

Ο περί της Συμφωνίας μεταξύ της Κυπριακής Δημοκρατίας και του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας για την Εφαρμογή Εγγυήσεων σε Σχέση με τη Συνθήκη για τη μη Διασπορά των Πυρηνικών Όπλων (Πρόσθετο Πρωτόκολλο) (Κυρωτικός) Νόμος του 2002 εκδίδεται με δημοσίευση στην Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας σύμφωνα με το Άρθρο 52 του Συντάγματος.

Αριθμός 27(III) του 2002

ΝΟΜΟΣ ΚΥΡΩΤΙΚΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΣΤΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΚΥΠΡΙΑΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΓΓΥΗΣΕΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΣΥΝΘΗΚΗ ΓΙΑ ΤΗ ΜΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΩΝ ΠΥΡΗΝΙΚΩΝ ΟΠΛΩΝ

ΕΠΕΙΔΗ η Κυπριακή Δημοκρατία με βάση τον Κυρωτικό περί της Συμφωνίας μεταξύ της Κυπριακής Δημοκρατίας και του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας για την Εφαρμογή Εγγυήσεων σε Σχέση με τη Συνθήκη για τη μη Διασπορά των Πυρηνικών Όπλων, Νόμο αρ. 3 του 1973 κατέστη και είναι Συμβαλλόμενο Μέρος στην πιο πάνω αναφερόμενη Συμφωνία,

ΚΑΙ ΕΠΕΙΔΗ η Κυπριακή Δημοκρατία υπέγραψε στις 29 Ιουλίου 1999 το Πρόσθετο Πρωτόκολλο στην πιο πάνω συμφωνία με βάση την Απόφαση του Υπουργικού Συμβουλίου με Αριθμό 47.510 και ημερομηνία 24 Μαρτίου 1998,

Γι' αυτό η Βουλή των Αντιπροσώπων ψηφίζει ως ακολούθως:

Συνοπτικός  
τίτλος.

1. Ο παρών Νόμος θα αναφέρεται ως ο περί της Συμφωνίας μεταξύ της Κυπριακής Δημοκρατίας και του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας για την Εφαρμογή Εγγυήσεων σε Σχέση με τη Συνθήκη για τη μη Διασπορά των Πυρηνικών Όπλων ( Πρόσθετο Πρωτόκολλο) (Κυρωτικός) Νόμος του 2002.

Εξηγεία.

2. Στον παρόντα Νόμο, εκτός αν από το κείμενο προκύπτει διαφορετική έννοια —

Πίνακας.

«Πρόσθετο Πρωτόκολλο» σημαίνει το Πρόσθετο Πρωτόκολλο στη Συμφωνία μεταξύ Κυπριακής Δημοκρατίας και Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας για την Εφαρμογή Εγγυήσεων σε Σχέση με τη Συνθήκη για τη μη Διασπορά Πυρηνικών Όπλων του οποίου το κείμενο στο Αγγλικό Πρωτότυπο εκτίθεται στο Πρώτο Μέρος του Πίνακα και η μετάφρασή του στην Ελληνική εκτίθεται στο Δεύτερο Μέρος του Πίνακα:

Νοείται ότι σε περίπτωση αντίθεσης μεταξύ των δύο κειμένων υπερισχύει το κείμενο που εκτίθεται στο Πρώτο Μέρος του Πίνακα.

Αναφορές.

3. Ο παρών Νόμος θα διαβάζεται μαζί με τον περί της Συμφωνίας μεταξύ της Κυπριακής Δημοκρατίας και του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας για την Εφαρμογή Εγγυήσεων σε Σχέση με τη Συνθήκη για τη μη Διασπορά των Πυρηνικών Όπλων και το Πρωτόκολλο Συμφωνίας μεταξύ της Κυπριακής Δημοκρατίας και του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας για την Εφαρμογή Εγγυήσεων σε Σχέση με τη Συνθήκη για τη μη Διασπορά των Πυρηνικών Όπλων (Κυρωτικό) Νόμο του 1973.

3 του 1973.

Κύρωση  
Πρόσθετου  
Πρωτοκόλλου.

4. Με τον παρόντα Νόμο κυρώνεται το Πρόσθετο Πρωτόκολλο το οποίο η Κυπριακή Δημοκρατία υπέγραψε στις 29 Ιουλίου 1999 δυνάμει Απόφασης του Υπουργικού Συμβουλίου με Αριθμό 47.510 και ημερομηνία 24 Μαρτίου 1998.

ΠΙΝΑΚΑΣ  
(άρθρο 2)

ΜΕΡΟΣ Ι

PROTOCOL ADDITIONAL TO THE AGREEMENT BETWEEN  
THE REPUBLIC OF CYPRUS  
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 Cyprus (hereinafter referred to as "Cyprus") 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 26 January 1973;

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

RECALLING that the Agency must take into account in the implementation of safeguards the need to: avoid hampering the economic and technological development of Cyprus 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 Cyprus 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. Cyprus 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, Cyprus.
  - (ii) Information identified by the Agency on the basis of expected gains in effectiveness or efficiency, and agreed to by Cyprus, 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 Cyprus as a whole. Cyprus 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 Cyprus 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 Cyprus 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 Cyprus, of such material for specifically non-nuclear purposes in quantities exceeding:
  - (1) Ten metric tons of uranium, or for successive exports of uranium from Cyprus 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 Cyprus 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 Cyprus of such material for specifically non-nuclear purposes in quantities exceeding:
  - (1) Ten metric tons of uranium, or for successive imports of uranium into Cyprus 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 Cyprus 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 Cyprus 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 Cyprus, as importing State, of information provided to the Agency by another State concerning the export of such equipment and material to Cyprus.
  - (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 Cyprus.
- b. Cyprus 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 Cyprus but which are not funded, specifically authorized or controlled by, or carried out on behalf of, Cyprus. For the purpose of this paragraph, "processing" of intermediate or high-level waste does not include repackaging of the waste or its conditioning not involving the separation of elements, for storage or disposal.
  - (ii) A general description of activities and the identity of the person or entity carrying out such activities, at locations identified by the Agency outside a site which the Agency considers might be functionally related to the activities of that site. The provision of this information is subject to a specific request by the Agency. It shall be provided in consultation with the Agency and in a timely fashion.

- c. Upon request by the Agency, Cyprus 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. Cyprus 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. Cyprus 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, Cyprus shall so indicate.
- c. Cyprus 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. Cyprus 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. Cyprus 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. Cyprus and the Agency shall agree on the timing and frequency of the provision of the information identified in Article 2.a.(ii).
- g. Cyprus 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, Cyprus' 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 Cyprus 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 Cyprus 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 Cyprus has been provided with such an opportunity.
- e. Unless otherwise agreed to by Cyprus, access shall only take place during regular working hours.
- f. Cyprus shall have the right to have Agency inspectors accompanied during their access by representatives of Cyprus, provided that the inspectors shall not thereby be delayed or otherwise impeded in the exercise of their functions.

## Article 5

Cyprus shall provide the Agency with access to:

- a.
  - (i) Any place on a site;
  - (ii) Any location identified by Cyprus 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 Cyprus 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 Cyprus is unable to provide such access, Cyprus 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 Cyprus is unable to provide such access, Cyprus 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 Cyprus.
- 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 Cyprus.
- 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 Cyprus.

- 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 Cyprus and the Agency, other objective measures.

#### Article 7

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

#### Article 8

Nothing in this Protocol shall preclude Cyprus 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

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

## Article 10

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

## VISAS

## Article 12

Cyprus 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 Cyprus for the purpose of carrying out his/her functions. Any visas required shall be valid for at least one year and shall be renewed, as required, to cover the duration of the inspector's designation to Cyprus.

## SUBSIDIARY ARRANGEMENTS

### Article 13

- a. Where Cyprus or the Agency indicates that it is necessary to specify in Subsidiary Arrangements how measures laid down in this Protocol are to be applied, Cyprus 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. Cyprus shall permit and protect free communications by the Agency for official purposes between Agency inspectors in Cyprus 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 Cyprus, the right to make use of internationally established systems of direct communications, including satellite systems and other forms of telecommunication, not in use in Cyprus. At the request of Cyprus 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 Cyprus 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

This Protocol shall enter into force

on the date on which the Agency receives from Cyprus written notification that Cyprus' statutory and/or constitutional requirements for entry into force have been met.

OR<sup>1</sup>

upon signature by the representatives of Cyprus and the Agency.

Cyprus may, at any date before this Protocol enters into force, declare that it will apply this Protocol provisionally.

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.

---

<sup>1</sup> The choice of alternative depends on the preference of the State concerned according to its internal legal requirements.

## 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 Cyprus in the relevant design information for a facility, including a closed-down facility, and in the relevant information on a location outside facilities where nuclear material is customarily used, including a closed-down location outside facilities where nuclear material was customarily used (this is limited to locations with hot cells or where activities related to conversion, enrichment, fuel fabrication or reprocessing were carried out). It shall also include all installations, co-located with the facility or location, for the provision or use of essential services, including: hot cells for processing irradiated materials not containing nuclear material; installations for the treatment, storage and disposal of waste; and buildings associated with specified activities identified by Cyprus 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 Cyprus.
- 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.

828.

DONE in Vienna on the \_\_\_\_\_ day of \_\_\_\_\_ 19\_\_\_\_ in duplicate in the English language.

For the REPUBLIC OF CYPRUS:

For the INTERNATIONAL ATOMIC  
ENERGY AGENCY:

## ANNEX I

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

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

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

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

- (ii) The manufacture of diffusion barriers.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- (viii) The manufacture of zirconium tubes.

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



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

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

- (x) The manufacture of nuclear grade graphite.

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

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

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

- (xii) The manufacture of reactor control rods.

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

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

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

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

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

- (xv) The construction of hot cells.

Hot cells means a cell or interconnected cells totalling at least 6 m<sup>3</sup> in volume with shielding equal to or greater than the equivalent of 0.5 m of concrete, with a density of 3.2 g/cm<sup>3</sup> 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/cm<sup>3</sup> for use in a nuclear reactor as defined in paragraph 1.1. above in quantities exceeding 3 x 10<sup>4</sup> kg (30 metric tons) for any one recipient country in any period of 12 months.

NOTE

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

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

INTRODUCTORY NOTE

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

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

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

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

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

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

### 3.1. Irradiated fuel element chopping machines

#### INTRODUCTORY NOTE

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

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

### 3.2. Dissolvers

#### INTRODUCTORY NOTE

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

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

### 3.3. Solvent extractors and solvent extraction equipment

#### INTRODUCTORY NOTE

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

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

### 3.4. Chemical holding or storage vessels

#### INTRODUCTORY NOTE

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

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

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

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

### 3.5. Plutonium nitrate to oxide conversion system

#### INTRODUCTORY NOTE

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

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

### 3.6. Plutonium oxide to metal production system

#### INTRODUCTORY NOTE

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

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

### 4. Plants for the fabrication of fuel elements

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

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

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

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

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

INTRODUCTORY NOTE

The gas centrifuge normally consists of a thin-walled cylinder(s) of between 75 mm (3 in) and 400 mm (16 in) diameter contained in a vacuum environment and spun at high peripheral speed of the order of 300 m/s or more with its central axis vertical. In order to achieve high speed the materials of construction for the rotating components have to be of a high strength to density ratio and the rotor assembly, and hence its individual components, have to be manufactured to very close tolerances in order to minimize the unbalance. In contrast to other centrifuges, the gas centrifuge for uranium enrichment is characterized by having within the rotor chamber a rotating disc-shaped baffle(s) and a stationary tube arrangement for feeding and extracting the  $UF_6$  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  $UF_6$  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  $UF_6$  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  $2.05 \times 10^9$  N/m<sup>2</sup> (300,000 psi) or more;
- (b) Aluminium alloys capable of an ultimate tensile strength of  $0.46 \times 10^9$  N/m<sup>2</sup> (67,000 psi) or more;
- (c) Filamentary materials suitable for use in composite structures and having a specific modulus of  $12.3 \times 10^6$  m or greater and a specific ultimate tensile strength of  $0.3 \times 10^6$  m or greater ('Specific Modulus' is the Young's Modulus in N/m<sup>2</sup> divided by the specific weight in N/m<sup>3</sup>; 'Specific Ultimate Tensile Strength' is the ultimate tensile strength in N/m<sup>2</sup> divided by the specific weight in N/m<sup>3</sup>).

## 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  $UF_6$ -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/m<sup>3</sup> ( $10^7$  gauss-oersteds). In addition to the usual material properties, it is a prerequisite

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

(b) Bearings/Dampers:

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

(c) Molecular pumps:

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

(d) Motor stators:

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

(e) Centrifuge housing/recipients:

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

(f) Scoops:

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

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  $UF_6$  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'  $UF_6$  from the centrifuges, together with the equipment required to drive the centrifuges or to control the plant.

Normally  $UF_6$  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'  $UF_6$  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  $UF_6$  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  $UF_6$  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  $UF_6$  into containers.

This plant, equipment and pipework is wholly made of or lined with  $UF_6$ -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  $UF_6$  within the centrifuge cascades. The piping network is normally of the 'triple' header system with each centrifuge connected to each of the headers. There is thus a substantial amount of repetition in its form. It is wholly made of  $UF_6$ -resistant materials (see EXPLANATORY NOTE to this section) and is fabricated to very high vacuum and cleanliness standards.

### 5.2.3. $UF_6$ 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  $UF_6$  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. Especially designed or prepared assemblies and components for use in gaseous diffusion enrichment

#### INTRODUCTORY NOTE

In the gaseous diffusion method of uranium isotope separation, the main technological assembly is a special porous gaseous diffusion barrier, heat exchanger for cooling the gas (which is heated by the process of compression), seal valves and control valves, and pipelines. Inasmuch as gaseous diffusion technology uses uranium hexafluoride ( $UF_6$ ), all equipment, pipeline and instrumentation surfaces (that come in contact with the gas) must be made of materials that remain stable in

contact with  $UF_6$ . A gaseous diffusion facility requires a number of these assemblies, so that quantities can provide an important indication of end use.

#### 5.3.1. Gaseous diffusion barriers

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

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

#### 5.3.2. Diffuser housings

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

#### 5.3.3. Compressors and gas blowers

Especially designed or prepared axial, centrifugal, or positive displacement compressors, or gas blowers with a suction volume capacity of 1 m<sup>3</sup>/min or more of  $UF_6$ , and with a discharge pressure of up to several hundred kPa (100 psi), designed for long-term operation in the  $UF_6$  environment with or without an electrical motor of appropriate power, as well as separate assemblies of such compressors and gas blowers. These compressors and gas blowers have a pressure ratio between 2:1 and 6:1 and are made of, or lined with, materials resistant to  $UF_6$ .

#### 5.3.4. Rotary shaft seals

Especially designed or prepared vacuum seals, with seal feed and seal exhaust connections, for sealing the shaft connecting the compressor or the gas blower rotor with the driver motor so as to ensure a reliable seal against in-leaking of air into the inner chamber of the compressor or gas blower which is filled with  $UF_6$ . Such seals are normally designed for a buffer gas in-leakage rate of less than 1000 cm<sup>3</sup>/min (60 in<sup>3</sup>/min).

### 5.3.5. Heat exchangers for cooling UF<sub>6</sub>

Especially designed or prepared heat exchangers made of or lined with UF<sub>6</sub>-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 UF<sub>6</sub> 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' UF<sub>6</sub> 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 UF<sub>6</sub> 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' UF<sub>6</sub> gaseous streams flowing from exit points are passed by way of cascade header pipework to either cold traps or to compression stations where the UF<sub>6</sub> 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 UF<sub>6</sub> to the gaseous diffusion cascades;

Desublimers (or cold traps) used to remove UF<sub>6</sub> from diffusion cascades;

Liquefaction stations where UF<sub>6</sub> gas from the cascade is compressed and cooled to form liquid UF<sub>6</sub>;

'Product' or 'tails' stations used for transferring UF<sub>6</sub> into containers.

#### 5.4.2. Header piping systems

Especially designed or prepared piping systems and header systems for handling  $UF_6$  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 m<sup>3</sup>/min (175 ft<sup>3</sup>/min) or more.

(b) Vacuum pumps especially designed for service in  $UF_6$ -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  $UF_6$ -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. $UF_6$ 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  $UF_6$  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  $UF_6$  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,  $UF_6$ -resistant materials. For the purposes of the sections relating to gaseous diffusion items the materials resistant to corrosion by  $UF_6$  include stainless steel, aluminium, aluminium alloys, aluminium oxide, nickel or alloys containing 60% or more nickel and  $UF_6$ -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  $UF_6$  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  $UF_6$ , all equipment, pipeline and instrumentation surfaces (that come in contact with the gas) must be made of materials that remain stable in contact with  $UF_6$ .

#### EXPLANATORY NOTE

The items listed in this section either come into direct contact with the  $UF_6$  process gas or directly control the flow within the cascade. All surfaces which come into contact with the process gas are wholly made of or protected by  $UF_6$ -resistant materials. For the purposes of the section relating to aerodynamic enrichment items, 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.

- 5.5.1. 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  $UF_6$  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  $UF_6$ , 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  $UF_6$  and with a suction volume capacity of 2 m<sup>3</sup>/min or more of  $UF_6$ /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  $UF_6$ /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  $UF_6$ .

### 5.5.6. Separation element housings

Especially designed or prepared separation element housings, made of or protected by materials resistant to corrosion by  $UF_6$ , for containing vortex tubes or separation nozzles.

#### EXPLANATORY NOTE

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

### 5.5.7. Feed systems/product and tails withdrawal systems

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

- (a) Feed autoclaves, ovens, or systems used for passing  $UF_6$  to the enrichment process;
- (b) Desublimers (or cold traps) used to remove  $UF_6$  from the enrichment process for subsequent transfer upon heating;

- (c) Solidification or liquefaction stations used to remove  $UF_6$  from the enrichment process by compressing and converting  $UF_6$  to a liquid or solid form;
- (d) 'Product' or 'tails' stations used for transferring  $UF_6$  into containers.

#### 5.5.8. Header piping systems

Especially designed or prepared header piping systems, made of or protected by materials resistant to corrosion by  $UF_6$ , for handling  $UF_6$  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 m<sup>3</sup>/min or more, consisting of vacuum manifolds, vacuum headers and vacuum pumps, and designed for service in  $UF_6$ -bearing atmospheres,

(b) Vacuum pumps especially designed or prepared for service in  $UF_6$ -bearing atmospheres and made of or protected by materials resistant to corrosion by  $UF_6$ . 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  $UF_6$  with a diameter of 40 to 1500 mm for installation in main and auxiliary systems of aerodynamic enrichment plants.

#### 5.5.11. $UF_6$ 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  $UF_6$  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.

#### 5.5.12. $UF_6$ /carrier gas separation systems

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

## EXPLANATORY NOTE

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

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

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

## INTRODUCTORY NOTE

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

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

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

### 5.6.1. Liquid-liquid exchange columns (Chemical exchange)

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

### 5.6.2. Liquid-liquid centrifugal contactors (Chemical exchange)

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

### 5.6.3. Uranium reduction systems and equipment (Chemical exchange)

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

#### EXPLANATORY NOTE

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

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

#### EXPLANATORY NOTE

These systems consist of solvent extraction equipment for stripping the  $U^{4+}$  from the organic stream into an aqueous solution, evaporation and/or other equipment to accomplish solution pH adjustment and control, and pumps or other transfer devices for feeding to the electrochemical reduction cells. A major design concern is to avoid contamination of the aqueous stream with certain metal ions. Consequently, for those parts in contact with the process stream, the system is constructed of equipment made of or protected by suitable materials (such as glass, fluorocarbon polymers, polyphenyl sulfate, polyether sulfone, and resin-impregnated graphite).

#### 5.6.4. Feed preparation systems (Chemical exchange)

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

##### EXPLANATORY NOTE

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

#### 5.6.5. Uranium oxidation systems (Chemical exchange)

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

##### EXPLANATORY NOTE

These systems may incorporate equipment such as:

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

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

Fast-reacting ion-exchange resins or adsorbents especially designed or prepared for uranium enrichment using the ion exchange process, including porous 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 with a delivered power on the target of more than 2.5 kW/cm.

#### 5.7.2. Liquid uranium metal handling systems (AVLIS)

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

#### EXPLANATORY NOTE

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

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

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

#### EXPLANATORY NOTE

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

#### 5.7.4. Separator module housings (AVLIS)

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

#### EXPLANATORY NOTE

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

#### 5.7.5. Supersonic expansion nozzles (MLIS)

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

#### 5.7.6. Uranium pentafluoride product collectors (MLIS)

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

#### 5.7.7. $UF_6$ /carrier gas compressors (MLIS)

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

#### 5.7.8. Rotary shaft seals (MLIS)

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

#### 5.7.9. Fluorination systems (MLIS)

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

#### EXPLANATORY NOTE

These systems are designed to fluorinate the collected  $UF_5$  powder to  $UF_6$  for subsequent collection in product containers or for transfer as feed to MLIS units for additional enrichment. In one approach, the fluorination reaction may be accomplished within the isotope separation system to react and recover directly off



the 'product' collectors. In another approach, the  $UF_5$  powder may be removed/transferred from the 'product' collectors into a suitable reaction vessel (e.g., fluidized-bed reactor, screw reactor or flame tower) for fluorination. In both approaches, equipment for storage and transfer of fluorine (or other suitable fluorinating agents) and for collection and transfer of  $UF_6$  are used.

#### 5.7.10. $UF_6$ mass spectrometers/ion sources (MLIS)

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

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

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

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

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

#### 5.7.12. $UF_6$ /carrier gas separation systems (MLIS)

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

#### EXPLANATORY NOTE

These systems may incorporate equipment such as:

- (a) Cryogenic heat exchangers or cryoseparators capable of temperatures of  $-120\text{ }^\circ\text{C}$  or less, or
- (b) Cryogenic refrigeration units capable of temperatures of  $-120\text{ }^\circ\text{C}$  or less, or

(c)  $\text{UF}_6$  cold traps capable of temperatures of  $-20^\circ\text{C}$  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  $\text{CO}_2$  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% H<sub>2</sub>S) 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 m<sup>3</sup>/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 H<sub>2</sub>S service.

#### 6.3. Ammonia-Hydrogen Exchange Towers

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

#### 6.4. Tower Internals and Stage Pumps

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

## 6.5. Ammonia Crackers

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

## 6.6. Infrared Absorption Analyzers

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

## 6.7. Catalytic Burners

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

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

## INTRODUCTORY NOTE

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

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

## EXPLANATORY NOTE

Conversion of uranium ore concentrates to  $UO_3$  can be performed by first dissolving the ore in nitric acid and extracting purified uranyl nitrate using a solvent such as tributyl phosphate. Next, the uranyl nitrate is converted to  $UO_3$ , either by

concentration and denitration or by neutralization with gaseous ammonia to produce ammonium diuranate with subsequent filtering, drying, and calcining.

- 7.2. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $\text{UO}_3$  to  $\text{UF}_6$

EXPLANATORY NOTE

Conversion of  $\text{UO}_3$  to  $\text{UF}_6$  can be performed directly by fluorination. The process requires a source of fluorine gas or chlorine trifluoride.

- 7.3. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $\text{UO}_3$  to  $\text{UO}_2$

EXPLANATORY NOTE

Conversion of  $\text{UO}_3$  to  $\text{UO}_2$  can be performed through reduction of  $\text{UO}_3$  with cracked ammonia gas or hydrogen.

- 7.4. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $\text{UO}_2$  to  $\text{UF}_4$

EXPLANATORY NOTE

Conversion of  $\text{UO}_2$  to  $\text{UF}_4$  can be performed by reacting  $\text{UO}_2$  with hydrogen fluoride gas (HF) at 300-500 °C.

- 7.5. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $\text{UF}_4$  to  $\text{UF}_6$

EXPLANATORY NOTE

Conversion of  $\text{UF}_4$  to  $\text{UF}_6$  is performed by exothermic reaction with fluorine in a tower reactor.  $\text{UF}_6$  is condensed from the hot effluent gases by passing the effluent stream through a cold trap cooled to -10 °C. The process requires a source of fluorine gas.

- 7.6. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $\text{UF}_4$  to U metal

EXPLANATORY NOTE

Conversion of  $\text{UF}_4$  to U metal is performed by reduction with magnesium (large batches) or calcium (small batches). The reaction is carried out at temperatures above the melting point of uranium (1130 °C).

- 7.7. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $\text{UF}_6$  to  $\text{UO}_2$

EXPLANATORY NOTE

Conversion of  $\text{UF}_6$  to  $\text{UO}_2$  can be performed by one of three processes. In the first,  $\text{UF}_6$  is reduced and hydrolyzed to  $\text{UO}_2$  using hydrogen and steam. In the second,  $\text{UF}_6$  is hydrolyzed by solution in water, ammonia is added to precipitate ammonium



diuranate, and the diuranate is reduced to  $\text{UO}_2$  with hydrogen at  $820\text{ }^\circ\text{C}$ . In the third process, gaseous  $\text{UF}_6$ ,  $\text{CO}_2$ , and  $\text{NH}_3$  are combined in water, precipitating ammonium uranyl carbonate. The ammonium uranyl carbonate is combined with steam and hydrogen at  $500\text{-}600\text{ }^\circ\text{C}$  to yield  $\text{UO}_2$ .

$\text{UF}_6$  to  $\text{UO}_2$  conversion is often performed as the first stage of a fuel fabrication plant.

- 7.8. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $\text{UF}_6$  to  $\text{UF}_4$

#### EXPLANATORY NOTE

Conversion of  $\text{UF}_6$  to  $\text{UF}_4$  is performed by reduction with hydrogen.

## ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ

ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΤΗΣ ΑΥΣΤΡΙΑΣ, ΤΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΤΟΥ ΒΕΛΓΙΟΥ, ΤΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΤΗΣ ΔΑΝΙΑΣ, ΤΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΤΗΣ ΦΙΝΛΑΝΔΙΑΣ, ΤΗΣ ΟΜΟΣΠΟΝΔΙΑΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΤΗΣ ΓΕΡΜΑΝΙΑΣ, ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ, ΤΗΣ ΙΡΛΑΝΔΙΑΣ, ΤΗΣ ΙΤΑΛΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ, ΤΟΥ ΜΕΓΑΛΟΥ ΔΟΥΚΑΤΟΥ ΤΟΥ ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟΥ, ΤΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΧΩΡΩΝ, ΤΗΣ ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ, ΤΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΤΗΣ ΙΣΠΑΝΙΑΣ, ΤΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΤΗΣ ΣΟΥΗΔΙΑΣ

ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΣΤΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΚΥΠΡΙΑΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΓΓΥΗΣΕΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΣΥΝΘΗΚΗ ΓΙΑ ΤΗ ΜΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΩΝ ΠΥΡΗΝΙΚΩΝ ΟΠΛΩΝ

ΕΠΕΙΔΗ η Κυπριακή Δημοκρατία (στο εξής αναφερόμενη ως "Κύπρος") και ο Διεθνής Οργανισμός Ατομικής Ενέργειας (στο εξής αναφερόμενος ως ο "Οργανισμός"), αποτελούν μέρη σε Συμφωνία για την Εφαρμογή Εγγυήσεων σε Σχέση με τη Συνθήκη για τη Μη Διασπορά των Πυρηνικών Όπλων (στο εξής η αναφερόμενη ως "Συμφωνία Εγγυήσεων"), η οποία τέθηκε σε ισχύ στις 26 Ιανουαρίου 1973·

ΕΧΟΝΤΑΣ ΓΝΩΣΗ της επιθυμίας της διεθνούς κοινότητας να συνεχίσει να προάγει τις προσπάθειες για τη μη διασπορά των πυρηνικών όπλων με την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας και τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος εγγυήσεων του Οργανισμού·

ΕΧΟΝΤΑΣ ΚΑΤΑ ΝΟΥ όπ ο Οργανισμός, κατά την εφαρμογή των εγγυήσεων, οφείλει να μην παρακωλύει την οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη της Κύπρου ή τη διεθνή συνεργασία στον τομέα των πυρηνικών δραστηριοτήτων για ειρηνικούς σκοπούς να σέβεται τις ισχύουσες διατάξεις σε θέματα υγείας, ασφάλειας,

προστασίας της σωματικής ακεραιότητας και άλλων ζητημάτων ασφαλείας και των δικαιωμάτων των φυσικών προσώπων και να λαμβάνει κάθε μέτρο προστασίας των εμπορικών, τεχνολογικών και βιομηχανικών μυστικών καθώς και άλλων εμπιστευτικών πληροφοριών που περιέρχονται στη γνώση του.

ΕΠΕΙΔΗ η συχνότητα και η ένταση των περιγραφόμενων στο παρόν πρωτόκολλο δραστηριοτήτων θα διατηρούνται στο ελάχιστο επίπεδο που ανταποκρίνεται στο στόχο ενίσχυσης της αποτελεσματικότητας και βελτίωσης της απόδοσης των εγγυήσεων του Οργανισμού.

ΓΙ' ΑΥΤΟ η Κύπρος και ο Οργανισμός συμφωνούν τα ακόλουθα:

### **ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ ΕΓΓΥΗΣΕΩΝ**

#### **Άρθρο 1**

Οι διατάξεις της Συμφωνίας Εγγυήσεων εφαρμόζονται στο παρόν Πρωτόκολλο στην έκταση που είναι σχετικές και συμβατές με τις διατάξεις του παρόντος Πρωτοκόλλου. Σε περίπτωση αντινομίας μεταξύ των διατάξεων της Συμφωνίας Εγγυήσεων και των διατάξεων του παρόντος Πρωτοκόλλου, εφαρμόζονται οι διατάξεις του Πρωτοκόλλου.

### **ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

#### **Άρθρο 2**

- α. Η Κύπρος υποβάλλει στον Οργανισμό δήλωση περιέχουσα:
  - i. Γενική περιγραφή και πληροφορίες με τις οποίες καθορίζεται η θέση δραστηριοτήτων έρευνας και ανάπτυξης που συνδέονται με τον κύκλο του πυρηνικού καυσίμου, χωρίς εμπλοκή πυρηνικών υλών, που διεξάγονται οπουδήποτε και που χρηματοδοτούνται, εγκρίνονται ρητώς ή ελέγχονται από την Κύπρο, ή εκτελούνται για λογαριασμό της.

- ii. Πληροφορίες που καθορίζει ο Οργανισμός, με βάση την αναμενόμενη βελτίωση της αποτελεσματικότητας ή της απόδοσης, και που αποδέχεται η Κύπρος, σχετικά με δραστηριότητες εκμετάλλευσης σε συνάφεια με τις εγγυήσεις σε μονάδες και θέσεις εκτός των μονάδων όπου χρησιμοποιούνται συνήθως πυρηνικές ύλες.
- iii. Γενική περιγραφή κάθε κτιρίου σε κάθε τοποθεσία, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης του και περιγραφή του περιεχομένου του εφόσον δεν είναι εμφανής από την περιγραφή αυτή. Η περιγραφή θα περιέχει χάρτη της τοποθεσίας.
- iv. Περιγραφή της κλίμακας των εργασιών για κάθε θέση στην οποία διεξάγονται οι δραστηριότητες που καθορίζονται στο Παράρτημα I του παρόντος Πρωτοκόλλου.
- v. Πληροφορίες οι οποίες καθορίζουν την θέση, την επιχειρησιακή κατάσταση και την εκτιμώμενη δυναμικότητα ετήσιας παραγωγής των μεταλλείων και σταθμών συγκέντρωσης ουρανίου, καθώς και των σταθμών συγκέντρωσης θορίου, και την τρέχουσα ετήσια παραγωγή αυτών των μεταλλείων και σταθμών συγκέντρωσης για την Κύπρο γενικά. Η Κύπρος θα γνωστοποιεί, κατ' αίτηση του Οργανισμού, την τρέχουσα ετήσια παραγωγή ενός μεμονωμένου μεταλλείου ή σταθμού συγκέντρωσης. Η γνωστοποίηση των πληροφοριών αυτών δεν απαιτεί λεπτομερή λογιστική καταγραφή των πυρηνικών υλών.
- vi. Πληροφορίες σχετικά με τις πυρηνικές ύλες πηγών, που δεν διαθέτουν ακόμη σύνθεση και καθαρότητα κατάλληλη για παρασκευή καυσίμου ή για ισοτοπικό εμπλουτισμό, ως ακολούθως:
  - (α) Τις ποσότητες, τη χημική σύνθεση, τη χρήση ή τη σκοπούμενη χρήση του εν λόγω υλικού, είτε προορίζεται για πυρηνική είτε για μη πυρηνική χρήση, για κάθε θέση στην Κύπρο στην οποία το υλικό βρίσκεται σε ποσότητες που υπερβαίνουν τους δέκα μετρικούς τόννους ουρανίου ή/και τους είκοσι μετρικούς τόννους θορίου, και για άλλες θέσεις με ποσότητες πάνω από ένα μετρικό τόννο, το άθροισμα στην Κύπρο συνολικώς, αν αυτό υπερβαίνει τους δέκα μετρικούς τόννους ουρανίου ή τους είκοσι μετρικούς τόννους θορίου. Η

γνωστοποίηση των πληροφοριών αυτών δεν απαιτεί λεπτομερή λογιστική καταγραφή των πυρηνικών υλών.

- (β) Τις ποσότητες, τη χημική σύνθεση και τον προορισμό κάθε εξαγωγής από την Κύπρο του εν λόγω υλικού ειδικά για μη πυρηνικούς σκοπούς, σε ποσότητες που υπερβαίνουν:
- (1) Τους δέκα μετρικούς τόννους ουρανίου, ή για διαδοχικές εξαγωγές από την Κύπρο προς το ίδιο κράτος ποσοτήτων ουρανίου, η καθεμιά των οποίων είναι μικρότερη από δέκα μετρικούς τόννους, οι οποίες όμως συνολικά υπερβαίνουν τους δέκα μετρικούς τόννους ετησίως
  - (2) τους είκοσι μετρικούς τόννους θορίου, ή για διαδοχικές εξαγωγές από την Κύπρο προς το ίδιο κράτος ποσοτήτων θορίου, η καθεμιά των οποίων είναι μικρότερη από είκοσι μετρικούς, οι οποίες όμως συνολικά υπερβαίνουν τους είκοσι μετρικούς τόννους ετησίως
- (γ) Τις ποσότητες, τη χημική σύνθεση, την τρέχουσα θέση και χρήση ή σκοπούμενη χρήση κάθε εισαγωγής στην Κύπρο τέτοιων υλών ειδικά για μη πυρηνικούς σκοπούς σε ποσότητες που υπερβαίνουν:
- (1) τους δέκα μετρικούς τόννους ουρανίου, ή για διαδοχικές εισαγωγές στην Κύπρο ποσοτήτων ουρανίου η καθεμιά των οποίων είναι μικρότερη από δέκα μετρικούς τόννους, οι οποίες όμως συνολικά υπερβαίνουν τους δέκα μετρικούς τόννους ετησίως
  - (2) τους είκοσι μετρικούς τόννους θορίου, ή για διαδοχικές εισαγωγές στην Κύπρο ποσοτήτων θορίου η καθεμιά των οποίων είναι μικρότερη από είκοσι μετρικούς τόννους, οι οποίες όμως συνολικά υπερβαίνουν τους είκοσι μετρικούς τόννους ετησίως

νοείται ότι δεν απαιτείται παροχή πληροφοριών για τις ύλες τις προοριζόμενες για μη πυρηνικές χρήσεις εφόσον βρίσκονται στη μορφή που αντιστοιχεί στην τελική μη πυρηνική χρήση τους.

- (vii)(α) Πληροφορίες σχετικά με τις ποσότητες, τις χρήσεις και τις θέσεις πυρηνικού υλικού που εξαιρείται από τις εγγυήσεις δυνάμει του Άρθρου 36 της Συμφωνίας Εγγυήσεων
- (β) Πληροφορίες σχετικά με τις ποσότητες (που δυνατόν να έχουν τη μορφή εκτιμήσεων), και τις χρήσεις σε κάθε τοποθεσία, πυρηνικού υλικού που εξαιρείται από τις εγγυήσεις δυνάμει του Άρθρου 35(β) της Συμφωνίας Εγγυήσεων, αλλά που δεν βρίσκεται ακόμη σε μορφή μη πυρηνικής τελικής χρήσης, σε ποσότητες υπερβαίνουσες αυτές που εκτίθενται στο Άρθρο 36 της Συμφωνίας Εγγυήσεων. Η γνωστοποίηση των πληροφοριών αυτών δεν απαιτεί λεπτομερή λογιστική καταγραφή των πυρηνικών υλών.
- (viii) Πληροφορίες σχετικά με τη θέση ή την περαιτέρω επεξεργασία αποβλήτων μέσης ή υψηλής ραδιενέργειας που περιέχουν πλουτώνιο, ουράνιο υψηλού βαθμού εμπλουτισμού ή ουράνιο-233, για τα οποία έχουν τερματιστεί οι εγγυήσεις δυνάμει του άρθρου 11 της Συμφωνίας Εγγυήσεων. Για τους σκοπούς της παρούσας παραγράφου, η "περαιτέρω επεξεργασία" δεν περιλαμβάνει ανασυσκευασία των αποβλήτων ή την περαιτέρω προετοιμασία τους που δεν συνεπάγεται διαχωρισμό χημικών στοιχείων, για αποθήκευση ή διάθεση.
- (ix) Τις ακόλουθες πληροφορίες σχετικά με προδιαγραφόμενο εξοπλισμό και μη πυρηνικές ύλες που απαριθμούνται στο Παράρτημα II:
- α) Για κάθε εξαγωγή, εκτός της Κύπρου, εξοπλισμού και υλών αυτού του είδους: αναγνωριστικά στοιχεία, ποσότητα, θέση σκοπούμενης χρήσης στο Κράτος παραλαβής και ημερομηνία ή, κατά περίπτωση, αναμενόμενη ημερομηνία εξαγωγής
- β) Κατόπιν ρητού αιτήματος του Οργανισμού, επιβεβαίωση από την Κύπρο, ως εισάγον Κράτος, των πληροφοριών που έχουν διαβιβασθεί στον Οργανισμό από άλλο Κράτος σχετικά με την εξαγωγή τέτοιου τεχνικού εξοπλισμού και υλών προς την Κύπρο.

- (x) Γενικά σχέδια για τα δέκα προσεχή έτη όσον αφορά την ανάπτυξη του κύκλου του πυρηνικού καυσίμου (συμπεριλαμβανομένων των προγραμματιζόμενων δραστηριοτήτων έρευνας και ανάπτυξης που συνδέονται με τον κύκλο του πυρηνικού καυσίμου) μόλις εγκριθούν από τις ενδεδειγμένες αρχές της Κύπρου.
- β. Η Κύπρος καταβάλλει κάθε εύλογη προσπάθεια ώστε να παρέχει στον Οργανισμό τις εξής πληροφορίες:
- i) Γενική περιγραφή και πληροφορίες με τις οποίες καθορίζεται η θέση διεξαγωγής δραστηριοτήτων έρευνας και ανάπτυξης που συνδέονται με τον κύκλο του πυρηνικού καυσίμου, χωρίς εμπλοκή πυρηνικών υλών, ειδικώς σχετιζόμενων με τον εμπλουτισμό, την επανεπεξεργασία πυρηνικού αυσίμου ή την επεξεργασία αποβλήτων μέσης ή υψηλής ραδιενέργειας που περιέχουν πλουτώνιο, ουράνιο υψηλού βαθμού εμπλουτισμού ή ουράνιο-233, οι οποίες λαμβάνουν χώρα οπουδήποτε στην Κύπρο αλλά δεν χρηματοδοτούνται, ούτε εγκρίνονται ρητώς ή ελέγχονται από την Κύπρο, ή εκτελούνται για λογαριασμό της. Για τους σκοπούς της παρούσας παραγράφου, η "επεξεργασία" αποβλήτων μέσης ή υψηλής ραδιενέργειας δεν περιλαμβάνει την ανασυσκευασία των αποβλήτων ή την προετοιμασία τους που δεν συνεπάγεται διαχωρισμό χημικών στοιχείων, για αποθήκευση ή διάθεση.
- ii) Γενική περιγραφή των δραστηριοτήτων και της ταυτότητας του προσώπου ή της οντότητας που διεξάγει τέτοιες δραστηριότητες, σε θέσεις εντοπιζόμενες από τον Οργανισμό έξω από την τοποθεσία, τις οποίες ο Οργανισμός θεωρεί ότι δύνανται να σχετίζονται λειτουργικώς με τις δραστηριότητες της υπόψη τοποθεσίας. Η παροχή των ανωτέρω πληροφοριών γίνεται μόνο μετά από ιδιαίτερο αίτημα του Οργανισμού. Θα παρέχονται εγκαίρως και μετά από σύσκεψη με τον Οργανισμό.
- γ. Κατ' αίτηση του Οργανισμού, η Κύπρος παρέχει διευκρινίσεις ή επεξηγήσεις για τις τυχόν παρασχεθείσες δυνάμει του παρόντος άρθρου πληροφορίες στο βαθμό που αυτό είναι απαραίτητο για τους σκοπούς των εγγυήσεων.

**Άρθρο 3**

- α. Η Κύπρος παρέχει στον Οργανισμό τις πληροφορίες που αναφέρονται στα σημεία α.(i), (iii), (iv), (v), (vi) α, (vii) και (x), και σημείο β.(i) του άρθρου 2 εντός 180 ημερών από την έναρξη ισχύος του παρόντος Πρωτοκόλλου.
- β. Η Κύπρος παρέχει στον Οργανισμό, έως τις 15 Μαΐου κάθε έτους, στοιχεία για την ενημέρωση των πληροφοριών που προβλέπονται στην παράγραφο α. πιο πάνω για την περίοδο που αντιστοιχεί στο προηγούμενο ημερολογιακό έτος. Η Κύπρος επισημαίνει κατά πόσο οι πληροφορίες που έχουν παρασχεθεί στο παρελθόν δεν έχουν μεταβληθεί.
- γ. Η Κύπρος παρέχει στον Οργανισμό μέχρι τις 15 Μαΐου κάθε έτους, τις πληροφορίες που προβλέπονται στα σημεία α.(vi) (β) και (γ) του άρθρου 2 για την περίοδο που αντιστοιχεί στο προηγούμενο ημερολογιακό έτος.
- δ. Η Κύπρος παρέχει ανά τρίμηνο στον Οργανισμό τις πληροφορίες που αναφέρονται στο σημείο α.ix) α) του άρθρου 2. Οι πληροφορίες αυτές διαβιβάζονται εντός εξήντα ημερών από το τέλος κάθε τριμήνου.
- ε. Η Κύπρος παρέχει στον Οργανισμό τις πληροφορίες που αναφέρονται στο σημείο α.(viii) του άρθρου 2, 180 ημέρες πριν διενεργηθεί περαιτέρω επεξεργασία, και μέχρι τις 15 Μαΐου εκάστου έτους πληροφορίες σχετικά με αλλαγές θέσης για την περίοδο που αντιστοιχεί στο προηγούμενο ημερολογιακό έτος.
- στ. Η Κύπρος και ο Οργανισμός συμφωνούν ως προς το χρόνο και τη συχνότητα παροχής των πληροφοριών που αναφέρονται στο σημείο (α) (ii) του άρθρου 2.
- ζ. Η Κύπρος παρέχει στον Οργανισμό τις πληροφορίες που αναφέρονται στο σημείο α (ix) (β) του άρθρου 2 εντός 60 ημερών από τη διατύπωση σχετικού αιτήματος εκ μέρους του Οργανισμού.



## ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ

## Άρθρο 4

Οι ακόλουθες διατάξεις εφαρμόζονται σε σχέση με τη/ εφαρμογή συμπληρωματικής πρόσβασης βάσει του άρθρου 5 του παρόντος Πρωτοκόλλου.

- α. Ο Οργανισμός δεν επιδιώκει, κατά τρόπο μηχανικό ή συστηματικό, να επαληθεύει τις πληροφορίες που αναφέρονται στο Άρθρο 2· εντούτοις, ο Οργανισμός έχει δικαίωμα πρόσβασης:
- i) Σε οποιαδήποτε θέση αναφερόμενη στο Άρθρο 5, σημείο α (i) ή (ii) επιλεκτικώς, προκειμένου να διασφαλίζεται η απουσία αδήλων πυρηνικών υλών και δραστηριοτήτων
  - ii) Σε οποιαδήποτε θέση αναφερόμενη στο Άρθρο 5 παράγραφοι β. και γ., προκειμένου να επιλύσει ζητήματα σχετικά με την ορθότητα και την πληρότητα των πληροφοριών που έχουν παρασχεθεί κατ' εφαρμογή του Άρθρου 2 ή για να επιλύσει αντιφάσεις σχετικές με τις πληροφορίες αυτές.
  - iii) Σε οποιαδήποτε θέση αναφερόμενη στο Άρθρο 5, σημείο α (iii) στην έκταση που είναι αναγκαία για τον Οργανισμό για να επιβεβαιώσει, για σκοπούς των εγγυήσεων, τη δήλωση της Κύπρου, για την κατάσταση παροπλισμού μιας μονάδας ή θέσης εκτός των μονάδων όπου συνήθως χρησιμοποιούνταν πυρηνικές ύλες.
- β. i. Εκτός όπως προνοείται στην κατωτέρω παράγραφο ii), ο Οργανισμός διαβιβάζει στην Κύπρο τουλάχιστον 24ωρη σχετική προειδοποίηση για την πρόσβαση
- ii. Για πρόσβαση σε οποιοδήποτε χώρο σε τοποθεσία, που επιζητείται σε συνδυασμό με επισκέψεις επαλήθευσης πληροφοριών για σχεδιαστικά χαρακτηριστικά ή ειδικές ή στερεότυπες επιθεωρήσεις στην ανωτέρω τοποθεσία, ο χρόνος προειδοποίησης είναι, αν το ζητήσει ο Οργανισμός, τουλάχιστον δύο ώρες και κατ' εξαίρεση λιγότερο.

- γ. Η προειδοποίηση είναι έγγραφη και καθορίζει τους λόγους για τους οποίους ζητείται πρόσβαση καθώς και τις δραστηριότητες που θα διεξαχθούν κατά τη διάρκεια της πρόσβασης αυτής.
- δ. Σε περίπτωση που ανακύψει κάποιο πρόβλημα ή αντίφαση, ο Οργανισμός παρέχει στην Κύπρο τη δυνατότητα να παρέχει διευκρινίσεις και να διευκολύνει την επίλυση του προβλήματος ή της αντίφασης. Η δυνατότητα αυτή παρέχεται πριν να διατυπωθεί αίτημα για πρόσβαση, εκτός αν ο Οργανισμός κρίνει ότι η καθυστέρηση της πρόσβασης θα ζημιώσει το σκοπό για τον οποίο επιδιώκεται η πρόσβαση. Σε κάθε περίπτωση, ο Οργανισμός δεν εξάγει συμπεράσματα ως προς το πρόβλημα ή αντίφαση μέχρις ότου παρασχεθεί στην Κύπρο τέτοια δυνατότητα.
- ε. Η πρόσβαση λαμβάνει χώρα μόνο κατά τις συνήθεις ώρες εργασίας, εκτός αν η Κύπρος συμφωνεί διαφορετικά.
- στ. Η Κύπρος έχει το δικαίωμα να ορίζει εκπροσώπους οι οποίοι θα συνοδεύουν τους επιθεωρητές του Οργανισμού, όταν αυτοί κάνουν χρήση του δικαιώματος πρόσβασης, νοουμένου ότι αυτό δεν καθυστερεί ή παρακωλύει τους επιθεωρητές στην άσκηση των καθηκόντων τους.

#### **Άρθρο 5**

Η Κύπρος παραχωρεί στον Οργανισμό πρόσβαση:

- α. (i) Σε οποιοδήποτε χώρο μιας τοποθεσίας
- (ii) Σε οποιαδήποτε θέση που προσδιορίζει η Κύπρος βάσει του Άρθρου 2.α.(v)-(viii)
- (iii) Σε οποιαδήποτε παροπλισμένη μονάδα ή παροπλισμένη θέση εκτός των μονάδων όπου συνήθως χρησιμοποιούνται πυρηνικές ύλες.

- β. Σε οποιαδήποτε θέση προσδιορίζει η Κύπρος δυνάμει των εδαφίων α(i) και (iv), του υποεδαφίου α(ix) (β) και της παραγράφου β. του Άρθρου 2, εκτός από τις θέσεις που αναφέρονται στην παράγραφο α.(i) ανωτέρω, νοουμένου ότι η Κύπρος, αν δεν είναι σε θέση να παραχωρήσει μια τέτοια πρόσβαση, καταβάλλει κάθε εύλογη προσπάθεια ώστε να ικανοποιεί με άλλα μέσα χωρίς καθυστέρηση, τις απαιτήσεις του Οργανισμού.
- γ. Σε οποιαδήποτε θέση προσδιορίζει ο Οργανισμός, εκτός από τις θέσεις που αναφέρονται στις ανωτέρω παραγράφους α. και β., για τη διεξαγωγή περιβαλλοντικής δειγματοληψίας εξαρτώμενης από τη θέση, νοουμένου ότι η Κύπρος, αν αδυνατεί να παραχωρήσει μια τέτοια πρόσβαση, καταβάλλει κάθε εύλογη προσπάθεια ώστε να ικανοποιεί, χωρίς καθυστέρηση, τις απαιτήσεις του Οργανισμού σε γειτονικές θέσεις ή με άλλα μέσα.

#### **Άρθρο 6**

Στο πλαίσιο της εφαρμογής του άρθρου 5, ο Οργανισμός δύναται να διεξάγει τις ακόλουθες δραστηριότητες:

- α. Σε περίπτωση πρόσβασης παραχωρηθείσας σύμφωνα με το Άρθρο 5.α.(i) ή (iii): οπτική επιθεώρηση συλλογή περιβαλλοντικών δειγμάτων χρήση συσκευών ανίχνευσης και μέτρησης της ακτινοβολίας εφαρμογή σφραγίδων και άλλων συσκευών αναγνώρισης και ένδειξης των παραποιήσεων που καθορίζονται σε Επικουρικούς Διακανονισμούς καθώς και άλλα αντικειμενικά μέτρα που έχουν αποδειχθεί εφικτά από τεχνική άποψη και η χρήση των οποίων έχει συμφωνηθεί από το Διοικητικό Συμβούλιο (στο εξής αναφερόμενο ως το "Συμβούλιο") κατόπιν διαβουλεύσεων μεταξύ του Οργανισμού και της Κύπρου.
- β. Σε περίπτωση πρόσβασης παραχωρηθείσας σύμφωνα με το Άρθρο 5.α. (ii): οπτική επιθεώρηση καταμέτρηση πυρηνικών υλών μη καταστρεπτικές μετρήσεις και δειγματοληψία χρήση συσκευών ανίχνευσης και μέτρησης της ακτινοβολίας εξέταση αρχείων σχετικών με τις ποσότητες, την προέλευση και διάταξη του υλικού συλλογή περιβαλλοντικών δειγμάτων καθώς και άλλα αντικειμενικά μέτρα που έχουν αποδειχθεί εφικτά από τεχνική

άποψη και η χρήση των οποίων έχει συμφωνηθεί από το Συμβούλιο, κατόπιν διαβουλεύσεων μεταξύ του Οργανισμού και της Κύπρου.

- γ. Σε περίπτωση πρόσβασης παραχωρηθείσας σύμφωνα με το άρθρο 5.β.: οπτική επιθεώρηση συλλογή περιβαλλοντικών δειγμάτων χρήση συσκευών ανίχνευσης και μέτρησης της ακτινοβολίας εξέταση αρχείων παραγωγής και αποστολής σχετικών με διασφαλίσεις καθώς και άλλα αντικειμενικά μέτρα που έχουν αποδειχθεί εφικτά από τεχνική άποψη και τα οποία έχουν επιτραπεί από το Συμβούλιο, κατόπιν διαβουλεύσεων μεταξύ του Οργανισμού και της Κύπρου.
- δ. Σε περίπτωση πρόσβασης παραχωρηθείσας σύμφωνα με το Άρθρο 5.γ.: συλλογή περιβαλλοντικών δειγμάτων και σε περίπτωση που τα αποτελέσματα δεν επιλύουν το πρόβλημα ή την αντίφαση στη θέση που καθορίζει ο Οργανισμός κατ' εφαρμογή του Άρθρου 5.γ., χρησιμοποίηση στη θέση αυτή οπτικής επιθεώρησης, συσκευών ανίχνευσης και μέτρησης της ακτινοβολίας και άλλων αντικειμενικών μέτρων με τη συμφωνία της Κύπρου και του Οργανισμού.

#### Άρθρο 7

- α. Μετά από αίτημα της Κύπρου, ο Οργανισμός και η Κύπρος συνάπτουν διαδικασίες οργανωμένης πρόσβασης δυνάμει του παρόντος Πρωτοκόλλου ώστε να εμποδίσουν τη διάδοση πληροφοριών σημαντικών για την εξάπλωση των πυρηνικών όπλων, για να τηρήσουν τις απαιτήσεις ασφάλειας και προστασίας της σωματικής ή υλικής ακεραιότητας ή να προστατεύσουν πληροφορίες για περιουσιακά δικαιώματα ή σημαντικές από εμπορική άποψη πληροφορίες. Οι διαδικασίες αυτές δεν εμποδίζουν τον Οργανισμό να διεξάγει τις απαιτούμενες δραστηριότητες ώστε να παρέχει πειστική διαβεβαίωση για την απουσία αδήλων πυρηνικών υλών και δραστηριοτήτων στη σχετική θέση, και να επιλύσει οποιοδήποτε ζήτημα σχετικό με την ορθότητα και την πληρότητα των πληροφοριών που αναφέρονται στο Άρθρο 2 ή οποιαδήποτε αντίφαση σε σχέση με τις πληροφορίες αυτές.

- β. Όταν παρέχει τις πληροφορίες που αναφέρονται στο Άρθρο 2, η Κύπρος δύναται να πληροφορεί τον Οργανισμό για τους τόπους για τους οποίους πρόσβαση δύναται να υπαχθεί σε διαδικασίες ρύθμισης.
- γ. Εν αναμονή της έναρξης ισχύος των ενδεχομένως αναγκαίων Επικουρικών Διακανονισμών, η Κύπρος δύναται να προσφύγει στην υπαγόμενη σε διαδικασίες ρύθμισης πρόσβαση σύμφωνα με τις διατάξεις της παραγράφου α. ανωτέρω.

#### **Άρθρο 8**

Καμιά διάταξη του παρόντος Πρωτοκόλλου δεν εμποδίζει την Κύπρο να παραχωρήσει στον Οργανισμό πρόσβαση σε τόπους πέραν των αναφερομένων στα Άρθρα 5 και 9 ή να ζητήσει από τον Οργανισμό να διεξάγει δραστηριότητες επαλήθευσης σε ένα συγκεκριμένο τόπο. Ο Οργανισμός καταβάλλει χωρίς καθυστέρηση κάθε εύλογη προσπάθεια ώστε να ικανοποιήσει ένα τέτοιο αίτημα.

#### **Άρθρο 9**

Η Κύπρος παραχωρεί στον Οργανισμό πρόσβαση σε θέσεις καθοριζόμενες από αυτόν για τη διεξαγωγή περιβαλλοντικών δειγματοληψιών ευρείας περιοχής, νοουμένου ότι αν η Κύπρος αδυνατεί να παράσχει τέτοια πρόσβαση, θα καταβάλλει κάθε εύλογη προσπάθεια ώστε να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις του Οργανισμού σε εναλλακτικές θέσεις. Ο Οργανισμός δεν θα επιδιώξει τέτοια πρόσβαση πριν εγκριθούν από το Συμβούλιο, κατόπιν διαβουλεύσεων μεταξύ του Οργανισμού και της Κύπρου, η χρήση περιβαλλοντικών δειγματοληψιών ευρείας περιοχής και οι σχετικοί διαδικασίες διευθέτησης.

#### **Άρθρο 10**

Ο Οργανισμός ενημερώνει την Κύπρο σχετικά με:

- α. Τις δραστηριότητες που διεξάγονται δυνάμει του παρόντος Πρωτοκόλλου, καθώς και σχετικά με τις δραστηριότητες που αφορούν ζητήματα ή ανησυχίες τα οποία έχει υποδείξει ο Οργανισμός στην Κύπρο εντός

εξήντα ημερών μετά τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων αυτών από τον Οργανισμό.

- β. Τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων που διεξάγονται προς επίλυση των ζητημάτων ή αντιφάσεων που έχει υποδείξει ο Οργανισμός στην Κύπρο το συντομότερο δυνατό και, οπωσδήποτε, εντός τριάντα ημερών από τον προσδιορισμό των αποτελεσμάτων από τον Οργανισμό.
- γ. Τα συμπεράσματα που συνάγει από τις δραστηριότητες που διεξάγει κατ' εφαρμογήν του παρόντος Πρωτοκόλλου. Τα συμπεράσματα αυτά διαβιβάζονται σε ετήσια βάση.

#### **ΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ**

##### **Άρθρο 11**

- α.ι) Ο Γενικός Διευθυντής κοινοποιεί στην Κύπρο την έγκριση, εκ μέρους του Συμβουλίου, της χρησιμοποίησης οποιουδήποτε υπαλλήλου του Οργανισμού ως επιθεωρητή εγγυήσεων. Ο υπάλληλος στον οποίο αναφέρεται η κοινοποίηση προς την Κύπρο θεωρείται ως διορισμένος επιθεωρητής για την Κύπρο, εκτός εάν η Κύπρος γνωστοποιήσει στον Γενικό Διευθυντή, εντός τριών μηνών από την παραλαβή της κοινοποίησης της έγκρισης του Συμβουλίου, ότι δεν αποδέχεται τον συγκεκριμένο υπάλληλο ως επιθεωρητή για την Κύπρο.
- ii) Ο Γενικός Διευθυντής, εις απάντηση σε αίτημα της Κύπρου ή με δική του πρωτοβουλία, γνωστοποιεί αμέσως στην Κύπρο την ανάκληση του διορισμού ενός υπαλλήλου ως επιθεωρητή για την Κύπρο.
- β. Η κοινοποίηση που προβλέπεται στην παράγραφο α. πιο πάνω θεωρείται παραληφθείσα από την Κύπρο επτά ημέρες μετά την ημερομηνία αποστολής της με συστημένη επιστολή από τον Οργανισμό στην Κύπρο.

## ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ

## Άρθρο 12

Εντός ενός μηνός από την ημερομηνία παραλαβής σχετικού αιτήματος, η Κύπρος παρέχει στο διορισμένο επιθεωρητή τον οποίο αφορά το αίτημα, τις δέουσες θεωρήσεις πολλαπλής εισόδου/εξόδου ή/και, αν χρειάζεται, θεωρήσεις διαμετακόμισης, ούτως ώστε να του/της επιτραπεί η είσοδος και η διαμονή στο έδαφος της Κύπρου για τους σκοπούς της άσκησης των καθηκόντων του/της. Οι απαιτούμενες θεωρήσεις ισχύουν για ένα τουλάχιστον έτος και ανανεώνονται ανάλογα με τις ανάγκες ούτως ώστε να καλύψουν τη διάρκεια του διορισμού του επιθεωρητή για την Κύπρο.

## ΕΠΙΚΟΥΡΙΚΟΙ ΔΙΑΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

## Άρθρο 13

- α. Σε περίπτωση που η Κύπρος ή ο Οργανισμός υποδείξει ότι είναι απαραίτητο να καθοριστεί σε Επικουρικούς Διακανονισμούς ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να εφαρμοσθούν τα προβλεπόμενα στο παρόν Πρωτόκολλο μέτρα, η Κύπρος και ο Οργανισμός συμφωνούν επί των επικουρικών αυτών Διακανονισμών εντός ενενήντα ημερών από την έναρξη ισχύος του παρόντος Πρωτοκόλλου ή, όταν υποδεικνύεται ότι χρειάζονται τέτοιοι Επικουρικοί Διακανονισμοί μετά την έναρξη ισχύος του παρόντος Πρωτοκόλλου, εντός ενενήντα ημερών από την ημερομηνία υπόδειξης.
- β. Εν αναμονή της ενάρξεως ισχύος των αναγκαίων Επικουρικών Διακανονισμών, ο Οργανισμός έχει δικαίωμα να εφαρμόσει τα μέτρα που προβλέπονται στο παρόν Πρωτόκολλο.

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ****Άρθρο 14**

- α. Η Κύπρος επιτρέπει στον Οργανισμό και προστατεύει την ελεύθερη επικοινωνία, για επίσημους σκοπούς, μεταξύ των επιθεωρητών του Οργανισμού στην Κύπρο και της Έδρας και/ή των Περιφερειακών Γραφείων του Οργανισμού, συμπεριλαμβανομένης της διαβίβασης, επιτηρούμενης ή μη, πληροφοριών που δημιουργούνται μέσω των συστημάτων απομόνωσης ή/και παρακολούθησης ή μετρήσεων του Οργανισμού. Ο Οργανισμός, σε συνεννόηση με την Κύπρο έχει δικαίωμα να χρησιμοποιεί διεθνώς καθιερωμένα συστήματα άμεσης επικοινωνίας, καθώς και δορυφορικά συστήματα και άλλες ορφές τηλεπικοινωνίας που δεν χρησιμοποιούνται στην Κύπρο. Κατ' αίτηση της Κύπρου ή του Οργανισμού, οι λεπτομέρειες εφαρμογής της παρούσας παραγράφου στην Κύπρο όσον αφορά την επιτηρούμενη ή μη διαβίβαση πληροφοριών συλλεγόμενων από τα συστήματα απομόνωσης ή/και επιτήρησης ή μετρήσεων του Οργανισμού καθορίζονται στους Επικουρικούς Διακανονισμούς.
- β. Κατά την επικοινωνία και τη διαβίβαση πληροφοριών όπως προβλέπεται στην παράγραφο α. ανωτέρω λαμβάνεται δεόντως υπόψη η ανάγκη προστασίας των πληροφοριών ιδιοκτησίας ή ευαίσθητων από εμπορική άποψη πληροφοριών ή των σχεδιαστικών στοιχείων που η Κύπρος θεωρεί ως ιδιαίτερα ευαίσθητα.

**ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΗΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ****Άρθρο 15**

- α. Ο Οργανισμός διατηρεί αυστηρό σύστημα για τη διασφάλιση αποτελεσματικής προστασίας ενάντια στην αποκάλυψη των εμπορικών, τεχνολογικών και βιομηχανικών απόρρητων στοιχείων ή άλλων εμπιστευτικών πληροφοριών που περιέχονται εις γνώση του, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που περιέχονται εις γνώση του στο πλαίσιο της εφαρμογής του παρόντος Πρωτοκόλλου.



- β. Το αναφερόμενο στην παράγραφο α. σύστημα συμπεριλαμβάνει, μεταξύ άλλων, διατάξεις σχετικά με:
- i) τις γενικές αρχές και τα συναφή μέτρα για το χειρισμό των απόρρητων πληροφοριών.
  - ii) τους όρους απασχόλησης του προσωπικού που αφορούν την προστασία των απόρρητων πληροφοριών
  - iii) τις διαδικασίες που προβλέπονται σε περίπτωση παραβίασης ή ισχυριζόμενης παραβίασης της εμπιστευτικότητας.
- γ. Το σύστημα που αναφέρεται στην παράγραφο α. ανωτέρω εγκρίνεται και αναθεωρείται κατά διαστήματα από το Συμβούλιο.

#### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

##### Άρθρο 16

- α. Τα Παραρτήματα του παρόντος Πρωτοκόλλου αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του Πρωτοκόλλου. Υπό την επιφύλαξη τροποποίησης των Παραρτημάτων, ο όρος "Πρωτόκολλο", όπως χρησιμοποιείται στο παρόν κείμενο, καλύπτει το Πρωτόκολλο και τα Παραρτήματα του συνολικά.
- β. Ο κατάλογος δραστηριοτήτων που καθορίζονται στο Παράρτημα I και ο κατάλογος τεχνικού εξοπλισμού και υλών που καθορίζεται στο Παράρτημα II δύνανται να τροποποιηθούν από το Συμβούλιο με βάση τη γνωμοδότηση μιας ομάδας εργασίας εμπειρογνομόνων, ανοικτής σύνθεσης, που συγκροτείται από το Συμβούλιο. Οποιαδήποτε τροποποίηση αυτής της φύσεως τίθεται σε ισχύ τέσσερις μήνες μετά την έγκριση της από το Συμβούλιο.

## ΕΝΑΡΞΗ ΙΣΧΥΟΣ

## Άρθρο 17

- α. Το παρόν Πρωτόκολλο τίθεται σε ισχύ την ημερομηνία κατά την οποία ο Οργανισμός λαμβάνει από την Κύπρο γραπτή κοινοποίηση ότι οι νομοθετικές και συνταγματικές απαιτήσεις για την έναρξη ισχύος έχουν ικανοποιηθεί.
- β. Η Κύπρος δύναται, κατά οποιαδήποτε ημερομηνία πριν από την έναρξη ισχύος του παρόντος Πρωτοκόλλου, να δηλώσει ότι θα εφαρμόσει το παρόν Πρωτόκολλο σε προσωρινή βάση.
- γ. Ο Γενικός Διευθυντής ενημερώνει αμέσως όλα τα Κράτη Μέλη του Οργανισμού σχετικά με οποιαδήποτε δήλωση προσωρινής εφαρμογής του παρόντος Πρωτοκόλλου και σχετικά με την έναρξη ισχύος του.

## ΟΡΙΣΜΟΙ

## Άρθρο 18

Για τους σκοπούς του παρόντος Πρωτοκόλλου:

- α. Ως δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης συνδεδεμένες με τον κύκλο του πυρηνικού καυσίμου νοούνται οι δραστηριότητες που σχετίζονται συγκεκριμένα με οποιαδήποτε πτυχή ανάπτυξης διαδικασιών ή συστημάτων σχετικών με οποιαδήποτε από τα ακόλουθα:

- μετατροπή πυρηνικών υλών,
- εμπλουτισμός πυρηνικών υλών,
- παρασκευή πυρηνικού καυσίμου,
- αντιδραστήρες,
- κρίσιμες υπηρεσίες,
- επανεπεξεργασία πυρηνικού καυσίμου,

επεξεργασία (εκτός της ανασυσκευασίας, ή της προετοιμασίας άνευ διαχωρισμού στοιχείων, με σκοπό την αποθήκευση ή απομάκρυνση) αποβλήτων μέσης ή υψηλής ραδιενέργειας που περιέχουν πλουτώνιο, ουράνιο υψηλού βαθμού εμπλουτισμού ή ουράνιο-233,

με εξαίρεση τις δραστηριότητες θεωρητικής ή θεμελιώδους επιστημονικής έρευνας ή τις εργασίες έρευνας και ανάπτυξης που συνδέονται με τις βιομηχανικές εφαρμογές των ραδιοϊσοτόπων, τις ιατρικές, υδρολογικές και γεωργικές εφαρμογές, τις επιπτώσεις στην υγεία και στο περιβάλλον και τη βελτίωση της συντήρησης.

β. Ως τοποθεσία νοείται η περιοχή που οριοθετείται από την Κύπρο στις αντίστοιχες πληροφορίες σχεδιαστικών χαρακτηριστικών μιας μονάδας, συμπεριλαμβανομένης μονάδας που δεν λειτουργεί πλέον, και στις αντίστοιχες πληροφορίες για θέση εκτός μονάδων όπου συνήθως χρησιμοποιούνται πυρηνικές ύλες, συμπεριλαμβανομένης θέσης εκτός μονάδων που δεν λειτουργεί πλέον και όπου συνήθως εχρησιμοποιούνται πυρηνικές ύλες (αυτό περιορίζεται σε θέσεις με θερμές κυψέλες ή όπου εδιεξάγοντο δραστηριότητες σχετικές με τη μετατροπή, τον εμπλουτισμό, την παρασκευή ή επανεπεξεργασία πυρηνικού καυσίμου). Ο όρος τοποθεσία περιλαμβάνει επίσης τις πάσης φύσεως εγκαταστάσεις που συστεγάζονται με τη μονάδα ή τη θέση, για την παροχή ή τη χρήση ουσιαστικών υπηρεσιών, μεταξύ άλλων: θερμές κυψέλες για την επεξεργασία ακτινοβολημένων υλικών που δεν περιέχουν πυρηνικές ύλες εγκαταστάσεις για την επεξεργασία, την αποθήκευση και τη διάθεση αποβλήτων και κτίρια συσχετιζόμενα με συγκεκριμένα είδη καθοριζόμενα από την Κύπρο βάσει του ανωτέρω σημείου α. (iv) του άρθρου 2.

γ. Ως παροπλισμένη μονάδα ή παροπλισμένη θέση εκτός μονάδων νοείται μια εγκατάσταση ή θέση στην οποία έχουν αφαιρεθεί ή καταστεί αδύνατες για λειτουργία υπολειπόμενες κατασκευές και τεχνικός εξοπλισμός βασικός για τη χρήση της, ώστε να μη χρησιμοποιείται ως τόπος αποθήκευσης και να μη μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλέον για το χειρισμό, την επεξεργασία ή τη χρήση πυρηνικών υλών.

- δ. Ως μονάδα η οποία δεν λειτουργεί πλέον ή θέση εκτός μονάδων η οποία δεν λειτουργεί πλέον νοείται μια εγκατάσταση ή θέση όπου έχουν σταματήσει οι εργασίες και αφαιρεθεί οι πυρηνικές ύλες, δεν έχει όμως παροπλιστεί.
- ε. Ως ουράνιο υψηλού βαθμού εμπλουτισμού νοείται το ουράνιο που περιέχει ισότοπο  $^{235}$  κατά ποσοστό 20% τουλάχιστον.
- στ. Ως περιβαλλοντική δειγματοληψία εξαρτώμενη από τη θέση νοείται η συλλογή περιβαλλοντικών δειγμάτων (π.χ. αέρας, ύδατα, βλάστηση, έδαφος, επιχρίσματα) σε έναν τόπο υποδεικνυόμενο από τον Οργανισμό και στην άμεση γειτονία αυτού με σκοπό την παροχή βοήθειας στον Οργανισμό στην εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς την απουσία μη δηλωμένων πυρηνικών υλών ή πυρηνικών δραστηριοτήτων στη συγκεκριμένη θέση.
- ζ. Ως περιβαλλοντική δειγματοληψία ευρείας περιοχής νοείται η συλλογή περιβαλλοντικών δειγμάτων (π.χ. αέρας, ύδατα, βλάστηση, έδαφος, επιχρίσματα) σε σύνολο θέσεων υποδεικνυόμενων από τον Οργανισμό με σκοπό την παροχή βοήθειας στον Οργανισμό στην εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς την απουσία μη δηλωμένων πυρηνικών υλών ή πυρηνικών δραστηριοτήτων σε μια ευρεία περιοχή.
- η. Ως πυρηνική ύλη νοείται οποιαδήποτε ύλη πηγής ή ειδικό σχάσιμο υλικό όπως ορίζονται στο Άρθρο XX του Καταστατικού. Ο όρος ύλη πηγής δεν ερμηνεύεται ως ισχύων για μεταλλεύματα ή κατάλοιπα αυτών. Αν, μετά την έναρξη ισχύος του παρόντος Πρωτοκόλλου, το Συμβούλιο, ενεργώντας βάσει του Άρθρου XX του Καταστατικού του Οργανισμού, ορίσει και προσθέσει νέες ύλες στον κατάλογο εκείνων που θεωρούνται ως ύλες πηγής ή ειδικά σχάσιμα υλικά, ο ορισμός αυτός τίθεται σε ισχύ βάσει του παρόντος Πρωτοκόλλου μόνο κατόπιν αποδοχής του εκ μέρους της Κύπρου.
- θ. Ως μονάδα νοείται:
- i) Αντιδραστήρας, κρίσιμη εγκατάσταση, μονάδα μετατροπής, μονάδα παρασκευής, μονάδα επαναεπεξεργασίας, μονάδα διαχωρισμού ισωτόπων ή χωριστή εγκατάσταση αποθήκευσης ή

- ii) Κάθε θέση όπου συνήθως χρησιμοποιούνται πυρηνικές ύλες σε ποσότητες ανώτερες του ενός ενεργού χιλιογράμμου.
- i. Ως θέση εκτός μονάδων νοείται οποιαδήποτε εγκατάσταση ή θέση, που δεν αποτελεί μονάδα, όπου συνήθως χρησιμοποιούνται πυρηνικές ύλες σε ποσότητες ενός ενεργού χιλιογράμμου ή λιγότερο.

ΕΓΙΝΕ στη Βιέννη την ----- ημέρα του ----- 19 ----- σε δύο αντίγραφα στην Αγγλική γλώσσα.

Για την ΚΥΠΡΙΑΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ:

Για το ΔΙΕΘΝΗ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ  
ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΑΡΘΡΟ 2  
ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ α) ΣΗΜΕΙΟ iv) ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ

- (i) (i) Η κατασκευή περιστρεφόμενων σωλήνων φυγοκεντρωτών ή η συναρμολόγηση φυγοκεντρωτών αερίων.

Ως περιστρεφόμενοι σωλήνες φυγοκεντρωτών νοούνται λεπτότοιχοι κύλινδροι όπως περιγράφονται στο σημείο 5.1.1(β) του Παραρτήματος II.

Ως φυγοκεντρωτές αερίων νοούνται φυγοκεντρωτές όπως περιγράφονται στην Εισαγωγική Σημείωση στο σημείο 5.1 του Παραρτήματος II.

- (ii) Η κατασκευή πετασμάτων διαχύσεως.

Ως πετάσματα διαχύσεως νοούνται λεπτά πορώδη φίλτρα όπως περιγράφονται στο σημείο 5.3.1(α) του Παραρτήματος II.

- (iii) Η κατασκευή ή συναρμολόγηση συστημάτων βασισμένων σε λέιζερ.

Ως συστήματα βασισμένα σε λέιζερ νοούνται συστήματα που ενσωματώνουν τα εν λόγω στοιχεία όπως περιγράφεται στο σημείο 5.7 του Παραρτήματος II.

- (iv) Η κατασκευή ή συναρμολόγηση ηλεκτρομαγνητικών διαχωριστών ισοτόπων.

Ως ηλεκτρομαγνητικοί διαχωριστές ισοτόπων νοούνται τα στοιχεία που αναφέρονται στο σημείο 5.9.1 του Παραρτήματος II τα οποία περιέχουν πηγές ιόντων όπως περιγράφονται στο σημείο 5.9.1(α) του Παραρτήματος II.

- (v) Η κατασκευή ή συναρμολόγηση στηλών ή εξοπλισμού εκχύλισης.

Ως στήλες ή εξοπλισμός εκχύλισης νοούνται τα στοιχεία που περιγράφονται στα σημεία 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3, 5.6.5, 5.6.6, 5.6.7 και 5.6.8 του Παραρτήματος II.

- (vi) Η κατασκευή αεροδυναμικών ακροφυσίων διαχωρισμού ή σωλήνων περιδινήσεως.

Ως αεροδυναμικά ακροφύσια διαχωρισμού ή σωλήνες περιδινήσεως νοούνται τα ακροφύσια διαχωρισμού και σωλήνες περιδινήσεως που περιγράφονται αντιστοίχως στα σημεία 5.5.1 και 5.5.2 του Παραρτήματος II.

- (vii) Η κατασκευή ή συναρμολόγηση συστημάτων παραγωγής πλάσματος ουρανίου.

Ως συστήματα παραγωγής πλάσματος ουρανίου νοούνται συστήματα για την παραγωγή πλάσματος ουρανίου όπως περιγράφονται στο σημείο 5.8.3 του Παραρτήματος II.

- (viii) Η κατασκευή σωλήνων ζirkονίου.

Ως σωλήνες ζirkονίου νοούνται σωλήνες όπως περιγράφονται στο σημείο 1.6 του Παραρτήματος II.

- (ix) Η κατασκευή ή αναβάθμιση βαρέος ύδατος ή δευτερίου.

Ως βαρύ ύδωρ ή δευτέριο νοείται δευτέριο, βαρύ ύδωρ (οξείδιο του δευτερίου) και οποιαδήποτε άλλη ένωση δευτερίου στην οποία η αναλογία ατόμων δευτερίου προς άτομα υδρογόνου είναι ανώτερη του 1:5000.

- (x) Η κατασκευή γραφίτη πυρηνικού βαθμού.

Ως γραφίτης πυρηνικού βαθμού νοείται γραφίτης καθαρότητας ανώτερης των 5 μερών ισοδυνάμων βορίου ανά εκατομμύριο και πυκνότητας ανώτερης του 1.50 g/cm<sup>3</sup>.

- (xi) Η κατασκευή φιαλών για ακτινοβολημένο καύσιμο.

Ως φιάλη για ακτινοβολημένο καύσιμο νοείται λέβητας μεταφοράς ή/και αποθήκευσης ακτινοβολημένου καυσίμου που παρέχει χημική, θερμική και

ραδιολογική προστασία και διαχέει τη θερμότητα διάσπασης κατά το χειρισμό, τη μεταφορά και την αποθήκευση.

- (xii) Η κατασκευή ράβδων ελέγχου αντιδραστήρα.

Ως ράβδοι ελέγχου αντιδραστήρα νοούνται ράβδοι όπως περιγράφονται στο σημείο 1.4 του Παραρτήματος II.

- (xiii) Η κατασκευή ασφαλών δεξαμεμών και λεβήτων για την αποφυγή της κρισιμότητας.

Ως ασφαλείς δεξαμεμές και λέβητες για την αποφυγή της κρισιμότητας νοούνται τα στοιχεία που περιγράφονται στα σημεία 3.2 και 3.4 του Παραρτήματος II.

- (xiv) Η κατασκευή μηχανών κοπής στοιχείων ακτινοβολημένου καυσίμου.

Ως μηχανές κοπής στοιχείων ακτινοβολημένου καυσίμου νοείται εξοπλισμός όπως περιγράφεται στο σημείο 3.1 του Παραρτήματος II.

- (xv) Η κατασκευή κυψέλων ραδιενέργειας.

Ως κυψέλες ραδιενέργειας νοείται θάλαμος ή διασυνδεδεμένοι θάλαμοι συνολικού όγκου τουλάχιστον  $6\text{m}^3$  με θωράκιση ίση ή μεγαλύτερη ισοδυνάμου 0.5m σκυροδέματος, πυκνότητας  $3.2\text{g/cm}^3$  ή μεγαλύτερης, οι οποίες διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό για λειτουργία με τηλεχειρισμό.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΗ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ ΥΠΟΒΟΛΗΣ ΑΝΑΦΟΡΩΝ ΕΞΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΑΡΘΡΟ 2 ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ α) σημείο ix)**

**1. Αντιδραστήρες και εξοπλισμός****1.1. Αυτοτελείς πυρηνικοί αντιδραστήρες**

Πυρηνικοί αντιδραστήρες οι οποίοι λειτουργούν κατά τρόπο ώστε να επιτρέπουν την ελεγχόμενη, αυτοσυντηρούμενη αλυσιδωτή αντίδραση σχάσεως, αποκλειομένων των αντιδραστήρων μηδενικής ενέργειας οι οποίοι ορίζονται ως αντιδραστήρες με μέγιστο ρυθμό παραγωγής πλουτωνίου, βάσει του σχεδιασμού τους, 100 grams ανά έτος το μέγιστο.

**ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

Ο "πυρηνικός αντιδραστήρας" βασικά περιλαμβάνει τα στοιχεία που περιέχονται στο λέβητα του αντιδραστήρα ή είναι άμεσα συνδεδεμένα με αυτόν, τον εξοπλισμό που ελέγχει το επίπεδο ισχύος στον πυρήνα και τα κατασκευαστικά μέρη τα οποία κανονικά περιέχουν το πρωτεύον ψυκτικό μέσο του πυρήνα του αντιδραστήρα ή έρχονται σε άμεση επαφή με αυτό ή το ελέγχουν.

Ο ανωτέρω ορισμός δεν αποβλέπει στον αποκλεισμό των αντιδραστήρων οι οποίοι λογικά θα μπορούσαν να τροποποιηθούν ώστε να παράγουν πολύ περισσότερα των 100 grams πλουτωνίου ανά έτος. Οι αντιδραστήρες που είναι σχεδιασμένοι για συνεχή λειτουργία σε σημαντικά επίπεδα ισχύος, ανεξαρτήτως της ικανότητάς τους για παραγωγή πλουτωνίου, δεν θεωρούνται ως "αντιδραστήρες μηδενικής ενέργειας".

## 1.2. Λέβητες πίεσεως αντιδραστήρα

Μεταλλικοί λέβητες ως αυτοτελείς μονάδες ή ως κύρια, κατασκευασμένα στο εμπόριο, τμήματα αυτών, ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι για να περιέχουν τον πυρήνα ενός πυρηνικού αντιδραστήρα, όπως αυτός ορίζεται στην παράγραφο 1.1., και ικανοί να αντέξουν την πίεση λειτουργίας του πρωτεύοντος ψυκτικού μέσου.

### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Το κάλυμμα του λέβητα πίεσεως αντιδραστήρα καλύπτεται από το σημείο 1.2. ως κύριο, κατασκευασμένο στο εμπόριο, τμήμα ενός λέβητα πίεσεως.

Τα εσωτερικά στοιχεία του αντιδραστήρα (π.χ. στήλες και πλάκες στήριξης για τον πυρήνα και άλλα εσωτερικά στοιχεία του λέβητα, οδηγοί σωλήνες των ράβδων ελέγχου, θερμικές θωρακίσεις, διαφράγματα, δικτυωτές πλάκες πυρήνα, πλάκες διαχύτη, κλπ.) κανονικά παρέχονται από τον προμηθευτή του αντιδραστήρα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ορισμένα κατασκευαστικά μέρη εσωτερικής στήριξης αποτελούν τμήμα της κατασκευής του λέβητα πίεσεως. Τα στοιχεία αυτά είναι εξαιρετικά κριτικής σημασίας για την ασφάλεια και αξιοπιστία της λειτουργίας του αντιδραστήρα (και, επομένως, για τις εγγυήσεις και την ευθύνη του προμηθευτή του αντιδραστήρα) για το λόγο αυτό δεν αποτελεί κοινή πρακτική η προμήθεια τους, εκτός του πλαισίου του βασικού διακανονισμού προμήθειας για τον ίδιο τον αντιδραστήρα. Επομένως, αυτός ο τρόπος προμήθειας θεωρείται απίθανος παράλο που η χωριστή προμήθεια αυτών των μοναδικών, ειδικά σχεδιασμένων και κατασκευασμένων, κριτικής σημασίας, μεγάλων και δαπανηρών στοιχείων δεν θα έπρεπε να θεωρείται οπωσδήποτε ως εκτός πεδίου ενδιαφέροντος.

## 1.3. Μηχανές φόρτωσης και εκφόρτωσης καυσίμου αντιδραστήρα

Εξοπλισμός χειρισμού ειδικά σχεδιασμένος ή κατασκευασμένος για την εισαγωγή ή την αφαίρεση καυσίμου σε πυρηνικό αντιδραστήρα, όπως αυτός ορίζεται στην παράγραφο 1.1., ικανός για λειτουργία σε συνθήκες φορτίου ή που χρησιμοποιεί τεχνικά πολύπλοκα στοιχεία προσδιορισμού θέσης ή ευθυγράμμισης που επιτρέπουν πολυσύνθετες λειτουργίες παροχής καυσίμου σε συνθήκες εκτός

φορτίου όπως αυτές στις οποίες δεν είναι δυνατή η άμεση οπτική παρακολούθηση ή η ρόσβαση στο καύσιμο.

#### 1.4. Ράβδοι ελέγχου αντιδραστήρα

Ράβδοι ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες για τη ρύθμιση της ταχύτητας της πυρηνικής αντίδρασης σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα όπως αυτός ορίζεται στην παράγραφο 1.1.

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Στους ράβδους ελέγχου αντιδραστήρα περιλαμβάνονται, επιπλέον του τμήματος απορρόφησης νετρονίων, οι δομές στήριξης ή ανάρτησης των ράβδων όταν η προμήθεια τους γίνεται χωριστά.

#### 1.5. Σωλήνες πίεσεως αντιδραστήρα

Σωλήνες ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι για να περιλάβουν τα στοιχεία καυσίμου ή το πρωτεύον ψυκτικό μέσο σε αντιδραστήρα, όπως αυτός ορίζεται στην παράγραφο 1.1., όπου η πίεση λειτουργίας υπερβαίνει τα 5.1 MPa (740psi).

#### 1.6. Σωλήνες ζιρκονίου

Καθαρό ζιρκόνιο και κράματα ζιρκονίου, υπό μορφή σωλήνων ή συνόλων σωλήνων και σε ποσότητες που υπερβαίνουν τα 500kg ανά 12μήνο, τα οποία έχουν ειδικά σχεδιαστεί ή κατασκευαστεί για χρήση σε αντιδραστήρα, όπως αυτός ορίζεται στην παράγραφο 1.1., και που έχουν κατά βάρος αναλογία αιφνίου προς ζιρκόνιο μικρότερη από 1/500.

## 1.7. Αντλίες πρωτεύοντος ψυκτικού μέσου

Αντλίες ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες για την εξασφάλιση της κυκλοφορίας του πρωτεύοντος ψυκτικού μέσου στους πυρηνικούς αντιδραστήρες που ορίζονται στην παράγραφο 1.1..

### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Στις "ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες αντλίες" είναι δυνατόν να περιλαμβάνονται σύνθετα ερμητικά ή πολυερμητικά συστήματα για την πρόληψη διαρροής πρωτεύοντος ψυκτικού υγρού, εγκυλιωμένες αντλίες και αντλίες με συστήματα μάζας. Στον ορισμό συμπεριλαμβάνονται αντλίες πιστοποιημένες σύμφωνα με το πρότυπο NC-1 ή ισοδύναμα πρότυπα.

## 2. Μη πυρηνικά υλικά για αντιδραστήρες

### 2.1. Δευτέριο και βαρύ ύδωρ

Το δευτέριο, το βαρύ ύδωρ (οξειδίο του δευτερίου) και κάθε άλλη ένωση δευτερίου στην οποία η αναλογία ατόμων δευτερίου προς υδρογόνου είναι ανώτερη του 1:5000 για χρήση σε πυρηνικό αντιδραστήρα, όπως αυτός ορίζεται στην παράγραφο 1.1., σε ποσότητες μεγαλύτερες των 200kg ατόμων δευτερίου για κάθε χώρα αποδέκτη για κάθε 12μηνο.

### 2.2 Γραφίτης πυρηνικού βαθμού

Ο γραφίτης καθαρότητας μεγαλύτερης των 5 τμημάτων ανά εκατομμύριο ισοδυνάμου βορίου και πυκνότητας ανώτερης των  $1.50\text{g/cm}^3$  για χρήση σε πυρηνικό αντιδραστήρα όπως αυτός ορίζεται στην παράγραφο 1.1 σε ποσότητες μεγαλύτερες των  $3 \times 10^4\text{kg}$  (30 μετρικών τόννων) για κάθε χώρα αποδέκτη για κάθε 12μηνο.

## ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Για τους σκοπούς της υποβολής αναφοράς, η Κυβέρνηση καθορίζει αν οι εξαγωγές γραφίτη σύμφωνου με τις ανωτέρω προδιαγραφές προορίζονται για χρήση σε πυρηνικό αντιδραστήρα.

### 3. Εγκαταστάσεις για την επανεπεξεργασία ακτινοβολημένων στοιχείων καυσίμου και ειδικά σχεδιασμένος ή κατασκευασμένος εξοπλισμός

## ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Κατά την επανεπεξεργασία ακτινοβολημένου πυρηνικού καυσίμου το πλουτώνιο και το ουράνιο διαχωρίζονται από τα εντόνως ραδιενεργά προϊόντα σχάσης και άλλα διουρανικά στοιχεία. Ο διαχωρισμός μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες τεχνικές διαδικασίες. Ωστόσο, με το πέρασμα του χρόνου, η διεργασία Pugex έχει αποβεί η πλέον κοινή και αποδεκτή. Η διεργασία Pugex περιλαμβάνει διάλυση ακτινοβολημένου πυρηνικού καυσίμου σε νιτρικό οξύ, εν συνεχεία διαχωρισμό του ουρανίου, του πλουτωνίου και των προϊόντων σχάσης με εκχύλιση με διαλύτη για την οποία χρησιμοποιείται μίγμα φωσφορικού τριβουτυλίου σε οργανικό διαλύτη.

Οι εγκαταστάσεις που εκτελούν τη διεργασία Pugex εμφανίζουν παρόμοιες μεταξύ τους λειτουργίες, όπως: μικροτεμαχισμός ακτινοβολημένου στοιχείου καυσίμου, διάλυση καυσίμου, εκχύλιση με διαλύτη και αποθήκευση του υγρού διεργασίας. Ορισμένες φορές επίσης διαθέτουν παρόμοιο εξοπλισμό θερμικής απονίτρωσης του νιτρικού ουρανίου, μετατροπής νιτρικού πλουτωνίου σε οξείδιο ή μέταλλο και κατεργασίας των υγρών αποβλήτων προϊόντων σχάσης σε μορφή κατάλληλη για μακροχρόνια αποθήκευση ή διάθεση. Ωστόσο, ο ειδικός τύπος και διαμόρφωση του εξοπλισμού που εκτελεί τις εν λόγω λειτουργίες ενδέχεται να εμφανίζει διαφορές μεταξύ των διαφόρων εγκαταστάσεων Pugex για διάφορους λόγους, όπως ο τύπος και η ποσότητα ακτινοβολημένου πυρηνικού καυσίμου που πρέπει να υποστεί επανεπεξεργασία και η μελλοντική διάθεση των ανακτώμενων υλικών καθώς και οι αρχές ασφάλειας και συντήρησης που εφαρμόστηκαν κατά το σχεδιασμό της εγκατάστασης.

Μια "μονάδα επανεπεξεργασίας ακτινοβολημένων στοιχείων καυσίμου" περιλαμβάνει τον εξοπλισμό και τα κατασκευαστικά μέρη τα οποία κανονικά έρχονται σε απευθείας επαφή και ελέγχουν άμεσα το ακτινοβολημένο καύσιμο καθώς και το κύριο πυρηνικό υλικό και τις ροές επανεπεξεργασίας των προϊόντων σχάσης.

Οι ανωτέρω διεργασίες, περιλαμβανομένων των πλήρων συστημάτων μετατροπής του πλουτωνίου και παραγωγής μεταλλικού πλουτωνίου, δύνανται να προσδιοριστούν από τα μέτρα που λαμβάνονται για την αποφυγή της κρισιμότητας (π.χ. με τη βοήθεια γεωμετρίας), της έκθεσης σε ακτινοβολία (π.χ. με τη θωράκιση) και των κινδύνων τοξικότητας (π.χ. με τη συγκράτηση).

Τα στοιχεία εξοπλισμού που θεωρείται ότι εμπίπτουν εντός της έννοιας "εξοπλισμός ειδικά σχεδιασμένος ή κατασκευασμένος" για την επανεπεξεργασία στοιχείων ακτινοβολημένου καυσίμου περιλαμβάνουν:

### **3.1. Μηχανές κοπής στοιχείων ακτινοβολημένου καυσίμου**

#### **ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

Ο εξοπλισμός αυτός διαρρηγνύει το στεγανό περίβλημα του καυσίμου ώστε να εκτεθεί το ακτινοβολημένο πυρηνικό υλικό σε διάλυση. Ειδικά σχεδιασμένες ψαλίδες κοπής μετάλλου αποτελούν το συνηθέστερο εξοπλισμό, παρόλο που ενίοτε χρησιμοποιείται πιο προηγμένος εξοπλισμός, όπως τα λείζερ.

Τηλεχειριζόμενος εξοπλισμός ειδικά σχεδιασμένος ή κατασκευασμένος για χρήση σε εγκατάσταση επανεπεξεργασίας όπως ορίζεται ανωτέρω και προοριζόμενος για κοπή, μικροτεμαχισμό ή ψαλιδισμό ακτινοβολημένων διατάξεων, δεσμών ή ράβδων πυρηνικού καυσίμου.

### 3.2. Διαλυτοποιητές

#### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Οι διαλυτοποιητές συνήθως δέχονται το μικροτεμαχισμένο αναλωθέν καύσιμο. Πρόκειται για ασφαλή δοχεία για την αποφυγή της κρισιμότητας εντός των οποίων διαλύεται το ακτινοβολημένο πυρηνικό υλικό σε νιτρικό οξύ και τα εναπομένοντα κύττα απομακρύνονται από το ρεύμα της διαδικασίας.

Είναι ασφαλείς δεξαμενές για την αποφυγή της κρισιμότητας (π.χ. δακτυλιοειδείς ή ορθογώνιες δεξαμενές μικρής διαμέτρου) ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες για χρήση σε εγκατάσταση επανεπεξεργασίας όπως ορίζεται ανωτέρω χρησιμοποιούνται για τη διάλυση ακτινοβλημένου πυρηνικού καυσίμου, έχουν αντοχή στη θερμότητα και τα ισχυρά διαβρωτικά υγρά και είναι δυνατή η τροφοδότηση και συντήρησή τους με τηλεχειρισμό.

### 3.3. Συσσκευές και εξοπλισμός εκχύλισης με διαλύτη

#### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Οι εκχυλιστές με διαλύτη δέχονται το διάλυμα ακτινοβολημένου καυσίμου από τους διαλυτοποιητές και το οργανικό διάλυμα που διαχωρίζει το ουράνιο, το πλουτώνιο και τα προϊόντα σχάσης. Ο εξοπλισμός εκχύλισης με διαλύτη είναι συνήθως σχεδιασμένος ώστε να ανταποκρίνεται σε αυστηρές παραμέτρους λειτουργίας, όπως μακρόχρονη λειτουργία χωρίς να απαιτείται συντήρηση ή με ικανότητα ευχερούς αντικατάστασης, απλή λειτουργία και έλεγχος καθώς και προσαρμοστικότητα σε μεταβλητές συνθήκες διεργασίας.

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι εκχυλιστές με διαλύτη όπως συσκευασμένες ή παλμικές στήλες, εκχυλιστές αναμικτικού τύπου ή φυγοκεντρικοί εκχυλιστές για χρήση σε μονάδα επανεπεξεργασίας ακτινοβολημένου καυσίμου. Οι εκχυλιστές με διαλύτη πρέπει να είναι ανθεκτικοί στη διαβρωτική ενέργεια του νιτρικού οξέος. Οι συσκευές αυτές συνήθως κατασκευάζονται βάσει εξαιρετικά υψηλών προτύπων (τα οποία περιλαμβάνουν ειδικά πρότυπα για τη

τη συγκόλληση και την επιθεώρηση και τον έλεγχο ποιότητας και τις τεχνικές του ελέγχου ποιότητας) από ανοξειδωτους χάλυβες χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα, τιτάνιο, ζirkόνιο ή άλλα υψηλής ποιότητας υλικά.

#### 3.4. Λέβητες συγκράτησης ή αποθήκευσης χημικών ουσιών

##### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Από το στάδιο εκχύλισης με διαλύτη προκύπτουν τρεις κύριες ροές υγρού διεργασίας. Οι λέβητες συγκράτησης ή αποθήκευσης χρησιμοποιούνται για την περαιτέρω επεξεργασία και των τριών ροών, ως εξής:

- (α) Το καθαρό διάλυμα νιτρικού ουρανίου συμπυκνώνεται με εξάτμιση και περνά από διεργασία απονίτρωσης κατά την οποία μετατρέπεται σε οξειδιο ουρανίου. Αυτό το οξειδιο επαναχρησιμοποιείται στον κύκλο πυρηνικού καυσίμου.
- (β) Το διάλυμα των εντόνως ραδιενεργών προϊόντων σχάσης συνήθως συμπυκνώνεται με εξάτμιση και αποθηκεύεται ως πυκνό διάλυμα. Αυτό το πυκνό διάλυμα δύναται εν συνεχεία να εξατμισθεί και να μετατραπεί σε μορφή κατάλληλη για αποθήκευση ή διάθεση.
- (γ) Το καθαρό διάλυμα νιτρικού πλουτωνίου συμπυκνώνεται και αποθηκεύεται πριν περάσει σε μεταγενέστερα στάδια της διεργασίας. Ειδικότερα, οι λέβητες συγκράτησης ή αποθήκευσης διαλυμάτων πλουτωνίου είναι σχεδιασμένοι με τρόπο ώστε να αποφεύγονται προβλήματα κρυσμότητας λόγω αλλαγών στη συγκέντρωση και μορφή της ροής.

Οι λέβητες συγκράτησης ή αποθήκευσης είναι ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι για χρήση σε μονάδα επανεπεξεργασίας ακτινοβολημένου καυσίμου. Πρέπει να είναι ανθεκτικοί στη διαβρωτική ενέργεια το νιτρικού οξέος. Οι λέβητες συγκράτησης ή αποθήκευσης συνήθως κατασκευάζονται από υλικά όπως ο ανοξειδωτος χάλυβας χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, το τιτάνιο ή το ζirkόνιο ή άλλα υλικά υψηλής ποιότητας. Οι λέβητες αυτοί ενδέχεται να είναι σχεδιασμένοι



ώστε να λειτουργούν και να συντηρούνται με τηλεχειρισμό και να έχουν τα κολουθα χαρακτηριστικά για τον έλεγχο της πυρηνικήςκρσισιμότητας:

- (1) τοιχώματα ή εσωτερικές δομές με ισοδύναμο βορίου τουλάχιστον δύο τοις εκατό, ή
- (2) μέγιστη διάμετρο 175 mm (7 in) για τα κυλινδρικά δοχεία, ή
- (3) μέγιστο πλάτος 75 mm (3 in) για τα ορθογώνια ή τα δακτυλιοειδή δοχεία.

### 3.5. Σύστημα μετατροπής νιτρικού πλουτωνίου σε οξειδίο του πλουτωνίου

#### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Στις περισσότερες εγκαταστάσεις επαναεπεξεργασίας, η τελική διεργασία συνεπάγεται την μετατροπή του διαλύματος νιτρικού πλουτωνίου σε διοξειδίο του πλουτωνίου. Οι κύριες φάσεις που περιλαμβάνονται σε αυτή τη διεργασία είναι: διεργασία αποθήκευσης και ρύθμισης της πρώτης ύλης, καθίζηση και διαχωρισμός στερεού/υγρού, πύρωση, χειρισμός προϊόντος, εξαερισμός, διαχείριση αποβλήτων και έλεγχος της διεργασίας.

Πλήρη συστήματα ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για μετατροπή του νιτρικού πλουτωνίου σε οξειδίο του πλουτωνίου, ιδίως προσαρμοσμένα με τρόπο ώστε να αποφεύγονται οι επιπτώσεις από άποψη κρσισιμότητας και ακτινοβολίας και να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι τοξικότητας.

### 3.6. Συστήματα παραγωγής μεταλλικού πλουτωνίου από οξειδίο του πλουτωνίου

#### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Αυτή η διεργασία, η οποία θα ήταν δυνατό να συνδέεται με εγκατάσταση επαναεπεξεργασίας, συνεπάγεται τη φθορίωση του διοξειδίου του πλουτωνίου, συνήθως με ισχυρά διαβρωτικό υδροφθόριο, για την παραγωγή φθοριούχου πλουτωνίου το οποίο εν συνεχεία ανάγεται με υψηλής καθαρότητας μεταλλικό ασβέστιο για την παραγωγή μεταλλικού πλουτωνίου και σκωρίας φθοριούχου ασβεστίου. Οι κύριες φάσεις αυτής της διεργασίας είναι: φθορίωση (π.χ. με

εξοπλισμό κατασκευασμένο ή επενδεδυμένο με πολύτιμο μέταλλο), αναγωγή μετάλλου (π.χ. με κεραμικές κάψες), ανάκτηση σκωρίας, χειρισμός προϊόντος, εξαερισμός, διαχείριση αποβλήτων και έλεγχος της διεργασίας.

Πλήρη συστήματα ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για την παραγωγή μετάλλου πλουτωνίου, ιδίως προσαρμοσμένα με τρόπο ώστε να αποφεύγονται οι επιπτώσεις από άποψη κρισιμότητας και ακτινοβολίας και να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι τοξικότητας.

#### 4. Εγκαταστάσεις για την παραγωγή στοιχείων καυσίμου

Μια "μονάδα παραγωγής στοιχείων καυσίμου" περιλαμβάνει εξοπλισμό ο οποίος:

- (α) Κανονικά έρχεται σε άμεση επαφή ή χρησιμεύει άμεσα στην κατεργασία ή τον έλεγχο της ροής παραγωγής πυρηνικών υλικών, ή
- (β) Περιβάλλει με στεγανό περίβλημα τα πυρηνικά υλικά.

#### 5. Εγκαταστάσεις για τον διαχωρισμό των ισωτόπων ουρανίου και ειδικά σχεδιασμένος και κατασκευασμένος εξοπλισμός, άλλος πλην των αναλυτικών οργάνων

Ο εξοπλισμός που θεωρείται ότι καλύπτεται από την έννοια "ειδικά σχεδιασμένος και κατασκευασμένος εξοπλισμός, άλλος πλην των αναλυτικών οργάνων" για τον διαχωρισμό των ισωτόπων ουρανίου περιλαμβάνει τα εξής:

### 5.1. Φυγοκεντρωτές αερίων και διατάξεις και κατασκευαστικά μέρη ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για χρήση στους φυγοκεντρωτές αερίων

#### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Ο φυγοκεντρωτής αερίων συνήθως αποτελείται από λεπτότοιχο κύλινδρο (έναν ή περισσότερους) διαμέτρου μεταξύ 75 mm (3 in) και 400 mm (16 in) που περιέχεται σε περιβάλλον κενού και περιστρέφεται με υψηλή περιφερική ταχύτητα της τάξης των 300 m/s ή μεγαλύτερη με τον κεντρικό άξονα σε κατακόρυφη θέση. Για να επιτευχθεί υψηλή ταχύτητα τα υλικά κατασκευής για τα περιστροφικά κατασκευαστικά μέρη πρέπει να εμφανίζουν υψηλή αναλογία αντοχής προς πυκνότητα ενώ η διάταξη του ρότορα, και επομένως τα χωριστά κατασκευαστικά μέρη, πρέπει να είναι κατασκευασμένα με ελάχιστες ανοχές ώστε να ελαχιστοποιείται η ανισορροπία. Ο φυγοκεντρωτής αερίων για εμπλουτισμό ουρανού ιακρίνεται από τους άλλους φυγοκεντρωτές καθότι διαθέτει εντός του διαμερίσματος του ρότορα έναν ή περισσότερους περιστρεφόμενους δισκοειδείς αποσβεστήρες, στατική διάταξη σωλήνων για τροφοδότηση και αφαίρεση αερίου  $UF_6$  και τουλάχιστον 3 χωριστούς διαύλους εκ των οποίων οι 2 είναι συνδεδεμένοι σε απαγωγούς εκτεινόμενους από τον άξονα του ρότορα προς την περιφέρεια του διαμερίσματος του ρότορα.

Στο περιβάλλον κενού περιέχονται επίσης ορισμένα στοιχεία κριτικής σημασίας, μη περιστρεφόμενα, και τα οποία, παρόλο που είναι ειδικά σχεδιασμένα, δεν είναι δύσκολο να κατασκευαστούν ούτε απαιτούν ιδιαίτερα υλικά. Μια εγκατάσταση φυγοκέντρωσης απαιτεί ωστόσο μεγάλο αριθμό από αυτά τα κατασκευαστικά μέρη, επομένως οι ποσότητες αποτελούν σημαντική ένδειξη της τελικής χρήσης.

#### 5.1.1. Περιστρεφόμενα κατασκευαστικά μέρη

##### (α) Πλήρεις διατάξεις ρότορα:

Λεπτότοιχοι κύλινδροι ή σειρά λεπτότοιχων κυλίνδρων συνδεδεμένων μεταξύ τους, κατασκευασμένοι από ένα ή περισσότερα από τα υλικά που

εμφανίζουν υψηλή αναλογία αντοχής προς πυκνότητα τα οποία περιγράφονται στην ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ του παρόντος τμήματος. Όταν είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους, οι κύλινδροι ενώνονται με ελαστικούς φυσητήρες ή δακτύλιους όπως περιγράφονται ακολούθως, στο 5.1.1.(γ). Ο ρότορας, στην τελική μορφή, είναι εξοπλισμένος με ένα ή περισσότερα εσωτερικά διαφράγματα και κολύμματα, όπως περιγράφεται ακολούθως, στα σημεία 5.1.1.(δ) και (ε). Ωστόσο, η πλήρης διάταξη είναι δυνατόν να παραδοθεί μόνον μερικώς συναρμολογημένη.

(β) Περιστρεφόμενοι σωλήνες:

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι λεπτότοιχοι κύλινδροι πάχους το μέγιστο 12 mm (0.5 in), διαμέτρου μεταξύ 75 mm (3 in) και 400 mm (16 in) και οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από ένα ή περισσότερα από τα υλικά που εμφανίζουν υψηλή αναλογία αντοχής προς πυκνότητα και τα οποία περιγράφονται στην ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ του παρόντος τμήματος.

(γ) Δακτύλιοι ή φυσητήρες:

Στοιχεία ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για την στήριξη του περιστρεφόμενου σωλήνα ή για τη συνένωση ενός αριθμού περιστρεφόμενων σωλήνων. Οι φυσητήρες είναι βραχείς ελικοειδείς κύλινδροι μέγιστου πάχους τοιχώματος 3 mm (0.12 in), διαμέτρου μεταξύ 75 mm (3 in) και 400 mm (16 in) και είναι κατασκευασμένοι από ένα ή περισσότερα από τα υλικά που εμφανίζουν υψηλή αναλογία αντοχής προς πυκνότητα τα οποία περιγράφονται στην ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ του παρόντος τμήματος.

(δ) Διαφράγματα:

Δισκοειδή κατασκευαστικά μέρη διαμέτρου μεταξύ 75 mm (3 in) και 400 mm (16 in) ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για τοποθέτηση εντός του περιστρεφόμενου σωλήνα του φυγοκεντρωτή, ώστε να μονώνεται το διαμέρισμα ανάφλεξης από το κύριο διαμέρισμα διαχωρισμού και, σε

ορισμένες περιπτώσεις, να διευκολύνεται η κυκλοφορία αερίου  $UF_6$  εντός του κυρίου διαμερίσματος διαχωρισμού του περιστρεφόμενου σωλήνα και τα οποία είναι κατασκευασμένα από ένα από τα υλικά που εμφανίζουν υψηλή αναλογία αντοχής προς πυκνότητα τα οποία περιγράφονται στην ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ του παρόντος τμήματος.

(ε) Επάνω/Κάτω καλύμματα:

Δισκοειδή κατασκευαστικά μέρη διαμέτρου μεταξύ 75 mm (3 in) και 400 mm (16 in) ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για προσαρμογή στα άκρα του περιστρεφόμενου σωλήνα, ώστε το  $UF_6$  να συγκρατείται εντός του περιστρεφόμενου σωλήνα και, σε ορισμένες περιπτώσεις, να στηρίζεται, συγκρατείται ή περιέχεται, ως αναπόσπαστο τμήμα, ένα στοιχείο του άνω εδράνου (επάνω καλύμματος) ή να μεταφέρονται τα περιστρεφόμενα στοιχεία του κινητήρα και του κάτω εδράνου (κάτω καλύμματος) τα εν λόγω μέρη κατασκευάζονται από οποιοδήποτε από τα υλικά που εμφανίζουν υψηλή αναλογία αντοχής προς πυκνότητα τα οποία περιγράφονται στην ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ του παρόντος τμήματος.

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τα περιστρεφόμενα κατασκευαστικά μέρη του φυγοκεντρωτή είναι:

- (α) Βαμμένος μαρτενσιτικός χάλυβας με ανώτατο όριο εφελκυσμού  $2.05 \times 10^9 \text{ N/m}^2$  (300,000 psi) και άνω,
- (β) Κράματα αλουμινίου με ανώτατο όριο εφελκυσμού  $0.46 \times 10^9 \text{ N/m}^2$  (67,000 psi) και άνω,
- (γ) Νηματώδη υλικά κατάλληλα για χρήση σε σύνθετες κατασκευές με ειδικό συντελεστή  $12.3 \times 10^6 \text{ m}$  και άνω και ειδικό τελικό εφελκυσμό  $0.3 \times 10^6 \text{ m}$  και άνω ("Ειδικός συντελεστής" είναι ο συντελεστής Young σε  $\text{N/m}^2$  διαιρούμενος με το ειδικό βάρος σε  $\text{N/m}^3$  "Ειδικός τελικός εφελκυσμός" είναι ο τελικός εφελκυσμός σε  $\text{N/m}^2$  διαιρούμενος με το ειδικό βάρος σε  $\text{N/m}^3$ ).

### 5.1.2. Στατικά κατασκευαστικά μέρη

#### (α) Μαγνητικά έδρανα εξαρτήσεως:

Ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες διατάξεις εδράνων αποτελούμενες από ένα δακτυλιοειδή μαγνήτη εξαρτημένο εντός περιβλήματος που περιέχει αποσβεστικό μέσο. Το περίβλημα κατασκευάζεται από υλικό ανθεκτικό στο  $UF_6$  (βλέπε ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ τμήματος 5.2.). Ο μαγνήτης είναι συζευγμένος με πόλο ή με έναν δεύτερο μαγνήτη τοποθετημένο στο επάνω κάλυμμα που περιγράφεται στο τμήμα 5.1.1.(ε). Ο μαγνήτης μπορεί να είναι δακτυλιοειδής με σχέση μεταξύ εξωτερικής και εσωτερικής διαμέτρου μικρότερη ή ίση προς 1.6:1. Ο μαγνήτης μπορεί να είναι σε μορφή με αρχική διαπερατότητα 0.15 H/m (120,000 σε μονάδες CGS) και άνω ή παραμένουσα μαγνήτιση 98.5% και άνω ή ενεργειακό προϊόν μεγαλύτερο των  $80 \text{ kJ/m}^3$  ( $10^7$  gauss-oersteds). Επιπλέον των συνήθων ιδιοτήτων των υλικών, είναι απαραίτητος όρος να περιορίζεται η παρέκκλιση των μαγνητικών αξόνων από τους γεωμετρικούς άξονες σε πολύ χαμηλές αντοχές (κάτω των 0.1 mm ή 0.004 in) και συνιστάται ιδιαίτερως να είναι ομογενές το υλικό του μαγνήτη.

#### (β) Έδρανα/Αποσβεστήρες κραδασμών:

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα έδρανα που περιλαμβάνουν έναν σφαιρικό άξονα και μια σφαιρική υποδοχή προσαρμοσμένα σε αποσβεστήρα κραδασμών. Ο σφαιρικός άξονας είναι συνήθως παρέμβυσμα από σκληρυνθέντα χάλυβα με ένα ημισφαίριο στη μια άκρη και με μέσο σύνδεσης στο κάτω κάλυμμα το οποίο περιγράφεται στο σημείο 5.1.1(ε) στην άλλη. Το παρέμβυσμα δύναται ωστόσο να φέρει δροδυναμικό έδρανο. Η υποδοχή έχει σχήμα σφαιριδίου και φέρει ημισφαιροειδή εγκοπή στη μία επιφάνεια. Αυτά τα κατασκευαστικά μέρη συχνά παρέχονται ωριστά από τον αποσβεστήρα κραδασμών.

## (γ) Μοριακές αντλίες:

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι κύλινδροι οι οποίοι φέρουν εσωτερικώς εκτορευμένους ή εξηλασμένους ελικοειδείς αύλακες και εσωτερικώς εκτορευμένες οπές. Οι τυπικές διαστάσεις έχουν ως εξής: 75 mm (3 in) ως 400 mm (16 in) εσωτερική διάμετρος, 10 mm (0.4 in) ή περισσότερο πάχος τοιχώματος, με μήκος ίσο ή μεγαλύτερο της διαμέτρου. Οι αύλακες έχουν συνήθως ορθογώνια τομή και 2 mm (0.08 in) ή περισσότερο βάθος.

## (δ) Στάτες κινητήρων:

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι δακτυλιοειδείς στάτες για υψηλής ταχύτητας πολυφασικούς κινητήρες AC με υστέρηση για σύγχρονη λειτουργία εντός κενού στην περιοχή συχνοτήτων 600 -2000 Hz και στην περιοχή ισχύος 50 - 1000 VA. Οι στάτες αποτελούνται από πολυφασικές περιελίξεις σε πυρήνα από φυλλοειδή σιδηρά ελάσματα χαμηλών απωλειών ο οποίος αποτελείται από λεπτά στρώματα συνήθους πάχους το ανώτερο 2.0 mm (0.08 in).

## (ε) Καλύμματα/δοχεία φυγοκεντρωτών:

Κατασκευαστικά μέρη ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για να περιέχουν το συναρμολογημένο σύνολο του κυλίνδρου και του δρομέα ενός φυγοκεντρωτή αερίων. Το περίβλημα αποτελείται από ανθεκτικό κύλινδρο, πάχους τοιχωμάτων έως 30 mm (1.2 in) του οποίου τα άκρα είναι επεξεργασμένα με υψηλή ακρίβεια για να υποδέχονται τα έδρανα και με μία ή περισσότερες στεφάνες για τη συναρμολόγηση. Τα επεξεργασμένα άκρα είναι παράλληλα μεταξύ τους και κάθετα στο διαμήκη άξονα του κυλίνδρου με μέγιστη ανοχή 0.05 μοίρες. Το περίβλημά μπορεί επίσης να είναι κυψελοειδής δομή για την υποδοχή διάφορων περιστρεφόμενων σωλήνων. Τα περιβλήματα είναι κατασκευασμένα ή φέρουν προστασία από υλικά ανθεκτικά στην διάβρωση από UF<sub>6</sub>.

(στ) Απαγωγοί:

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι σωλήνες εσωτερικής διαμέτρου έως 12 mm (0.5 in) για την αφαίρεση αερίου  $UF_6$  από το εσωτερικό του κυλίνδρου του ρότορα με δράση σωλήνος Pitot (δηλαδή με άνοιγμα προς την περιφερειακή ροή του αερίου στο εσωτερικό του περιστρεφόμενου σωλήνα, π.χ. κάμπτοντας το άκρο ενός ακτινωτού σωλήνα) και ικανοί να στερεωθούν στο κεντρικό σύστημα αφαίρεσης αερίου. Οι σωλήνες είναι κατασκευασμένοι ή φέρουν προστασία από υλικά ανθεκτικά στην διάβρωση από  $UF_6$ .

- 5.2. Βοηθητικά συστήματα, εξοπλισμός και κατασκευαστικά μέρη ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για εγκαταστάσεις εμπλουτισμού με φυγοκεντρωτές αερίων.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Βοηθητικά συστήματα, εξοπλισμός και κατασκευαστικά μέρη για εγκαταστάσεις εμπλουτισμού με φυγοκεντρωτές αερίων είναι τα συστήματα της εγκατάστασης που είναι απαραίτητα για την τροφοδοσία των φυγοκεντρωτών αερίων με  $UF_6$  για τη σύνδεση των ξεχωριστών φυγοκεντρωτών μεταξύ τους ώστε να σχηματιστούν εν σειρά διατάξεις (cascades) που επιτρέπουν σταδιακά υψηλότερο εμπλουτισμό και για την αφαίρεση "προϊόντων" και "υπολειμμάτων"  $UF_6$  από τους φυγοκεντρωτές, μαζί με τον απαιτούμενο εξοπλισμό για τη λειτουργία των φυγοκεντρωτών ή τον έλεγχο της μονάδας.

Συνήθως το  $UF_6$  περνά από τη στερεά μορφή στην αέριο χρησιμοποιώντας θερμαινόμενα αυτόκλειστα και διαμοιράζεται σε αέριο μορφή στους φυγοκεντρωτές μέσω συστημάτων σωλήνων διανομής σε εν σειρά σύνδεση. Οι ροές αερίων "προϊόντων" και "υπολειμμάτων"  $UF_6$  που ρέουν από τους φυγοκεντρωτές περνούν, επίσης μέσω συστημάτων σωλήνων διανομής σε εν σειρά σύνδεση, σε ψυχρές παγίδες (που λειτουργούν σε θερμοκρασία περίπου 203K (-70°C) όπου συμπυκνώνονται πριν την περαιτέρω μεταφορά σε κατάλληλους περιέκτες για μεταφορά ή αποθήκευση. Δεδομένου ότι μια μονάδα εμπλουτισμού αποτελείται



από πολλές χιλιάδες φυγοκεντρωτές σε εν σειρά σύνδεση, υπάρχουν πολλά χιλιόμετρα σωληνώσεων διανομής σε εν σειρά σύνδεση, που περιλαμβάνουν χιλιάδες συγκολλήσεις με σημαντικό ποσοστό επαναληψιμότητας της διάταξης. Ο εξοπλισμός, τα κατασκευαστικά μέρη και τα συστήματα σωληνώσεων κατασκευάζονται βάσει εξαιρετικά υψηλών προτύπων κενού και καθαρότητας.

### 5.2.1. Συστήματα τροφοδοσίας/συστήματα απομάκρυνσης "προϊόντων" και "υπολειμμάτων"

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα επεξεργασίας στα οποία περιλαμβάνονται:

Αυτόκλειστα τροφοδοσίας (ή σταθμοί), χρησιμοποιούμενα για τη διοχέτευση του  $UF_6$  στους φυγοκεντρωτές σε εν σειρά σύνδεση με μέγιστη πίεση 100 kPa (15 psi) και ταχύτητα τουλάχιστον 1 kg/h

Απεξαχνωτές (ή ψυχρές παγίδες) που χρησιμεύουν για την αφαίρεση του  $UF_6$  από τις εν σειρά διατάξεις με μέγιστη πίεση 3 kPa (0.5 psi). Οι απεξαχνωτές δύνανται να ψυχθούν σε 203K (-70°C) και να θερμανθούν σε 343K (70°C).

Σταθμοί "προϊόντων" και "υπολειμμάτων" που χρησιμεύουν για την παγίδευση του  $UF_6$  σε περιέκτες.

Η εν λόγω μονάδα, ο εξοπλισμός και το σύστημα σωληνώσεων είναι εξ'ολοκλήρου κατασκευασμένα ή επενδεδυμένα με υλικά ανθεκτικά στο  $UF_6$  (βλέπε ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ του παρόντος τμήματος) και κατασκευάζονται βάσει εξαιρετικά υψηλών προτύπων κενού και καθαρότητας.

### 5.2.2. Συστήματα σωληνώσεων διανομής

Συστήματα σωληνώσεων και συστήματα διανομής ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για την λειτουργία με  $UF_6$  εντός των φυγοκεντρικών εν σειρά συνδέσεων. Το δίκτυο σωληνώσεων συνήθως είναι "τρπλό" σύστημα

διανομής στο οποίο κάθε φυγόκεντρωτής είναι συνδεδεμένος με καθεμία από τις κεφαλές διανομής. Επομένως υπάρχει σημαντική επαναληψιμότητα της μορφής. Το σύστημα είναι εξ ολοκλήρου κατασκευασμένο από υλικά ανθεκτικά στο  $UF_6$  (βλέπε ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ του παρόντος τμήματος) βάσει εξαιρετικά υψηλών προτύπων κενού και καθαρότητας.

### 5.2.3. Φασματομέτρα μάζας $UF_6$ /πηγές ιόντων

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα μαγνητικά ή τετραπολικά φασματομέτρα μάζας ικανά για δειγματοληψία "on-line" πρώτης ύλης, προϊόντων ή υπολειμμάτων, από τις ροές  $UF_6$  τα οποία διαθέτουν το σύνολο των ακόλουθων χαρακτηριστικών:

1. Μοναδιαία διακριτική ικανότητα ατομικής μάζας ανώτερη από 320
2. Πηγές ιόντων κατασκευασμένες ή επενδεδυμένες με χρωμονικελίνη ή κράμα monel ή με πλάκες νικελίου
3. Πηγές ιοντισμού μέσω βομβαρδισμού ηλεκτρονίων
4. Συστήματα συλλεκτών, κατάλληλα για ανάλυση ισοτόπων.

### 5.2.4. Εναλλάκτες συχνότητας

Εναλλάκτες συχνότητας (γνωστοί ως μετατροπείς ή αναστροφείς) ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι για να εφοδιάζουν τους στάτες κινητήρων όπως καθορίζεται στο άρθρο 5.1.2.(δ), ή τμήματα, κατασκευαστικά μέρη και υποδιατάξεις αυτών των εναλλακτών συχνότητας που διαθέτουν όλα τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Πολυφασική έξοδο στα 600 έως 2000 Hz;
2. Υψηλή σταθερότητα (με έλεγχο συχνότητας ανώτερο του 0.1%);
3. Χαμηλή αρμονική παραμόρφωση (κατώτερη του 2%) και
4. Αποδοτικότητα ανώτερη του 80%.

## ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα ανωτέρω στοιχεία είτε έρχονται σε άμεση επαφή με το αέριο διεργασίας  $UF_6$  είτε ελέγχουν άμεσα τους φυγοκεντρωτές και το πέρασμα του αερίου από φυγοκεντρωτή σε φυγοκεντρωτή και από εν σειρά σύνδεση σε εν σειρά σύνδεση.

Στα ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$  υλικά συμπεριλαμβάνονται ο ανοξειδωτός χάλυβας, το αλουμίνιο, τα κράματα αλουμινίου, το νικέλιο ή κράματα περιεκτικότητας 60% και άνω σε νικέλιο.

### 5.3. Διατάξεις και κατασκευαστικά μέρη ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για χρήση στον εμπλουτισμό με αέριο διάχυση

#### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Στη μέθοδο αέριας διάχυσης για τον ισοτοπικό διαχωρισμό ουρανίου, η κύρια τεχνολογική διάταξη είναι ένα ειδικό πορώδες φράγμα αέριας διάχυσης, ένας εναλλακτής θερμότητας για ψύξη του αερίου (θερμαινόμενος με τη διαδικασία συμπίεσης), βαλβίδες στεγανοποίησης και ελέγχου και σωληνώσεις. Στο βαθμό που η τεχνολογία αέριας διάχυσης χρησιμοποιεί εξαφθοριούχο ουράνιο ( $UF_6$ ), οι επιφάνειες όλου του εξοπλισμού, των σωληνώσεων και των οργάνων που έρχονται σε επαφή με το αέριο πρέπει να είναι κατασκευασμένες από υλικά που παραμένουν σταθερά όταν έρχονται σε επαφή με το  $UF_6$ . Για μια μονάδα αέριας διάχυσης απαιτούνται αρκετές από αυτές τις διατάξεις επομένως οι ποσότητες δύνανται να αποτελέσουν σημαντική ένδειξη της τελικής χρήσης.

#### 5.3.1. Πετάσματα αερίου διαχύσεως

- (α) Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα λεπτά, πορώδη φίλτρα μεγέθους πόρων 100-1,000 Å (angstroms), πάχους 5 mm (0.2 in) και κάτω και, στην περίπτωση σωληνωτής μορφής, διαμέτρου 25 mm (1 in) το μέγιστο, από μεταλλικά, πολυμερή ή κεραμικά υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$  και
- (β) ενώσεις ή κονίες ειδικά κατασκευασμένες για την παραγωγή παρόμοιων φίλτρων. Σε αυτές τις ενώσεις και κονίες περιλαμβάνονται το νικέλιο ή κράματα

περιεκτικότητας 60% και άνω σε νικέλιο, το οξείδιο του αλουμινίου ή πλήρως φθοριωμένα πολυμερή υδρογονανθράκων ανθεκτικά σε  $UF_6$  καθαρότητας 9.9 τοις εκατόν και άνω, μεγέθους σωματιδίων μικρότερου των 10  $\mu\text{m}$ , και υψηλού βαθμού ομοιομορφίας του μεγέθους των σωματιδίων, που έχουν κατασκευαστεί ειδικά για την κατασκευή φραγμάτων αερίου διαχύσεως.

### 5.3.2. Περιβλήματα διαχύτη

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι ερμητικά σφραγισμένοι κυλινδρικοί λέβητες διαμέτρου μεγαλύτερης των 300mm (12 in) και μήκους μεγαλύτερου των 900mm (35 in), ή ορθογώνιοι λέβητες συγκρίσιμων διαστάσεων, με εσωτερική σύνδεση και δύο εξωτερικές συνδέσεις, όλες διαμέτρου μεγαλύτερης των 50mm (2 in), προοριζόμενοι να περιέχουν το πέτασμα αερίου διαχύσεως, κατασκευασμένοι ή επενδεδυμένοι με υλικά ανθεκτικά στο  $UF_6$  και σχεδιασμένοι για οριζόντια ή κατακόρυφη εγκατάσταση.

### 5.3.3. Συμπιεστές ή φυσητήρες αερίων

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι αξονικοί, φυγοκεντρικοί ή θετικής μετατόπισης συμπιεστές ή φυσητήρες αερίων με δυναμικότητα αναρρόφησης  $UF_6$  όγκου τουλάχιστον  $1\text{m}^3/\text{min}$  και πίεση εκκένωσης μέχρι πολλές εκατοντάδες kPa (100psi), σχεδιασμένοι για μακροχρόνια λειτουργία σε περιβάλλον  $UF_6$  με ή χωρίς ηλεκτρικό κινητήρα κατάλληλης ισχύος, καθώς και χωριστές διατάξεις συμπιεστών ή φυσητήρων αερίων. Αυτοί οι συμπιεστές και φυσητήρες αερίων έχουν αναλογία πίεσης μεταξύ 2:1 και 6:1 και είναι κατασκευασμένοι από ή επενδεδυμένοι με υλικά ανθεκτικά στο  $UF_6$ .

### 5.3.4. Στεγανοποιητικά παρεμβύσματα περιστροφικού άξονα

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα στεγανοποιητικά παρεμβύσματα κενού, με συνδέσεις τροφοδότησης και απαγωγής, για στεγανοποίηση του παρεμβύσματος που συνδέει τον συμπιεστή ή το ρότορα του φυσητήρα αερίων με τον κύριο κινητήρα ώστε να εξασφαλίζεται αξιόπιστη στεγανότητα από εισροή αέρα στο εσωτερικό διαμέρισμα του συμπιεστή ή του φυσητήρα αερίων που περιέχει  $F_6$ . Αυτές οι διατάξεις στεγανοποίησης

είναι συνήθως σχεδιασμένες με τρόπο ώστε η ταχύτητα εισροής ρυθμιστικού αερίου να είναι μικρότερη των 1000cm<sup>3</sup>/min (60 in<sup>3</sup>/min).

### 5.3.5 Εναλλάκτες θερμότητας για ψύξη του UF<sub>6</sub>

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι εναλλάκτες θερμότητας κατασκευασμένοι ή επενδεδυμένοι με υλικά ανθεκτικά στο UF<sub>6</sub> (εκτός από ανοξείδωτο χάλυβα) ή με χαλκό ή με οποιοδήποτε συνδυασμό αυτών των μετάλλων και με ταχύτητα αλλαγής της πίεσης διασποράς μικρότερη των 10 Pa (0.0015 psi) ανά ώρα και διαφορά πίεσης 100 kPa (15 psi).

### 5.4. Βοηθητικά συστήματα, εξοπλισμός και κατασκευαστικά μέρη ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για χρήση στη διεργασία εμπλουτισμού αερίου διαχύσεως

#### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα βοηθητικά συστήματα, εξοπλισμός και κατασκευαστικά μέρη για μονάδες εμπλουτισμού αερίου διαχύσεως είναι τα συστήματα μονάδων που είναι απαραίτητα για την τροφοδοσία με UF<sub>6</sub> των διατάξεων αερίου διαχύσεως, για τη σύνδεση των χωριστών διατάξεων μεταξύ τους προκειμένου να δημιουργηθούν εν σειρά διατάξεις (ή στάδια) ώστε να καταστεί δυνατός ο σταδιακός υψηλότερος εμπλουτισμός και για την εξαγωγή "προϊόντων" και "υπολειμμάτων" UF<sub>6</sub> από τις εν σειρά διατάξεις διάχυσης. Λόγω της υψηλής αδράνειας που εμφανίζουν οι εν σειρά διατάξεις διαχύσεως, κάθε διακοπή της λειτουργίας τους, και ιδίως η παύση της, έχει σοβαρές επιπτώσεις. Συνεπώς, η αυστηρή και στάθερή διατήρηση κενού σε όλα τα τεχνολογικά συστήματα, η αυτόματη προστασία από ατυχήματα και η ακριβής αυτόματη ρύθμιση της ροής αερίου έχουν σημασία σε μια μονάδα αερίου διαχύσεως. Είναι επομένως αναγκαίο να είναι εξοπλισμένη η μονάδα με μεγάλο αριθμό ειδικών συστημάτων μέτρησης, ρύθμισης και ελέγχου.

Συνήθως το UF<sub>6</sub> ατμοποιείται από κυλίνδρους τοποθετημένους μέσα σε αυτόκλειστα και διανέμεται σε αέριο μορφή στο σημείο εισόδου μέσω συστημάτων σωλήνων διανομής σε εν σειρά σύνδεση. Οι ροές αερίων UF<sub>6</sub> ("προϊόντα" και "υπολείματα") που προέρχονται από σημεία εξόδου περνούν μέσω συστημάτων

σωληνών διανομής σε εν σειρά σύνδεση είτε σε ψυχρές παγίδες είτε σε σταθμούς συμπίεσης όπου το αέριο  $UF_6$  υγροποιείται πριν μεταφερθεί σε κατάλληλους περιέκτες για μεταφορά ή αποθήκευση. Δεδομένου ότι μια μονάδα εμπλουτισμού αερίου διαχύσεως αποτελείται από πολυάριθμες διατάξεις αερίου διαχύσεως σε εν σειρά σύνδεση, υπάρχουν πολλά χιλιόμετρα σωληνώσεων διανομής σε εν σειρά σύνδεση τα οποία περιλαμβάνουν χιλιάδες συγκολλήσεις με σημαντικό ποσοστό επαναληψιμότητας της διάταξης. Ο εξοπλισμός, τα κατασκευαστικά μέρη και τα συστήματα σωληνώσεων κατασκευάζονται βάσει εξαιρετικά υψηλών προτύπων κενού και καθαρότητας.

#### 5.4.1. Συστήματα τροφοδοσίας/συστήματα απομάκρυνσης προϊόντων και υπολειμμάτων

Συστήματα επεξεργασίας ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα, ικανά να λειτουργήσουν σε μέγιστη πίεση 300 kPa (45psi), στα οποία περιλαμβάνονται:

Αυτόκλειστα τροφοδοσίας (ή συστήματα), που χρησιμοποιούνται για τη διοχέτευση  $UF_6$  στις εν σειρά διατάξεις αερίου διαχύσεως.

Απεξαχνωτές (ή ψυχρές παγίδες) που χρησιμεύουν για την αφαίρεση  $UF_6$  από τις εν σειρά διατάξεις διαχύσεως.

Σταθμοί υγροποίησης όπου αέριο  $UF_6$  από την εν σειρά σύνδεση συμπιέζεται και ψύχεται για να σχηματισθεί υγρό  $UF_6$ .

Σταθμοί "προϊόντων" και "υπολειμμάτων" για την μεταφορά του  $UF_6$  στους περιέκτες.

#### 5.4.2. Συστήματα σωληνώσεων διανομής

Συστήματα σωληνώσεων και συστήματα διανομής ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για λειτουργία με  $UF_6$  σε εν σειρά διατάξεις αερίου διαχύσεως. Το εν λόγω δίκτυο σωληνώσεων είναι συνήθως "διπλό" σύστημα κεφαλών όπου κάθε κυψέλη είναι συνδεδεμένη με καθεμία από τις κεφαλές.

### 5.4.3. Συστήματα κενού

(α) Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα μεγάλα συστήματα σωληναγωγών κενού, κεφαλές σωληναγωγών κενού και αντλίες κενού με απορροφητική ικανότητα τουλάχιστον  $5 \text{ m}^3/\text{min}$  ( $175 \text{ ft}^3/\text{min}$ ).

(β) Αντλίες κενού ειδικά σχεδιασμένες για λειτουργία σε ατμόσφαιρες που περιέχουν  $\text{UF}_6$ , κατασκευασμένες από ή επενδεδυμένες με αλουμίνιο, νικέλιο ή κράματα περιεκτικότητας άνω του 60% σε νικέλιο. Οι εν λόγω αντλίες δύνανται να είναι περιστρεφικές ή παλινδρομικές, να ενεργούν με μηχανική μετατόπιση ή να διαθέτουν διατάξεις στεγανοποίησης φθορανθράκων και να απαιτούν ειδικά υγρά.

### 5.4.4. Ειδικές βαλβίδες διακοπής της παροχής και ελέγχου

Ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες χειροκίνητες ή αυτόματες βαλβίδες με φυσητήρα κατασκευασμένες από υλικά ανθεκτικά στο  $\text{UF}_6$  με διάμετρο 40 έως 1500 mm (1.5 έως 59 in) για εγκατάσταση σε κύρια και βοηθητικά συστήματα μονάδων εμπλουτισμού αερίου διαχύσεως.

### 5.4.5. Φασματόμετρα μάζας $\text{UF}_6$ / πηγές ιόντων

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα μαγνητικά ή τετραπολικά φασματόμετρα μάζας ικανά για δειγματοληψία πρώτης ύλης, προϊόντων ή υπολειμμάτων από τις ροές  $\text{UF}_6$  σε συνθήκες φορτίου και τα οποία διαθέτουν το σύνολο των ακόλουθων χαρακτηριστικών:

1. Μοναδιαία διακριτική ικανότητα ατομικής μάζας ανώτερη από 320.
2. Πηγές ιόντων κατασκευασμένες ή επενδεδυμένες με χρωμοκινελίνη ή κράμα  $\text{monel}$  ή με πλάκες νικελίου.
3. Πηγές ιοντισμού μέσω βομβαρδισμού ηλεκτρονίων.
4. Συστήματα συλλεκτών, κατάλληλα για ανάλυση ισοτόπων.

## ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα ανωτέρω στοιχεία είτε έρχονται σε άμεση επαφή με το αέριο διεργασίας  $UF_6$  είτε ελέγχουν άμεσα τη ροή εντός της εν σειρά σύνδεσης. Όλες οι επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το αέριο διεργασίας είναι εξ ολοκλήρου κατασκευασμένες ή επενδεδυμένες με υλικά ανθεκτικά στο  $UF_6$ . Για τους σκοπούς των άρθρων που αφορούν το χρησιμοποιούμενο στην αέριο διάχυση εξοπλισμό, στα ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$  υλικά περιλαμβάνονται ο ανοξειδωτος χάλυβας, το αλουμίνιο, τα κράματα αλουμινίου, το οξειδίο αλουμινίου, το νικέλιο ή κράματα περιεκτικότητας 60% και άνω σε νικέλιο και τα ανθεκτικά στο  $UF_6$ , πλήρως φθοριωμένα πολυμερή υδρογονανθράκων.

**5.5 Συστήματα, εξοπλισμός και κατασκευαστικά μέρη ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για χρήση σε εγκαταστάσεις αεροδυναμικού εμπλουτισμού**

## ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Στις διεργασίες αεροδυναμικού εμπλουτισμού, μείγμα αερίου  $UF_6$  και ελαφρού αερίου (υδρογόνου ή ηλίου) συμπιέζεται και εν συνεχεία περνά σε στοιχεία διαχωρισμού όπου ο ισοτοπικός διαχωρισμός ολοκληρώνεται με τη δημιουργία υψηλών φυγοκεντρικών δυνάμεων σε περιβάλλον με καμπύλα τοιχώματα. Δύο διεργασίες αυτού του τύπου έχουν αναπτυχθεί με επιτυχία: η διεργασία των ακροφυσίων διαχωρισμού και η διεργασία του σωλήνα περιδινήσεως. Και για τις δύο διεργασίες τα κύρια συστατικά στοιχεία της φάσης διαχωρισμού περιλαμβάνουν κυλινδρικούς λέβητες οι οποίοι περιέχουν τα ειδικά στοιχεία διαχωρισμού (ακροφύσια ή σωλήνες περιδινήσεως), συμπιεστές αερίων και εναλλάκτες θερμότητας για την αφαίρεση της θερμότητας συμπίεσης. Μια αεροδυναμική μονάδα απαιτεί αρκετά παρόμοια στάδια, επομένως οι ποσότητες αποτελούν σημαντική ένδειξη της τελικής χρήσης. Δεδομένου ότι οι αεροδυναμικές διεργασίες χρησιμοποιούν  $UF_6$ , οι επιφάνειες όλου του εξοπλισμού, των σωληνώσεων και των οργάνων που έρχονται σε επαφή με το αέριο πρέπει να είναι κατασκευασμένες από υλικά που παραμένουν σταθερά όταν έρχονται σε επαφή με το  $UF_6$ .



## ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα αναφερόμενα στην παρούσα παράγραφο στοιχεία είτε έρχονται σε άμεση επαφή με το αέριο διεργασίας  $UF_6$  είτε ελέγχουν άμεσα τη ροή εντός της εν σειρά σύνδεσης. Όλες οι επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το αέριο διεργασίας είναι εξ ολοκλήρου κατασκευασμένες ή επενδεδυμένες με υλικά ανθεκτικά στο  $UF_6$ . Για τους σκοπούς της παραγράφου που αφορά το χρησιμοποιούμενο στον αεροδυναμικό εμπλουτισμό εξοπλισμό, στα ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$  υλικά περιλαμβάνονται ο χαλκός, ο ανοξείδωτος χάλυβας, το αλουμίνιο, τα κράματα αλουμινίου, το νικέλιο ή κράματα περιεκτικότητας 60% και άνω σε νικέλιο και τα ανθεκτικά στο  $UF_6$ , πλήρως φθοριωμένα, πολυμερή υδρογονανθράκων.

#### 5.5.1. Ακροφύσια διαχωρισμού

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα ακροφύσια διαχωρισμού και διατάξεις αυτών. Τα ακροφύσια διαχωρισμού αποτελούνται από καμπύλους σωληνίσκους υπό μορφή εγκοπής με ακτίνα καμπυλότητας μικρότερη από 1mm (τυπικά 0.1 έως 0.05 mm), ανθεκτικούς στη διάβρωση από  $UF_6$ , που φέρουν διαχωριστική λεπίδα εντός του ακροφυσίου η οποία διαχωρίζει το αέριο που διέρχεται από το ακροφύσιο σε δύο ρεύματα.

#### 5.5.2. Σωλήνες περιδινήσεως

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι σωλήνες περιδινήσεως και διατάξεις αυτών. Οι σωλήνες περιδινήσεως είναι κυλινδρικοί ή κωνικοί, κατασκευασμένοι ή προστατευμένοι με υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$ , με διάμετρο μεταξύ 0.5 cm και 4 cm, αναλογία μήκους προς διάμετρο 20:1 ή λιγότερο και μία ή περισσότερες εφαιπτομενικές εισόδους. Οι σωλήνες δύνανται να είναι εξοπλισμένοι με συμπληρώματα τύπου ακροφυσίου στο ένα ή και στα δύο άκρα.

## ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Το αέριο τροφοδοσίας εισέρχεται στο σωλήνα περιδινήσεως εφαιπτομενικά σε ένα άκρο ή μέσω πτερυγίων περιδινήσεως ή σε πολυάριθμες εφαιπτομενικές

θέσεις κατά μήκος της περιφέρειας του σωλήνα.

#### 5.5.3. Συμπιεστές ή φυσητήρες αερίων

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι αξονικοί, φυγοκεντρικοί ή θετικής μετατόπισης συμπιεστές ή φυσητήρες αερίων κατασκευασμένοι ή φέροντες προστασία από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$  και με ελάχιστη απορροφητική ικανότητα  $2m^2/min$  μίγματος  $UF_6$ /φέροντος αερίου (υδρογόνου ή ηλίου).

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Οι ως άνω συμπιεστές και φυσητήρες αερίων συνήθως έχουν αναλογία πίεσης μεταξύ 1.2:1 και 6:1.

#### 5.5.4. Στεγανοποιητικά παρεμβύσματα περιστροφικού άξονα

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα στεγανοποιητικά παρεμβύσματα περιστροφικού άξονα, με συνδέσεις τροφοδότησης και απαγωγής, για στεγανοποίηση του παρεμβύσματος που συνδέει το ρότορα του συμπιεστή ή του φυσητήρα αερίων με τον κύριο κινητήρα ώστε να εξασφαλίζεται αξιόπιστη στεγανότητα από εκροή αερίου διεργασίας ή εισροή αέρα ή στεγανοποιητικού αερίου στο εσωτερικό διαμέρισμα του συμπιεστή ή του φυσητήρα αερίων που περιέχει μίγμα  $UF_6$ /φέροντος αερίου.

#### 5.5.5. Εναλλάκτες θερμότητας για ψύξη αερίου

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι εναλλάκτες θερμότητας κατασκευασμένοι ή φέροντες προστασία από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$ .

#### 5.5.6. Περιβλήματα στοιχείων διαχωρισμού

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα περιβλήματα στοιχείων διαχωρισμού,

κατασκευασμένα ή φέροντα προστασία από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$ , προοριζόμενα να περιέχουν σωλήνες περιδινήσεως ή ακροφύσια διαχωρισμού.

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα περιβλήματα αυτά δύνανται να είναι κυλινδρικοί λέβητες διαμέτρου μεγαλύτερης των 300 mm και μήκους μεγαλύτερου των 900mm ή ορθογώνιοι λέβητες συγκρίσιμων διαστάσεων, και να είναι σχεδιασμένα για οριζόντια ή κατακόρυφη εγκατάσταση.

#### 5.5.7. Συστήματα τροφοδοσίας/συστήματα απομάκρυνσης προϊόντων και υπολειμμάτων

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα κατεργασίας ή εξοπλισμός για μονάδες εμπλουτισμού, κατασκευασμένα ή φέροντα προστασία από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$ , στα οποία συμπεριλαμβάνονται:

- (α) Αυτόκλειστα τροφοδοσίας, φούρνοι ή συστήματα που χρησιμοποιούνται για τη διοχέτευση  $UF_6$  στις διεργασίες εμπλουτισμού,
- (β) Απεξαχνωτές (ή ψυχρές παγίδες) που χρησιμεύουν για την αφαίρεση  $UF_6$  από τη διεργασία εμπλουτισμού για μετέπειτα μεταφορά κατόπιν θέρμανσης,
- (γ) Σταθμοί στερεοποίησης ή υγροποίησης που χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση από τη μονάδα εμπλουτισμού κατόπιν συμπίεσης και μετατροπής του  $UF_6$  σε υγρή ή στερεή μορφή,
- (δ) Σταθμοί "προϊόντων" και "υπολειμμάτων" για τη μεταφορά του  $UF_6$  σε περιέκτες.

#### 5.5.8. Συστήματα σωληνώσεων διανομής

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα σωληνώσεων κεφαλών, κατασκευασμένα ή φέροντα προστασία από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση από

UF<sub>6</sub>, για τη διοχέτευση του UF<sub>6</sub> στις αεροδυναμικές εν σειρά διατάξεις. Το εν λόγω δίκτυο σωληνώσεων είναι συνήθως ένα σύστημα διανομών "εις διπλούν" όπου κάθε στάδιο ή ομάδα σταδίων συνδέεται με κάθε διανομέα.

#### 5.5.9. Αντλίες και συστήματα κενού

(α) Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα κενού με δυναμικότητα αναρρόφησης όγκου 5m<sup>3</sup>/min ή μεγαλύτερη, αποτελούμενα από συστήματα σωληναγωγών κενού, κεφαλές σωληναγωγών κενού και αντλίες κενού και σχεδιασμένα για λειτουργία σε ατμόσφαιρες που περιέχουν UF<sub>6</sub>.

(β) Αντλίες κενού ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες για λειτουργία σε ατμόσφαιρες που περιέχουν UF<sub>6</sub>, κατασκευασμένες ή φέρουσες προστασία από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση από UF<sub>6</sub>. Οι αντλίες αυτές δύνανται να χρησιμοποιούν διατάξεις στεγανοποίησης φθορανθράκων και να απαιτούν ειδικά υγρά.

#### 5.5.10 Ειδικές βαλβίδες διακοπής της παροχής και ελέγχου

Ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες χειροκίνητες ή αυτόματες βαλβίδες με φυσητήρα για διακοπή παροχής και έλεγχο κατασκευασμένες ή φέρουσες προστασία από υλικά ανθεκτικά στο UF<sub>6</sub> με διάμετρο 40 ως 1500mm για εγκατάσταση σε κύρια και βοηθητικά συστήματα μονάδων αεροδυναμικού εμπλουτισμού.

#### 5.5.11 Φασματόμετρα μάζας UF<sub>6</sub> / πηγές ιόντων

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα μαγνητικά ή τετραπολικά φασματόμετρα μάζας ικανά για δειγματοληψία, σε συνθήκες ετοιμότητας, πρώτης ύλης, "προϊόντων" ή "υπολειμμάτων" από τις ροές αερίου UF<sub>6</sub> και τα οποία διαθέτουν το σύνολο των ακόλουθων χαρακτηριστικών:

1. Μοναδιαία διακριτική ικανότητα ατομικής μάζας ανώτερη από 320,
2. Πηγές ιόντων κατασκευασμένες ή επενδεδυμένες με χρωμονικελίνη ή κράμα

monel ή με πλάκες νικελίου,

3. Πηγές ιοντισμού μέσω βομβαρδισμού ηλεκτρονίων,

4. Συστήματα συλλεκτών, κατάλληλα για ανάλυση ισοτόπων.

#### 5.5.12 Συστήματα διαχωρισμού $UF_6$ / φέροντος αερίου

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα κατεργασίας για το διαχωρισμό του  $UF_6$  από το φέρον αέριο (υδρογόνο ή ήλιο).

##### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα εν λόγω συστήματα είναι σχεδιασμένα για να μειώνουν την περιεκτικότητα σε  $UF_6$  του φέροντος αερίου σε 1ppm ή λιγότερο και είναι δυνατόν να περιλαμβάνουν εξοπλισμό όπως:

(α) Κρυογονικοί εναλλάκτες θερμότητας και κρυοδιαχωριστές ικανοί να επιτυγχάνουν θερμοκρασίες - 120°C ή χαμηλότερες, ή

(β) Κρυογονικές μονάδες ψύξεως ικανές να επιτυγχάνουν θερμοκρασίες - 120°C ή χαμηλότερες, ή

(γ) Ακροφύσιο διαχωρισμού ή μονάδες σωλήνων περιδινήσεως για το διαχωρισμό του  $UF_6$  από το φέρον αέριο, ή

(δ) Ψυχρές παγίδες  $UF_6$  ικανές να επιτυγχάνουν θερμοκρασίες - 20°C ή χαμηλότερες.

5.6. Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα, εξοπλισμός και κατασκευαστικά μέρη για χρήση σε μονάδες εμπλουτισμού χημικής ανταλλαγής ή ανταλλαγής ιόντων

##### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Η ελαφρά διαφορά μάζας μεταξύ των ισοτόπων του ουρανίου προκαλεί μικρές

αλλαγές στην ισορροπία της χημικής αντίδρασης που δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για τον ισοτοπικό διαχωρισμό. Δύο διεργασίες έχουν αναπτυχθεί με επιτυχία: χημική ανταλλαγή υγρού-υγρού και ανταλλαγή ιόντων στερεού-υγρού.

Στη διεργασία χημικής ανταλλαγής υγρού-υγρού, μη αναμειγνύόμενες υγρές φάσεις (υδατική και οργανική) έρχονται σε επαφή σε αντίστροφο ρεύμα ώστε να δημιουργηθεί το καταγιστικό αποτέλεσμα χιλιάδων φάσεων διαχωρισμού. Η υδατική φάση αποτελείται από χλωριούχο ουράνιο σε διάλυμα υδροχλωρικού οξέος· η οργανική φάση αποτελείται από εκχυλιστή που περιέχει χλωριούχο ουράνιο σε οργανικό διαλύτη. Οι εκχυλιστές που χρησιμοποιούνται στην εν σειρά διάταξη διαχωρισμού δυνατόν να είναι στήλες ανταλλαγής υγρού-υγρού (όπως παλμικές στήλες με ηθμοειδείς πλάκες) ή φυγοκεντρικοί εκχυλιστές υγρού. Απαιτούνται χημικές αντιδράσεις (οξειδωση και αναγωγή) και στα δύο άκρα της εν σειρά διάταξης διαχωρισμού προκειμένου να εξασφαλιστεί η απαραίτητη αναρροή σε κάθε άκρο. Ένα σοβαρό σχεδιαστικό ζήτημα είναι πως θα αποφευχθεί η μόλυνση του ρεύματος της διεργασίας με ορισμένα μεταλλικά ιόντα. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται στήλες και σωληνώσεις πλαστικές ή με πλαστική επένδυση (όπου συμπεριλαμβάνονται τα πολυμερή φθορανθράκων) ή/και με υάλινη επένδυση.

Στη διεργασία ανταλλαγής ιόντων στερεού-υγρού ο εμπλουτισμός επιτυγχάνεται με προσρόφηση/εκρόφηση ουρανίου σε ειδική, εξαιρετικά ταχείας λειτουργίας, ρητίνη ανταλλαγής ιόντων ή προσροφητή. Διάλυμα ουρανίου σε υδροχλωρικό οξύ και σε άλλους χημικούς παράγοντες περνά μέσω κυλινδρικών στηλών εμπλουτισμού που έχουν πληρωθεί με σιβάδες προσροφητή. Για να είναι η διεργασία συνεχής, είναι απαραίτητο ένα σύστημα αντιστρόφου ροής ώστε να ελευθερώνεται το ουράνιο από τον προσροφητή στη ροή υγρού και να είναι δυνατή η συλλογή των "προϊόντων" και "υπολειμμάτων". Αυτό επιτυγχάνεται με χρήση κατάλληλων χημικών παραγόντων οξειδοαναγωγής που αναγεννώνται πλήρως σε χωριστά εξωτερικά κυκλώματα και δύνανται να αναγεννηθούν μερικώς εντός των ίδιων των στηλών ισοτοπικού διαχωρισμού. Η παρουσία διαλυμάτων θερμού, πυκνού υδροχλωρικού οξέος στη διαδικασία απαιτεί ο εξοπλισμός να είναι κατασκευασμένος ή να φέρει προστασία από ειδικά υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση.

### 5.6.1. Στήλες ανταλλαγής υγρού-υγρού (Χημική ανταλλαγή)

Στήλες ανταλλαγής υγρού-υγρού σε αντίστροφο ρεύμα τροφοδοτούμενες με μηχανική ισχύ (δηλαδή παλμικές στήλες με ηθμοειδείς πλάκες, στήλες με πλάκες με εναλλακτική κίνηση και στήλες με εσωτερικούς μίκτες με στρόβιλο), ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες για εμπλουτισμό ουρανίου με χημική ανταλλαγή. Για να είναι ανθεκτικές στη διάβρωση από πυκνά διαλύματα υδροχλωρικού οξέος, οι στήλες αυτές και το εσωτερικό τους κατασκευάζονται ή φέρουν προστασία από κατάλληλα πλαστικά υλικά (όπως πολυμερή φθορανθράκων) ή από ύαλο. Οι στήλες είναι σχεδιασμένες ώστε ο χρόνος διαδικασίας να είναι σύντομος (30 sec ή λιγότερο).

### 5.6.2. Φυγοκεντρικοί εκχυλιστές υγρού-υγρού (Χημική ανταλλαγή)

Οι φυγοκεντρικοί εκχυλιστές υγρού-υγρού είναι ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι για εμπλουτισμό του ουρανίου με διεργασία χημικής ανταλλαγής. Χρησιμοποιούν περιστροφή για τη διασπορά των οργανικών και υδατικών ροών και κατόπιν φυγοκεντρική δύναμη για διαχωρισμό των φάσεων. Για να είναι ανθεκτικοί στη διάβρωση από πυκνά διαλύματα υδροχλωρικού οξέος, οι εκχυλιστές αυτοί κατασκευάζονται ή φέρουν επένδυση από κατάλληλα πλαστικά υλικά (όπως πολυμερή φθορανθράκων) ή φέρουν επένδυση από ύαλο. Οι φυγοκεντρικοί εκχυλιστές είναι σχεδιασμένοι ώστε ο χρόνος διαδικασίας να είναι σύντομος (30 sec το μέγιστο).

### 5.6.3. Συστήματα αναγωγής ουρανίου και εξοπλισμός (Χημική ανταλλαγή)

(α) Ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες ηλεκτροχημικές κυψέλες αναγωγής για την αναγωγή ουρανίου από μία κατάσταση σθένους σε άλλη όταν ο εμπλουτισμός του ουρανίου γίνεται με χημική ανταλλαγή. Τα υλικά των κυψελών που έρχονται σε επαφή με τα διαλύματα υδροχλωρικού της κατεργασίας πρέπει να είναι ανθεκτικά στη διάβρωση από πυκνά διαλύματα υδροχλωρικού οξέος.

**ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

Το καθοδικό διαμέρισμα των κυψελών πρέπει να είναι σχεδιασμένο με τρόπο ώστε να αποτρέπεται η επανοξειδωση του ουρανίου στο ανώτερο σθένος του. Για να διατηρηθεί το ουράνιο στο καθοδικό διαμέρισμα, η κυψέλη πρέπει να είναι εφοδιασμένη με στεγανό διάφραγμα κατασκευασμένο από ειδικό υλικό ανταλλαγής κατιόντων. Η κάθοδος είναι κατασκευασμένη από κατάλληλο στερεό αγωγίμο υλικό όπως ο γραφίτης.

(β) Συστήματα στην πλευρά των "προϊόντων" της εν σειρά διάταξης ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για την αφαίρεση του  $U^{4+}$  από την οργανική ροή, προσαρμογή της συγκέντρωσης οξέος και τροφοδότηση των ηλεκτροχημικών κυψελών αναγωγής.

**ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

Τα εν λόγω συστήματα αποτελούνται από εξοπλισμό εκχύλισης με διαλύτη για την απόσπαση του  $U^{4+}$  από το οργανικό ρεύμα προς υδατικό διάλυμα, από εξοπλισμό εξάτμισης ή/και άλλο εξοπλισμό για την επίτευξη ρύθμισης και ελέγχου του pH του διαλύματος και από αντλίες ή άλλα εξαρτήματα μεταφοράς για την τροφοδότηση των ηλεκτροχημικών κυψελών αναγωγής. Ένα σοβαρό σχεδιαστικό ζήτημα είναι πως θα αποφευχθεί η μόλυνση του υδατικού ρεύματος με ορισμένα μεταλλικά ιόντα. Για το λόγο αυτό, όσον αφορά τα τμήματα που ευρίσκονται σε επαφή με το ρεύμα της διαδικασίας, το σύστημα αποτελείται από εξοπλισμό κατασκευασμένο ή φέροντα προστασία από κατάλληλα υλικά (όπως ύαλος, πολυμερή φθορανθράκων, θειικό πολυφαινύλιο, σουλφονικός πολυαιθέρας και γραφίτης εμποτισμένος με ρητίνη).

**5.6.4. Συστήματα προετοιμασίας της τροφοδοσίας (Χημική ανταλλαγή)**

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα για την παραγωγή τροφοδοτικού διαλύματος χλωριούχου ουρανίου υψηλής καθαρότητας για μονάδες διαχωρισμού ισοτόπων ουρανίου με χημική ανταλλαγή.

**ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από εξοπλισμό διάλυσης, εκχύλισης με



διαλύτη ή/και ανταλλαγής ιόντων για τον καθαρισμό και από ηλεκτρολυτικές κυψέλες για την αναγωγή του  $U^6$  ή  $U^{4+}$  σε  $U^{3+}$ . Τα εν λόγω συστήματα παράγουν διαλύματα χλωριούχου ουρανίου τα οποία περιέχουν λίγα μόνο μέρη ανά εκατομμύριο μεταλλικές προσμίξεις όπως χρώμιο, σίδηρος, βανάδιο, μολυβδαίνιο και άλλα δισθενή ή μεγαλύτερου σθένους κατιόντα. Τα υλικά κατασκευής τμημάτων του συστήματος κατεργασίας  $U^{3+}$  υψηλής καθαρότητας περιλαμβάνουν ύαλο, πολυμερή φθορανθράκων, θειικό πολυφαινύλιο, σουλφονικό πολυαιθέρα πλαστικής επένδυσης και εμποτισμένο με ρητίνη γραφίτη.

#### 5.6.5. Συστήματα οξειδωσης ουρανίου (Χημική ανταλλαγή)

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα οξειδωσης  $U^{3+}$  σε  $U^{4+}$  το οποίο επιστρέφει στην εν σειρά διάταξη διαχωρισμού των ισοτόπων ουρανίου κατά τη διαδικασία εμπλουτισμού μέσω χημικής ανταλλαγής.

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα εν λόγω συστήματα είναι δυνατόν να περιλαμβάνουν εξοπλισμό όπως:

(α) Εξοπλισμός που φέρει σε επαφή το χλώριο και το οξυγόνο με το υδατικό ρεύμα εκροής που προέρχεται από την εγκατάσταση ισοτοπικού διαχωρισμού και εκχυλίζει το  $U^{4+}$  στο οργανικό ρεύμα που επιστρέφει από την πλευρά των "προϊόντων" της εν σειρά σύνδεσης,

(β) Εξοπλισμός που διαχωρίζει το νερό από το υδροχλωρικό οξύ ώστε να είναι δυνατόν να επανεισαχθεί στη διεργασία το πυκνό υδροχλωρικό οξύ, στα κατάλληλα σημεία.

#### 5.6.6. Ρητίνες ανταλλαγής ιόντων ταχείας αντιδράσεως/προσροφητές (ανταλλαγή ιόντων)

Ρητίνες ανταλλαγής ιόντων ταχείας αντιδράσεως ή προσροφητές ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι για τον εμπλουτισμό του ουρανίου με διαδικασία ανταλλαγής ιόντων, στις οποίες περιλαμβάνονται πορώδεις ρητίνες διαμορφωμένες σε μακρο-πλέγμα ή/και μεμβρανώδεις δομές, στις οποίες οι

ενεργές ομάδες χημικής ανταλλαγής περιορίζονται σε ένα επίχρισμα στην επιφάνεια αδρανούς πορώδους βασικής δομής και άλλων συνθετικών δομών οποιασδήποτε κατάλληλης μορφής, περιλαμβανομένων σωματιδίων ή ινών. Οι εν λόγω ρητίνες/προσροφητές έχουν διάμετρο το πολύ 0.2 mm και πρέπει να είναι ανθεκτικές από χημική άποψη στα διαλύματα πυκνού υδροχλωρικού οξέος καθώς και αρκετά ισχυρές από φυσική άποψη ώστε να μη διασπώνται στις στήλες ανταλλαγής. Οι ρητίνες/προσροφητές σχεδιάζονται ειδικά ώστε να επιτυγχάνουν εξαιρετικά ταχεία κινητική ανταλλαγής ισοτόπων ουρανίου (χρόνος ημιζωής της ανταλλαγής κάτω των 10 sec) και να έχουν την ικανότητα να λειτουργούν σε θερμοκρασίες από 100°C έως 200°C.

#### 5.6.7. Στήλες ανταλλαγής ιόντων (Ανταλλαγή ιόντων)

Κυλινδρικές στήλες διαμέτρου άνω των 1000mm οι οποίες περιέχουν και στηρίζουν στρώσεις οι οποίες έχουν πληρωθεί με ρητίνη/προσροφητή ανταλλαγής ιόντων, ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες για τον εμπλουτισμό του ουρανίου με διαδικασία ανταλλαγής ιόντων. Οι στήλες αυτές είναι κατασκευασμένες ή φέρουν προστασία από υλικά (όπως πιάνιο ή πλαστικά φθορανθράκων) ανθεκτικά στη διάβρωση από πυκνά διαλύματα πυκνού υδροχλωρικού οξέος και είναι ικανές να λειτουργούν σε θερμοκρασίες στην περιοχή των 100°C έως 200°C και πιέσεις μεγαλύτερες από 0.7 Mpa (102 psia).

#### 5.6.8. Συστήματα αντιστρόφου ροής ιόντων (Ανταλλαγή ιόντων)

(α) Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα χημικής ή ηλεκτροχημικής αναγωγής για αναγέννηση των χημικών παραγόντων αναγωγής που χρησιμοποιούνται στις εν σειρά διατάξεις εμπλουτισμού ουρανίου ανταλλαγής ιόντων.

(β) Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα χημικής ή ηλεκτροχημικής οξειδωσης για αναγέννηση των χημικών παραγόντων οξειδωσης που χρησιμοποιούνται στις εν σειρά διατάξεις εμπλουτισμού ουρανίου ανταλλαγής ιόντων.

### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Στη διεργασία εμπλουτισμού μέσω ανταλλαγής ιόντων είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα, τρισθενές τιτάνιο ( $Ti^{3+}$ ) ως κατιόν αναγωγής· σε αυτή την περίπτωση το σύστημα αναγωγής επιτρέπει ανασύσταση του  $Ti^{3+}$  με αναγωγή του  $Ti^{4+}$ .

Στη διεργασία είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα, τρισθενής σίδηρος ( $Fe^{3+}$ ) ως οξειδωτικό μέσο και σε αυτή την περίπτωση το σύστημα οξείδωσης επιτρέπει ανασύσταση του  $Fe^{3+}$  με οξείδωση του  $Fe^{2+}$ .

- 5.7. **Συστήματα, εξοπλισμός και κατασκευαστικά μέρη ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για χρήση σε μονάδες εμπλουτισμού βασισμένες σε λέιζερ**

### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα υφιστάμενα συστήματα για διεργασίες εμπλουτισμού με τη χρήση λέιζερ εμπίπτουν σε δύο κατηγορίες: αυτές στις οποίες χρησιμοποιείται ατμός ατομικού ουρανίου και αυτές στις οποίες χρησιμοποιείται ατμός μιας ένωσης ουρανίου. Η κοινώς χρησιμοποιούμενη ονοματολογία για αυτή τη διεργασία περιλαμβάνει: πρώτη κατηγορία - ισοτοπικός διαχωρισμός ατομικού ατμού με λέιζερ (AVLIS ή SILVA); δεύτερη κατηγορία - ισοτοπικός μοριακός διαχωρισμός με λέιζερ (MLIS ή MOLIS) και χημική αντίδραση με επιλεκτική ισοτοπική ενεργοποίηση με λέιζερ (CRISLA). Τα συστήματα, ο εξοπλισμός και τα κατασκευαστικά μέρη για εγκαταστάσεις εμπλουτισμού με λέιζερ περιλαμβάνουν: (α) διατάξεις τροφοδότησης με ατμό μεταλλικού ουρανίου (για τον επιλεκτικό φωτο-ιοντισμό) ή διατάξεις τροφοδότησης με ατμό μιας ένωσης ουρανίου (για φωτο-διαχωρισμό ή χημική ενεργοποίηση); (β) συσκευές συλλογής εμπλουτισμένου και εξαντλημένου μεταλλικού ουρανίου ("προϊόντα" και "υπολείμματα") στην πρώτη κατηγορία και συσκευές συλλογής ενώσεων που έχουν διαχωριστεί ή έχουν αντιδράσει ("προϊόντα") και υλικού που δεν έχει υποστεί διεργασία ("υπολείμματα") στη δεύτερη κατηγορία; (γ) συστήματα λέιζερ για την επιλεκτική διέγερση του  $^{235}U$  και (δ) εξοπλισμός για την προετοιμασία της τροφοδοσίας και την μετατροπή του προϊόντος. Λόγω της πολυπλοκότητας της φασματομετρίας των ατόμων και ενώσεων ουρανίου ενδεχομένως απαιτείται ενσωμάτωση μερικών από τις

διαθέσιμες τεχνολογίες λέιζερ.

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Πολλά από τα στοιχεία εξοπλισμού που αναφέρονται στην παρούσα παράγραφο έρχονται σε άμεση επαφή με το μεταλλικό ουράνιο σε υγρή ή αέρια μορφή ή με τα αέρια διεργασίας που συνίστανται σε  $UF_6$  ή μίγμα  $UF_6$  και άλλων αερίων. Όλες οι επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το αέριο διεργασίας είναι εξ ολοκλήρου κατασκευασμένες ή φέρουν προστασία από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση. Για τους σκοπούς της παραγράφου που αφορά τον εξοπλισμό εμπλουτισμού που βασίζεται σε λέιζερ, στα υλικά που είναι ανθεκτικά στη διάβρωση από μεταλλικό ουράνιο σε υγρή ή αέρια μορφή ή από κράματα ουρανού περιλαμβάνονται ο γραφίτης με επένδυση υτρίου και το ταντάλιο· στα ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$  υλικά περιλαμβάνεται ο χαλκός, ο ανοξείδωτος χάλυβας, το αλουμίνιο, τα κράματα αλουμινίου, το νικέλιο ή κράματα περιεκτικότητας 60% και άνω σε νικέλιο και πλήρως φθοριωμένα πολυμερή υδρογονανθράκων ανθεκτικά στο  $UF_6$ .

##### 5.7.1. Συστήματα ατμοποίησης ουρανού (AVLIS)

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα ατμοποίησης ουρανού τα οποία περιέχουν υψηλής ισχύος εκτοξευτές σάρωσης με δέσμη ηλεκτρονίων (strip or scanning electron beam guns) με ρευματική ισχύ στο στόχο άνω των 2.5 kW/cm.

##### 5.7.2. Συστήματα χειρισμού μεταλλικού ουρανού σε υγρή μορφή (AVLIS)

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα χειρισμού μεταλλικού ουρανού σε υγρή μορφή για τήγμα ουρανού ή κράματα ουρανού, αποτελούμενα από κάψες και εξοπλισμό ψύξεως για τις κάψες.

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Οι κάψες και άλλα μέρη του συστήματος τα οποία έρχονται σε επαφή με τήγμα ουρανού ή κράματα ουρανού είναι κατασκευασμένα ή φέρουν προστασία από

κατάλληλα υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση και στη θερμότητα. Στα κατάλληλα υλικά περιλαμβάνεται το ταντάλιο, ο γραφίτης με επένδυση υτρίου, ο γραφίτης με επένδυση οξειδίων άλλων σπανίων γαιών ή μίγματα των ανωτέρω.

### 5.7.3. Διατάξεις συλλογής "προϊόντων" και "υπολειμμάτων" μεταλλικού ουρανίου (AVLIS)

Ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες διατάξεις συλλογής "προϊόντων" και "υπολειμμάτων" για μεταλλικό ουράνιο σε υγρή ή στερεή μορφή.

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Κατασκευαστικά μέρη για αυτές τις διατάξεις κατασκευασμένα ή φέροντα προστασία από υλικά ανθεκτικά στη θερμότητα και τη διάβρωση από μεταλλικό ουράνιο σε αέρια ή υγρή μορφή (όπως γραφίτης με επένδυση υτρίου, ταντάλιο) στα οποία περιλαμβάνονται σωλήνες, βαλβίδες, συνδέσεις, "οχετοί", δίαυλοι τροφοδοσίας, εναλλάκτες θερμότητας και πλάκες συλλογής για μεθόδους μαγνητικού, ηλεκτροστατικού ή με άλλο τρόπο διαχωρισμού.

### 5.7.4. Περιβλήματα τμημάτων διαχωριστών (AVLIS)

Κυλινδρικά ή ορθογώνια δοχεία ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για να περιέχουν την πηγή ατμών μεταλλικού ουρανίου, τον εκτοξευτή δέσμης ηλεκτρονίων και τα συστήματα συλλογής των "προϊόντων" και των "υπολειμμάτων".

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα εν λόγω περιβλήματα διαθέτουν πολλαπλές εισόδους για ηλεκτρικές και υδατικές διαύλους τροφοδοσίας, θυρίδες δέσμης λέιζερ, συνδέσεις αντλιών κενού και διατάξεις διαγνωστικού ελέγχου και παρακολούθησης των οργάνων. Διαθέτουν διατάξεις ανοίγματος και κλεισίματος που επιτρέπουν την αντικατάσταση των εσωτερικών κατασκευαστικών μερών.

**5.7.5. Ακροφύσια υπερηχητικής εκτονώσεως (MLIS)**

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα ακροφύσια υπερηχητικής εκτονώσεως για την ψύξη μιγμάτων  $UF_6$  και φέροντος αερίου φορέα στους 150K ή σε χαμηλότερη θερμοκρασία και τα οποία είναι ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$ .

**5.7.6. Συλλέκτες προϊόντων πενταφθοριούχου ουρανίου (MLIS)**

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι συλλέκτες στερεών προϊόντων πενταφθοριούχου ουρανίου ( $UF_5$ ), αποτελούμενοι από φίλτρο, συλλέκτες προσκρούσεως ή κυκλονικού τύπου ή από συνδυασμό των ανωτέρω, κατασκευασμένοι από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση σε περιβάλλον  $UF_5/UF_6$ .

**5.7.7. Συμπιεστές  $UF_6$ /φέρωντος αερίου (MLIS)**

Ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι συμπιεστές για μείγματα  $UF_6$ /φέρωντος αερίου, σχεδιασμένοι για μακροπρόθεσμη λειτουργία σε περιβάλλον  $UF_6$ . Τα κατασκευαστικά μέρη αυτών των συμπιεστών που έρχονται σε επαφή με το αέριο διεργασίας είναι κατασκευασμένα ή φέρουν προστασία από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$ .

**5.7.8. Στεγανοποιητικά παρεμβύσματα περιστροφικού άξονα (MLIS)**

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα στεγανοποιητικά παρεμβύσματα περιστροφικού άξονα, με συνδέσεις τροφοδότησης και απαγωγής, για στεγανοποίηση του παρεμβύσματος που συνδέει τον ρότορα του συμπιεστή με τον κύριο κινητήρα ώστε να εξασφαλίζεται αξιόπιστη στεγανότητα από εκροή αερίου διεργασίας ή εισροή αέρα ή αερίου στεγανοποίησης στο εσωτερικό διαμέρισμα του συμπιεστή που περιέχει μίγμα  $UF_6$ /φέρωντος αερίου.

**5.7.9. Συστήματα φθορίωσης (MLIS)**

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα φθορίωσης του  $UF_5$  (στερεό) σε  $UF_6$  (αέριο).

## ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα εν λόγω συστήματα είναι σχεδιασμένα για τη φθορίωση της συλλεχθείσας κονίας  $UF_5$  σε  $UF_6$  το οποίο κατόπιν συλλέγεται σε περιέκτες "προϊόντος" ή μεταφέρεται ως υλικό τροφοδοσίας σε μονάδες MLIS για περαιτέρω εμπλουτισμό. Μια τεχνική προβλέπει ότι η αντίδραση φθορίωσης δύναται να επιτευχθεί εντός ενός συστήματος ισοτοπικού διαχωρισμού όπου το υλικό αντιδρά και ανακτάται απευθείας από τους συλλέκτες "προϊόντος". Σύμφωνα με μια άλλη τεχνική, η κονία  $UF_5$  μπορεί να αφαιρεθεί/μεταφερθεί από τους συλλογείς "προϊόντος" σε κατάλληλο λέβητα αντίδρασης (π.χ. αντιδραστήρα ρευστοποιημένης βάσης, ελικοειδή αντιδραστήρα ή αντιδραστήρα πύργου φλόγας) για φθορίωση. Και στις δύο τεχνικές, χρησιμοποιείται εξοπλισμός για αποθήκευση και μεταφορά φθορίου (ή άλλου κατάλληλου παράγοντα φθορίωσης) και για συλλογή και μεταφορά  $UF_6$ .

### 5.7.10. Φασματόμετρα μάζας $UF_6$ / πηγές ιόντων (MLIS)

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα μαγνητικά ή τετραπολικά φασματόμετρα μάζας ικανά για δειγματοληψία, σε συνθήκες φορτίου, πρώτης ύλης, "προϊόντων" ή "υπολειμμάτων" από τις ροές αερίου  $UF_6$  και τα οποία διαθέτουν το σύνολο των ακόλουθων χαρακτηριστικών:

1. Μοναδιαία διακριτική ικανότητα ατομικής μάζας ανώτερη από 320.
2. Πηγές ιόντων κατασκευασμένες ή επενδεδυμένες με χρωμονικελίνη ή κράμα monel ή με πλάκες νικελίου.
3. Πηγές ιοντισμού μέσω βομβαρδισμού ηλεκτρονίων.
4. Συστήματα συλλεκτών, κατάλληλα για ανάλυση ισοτόπων.

### 5.7.11. Συστήματα τροφοδοσίας/συστήματα απομάκρυνσης "προϊόντων" και "υπολειμμάτων" (MLIS)

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα επεξεργασίας ή εξοπλισμός για μονάδες εμπλουτισμού κατασκευασμένα ή φέροντα προστασία από υλικά

ανθεκτικά στη διάβρωση από  $UF_6$ , στα οποία συμπεριλαμβάνονται:

- (α) Αυτόκλειστα τροφοδοσίας, φούρνοι ή συστήματα που χρησιμοποιούνται για τη διοχέτευση  $UF_6$  στις διεργασίες εμπλουτισμού·
- (β) Απεξαχνωτές (ή ψυχρές παγίδες) που χρησιμεύουν για την αφαίρεση  $UF_6$  από τη διεργασία εμπλουτισμού για μετέπειτα μεταφορά κατόπιν θερμάνσεως·
- (γ) Σταθμοί στερεοποίησης ή υγροποίησης που χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση  $UF_6$  από τη διεργασία εμπλουτισμού μέσω συμπύεσης και μετατροπής του  $UF_6$  σε υγρή ή στερεή μορφή·
- (δ) Σταθμοί "προϊόντων" και "υπολειμμάτων" για τη μεταφορά του  $UF_6$  σε περιέκτες.

#### 5.7.12. Συστήματα διαχωρισμού $UF_6$ /φέροντος αερίου (MLIS)

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα επεξεργασίας για το διαχωρισμό του  $UF_6$  από το φέρον αέριο. Το φέρον αέριο δυνατόν να είναι υδρογόνο, αργόν ή άλλο αέριο.

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα εν λόγω συστήματα είναι δυνατόν να περιλαμβάνουν εξοπλισμό όπως:

- (α) Κρυογονικοί εναλλάκτες θερμότητας και κρυοδιαχωριστές ικανοί να επιτυγχάνουν θερμοκρασίες  $-120^{\circ}C$  ή χαμηλότερες, ή
- (β) Κρυογονικές μονάδες ψύξεως ικανές να επιτυγχάνουν θερμοκρασίες  $-120^{\circ}C$  ή χαμηλότερες, ή
- (γ) Ψυχρές παγίδες  $UF_6$  ικανές να επιτυγχάνουν θερμοκρασίες  $-20^{\circ}C$  ή χαμηλότερες.

#### 5.7.13. Συστήματα "λέιζερ" (AVLIS, MLIS και CRISLA)



Λείζερ ή συστήματα λείζερ ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για το διαχωρισμό ισοτόπων ουρανίου.

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Το σύστημα λείζερ για τη διαδικασία AVLIS συνήθως αποτελείται από δύο λείζερ: ένα λείζερ ατμών χαλκού και ένα λείζερ χρώσης. Το σύστημα λείζερ για MLIS συνήθως αποτελείται από ένα λείζερ CO<sub>2</sub> ή λείζερ διηγεργμένου διατομικού μορίου και μια οπτική κυψέλη πολλαπλών διόδων με περιστρεφόμενους καθρέπτες και στα δύο άκρα. Για μακρόχρονη λειτουργία, τα λείζερ ή τα συστήματα λείζερ που χρησιμοποιούνται και στις δύο διαδικασίες απαιτούν ένα σταθεροποιητή της συχνότητας φάσματος.

- 5.8. Συστήματα, εξοπλισμός και κατασκευαστικά μέρη ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για χρήση σε μονάδες εμπλουτισμού διαχωρισμού πλάσματος**

#### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Κατά τη διαδικασία διαχωρισμού πλάσματος, πλάσμα ιόντων ουρανίου περνά μέσω ηλεκτρικού πεδίου στη συχνότητα συντονισμού των ιόντων <sup>235</sup>U ώστε αυτά να απορροφήσουν ενέργεια και να αυξήσουν τη διάμετρο των ελικοειδών τροχιών τους. Ιόντα με τροχίες μεγαλύτερης διαμέτρου παγιδεύονται για να παραχθεί προϊόν εμπλουτισμένο σε <sup>235</sup>U. Το πλάσμα, το οποίο λαμβάνεται με ιοντισμό ατμού ουρανίου, περιέχεται σε διαμέρισμα υπό κενό με μαγνητικό πεδίο υψηλής έντασης το οποίο λαμβάνεται με υπεραγώγιμο μαγνήτη. Τα σημαντικότερα τεχνολογικά συστήματα της διαδικασίας αυτής περιλαμβάνουν το σύστημα παραγωγής πλάσματος ουρανίου, το τμήμα διαχωριστή με υπεραγώγιμο μαγνήτη και τα συστήματα αφαίρεσης μετάλλου για τη συλλογή "προϊόντων" και "υπολειμμάτων".

- 5.8.1. Πηγές ισχύος εκπομπής μικροκυμάτων και κεραίες**

Ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες πηγές ισχύος εκπομπής μικροκυμάτων

και κεραιές για την παραγωγή ή την επιτάχυνση ιόντων που έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: συχνότητα άνω των 30GHz και μέση ισχύ εξόδου άνω των 50 kW για την παραγωγή ιόντων.

#### 5.8.2. Πηνία διέγερσης ιόντων

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα πηνία ραδιοσυχνοτήτων για τη διέγερση των ιόντων για συχνότητες μεγαλύτερες των 100 kHz και ικανά να αντέξουν μέση ισχύ μεγαλύτερη των 40kW.

#### 5.8.3. Συστήματα παραγωγής πλάσματος ουρανού

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα για την παραγωγή πλάσματος ουρανού τα οποία δύνανται να περιέχουν υψηλής ισχύος εκτοξευτές ηλεκτρονικής δέσμης σάρωσης με ρευματική ισχύ στο στόχο άνω των 2.5 kW/cm.

#### 5.8.4. Συστήματα χειρισμού μεταλλικού ουρανού σε υγρή μορφή

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα χειρισμού υγρών μετάλλων για χειρισμό τήγματος ουρανού ή κραμάτων ουρανού, αποτελούμενα από κάψες και εξοπλισμό ψύξεως για τις κάψες.

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Οι κάψες και άλλα μέρη του συστήματος τα οποία έρχονται σε επαφή με τήγμα ουρανού ή κράματα ουρανού είναι κατασκευασμένα ή φέρουν προστασία από κατάλληλα υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση και στη θερμότητα. Στα κατάλληλα υλικά περιλαμβάνεται το ταντάλιο, ο γραφίτης με επένδυση υτρίου, ο γραφίτης με επένδυση οξειδίων άλλων σπανίων γαιών ή μίγματα των ανωτέρω.

#### 5.8.5. Συστήματα συλλεκτών μεταλλικού ουρανού ("προϊόντων" και "υπολειμμάτων")

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα συλλεκτών "προϊόντων" και "υπολειμμάτων" για μεταλλικό ουράνιο σε στερεή μορφή. Οι εν λόγω διατάξεις συλλεκτών είναι κατασκευασμένες ή φέρουν προστασία από υλικά ανθεκτικά στη θερμότητα και τη διάβρωση από ατμούς μεταλλικού ουρανίου, όπως ο γραφίτης με επένδυση υτρίου και το ταντάλιο.

#### 5.8.6. Περιβλήματα τμημάτων διαχωριστών

Κυλινδρικά δοχεία σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για χρήση στις μονάδες εμπλουτισμού διαχωρισμού πλάσματος τα οποία περιβάλλουν την πηγή πλάσματος ουρανίου, το πηνίο παραγωγής ραδιοσυχνότητων και τους συλλέκτες των "προϊόντων" και των "υπολειμμάτων".

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα εν λόγω περιβλήματα διαθέτουν πολλαπλές εισόδους για ηλεκτρικές διαύλους τροφοδοσίας, συνδέσεις αντλιών διάχυσης και για διατάξεις διαγνωστικού ελέγχου και παρακολούθησης των οργάνων. Διαθέτουν διατάξεις ανοίγματος και κλεισίματος που επιτρέπουν την αντικατάσταση των εσωτερικών κατασκευαστικών μερών και είναι κατασκευασμένα από κατάλληλο μη μαγνητικό υλικό όπως ο ανοξείδωτος χάλυβας.

#### 5.9 Συστήματα, εξοπλισμός και κατασκευαστικά μέρη ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για χρήση στις μονάδες ηλεκτρομαγνητικού εμπλουτισμού

#### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Κατά την ηλεκτρομαγνητική διαδικασία, ιόντα μεταλλικού ουρανίου που έχουν παραχθεί με ιοντισμό ενός άλατος (συνήθως  $UCl_4$ ) επιταχύνονται και περνούν μέσω μαγνητικού πεδίου με αποτέλεσμα ιόντα διαφορετικών ισοτόπων να ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές. Τα κυριότερα κατασκευαστικά μέρη ενός ηλεκτρομαγνητικού διαχωριστή ισοτόπων περιλαμβάνουν: μαγνητικό πεδίο για εκτροπή/διαχωρισμό της ιοντικής δέσμης των ισοτόπων, πηγή ιόντων με σχετικό σύστημα επιτάχυνσης και σύστημα συλλογής των χωριστών ιόντων. Στα

βοηθητικά συστήματα περιλαμβάνονται: σύστημα τροφοδοσίας του μαγνήτη , σύστημα τροφοδοσίας υψηλής τάσης για την πηγή ιόντων, σύστημα κενού και εκτεταμένα συστήματα χημικού χειρισμού για ανάκτηση του προϊόντος και καθαρισμό/ανακύκλωση των κατασκευαστικών μερών.

#### 5.9.1. Ηλεκτρομαγνητικοί διαχωριστές ισοτόπων

Ηλεκτρομαγνητικοί διαχωριστές ισοτόπων ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι για το διαχωρισμό των ισοτόπων ουρανίου, σχετικός εξοπλισμός και κατασκευαστικά μέρη, όπου συμπεριλαμβάνονται:

##### (α) Πηγές ιόντων

Ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες, απλές ή πολλαπλές, πηγές ιόντων ουρανίου αποτελούμενες από πηγή ατμών, ιονιστή και επιταχυντή δέσμης, κατασκευασμένες από κατάλληλα υλικά όπως γραφίτης, ανοξείδωτος χάλυβας ή χαλκός και ικανές να παρέχουν συνολικό ρεύμα δέσμης ιόντων τουλάχιστον 50mA.

##### (β) Συλλέκτες ιόντων

Πλάκες συλλογής αποτελούμενες από δύο ή περισσότερες σχισμές και εσοχές ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες για τη συλλογή δεσμών ιόντων εμπλουτισμένου ή εξαντλημένου ουρανίου και κατασκευασμένες από κατάλληλα υλικά όπως γραφίτης ή ανοξείδωτος χάλυβας.

##### (γ) Περιβλήματα κενού

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα περιβλήματα κενού για ηλεκτρομαγνητικούς διαχωριστές ουρανίου, κατασκευασμένα από κατάλληλα μη μαγνητικά υλικά όπως ο ανοξείδωτος χάλυβας και σχεδιασμένα για να λειτουργούν υπό μέγιστη πίεση 0.1 Pa.

**ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

Τα περιβλήματα είναι ειδικά σχεδιασμένα για να περιέχουν τις πηγές ιόντων, τις πλάκες συλλογής και τις υδατόψυκτες επενδύσεις και διαθέτουν πρόβλεψη για συνδέσεις αντλιών διάχυσης καθώς και άνοιγμα και κλείσιμο για την αφαίρεση και την επανεγκατάσταση των εν λόγω κατασκευαστικών μερών.

**(δ) Τμήματα μαγνητικών πόλων**

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα τμήματα μαγνητικών πόλων διαμέτρου άνω των 2m χρησιμοποιούμενα για τη διατήρηση σταθερού μαγνητικού πεδίου εντός του ηλεκτρομαγνητικού διαχωριστή ισοτόπων και για τη μεταφορά του μαγνητικού πεδίου μεταξύ συνεχόμενων διαχωριστών.

**5.9.2. Τροφοδοτικά ισχύος υψηλής τάσεως**

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα τροφοδοτικά ισχύος υψηλής τάσεως για πηγές ιόντων, τα οποία διαθέτουν όλα τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: ικανά για συνεχή λειτουργία, τάση εξόδου τουλάχιστον 20,000 V, ρεύμα εξόδου τουλάχιστον 1 A και μεταβολή τάσεως καλύτερη του 0.01% σε διάστημα 8 ωρών.

**5.9.3. Τροφοδοτικά ισχύος μαγνητών**

Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα, υψηλής ισχύος και συνεχούς ρεύματος, τροφοδοτικά ισχύος μαγνητών, τα οποία διαθέτουν όλα τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: ικανά για συνεχή παραγωγή ρεύματος εξόδου τουλάχιστον 500 A σε τάση τουλάχιστον 100 V και μεταβολή ρεύματος ή τάσεως καλύτερη του 0.01% σε διάστημα 8 ωρών.

**6. Μονάδες παραγωγής βαρέος ύδατος, δευτερίου και ενώσεων δευτερίου και ειδικά σχεδιασμένος ή κατασκευασμένος εξοπλισμός****ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

Το βαρύ ύδωρ μπορεί να παραχθεί με διάφορες διεργασίες. Ωστόσο, οι δύο διεργασίες που έχουν αποδειχθεί εμπορικά βιώσιμες είναι η διεργασία ανταλλαγής ύδατος-υδροθείου (διεργασία GS) και η διεργασία ανταλλαγής

αμμωνίας-υδρογόνου.

Η διεργασία GS βασίζεται στην ανταλλαγή υδρογόνου και δευτερίου μεταξύ ύδατος και υδροθείου εντός σειράς πύργων των οποίων το ανώτερο τμήμα διατηρείται σε χαμηλή θερμοκρασία και το κατώτερο τμήμα σε υψηλή θερμοκρασία. Το ύδωρ ρέει προς το κάτω τμήμα των πύργων ενώ το αέριο υδρόθειο κυκλοφορεί από το κάτω τμήμα προς την κορυφή. Το αέριο και το ύδωρ αναμιγνύονται χάρη σε μια σειρά διάτρητων δίσκων. Το δευτέριο ενώνεται με το ύδωρ σε χαμηλές θερμοκρασίες και με το υδρόθειο σε υψηλές θερμοκρασίες. Το αέριο και το ύδωρ, εμπλουτισμένα σε δευτέριο, αφαιρούνται από τους πύργους του πρώτου σταδίου στο σημείο επαφής των θερμών με τα ψυχρά τμήματα και η διεργασία επαναλαμβάνεται στους πύργους των επακόλουθων σταδίων. Το προϊόν του τελευταίου σταδίου, δηλαδή το εμπλουτισμένο με δευτέριο ύδωρ σε ποσοστό έως 30%, αποστέλλεται στη μονάδα απόσταξης για την παραγωγή βαρέος ύδατος κατάλληλου για τον αντιδραστήρα, δηλαδή το οποίο περιέχει 99.75% οξειδίου του δευτερίου.

Με τη διεργασία ανταλλαγής αμμωνίας-υδρογόνου εξάγεται δευτέριο από τα αέρια σύνθεσης μέσω επαφής με υγρή αμμωνία παρουσία καταλύτη. Το αέριο σύνθεσης τροφοδοτείται σε πύργους ανταλλαγής και σε μετατροπέα αμμωνίας. Εντός των πύργων το αέριο ρέει από το κατώτερο τμήμα προς την κορυφή ενώ η υγρή αμμωνία από την κορυφή προς τα κάτω. Το δευτέριο αφαιρείται από το υδρογόνο που περιέχεται στο αέριο σύνθεσης και συγκεντρώνεται στην αμμωνία. Η αμμωνία κατόπιν ρέει εντός διάταξης διάσπασης αμμωνίας στο κάτω τμήμα του πύργου ενώ το αέριο ρέει εντός μετατροπέα αμμωνίας στην κορυφή. Σε μεταγενέστερο στάδιο επέρχεται περαιτέρω εμπλουτισμός και, με την τελική απόσταξη, παράγεται βαρύ ύδωρ κατάλληλο για αντιδραστήρα. Το αέριο σύνθεσης για τροφοδότηση είναι δυνατόν να προέλθει από μονάδα αμμωνίας η οποία, με τη σειρά της, μπορεί να κατασκευαστεί σε συνδυασμό με μονάδα ανταλλαγής αμμωνίας-υδρογόνου βαρέος ύδατος. Στη διεργασία ανταλλαγής αμμωνίας-υδρογόνου είναι επίσης δυνατό να χρησιμοποιηθεί σύνθετος ύδωρ ως πηγή δευτερίου.

Πολλά από τα κύρια στοιχεία του εξοπλισμού των μονάδων παραγωγής βαρέος ύδατος που χρησιμοποιούν τη διεργασία GS ή τη διεργασία ανταλλαγής

αμμωνίας-υδρογόνου είναι κοινά για πολλά τμήματα της χημικής βιομηχανίας και της πετρελαιοβιομηχανίας. Αυτό ισχύει ιδίως για τις μικρές μονάδες που χρησιμοποιούν τη διεργασία GS. Λίγα ωστόσο από τα εν λόγω στοιχεία είναι διαθέσιμα στο εμπόριο. Οι διεργασίες GS και αμμωνίας-υδρογόνου απαιτούν τον χειρισμό μεγάλων ποσοτήτων εύφλεκτων, διαβρωτικών και τοξικών υγρών σε υψηλές πιέσεις. Για το λόγο αυτό, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την κατάρτιση των προτύπων σχεδιασμού και λειτουργίας των μονάδων και του εξοπλισμού που πρόκειται να χρησιμοποιήσουν αυτές τις διεργασίες, όσον αφορά την επιλογή των υλικών και τις προδιαγραφές, ώστε να εξασφαλίζεται η μακροχρόνια λειτουργία τους υπό συνθήκες υψηλής ασφάλειας και αξιοπιστίας. Η επιλογή της κλίμακας είναι κυρίως συνάρτηση οικονομικών παραγόντων και αναγκών. Επομένως, τα περισσότερα στοιχεία του εξοπλισμού πρέπει να κατασκευάζονται αναλόγως των απαιτήσεων των πελατών.

Πρέπει τέλος να σημειωθεί ότι, στις διεργασίες GS και αμμωνίας-υδρογόνου, χωριστά στοιχεία εξοπλισμού τα οποία δεν έχουν σχεδιαστεί ή κατασκευαστεί ειδικά για παραγωγή βαρέος ύδατος, μπορούν να συναρμολογηθούν σε συστήματα τα οποία είναι ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για παραγωγή βαρέος ύδατος. Περιπτώσεις παρόμοιων συστημάτων είναι το σύστημα παραγωγής καταλύτη που χρησιμοποιείται στη διεργασία ανταλλαγής αμμωνίας-υδρογόνου και τα συστήματα απόσταξης ύδατος που χρησιμοποιούνται και στις δύο διεργασίες για την τελική συγκέντρωση βαρέος ύδατος προκειμένου να ληφθεί βαρύ ύδωρ κατάλληλο για αντιδραστήρα.

Στα στοιχεία εξοπλισμού που είναι ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για την παραγωγή βαρέος ύδατος και τα οποία χρησιμοποιούν είτε τη διεργασία ανταλλαγής αμμωνίας-υδρογόνου περιλαμβάνονται τα εξής:

#### 6.1. Πύργοι ανταλλαγής ύδατος-υδροθείου

Πύργοι ανταλλαγής κατασκευασμένοι από επίλεκτο χάλυβα (όπως ASTM A516) με διαμέτρους 6m (20ft) έως 9m (30ft), με πιέσεις λειτουργίας το λιγότερο 2MPa (300 psi) και ανοχή στη διάβρωση τουλάχιστον 6mm, ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι για παραγωγή βαρέος ύδατος με χρήση της διεργασίας ανταλλαγής ύδατος-υδροθείου.

## 6.2. Φυσητήρες και συμπιεστές

Φυγοκεντρικοί φυσητήρες ή συμπιεστές ενός σταδίου και χαμηλής πίεσης (0.2MPa ή 30 psi) για κυκλοφορία υδρογόνου-υδροθείου (αέριο που περιέχει άνω του 70% H<sub>2</sub>S) ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι για παραγωγή βαρέος ύδατος με τη διεργασία ανταλλαγής ύδατος-υδροθείου. Οι εν λόγω φυσητήρες και συμπιεστές έχουν δυναμικότητα τουλάχιστον 56m<sup>3</sup>/sec (120,000 SCFM) και πίεση λειτουργίας τουλάχιστον 1.8 MPa (260 psi) σε άντληση και διαθέτουν διατάξεις στεγανοποίησης σχεδιασμένες για λειτουργία με υγρό H<sub>2</sub>S.

## 6.3. Πύργοι ανταλλαγής αμμωνίας-υδρογόνου

Πύργοι ανταλλαγής αμμωνίας-υδρογόνου ύψους μεγαλύτερου ή ίσου των 35m (114.3 ft), με διαμέτρους 1.5m (4.9 ft) έως 2.5m (8.2 ft), ικανοί για λειτουργία υπό πιέσεις μεγαλύτερες των 15 MPa (2225 psi) ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι για παραγωγή βαρέος ύδατος με χρήση της διεργασίας ανταλλαγής αμμωνίας-υδρογόνου. Οι πύργοι διαθέτουν επίσης τουλάχιστον μία αξονική οπή με στεφάνη η οποία είναι της ίδιας διαμέτρου με το κυλινδρικό τμήμα που επιτρέπει την εισαγωγή και αφαίρεση εσωτερικών τμημάτων του πύργου.

## 6.4. Εσωτερικά κατασκευαστικά μέρη πύργου και πολυβάθμιες αντλίες

Εσωτερικά κατασκευαστικά μέρη πύργου και πολυβάθμιες αντλίες που έχουν ειδικά σχεδιαστεί ή κατασκευαστεί για πύργους παραγωγής βαρέος ύδατος με διεργασία ανταλλαγής αμμωνίας-υδρογόνου. Στα εσωτερικά κατασκευαστικά μέρη πύργου περιλαμβάνονται ειδικά σχεδιασμένοι εκχυλιστές βαθμίδος οι οποίοι διευκολύνουν τη στενή επαφή μεταξύ αερίου και υγρού. Στις πολυβάθμιες αντλίες περιλαμβάνονται ειδικά σχεδιασμένες εμβυθιζόμενες αντλίες για κυκλοφορία υγρής αμμωνίας εντός ενός σταδίου επαφής στους πολυβάθμιους πύργους.

## 6.5. Διατάξεις για τη διάσπαση της αμμωνίας

Διατάξεις για τη διάσπαση της αμμωνίας με πιέσεις λειτουργίας μεγαλύτερες ή



ίσεις των 3 MPa (450 psi) ειδικά σχεδιασμένες ή κατασκευασμένες για παραγωγή βαρέος ύδατος με χρήση της διεργασίας ανταλλαγής αμμωνίας-υδρογόνου.

#### 6.6. Απορροφητικοί αναλυτές υπερύθρων

Απορροφητικοί αναλυτές υπερύθρων για την ανάλυση σε συνθήκες φορτίου της αναλογίας υδρογόνου/δευτερίου, όπου οι συγκεντρώσεις του δευτερίου είναι τουλάχιστον 90%.

#### 6.7. Καταλυτικοί καυστήρες

Καταλυτικοί καυστήρες για τη μετατροπή εμπλουτισμένου αερίου δευτερίου σε βαρύ ύδωρ ειδικά σχεδιασμένοι ή κατασκευασμένοι για την παραγωγή βαρέος ύδατος με χρήση της διεργασίας ανταλλαγής αμμωνίας-υδρογόνου.

#### 7. Μονάδες μετατροπής ουρανίου και ειδικά σχεδιασμένος ή κατασκευασμένος εξοπλισμός

##### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Οι μονάδες και τα συστήματα μετατροπής ουρανίου μπορούν να επιτελέσουν έναν ή περισσότερους μετασχηματισμούς από ένα χημικό είδος ουρανίου σε άλλο, όπου συμπεριλαμβάνονται: μετατροπή μεταλλεύματος ουρανίου υπό συμπυκνωμένη μορφή σε  $UO_3$ , μετατροπή  $UO_3$  σε  $UO_2$ , μετατροπή οξειδίων ουρανίου σε  $UF_4$  ή  $UF_6$ , μετατροπή  $UF_4$  σε  $UF_6$ , μετατροπή  $UF_6$  σε  $UF_4$ , μετατροπή  $UF_4$  σε μεταλλικό ουράνιο και μετατροπή φθοριούχων ενώσεων ουρανίου σε  $UO_2$ . Πολλά σημαντικά στοιχεία του εξοπλισμού για τις μονάδες μετατροπής ουρανίου είναι κοινά σε πολλά τμήματα της χημικής βιομηχανίας. Για παράδειγμα, στους τύπους εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στις διεργασίες αυτές περιλαμβάνονται: κάμινοι, περιστρεφόμενοι κλίβανοι, αντιδραστήρες ρευστοποιημένης βάσης, αντιδραστήρες πύργου φλόγας, φυγοκεντρικές υγρών, αποστακτικές στήλες και στήλες εκχύλισης υγρού-υγρού. Ωστόσο, λίγα από τα στοιχεία αυτά είναι διαθέσιμα στο εμπόριο· τα περισσότερα κατασκευάζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές του πελάτη. Σε ορισμένες περιπτώσεις, απαιτείται να ληφθούν υπόψη ειδικά σχεδιαστικά και

κατασκευαστικά ζητήματα προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι διαβρωτικές ιδιότητες ορισμένων από τις χρησιμοποιούμενες χημικές ουσίες (HF, F<sub>2</sub>, ClF<sub>3</sub>, και φθοριούχες ενώσεις του ουρανίου). Πρέπει τέλος να σημειωθεί ότι, σε όλες τις διεργασίες μετατροπής ουρανίου, στοιχεία του εξοπλισμού που δεν είναι ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για μετατροπή ουρανίου μπορούν να συναρμολογηθούν σε συστήματα που είναι ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για το σκοπό αυτό.

**7.1. Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα μετατροπής μεταλλεύματος ουρανίου υπό συμπυκνωμένη μορφή σε UO<sub>3</sub>**

**ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

Το μέταλλευμα ουρανίου υπό συμπυκνωμένη μορφή είναι δυνατό να μετατραπεί σε UO<sub>3</sub> διαλύοντας κατ'αρχάς το μέταλλευμα σε νιτρικό οξύ και εκχυλίζοντας καθαρό νιτρικό ουράνιο με χρήση κάποιου διαλύτη όπως φωσφορικό τριβουτύλιο. Κατόπιν το νιτρικό ουράνιο μετατρέπεται σε UO<sub>3</sub> με συμπύκνωση και απονίτρωση ή με εξουδετέρωση με αέριο αμμωνία για την παραγωγή διουρανικής αμμωνίας με επακόλουθη διήθηση, ξήρανση και πύρωση.

**7.2. Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα μετατροπής UO<sub>3</sub> σε UF<sub>6</sub>**

**ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

Το UO<sub>3</sub> μπορεί να μετατραπεί σε UF<sub>6</sub> άμεσα με φθορίωση. Η διεργασία απαιτεί πηγή αερίου φθορίου ή τριφθοριούχου χλωρίου.

**7.3. Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα μετατροπής UO<sub>3</sub> σε UO<sub>2</sub>**

**ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

Το UO<sub>3</sub> μπορεί να μετατραπεί σε UO<sub>2</sub> με αναγωγή του UO<sub>3</sub> με αέριο αμμωνία ή υδρογόνο που έχουν υποστεί πυρόλυση.

**7.4. Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα για την μετατροπή UO<sub>2</sub>**

σε  $UF_4$

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Το  $UO_2$  μπορεί να μετατραπεί σε  $UF_4$  με αντίδραση του  $UO_2$  με αέριο υδροφθόριο (HF) σε 300-500°C.

- 7.5. Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα μετατροπής  $UF_4$  σε  $UF_6$

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Το  $UF_4$  μετατρέπεται σε  $UF_6$  με εξώθερμη αντίδραση με φθόριο σε πυργουειδή αντιδραστήρα. Το  $UF_6$  συμπυκνώνεται από τα θερμά απαέρια καθώς το ρεύμα απαερίων διέρχεται μέσω ψυχρής παγίδας θερμοκρασίας -10°C. Η διεργασία απαιτεί πηγή αερίου φθορίου.

- 7.6. Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα μετατροπής  $UF_4$  σε μεταλλικό ουράνιο

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Το  $UF_4$  μετατρέπεται σε μεταλλικό ουράνιο με αναγωγή με μαγνήσιο (μεγάλες παρτίδες) ή ασβέστιο (μικρές παρτίδες). Η αντίδραση εκτελείται σε θερμοκρασίες ανώτερες του σημείου τήξης του ουρανίου (1130°C).

- 7.7. Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα μετατροπής  $UF_6$  σε  $UO_2$ .

#### ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Η μετατροπή του  $UF_6$  σε  $UO_2$  μπορεί να εκτελεστεί με μία από τις ακόλουθες τρεις διεργασίες. Στην πρώτη, το  $UF_6$  ανάγεται και υδρολύεται σε  $UO_2$  χρησιμοποιώντας υδρογόνο και ατμό. Στη δεύτερη, το  $UF_6$  υδρολύεται με διάλυση σε ύδωρ, προστίθεται αμμωνία και καθιζάνει διουρανικό αμμώνιο που ανάγεται σε  $UO_2$  με υδρογόνο στους 820°C. Στην τρίτη διεργασία,  $UF_6$ ,  $CO_2$  και

$\text{NH}_3$  σε αέριο μορφή ενώνονται εντός ύδατος και καθιζάνει ουρανυλάνθρακικό αμμώνιο. Το ουρανυλάνθρακικό αμμώνιο ενώνεται με ατμό και υδρογόνο σε θερμοκρασία 500-600°C και προκύπτει  $\text{UO}_2$ .

Η μετατροπή  $\text{UF}_6$  σε  $\text{UO}_2$  συχνά αποτελεί το πρώτο στάδιο λειτουργίας μιας μονάδας παρασκευής καυσίμου.

7.8. Ειδικά σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα συστήματα μετατροπής  $\text{UF}_6$  σε  $\text{UF}_4$

ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Το  $\text{UF}_6$  ανάγεται σε  $\text{UF}_4$  με υδρογόνο.

