



مراسلات من بعض الدول الأعضاء بشأن المبادئ التوجيهية لتصدير المواد والمعدات والتكنولوجيا النووية

- ١- تلقى المدير العام مذكرات شفوية من بعض البعثات الدائمة لدى الوكالة الدولية للطاقة الذرية فيما يتعلق بتصدير المواد والمعدات والتكنولوجيا النووية على النحو التالي: مذكرات شفوية مؤرخة في ١ آذار/مارس ١٩٩٤ من البعثات الدائمة لكل من أسبانيا، وأستراليا، وألمانيا، وإيطاليا، والبرتغال، وبلجيكا، وبلغاريا، وبولندا، والجمهورية التشيكية، والدانمرك، والسويد، وسويسرا، وفرنسا، وكندا، والمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، والنمسا، وهنغاريا، وهولندا، والولايات المتحدة الأمريكية، واليابان، واليونان؛ ومذكرة شفوية مؤرخة في ١٢ آذار/مارس ١٩٩٤ من البعثة الدائمة لرومانيا.
- ٢- والفرض من هذه المذكرات الشفوية توفير المزيد من المعلومات عن سياسات وممارسات حكومات تلك الدول فيما يتعلق بالصادرات النووية.
- ٣- وعلى ضوء الرغبة التي أبديت في نهاية كل مذكرة شفوية، يرد في الملحق التالي النص المتشابه للمذكرات الشفوية. كما ترد ضمیمة هذه المذكرات الشفوية ("المرفق ألف: قائمة المواد الحساسة المشار إليها في المبادئ التوجيهية" و "المرفق ب: إيضاح الأصناف الواردة في قائمة المواد الحساسة") مستنسخة في المرفق.

الملحق

المذكرة الشفوية

تهدي البعثة الدائمة لـ [الدولة العضو] لدى الوكالة الدولية للطاقة الذرية تحياتها الى المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية، ويشرفها أن تشير الى [رسالتها (رسالاتها) السابقة ذات الصلة] التي أعلنت فيها حكومة [الدولة العضو] عن قرارها بأن تعمل وفقا للمبادئ التوجيهية لعمليات النقل النووي المنشورة أصلا على شكل الوثيقة INFCIRC/254.

ونتيجة للتطورات التي جرت في مجال التكنولوجيا النووية برزت حاجة الى مزيد من الايضاح والتعديل لأجزاء من قائمة المواد الحساسة المدرجة في المرفق ألف والمرفق باء بالمبادئ التوجيهية المنشورة حاليا في الوثيقة INFCIRC/254/Rev.1/Part 1، على النحو التالي:

- تم ايضاح وتعديل القسم 5 من المرفق باء بالوثيقة INFCIRC/254/Rev.1/Part 1 بشأن المعدات المصممة أو المعدة خصيصا لفصل نظائر اليورانيوم:

- تم تعديل المرفق ألف والمرفق باء بالوثيقة INFCIRC/254/Rev.1/Part 1 بحيث اشتملا على قيد جديد للمحطات المستخدمة في تحويل اليورانيوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لهذا الغرض:

- وتم تعديل البند ٧-١ في القسم ١ من المرفق باء بالوثيقة INFCIRC/254/Rev.1/Part 1 بشأن مضخات التبريد الأولية.

وتوخيا للوضوح، يرد مستنسخا في الملحق النص الكامل للمرفق ألف والمرفق باء المعدلين نتيجة لذلك.

وقد قررت حكومة [الدولة العضو] العمل وفقا للمبادئ التوجيهية المنقحة على هذا النحو.

وحكومة [الدولة العضو] -عند اتخاذها هذا القرار- تدرك ادراكا تاما ضرورة الاسهام في التنمية الاقتصادية مع تضاوي الاسهام بأي شكل من الأشكال في أخطار انتشار الأسلحة النووية أو غيرها من الأجهزة المتفجرة النووية، وضرورة استبعاد تأكيدات عدم الانتشار عن مجال المنافسة التجارية.

[وستقوم حكومة (الدولة العضو)، بالقدر الذي يتعلق بالتجارة داخل الاتحاد الأوروبي، بتنفيذ هذا القرار على ضوء التزاماتها كدولة عضو في الاتحاد].^(١)

وترجو حكومة [الدولة العضو] من مدير الوكالة الدولية للطاقة الذرية أن يعمم نص هذه المذكرة وضميمتها على جميع الدول الأعضاء لاطلاعها عليها.

وتفتتم البعثة الدائمة لـ [الدولة العضو] هذه الفرصة لتؤكد للمدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية من جديد أسى تقديرها.

(١) ترد هذه الفقرة في الخطابات المرسله من حكومات ألمانيا، وأسبانيا، وإيطاليا، والبرتغال، وبلجيكا، والدانمرك، وفرنسا، والمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، وهولندا.

المرفق ألف

قائمة المواد الحساسة المشار إليها في المبادئ التوجيهية

الجزء ألف - المواد والمعدات

١- المادة المصدرية والمادة الانشطارية الخاصة

وفقا للتعريف الوارد في المادة العشرين من النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية:

١-١ "المادة المصدرية"

يقصد بعبارة "المادة المصدرية" اليورانيوم المحتوي على مزيج النظائر الموجود في الطبيعة، واليورانيوم المنقى في النظير ٢٣٥، الثوريوم، وأي مادة من المواد السابقة الذكر تكون بشكل معدن أو سبيكة أو مركب كيميائي أو مادة مركزة، وأي مادة أخرى تحتوي على واحدة أو أكثر من المواد السابقة بدرجة التركيز التي يقرها مجلس المحافظين من حين إلى آخر، وأي مادة أخرى يقرها مجلس المحافظين من حين إلى آخر.

٢-١ "المادة الانشطارية الخاصة"

١٠ يقصد بعبارة "المادة الانشطارية الخاصة" البلوتونيوم-٢٣٩، واليورانيوم-٢٣٣، واليورانيوم المشري بأحد النظيرين ٢٣٥ و ٢٣٣، وأي مادة تحتوي مادة واحدة أو أكثر من المواد السابقة، وأي مادة انشطارية أخرى يعينها مجلس المحافظين من حين إلى آخر. غير أن عبارة "المادة الانشطارية الخاصة" لا تنطبق على المادة المصدرية.

٢٠ يقصد بعبارة "اليورانيوم المشري بأحد النظيرين ٢٣٥ و ٢٣٣" اليورانيوم المحتوي على أي النظيرين ٢٣٥ و ٢٣٣ أو كليهما بكمية تكون معها نسبة وفرة مجموع هذين النظيرين إلى النظير ٢٣٨ أكبر من نسبة النظير ٢٣٥ إلى النظير ٢٣٨ في اليورانيوم الطبيعي.

غير أنه لأغراض المبادئ التوجيهية، تستثنى الأصناف المحددة في الفقرة الفرعية (أ) أدناه، وصادرات المواد المصدرية أو المواد الانشطارية الخاصة إلى بلد متلق معين خلال فترة ١٧ شهرا عندما تقل عن الحدود المذكورة في الفقرة الفرعية (ب) أدناه:

(أ) البلوتونيوم بتركيز بالنظير بلوتونيوم-٢٣٨ يتجاوز ٨٠٪:

والمواد الانشطارية الخاصة عند استخدامها بكميات لا تتجاوز كميات جرامية كمكونات استثمارية في الأجهزة:

والمواد المصدرية التي تتأكد الحكومة من أنها لا تستخدم إلا في الأنشطة غير النووية، مثل إنتاج السباتك والخزفيات:

(ب) المواد الانشطارية الخاصة واليورانيوم الطبيعي واليورانيوم المستنفذ والثوريوم	٥٠ جراما فعالا: ٥٠٠ كيلوجرام: ١٠٠٠ كيلوجرام: ١٠٠٠ كيلوجرام.
--	--

٢- المعدات والمواد غير النووية

بيان أصناف المعدات والمواد غير النووية (الذي سيدعى فيما يلي "قائمة المواد الحساسة") الذي اعتمدته الحكومة هو على النحو التالي (الكميات التي تقل عن المستويات الموضحة في المرفق باء تعتبر غير ذات شأن لأسباب عملية):

١-٢	المفاعلات والمعدات اللازمة لها (أنظر المرفق باء، القسم ١):
٢-٢	المواد غير النووية اللازمة للمفاعلات (أنظر المرفق باء، القسم ٢):
٣-٢	مصانع إعادة معالجة عناصر الوقود المشع، والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لها (أنظر المرفق باء، القسم ٣):
٤-٢	مصانع إنتاج عناصر الوقود (أنظر المرفق باء، القسم ٤):
٥-٢	مصانع فصل نظائر اليورانيوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لها، بخلاف الأجهزة التحليلية (أنظر المرفق باء، القسم ٥):
٦-٢	مصانع إنتاج الماء الثقيل والديوتيريوم ومركبات الديوتيريوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لها (أنظر المرفق باء، القسم ٦):
٧-٢	مصانع تحويل اليورانيوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لها (أنظر المرفق باء، القسم ٧).

الحزب ٥-١- المعايير المشتركة لهمليات نقل التكنولوجيا في إطار الفقرة ٦ من المبادئ التوجيهية

(١) تعني كلمة "تكنولوجيا" البيانات التقنية في شكلها المادي، التي يعتبرها البلد المورد مهمة لتصميم أو تشييد أو تشغيل أو صيانة مرافق الاثراء أو إعادة المعالجة أو إنتاج الماء الثقيل، أو مكوناتها الحرجة الرئيسية، باستثناء البيانات المتاحة للجمهور، مثل الكتب المنشورة والمجلات الدورية، أو البيانات، التي أتبعت على نطاق دولي دون قيود على مواصلة نشرها.

(٢) "المكونات الحرجة الرئيسية" هي:

- (أ) في حالة مصنع فصل النظائر من نوع الطاردة المركزية الغازية: مجموعات فصل الغاز بالطرد المركزي المقاومة للتآكل بفعل سادس فلوريد اليورانيوم:
- (ب) في حالة مصنع فصل النظائر من النوع الذي يعمل بالانتشار الغازي: جوانح الانتشار:
- (ج) في حالة مصنع فصل النظائر من النوع الذي يعمل بالفوهة النفاثة: وحدات الفوهة النفاثة:
- (د) في حالة مصنع فصل النظائر من النوع الذي يعمل بالفصل الدوامي: وحدات الفصل الدوامي.

(٢) بالنسبة للمرافق التي تشملها الفقرة ٦ من المبادئ التوجيهية التي لم يرد بشأنها أي وصف للمكونات الحرجة الرئيسية في الفقرة ٧ أعلاه، إذا قام بلد مورد بنقل جزء هام من الأصناف الأساسية لتشغيل مثل هذا المرفق، إلى جانب الخبرة الفنية اللازمة لتشديد وتشغيل ذلك المرفق، ينبغي اعتبار هذا النقل بمثابة نقل "مرافق أو مكوناتها الحرجة الرئيسية".

(٤) التعاريف الواردة في الفقرات السابقة مقصورة على أغراض الفقرة ٦ من المبادئ التوجيهية وهذا الجزء بـ، وهي تختلف عن التعاريف التي تنطبق على الجزء ألف من قائمة المواد الحساسة التي ينبغي ألا تفسر على أنها تتقيد بهذه التعاريف.

(٥) لأغراض تنفيذ الفقرة ٦ من المبادئ التوجيهية، ينبغي اعتبار المرافق التالية على أنها "من النوع ذاته (أي إذا كان التصميم أو التشييد أو العمليات التشغيلية تقوم على أساس نفس العمليات الفيزيائية أو الكيميائية أو على عمليات مماثلة):"

عندما تكون التكنولوجيا المنقولة من النوع الذي يسمح بتشديد مرفق من النوع التالي في الدولة المتلقية، أو تشييد مكوناته الحرجة الرئيسية:

تعتبر المرافق التالية مرافق من النوع ذاته:

- (أ) مصنع لفصل النظائر من نوع الانتشار الغازي
أي مصنع آخر لفصل النظائر يستخدم عملية الانتشار الغازي.
- (ب) مصنع لفصل النظائر من نوع الطاردة المركزية الغازية
أي مصنع آخر لفصل النظائر يستخدم عملية فصل الغاز بالطرد المركزي.
- (ج) مصنع لفصل النظائر من نوع الفوهة النفاثة
أي مصنع آخر لفصل النظائر يستخدم عملية الفوهة النفاثة.

- (د) مصنع لفصل النظائر من نوع الفصل الدوامي
أي مصنع آخر لفصل النظائر يستخدم عملية الفصل الدوامي.
- (هـ) مصنع لاعادة معالجة الوقود يستخدم عملية الاستخلاص بالاذابة
أي مصنع آخر لاعادة معالجة الوقود يستخدم عملية الاستخلاص بالاذابة.
- (و) مصنع للماء اثقليل يستخدم عملية التبادل
أي مصنع آخر للماء الثقيل يستخدم عملية التبادل.
- (ز) مصنع للماء الثقيل يستخدم عملية التحليل الكهربائي
أي مصنع آخر للماء الثقيل يستخدم عملية التحليل الكهربائي.
- (ح) مصنع للماء الثقيل يستخدم عملية التطهير الهيدروجيني
أي مصنع آخر للماء الثقيل يستخدم عملية التطهير الهيدروجيني.

ملحوظة: في حالة مرافق اعادة المعالجة والاثراء والماء الثقيل التي يقوم تصميمها أو تشييدها أو عملياتها التشغيلية على أساس عمليات فيزيائية أو كيميائية بخلاف تلك المذكورة أعلاه، سوف يطبق نوع مماثل لتعريف المرافق "من النوع ذاته"، وقد تنشأ الحاجة الى تعريف المكونات الحرجة الرئيسية لتلك المرافق.

٦- ينهم من الاشارة الواردة في الفقرة ٦(ب) من المبادئ التوجيهية الى "أي مرفق من النوع ذاته يكون قد تم تشييده في فترة متفق عليها في البلد الملتقي"، أنها تشير الى تلك المرافق (أو مكوناتها الحرجة الرئيسية)، التي يبدأ أول تشغيل لها خلال فترة لا تقل عن ٢٠ سنة من تاريخ أول تشغيل لـ: (١) مرفق تم نقله أو يضم مكونات حرجة رئيسية منقولة، أو (٢) مرفق من النوع ذاته تم بناؤه بعد نقل التكنولوجيا. ومن المفهوم أنه خلال تلك الفترة سوف يكون هناك افتراض مقنع بأن أي مرفق من النوع ذاته يستخدم تكنولوجيا منقولة. ولكن ليس المقصود بالفترة المتفق عليها تقييد مدة الضمانات المفروضة أو مدة الحق في تحديد المرافق التي شيدت أو تم تشغيلها على أساس التكنولوجيا المنقولة، أو باستخدامها وفقاً للفقرة ٦(ب)(٢) من المبادئ التوجيهية.

المرفق باء

ايضاح الأصناف الواردة في قائمة المواد الحساسة

(كما هي مبينة في القسم ٢ من الجزء ألف من المرفق ألف)

١- المفاعلات والمعدات اللازمة لها

١-١ المفاعلات النووية الكاملة

هي مفاعلات نووية قادرة على العمل بحيث تحافظ على تفاعل تسلسلي انشطاري محكوم ومتداوم، وذلك باستثناء مفاعلات الطاقة الصغرى التي تعرف كمفاعلات ذات معدل انتاج تصميمي أقصى لا يتجاوز ١٠٠ جرام من البلوتونيوم سنويا.

ملحوظة ايضاحية

يتضمن "المفاعل النووي" أساسا الأصناف الموجودة داخل وعاء المفاعل أو المتصلة به اتصالا مباشرا. والمعدات التي تتحكم في مستوى القدرة داخل القلب، والمكونات التي تحتوي عادة على المبرد الابتدائي لقلب المفاعل أو تتصل به اتصالا مباشرا أو تتحكم فيه.

ولا يتصد استبعاد المفاعلات التي قد تكون لديها -على نحو ممتول- قابلية التغير من أجل انتاج كمية تزيد كثيرا على ١٠٠ جرام من البلوتونيوم سنويا. ولا تندرج ضمن فئة "مفاعلات الطاقة الصغرى" المفاعلات المصممة لكي تعمل على نحو مستديم عند مستويات قدرة عالية، بغض النظر عن طاقتها الانتاجية للبلوتونيوم.

الصادرات

لا يتم تصدير المجموعة الكاملة من الأصناف الرئيسية المدرجة ضمن هذه الحدود الا وفقا للاجراءات المنصوص عليها في المبادئ التوجيهية. ويرد في الفقرات من ١-٢ الى ١-٧ سرد للبنود الفرعية الداخلة ضمن هذه الحدود المعروفة تمرينا وطبييا والتي لا تصدر الا وفقا للاجراءات المنصوص عليها في المبادئ التوجيهية. وتحتفظ الحكومة لنفسها بحق تطبيق الاجراءات المنصوص عليها في المبادئ التوجيهية على أصناف أخرى تدخل ضمن هذه الحدود المعروفة تمرينا وطبييا.

٢-١ أوعية الضغط الخاصة بالمفاعلات

هي أوعية معدنية، تكون على شكل وحدات كاملة أو على شكل أجزاء رئيسية منتجة داخل المصنع ومصممة أو معدة خصيصا لاحتواء قلب المفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه، وتكون قادرة على تحمل الضغط التشغيلي للمبرد الابتدائي.

ملحوظة ايضاحية

يشمل البند ٢-١ الأوعية الملوية لأوعية ضغط المفاعلات باعتبار تلك الأوعية أجزاء رئيسية من أوعية الضغط منتجة داخل المصنع.

ويتولى مورد المفاعل عادة توريد مكونات المفاعل الداخلية (مثل الأعمدة والألواح الارتكازية الخاصة بالقلب وغيرها من المكونات الداخلية للأوعية، وأنابيب توجيه قضبان التحكم، والدروع الحرارية، والعوازل، وألواح القلب الشكبية، وألواح الانتشار وغيرها). وفي بعض الحالات يتضمن صنع أوعية الضغط إنتاج بعض المكونات الحاملة الداخلية. وهذه الأصناف على قدر من الأهمية الحيوية بالنسبة لآمان وعولية تشغيل المفاعل (ومن ثم بالنسبة للضمانات التي يكفلها والمسؤولية التي يتحملها مورد المفاعل). وبالتالي ليس من الشائع توريدها خارج نطاق ترتيبات التوريد الأساسية الخاصة بالمفاعل نفسه. ولذا، على الرغم من أن التوريد المنفصل لهذه الأصناف المصممة والمعدة خصيصا -وهي فريدة وكبيرة وبامطة التكلفة، وذات أهمية حيوية- لا يعتبر بالضرورة توريدا واقعا خارج نطاق مجال الاهتمام. فإن هذا النمط من أنماط التوريد يعتبر غير مرجح.

٣-١ آلات تحميل وتفريغ وقود المفاعلات

هي معدات المناولة المصممة أو المعدة خصيصا لادخال الوقود في المفاعل النووي - حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه أو لآخراجه منه، وتكون قادرة على تحميل الوقود وتفريغه أثناء تشغيل المفاعل أو تستعمل أجهزة معقدة تقنيا تكفل ترتيب أو رص الوقود بما يتيح إجراء عمليات التحميل المعقدة أثناء إيقاف التشغيل مثل العمليات التي لا تيسر أثناءها عادة رؤية الوقود أو الوصول إليه بصورة مباشرة.

٤-١ قضبان التحكم في المفاعلات

هي قضبان مصممة أو معدة خصيصا للتحكم في معدل التفاعل داخل المفاعل النووي حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه.

ملحوظة إيضاحية

يتضمن هذا الصنف -علاوة على الجزء الخاص بامتصاص النيوترونات- الهياكل الارتكازية أو التعلبية اللازمة إذا تم توريدها بصورة منفصلة.

٥-١ أنابيب الضغط الخاصة بالمفاعلات

هي أنابيب مصممة أو معدة خصيصا لاحتواء عناصر الوقود والمبرد الابتدائي للمفاعل، حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه، عند ضغط تشغيل يتجاوز ١٥ ميجاباسكال (٧٤٠ رطلا/بوصة مربعة).

٦-١ أنابيب الزركونيوم

هي أنابيب أو مجموعات أنابيب مصنوعة من فلز الزركونيوم وسبائكته بكميات تتجاوز ٥٠٠ كيلوجرام خلال أي فترة ممتدة إلى ١٢ شهرا، وهي مصممة أو معدة خصيصا للاستخدام داخل المفاعل -حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه- وتكون فيها نسبة الهافنيوم إلى الزركونيوم أقل من ١ إلى ٥٠٠ جزء من حيث الوزن.

٧-١ مخازن المبرد الابتدائي

هي مضخات مصممة أو معدة خصيصا لتمرير المبرد الابتدائي داخل المفاعل النووي حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه.

ملحوظة إيضاحية

يمكن أن تشتت المضخات المصممة أو المعدة خصيصا على نظم معددة مختومة بختم واحد أو أختام لمنع تسرب المبرد الابتدائي. ومضخات محفورة بأسطوانات. ومضخات ذات نظم كتلية بخصور ذاتي. ويشمل هذا التعريف المضخات المصدقة وفقا للمعيار NC-1 أو المعايير المكافئة.

٧-٢ المواد النووية اللازمة للمفاعلات

١-٢ الديوتيريوم والماء الثقيل

المقصود هو الديوتيريوم والماء الثقيل (أكسيد الديوتيريوم)، وأي مركبات أخرى للديوتيريوم، تزيد في أي منها نسبة ذرات الديوتيريوم إلى ذرات الهيدروجين على ١ إلى ٥٠٠٠؛ وذلك من أجل الاستخدام داخل المفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الفقرة الفرعية ١-١ أعلاه، بكميات تزيد على ٢٠٠ كيلوجرام من ذرات الديوتيريوم يتلقاها أي بلد خلال أي فترة ممتدة إلى ١٢ شهرا.

٢-٢ الجرافيت من المرتبة النووية

هو الجرافيت الذي يكون مستوى نقائه أعلى من ٥ أجزاء في المليون من الكافري البوروني، وتكون كثافته أكبر من ١٥٠ جرام/سم^٣ وكمياته التي يتلقاها أي بلد، خلال أي فترة ممتدة إلى ١٢ شهرا، تتجاوز ٢ x ١٠^٤ كيلوجرام (٢٠ طنا متريا).

٣- مصانع إعادة معالجة عناصر الوقود المشع والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لها

ملحوظة تمهيدية

تؤدي إعادة معالجة الوقود النووي المشع إلى فصل البلوتونيوم واليورانيوم عن النواتج الانشطارية الشديدة الإشعاع وغيرها من عناصر ما وراء اليورانيوم. وهذا الفصل يمكن إجراءه بطرق تقنية مختلفة: إلا أن الطريقة Purex قد أصبحت على مر السنين أكثر الطرق شيوعا في الاستخدام وأوفرها حظا من حيث التبول. وتطوي هذه الطريقة على إذابة الوقود النووي المشع في حمض النيتريك ثم فصل اليورانيوم والبلوتونيوم والنواتج الانشطارية عن طريق الاستخلاص بالمذيبات وذلك باستعمال مزيج من الفوسفات البيوتيلي الثلاثي المخروط بمخفف عضوي.

وتشابه المرافق التي تستخدم الطريقة Purex فيما تؤديه من مهام تتضمن ما يلي: تقطيع عناصر الوقود المشع، والاستخلاص بالمذيبات، وحزن المحلول الناتج عن المعالجة. ويمكن أن تكون هناك أيضا معدات لنزع النترات من نترات اليورانيوم، حراريا، وتحويل نترات البلوتونيوم إلى أكسيدات أو فلزات، ومعالجة محاليل نفايات النواتج الانشطارية لتحويلها إلى شكل يصلح للحزن الطويل الأجل أو النهائي. إلا أن الأنواع المحددة للمعدات التي تؤدي تلك المهام، وأشكالها الهندسية، قد تختلف فيما بين المرافق التي تستخدم الطريقة Purex، وذلك لعدة أسباب منها نوع وكمية الوقود النووي المشع اللارم إعادة معالجته، وأوجه الاستعمال المرصدة للمواد المستخلصة، ومبادئ السلامة والصيانة المتوخاة عند تصميم تلك المرافق.

وتشمل عبارة "مصنع لاعادة معالجة عناصر الوقود المشع" المعدات والمكونات التي تتصل عادة اتصالا مباشرا بالوقود المشع وتستخدم في التحكم المباشر فيه. وكذلك أهم ما يحدث أثناء المعالجة من تدفقات للمواد النووية والنواتج الانشطارية.

وهذه العمليات، بما فيها النظم الكاملة لتحويل البلوتونيوم وإنتاج فلز البلوتونيوم، يمكن تحديدها عن طريق التدابير التي تتخذ لتجنب الحرجية (بفضل الشكل الهندسي مثلا) والتعرض للإشعاعات (بفضل التدريع مثلا) ومخاطر التسمم (بمصل الاحتواء مثلا).

الصادرات

لا يتم تصدير المجموعة الكاملة من البنود الرئيسية المدرجة ضمن هذه الحدود الا وفقا للاجراءات المنصوص عليها في المبادئ التوجيهية.

وتحتفظ الحكومة لنفسها بحق تطبيق الاجراءات المنصوص عليها في المبادئ التوجيهية على أصناف أخرى تدخل ضمن الحدود المعروفة ترميزا وظهريا على النحو المبين أدناه.

ويرد فيما يلي سرد لأصناف المعدات التي تعتبر مندرجة ضمن المعنى المقصود بعبارة "المعدات المصممة أو المعدة خصيصا" لاعادة معالجة عناصر الوقود المشع:

١-٢ آلات تقطيع عناصر الوقود المشع

ملحوظة تمهيدية

تقوم هذه الآلات بشق كسوة الوقود من أجل ترميز المادة النووية المشعمة للذوبان. والأشع جدا استعمال مقارن مصممة خصيصا لتقطيع الفلزات، وان كان من الجائز أيضا استعمال معدات متقدمة مثل أجهزة الليزر.

هي معدات يتم تشغيلها عن بعد، وتكون مصممة أو معدة خصيصا كيميكا تستخدم في مصانع اعادة المعالجة بمعناها المحدد أعلاه، ويكون الغرض منها تقطيع أو فرم أو جز مجموعات الوقود النووي المشع أو حزم هذا الوقود أو قضبانته.

٢-٢ أوعية الاذابة

ملحوظة تمهيدية

تتلقى أوعية الاذابة، عادة، أجزاء الوقود المستهلك المشعمة. وفي هذه الأوعية الأمانة ضد مخاطر الحرجية تذاب المواد النووية المشعمة في حمض النتريك فلا تبقى منها الا الأغلفة التي تسحب من خطوط العمليات.

هي صهاريج أمانة ضد مخاطر الحرجية (كأن تكون صهاريج ذات أقطار صغيرة أو صهاريج حلقة أو مسطحة)، ومصممة أو معدة خصيصا كيميكا تستخدم في مصانع اعادة المعالجة بمعناها المحدد أعلاه؛ وغرضها اذابة الوقود النووي المشع؛ وهي قادرة على مقاومة السوائل الساخنة الأكالة جدا ويمكن تحميلها وصيانتها عن بعد.

٢-٢ أجهزة ومعدات الاستخلاص بالاذابة

ملحوظة تمهيدية

تتلى أجهزة الاستخلاص بالاذابة كلا من محلول الوقود المشع الوارد من أوعية الاذابة والمحلول العضوي الذي يفصل اليورانيوم والبلوتونيوم والنواتج الانشطارية. وعادة ١٠ تصمم معدات الاستخلاص بالاذابة بحيث تفي ببارامترات تشغيلية صارمة مثل امتداد عمرها التشغيلي دون حاجتها الى متطلبات صيانة معينة. أو سهولة احوالها؛ وبساطة تشغيلها والتحكم فيها؛ ومرونتها ازاء تغيرات ظروف المعالجة.

هي أجهزة استخلاص بالاذابة مصممة أو معدة خصيصا -مثل الأعمدة المبطننة أو النبضية، أو خلاطات التصفية أو الطاردات المركزية التلامسية- كما تستخدم في مصانع إعادة معالجة الوقود المشع. ويجب أن تكون أجهزة الاستخلاص بالاذابة عالية المقاومة للتأثير الأكتال لحمض النتريك. وهي تصنع عادة -بناءً على مواصفات بالغة الصرامة (بما في ذلك تقنيات اللحام الخاصة، وتقنيات الفحص وضمان الجودة ومراقبة الجودة)- من الصلب غير القابل للصدأ المحتوي على نسبة منخفضة من الكربون، أو من التيتانيوم أو الزركونيوم أو غير ذلك من المواد العالية الجودة.

٤-٢ أوعية تجميع أو خزن المحاليل الكيميائية

ملحوظة تمهيدية

تفصي مرحلة الاستخلاص بالاذابة الى تدفق ثلاثة سائل رئيسية ناتجة عن المعالجة. وللغرض في معالجة تلك السوائل الثلاثة تستخدم أوعية التجميع أو الخزن على النحو التالي:

(أ) يركز بالتبخير محلول تترات اليورانيوم النقي ويخضع لعملية نزع ما به من تترات فيتحول الى أكسيد يورانيوم. ويعاد استخدام هذا الأكسيد في دورة الوقود النووي.

(ب) يركز بالتبخير، عادة، محلول النواتج الانشطارية الشديدة الاشعاع، ويخزن كمركز سائل. ويمكن بعد ذلك تبخير هذا المركز وتحويله الى شكل مناسب للخزن أو التخلص النهائي.

(ج) يركز محلول تترات اليورانيوم النقي ويخزن لحين انتقاله الى مراحل المعالجة اللاحقة. وبصفة خاصة تصمم أوعية تجميع أو خزن محاليل البلوتونيوم بحيث يتم تجنب مشاكل الحرجية الناجمة عن حدوث تغيرات في درجة تركيز وشكل السائل المتدفق.

هي أوعية تجميع أو خزن مصممة أو معدة خصيصا كما تستخدم في مصانع إعادة معالجة الوقود المشع. ويجب أن تكون هذه الأوعية عالية المقاومة للتأثير الأكتال لحمض النتريك. وهي تصنع عادة من مواد معينة مثل الصلب غير القابل للصدأ، المحتوي على نسبة منخفضة من الكربون، ومثل التيتانيوم أو الزركونيوم أو غير ذلك من المواد العالية الجودة، ويتم تصميمها بحيث يمكن تشغيلها وصيانتها عن بعد، ويمكن أن تتسم بالخصائص التالية للتحكم في الحرجية النووية:

(١) جدران أو انشاءات داخلية ذات مكافئ بوروني لا يقل عن ٧٪.

(٢) أو قطر لا يتجاوز طوله ١٧٥ مم (٧ بوصات) بالنسبة للأوعية الاسطوانية.

(٣) أو عرض لا يتجاوز ٧٥ مم (٣ بوصات) بالنسبة للأوعية المسطحة أو الحلقتية.

٥-٢ نظم تحويل نترات البلوتونيوم الى أكسيد البلوتونيوم

ملحوظة تمهيدية

في معظم مرافق إعادة المعالجة تنطوي هذه العملية النهائية على تحويل محلول نترات البلوتونيوم الى ثاني أكسيد البلوتونيوم. وأهم المهام الداخلة في هذه العملية هي: خزن وضبط لقيم العملية. والترسيب وفصل السوائل عن الأجسام الصلبة. والتكليس. ومناولة النواتج. والتهوية. وتصريف النفايات. ومراقبة العمليات.

هي نظم كاملة مصممة أو معدة خصيصا لتحويل نترات البلوتونيوم الى أكسيد البلوتونيوم. وهي مطبوعة بصفة خاصة لتجنب آثار الحرجية والاشعاعات ولتقليل مخاطر التسمم بقدر الامكان.

٦-٢ نظم انتاج فلز البلوتونيوم من أكسيد البلوتونيوم

ملحوظة تمهيدية

تنطوي هذه العملية. التي يمكن أن ترتبط بمرافق إعادة المعالجة. على فلورة ثاني أكسيد البلوتونيوم -عادة بواسطة فلوريد هيدروجين أكسال جدا- من أجل انتاج فلوريد البلوتونيوم الذي يختزل بعد ذلك باستخدام فلز كالسيوم شديد النقاء من أجل انتاج بلوتونيوم فلزي وخبث فلوريد الكالسيوم. وأهم المهام الداخلة في هذه العملية هي: الفلورة (باستخدام معدات مصنوعة من فلز نضيس أو مطبنة بفلز نضيس على سبيل المثال). واستخلاص الخبث. ومناولة النواتج. والتهوية. وتصريف النفايات. ومراقبة العمليات.

هي نظم كاملة مصممة أو معدة خصيصا من أجل انتاج فلز البلوتونيوم. وهي مطبوعة بصفة خاصة لتجنب آثار الحرجية والاشعاعات ولتقليل مخاطر التسمم بقدر الامكان.

٤- مصانع انتاج عناصر الوقود

تشمل عبارة "مصانع انتاج عناصر الوقود" المعدات:

(أ) التي عادة ما تتصل اتصالا مباشرا بتدفق انتاج المواد النووية أو التي تعالج هذا التدفق معالجة مباشرة أو تكمل تنظيمه.

(ب) أو التي تختم المواد النووية داخل الكسوة.

الصادرات

لا يتم تصدير المجموعة الكاملة من الأصناف المتعلقة بالعمليات السابقة الا وفقا للاجراءات المنصوص عليها في الصائد التوجيهية. كما تنظر الحكومة في تطبيق اجراءات المبادئ التوجيهية على أصناف مزرودة تخدم أيا من العمليات السابقة. وتخدم كذلك عمليات أخرى خاصة بانتاج الوقود مثل فحص سلامة الكسوة أو الأختام. والمعالجة النهائية للوقود المحتوم.

5- مصانع فصل نظائر اليورانيوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصاً لها، بخلاف الأجهزة التحليلية

يرد فيما يلي سرد لأصناف المعدات التي تعتبر مندرجة ضمن المعنى المقصود بعبارة " المعدات المصممة أو المعدة خصيصاً، بخلاف الأجهزة التحليلية" لفصل نظائر اليورانيوم:

1-5 الطاردات المركزية الغازية، والمجمعات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصاً للاستخدام في الطاردات المركزية الغازية

ملحوظة إيضاحية

تتألف الطاردة المركزية الغازية عادة من اسطوانة واحدة رقيقة الجدران يتراوح قطرها بين ٧٥ مم (٣ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة) موجودة داخل حيز مفرغ الهواء وتدور بسرعة محيطية عالية تبلغ نحو ٢٠٠ م/ث أو أكثر مع بقاء محورها المركزي في الوضع الرأسي. ولبلوع سرعة عالية يجب أن تكون نسبة المقاومة الى الكثافة عالية في المواد الانشائية للمكونات الدوارة، ويجب أن تكون مصممة الجزء الدوار -ومن ثم مكوناتها المفردة- مصنوعة بدقة شديدة جداً من أجل تقليل الاختلال بقدر الامكان. وبخلاف بعض الطاردات المركزية الأخرى تتميز الطاردة المركزية الغازية المستخدمة في اثراء اليورانيوم بوجود عارضة دوارة -واحدة أو أكثر- قرصية الشكل داخل غرفة الجزء الدوار؛ ووجود مجموعة أنابيب ثابتة تستخدم في ادخال واستخراج غاز سادس فلوريد اليورانيوم وتتألف من ثلاث قنوات منفصلة على الأقل، منها قناتان متصلتان يتجاويف تمتد من محور الجزء الدوار حتى محيط غرفة المحور الدوار. كما توجد داخل الحيز المفرغ الهواء أجزاء حرجة غير دوارة ليس من الصعب تصنيعها، على الرغم من أنها مصممة خصيصاً، ولا يحتاج تصنيعها الى مواد فريدة من نوعها. الا أن أي مرفق طاردات مركزية يحتاج الى عدد ضخم من هذه المكونات، بحيث يمكن أن توفر كمياتها مؤشراً هاماً يدل على غرض الاستخدام النهائي.

1-1-5 المكونات الدوارة

(أ) مجمعات الجزء الدوار الكاملة:

هي اسطوانات رقيقة الجدران، أو عدة اسطوانات مترابطة رقيقة الجدران، مصنوعة من مادة واحدة أو عدد من المواد التي تتميز بارتفاع نسبة مقاومتها الى كثافتها والتي يرد وصفها في الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء؛ وإذا كانت الاسطوانات مترابطة فانها توصل فيما بينها عن طريق المنافخ أو الحلقات المرنة التي يرد وصفها في الجزء الفرعي التالي 1-5-1(ج). ويجهز الجزء الدوار بعارضة داخلية واحدة أو أكثر وبسدادات طرفية حسب الوصف الوارد في الجزئين الفرعيين التاليين 1-5-1(د) و (هـ)، وذلك إذا كان هذا الجزء معداً في صورته النهائية. ومع ذلك لا يمكن توريد المجمع الكاملة الا على شكل أجزاء مركبة كل على حدة.

(ب) أنابيب الجزء الدوار:

هي اسطوانات رقيقة الجدران، مصممة أو معدة خصيصاً، بسبك لا يتجاوز ١٢ مم (٠.٥ بوصة) وبقطر يتراوح بين ٧٥ مم (٣ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة)؛ وتصنع من احدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة مقاومتها الى كثافتها والتي يرد وصفها في الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء.

(ج) الحلقات أو المنافخ:

هي مكونات مصممة أو معدة خصيصاً لتوفير سائدة موضعية لأنبوب الجزء الدوار أو لوصول عدد من أنابيب الجزء الدوار فيما بينها. والمنفاخ عبارة عن اسطوانة قصيرة لا يتجاوز سمك جدارها ٢ مم (١٢ بوصة)، ويتراوح قطرها بين ٧٥ مم (٣ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة)؛ وهي مزودة

بلولب. وتصنع هذه الصناعات من احدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة مقاومتها الى كثافتها والتي يرد وصفها في الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء.

(د) العارضات:

هي مكونات قرصية الشكل، يتراوح قطرها بين ٧٥ مم (٢ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة)، مصممة أو معدة خصيصا لتركيبها داخل أنبوبة الجزء الدوار في الطاردة المركزية من أجل عزل غرفة الاقلاع عن غرفة الضل الرئيسية، وفي بعض الحالات يكون الغرض منها مساعدة دورة غاز سادس فلوريد اليورانيوم داخل غرفة الضل الرئيسية في أنبوبة الجزء الدوار. وتصنع من احدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة مقاومتها الى كثافتها، والتي يرد وصفها في الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء.

(هـ) السدادات العلوية/السدادات السفلية:

هي مكونات قرصية الشكل، يتراوح قطرها بين ٧٥ مم (٢ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة)، مصممة أو معدة خصيصا لكي تنطبق على نهايتي أنبوبة الجزء الدوار وبالتالي تحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم داخل أنبوبة الجزء الدوار، ويكون الغرض منها في بعض الحالات أن تدعم أو تحفظ أو تحتوي، كجزء متكامل، عنصرا من المحمل الأعلى (السدادة العلوية) أو أن تحمل العناصر الدوارة للمحرك والمحمل الأسفل (السدادة السفلية). وتصنع من احدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة مقاومتها الى كثافتها، ويرد وصفها في الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء.

ملحوظة ايضاحية

المواد المستخدمة في المكونات الدوارة للطاردة المركزية هي:

(أ) فولاذ مارتنزيتي قادر على مقاومة شد نهائية لا تقل عن ٢٠٥ × ١٠ نيوتن/متر مربع (٢٠٠ ٠٠٠ رطل/بوصة مربعة)؛

(ب) وسباك الومنيوم قادرة على مقاومة شد نهائية لا تقل عن ٤٦ × ١٠ نيوتن/متر مربع (٦٧ ٠٠٠ رطل/بوصة مربعة)؛

(ج) مواد خيطية مناسبة لاستخدامها في هياكل مركبة، بمعامل نوعي لا يقل عن ١٢٢ × ١٠ متر، ومقاومة شد نهائية نوعية لا تقل عن ٢٠٢ × ١٠ متر (المعامل النوعي هو حاصل تقسيم معامل يونغ (نيوتن/متر مربع) على الوزن النوعي، (نيوتن/متر مكعب) في حين أن مقاومة الشد النهائية النوعية هي حاصل تقسيم مقاومة الشد النهائية (نيوتن/متر مربع) على الوزن النوعي (نيوتن/متر مكعب).

المكونات الساكنة ٢-١-٥

(أ) محامل التعليق المغنطيسي:

هي مجتمعات محملية مصممة أو معدة خصيصا، ومكونة من مغنطيس حلقي معلق داخل وعاء يحتوي على وسيط للتخميد. ويصنع الوعاء من مادة قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم (أنظر الملحوظة التمهيدية للجزء ٢-٥). وتقترون القطعة المغنطيسية بقطعة قطبية أو بمغنطيس ثان مركب على السدادة العلوية المذكورة في الجزء ١-٥-١(هـ). ويجوز أن يكون المغنطيس على شكل حلقة لا تزيد نسبة قطرها الخارجي الى قطرها الداخلي على ١:١.٦. كما يجوز أن يكون المغنطيس على شكل يتميز بنفاذية أولية لا تقل عن ٠.١٥ هنري/متر (١٢٠ ٠٠٠ بنظام الوحدات المترية المطلق)، أو بمغنطيسية متبقية بنسبة لا تقل عن ٩٨٪، أو ناتج طاقة يزيد على

٨٠ كيلوجول/متر مكعب (٦١٠ غاوس-اورستد). وبالإضافة إلى الخواص المادية العادية يشترط أن يكون انحراف المحاور المغناطيسية عن المحاور الهندسية محدودا بحدود تسامحية صغيرة جدا (أقل من ٠.١ مم أو ٠.٠٠٤ بوصة)، أو يشترط بصورة خاصة أن تكون مادة المغناطيس متجانسة.

(ب) المحامل/المخمدات:

هي محامل مصممة أو معدة خصيصا، مكونة من مجموعة محاور/قدح مركبة على مخمد. ويكون المحور عادة عبارة عن عمود دوار فولاذي مقوى على شكل نصف كروي في إحدى نهايتيه ومزود بوسيلة للاحاقه بالسدادة السنلية المذكورة في الجزء ١-٥-١(هـ) في نهايته الأخرى. ولكن يجوز أن يكون العمود الدوار مزودا بمحمل هيدرودينامي ملحق به. ويكون القدح على شكل كرية يتثلم نصف كروي في سطحه. وهذه المكونات كثيرا ما يزود بها المخمد بصورة منفصلة.

(ج) المضخات الجزئية:

هي اسطوانات مصممة أو معدة خصيصا بتحزيرات لولبية داخلية مصنوعة أليا أو ميثوقة، وبثقوب داخلية مصنوعة أليا. وتكون أبعادها النموذجية كما يلي: القطر الداخلي يتراوح بين ٧٥ مم (٣ بوصات) و ٤٠٠ مم (١٦ بوصة)، ولا يقل سمك الجدار عن ١٠ مم (٠.٤ بوصة)، ولا يقل الطول عن القطر كما يكون شكل التحزيرات المقطعي مستطيلا، ولا يقل عمقها عن مليمترين (٠.٠٨ بوصة).

(د) أجزاء المحرك الساكنة:

هي أجزاء ساكنة حلقيه الشكل مصممة أو معدة خصيصا لمحركات سريعة بطائفة مغناطيسية (أو ممانعة مغناطيسية) وتيار متناوب متعدد الأطوار من أجل عملية تزامنية داخل فراغ في نطاق ذبذبة ٦٠٠ - ٢٠٠٠ هرتز وفي نطاق قدرة ٥٠ - ١٠٠٠ فولط أمبير. وتتكون الأجزاء الساكنة من لفائف متعددة الأطوار حول قلب حديدي رقائقي منخفض الفقد من طبقات رقيقة لا يزيد سمكها على مليمترين (٠.٠٨ بوصة).

(هـ) الأوعية/المتلقيات الطارديّة المركزية:

هي مكونات مصممة أو معدة خصيصا لاحتواء مجموعة الأنابيب الدوارة في الطارديّة المركزية الفازية. ويتكون الوعاء من اسطوانة صلبة يصل سمك جدارها إلى ٢٠ مم (٠.٧٢ بوصة)، مزودة بنهايات مضبوطة أليا لوضع المحامل، ومزودة بشفة واحدة أو أكثر لتركيب هذه المحامل. وهذه النهايات المصنوعة أليا توازي احداها الأخرى وتتعامد على المحور الطولي للاسطوانة بما لا يزيد عن ٠.٥ درجة. كما يجوز أن يكون هيكل الوعاء على شكل قرص العسل بحيث يتسع لعدة أنابيب دوارة. وتصنع الأوعية من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بهذه المواد لحمايتها.

(و) التجاويف:

هي أنابيب يصل قطرها الداخلي إلى ١٢ مم (٠.٥ بوصة)، مصممة أو معدة خصيصا لاستخلاص غاز سادس فلوريد اليورانيوم من داخل الأنبوب الدوار بواسطة الحركة المحورية للأنيوب (أي أنها مزودة بفتحة مواجهة للتدفق المحيطي للغاز داخل الأنبوب الدوار، عن طريق حني نهاية الأنبوب الميال إلى نصف القطر على سبيل المثال) ولديها قابلية لتثبيتها في النظام المركزي لاستخلاص الغازات. وتصنع الأنابيب من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم، أو تطلّى بطبقة من هذه المواد.

٢-٥ النظم والمعدات والمكونات الاضافية المصممة أو المعدة خصيصا لمصانع اثناء الغاز بالطرد المركزي

ملحوظة تمهيدية

النظم والمعدات والمكونات الاضافية من أجل مصانع اثناء الغاز بالطرد المركزي هي نظم المصانع المطلوبة لادخال غاز سادس فلوريد اليورانيوم في الطاردات المركزية وتوصيل الطاردات المركزية فيما بينها لتكوين مراحل تعاقبية للتمكن من بلوغ الراء أقوى بصورة مطردة واستخراج نواتج ونواتج تعاقبية للتمكن من بلوغ الراء أقوى بصورة مطردة واستخراج نواتج ونواتج سادس فلوريد اليورانيوم من الطاردات المركزية، بالإضافة الى المعدات المطلوبة لتشغيل الطاردات المركزية أو مراقبة المصنع.

و يتم عادة تبخير سادس فلوريد اليورانيوم من الصلب باستخدام محميات مسخنة، ويجري توزيعه بشكله الغازي على الطاردات المركزية عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية. كما أن نواتج ونواتج سادس فلوريد اليورانيوم المتدفقة على هيئة تيارات غازية من الطاردات المركزية يتم تمريرها عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية الى مصيدات باردة تعمل بدرجة حرارة ٢٠٢ كيلفن (٧٠ درجة مئوية تحت الصفر). حيث يجري تكثيفها قبل الاستمرار في نقلها الى حاويات مناسبة لتحميلها أو خزنها. ونظرا لأن مصنع الاثراء يتكون من آلاف الطاردات المرتبة بطريقة تعاقبية، فإن طول الأنابيب يبلغ عدة كيلومترات تشمل آلاف اللحامات وكمية كبيرة من الأشكال التصميحية المتكررة. وتصنع المعدات والمكونات ونظم الأنابيب بمستويات عالية جدا من حيث الفراغات والنظافة.

١-٢-٥ نظم التغذية/نظم سحب النواتج والنفائات

هي نظم معالجة مصممة أو معدة خصيصا، تشتمل على ما يلي:

محميات (أو مصانع) تغذية تستخدم في تمرير سادس فلوريد اليورانيوم الى سلسلة الطاردات المركزية التعاقبية بضغط يصل الى ١٠٠ كيلوباسكال أو (١٥ رطل/بوصة مربعة)، وبمعدل لا يقل عن ١ كيلوجرام/ساعة؛

محولات من الحالة الغازية الى الحالة الصلبة (أو مصائد باردة) تستخدم لازاحة سادس فلوريد اليورانيوم من السلسلة التعاقبية بضغط يصل الى ٢ كيلوباسكال أو (٥ رطل/بوصة مربعة). وتكون المحولات قابلة للتبريد الى ٢٠٢ درجة كيلفن (٧٠ درجة مئوية تحت الصفر)، كما تكون قابلة للتسخين الى ٢٤٢ درجة كيلفن (٧٠ درجة مئوية)؛

مصانع نواتج ونواتج، تستخدم لحبس سادس فلوريد اليورانيوم في حاويات.

والمصنع والمعدات والأنابيب تصنع كلها من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو تكون مبطنة بمثل هذه المواد (أنظر الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء)، كما تصنع بمستويات عالية جدا من حيث الفراغات والنظافة.

٢-٢-٥ نظم أنابيب التوصيل الآلية

هي نظم أنابيب ونظم توصيل مصممة أو معدة خصيصا لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم داخل سلسلة الطاردات المركزية التعاقبية. وتكون شبكة الأنابيب عادة من نظام التوصيل الثلاثي، حيث تكون كل طاردة مركزية موصلة بكل من الموصلات وبالتالي تكون هناك كمية كبيرة من الأشكال المتكررة في الشبكة. وتصنع كلها من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم (أنظر الملحوظة الايضاحية الخاصة بهذا الجزء)، كما تصنع بمستويات عالية جدا من حيث الفراغات والنظافة.

٣-٧-٥ المطيافات الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم/المصادر الأيونية

هي مطيافات كتلية مغناطيسية أو رباعية الأقطاب مصممة أو معدة خصيصا، قادرة على أخذ عينات مباشرة من التغذية أو النواتج أو النهايات من المجاري الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم. وتتميز بالخواص التالية:

- ١- تحليل وحدة لكتلة ذرية تزيد على ٢٧٠:
- ٢- مصادر أيونية مبنية من النيكرام أو المونل أو مبطنة بالنيكرام أو المونل، أو مطلية بالنيكل:
- ٣- مصادر تأيين بالرجم الالكتروني:
- ٤- نظام مجمعي مناسب للتحليل النظيري.

٤-٢-٥ مغيرات التردد

هي مغيرات تردد (معروفة أيضا على أنها محولات أو مقومات عكسية) مصممة أو معدة خصيصا من أجل أجزاء المحرك الساكنة المعرفة في ٥-١-٧(د)، أو أجزاء أو مكونات أو مجمعات فرعية لمثل هذه المغيرات، تتميز بالخواص التالية:

- ١- خرج متعدد الأطوار بذبذبة ٦٠٠ - ٢٠٠٠ هرتز:
- ٢- واستقرار عال (بتحكم في الذبذبة بنسبة أفضل من ٠.١٪):
- ٣- وتشوه توافقي منخفض (أقل من ٢٪):
- ٤- وكفاءة بنسبة أعلى من ٨٠٪.

ملحوظة إيضاحية

الأصناف المذكورة أعلاه إما أنها تتصل اتصالا مباشرا بغاز معالجة سادس فلوريد اليورانيوم أو أنها تتحكم تحكما مباشرا في الطاردات المركزية ومرور الغاز من طاردة مركزية إلى أخرى ومن سلسلة تعاقبية إلى أخرى.

والمواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم تشمل الصلب غير القابل للصدأ، والألومينيوم، وسبائك الألومينيوم، والنيكل أو سبائكه التي تحتوي على نسبة منه لا تقل عن ٢٦٪.

٢-٥ المجمعات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا للاستخدام في الاثراء بالانتشار الغازي

ملحوظة تمهيدية

المجمعة التكنولوجية الرئيسية في أسلوب الانتشار الغازي للفصل النظيري لليورانيوم هي عبارة عن حاجز مسامي خاص للانتشار الغازي، ومبدل حرارة لتبريد الغاز (يتم تسخينه عن طريق عملية الضغط)، وصمامات ختامية وصمامات تحكمية وأنابيب، وبغضر ما تستخدم تكنولوجيا الانتشار الغازي سادس فلوريد اليورانيوم، فإن جميع أسطح المصدات والأنابيب

والأجهزة (اللامسة للغاز) يجب أن تصنع من مواد تبقى مستقرة خلال ملامسة سادس فلوريد اليورانيوم. ويتطلب مرفق الانتشار الغازي عدداً من هذه المجمعات بحيث يمكن للكميات أن توفر مؤشراً هاماً للاستهلاك النهائي.

١-٢-٥ حواجز الانتشار الغازي

(أ) مرشحات مسامية رقيقة مصممة أو معدة خصيصاً، بحيث يكون الطول المسامي ١٠٠ - ١٠٠٠ أنغستروم، ولا يزيد سمك المرشح على ٥ مم (٠.٢ بوصة)، ولا يزيد قطر الأشكال الأنبوبية عن ٢٥ مم (بوصة واحدة). وتصنع من مواد معدنية أو متبلرة أو خزفية قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم:

(ب) ومركبات أو مساحيق معدة خصيصاً لصنع مثل هذه المرشحات. وتشمل هذه المركبات والمساحيق النيكل أو سبائكها المحتوية على نسبة منه لا تقل عن ٧٠٪، أو أكسيد الألومينيوم، أو البوليمرات الهيدروكربونية المضطربة فلورة كاملة، التي لا تقل نسبة نقائها عن ٩٩.٩٪، ويقل حجم جزيئاته عن ١٠ ميكرونات، وتتميز بدرجة تجانس عالية من حيث حجم الجزيئات، وتكون معدة خصيصاً لصنع حواجز الانتشار الغازي.

٢-٢-٥ أوعية الانتشار

هي أوعية اسطوانية محكمة الختام مصممة أو معدة خصيصاً، يزيد قطرها على ٢٠٠ مم (١٢ بوصة) ويزيد طولها على ٩٠٠ مم (٣٥ بوصة)، أو أوعية مستطيلة بأبعاد مائلة، بتوصيلات مداخل وتوصيلات مخارج يزيد قطر كل منها على ٥٠ مم (بوصتين)، وذلك لاحتواء حاجز الانتشار الغازي. وتصنع من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو تكون مبطنة بمثل هذه المواد، وتكون مصممة لتركيبها أفقياً أو رأسياً.

٢-٢-٥ الضاغطات وضاخات الغاز

هي ضاغطات محورية أو نابذة بالطرد المركزي أو ازاحية إيجابية، أو ضاخات غاز بقدرة امتصاص لسادس فلوريد اليورانيوم لا تقل عن ١ متر مكعب/دقيقة، وبضغط تصريف يصل إلى عدة مئات كيلوباسكال (١٠٠ رطل/بوصة مربعة)، مصممة للتشغيل الطويل الأجل في بيئة سادس فلوريد اليورانيوم بمحرك كهربائي بقوة مناسبة أو بدونه، بالإضافة إلى مجمعات مستقلة من مثل هذه الضاغطات وضاخات الغاز. كما أن نسبة ضغط هذه الضاغطات وضاخات الغاز تتراوح بين ١:٢ و ١:٦، وتصنع من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو تكون مبطنة بمثل هذه المواد.

٤-٢-٥ سدادات العمود الدوار

هي سدادات مفرغة مصممة أو معدة خصيصاً، بتوصيلات تغذية وتوصيلات تصريف للسدادات، من أجل إغلاق العمود الذي يوصل الأعمدة الدوارة للضاغطات أو ضاخات الغاز بمحركات التشغيل لضمان عولية السدادات لمنع تسرب الهواء إلى داخل الغرفة الداخلية للضاغطة أو ضاخة الغاز، المليئة بسادس فلوريد اليورانيوم. وتصمم مثل هذه الأختام عادة بحيث لا يتجاوز معدل تسرب الغاز إلى الداخل عن ١٠٠٠ سنتيمتر مكعب/دقيقة (٦٠ بوصة مكعب/دقيقة).

5-2-5 مبدلات الحرارة لتبريد سادس فلوريد اليورانيوم

هي مبدلات حرارة مصممة أو معدة خصيصا، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو مبطنة بمثل هذه المواد (باستثناء الصلب غير القابل للصدأ) أو مبطنة بالنحاس أو أي توليفة من هذه الفلزات، من أجل تغير الضغط التسريبي بمعدل يقل عن ١٠ باسكال (١٥ ر٠٠٠ رطل/بوصة مربعة) في الساعة حيث يكون فرق الضغط ١٠٠ كيلوباسكال (١٥ رطلا/بوصة مربعة).

4-5 النظم والمعدات والمكونات الاضافية المصممة أو المعدة خصيصا للاستخدام في الاثراء بالانتشار الغازي

ملحوظة تمهيدية

النظم والمعدات والمكونات الاضافية لمصانع الاثراء بالانتشار الغازي هي نظم المصنع المطلوبة لادخال سادس فلوريد اليورانيوم في مجمعة الانتشار الغازي، وتوصيل المجمعات فيما بينها لتكوين مراحل تعاقبية للممكن من بلوغ اثناء أقوى بصورة مطردة واستخراج نواتج ونواتج سادس فلوريد اليورانيوم من مجمعات الانتشار التعاقبية. ونظرا لخواص القصور الذاتي العالية لمجمعات الانتشار التعاقبية، فإن أي انقطاع في تشغيلها، ولا سيما وقف تشغيلها، يؤدي الى عواقب خطيرة. ولذا فمن المهم أن تتم في أي مصنع للانتشار الغازي المحافظة بشكل صارم وبصورة دائمة على الفراغات في جميع النظم التكنولوجية والحماية الأوتوماتية من الحوادث وتنظيم تدفق الغاز بطريقة اوتوماتية دقيقة. ويؤدي هذا كله الى الحاجة الى تجهيز المصنع بعدد كبير من النظم الخاصة للقياس والتنظيم والمراقبة.

ويتم عادة تبخير سادس فلوريد اليورانيوم من اسطوانات موضوعة داخل محميات، ويجري توزيعه بشكله الغازي الى نقطة الدخول عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية. أما نواتج ونواتج سادس فلوريد اليورانيوم المتدفقة على هيئة تيارات غازية من نقاط الخروج فيتم تبريدها عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية أم الى مصادد باردة أو الى محطات ضغط. حيث يجري تحويل غاز سادس فلوريد اليورانيوم الى سائل، وذلك قبل الاستقرار في نقلها الى حاويات مناسبة لتحويلها أو تخزينها. ونظرا لأن مصنع الاثراء بالانتشار الغازي يتكون من عدد كبير من مجمعات الانتشار الغازي المرتبة في سلسلة تعاقبية فإن طول أنابيب التوصيل التعاقبية يبلغ عدة كيلومترات تشمل آلاف اللحامات وكميات كبيرة من الأشكال التصميمية المتكررة. وتصنع المعدات والمكونات ونظم الأنابيب بمستويات عالية جدا من حيث الفراغات والنظافة.

1-4-5 نظم التغذية/نظم سحب النواتج والنواتج

هي نظم معالجة مصممة أو معدة خصيصا، قادرة على العمل في ظروف ضغط لا يتجاوز ٢٠٠ كيلوباسكال (٤٥ رطلا/بوصة مربعة)، وتشتمل على ما يلي:

محميات (أو نظم) تغذية، تستخدم في تمرير سادس فلوريد اليورانيوم الى سلسلة الانتشار الغازي التعاقبية:

ومحولات لتحويل الغاز الى الحالة الصلبة (أو مصادد باردة) تستخدم لازاحة سادس فلوريد اليورانيوم من السلسلة التعاقبية للحصول على سائل سادس فلوريد اليورانيوم.

ومحطات لتحويل الغاز الى سائل، حيث يجري ضغط وتبريد غاز سادس فلوريد اليورانيوم من السلسلة التعاقبية للحصول على سائل سادس فلوريد اليورانيوم:

ومحطات "نواتج" أو "نواتج" لنقل سادس فلوريد اليورانيوم الى حاويات.

٢-٤-٥ نظم أنابيب التوصيل

هي نظم أنابيب ونظم توصيل مصممة أو معدة خصيصا لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم داخل سلسلة الانتشار الغازي التعاقيبية. وعادة تكون شبكة الأنابيب من النظام المجمع الشاقي، حيث تكون كل خلية موصلة بكل مجمع.

٢-٤-٥ النظم الفراغية

(أ) هي متنوعا فراغية ونظم توصيل فراغية ومضخات فراغية مصممة أو معدة خصيصا بقدرة امتصاص لا تقل عن ٥ أمتار مكعبة/دقيقة (١٧٥ قدما مكعبا/دقيقة).

(ب) ومضخات فراغية مصممة خصيصا للعمل في أجواء باعثة لسادس فلوريد اليورانيوم، تصنع من الألومنيوم أو النيكل أو السبائك المحتوية على النيكل بنسبة تزيد على ٢٠٪، أو تكون مبطنة بأي من هذه المواد. ويجوز لهذه المضخات أن تكون دوارة أو إيجابية، وأن تكون ذات سدادات إزاحية وفلوروكربونية ومواقع عمل خاصة.

٤-٤-٥ صمامات الاغلاق والتحكم الخاصة

هي صمامات اغلاق وتحكم مناخية يدوية أو أوتوماتية مصممة أو معدة خصيصا، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم، يتراوح قطر الصمام من ٤٠ الى ١٥٠٠ مم (٥ ر٥ الى ٥٩ بوصة)، لتركيبها في النظم الرئيسية والاضافية لمصانع الاثراء بالانتشار الغازي.

٥-٤-٥ المطيافات الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم/المصادر الأيونية

هي مطيافات كتلية مغناطيسية أو رباعية الأقطاب مصممة أو معدة خصيصا، قادرة على أخذ عينات مباشرة من التغذية أو النواتج أو النهايات من المجاري الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم، وتميز بجميع الخواص التالية:

١- تحليل وحدة لكتلة ذرية تزيد على ٢٢٠؛

٢- مصادر أيونية مبنية من النيكرام أو المونل أو مطلية بالنيكل؛

٣- مصادر تأيين بالرجم الالكترونى؛

٤- نظام مجعومي مناسب للتحليل النظيري.

ملحوظة ابضاحية

الأصناف المذكورة أعلاه اما أنها تتصل اتصالا مباشرا بفاز معالجة سادس فلوريد اليورانيوم أو أنها تتحكم تحكما مباشرا في التدفق داخل السلسلة التعاقيبية. وجميع الأسطح التي تلامس غاز المعالجة تصنع كلها من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم أو تكون مبطنة بمثل هذه المواد. ولأغراض الأجزاء المتصلة بمضخات الانتشار الغازي، تشمل المواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم الصلب غير القابل للصدأ والألومنيوم وسبائك الألومنيوم والنيكل أو السبائك التي تحتوي على النيكل بنسبة لا تقل عن ٦٠. والمواد المتأثرة الهيدروكربونية المصنورة فلورة كاملة القادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم.

النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا لاستخدامها في مصانع الاثراء الأيرودينامي.

5-5

ملحوظة تمهيدية

يتم في عمليات الاثراء الأيرودينامي ضغط مزيج من سادس فلوريد اليورانيوم الغازي والغاز الخفيف (الهيدروجين أو الهليوم). ثم يمر عبر عناصر فصل حيث يتم الفصل النظيري عن طريق توليد قوى طاردة مركزية عالية بواسطة شكل هندسي منحني الجدار. وقد استحدثت بنجاح عمليتان من هذا النوع وهما: عملية الفصل بالذوثة النفاثة، وعملية الفصل الدوامي بالأنابيب. وفي كلتا العمليتين تشمل المكونات الرئيسية لمرحلة الفصل أوعية اسطوانية تحتوي على عناصر الفصل الخاصة (الذوثة النفاثة أو أنابيب الفصل الدوامي). والضواغط الغازية ومبدلات الحرارة المستخدمة في سحب الحرارة الناجمة عن الضغط. ويحتاج أي مصنع أيرودينامي لعدد من هذه المراحل. حتى توفر الكميات مؤشرا هاما للاستخدام النهائي. ونظرا لأن العمليات الأيرودينامية تستخدم سادس فلوريد اليورانيوم. يجب أن تصنع جميع أسطح المواد والأنابيب والأجهزة (اللامسة للغاز) من مواد تبقى مستقرة عند ملامستها لسادس فلوريد اليورانيوم.

ملحوظة إيضاحية

الأصناف التي يرد في هذا الجزء سرد لها اما أنها تتصل اتصالا مباشرا بغاز معالجة سادس فلوريد اليورانيوم، أو تتحكم تحكما مباشرا في تدفقه داخل السلسلة التتابعية. وتصنع جميع الأسطح اللامسة لغاز المعالجة بالكامل من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو تغطي بطبقة من مثل هذه المواد. ولأغراض الجزء المتعلق بمضخات الاثراء الأيرودينامي، تشمل المواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم النحاس، والصلب غير القابل للصدأ، والألومنيوم، وسبائك الألومنيوم، والنيكل أو سبائكه التي تحتوي على نسبة لا تقل عن 27% منه، والبوليمرات الهيدروكربونية المطبورة فلورة كاملة والقادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم.

فوهات الفصل النفاثة

1-5-5

هي فوهات نفاثة بجمعائها مصممة أو معدة خصيصا. وتتألف فوهات الفصل النفاثة من قنوات منحنية على شكل شق طولي لا يزيد نصف قطر انحنائها على 1 مم (يتراوح بصورة نموذجية بين 0.1 إلى 0.5 مم)، قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم ولها حافة قاطعة داخل الفوهة النفاثة تفصل الغاز المتدفق عبر الفوهة الى جزأين.

أنابيب الفصل الدوامي

2-5-5

هي أنابيب بجمعائها مصممة أو معدة خصيصا للفصل الدوامي. وهي أنابيب اسطوانية الشكل أو مستدقة الطرف، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بهذه المواد، يتراوح قطرها بين 5 سم و 4 سم، ولا تزيد نسبة طولها الى قطرها عن 1:20 ولها مدخل مماس أو أكثر. ويجوز أن تجهز الأنابيب بملاحظات على شكل فوهات نفاثة في احدى نهايتها أو كليهما.

ملحوظة إيضاحية

يدخل غاز التغذية الى انبوب الفصل الدوامي ماسا احدى النهايتين أو عبر دوارات دوامية، أو في عدة مواضع مماسة على طول محيط الأنبوب.

٢-٥-٥ الضاغطات وضاخات الغاز

هي ضاغطات محورية أو نابذة بالطرد المركزي أو ازاحية ايجابية، أو ضاخات غاز مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بهذه المواد، بقدر امتصاص لمزيج من سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له (الهيدروجين أو الهليوم) لا تقل عن مترين مكعبين في الدقيقة.

ملحوظة ابضاحية

تتراوح نسبة الضغط النموذجية بالنسبة لهذه الضاغطات وضاخات الغاز بين ١:٢ و ١:٦.

٤-٥-٥ سدادات العمود الدوار

هي سدادات للعمود الدوار مصممة أو معدة خصيصا، بتوصيلات تغذية وتوصيلات تصريف للسدادات، من أجل اغلاق العمود الذي يوصل الأعمدة الدوارة للضاغطات أو ضاخات الغاز بمحركات التشغيل، من أجل ضمان عولية السدادات لمنع تسرب غاز المعالجة الى الخارج، أو تسرب الهواء أو غاز الاغلاق الى داخل الغرفة الداخلية للضاغظ أو نفاخة الغاز، المليئة بمزيج من سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له.

٥-٥-٥ مبدلات الحرارة للتبريد الغازي

هي مبدلات حرارة مصممة أو معدة خصيصا، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذا المواد.

٦-٥-٥ أوعية فصل العناصر

هي أوعية مصممة أو معدة خصيصا لفصل العناصر، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذه المواد بفرض احتواء أنابيب الفصل الدوامي أو فوهات الفصل انضائية.

ملحوظة ابضاحية

يجوز أن تكون هذه الأوعية اسطوانية الشكل يتجاوز قطرها ٢٠٠ مم ويزيد طولها على ٩٠٠ مم، أو يمكن أن تكون أوعية مستطيلة الشكل ذات أبعاد متعاقبة، وقد يتم تصميمها بحيث يمكن تركيبها أفقيا أو رأسيا.

٧-٥-٥ نظم التغذية/نظم سحب النواتج والنفايات

هي نظم أو معدات معالجة مصممة أو معدة خصيصا لمصانع الاثراء مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذه المواد وتشتمل على ما يلي:

(أ) محميات أو مواقد أو نظم تغذية تستخدم في تمرير سادس فلوريد اليورانيوم الى مرحلة الاثراء:

- (ب) محولات لتحويل الغاز الى الحالة الصلبة (أو مصائد باردة) تستخدم لازاحة سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الاثراء لنقله بعد ذلك بالتسخين:
- (ج) محطات للتصليد أو لتحويل الغاز الى سائل تستخدم لازاحة سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الاثراء عن طريق ضغطه وتحويله الى الصورة السائلة أو الصلبة:
- (د) محطات "نواتج" أو "نفايات" لنقل سادس فلوريد اليورانيوم في حاويات.

٨-٥-٥ نظم أنابيب التوصيل

هي نظم أنابيب توصيل مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذه المواد، مصممة أو معدة خصيصا لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم داخل السلسلة الأيرودينامية التعاقبية. وعادة ما تكون شبكة الأنابيب هذه ذات تصميم يتميز بالتوصيل "الثاني"، حيث تكون كل مرحلة أو مجموعة مراحل موصلة بكل موصل.

٩-٥-٥ النظم والمضخات الفراغية

(أ) نظم فراغية مصممة أو معدة خصيصا بقدرة امتصاص لا تقل عن ٥ أمتار مكعبة/دقيقة، تتكون من متنوعات فراغية ومضخات فراغية، ومصممة للعمل في أجواء باعثة لسادس فلوريد اليورانيوم.

(ب) ومضخات فراغية مصممة أو معدة خصيصا للعمل في أجواء باعثة لسادس فلوريد اليورانيوم، تصنع من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو تطلّى بمثل هذه المواد. ويجوز لهذه المضخات أن تستخدم سدادات فلوروكربونية وموانع عمل خاصة.

١٠-٥-٥ صمامات الاغلاق والتحكم الخاصة

هي صمامات اغلاق وتحكم مناخية يدوية أو أوتوماتية، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذه المواد، يتراوح قطر الصمام من ٤٠ الى ١٥٠٠ مم، وهي مصممة أو معدة خصيصا لتكبيها في النظم الرئيسية والاضافية لمصانع الاثراء الأيرودينامي.

١١-٥-٥ المطيافات الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم/المصادر الأيونية

هي مطيافات كتلية مغناطيسية أو رباعية الأقطاب مصممة أو معدة خصيصا، قادرة على أخذ عينات "مباشرة" من التغذية أو "النواتج" أو "النفايات" من المجاري الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم وتتميز بجمع الخواص التالية:

١- تحليل وحدة لكتلة تزيد على ٢٢٠:

٢- مصادر أيونية مبنية من النيكرام أو المونل أو مطلية بالنيكل:

٣- مصادر تأييد للرجم الالكتروني:

٤- نظام مجمعي مناسب للتحليل النظري.

١٢-٥-٥ نظم فصل سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له

هي نظم معالجة مصممة أو معدة خصيصا لفصل سادس فلوريد اليورانيوم عن الغازات الحاملة له (الهيدروجين أو الهليوم).

ملحوظة ايضاحية

صممت هذه النظم لتخفيف محتوى سادس فلوريد اليورانيوم في الغازات الحاملة له الى جزء واحد في المليون. ويحور أن تشمل بعض المعدات مثل:

(أ) معدلات الحرارة بالتبريد وأجهزة فصل الحرارة المنخفضة التي لديها قابلية لدرجات حرارة تصل الى ١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها.

(ب) أو وحدات التبريد التي تكون قابلة لدرجات حرارة تصل الى ١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها.

(ج) أو فوهات الفصل الثنائية أو وحدات أنابيب الفصل الدوامي المستخدمة في فصل سادس فلوريد اليورانيوم عن الغازات الحاملة له.

(د) أو المصائد الباردة لسادس فلوريد اليورانيوم القادرة على درجات حرارة تصل الى ٧٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها.

٦-٥ النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا لاستخدامها في مصانع الأثراء بالتبادل الكيميائي أو التبادل الأيوني.

ملحوظة تهيئية

تؤدي الاختلافات البسيطة في الكتلة بين نظائر اليورانيوم الى حدوث تغيرات طفيفة في تواترات التفاعلات الكيميائية يمكن أن تكون بمثابة أساس لفصل النظائر. وقد استحدثت بنجاح عمليتان هما: التبادل الكيميائي بين السوائل. والتبادل الأيوني بين مادة صلبة وأخرى سائلة.

ففي عملية التبادل الكيميائي بين السوائل، يجري اتصال في الاتجاه المعاكس بين أطوار السوائل غير القابلة للامتزاج (البائية والمضوية) لاحداث الأثر التماثلي لآلاف من مراحل الفصل. ويتألف الطور البائي من كلوريد اليورانيوم في محلول حامض الهيدروكلوريك. أما الطور المضوي فيتكون من مادة استخلاص تحتوي على كلوريد اليورانيوم في مذيب عضوي. ويحور أن تكون الموصلات المستخدمة في سلسلة الفصل التماثلية أعمدة تبادل بين السوائل (مثل الأعمدة البسيطة المزودة بلوحات منخلية) أو الموصلات النابذة للسوائل بالطرد المركزي. ويلزم حدوث تحولا : كيميائية (أكسدة واختزال) عند نهايتي سلسلة الفصل التماثلية من أجل الوفاء بمتطلبات إعادة الدفق في كل نهاية. وأحداهتباطات الرئيسية بالنسبة للتصميم يتمثل في تجنب تلوث مجاري المعالجة ببعض الأيونات الضلزية. ولذا تستخدم أعمدة وأنابيب مصنوعة من البلاستيك ومطعمة به (بما في ذلك استخدام البوليمرات الفلوروكربونية) و/أو مطعمة بالزجاج.

أما في عملية التبادل الأيوني بين المواد الصلبة والسائلة، فإن الأثراء يتم عن طريق الامتزاز/الصح في راتنج أو ممتز حاص للتبادل الأيوني يتميز بسرعة عمل فائقة. ويتم تمرير محلول من اليورانيوم في حامض الهيدروكلوريك وعوامل كيميائية أخرى عبر أعمدة الأثراء الاسطوانية التي تحتوي على قيمان مطعمة للمترات. ونظام إعادة الدفق ضروري لاطلاق اليورانيوم من الممتز الى التدفقات السائلة بحيث يمكن تجمع "النواتج" و "المخلفات". ويتم ذلك باستخدام عوامل كيميائية مناسبة للاختزال/الأكسدة بماد توليدها بالكامل في دوائر خارجية منفصلة. كما يمكن إعادة توليدها جرنيا داخل أعمدة الفصل النظيري ذاته. ويقتضي وجود محاليل مركزة ساحية لحامض الهيدروكلوريك في هذه العملية أن تصنع المعدات من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو تطلبي بشكل هذه المواد.

١-٦-٥ أعمدة التبادل بين السوائل (التبادل الكيميائي)

هي أعمدة للتبادل بين السوائل في الاتجاه المعاكس، مزودة بمستلزمات للقوى الميكانيكية (أي أعمدة نبضية بلوحات منخلية، وأعمدة لوحات تبادلية، وأعمدة ذات خلاطات توربينية داخلية)، مصممة أو معدة خصيصاً لاثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي. ومن أجل مقاومة التآكل بمحاليل مركزة لحمض الهيدروكلوريك، تصنع هذه الأعمدة ومكوناتها الداخلية من مواد لدائنية مناسبة (مثل البوليمرات الفلوروكربونية) أو الزجاج أو تطلّى بمثل هذه المواد. وقد صمم زمن البقاء المرهلي للأعمدة بحيث يكون قصيراً (لا يزيد على ٢٠ ثانية).

٢-٦-٥ الموصلات النابذة للسوائل بالطرد المركزي (التبادل الكيميائي)

هي موصلات نابذة للسوائل بالطرد المركزي مصممة أو معدة خصيصاً لاثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي. وتستخدم مثل هذه الموصلات الدوران في تشتيت المجاري العضوية والمائية ثم قوة الطرد المركزي لفصل الأطوار. ومن أجل مقاومة التآكل بالمحاليل المركزة لحمض الهيدروكلوريك، تصنع الموصلات من مواد لدائنية مناسبة (مثل البوليمرات الفلوروكربونية) أو تبطن بها أو بالزجاج. وقد روعي في تصميم زمن البقاء المرهلي للموصلات النابذة بالطرد المركزي أن يكون قصيراً (لا يتجاوز ٢٠ ثانية).

٢-٦-٥ نظم ومعدات اختزال اليورانيوم (التبادل الكيميائي)

(أ) هي خلايا اختزال الكتروكيميائية مصممة أو معدة خصيصاً لاختزال اليورانيوم من حالة تكافؤ إلى أخرى بالنسبة لاثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي. ويجب أن تكون مواد الخلايا الملامسة لمحاليل المعالجة قادرة على مقاومة التآكل بالمحاليل المركزة لحمض الهيدروكلوريك.

ملحوظة ابضاحية

يراعى في تصميم حجيرة الخلايا الكاثودية أن تمنع إعادة أكسدة اليورانيوم إلى حالته المكافئة الأعلى. وحتى يمكن الاحتفاظ باليورانيوم في الحجيرة الكاثودية، يجوز أن تزود الخلية بشيء حاجز كتيم مكون من مواد خاصة لتبادل الكاتيونات. ويتألف الكاثود من موصل مناسب للمواد الصلبة كالجرافيت.

(ب) هي نظم مصممة أو معدة خصيصاً في نهاية ناتج السلسلة التعاقبية لإخراج اليورانيوم^{٤+} من المجرى العضوي، وضبط التركيز الحمضي وتغذية خلايا الاختزال الالكتروكيميائي.

ملحوظة ابضاحية

تتألف هذه النظم من معدات استخلاص للمذيبات من أجل إزاحة اليورانيوم^{٤+} من المجرى العضوي إلى محلول مائي. ومعدات تبخير و/أو معدات أخرى لضبط ومراقبة نسبة تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول. ومضخات أو أجهزة أخرى لنقل التغذية إلى خلايا الاختزال الالكتروكيميائي. ومن الاعتبارات الرئيسية التي يجب مراعاتها في التصميم حسب تلوث المجرى المائي ببعض الأيونات الفلزية. وعلى ذلك يتم بناء النظام. بالنسبة للأجزاء الملامسة للمجرى المعالجة، من معدات مصنوعة من مواد مناسبة (مثل الزجاج والبوليمرات الفلوروكربونية. وسلعات البوليميل. وسلعون البولي إيثر. والجرافيت المحصب بالراتنجيات) أو معطاة بطبقة منها.

٤-٦-٥ نظم تحضير التغذية (التبادل الكيميائي)

هي نظم مصممة أو معدة خصيصا لانتاج محاليل التغذية بكلوريد اليورانيوم العالي النقاء الخاصة بمصانع فصل نظائر اليورانيوم بالتبادل الكيميائي.

ملحوظة إيضاحية

تتكون هذه النظم من معدات للذابة واستخلاص المذيبات و/أو التبادل الأيوني لأغراض التنقية، وخلافا لتحليل كهربائي لتخفيض اليورانيوم^{٦٦} أو اليورانيوم^{٦٧} إلى اليورانيوم^{٦٥}. وتنتج هذه النظم محاليل كلوريد اليورانيوم التي لا تحتوي إلا على بضعة أجزاء في المليون من الشوائب الغريبة مثل الكروم، والحديد، والماناديوم، والموليبدوم، والكانيونات الأخرى الشائبة التكافؤ أو المتعددة التكافؤ الأعلى منها. والمواد المستخدمة في بناء أجزاء من النظام الذي يعالج اليورانيوم^{٦٦} العالي النقاء تشمل الزجاج أو بوليمرات الفلوروكربون، أو سلفات البوليفينيل، أو الجرافيت الصلب بلدائن سلمون البولي إثير والمحصص بالراتينجات.

٥-٦-٥ نظم أكسدة اليورانيوم (التبادل الكيميائي)

هي نظم مصممة أو معدة خصيصا لأكسدة اليورانيوم^{٦٢} إلى يورانيوم^{٦٤} بفرض اعادته إلى سلسلة فصل نظائر اليورانيوم التعاقبية في عملية الاثراء بالتبادل الكيميائي.

ملحوظة إيضاحية

يجوز أن تشمل هذه النظم معدات مثل:

(أ) معدات لتوصيل الكلورين والأكسجين بالدفق المائي من معدات الفصل النظيري، واستخلاص اليورانيوم^{٦٤} الناجم عن ذلك في المجرى المضوي الذي أزيل منه عند عودته من نهاية النواتج الخاصة بالسلسلة التعاقبية.

(ب) معدات لفصل الماء عن حامض الهيدروكلوريك حتى يمكن إعادة ادخال الماء وحامض الهيدروكلوريك المركز إلى العملية في المواقع الملائمة.

٦-٦-٥ راتينجات/ممتازات التبادل الأيوني السريعة التفاعل (التبادل الأيوني)

هي راتينجات أو ممتازات سريعة التفاعل للتبادل الأيوني مصممة أو معدة خصيصا لاثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الأيوني، بما في ذلك الراتينجات النفضة ذات الشبكات الكبيرة، و/أو الهياكل الرقيقة الأغشية التي تنحصر فيها مجموعات التبادل الكيميائي النشط في طبقة على سطح هيكل داعم نضيد حامل، والهياكل المركبة الأخرى بأي شكل مناسب، بما في ذلك الجزيئات أو الألياف. ولا يزيد قطر راتينجات/ممتازات التبادل الأيوني هذه عن ٠.٧ مم، ويجب أن تكون قادرة كيميائيا على مقاومة محاليل حامض الهيدروكلوريك المركز وأن تكون ذات قوة مادية تكفل عدم تحللها في أعمدة التبادل. والراتينجات/الممتازات مصممة خصيصا لبلوغ حركة سريعة جدا في تبادل نظائر اليورانيوم (معدل التبادل لا يزيد على ١٠ ثوان في نصف الوقت)، ولديها قابلية للعمل في درجة حرارة تتراوح من ١٠٠ إلى ٢٠٠ درجة مئوية.

٧-٦-٥ أعمدة التبادل الأيوني (التبادل الأيوني)

هي أعمدة اسطوانية الشكل يزيد قطرها على ١٠٠٠ مم لاحتواء ودعم القيعان المبطنه لراتينجات/ممتازات التبادل الأيوني، مصممة أو معدة خصيصا لاثراء اليورانيوم باستخدام عملية

التبادل الأيوني. وهذه الأعمدة مصنوعة من مواد (مثل التيتانيوم أو اللدائن الفلوروكربونية) قادرة على مقاومة التآكل بحاليل حامض الهيدروكلوريك المركز أو مطلية بمثل هذه المواد. وتكون قابلة للعمل في درجة حرارة تتراوح من ١٠٠ إلى ٢٠٠ درجة مئوية، وبمستويات ضغط تتجاوز ٠.٧ ميجاباسكال (١٠٢ رطل/بوصة مربعة).

٨-٦-٥ نظم إعادة دفن التبادل الأيوني (التبادل الأيوني)

(أ) نظم اختزال كيميائي أو الكتروكيميائي مصممة أو معدة خصيصا لإعادة توليد عامل (عوامل) الاختزال الكيميائي المستخدم في السلاسل التعاقبية لاثراء اليورانيوم بالتبادل الأيوني.

(ب) ونظم أكسدة كيميائية أو الكتروكيميائية مصممة أو معدة خصيصا لإعادة توليد عامل (عوامل) الأكسدة الكيميائية المستخدم في السلاسل التعاقبية لاثراء اليورانيوم بالتبادل الأيوني.

ملحوظة إيضاحية

يجوز في عملية الاثراء بالتبادل الأيوني أن يستخدم التيتانيوم ثلاثي التكافؤ (التيتانيوم^{٣+}). على سبيل المثال، باعتباره كاتيون اختزال. وفي هذه الحالة يعيد نظام الاختزال توليد التيتانيوم^{٣+} عن طريق اختزال التيتانيوم^{٤+}.

كما يمكن في هذه العملية استخدام الحديد ثلاثي التكافؤ (الحديد^{٣+}) كمؤكسد. وفي هذه الحالة يعيد نظام الأكسدة توليد الحديد^{٣+} عن طريق أكسدة الحديد^{٢+}.

٧-٥ النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا لاستخدامها في مصانع الاثراء بطريقة الليزر.

ملحوظة تمهيدية

تدرج النظم الحالية لعمليات الاثراء باستخدام الليزر في فئتين وهما: النظم التي يكون فيها وسيط العملية هو بخار اليورانيوم الذري، والنظم التي يكون فيها وسيط العملية هو بخار مركب يورانيوم. وتشمل الرموز الشائعة لمثل هذه العمليات ما يلي: الفئة الأولى - فصل نظائر الليزر بالبخار الذري (AVLIS أو SILVA): الفئة الثانية - الفصل النظيري بالليزر الجزيئي (MLIS أو MOLIS) والتفاعل الكيميائي عن طريق تنشيط الليزر الاتقائي النظيري (CRISLA). وتشمل النظم والمعدات والمكونات المستخدمة في مصانع اثراء الليزر ما يلي: (أ) أجهزة لتنقية بخار فلز اليورانيوم (لتأيين الصور الاتقائية) أو أجهزة لتنقية بخار مركب اليورانيوم (لفصل الصور أو التنشيط الكيميائي): (ب) أجهزة لجمع فلز اليورانيوم النثري والمستند في شكل "نواتج" و "مخلفات" بالنسبة للفئة الأولى. وأجهزة لجمع المركبات المصنولة أو المتفاعلة في شكل "نواتج" والمواد البسيطة في شكل "مخلفات" بالنسبة للفئة الثانية: (ج) نظم معالجة بالليزر من أجل الحث الاتقائي لأنواع اليورانيوم ٢٣٥- (د) ومعدات لتحضير التنقية وتحويل النواتج. وقد يقتضي تمضد عملية قياس طيف ذرات اليورانيوم ومركباته ادراج أي من تكنولوجيات الليزر المتاحة.

ملحوظة إيضاحية

يتصل العديد من المصدرات التي يرد سردها في هذا الجزء اتصالا مباشرا بخار أو سائل فلز اليورانيوم. أو بخارات المعالجة التي تتكون من سداس فلوريد اليورانيوم أو مزيج من هذا الغاز وغازات أخرى. وتصنع جميع الأسطح الملامسة لليورانيوم أو سداس فلوريد اليورانيوم بالكامل من مواد قادرة على مقاومة التآكل أو تغطي بمثل هذه المواد. والأمراض الحرة المتعلق بمصدرات الاثراء الممتدة على الليزر. تشمل المواد القادرة على مقاومة التآكل بخار أو سائل فلز اليورانيوم أو سائك اليورانيوم الحرافيت المطلي بالايتريوم والتتالوم: أما المواد القادرة على مقاومة التآكل بسداس فلوريد اليورانيوم فتشمل النحاس، والصلب غير القابل للصدأ، والألومنيوم، وسائك الألومنيوم، والنيكل أو السائك التي تحتوي على نسبة لا تقل عن ٦٠ من النيكل، والبوليمرات الهيدروكربونية المطورة فلورة كاملة والقادرة على مقاومة سداس فلوريد اليورانيوم.

١-٧-٥ نظم تبخير اليورانيوم (AVLIS)

نظم مصممة أو معدة خصيصا لتبخير اليورانيوم، تحتوي على قدرة عالية لنزع الالكترونات أو مسح مخائق الأشعة الالكترونية بقدرة موجهة لا تقل عن ٢٥ كيلوواط/سم.

٢-٧-٥ نظم مناولة فلزات اليورانيوم السائلة (AVLIS)

نظم مناولة فلزات سائلة مصممة أو معدة خصيصا لليورانيوم المصهور أو سباتكه، تتكون من بوتقات ومعدات التبريد الخاصة بها.

ملحوظة ابصاحية

تصنع البوتقات وأجزاء هذا النظام الأخرى التي تلامس اليورانيوم المصهور أو سباتكه من مواد قادرة على مقاومة التآكل والحرارة بصورة مناسبة أو تظلي بمثل هذه المواد. وتشمل المواد المناسبة التتالوم، والجرافيت المطلي بالايتريوم، والجرافيت المطلي بأكاسيد أخرى أرضية نادرة (أنظر البند الفرعي ٧-٢ من الوثيقة INFCIRC/254/Rev.1/Part 2) أو مزيج منها.

٢-٧-٥ مجمعات "نواتج" و "مخلفات" فلز اليورانيوم (AVLIS)

هي مجمعات "نواتج" و "مخلفات" مصممة أو معدة خصيصا لفلز اليورانيوم في الشكل السائل أو الصلب.

ملحوظة ابصاحية

تصنع مكونات هذه المجمعات من مواد قادرة على مقاومة الحرارة والتآكل ببخار أو سائل فلز اليورانيوم (مثل الجرافيت المطلي بالايتريوم أو التتالوم) أو سلى بمثل هذه المواد. ويحور أن تشمل أنابيب، وصمامات، ولوازم، و "ميارب"، وأجهزة تلتيم، ومبدلات حرارة وألواح تجمع خاصة بأنابيب الفصل المغنطيسي أو الالكتروستاتي أو غير ذلك من الأساليب.

٤-٧-٥ حاويات نماذج أجهزة الفصل (AVLIS)

هي أوعية اسطوانية أو مستطيلة الشكل مصممة أو معدة خصيصا لاحتواء مصدر بخار فلز اليورانيوم ومخنق الأشعة الالكترونية، ومجمعات "النواتج" و "المخلفات".

ملحوظة ابصاحية

هذه الحاويات بها عدد وافر من المنافذ الخاصة بأجهزة التغذية بالكهرباء والمياه، وصمامات لأشعة الليزر، وتوصيلات لمضخات التبريد، وأجهزة لتشخيص أعطال الأجهزة ومراقبتها. كما تتوفر بها وسائل للفتح والاعلاق من أجل إتاحة تحديد المكونات الداخلية.

- ٥-٧-٥ النومات النفاثة للتمدد فوق الصوتي (MLIS)
- هي فومات نفاثة للتمدد فوق الصوتي مصممة أو معدة خصيصاً لتبريد مزيج سادس فلوريد اليورانيوم والغازات الحاملة له الى ما لا يزيد على ١٥٠ كلنين، وهي قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم.
- ٦-٧-٥ مجمعات نواتج خامس فلوريد اليورانيوم (MLIS)
- هي مجمعات مصممة أو معدة خصيصاً للنواتج الصلبة الخاصة بخامس فلوريد اليورانيوم، وتتألف من مجمعات مرشحية أو صدمية أو حلزونية، أو تونينة منها، قادرة على مقاومة التآكل في الوسط الخاص بخامس فلوريد اليورانيوم/سادس فلوريد اليورانيوم.
- ٧-٧-٥ ضاغطات سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له (MLIS)
- هي ضاغطات مصممة أو معدة خصيصاً لمزيج سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له، ومصممة للتشغيل الطويل الأجل في الوسط الخاص بسادس فلوريد اليورانيوم، وتصنع مكوناتها البلاستيكية لمعالجة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو تظلي بمثل هذه المواد.
- ٨-٧-٥ سدادات العمود الدوار (MLIS)
- هي سدادات العمود الدوار المصممة أو المعدة خصيصاً بتوصيلات تغذية وتوصيلات تصريف للسدادات من أجل اغلاق العمود الذي يوصل الأعمدة الدوارة للضاغطات بمحركات التشغيل لضمان عولية السدادات ومنع تسرب غاز المعالجة الى الخارج أو منع تسرب الهواء الى الغرفة الداخلية للضاغطة المليء بسادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له.
- ٩-٧-٥ نظم الفلورة (MLIS)
- هي نظم مصممة أو معدة خصيصاً لفلورة خامس فلوريد اليورانيوم (الصلب) وسادس فلوريد اليورانيوم (الغاز).
- ملحوظة ابصاحية
- هذه النظم مصممة لفلورة مسحوق خامس فلوريد اليورانيوم الذي يتم جمعه الى سادس فلوريد اليورانيوم لجمعه بعد ذلك في حاويات للنواتج، أو لنقله كتغذية الى وحدات MLIS للمزيد من الاتراء، ويجوز، في أحد النهج، اجراء تفاعل الفلورة داخل نظام الفصل النظيري بحيث يتم التفاعل والاستمادة مباشرة خارج مجمعات "النواتج". كما يمكن، في نهج آخر، سحب/نقل مسحوق خامس فلوريد اليورانيوم من مجمعات "النواتج" الى وعاء مناسب للتفاعل (مثل مضاعل ذي قاع للسوائل، أو مضاعل حلزومي، أو برج متوهج بفرض الفلورة، وتستخدم في كلا النهجين معدات لحزن ونقل الفلورين، (أو غيره من عوامل الفلورة المناسبة) ولجمع سادس فلوريد اليورانيوم ونقله.

١٠-٧-٥ المطيافات الكتلية/المصادر الأيونية لسادس فلوريد اليورانيوم (MLIS)

هي مطيافات كتلية مغناطيسية أو رباعية الأقطاب لديها امكانية لأخذ عينات "مباشرة" من التغذية أو "النواتج" أو "النهايات"، من المجاري الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم وتتميز بالخصائص التالية جميعها:

- ١- تحليل وحدة كتلة تزيد على ٢٢٠.
- ٢- مصادر أيونية مبنية من النيكروم أو المونيل أو مبطنة بهما أو مطلية بالنيكل:
- ٣- مصادر تأيين للرجم الالكتروني:
- ٤- نظام مجعمي مناسب للتحليل النظيري.

١١-٧-٥ نظم التغذية/نظم سحب النواتج والمخلفات (MLIS)

هي نظم أو معدات معالجة مصممة أو معدة خصيصا لمحطات الاثراء، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم أو مطلية بمثل هذه المواد، وتشمل ما يلي:

- (أ) محميات تغذية، أو مواقد، أو نظما تستخدم في تمرير سادس فلوريد اليورانيوم الى عملية الاثراء:
- (ب) محولات من الحالة الغازية الى الحالة الصلبة (أو مصادد باردة) تستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الاثراء لنقله بعد ذلك عند تسخينه:
- (ج) محطات تصليد أو تسهيل تستخدم في سحب سادس فلوريد اليورانيوم من عملية الاثراء عن طريق ضغطه وتحويله الى الشكل السائل أو الصلب:
- (د) محطات "نواتج" أو "مخلفات" تستخدم في نقل سادس فلوريد اليورانيوم في حاويات.

١٢-٧-٥ نظم فصل سادس فلوريد اليورانيوم/الغازات الحاملة له (MLIS)

هي نظم معالجة مصممة أو معدة خصيصا لفصل سادس فلوريد اليورانيوم من الغازات الحاملة له. ويمكن أن تكون الغازات الحاملة هي النتروجين أو الأرجون أو غازات أخرى.

ملحوظة ابعادية

يجوز أن تشمل هذه النظم معدات مثل:

- (أ) مدلات حرارة قرية أو فواصل قرية قادرة على تحمل درجات حرارة تصل الى ١٧٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها.
- (ب) أو وحدات تبريد قرية قادرة على تحمل درجات حرارة تصل الى ١٧٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها.
- (ج) أو مصادد باردة لسادس فلوريد اليورانيوم قادرة على تحمل درجات حرارة تصل الى ٢٠ درجة مئوية تحت الصفر أو دونها.

١٣-٧-٥ نظم الليزر (AVLIS و MLIS و CRISLA)

هي ليزرات أو نظم ليزرية مصممة أو معدة خصيصا لفصل نظائر اليورانيوم.

ملحوظة ابضاحية

يشمل الليزر ومكوناته الهامة فيما يتعلق بعمليات الاثراء المعتمدة على الليزر المكونات المحددة في البند الفرعي ٦-٢ من الوثيقة INFCIRC/254/Rev.1/Part 2. وعادة ما يتكون نظام الليزر الخاص بعملية AVLIS من نوعين من الليزر وهما: ليزر بخار النحاس والليزر الصبغي. أما نظام الليزر المستخدم في MLIS فيتكون عادة من ليزر ثاني أكسيد الكربون أو كزيمر الليزر وخلية بصرية متعددة الطرق ذات مرايات دوارة في نهايتها. وتقتضي أشعة الليزر أو نظم الليزر المستخدمة في كلتا العمليتين وجود مثبت لذبذبات الطيف لغراض التشغيل لفترات زمنية ممتدة.

٨-٥ النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا لاستخدامها في مصانع الاثراء بالفصل البلازمي

ملحوظة تمهيدية

في عملية الفصل البلازمي، تمر بلازما أيونات اليورانيوم عبر مجال كهربائي يتم ضبطه على ذبذبة الرنين الأيوني لليورانيوم-٢٣٥ بحيث تستوعب الطاقة على نحو تفضيلي ويزداد قطر مداراتها اللولبية. ويتم اصطياح الأيونات ذات السرعات الكبيرة الأقطار لإيجاد ناتج مشرى باليورانيوم-٢٣٥. أما البلازما، التي تتكون عن طريق تأيين بخار اليورانيوم، فيجري احتواؤها في حجرة تفريغ ذات مجال مغنطيسي عالي القدرة ينتج باستخدام مغنطيس فائق التوصيل. وتشمل النظم التكنولوجية الرئيسية للعملية نظام توليد بلازما اليورانيوم، ونموذج جهاز الفصل المزود بمغنطيس فائق التوصيل (أنظر البند الفرعي ١٠-٢ من الوثيقة INFCIRC/254/Rev.1/Part 2)، ونظم سحب الغازات بفرض جمع "النواتج" و "المخلفات".

١-٨-٥ مصادر وهوائيات القدرة الدقيقة الموجات

هي مصادر وهوائيات القدرة الدقيقة الموجات، المصممة أو المعدة خصيصا لإنتاج أو تعجيل الأيونات، وتتميز بالخصائص التالية: ذبذبة تزيد على ٢٠ جيجاهرتز، ومتوسط ناتج قدرة يزيد على ٥٠ كيلواط لإنتاج الأيونات.

٢-٨-٥ ملفات الحث الأيوني

هي ملفات حث أيوني ذات ذبذبات لاسلكية فائقة مصممة أو معدة خصيصا لذبذبات تزيد على ١٠٠ كيلوهرتز ولديها امكانية لمعالجة قدرة متوسطة تزيد على ٤٠ كيلواط.

٢-٨-٥ نظم توليد بلازما اليورانيوم

هي نظم مصممة أو معدة خصيصا لتوليد بلازما اليورانيوم، يمكن أن تنطوي على قدرة عالية لنزع الالكترونات أو مسح الأشعة الالكترونية بقدرة موجهة تزيد على ٢٥٠ كيلواط/سم.

٤-أ-٥ نظم مناولة فلز اليورانيوم السائل

هي نظم لمناولة الفلزات السائلة مصممة أو معدة خصيصا لليورانيوم المصهور أو سبائكه، وتتكون من بوتقات ومعدات التبريد اللازمة لها.

ملحوظة ابصاحية

تصنع البوتقات وأجزاء هذا النظام الأخرى التي تلامس اليورانيوم المصهور أو سبائكه من مواد قادرة على مقاومة التآكل والحرارة على نحو مناسب، أو تغطي بمثل هذه المواد. وتشمل المواد المناسبة التتالوم والجرافيت المطلي بالايتريوم والجرافيت المطلي بأوكسيد أخرى أرضية نادرة (أنظر البند الفرعي ٧-٢ من الوثيقة INFCIRC/254/Rev.1/Part 2) أو مريخ منها.

٥-أ-٥ مجمعات "نواتج" و "مخلفات" فلز اليورانيوم

هي مجمعات "نواتج" و "نفايات" مصممة أو معدة خصيصا لفلز اليورانيوم في شكله الصلب. وتصنع هذه المجمعات من مواد قادرة على مقاومة الحرارة والتآكل ببخار فلز اليورانيوم، مثل الجرافيت المطلي بالايتريوم أو التتالوم أو تغطي بمثل هذه المواد.

٦-أ-٥ أوعية نماذج أجهزة الفصل

هي أوعية اسطوانية مصممة أو معدة خصيصا لاستخدامها في مصانع الاثراء بالفصل البلازمي بفرض احتواء مصدر بلازما اليورانيوم، وملف توصيل الذبذبات اللاسلكية الفاتقة، ومجمعات "النواتج" و "المخلفات".

ملحوظة ابصاحية

هذه الأوعية مزودة بمدد وافر من المنافذ لمتحات التغذية الكهربائية، وتوصيلات لمضخات الانتشار، ونظم لتشخيص ومراقبة أعطال الأجهزة. كما تتوفر بها وسائل للفتح والاطلاق من أجل ائاحة تجديد المكونات الداخلية، وهي مبنية من مواد غير مغناطيسية مناسبة مثل الصلب غير القابل للصدأ.

٩-٥ النظم والمعدات والمكونات المصممة أو المعدة خصيصا لاستخدامها في محطات الاثراء الكهرومغناطيسي.

ملحوظة تمهيدية

يتم في المعالجة الكهرومغناطيسية لتجسيم أيونات فلز اليورانيوم المنتجة عن طريق تأيين مادة تغذية ملحية (أول كلوريد اليورانيوم على نحو نموذجي) وتبريدها عبر مجال مغناطيسي يؤثر على النظائر المختلفة بتوجيهها الى مسارات مختلفة. وتشمل المكونات الرئيسية لجهاز الفصل الكهرومغناطيسي للنظائر ما يلي: مجال مغناطيسي لتحويل/فصل النظائر بالأشعة الأيونية، ومصدرا أيونيا بنظام التجسيم الخاص به، ونظاما لتجميع الأيونات المنحولة. وتشمل النظم الاضافية للمعالجة نظام الامداد بالقدرة المغناطيسية، ونظام امداد مصدر الأيونات بقدرة ذات فلطية عالية، ونظام التبريد، ونظم المناولة الكيميائية الموسعة لاستعادة النواتج وتنظيف/المادة دورة المكونات.

١-٩-٥ أجهزة فصل النظائر الكهرومغناطيسية

هي أجهزة كهرومغناطيسية لفصل النظائر مصممة أو معدة خصيصا لفصل نظائر اليورانيوم، ومعداتها ومكوناتها، وتشمل ما يلي:

(أ) المصادر الأيونية

هي مصادر مفردة أو متعددة لأيونات اليورانيوم مصممة أو معدة خصيصا، تتكون من مصدر للبخار، ومؤين، ومجعل أشعة، وهي مبنية من مواد مناسبة مثل الجرافيت، أو الصلب الذي لا يصدأ، أو النحاس، ولديها قابلية لتوفير تيار إجمالي للأشعة الأيونية لا يقل عن ٥٠ مللي أمبير.

(ب) المجمعات الأيونية

هي لوحات مجمعية مكونة من شقين أو أكثر وجيوب مصممة أو معدة خصيصا لتجميع أشعة أيونات اليورانيوم المشري والمستنفد، ومبنية من مواد مناسبة مثل الجرافيت أو الصلب غير القابل للصدأ.

(ج) أوعية التفريغ

هي أوعية تفريغ مصممة أو معدة خصيصا لأجهزة فصل اليورانيوم الكهرومغناطيسية، مبنية من مواد غير مغناطيسية مناسبة، مثل الصلب غير القابل للصدأ، ومصممة لتشغيل بضغط لا يزيد على ٠.١ باسكال.

ملحوظة ابصاحية

هذه الأوعية مصممة خصيصا لاحتواء المصادر الأيونية ولوحات التجميع والمبطنات الباردة بالماء، وتتوفر بها توصيلات مضخات الانتشار وامكانية للفتح والاطلاق لازالة هذه المكونات واعادة تركيبها.

(د) أجزاء الأقطاب المغناطيسية

هي أجزاء مصممة أو معدة خصيصا للأقطاب المغناطيسية يزيد قطرها على مترين تستخدم في المحافظة على مجال مغناطيسي ثابت داخل أجهزة فصل النظائر الكهرومغناطيسية وفي نقل المجال المغناطيسي بين أجهزة الفصل المجاورة.

٢-٩-٥ امدادات القدرة العالية الناطية

هي امدادات عالية الناطية مصممة أو معدة خصيصا للمصادر الأيونية، وتتميز بالخصائص التالية جميعها: قابلية للتشغيل المستمر، وفلظية خرج لا تقل عن ٢٠ ٠٠٠ فلظ، وتيار خرج لا يقل عن ١ أمبير، وتنظيم فلظية بنسبة أفضل من ٠.١٪ على مدى فترة زمنية طولها ٨ ساعات.

٢-٩-٥ امدادات القدرة المغناطيسية

هي امدادات قدرة مغناطيسية بتيار مباشر وقدرة عالية مصممة أو معدة خصيصا، وتتميز بالخصائص التالية جميعها: قابلية لانتاج خرج تيار لا يقل عن ٥٠٠ أمبير على نحو مستمر بفلظية

لا تقل عن ١٠٠ فلت وتتنظيم التيار أو الفلطية بنسبة أفضل من ٠.١٪ على مدى فترة طولها ٨ ساعات.

-٦ مصانع انتاج الماء الثقيل والديوتيريوم ومركبات الديوتيريوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لها.

مذكرة تمهيدية

يمكن انتاج الماء الثقيل بمعدات متنوعة. بيد أن هناك عمليتين أفتتا جدواهما من الناحية التجارية: عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين (عملية ذوبان الغاز)، وعملية تبادل النشار والهيدروجين.

وتقوم العملية الأولى على تبادل الهيدروجين والديوتيريوم بين الماء وكبريتيد الهيدروجين داخل سلسلة أبراج يجري تشغيلها بينما يكون الجزء الأعلى باردا والجزء الأسفل ساخنا. ويتدفق الماء الى أسفل الأبراج بينما تجري دورة غاز كبريتيد الهيدروجين من أسفل الأبراج الى أعلاها. وتستخدم سلسلة من الصواني المثقبة لتيسير اختلاط الغاز والماء. وينقل الديوتيريوم الى الماء حيث تكون درجات الحرارة منخفضة. والى كبريتيد الهيدروجين حيث تكون درجات الحرارة عالية. ويوزع الغاز أو الماء المشرى بالديوتيريوم من أبراج المرحلة الأولى عند نقطة التقاء الجزء الساخن والجزء البارد. وتكرر العملية في أبراج المرحلة التالية. والماء المشرى بالديوتيريوم بنسبة تصل الى ٢٠٪، الذي يمثل نتاج المرحلة الأخيرة. يرسل الى وحدة تقطير لانتاج ماء ثقيل صالح للمفاعلات - أي أكسيد الديوتيريوم بنسبة ٧٥٪.

أما عملية تبادل النشار والهيدروجين فيمكن أن تستخرج الديوتيريوم من غاز التركيب عن طريق التماس مع النشار المسائل بوجود مادة وسيطة. ويدخل غاز التركيب في أبراج التبادل ثم الى محول نشادر. ويتدفق الغاز داخل الأبراج من الجزء الأسفل الى الأعلى بينما يتدفق النشار المسائل من الجزء الأعلى الى الأسفل. ويجري انتزاع الديوتيريوم من الهيدروجين في غاز التركيب وتركيزه في النشار. ثم يتدفق النشار في مكسر النشار في أسفل البرج بينما يتدفق الغاز في محول النشار في الجزء الأعلى. وتم عملية الرأء اضافي في المراحل التالية. ويتم انتاج ماء ثقيل صالح للمفاعلات عن طريق التقطير النهائي. ويمكن توفير غاز التركيب اللازم في مصنع نشادر يمكن بناؤه الى جانب مصنع انتاج الماء الثقيل عن طريق تبادل النشار والهيدروجين. كما يمكن أن يستخدم في عملية تبادل النشار والهيدروجين الماء العادي كمصدر لتوفير الديوتيريوم.

والعديد من أصناف المعدات الرئيسية لمصانع انتاج الماء الثقيل عن طريق عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين. أو عن طريق عملية تبادل النشار والهيدروجين. هي أصناف مشتركة في عدة قطاعات من الصناعات الكيماوية والنفطية. وبطبق هذا بشكل خاص على المصانع الصغيرة التي تستخدم عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين. ولكن القليل من هذه الأصناف متاح "بصورة متيسرة". وعملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين. وعملية تبادل النشار والهيدروجين تتطلبان مساواة كميات كبيرة من المواد المائعة السامة السريعة الالتهاب والأكالة في مستويات الضغط العالية. وبالتالي فإن تحديد معايير تصميم وتشغيل المصانع والمعدات التي تستخدم هاتين العمليتين يتطلب اهتتام دقيق لاختيار المواد ومواصفاتها لتأمين عمر تشغيلي طويل وضمان عوامل تكفل مستويات ريفية من السلامة والعودة. ويمتد اختيار المقاييس بدرجة رئيسية على عوامل اقتصادية وعلى الحاجة. وبالتالي فإن معظم أصناف المعدات سيجري اعدادها وفقا لمتطلبات المستخدم.

وأخيرا، ينبغي أن يلاحظ في العمليتين -أي في عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين وعملية تبادل النشار والهيدروجين- أن أصناف المعدات التي لا تكون، على حدة، مصممة أو معدة خصيصا لانتاج الماء الثقيل يمكن تركيبها في نظم مصممة أو معدة خصيصا لانتاج الماء الثقيل. ومن الأمثلة على هذه النظم نظام انتاج الوسيط المستخدم في عملية تبادل النشار والهيدروجين، ونظام تقطير الماء المستخدم في التركيز النهائي للماء الثقيل ليكون صالحا للمفاعلات في كل من العمليتين.

وترد فيما يلي أصناف المعدات المصممة أو المعدة خصيصا لانتاج الماء الثقيل باستخدام أي من العمليتين -عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين أو عملية تبادل النشار والهيدروجين:

١-٦ أبراج تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين

أبراج تبادل مصنوعة من الفولاذ الكربوني الصافي (مثلا ASTM A516) يتراوح قطرها بين ٦ أمتار (٢٠ قدما) و ٩ أمتار (٢٠ قدما)، وتكون قادرة على أن تعمل في ظروف ضغط لا يقل عن ٢ ميغاباسكال (٢٠٠ رطل/بوصة مربعة) وتآكل مسموح به في حدود ٦ ملليمترات أو أكثر. وهي

أبراج مصممة أو معدة خصيصا لاتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين.

٢-٦ النفاخات والضاغطات

نفاخات أو ضاغطات بالطرد المركزي وحيدة المرحلة ومنخفضة الرأس (أي ٠.٢ ميغاباسكال أو ٣٠ رطلا/بوصة مربعة) لدورة غاز كبريتيد الهيدروجين (أي الغاز الذي يحتوي على كبريتيد الهيدروجين بنسبة تزيد على ٧٠٪)؛ وهي مصممة أو معدة خصيصا لاتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين. وهذه النفاخات أو الضاغطات لا تقل قدرتها عن ٥٦ مترا مكعبا/ثانية (120 000 SCFM)، بينما تعمل في ظروف ضغط لا يقل عن ١.٨ ميغاباسكال (٢٦٠ رطلا/بوصة مربعة)، وتكون محكمة بأختام مصممة لخدمة كبريتيد الهيدروجين الرطب.

٣-٦ أبراج تبادل النشادر والهيدروجين

أبراج لتبادل النشادر والهيدروجين لا يقل ارتفاعها عن ٢٥ مترا (١١٤.٣ قدما)، ويتراوح قطرها بين ١.٥ متر (٤.٩ أقدام) و ٢.٥ متر (٨.٢ أقدام)، وتكون قادرة على أن تعمل في ظروف ضغط يتجاوز ١٥ ميغاباسكال (٢٢٧.٥ رطلا/بوصة مربعة)، كما تكون مصممة أو معدة خصيصا لاتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل النشادر والهيدروجين. وهذه الأبراج تكون فيها على الأقل فتحة واحدة محورية مشبهة قطرها مماثل لقطر الجزء الاسطواني بحيث يمكن ادخال أو سحب أجزاء الأبراج الداخلية.

٤-٦ أجزاء الأبراج الداخلية والمضخات المرحلية

أجزاء أبراج داخلية ومضخات مرحلية مصممة أو معدة خصيصا لأبراج انتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل النشادر والهيدروجين وتشمل أجزاء الأبراج الداخلية ملامسات مرحلية مصممة خصيصا لتحقيق تماس وثيق بين الغاز والسائل. وتشمل المضخات المرحلية مضخات قابلة للتشغيل المفطور ومصممة خصيصا لدورة النشادر السائل في مرحلة تماس داخلية بالنسبة للأبراج المرحلية.

٥-٦ مكسرات النشادر

مكسرات نشادر تعمل في ظروف ضغط لا يقل عن ٢ ميغاباسكال (٤٥٠ رطلا/بوصة مربعة)، وتكون مصممة أو معدة خصيصا لاتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل النشادر والهيدروجين.

٦-٦ محلات الامتصاص بالأشعة دون الحمراء

محلات امتصاص بالأشعة دون الحمراء، تكون قادرة على التحليل "المباشر" لنسبة الهيدروجين والديوتيريوم حيث لا تقل نسبة تركيزات الديوتيريوم عن ٩٠٪.

٧-٦ الحراقات الوسيطة

حراقات وسيطة لتحويل غاز الديوتيريوم المشري الى ماء ثقيل، تكون مصممة أو معدة خصيصا لانتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل النشادر والهيدروجين.

٧-٧ مصانع تحويل اليورانيوم والمعدات المصممة أو المعدة خصيصا لها

ملحوظة تصهيدية

يجوز أن تؤدي مصانع ونظم تحويل اليورانيوم عملية تحول واحدة أو أكثر من نوع كيميائي لليورانيوم الى نوع آخر. بما في ذلك ما يلي: تحويل مركبات خام اليورانيوم الى ثالث أكسيد اليورانيوم، وتحويل ثالث أكسيد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم، وتحويل أكاسيد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم، أو سادس فلوريد اليورانيوم، وتحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى سادس فلوريد اليورانيوم، وتحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم، وتحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى فلز اليورانيوم، وتحويل فلوريدات اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم. والعديد من أصناف المعدات الرئيسية لمصانع تحويل اليورانيوم هي أصناف مشتركة في عدة قطاعات من صناعات المعالجة الكيميائية. وترد فيما يلي، على سبيل المثال، أصناف المعدات المستخدمة في هذه العمليات: الأفران، والاتومات الدوارة، والمضاعلات ذات التيمان المائعة، والمضاعلات ذات الأبراج المتوجهة، والطاردات المركزية للسوائل، وأعمدة التطهير، وأعمدة استخراج السوائل. ولكن الغالب من هذه الأصناف متاح "بصورة متيسرة" وبالتالي فإن معظمها سيجري اعداده وفقا لمتطلبات المستخدم ومواصفاته. ويتضمن الأمر، في بعض الحالات، وضع اعتبارات خاصة في التصميم والتشييد لمراعاة الخواص الأكتالة لبعض الكيماويات التي تتم معالجتها (الهينوم، والفلورين-٢٠، وثالث فلوريد الكلورين، وفلوريدات اليورانيوم). وأخيرا، ينبغي أن يلاحظ في جميع عمليات تحويل اليورانيوم أن أصناف المعدات التي لا تكون، على حدة، مصممة أو معدة خصيصا لتحويل اليورانيوم يمكن تركيبها في نظم مصممة أو معدة خصيصا لاستخدامها في تحويل اليورانيوم.

١٠-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصا لتحويل مركبات خام اليورانيوم الى ثالث أكسيد اليورانيوم

ملحوظة إيضاحية

يمكن تحويل مركبات خام اليورانيوم الى ثالث أكسيد اليورانيوم أولا بإذابة الخام في حامض النتريك واستخراج نترات الأورانيل النقاة باستخدام مذيب مثل فوسفات التريبوتيل. ثم يتم تحويل نترات الأورانيل الى ثالث أكسيد اليورانيوم. اما عن طريق التركيز ونزع النترات أو بالتصعيد باستخدام النشادر الغازي لانتاج ديورانات النشادر مع ما يلي ذلك من ترشيح وتحفيز وتكليس.

٢-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصا لتحويل ثالث أكسيد اليورانيوم الى سادس فلوريد اليورانيوم

ملحوظة إيضاحية

يمكن تحويل ثالث أكسيد اليورانيوم الى سادس فلوريد اليورانيوم عن طريق الفلورة مباشرة. وتتطلب العملية وجود مصدر لغاز الفلورين أو ثالث فلوريد الكلورين.

٣-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل ثالث أكسيد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم

ملحوظة ابضاحية

يمكن تحويل ثالث أكسيد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم عن طريق اختزال ثالث أكسيد اليورانيوم باستخدام غاز النشادر المكسر أو الهيدروجين.

٤-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل ثاني أكسيد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم

ملحوظة ابضاحية

يمكن تحويل ثاني أكسيد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم عن طريق تفاعل ثاني أكسيد اليورانيوم مع غاز فلوريد الهيدروجين عند درجة حرارة تتراوح بين ٢٠٠ و ٥٠٠ درجة مئوية.

٥-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى سادس فلوريد اليورانيوم

ملحوظة ابضاحية

يتم تحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى سادس فلوريد اليورانيوم عن طريق التفاعل المصحوب باطلاق الحرارة باستخدام الفلورين في مفاعل برجى. ويجرى تكثيف سادس فلوريد اليورانيوم من غازات الدوايق الساخنة عن طريق تمرير مجرى الدوايق عبر مصيدة باردة يتم تبريدها الى ١٠ درجات مئوية تحت الصفر. وتتطلب العملية وجود مصدر لغاز الفلورين.

٦-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى فلز اليورانيوم

ملحوظة ابضاحية

يتم تحويل رابع فلوريد اليورانيوم الى فلز اليورانيوم عن طريق اختزاله بالمغنسيوم (دفعات كبيرة) أو الكالسيوم (دفعات صغيرة). ويجرى التفاعل عند درجات حرارة تتجاوز نقطة انصهار اليورانيوم (١١٢٠ درجة مئوية).

٧-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصاً لتحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم

ملحوظة ابضاحية

يمكن تحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم عن طريق واحدة من ثلاث عمليات. في العملية الأولى، يتم اختزال سادس فلوريد اليورانيوم ويحلل بالماء الى ثاني أكسيد اليورانيوم باستخدام الهيدروجين والبخار. وفي العملية الثانية، يجري تحليل سادس فلوريد اليورانيوم بإذابته في الماء، ويضاف النشادر لترسيب ديورانات النشادر. وتختزل الديورانات الى ثاني أكسيد اليورانيوم باستخدام الهيدروجين بينما تكون درجة الحرارة ٨٢٠ درجة مئوية. أما في العملية الثالثة، فيتم دمج سادس فلوريد اليورانيوم الغازي وثاني أكسيد الكربون وثالث هيدروجين النروجين في الماء، حيث ترسب كربونات أورانييل النشادر. وتدمج كربونات أورانييل النشادر في البخار والهيدروجين عند درجة حرارة تتراوح بين ٥٠٠-٦٠٠ درجة مئوية لإنتاج ثاني أكسيد الكربون.

وعملية تحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى ثاني أكسيد الكربون. كثيرا ما تتم باعتبارها المرحلة الأولى في أي مصنع لإنتاج الوقود.

٨-٧ النظم المصممة أو المعدة خصيصا لتحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم

ملحوظة ابضاحية

يتم تحويل سادس فلوريد اليورانيوم الى رابع فلوريد اليورانيوم عن طريق اختزاله بالميدروجين.