće i gustoće, jednog od opisanih u OBJAŠNJENJU ovog poglavlja.

(d) Pregrade:

Komponente u obliku diska promjera između 75 mm (3 in) i 400 mm (16 in) posebno projektirane ili izrađene za ugradnju unutar centrifugalne rotorske cijevi, tako da izoliraju odvodnu komoru od glavne separacijske komore te, u nekim slučajevima, da pomognu cirkulaciju plina UF₆ unutar glavne separacijske komore rotorske cijevi, a izrađene su iz materijala visokog omjera čvrstoće i gustoće, jednog od opisanih u OBJAŠNJENJU ovog poglavlja.

(e) Gornji poklopci / donji poklopci

Komponente u obliku diska promjera između 75 mm (3 in) i 400 mm (16 in) posebno projektirane ili izrađene da pristaju na krajeve rotorske cijevi i tako zadržavaju UF₆ unutar rotorske cijevi, te u nekim slučajevima podupiru, podržavaju ili sadrže kao cjeloviti dio element gornjeg ležaja (gornji poklopac), ili nose rotirajuće elemente motora i donji ležaj (donji poklopac), a izrađene su iz materijala visokog omjera čvrstoće i gustoće, jednog od opisanih u OBJAŠNJENJU ovog poglavlja.

OBJAŠNJENJE

Materijali koji se koriste za rotacijske komponente centrifuge su:

(a) legirani čelik maksimalne vlačne čvrstoće $2,05 \times 10^9$ N/m² (300.000 psi) ili više;

(b) legure aluminija maksimalne vlačne čvrstoće $0,46 \times 10^9$ N/m² (67.000 psi) ili više,

(c) vlaknasti materijali pogodni za upotrebu u slojevitim strukturama i koji imaju specifični modul $12,3 \times 10^6$ m, ili veći i specifičnu maksimalnu vlačnu čvrstoću $0,33 \times 10^6$ m, ili veću ("specifični modul" je Youngov modul u N/m² podijeljen sa specifičnom težinom u N/m³; "specifična maksimalna vlačna čvrstoća" je specifična vlačna čvrstoća u N/m² podijeljena sa specifičnom težinom u N/m³).

5.1.2. Statičke komponente

(a) Magnetski viseći ležajevi:

Posebno projektirani ili izrađeni sklopovi ležajeva koji sadrže kružni magnet obješen unutar kućišta koje sadrži prigušujuće sredstvo. Kućište treba biti izrađeno od materijala otpornog na UF₆ (vidi OBJAŠNJENJE točke 5.2). Polovi magneta su spojeni ili je magnet povezan s drugim magnetom pričvršćenim na gornjem poklopcu, opisano u podtočki 5.1.1 (e). Magnet može biti prstenastog oblika s omjerom između vanjskog i unutarnjeg promjera manjim ili jednakim 1,6:1. Magnet može biti takvog stanja da je početna permeabilnost 0,15 H/m (120.000 CGS jedinica) ili više, ili remanentnost 98,5% ili više, ili energetski produkt veći od 80 kJ/m³ (10⁷ gauss-oersted). Uz uobičajena svojstva materijala preduvjet je da je odstupanje magnetske osi od geometrijske osi ograničeno na vrlo malo toleranciju (manju od 0,1 mm ili 0,004 in) ili da se posebno zahtijeva homogenost materijala magneta.

(b) Ležajevi/prigušivači:

Posebno projektirani ili izrađeni ležajevi koji sadrže sklop zglobova/čaušica ugrađeni u prigušivač. Zglob je obično osovina od kaljenog čelika s polukuglom na jednom kraju, te s pričvršćenjem za donji poklopac, opisano u podtočki 5.1.1 (e), na drugom kraju. Međutim, osovina može imati ugrađeni i hidrodinamički ležaj. Čaušica je oblika kuglice s polukuglastim udubljenjem na jednoj strani. Te komponente često se pribavljaju odvojeno od prigušivača.

(c) Molekularne pumpe:

Posebno projektirani ili izrađeni cilindri koji imaju unutarnje strojno obrađene ili izdubljene spiralne utore i unutarnje strojno obrađene provrte. Tipične dimenzije su kako slijedi: unutarnji promjer 75 mm (3 in) do 400 mm (16 in), debljina stijenke 10 mm (0,4 in) ili više, duljine jednake ili veće od promjera. Utori su obično pravokutnog presjeka i duboki 2 mm (0,08 in) ili više.

(d) Statori motora:

Posebno projektirani ili izrađeni statori prstenastog oblika za višefazne izmjenične elektromotore velike brzine s histerezom (ili magnetnim otporom) za sinkroni rad u vakuumu u području frekvencija 6000-2000 Hz i području snage 50-1000 VA. Statori se sastoje od višefaznih namota na slojevitoj željeznoj jezgri malih gubitaka načinjenoj od tankih limova uobičajene debljine 2 mm (0,08 in) ili manje.

(e) Kućište centrifuge/nosači

Komponente posebno projektirane ili izrađene da drže sklop rotorskih cijevi plinske centrifuge. Kućište se sastoji od nepomičnog cilindra debljine stijenke do 30 mm (1,2 in) s precizno strojno obrađenim krajevima za smještaj ležajeva i s jednom ili više prirubnica za ugradnju. Strojno obrađeni krajevi međusobno su paralelni i okomiti na uzdužnu os cilindra s odstupanjem manjim od 0,05°. Kućište može biti i sačaste strukture za smještaj nekoliko rotorskih cijevi. Kućišta su izrađena od materijala otpornih na korozivno djelovanje UF₆ ili zaštićena takvim materijalima.

(f) Lopatice

Posebno projektirane ili izrađene cijevi unutarnjeg promjera do 12 mm (0,5 in) za ekstrakciju čina UF₆ iz unutrašnjosti rotorske cijevi načinom djelovanja Pitotove cijevi (tj. s otvorom prema obodnom toku plina unutar rotorske cijevi, na primjer, savijanjem kraja radijalno postavljene cijevi) tako da se mogu pričvrstiti na središnji sustav za ekstrakciju plina. Cijevi su izrađene od materijala otpornih na korozivno djelovanje UF₆ ili zaštićene takvim materijalima.

5.2 *Posebno projektirani ili izrađeni pomoćni sustavi, oprema i komponente u postrojenjima za obogaćivanje pomoću plinskih centrifuga*

UVODNA NAPOMENA

Pomoćni sustavi, oprema i komponente u postrojenjima za obogaćivanje pomoću plinskih centrifuga su sustavi za napajanje centrifuga s UF₆, međusobno povezivanje pojedinih centrifuga tako da oblikuju kaskade (ili stupnjeve) koje omogućavaju postupno sve veće obogaćivanje, te za izdvajanje "proizvoda" i "ostataka" UF₆ iz centrifuga, uz opremu potrebnu za pogon centrifuga ili kontrolu postrojenja.

UF₆ se obično isparava iz krutine pomoću zagrijavanja u autoklavima, te se odvodi u plinovitom stanju u centrifuge pomoću kaskadnog cjevovodnog kolektora. "Proizvod" i "ostaci" plinovite struje UF₆, koji izlaze iz centrifuga, također se prosljeđuju pomoću kaskadnog cjevovodnog kolektora u hladne stupice (koje rade na otprilike 203 K (-70°C)), gdje se kondenziraju prije daljnjeg prijenosa u pogodne spremnike za prijevoz ili skladištenje. Budući da se postrojenje za obogaćivanje sastoji od više tisuća centrifuga poredanih u kaskadama, postoje kilometri kaskadnih cjevovodnih kolektora, povezanih tisućama zavara, sa znatnim brojem ponavljanja oblika. Oprema, komponente i

cjevovodni sustavi su proizvedeni prema vrlo zahtjevnim standardima za vakuum i čistoću.

5.2.1 Sustavi za napajanje/sustavi za izdvajanje proizvoda i ostatka

Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za obradu koji uključuju:

Autoklave za napajanje (ili stanice), koje se koriste za dotok UF₆ prema kaskadama centrifuga pri tlaku 100 kPa (15 psi) i količinu od 1 kg/h ili više,

Desublimatore (ili hladne stupice) koje se koriste za izdvajanje UF₆ iz kaskada pri tlaku do 3 kPa (0,5 psi). Desublimatori se mogu ohladiti do 203 K (–70°C) i zagrijati do 343 K (70°C)

Stanice za “proizvod” i “ostatke” koje se koriste za hvatanje UF₆ u spremnike.

Ovo postrojenje, oprema i cjevovod potpuno je izrađeno ili obloženo materijalima otpornim na UF₆ (vidi OBJAŠNJENJE ove točke), a proizvedeno je prema vrlo zahtjevnim standardima za vakuum i čistoću.

5.2.2 Mehanički sustavi cjevovodnih kolektora

Posebno projektirani ili izrađeni sustavi cjevovoda i sustavi cjevovodnih kolektora za rukovanje s UF₆ unutar centrifugalnih kaskada. Mreža cjevovoda obično je s trostrukim sustavom cjevovodnih kolektora tako da je svaka centrifuga spojena na svaki cjevovodni kolektor. Tako se u znatnoj mjeri ponavlja taj oblik. U cijelosti su izrađeni od materijala otpornih na UF₆ (vidi OBJAŠNJENJE ove točke), a proizvedeni su prema vrlo zahtjevnim standardima za vakuum i čistoću.

5.2.3 UF₆ maseni spektrometri/ioniski izvori

Posebno projektirani ili izrađeni magnetski ili kvadrupolni maseni spektrometri sposobni za “on-line” uzimanje uzoraka iz struja plina UF₆ kod napajanja, proizvoda ili preostalog materijala, a koji imaju sva sljedeća svojstva:

1. Jedinično razlučivanje za jedinice atomske mase veće od 320,
2. Ionske izvore izrađene od ili obložene nikromom ili monelom, ili platirane niklom,
3. Izvore elektrona za ionizaciju,
4. Kolektorski sustav prikladan za analizu izotopa.

5.2.4 Mjenjači frekvencija

Mjenjači frekvencija (također poznati kao konverteri ili invertori) posebno projektirani ili izrađeni za napajanje statora motora definiranih u 5.1.2. (d), ili dijelovi, komponente i podsklopovi takvih mjenjača frekvencija koji imaju sva sljedeća svojstva:

1. Višefazni izlaz 600–2000 Hz,
2. Visoku stabilnost (s kontrolom frekvencije boljom od 0,1%)
3. Nisko harmoničko izobličenje (manje od 2%), i
4. Učinkovitost veću od 80%.

OBJAŠNJENJE

Gore nabrojani elementi ili dolaze u izravan dodir s procesnim plinom UF₆ ili izravno kontroliraju centrifuge i prolaženje plina iz centrifuge u centrifugu i iz kaskade u kaskadu.

Materijali otporni na korozivno djelovanje UF₆ uključuju nehrđajući čelik, aluminij, legure aluminija, nikal ili legure koje sadrže 60% ili više nikla.

5.3 *Posebno projektirani ili izrađeni sklopovi i komponente koji se koriste u plinskom difuzijskom obogaćivanju*

UVODNA NAPOMENA

U metodi separacije izotopa uranija plinskom difuzijom, glavni tehnološki sklop je posebna porozna plinska difuzijska barijera, izmjenjivač topline za hlađenje plina (zagrijanog stlačivanjem), brtveni i kontrolni ventili, te cjevovodi. Budući da plinska difuzijska tehnologija koristi uranijev heksafluorid (UF_6) sva oprema, cjevovod i površine instrumentacije (koje dolaze u dodir s plinom) moraju biti izrađeni od materijala koji ostaje stabilan u dodiru s UF_6 . Postrojenje za plinsku difuziju zahtijeva znatan broj tih sklopova, tako da količine mogu biti značajan pokazatelj krajnje uporabe.

5.3.1 Plinske difuzijske barijere

- (a) Posebno projektirani ili izrađeni tanki porozni filteri, veličine pora 100–1.000 Å (angstrema), debljine 5 mm (0,2 in) ili manje, te za cjevaste oblike, promjera 25 mm (1 in) ili manje, izrađeni od metalnih, polimernih ili keramičkih materijala otpornih na korozivno djelovanje UF_6 , i
- (b) Posebno pripremljene smjese ili prašci za izradu takvih filtera. Takve smjese i prašci uključuju nikal ili legure koje sadrže 60% ili više nikla, aluminijev oksid ili potpuno fluorirane polimere ugljikovodika otporne na UF_6 koji imaju čistoću 99,9% ili više, veličinu čestica manju od 10 μm i visoki stupanj jednolikosti veličine čestica, koje su posebno pripremljene za izradu plinskih difuzijskih barijera.

5.3.2 Kućišta difuzora

Posebno projektirane ili izrađene hermetički zatvorene cilindrične posude promjera većeg od 300 mm (12 in) i duže od 900 mm (35 in), ili pravokutne posude sličnih dimenzija, koje imaju jedan ulazni i dva izlazna priključka promjera većeg od 50 mm (2 in), za držanje plinskih difuzijskih barijera, izrađene od materijala otpornih na UF_6 ili obložene takvim materijalima, te projektirane za vodoravnu ili okomitu ugradnju.

5.3.3 Kompresori i plinska puhala

Posebno projektirani ili izrađeni aksijalni, centrifugalni ili nadtlačni kompresori ili plinska puhala, s kapacitetom usisa UF_6 od najmanje $1 m^3/min$, s tlakom ispuha do nekoliko stotina kPa (100 psi), projektirani za dugotrajan rad u UF_6 okruženju, sa ili bez elektromotora odgovarajuće snage, isto kao i zasebni sklopovi takvih kompresora i plinskih puhala. Ti kompresori i plinska puhala imaju omjer kompresije od 2:1 do 6:1, a izrađeni su od materijala otpornih na UF_6 ili obloženi takvim materijalima.

5.3.4 Brtve rotorskih osovina

Posebno projektirane ili izrađene vakuumske brtve, s priključcima za napajanje i ispuhivanje brtve, za brtvljenje spojne osovine rotora kompresora ili plinskog puhala s pogonskim motorom, tako da se osigura pouzdano brtvljenje protiv ucurivanja zraka u unutarnju komoru kompresora ili plinskog puhala napunjenog s UF_6 . Takve brtve obično su projektirane za količinu ucurivanja zaštitnog plina manju od $1000 cm^3/min$ (60 in^3/min).

5.3.5 Izmjenjivači topline za hlađenje UF_6

Posebno projektirani ili izrađeni izmjenjivači topline načinjeni od materijala otpornih na UF_6 (osim nehrđajućeg čelika) ili obloženi takvim materijalima ili bakrom, ili bilo kojom kombinacijom tih metala, te namijenjeni za veličinu promjene tlaka kod curenja manju od 10 Pa (0,0015 psi) na sat pri razlici tlakova od 100 kPa (15 psi).

5.4 *Posebno projektirani ili izrađeni pomoćni sustavi, oprema i komponente koji se koriste u plinskom difuzijskom obogaćivanju*

UVODNA NAPOMENA

Pomoćni sustavi, oprema i komponente u postrojenjima za plinsko difuzijsko obogaćivanje su sustavi potrebni za napajanje s UF₆ plinskoga difuzijskog sklopa, povezivanje pojedinačnih sklopova u kaskade (ili stupnjeve) koje omogućavaju postupno sve veće obogaćivanje, te za izdvajanje “proizvoda” i “ostatka” UF₆ iz difuzijskih kaskada. Zbog velikih inercijskih svojstava difuzijskih kaskada, bilo koji prekid u njihovom radu, a posebno zaustavljanje, ima ozbiljne posljedice. Zato je veoma važno u plinskom difuzijskom postrojenju strogo i trajno održavanje vakuuma u cijelom tehnološkom sustavu, automatska zaštita od nezgoda i precizno automatsko upravljanje strujom plina. Sve to stvara potrebu opremanja postrojenja velikim brojem posebnih mjernih, upravljačkih i kontrolnih sustava.

Obično se UF₆ isparava u cilindrima smještenim u autoklavima, te se pomoću kaskadnoga cjevovodnog kolektora u plinskom stanju dovodi do ulaznog mjesta. “Proizvod” i “ostaci” plinske struje UF₆ odvođe se pomoću kaskadnog cjevovodnog kolektora od izlaznih točaka do hladnih stupica ili do kompresorskih stanica gdje se plin UF₆ ukapljuje prije daljnjeg prijenosa u prikladne spremnike za prijevoz ili skladištenje. Budući da se postrojenje za plinsko difuzijsko obogaćivanje sastoji od velikog broja difuzijskih sklopova poredanih u kaskade, postoji mnogo kilometara kaskadnog cjevovodnog kolektora, povezanog tisućama zavara, sa znatnim brojem ponavljanja oblika. Oprema, komponente i cjevovodni sustavi su proizvedeni prema vrlo zahtjevnim standardima za vakuum i čistoću.

5.4.1 Sustavi za napajanje/sustavi za izdvajanje proizvoda i ostatka

Posebno projektirani ili izrađeni procesni sustavi za radne tlakove do 300 kPa (45 psi), koji uključuju:

Autoklave za napajanje (ili sustave) koji se koriste za dotok UF₆ prema plinskim difuzijskim kaskadama;

Desublimatore (ili hladne stupice) koji se koriste za izdvajanje UF₆ iz difuzijskih kaskada;

Stanice za ukapljivanje gdje se plin UF₆ iz kaskada stlačivanjem i hlađenjem prevodi u tekućinu UF₆,

Stanice za “proizvod” ili “ostatke” koje se koriste za prijenos UF₆ u spremnike.

5.4.2 Sustavi cjevovodnih kolektora

Posebno projektirani ili izrađeni sustavi cjevovoda i cjevovodnih kolektora za rukovanje s UF₆ u plinskim difuzijskim kaskadama. Ova mreža cjevovoda obično je s “dvostrukim” sustavom cjevovodnih kolektora tako da je svaka ćelija spojena sa svakim cjevovodnim kolektorom.

5.4.3 Vakuumski sustavi

(a) Posebno projektirani ili izrađeni veliki vakuumski višepriključni cjevovodni razvodnici, vakuumski cjevovodni kolektori i vakuumske pumpe usisnog kapaciteta jednakog ili većeg od 5m³/min (175 ft³/min);

(b) Vakuumske pumpe posebno projektirane za rad u atmosferi koja sadrži UF₆, izrađene od aluminija, nikla ili legura koje sadrže više od 60% nikla ili su obložene njima. Te pumpe mogu biti ili rotacijske ili nadtladne, mogu imati nadtladne i fluorouglične (teflonske) brtve te mogu imati posebni radni fluid.

5.4.4 Posebni ventili za zatvaranje i kontrolu

Posebno projektirani ili izrađeni ventili s mjehovima za ručno ili automatsko zatvaranje i kontrolu, izrađeni od materijala otpornih na UF_6 i promjera od 40 do 1500 mm (1,5 do 59 in) za ugradnju u glavnim i pomoćnim sustavima postrojenja za plinsko difuzijsko obogaćivanje.

5.4.5 UF_6 maseni spektrometri / ionski izvori

Posebno projektirani ili izrađeni magnetski ili kvadrupolni maseni spektrometri sposobni za "on-line" uzimanje uzoraka iz struja plina UF_6 kod napajanja, proizvoda ili preostalog materijala, a koji imaju sva sljedeća svojstva:

1. Jedinичno razlučivanje za jedinice atomske mase veće od 320,
2. Ionske izvore izrađene od ili obložene nikromom ili monelom, ili platirane niklom,
3. Izvore elektrona za ionizaciju,
4. Kolektorski sustav prikladan za analizu izotopa.

OBJAŠNJENJE

Gore nabrojeni elementi ili dolaze u izravan dodir s procesnim plinom UF_6 , ili izravno nadziru protok unutar kaskada. Sve površine koje dolaze u dodir s procesnim plinom, u potpunosti su izrađene od materijala otpornih na UF_6 ili obložene takvim materijalima. U vezi s točkama koje se odnose na elemente plinske difuzije materijali otporni na korozivno djelovanje UF_6 uključuju nehrđajući čelik, aluminij, aluminijske legure, aluminijev oksid, nikal ili legure koje sadrže 60% ili više nikla i potpuno fluorirane polimere ugljikovodika otporne na UF_6 .

5.5. *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi, oprema i komponente koji se koriste u postrojenjima za aerodinamičko obogaćivanje*

UVODNA NAPOMENA

U postupcima aerodinamičnog aerodinamičnog obogaćivanja smjesa plinovitog UF_6 i lakog plina (vodik ili helij) se stlači i zatim propušta kroz elemente za separaciju u kojima se odvajanje izotopa potpuno provodi jakim centrifugalnim silama duž zakrivljenih stijenci. Uspješno su razvijena dva postupka ovog tipa: postupak sa separacijskim mlaznicama i postupak s vrtložnim cijevima. Za oba postupka glavne komponente stupnja separacije uključuju cilindrično kućište posuda posebnih elemenata za odvajanje (mlaznice ili vrtložne cijevi), plinske kompresore i izmjenjivače topline za uklanjanje topline stlačivanja. Jedno aerodinamičko postrojenje zahtijeva veći broj tih stupnjeva tako da količine mogu biti značajan pokazatelj krajnje uporabe. Budući da aerodinamički postupci koriste UF_6 , sva oprema, cjevovodi i površine instrumentacije (koji dolaze u dodir s plinom) moraju biti izrađeni od materijala koji ostaje stabilan u dodiru s UF_6 .

OBJAŠNJENJE

Elementi nabrojeni u ovoj točki ili dolaze u izravan dodir s procesnim plinom UF_6 ili izravno kontroliraju protok unutar kaskada. Sve površine koje dolaze u dodir s procesnim plinom u potpunosti su izrađene od materijala otpornih na UF_6 ili zaštićene takvim materijalima. U vezi s točkom koja se odnosi na elemente aerodinamičkog obogaćivanja, materijali otporni na korozivno djelovanje UF_6 uključuju bakar, nehrđajući čelik, aluminij, aluminijske legure, nikal ili legure koje sadrže 60% ili više nikla i potpuno fluorirane polimere ugljikovodika otpornih na UF_6 .

5.5.1 Mlaznice za separaciju

Posebno projektirane ili izrađene mlaznice za separaciju i njihovi sklopovi. Mlaznice za separaciju oblikovane su kao zakrivljeni kanali s uskom pukotinom, polumjera zakrivljenosti manjeg od 1 mm (najčešće 0,1–0,5 mm), otporne su na korozivno djelovanje UF_6 i imaju oštricu unutar mlaznice koja razdvaja struju plina što teče kroz mlaznicu u dvije frakcije.

5.5.2 Vrtložne cijevi

Posebno projektirane ili izrađene vrtložne cijevi i njihovi sklopovi. Vrtložne cijevi cilindrične su ili konusne, izrađene ili zaštićene materijalima otpornim na korozivno djelovanje UF₆, imaju promjer od 0,5 cm do 4 cm, a omjer duljine i promjera do 20:1 te s jednim ili više tangencijskih ulaza. Cijevi mogu biti opremljene na jednom ili na oba kraja s dodacima za priključak tipa mlaznice.

OBJAŠNJENJE

Plin ulazi u vrtložne cijevi tangencijalno na jednom kraju, ili kroz vrtložne lopatice, ili na brojnim mjestima tangencijalno uzduž oboda cijevi.

5.5.3 Kompresori i plinska puhala

Posebno projektirani ili izrađeni aksijalni, centrifugalni ili nadtladni kompresori ili plinska puhala izrađeni od materijala otpornih na korozivno djelovanje UF₆ ili zaštićeni takvim materijalima, s usisnim kapacitetom od najmanje 2 m³/min za smjesu UF₆/noseći plin (vodik ili helij).

OBJAŠNJENJE

Ti kompresori i plinska puhala najčešće imaju omjer kompresije od 1,2:1 do 6:1.

5.5.4 Brtve rotorskih osovina

Posebno projektirani ili izrađene brtve rotorskih osovina, s priključcima za napajanje i ispuhivanje brtve, za brtvljenje spojne osovine rotora kompresora ili plinskog puhala s pogonskim motorom, tako da se osigura pouzdano brtvljenje protiv iscurivanja procesnog plina ili ucurivanja zraka ili brtvenog plina u unutarnju komoru kompresora ili plinskog puhala napunjenog sa smjesom UF₆/noseći plin.

5.5.5 Izmjenjivači topline za hlađenje plina

Posebno projektirani ili izrađeni izmjenjivači topline načinjeni od materijala otpornih na korozivno djelovanje UF₆ ili zaštićeni takvim materijalima.

5.5.6 Kućišta elemenata za separaciju

Posebno projektirana ili izrađena kućišta elemenata za separaciju načinjena od materijala otpornih na UF₆ ili zaštićena takvim materijalima, za držanje vrtložnih cijevi ili mlaznica za separaciju.

OBJAŠNJENJE

Ta kućišta mogu biti cilindrične posude promjera većeg od 300 mm i dulje od 900 mm, ili mogu biti pravokutne posude sličnih dimenzija, projektirane za vodoravnu ili okomitu ugradnju.

5.5.7 Sustavi za napajanje/sustavi za izdvajanje proizvoda i ostatka

Posebno projektirani ili izrađeni procesni sustavi ili oprema u postrojenjima za obogaćivanje izrađeni od materijala otpornih na korozivno djelovanje UF₆ ili zaštićeni takvim materijalima, koji uključuju:

- (a) Autoklave za napajanje, peći ili sustave koji se koriste za dotok UF₆ u proces obogaćivanja,
- (b) Desublimatore (ili hladne stupice) koji se koriste za izdvajanje UF₆ iz procesa obogaćivanja zbog prijenosa nakon zagrijavanja,
- (c) Stanice za skrućivanje ili ukapljivanje koje se koriste za izdvajanje UF₆ iz procesa obogaćivanja stlačivanjem i pretvaranjem UF₆ u tekući ili čvrsti oblik,
- (d) Stanice za "proizvod" ili "ostatke" koje se koriste za prijenos UF₆ u spremnike.

5.5.8 Sustavi cjevovodnih kolektora

Posebno projektirani ili izrađeni sustavi cjevovodnih kolektora, izrađeni od materijala otpornih na korozivno djelovanje UF₆ ili zaštićeni takvim materijalima, za rukovanje s UF₆ unutar aerodinamičkih kaskada. Ova mreža cjevovoda obično je projektirana kao dvostruki cjevovodni kolektor tako da je svaki stupanj ili grupa stupnjeva povezana sa svakim kolektorom.

5.5.9 Vakuumski sustavi i pumpe

- (a) Posebno projektirani ili izrađeni vakuumski sustavi usisnog kapaciteta jednakog ili većeg od 5 m³/min, koji se sastoje od vakuumskih višeprikjučnih cjevovodnih razvodnika, vakuumskih kolektora i vakuumskih pumpi, te projektiranih za rad u atmosferi koja sadrži UF₆,
- (b) Vakuumske pumpe posebno projektirane ili izrađene za rad u atmosferi koja sadrži UF₆, izrađene od materijala otpornih na korozivno djelovanje UF₆ ili zaštićene takvim materijalima. Te pumpe imaju brtve iz fluorouglijika i mogu se koristiti za posebne radne fluide.

5.5.10 Posebni ventili za zatvaranje i kontrolu

Posebno projektirani ili izrađeni ventili s mjevovima za ručno ili automatsko zatvaranje ili kontrolu, izrađeni od materijala otpornih na korozivno djelovanje UF₆ ili zaštićeni takvim materijalima, s promjerom od 40 do 1.500 mm za ugradnju u glavnim i pomoćnim sustavima postrojenja za aerodinamičko obogaćivanje.

5.5.11 UF₆ maseni spektrometri/ioniski izvori

Posebno projektirani ili izrađeni magnetski ili kvadrupolni maseni spektrometri sposobni za "on-line" uzimanje uzoraka kod napajanja, "proizvoda" ili "ostataka" iz struja plina UF₆, a koji imaju sva sljedeća svojstva:

1. Jedinično razlučivanje za jedinice atomske mase veće od 320,
2. Ionske izvore izrađene od ili obložene nikromom ili monelom, ili platirane niklom,
3. Izvore elektrona za ionizaciju,
4. Kolektorski sustav prikladan za analizu izotopa.

5.5.12 Sustavi za odvajanje UF₆/noseći plin

Posebno projektirani ili izrađeni procesni sustavi za odvajanje UF₆ od nosećeg plina (vodik ili helij).

OBJAŠNJENJE

Ti sustavi projektirani su za smanjenje sadržaja UF₆ u nosećem plinu na 1 ppm ili manje te mogu uključivati opremu kao što su:

- (a) Kriogeni (niskotemperaturni) izmjenjivači topline i krioseparatori sposobni za temperature jednake ili niže od -120⁰C, ili
- (b) Kriogene jedinice za hlađenje sposobne za temperature jednake ili niže od -120⁰C, ili
- (c) Jedinice s mlaznicama za odvajanje ili vrtložnim cijevima za odvajanje UF₆ od nosećeg plina, ili
- (d) Hladne stupice za UF₆ sposobne za temperature jednake ili niže od -20⁰C.

5.6. *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi, oprema i komponente koji se koriste u postrojenjima za obogaćivanje kemijskom ili ionskom izmjenom*

UVODNA NAPOMENA

Neznatna razlika u masi između izotopa uranija uzrokuje male promjene u ravnoteži kemijskih reakcija koje mogu biti korištene kao osnova za separaciju izotopa. Dva su procesa uspješno razvijena: kemijska izmjena tekuće-tekuće i ionska izmjena kruto-tekuće.

U procesu kemijske izmjene tekuće-tekuće, tekuće faze koje se ne miješaju (vodena i organska), protustrujno su usmjerene tako da daju kaskadni učinak tisuća stupnjeva separacije. Vodena faza sastoji se od uranijevog klorida u otopini klorovodične kiseline; organska faza sastoji se od ekstraktanta koji sadrži uranijev klorid u organskom otapalu. Kontaktori uključeni u separacijske kaskade mogu biti kolone za izmjenu tekuće-tekuće (kao pulsirajuće kolone sa sitastim pločama) ili tekući centrifugalni kontaktori. Kemijska pretvaranja (oksidacija i redukcija) potrebna su na oba kraja separacijske kaskade tako da se na svakom kraju ostvare zahtjevi povratnog toka. Glavni je zadatak projekta izbjeći kontaminaciju procesnih struja s određenim metalnim ionima. U tu svrhu koriste se plastične, plastikom obložene (uključujući korištenje fluorougličnih polimera) i/ili staklom obložene kolone i cjevovodi.

U procesu ionske izmjene kruto-tekuće obogaćivanje se provodi adsorpcijom/desorpcijom uranija u posebnoj, vrlo brzo djelujućoj, smoli za ionsku izmjenu ili adsorbentu. Otopina uranija u klorovodičnoj kiselini i drugim kemijskim sredstvima propušta se kroz cilindrične kolone za obogaćivanje koje sadrže punjene osnove adsorbenta. Za trajni postupak potreban je sustav povratnog toka za oslobađanje uranija iz adsorbenta natrag u tekući tok tako da se mogu skupiti "proizvod" i "ostaci". To se provodi korištenjem pogodnih kemijskih sredstava za redukciju/oksidaciju koja se potpuno obnavljaju u odvojenim vanjskim krugovima i koja mogu biti djelomično obnovljena unutar samih kolona za separaciju izotopa. Prisutnost vrućih koncentriranih otopina klorovodične kiseline u procesu zahtijeva opremu izrađenu od materijala otpornih na koroziju ili zaštićenu takvim materijalima.

5.6.1 Kolone za izmjenu tekuće-tekuće (kemijska izmjena)

Kolone za izmjenu tekuće-tekuće protustrujnog smjera koje imaju ulaznu mehaničku snagu (tj. pulsirajuće kolone sa sitastim pločama, stapne pločaste kolone i kolone s unutarnjim turbinskim mješalicama), posebno projektirane ili izrađene za obogaćivanje uranija postupkom kemijske izmjene. Zbog otpornosti na korozivno djelovanje koncentrirane otopine klorovodične kiseline te kolone i njihova unutrašnjost izrađeni su od prikladnih plastičnih materijala (takvih kao fluorouglični polimeri) ili zaštićeni njima ili obloženi staklom. Projektom je predviđeno kratko rezidentno vrijeme stupnja kolona (do 30 sekundi).

5.6.2 Centrifugalni kontaktori tekuće-tekuće (kemijska izmjena)

Centrifugalni kontaktori tekuće-tekuće posebno projektirani ili izrađeni za obogaćivanje uranija postupkom kemijske izmjene. Takvi kontaktori koriste rotaciju za raspršivanje organskih i vodenih struja, a zatim centrifugalnu silu za odvajanje faza. Zbog otpornosti na korozivno djelovanje koncentrirane otopine klorovodične kiseline kontaktori su izrađeni od prikladnih plastičnih materijala (takvih kao fluorouglični polimeri) ili su obloženi njima ili staklom. Projektom je predviđeno kratko rezidentno vrijeme stupnja centrifugalnih kontakora (do 30 sekundi).

5.6.3 Sustavi oprema za redukciju uranija (kemijska izmjena)

(a) Posebno projektirane ili izrađene redukcijske komore za elektrokemijsku redukciju pretvaranja uranija iz stanja jedne valencije u drugo pri obogaćivanju uranija postupkom kemijske izmjene. Materijali komora, u dodiru s procesnom otopinom, moraju biti otporni na korozivno djelovanje koncentriranih otopina klorovodične kiseline.

OBJAŠNJENJE

Katodni odjeljak komore mora biti projektiran tako da spriječi ponovnu oksidaciju uranija

u njegova viševalentna stanja. Da bi se uranij zadržao u katodnom odjeljku, komora može imati nepropusnu membransku dijafragmu izrađenu od posebnih materijala kationskih izmjenjivača. Katoda se sastoji od prikladnih čvrstih vodiča takvih kao grafit.

(b) Posebno projektirani ili izrađeni sustavi na proizvodnom kraju kaskade za izdvajanje U^{4+} iz organske struje, prilagođavanje koncentracije kiseline i napajanje elektrokemijskih redukcijских komora.

OBJAŠNJENJE

Ti se sustavi sastoje od opreme za ekstrakciju otapala i izdvajanje U^{4+} iz organske struje u vodenu otopinu, za isparavanje i/ili druge opreme za podešavanje i kontrolu pH otopine, te pumpi ili drugih transportnih uređaja zbog napajanja komora za elektrokemijsku redukciju. Glavni je zadatak projekta izbjeći kontaminaciju vodene struje određenim metalnim ionima. Zbog takvih dijelova koji dolaze u dodir s procesnom strujom, u sustav je ugrađena oprema izrađena od odgovarajućih materijala ili zaštićena takvim materijalima (kao staklo, fluorouglični polimeri, polifenil sulfat, polieter sulfon i smolom impregnirani grafit).

5.6.4 Sustavi za pripremu materijala za napajanje (kemijska izmjena)

Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za proizvodnju otopina uranijevog klorida visoke čistoće za napajanje postrojenja za separaciju izotopa uranija kemijskom izmjenom.

OBJAŠNJENJE

Ti se sustavi sastoje od opreme za otapanje, ekstrakciju otapala i/ili ionsku izmjenu zbog pročišćavanja i od elektrolitičkih komora za redukciju uranija U^{6+} ili U^{4+} u U^{3+} . Ti sustavi proizvode otopinu uranijevog klorida koja ima samo nekoliko ppm-a metalnih nečistoća takvih kao krom, željezo, vanadij, molibden i drugih dvovalentnih ili viših viševalentnih kationa. Konstrukcijski materijali za dijelove sustava za obradu U^{3+} visoke čistoće su staklo, fluorouglični polimeri, polifenil sulfat, polieter sulfon obložen plastikom i smolom impregnirani grafit.

5.6.5 Sustavi za oksidaciju uranija (kemijska izmjena)

Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za oksidaciju U^{3+} u U^{4+} zbog povratka u kaskadu za separaciju izotopa uranija u postupku obogaćivanja kemijskom izmjenom.

OBJAŠNJENJE

Ti sustavi mogu uključivati opremu kao što je:

- (a) Oprema za vezanje klora i kisika s vodenim izljevom iz opreme za odvajanje izotopa i ekstrakciju izlaznog U^{4+} u odstranjenu organsku struju koja se vraća iz proizvodnog kraja kaskade,
- (b) Oprema koja odvaja vodu od klorovodične kiseline tako da se voda i koncentrirana klorovodična kiselina mogu ponovno koristiti u procesu na prikladnim mjestima.

5.6.6 Brzo reagirajuće ionsko-izmjenjivačke smole/adsorbenti (ionska izmjena)

Brzo reagirajuće ionsko-izmjenjivačke smole ili adsorbenti posebno projektirani ili izrađeni za obogaćivanje uranija postupkom ionske izmjene, uključujući porozne makromrežaste smole i/ili opnaste strukture u kojima su aktivne grupe za kemijsku izmjenu ograničene na površinski sloj neaktivne porozne potporne strukture i druge složene strukture u bilo kojem odgovarajućem obliku, uključujući čestice ili vlakna. Te smole za ionsku izmjenu/adsorbenti imaju promjer do 0,2 mm i moraju biti kemijski otporne na koncentrirane otopine klorovodične kiseline te biti fizički dovoljno čvrste da se ne smanje u izmjenjivačkim kolonama. Smole/adsorbenti posebno su projektirane da se postignu vrlo brze kinetike izmjene izotopa uranija (poluvrijeme brzine izmjene manje od 10 sekundi) i sposobne su za rad na temperaturama u rasponu od 100 do 200°C.

5.6.7 Kolone za ionsku izmjenu (ionska izmjena)

Cilindrične kolone veće od 1000 mm u promjeru za držanje i podupiranje nosača ispunjenih smolom za ionsku izmjenu smola/adsorbent, posebno projektirane ili izrađene za obogaćivanje uranija postupkom ionske izmjene. Te su kolone izrađene od materijala otpornih na korozivno djelovanje koncentrirane otopine klorovodične kiseline ili zaštićene takvim materijalima (kao titan ili fluorouglične plastike) i sposobne za rad na temperaturama u rasponu od 100 do 200°C i tlakovima iznad 0,7 Mpa (102 psi).

5.6.8 Sustavi ionske izmjene povratnog toka (ionska izmjena)

- (a) Posebno projektirani ili izrađeni kemijski ili elektrokemijski redukcijski sustavi za obnavljanje kemijskih redukcijskih sredstava koja se koriste u kaskadama za obogaćivanje uranija ionskom izmjenom,
- (b) Posebno projektirani ili izrađeni kemijski elektrokemijski oksidacijski sustavi za obnavljanje kemijskih oksidacijskih sredstava koja se koriste u kaskadama za obogaćivanje uranija ionskom izmjenom.

OBJAŠNJENJE

Proces obogaćivanja ionskom izmjenom može koristiti na primjer trovalentni titan (Ti^{3+}) kao redukcijski kation u kojem će slučaju redukcijski sustav obnoviti Ti^{3+} redukcijom Ti^{4+} .

U procesu se može koristiti na primjer trovalentno željezo (Fe^{3+}) kao oksidant u kojem će slučaju oksidacijski sustav obnoviti Fe^{3+} oksidacijom Fe^{2+} .

5.7. Posebno projektirani ili izrađeni sustavi, oprema i komponente koji se koriste u postrojenjima za lasersko obogaćivanje

UVODNA NAPOMENA

Sadašnji sustavi za postupak obogaćivanja korištenjem lasera, dijele se u dvije kategorije: one u kojima su procesni medij pare atomarnog uranija i one u kojima su procesni medij pare uranijevih spojeva. Uobičajeno nazivlje za takve postupke je: prva kategorija – lasersko odvajanje izotopa u atomskim parama (AVLIS ili SILVA); druga kategorija – molekularno lasersko odvajanje izotopa (MLIS ili MOLIS) i kemijska reakcija pomoću selektivne laserske aktivacije izotopa (CRISLA). Sustavi, oprema i komponente obuhvaćeni u postrojenjima za lasersko obogaćivanje su: (a) Uređaji za napajanje parom metala uranija (za selektivnu fotoionizaciju) ili uređaji za napajanje parom uranijevih spojeva (za fotodisocijaciju ili kemijsku aktivaciju), (b) Uređaji za prikupljanje obogaćenog i osiromašenog uranija, kao "proizvod" i "ostaci" u prvoj kategoriji, te uređaji za prikupljanje razdvojenih ili izreagiranih spojeva, kao "proizvod" i nepromijenjenih materijala kao "ostaci" u drugoj kategoriji, (c) Sustavi za laserski postupak za selektivnu pobudu izotopa uranija -235, i (d) Oprema za pripremu napajanja i pretvaranje proizvoda. Složenost spektroskopije atoma uranija i njegovih spojeva može zahtijevati korištenje bilo koje od brojnih raspoloživih laserskih tehnologija.

OBJAŠNJENJE

Mnogi elementi nabrojeni u ovoj točki dolaze u izravan dodir s parama ili tekućinom metala uranija ili s procesnim plinom koji se sastoji od UF_6 ili smjese UF_6 i drugih plinova. Sve površine koje dolaze u dodir s uranijem ili UF_6 u potpunosti su izrađene od materijala otpornih na koroziju ili zaštićene takvim materijalima. U vezi s točkom koja se odnosi na elemente laserskog obogaćivanja, materijali otporni na korozivno djelovanje para ili tekućine metala uranija ili uranijevih legura uključuju itrijem obloženi grafit i tantal; materijali otporni na korozivno djelovanje UF_6 uključuju bakar, nehrđajući čelik, aluminij, aluminijske legure, nikal ili legure koje sadrže 60% ili više nikla i potpuno fluorirane polimere ugljikovodika otporne na UF_6 .

5.7.1 Sustavi za isparavanje uranija (AVLIS)

Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za isparavanje uranija koji sadrže skenirajuće elektronske topove velikih snaga kod kojih je snaga predana meti veća od $2,5 \text{ kW/cm}^2$.

5.7.2 Sustavi za rukovanje tekućim uranijem (AVLIS)

Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za rukovanje tekućim metalom za rastaljeni uranij ili uranijeve legure, koji se sastoje od lonaca za taljenje i opreme za hlađenje tih lonaca.

OBJAŠNJENJE

Lonci za taljenje i drugi dijelovi toga sustava, koji dolaze u dodir s rastaljenim uranijem ili uranijevim legurama, izrađeni su od materijala odgovarajuće otpornosti na koroziju i toplinu ili su zaštićeni takvim materijalima. Prikladni materijali su tantal, itrijem obloženi grafit, grafit obložen drugim oksidima rijetkih zemalja ili njihovom mješavinom.

5.7.3 Kolektorski sklopovi za "proizvod" metal uranij i "ostatke" (AVLIS)

Posebno projektirani ili izrađeni sklopovi kolektora za "proizvod" metal uranij u tekućem ili krutom obliku i "ostatke"

OBJAŠNJENJE

Komponente za te sklopove izrađene su od materijala otpornih na toplinu i korozivno djelovanje plinovitog ili tekućeg metala uranija (takvih kao itrijem obložen grafit ili tantal) ili zaštićene takvim materijalima i mogu uključivati cijevi, ventile, armature, žljebove, provodnike, izmjenjivače topline, kolektorske ploče za magnetske, elektrostatičke ili druge metode separacije.

5.7.4 Kućišta modula separatora (AVLIS)

Posebno projektirane ili izrađene cilindrične ili pravokutne posude za držanje izvora para metala uranija, elektornskog topa i kolektora "proizvoda" i "ostataka".

OBJAŠNJENJE

Ova kućišta imaju mnoštvo otvora za električne i vodene provodnike, prozore za laserski snop, priključke za vakuumsku pumpu i dijagnostičku instrumentaciju te nadzor. Imaju mogućnost otvaranja i zatvaranja radi čišćenja unutarnjih komponenata.

5.7.5 Nadzvučne ekspanzijske mlaznice (MLIS)

Posebno projektirane ili izrađene nadzvučne ekspanzijske mlaznice za hlađenje mješavina UF_6 i nosećeg plina do 150 K, koje su otporne na korozivno djelovanje UF_6 .

5.7.6 Kolektori proizvoda uranijevog pentafluorida (MLIS)

Posebno projektirani ili izrađeni skupljači proizvoda krutoga uranijevog pentafluorida (UF_5) koji se sastoje of filterskih, udarnih ili ciklonskih kolektora, ili njihove kombinacije, a koji su otporni na korozivno djelovanje UF_5/UF_6 .

5.7.7 Kompresori za UF_6 /noseći plin (MLIS)

Posebno projektirani ili izrađeni kompresori za smjese UF_6 /noseći plin projektirani za dugotrajan rad u okolišu s UF_6 . Komponente tih kompresora, koje dolaze u dodir s procesnim plinom, izrađene su od materijala otpornih na djelovanje UF_6 ili zaštićene takvim materijalima.

5.7.8 Brtve rotorskih osovina (MLIS)

Posebno projektirane ili izrađene brtve rotorskih osovina, s priključcima za napajanje i ispuhivanje brtvi, za brtvljenje spojnih osovina rotora kompresora ili plinskog puhala s pogonskim motorom, tako da se osigura pouzdano brtvljenje protiv iscurivanja procesnog plina ili ucurivanja zraka ili brtvenog plina u unutarnjem komoru kompresora ili plinskog puhala koja je napunjena smjesom UF_6 /noseći plin.

5.7.9 Sustavi za fluoriranje (MLIS)

Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za fluoriranje UF₅ (krutina) u UF₆ (plin).

OBJAŠNJENJE

Ti su sustavi projektirani za fluoriranje prikupljenog praška UF₅ u UF₆ te za kasnije skupljanje u spremnike proizvoda ili za prijenos materijala za napajanje MLIS jedinica radi dodatnog obogaćivanja. Prema jednom pristupu reakcija fluoriranja može biti izvedena unutar sustava za separaciju izotopa radi reakcije i povrata izravno s kolektora "proizvoda". Prema drugom pristupu, prah UF₅ se odstranjuje/prenosi s kolektora "proizvoda" u prikladnu posudu za reakciju (na primjer reaktor s fluidiziranim slojem, spiralni reaktor ili plameni toranj) zbog fluoriranja. U oba pristupa koristi se oprema za skladištenje i prijenos fluora (ili drugih prikladnih sredstava za fluoriranje) te za prikupljanje i prijenos UF₆.

5.7.10 UF₆ maseni spektrometri /ionski izvori (MLIS)

Posebno projektirani ili izrađeni magnetski ili kvadrupolni maseni spektrometri sposobni za "on-line" uzimanje uzoraka kod napajanja, "proizvoda" ili "ostatka", iz struja plina UF₆, a koji imaju sva sljedeća svojstva:

1. Jedinično razlučivanje za jedinice atomske mase veće od 320,
2. Ionske izvore izrađene od ili obložene nikromom ili monelom, ili platirane niklom,
3. Izvore elektrona za ionizaciju,
4. Kolektorski sustav prikladan za analizu izotopa.

5.7.11 Sustavi za napajanje/sustavi za izdvajanje proizvoda i ostatka (MLIS)

Posebno projektirani ili izrađeni procesni sustavi ili oprema u postrojenjima za obogaćivanje izrađeni od materijala otpornih na korozivno djelovanje UF₆, ili zaštićeni takvim materijalima, koji uključuju:

- (a) Autoklave za napajanje, peći ili sustave koji se koriste za dotok UF₆ u proces obogaćivanja,
- (b) Desublimatore (ili hladne stupice) koji se koriste za izdvajanje UF₆ iz procesa obogaćivanja zbog prijenosa nakon zagrijavanja,
- (c) Stanice za skrućivanje ili ukapljivanje koje se koriste za izdvajanje UF₆ iz procesa obogaćivanja stlačivanjem i pretvaranjem UF₆ u tekući ili čvrsti oblik,
- (d) Stanice za "proizvod" ili "ostatke" koje se koriste za prijenos UF₆ u spremnike.

5.7.12 Sustavi za odvajanje UF₆/noseći plin (MLIS)

Posebno projektirani ili izrađeni procesni sustavi za odvajanje UF₆ od nosećeg plina. Noseći plin može biti dušik, argon ili neki drugi plin.

OBJAŠNJENJE

Ti sustavi mogu uključivati opremu kao što su:

- (a) Kriogeni (niskotemperaturni) izmjenjivači topline i krioseparatori sposobni za temperature jednake ili niže od -120⁰C, ili
- (b) Kriogene jedinice za hlađenje sposobne za temperature jednake ili niže od -120⁰C, ili
- (c) Hladne stupice za UF₆ sposobne za temperature jednake ili niže od -20⁰C.

5.7.13 Laserski sustavi (AVLIS, MLIS i CRISLA)

Laseri ili laserski sustavi posebno projektirani ili izrađeni za odvajanje izotopa uranija.

OBJAŠNJENJE

Sustav lasera za postupak AVLIS uobičajeno se sastoji od dva lasera: lasera s bakrenim parama i obojenog lasera. Laserski sustav za MLIS obično se sastoji od CO₂ eksimerskog lasera i višeprolazne optičke komore s rotirajućim zrcalima na oba kraja. Laseri i laserski sustavi za oba postupka zahtijevaju stabilizator frekvencijskog spektra za rad tokom produljenoga vremenskog perioda.

5.8 *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi, oprema i komponente koji se koriste u postrojenjima za obogaćivanje separacijom izotopa iz plazme*

OBJAŠNJENJE

U procesu separacije izotopa iz plazme, ionska plazma uranija prolazi kroz električno polje podešeno na rezonantnu frekvenciju iona U-235 tako da u prvom redu oni apsorbiraju energiju i povećavaju promjer svojih spiralnih putanja. Ioni s velikim promjerom putanje ulovljeni su zbog stvaranja proizvoda obogaćenog s U-235. Plazma, dobivena ionizacijom uranijevih para, drži se u vakuumskoj komori s jakim magnetskim poljem proizvedenim pomoću supravodljivog magneta. Glavni tehnološki sustavi u procesu uključuju sustav za stvaranje uranijeve plazme, modul za separaciju sa supravodljivim magnetom i sustave za odstranjivanje metala radi prikupljanja "proizvoda" i "ostataka".

5.8.1 Mikrovalni izvori snage i antene

Posebno projektirani ili izrađeni mikrovalni izvori snage i antene za proizvodnju ili ubrzavanje iona koji imaju sljedeća svojstva: frekvenciju veću od 30 GHz i srednju izlaznu snagu veću od 50 kW za proizvodnju iona.

5.8.2 Električne zavojnice za uzbuđu iona

Posebno projektirane ili izrađene radiofrekvencijske električne zavojnice za uzbuđu iona, frekvencija većih od 100 kHz, te za korištenje pri srednjoj snazi većoj od 40 kW.

5.8.3 Sustavi za stvaranje uranijeve plazme

Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za stvaranje plazme uranija koji sadrže skenirajuće elektronske topove velikih snaga kod kojih je snaga predana meti veća od 2,5 kW/cm².

5.8.4 Sustavi za rukovanje s tekućim metalom uranija

Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za rukovanje s tekućim metalom uranija za rastaljeni uranij ili legure uranija, koji se sastoje od lonaca za taljenje i opreme za hlađenje lonaca.

OBJAŠNJENJE

Lonci za taljenje i drugi dijelovi tog sustava, koji dolaze u dodir s rastaljenim uranijem ili uranijevim legurama, izrađeni su od materijala odgovarajuće otpornosti na koroziju i toplinu ili su zaštićeni takvim materijalima. Prikladni materijali su tantal, itrijem obložen grafit, grafit obložen oksidima drugih rijetkih zemalja ili njihovom mješavinom.

5.8.5 Kolektorski sklopovi za "proizvod" metal uranij i "ostatke"

Posebno projektirani ili izrađeni sklopovi za prikupljanje "proizvoda" i "ostataka" uranija u krutom obliku. Ti kolektorski sklopovi izrađeni su od materijala otpornih na toplinu i korozivno djelovanje para metala uranija, takvih kao itrijem obložen grafit ili tantal, ili su zaštićeni takvim materijalima.

5.8.6 Kućišta modula separatora

Cilindrične posude, posebno projektirane ili izrađene za korištenje u postrojenjima za obogaćivanje separacijom iz plazme, za držanje izvora uranijeve plazme, električnih zavojnica za pobudu radiofrekvencije i kolektora "proizvoda" i "ostataka".

OBJAŠNJENJE

Ova kućišta imaju mnoštvo otvora za električne provodnike, priključke za difuzijsku pumpu i dijagnostičku instrumentaciju te nadzor. Imaju mogućnost otvaranja i zatvaranja radi čišćenja unutarnjih komponenata i izrađena su od odgovarajućih nemagnetskih materijala takvih kao nehrđajući čelik.

5.9 *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi, oprema ili komponente koji se koriste u postrojenjima za elektromagnetsko obogaćivanje*

UVODNA NAPOMENA

U procesu elektromagnetskog obogaćivanja, ioni metala uranija dobiveni ionizacijom materijala za napajanje uranijeve soli (najčešće UCl_4), ubrzani su i propušteni kroz magnetsko polje što uzrokuje da ioni različitih izotopa imaju različite putanje. Glavne komponente elektromagnetskog separatora izotopa uključuju: magnetsko polje za skretanje snopa iona zbog separacije izotopa, izvor iona sa sustavom za ubrzavanje i sustav za prikupljanje odvojenih iona. Pomoćni sustavi procesa uključuju sustav energetskog napajanja magneta, visokonaponski sustav napajanja ionskog izvora, vakuumski sustav i sveobuhvatne sustave za rukovanje s kemikalijama zbog obnavljanja proizvoda i čišćenja/recikliranja komponenata.

5.9.1 Elektromagnetski separatori izotopa

Elektromagnetski separatori izotopa posebno projektirani ili izrađeni za odvajanje izotopa uranija, te njihova oprema i komponente su:

(a) Ionski izvori

Posebno projektirani ili izrađeni pojedinačni ili višestruki izvori iona uranija koji se sastoje od izvora pare, ionizatora i ubrzivača snopa, izrađeni od odgovarajućih materijala takvih kao grafit, nehrđajući čelik ili bakar, za ostvarenje ukupne struje snopa od najmanje 50 mA;

(b) Kolektori iona

Kolektorske ploče koje se sastoje od dva ili više proreza i vreća, posebno projektirane ili izrađene za prikupljanje obogaćenih i osiromašenih snopova iona uranija te izrađene od prikladnih materijala kao grafit ili nehrđajući čelik;

(c) Vakuumska kućišta

Posebno projektirana ili izrađena vakuumska kućišta za elektromagnetske separatore uranija, izrađena od prikladnih nemagnetskih materijala takvih kao nehrđajući čelik i projektirana za rad pod tlakom od 0,1 Pa ili nižim.

OBJAŠNJENJE

Kućišta su posebno projektirana za držanje ionskih izvora, kolektorskih ploča i vodom hlađenih obloga, te imaju predviđene priključke za difuzijsku pumpu, kao i otvore i poklopce radi uklanjanja i ponovne ugradnje tih komponenata.

(d) Magnetni polni dijelovi

Posebno projektirani ili izrađeni magnetni polni dijelovi promjera većeg od 2 metra, koji se koriste za održavanje stalnoga magnetskog polja unutar elektromagnetskog separatora izotopa i za prijenos magnetskog polja između spojenih separatora.

5.9.2 Visokonaponsko energetsko napajanje

Posebno projektirano ili izrađeno visokonaponsko energetsko napajanje ionskih izvora koje ima sva sljedeća svojstva: mogućnost neprekidnog rada, izlazni napon od najma-

nje 20.000 V, izlaznu struju od najmanje 1A i stabilizaciju napona bolju od 0,01% tijekom razdoblja od 8 sati.

5.9.3 Energetsko napajanje magneta

Posebno projektirano ili izrađeno energetsko napajanje magneta istosmjernom strujom velike snage koje ima sva sljedeća svojstva: sposobnost neprekidne proizvodnje električne energije jakosti od najmanje 500 A, pri naponu od najmanje 100 V uz stabilizaciju struje ili napona bolju od 0,01% tijekom razdoblja od 8 sati.

6. Postrojenja za proizvodnju teške vode, deuterija i deuterijevih spojeva i oprema posebno projektirana ili izrađena u tu svrhu

UVODNA NAPOMENA

Teška voda može se proizvesti različitim procesima. Međutim, za dva procesa je dokazano da su komercijalno isplativa, proces izmjene voda-vodikov sulfid (GS proces) i proces izmjene amonijak-vodik.

GS proces temelji se na izmjeni vodika i deuterija između vode i vodikovog sulfida preko niza tornjeva koji rade u procesu s hladnom sekcijom na vrhu i vrućom sekcijom na dnu tornja. Voda teče niz toranj, dok plinoviti vodikov sulfid struji od dna prema vrhu tornja. Niz rupičastih ploča koristi se za pospješivanje izmješavanja plina i vode. Deuterij ulazi u vodu na niskim temperaturama, a u vodikov sulfid na visokim temperaturama. Plin ili voda, obogaćeni deuterijem, odvode se iz prvog stupnja tornja na spoju vruće i hladne sekcije tako da se postupak ponavlja u sljedećem stupnju tornjeva. Proizvod zadnjeg stupnja, voda obogaćena deuterijem do 30%, šalje se u destilacijsku jedinicu za proizvodnju teške vode reaktorske kakvoće, tj. 99.75% deuterijevog oksida.

Proces izmjene amonijak-vodik može izdvojiti deuterij iz plina za sintezu kontaktom s tekućim amonijakom u prisutnosti katalizatora. Plin za sintezu dovodi se u izmjenjivačke tornjeve i u pretvarač amonijaka. Unutar tornjeva plin struji od dna prema vrhu, dok tekući amonijak teče od vrha prema dnu. Deuterij se odvaja od vodika u plinu za sintezu i koncentrira u amonijaku. Amonijak zatim teče u "drobilicu" amonijaka na dnu tornja, dok plin struji u pretvarač amonijaka na vrhu. Daljnje obogaćivanje odvija se u sljedećim stupnjevima i teška se voda reaktorske kakvoće proizvodi konačnom destilacijom. Napajanje plinom za sintezu može se osigurati jednim postrojenjem za amonijak, koje se može izgraditi zajedno s postrojenjem za tešku vodu izmjenom amonijak-vodik. Proces izmjene amonijak-vodik može koristiti i običnu vodu kao izvor materijala za deuterij.

Većina glavne opreme u postrojenjima za proizvodnju teške vode, koja se koristi u GS procesu ili procesu izmjene amonijak-vodik, uobičajena je u više područja kemijske i naftne industrije. Ovo posebno vrijedi za mala postrojenja u kojima se koristi GS proces. Međutim, malo elemenata je na raspolaganju u "slobodnoj prodaji". Procesi GS i amonijak-vodik zahtijevaju rukovanje s velikim količinama zapaljivih, korozivnih i otrovnih fluida pod povišenim tlakom. Prema tome, kod utvrđivanja projektnih i radnih standarda za postrojenja i opremu u ovim procesima, zahtijeva se posebna pozornost pri izboru i specficiranju materijala kako bi se osigurao dugi radni vijek s visokom sigurnošću i pouzdanošću. Izbor mjerila u prvom redu ovisi o ekonomičnosti i potrebama. Zbog toga bi se većina elemenata opreme trebala izrađivati prema zahtjevima kupca.

Na kraju valja primijetiti da u oba procesa, GS i amonijak-vodik, elementi opreme koji pojedinačno nisu posebno projektirani ili izrađeni za proizvodnju teške vode, mogu biti sklopljeni u sustave koji su posebno projektirani ili izrađeni za proizvodnju teške vode. Primjeri takvih sustava su sustav katalitičke proizvodnje u procesu izmjene amonijak-

vodik i sustavi za destilaciju vode koji se koriste u drugom procesu za završno koncentriranje teške vode do reaktorske kakvoće.

Elementi opreme koji su posebno projektirani ili izrađeni za proizvodnju teške vode, bilo postupkom izmjene voda-vodikov sulfid, bilo postupkom izmjene amonijak-vodik, su kako slijedi:

6.1 *Izmjenjivački tornjevi voda-vodikov sulfid*

Izmjenjivački tornjevi, proizvedeni iz finog ugljičnog čelika (takvog kao ASTM A516) s promjerima od 6 m (20 ft) do 9 m (30 ft), sposobni za rad pod tlakom jednakim ili većim od 2 MPa (300 psi) i s dodatkom na koroziju od 6 mm ili više, posebno projektirani ili izrađeni za proizvodnju teške vode postupkom izmjene voda-vodikov sulfid.

6.2 *Puhala i kompresori*

Jednostupanjska, niskotlačna (tj. 0,2 MPa ili 30 psi) centrifugalna puhala ili kompresori za cirkulaciju plinovitoga vodikovog sulfida (tj. plin koji sadrži više od 70% H₂S) posebno projektirani ili izrađeni za proizvodnju teške vode u procesu izmjene voda-vodikov sulfid. Ova puhala ili kompresori imaju propusni kapacitet od najmanje 56 m³/s (120.000 SCFM), dok rade s usisnim tlakom jednakim ili većim od 1,8 MPa (260 psi), te imaju projektirane brtve za rad u vlažnoj atmosferi H₂S.

6.3 *Izmjenjivački tornjevi amonijak-vodik*

Izmjenjivački tornjevi amonijak-vodik, visine jednake ili veće od 35 m (114,3 ft) s promjerom od 1,5 m (4,9 ft) do 2,5 m (8,2 ft), sposobni za rad pod tlakovima većim od 15 MPa (2.225 psi) posebno projektirani ili izrađeni za proizvodnju teške vode procesom izmjene amonijak-vodik. Ovi tornjevi također imaju najmanje jedan osni otvor s prirubicom istog promjera kao cilindrični dio kroz koji se mogu umetnuti ili izvaditi unutarnji dijelovi tornja.

6.4 *Unutarnji dijelovi tornjeva i kaskadne pumpe*

Unutarnji dijelovi tornja i kaskadne pumpe posebno projektirani ili izrađeni za tornjeve za proizvodnju teške vode u procesu izmjene amonijak-vodik. Unutarnji dijelovi tornja su posebno projektirani kaskadni kontaktori koji omogućuju bliski kontakt plin/tekućina. Kaskadne pumpe su posebno projektirane uronjive pumpe za cirkulaciju tekućeg amonijaka u unutrašnjosti kontaktne kaskade u pojedinim stupnjevima tornjeva.

6.5 *“Drobnice” amonijaka*

“Drobnice” amonijaka, s radnim tlakom od najmanje 3 MPa (450 psi), posebno projektirane ili izrađene za proizvodnju teške vode u procesu izmjene amonijak-vodik.

6.6 *Analizatori apsorpcije infracrvenim zrakama*

Analizatori apsorpcije infracrvenim zrakama sposobni za “on-line” analizu omjera vodik/deuterij gdje su koncentracije deuterija jednake ili veće od 90%.

6.7 *Katalitički plamenici*

Katalitički plamenici za pretvaranje plina obogaćenog deuterija u tešku vodu, posebno projektirani ili izrađeni za proizvodnju teške vode u procesu izmjene amonijak-vodik.

7. Postrojenja za pretvorbu uranija i oprema posebno projektirana ili izrađena u tu svrhu

UVODNA NAPOMENA

Postrojenja i sustavi za pretvorbu uranija mogu provesti jednu ili više pretvorbi iz jednoga kemijskog spoja uranija u drugi, uključujući: pretvorbu koncentrata uranijeve rude u UO_3 , pretvorbu UO_3 u UO_2 , pretvorbu uranijevih oksida u UF_4 ili UF_6 , pretvorbu UF_4 u UF_6 , pretvorbu UF_6 u UF_4 , pretvorbu UF_4 u metal uranij i pretvorbu uranijevih fluorida u UO_2 . Većina glavne opreme u postrojenjima za pretvorbu uranija uobičajena je i u više područja kemijske procesne industrije. Na primjer, pojedine vrste opreme koja se koristi u ovim procesima mogu biti industrijske peći, rotacijske peći za sušenje, reaktori s fluidiziranim slojem, reaktori s plamenim tornjem, centrifuge za tekućinu, destilacijske kolone i ekstrakcijske kolone tekuće–tekuće. Međutim, samo su neki dijelovi na raspolaganju u "slobodnoj prodaji"; većina se treba izrađivati prema zahtjevima i specifikacijama kupca. U nekim slučajevima zahtijeva se poseban projekt i konstrukcijske izvedbe zbog korozivnog djelovanja neke od kemikalija s kojima se dolazi u dodir (HF , F_2 , ClF_3 i uranijevi fluoridi). Konačno treba primijetiti da u svim procesima pretvorbe uranija, elementi opreme, koji pojedinačno nisu posebno projektirani ili izrađeni za pretvorbu uranija, mogu biti sklopljeni u sustave koji su posebno projektirani ili izrađeni za korištenje u pretvorbi uranija.

7.1 *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za pretvaranje koncentrata uranijeve rude u UO_3*

OBJAŠNJENJE

Pretvorba koncentrata uranijeve rude u UO_3 može se provesti tako da se najprije otopi ruda u dušičnoj kiselini i ekstrahira pročišćeni uranil nitrat koristeći neko otapalo kao što je tributil fosfat. Zatim se uranil nitrat pretvara u UO_3 , bilo koncentriranjem i denitracijom bilo neutralizacijom s plinovitim amonijakom kako bi se proizveo amonijev diuranat uz dodatno filtriranje, sušenje i spaljivanje.

7.2 *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za pretvorbu UO_3 u UF_6*

OBJAŠNJENJE

Pretvorba UO_3 u UF_6 može se provesti izravno fluoriranjem. Postupak zahtijeva izvor plina fluora ili klorovog trifluorida.

7.3 *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za pretvorbu UO_3 u UO_2*

OBJAŠNJENJE

Pretvorba UO_3 u UO_2 može se provesti redukcijom UO_3 s izdrobljenim plinom amonijakom ili vodikom.

7.4 *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za pretvorbu UO_2 u UF_4*

OBJAŠNJENJE

Pretvorba UO_2 u UF_4 može se provesti reagiranjem UO_2 s plinovitim fluorovodikom (HF) na 300–500°C.

7.5 *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za pretvorbu UF_4 u UF_6*

OBJAŠNJENJE

Pretvorba UF_4 u UF_6 provodi se egzotermnom reakcijom s fluorom u reaktoru tornju. UF_6 se kondenzira iz vrućih izlaznih plinova prolaženjem izlazne struje kroz hladnu stupicu ohlađenu na $-10^\circ C$. Postupak zahtijeva izvor plinovitog fluora.

7.6 *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za pretvorbu UF_4 u metal uranij*

OBJAŠNJENJE

Pretvorba UF_4 u metal uranij provodi se redukcijom s magnezijem (velika punjenja) ili kalcijem (mala punjenja). Reakcija se provodi na temperaturama iznad točke taljenja uranija ($1130^\circ C$).

7.7 *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za pretvorbu UF₆ u UO₂*

OBJAŠNJENJE

Pretvorba UF₆ u UO₂ može se provesti pomoću jednog od tri postupka. Prvo, UF₆ se reducira i hidrolizira u UO₂ koristeći vodik i paru. Drugo, UF₆ se hidrolizira pomoću otapanja u vodi, dodaje se amonijak da bi se precipitirao amonijev diuranat i diuranat se reducira u UO₂ s vodikom na 820°C. U trećem se postupku plinovi UF₆, CO₂ i NH₃ miješaju u vodi precipitirajući amonijev uranil karbonat. Amonijev uranil karbonat se miješa s parom i vodikom na 500–600°C da bi se dobio UO₂.

Pretvorba UO₆ u UO₂ često se provodi kao prvi stupanj postrojenja za proizvodnju gorivih elemenata.

7.8 *Posebno projektirani ili izrađeni sustavi za pretvorbu UF₆ u UF₄*

OBJAŠNJENJE

Pretvorba UF₆ u UF₄ se provodi pomoću redukcije s vodikom.

Članak 3.

Za provedbu ovoga Zakona nadležno je Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske.

Članak 4.

Ovaj Zakon stupa na snagu osmoga dana od dana objave u "Narodnim novinama".

Klasa: 542-01/00-01/01
Zagreb, 12. svibnja 2000.

ZASTUPNIČKI DOM HRVATSKOGA DRŽAVNOG SABORA

Predsjednik
Zastupničkog doma
Hrvatskoga državnog sabora
Zlatko Tomčić, v. r.