هيئة الرقابة النووية والإشعاعية - اللوائح الفنية الخاصة

القائمة الوطنية للأصناف المقيدة في المجالات النووية

NRRC-R-18-SR01 Rev.01

2024

هيئة الرقابة النووية والإشعاعية
Nuclear and Radiological Regulatory Commission

اللوائح الفنية الخاصة

القائمة الوطنية للأصناف المقيدة في المجالات النووية

2024

NRRC-R-18-SR01 Rev.01

التمهيد

تضع هذه اللائحة الفنية الخاصة قائمة بالأصناف المقيدة في المجالات النووية، والتي تُقيّد تطوير أو إنتاج أو حيازة أو استخدام أو استيراد أو تصدير أو إعادة تصدير أو نقل ملكية أو تجارة أو عبور أو شحن عابر لجميع الأصناف الواردة فيها. وتشمل هذه الأصناف المواد النووية وخاماتها، والمصادر الإشعاعية، والمتعلقات النووية، وهي ما يتعلق بمادة أو بضاعة أو تقنية أو برامج حاسوبية أو بيانات ترتبط بالجانب النووي أو الإشعاعي، وكذلك المواد ذات الاستخدام المزدوج النووي وغير النووي، وتخضع استخداماتها لشروط محددة؛ كونها عرضة لإساءة الاستخدام. وهذه القائمة وُضعت بما يتّفق مع الأنظمة الوطنية والالتزامات الدولية التالية:

- الفقرة (١) من المادة الرابعة عشرة من نظام الرقابة على الاستخدامات النووية والإشعاعية، الصادر بالمرسوم الملكي رقم (م/٨٢) وتاريخ ١٤٣٩/٧/٢٥هـ، والذي يحظر على أي شخص تصدير أو استيراد مواد نووية، أو متعلقات نووية، أو مواد مشعّة، أو مكونات المرافق، أو أي مادة تحددها الهيئة؛ مالم يحصل على ترخيص بذلك.
- الفقرة (٣) من المادة الثالثة من تنظيم هيئة الرقابة النووية والإشعاعية، الصادر بقرار مجلس الوزراء رقم (٣٣٤) وتاريخ ١٤٣٩/٦/٢٥هـ، والتي تتضمن المهام والاختصاصات التي تتولاها الهيئة ومنها مراقبة تصدير واستيراد وتداول المواد النووية، والمتعلقات النووية، والمواد المشعّة.
- نظام الرقابة على الاستخدامات النووية والإشعاعية في المادة الخامسة والثلاثين منه والذي يلغي كل ما يتعارض معه من أحكام.
- اللوائح الفنية لنظام الرقابة على الاستخدامات النووية والإشعاعية،

الموافق عليها بموجب قرار مجلس إدارة هيئة الرقابة النووية والإشعاعية رقم (ق/١/١/٢٠٢٢) وتاريخ ١٤٤٣/٩/١٩هـ، ومنها على وجه الخصوص اللوائح التالية، وما قد يتبعها من تحديثات:

- لائحة الأمان الإشعاعي (NRRC-R-01)
- لائحة الإشعار والإذن للمرافق والأنشطة ذات المصادر الإشعاعية (NRRC-R-02)
- لائحة حصر ومراقبة المواد النووية (NRRC-R-12)
- لائحة الإذن والتحكم الرقابي بالمتعلقات النووية (NRRC-R-18)

- نظام "قانون" الجمارك الموحد لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، الصادر بالمرسوم الملكي رقم (م/٤١) وتاريخ ١٤٢٣/١١/٣هـ، بيّن في الباب الثالث (من المادة التاسعة عشرة إلى المادة الرابعة والعشرون) الجوانب المتعلقة بالمنع والتقييد. حيث تضمنت المادة الرابعة والعشرون بأنه بموجب أحكام هذا النظام فإن الإدارة الجمركية تمنع دخول أو خروج (واردات وصادرات) البضائع الممنوعة أو المخالفة أو عبورها (الترانزيت)، كما تمنع دخول أو خروج (واردات وصادرات) البضائع المقيدة إلا بموافقة صادرة عن جهات الاختصاص في الدولة (وهي هيئة الرقابة النووية والإشعاعية في كافة مجالات الرقابة النووية والإشعاعية بما فيها الاستيراد والتصدير والعبور).

- نظام استيراد المواد الكيميائية وإدارتها (نظام إدارة المواد الكيميائية)، الصادر بالمرسوم الملكي رقم (م/٣٨) وتاريخ ١٤٢٧/٦/١٦هـ، وتعديله الصادر بالمرسوم الملكي رقم (م/١٠) وتاريخ ١٤٤٣/١/١٨هـ، حيث ورد في المادة

الثالثة من النسخة المعدلة من النظام "... مراعاة اختصاصات الجهات الأخرى الواردة في الأنظمة" ومنها نظام الرقابة على الاستخدامات النووية والإشعاعية، الصادر بالمرسوم الملكي رقم (م/٨٢) وتاريخ ١٤٣٩/٧/٢٥هـ، وتنظيم هيئة الرقابة النووية والإشعاعية، الصادر بقرار مجلس الوزراء رقم (٣٣٤) وتاريخ ١٤٣٩/٦/٢٥هـ.

- نظام الأجهزة والمستلزمات الطبية، الصادر بالمرسوم الملكي رقم (م/٥٤) وتاريخ ١٤٤٢/٧/٦هـ، حيث ورد في المادة الرابعة من النظام "مع مراعاة اختصاصات هيئة الرقابة النووية والإشعاعية بإصدار التراخيص اللازمة لممارسة الأنشطة المتعلقة باستخدام المواد الطبية المشعة؛ يشترط موافقة الهيئة على المواصفات الفنية والإكلينيكية لتلك المواد قبل ترخيصها من هيئة الرقابة النووية والإشعاعية".

- إيفاء الهيئة بالتزامات المملكة ذات الصلة باختصاصاتها، بما في ذلك منع الانتشار، وهي أحد أهداف ومهام هيئة الرقابة النووية والإشعاعية بموجب الفقرة (٣) من المادة الثانية من نظام الرقابة على الاستخدامات النووية والإشعاعية، ومسؤوليات المملكة ذات الصلة بقرارات مجلس الأمن وبوجه خاص قرار مجلس الأمن التابع للأمم المتحدة ١٥٤٠ (٢٠٠٤)، والمعني بمنع انتشار أسلحة التدمير الشامل وعلى رأسها النووية، للجهات غير التابعة للدول (الأفراد أو الكيانات الذين لا يعملون تحت السلطة القانونية لأي دولة، ويقومون بأنشطة تندرج في نطاق هذا القرار)، ويدعو جميع الدول الأعضاء إلى وضع قوائم وطنية للرقابة على الأصناف المقيدة، وتنفيذ قرارات مجلس الأمن التابع للأمم المتحدة من الفصل السابع من ميثاق الأمم المتحدة، الصادرة في شأن بعض الدول في إطار منع الانتشار.

- التزامات المملكة في الاتفاقيات الثنائية مع عدد من الدول في مجالات الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، وجوانبها الرقابية، وما تضمّنته هذه الاتفاقيات الثنائية من التأكيد على قوائم الأصناف الواردة في وثيقة الوكالة الدولية للطاقة الذرية (INFCIRC/254) الخاصة بمجموعة الموردين النوويين (Nuclear Suppliers Group - NSG).

- اتفاق بين المملكة والوكالة الدولية للطاقة الذرية لتطبيق اتفاق الضمانات الشاملة، في إطار معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، الموافق عليه بالمرسوم الملكي رقم (م/٥١) وتاريخ ١٤٢٩/٨/١١هـ.

- مدونة قواعد السلوك بشأن أمان المصادر المشعة وأمنها، والصادرة بالقرار رقم (٧) في المؤتمر العام في الدورة (٤٧) للوكالة الدولية للطاقة الذرية عام ٢٠٠٣م، والتي أيدتها المملكة.

- تتوافق هذه اللائحة الفنية الخاصة مع الاتفاقية العامة للتعرفة والتجارة (General Agreement on Tariffs and Trade - GATT)، الواردة في وثائق انضمام المملكة إلى منظمة التجارة العالمية (WTO)، الموافق عليها بالمرسوم الملكي رقم (م/٥٤) وتاريخ ١٤٢٦/٩/٢١هـ، حيث ورد في المادة (٢٠) من الاتفاقية أنه لا يوجد ما يمنع من اتخاذ الدول لإجراءات أو تشديد إجراءاتها، ومنها تلك الضرورية لحماية الانسان والحيوان أو النبات أو الصحة، والإجراءات المتعهد بأدائها تنفيذاً لالتزامات في ظل أي اتفاقية سلمية بين الحكومات. والاستثناءات الخاصة بالأمن – الواردة في المادة (٢١) من الاتفاقية – والتي تُشير بأنه لا يوجد في هذه الاتفاقية ما يمكن تفسيره لمنع أي دولة طرف من اتخاذ أي اجراء يراه ضروريا لحماية مصالحه الأساسية الخاصة بالأمن، ومن ذلك مما يتعلق بالمواد القابلة

للانشطار أو بالمواد المشتقة منها، وتنفيذ التزاماتها وفقاً لميثاق هيئة الأمم المتحدة لصيانة السلم والأمن الدوليين.

- الاتفاقية الدولية للنظام المنسق لتصنيف وتبويب السلع – دخلت حيز النفاذ في ١ يناير ١٩٨٨م، وصادقت عليها المملكة بموجب المرسوم الملكي رقم (م/٥٦) وتاريخ ١٤٠٧/١٠/١٩ هـ.

تم اعتماد هذه اللائحة الفنية الخاصة (NRRC-R-18-SR01 Rev.01) بموجب قرار الرئيس التنفيذي لهيئة الرقابة النووية والإشعاعية رقم (١٦٠٧) وتاريخ ١٤٤٥/٧/٩هـ، ويُلحق بها في وثيقة منفصلة قائمة بالأصناف المقيدة (NRRC-R-18-SR01-Annex Rev.01) متضمنةً رموز النظام الجمركي المنسّق (HS Codes)، وترميزها في هذه اللائحة (Index)، وتلغي أي إصدارات سابقة بشأنها.

الفهرس

الباب الأول: الهدف والنطاق والتعريفات ١٠

الفصل ١: الهدف ١٠

الفصل ٢: النطاق ١٠

الفصل ٣: التعريفات ١٠

الباب الثاني: القائمة الأولى ١٣

١. المواد النووية وخاماتها ١٣

١-١ المادة المصدرية ١٣

١-٢ المادة الانشطارية الخاصة ١٤

١-٣ الخامات النووية ١٤

٢. المصادر الإشعاعية ١٤

٢-١ المواد المشعّة ١٥

٢-٢ مولدات الإشعاعات ١٥

٣. المتعلقات النووية للاستخدامات النووية ١٥

٣-١ المفاعلات النووية، والمعدات والمكونات المصممة أو المُعدة خصيصاً لها ١٥

٣-٢ المواد غير النووية ٢١

٣-٣ مرافق إعادة معالجة عناصر الوقود النووي المشعع، والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها ٢٢

٣-٤ مرافق إنتاج عناصر وقود المفاعلات النووية، والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها ٢٧

٣-٥ مرافق فصل نظائر اليورانيوم الطبيعي أو اليورانيوم المستنفد أو المواد الانشطارية الخاصة، والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها، بخلاف الأجهزة الدقيقة التحليلية ٢٩

٣-٦ مرافق إنتاج أو تركيز الماء الثقيل والديتيريوم ومركبات الديتيريوم، والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها ٨٤

٣-٧ مرافق تحويل اليورانيوم والبلوتونيوم المستخدمين في صنع عناصر الوقود النووي وفصل نظائر اليورانيوم، على النحو المذكور في القسمين٣-٤ و٣-٥، والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها ٩٠

الباب الثالث: القائمة الثانية ٩٩

١. المعدات الصناعية ١٠٠

٢. المواد ١١٥

٣. معدات ومكونات الفصل النظيري لليورانيوم (بخلاف الأصناف الواردة في القائمة الأولى) ١٢٥

٤. معدات متصلة بمرافق إنتاج الماء الثقيل (بخلاف الأصناف الواردة في القائمة الأولى) ١٣٩

٥. معدات اختبار وقياس لتطوير أجهزة التفجير النووية ١٤٢

٦. مكونات أجهزة التفجير النووية ١٤٨

مرفق: نظام الوحدات الدولي (SI Units) المستخدم في اللائحة الفنية الخاصة ١٥٥

الباب الأول: الهدف والنطاق والتعريفات

الفصل ١: الهدف

١. تُحدد هذه اللائحة الفنية الخاصة قائمة بالأصناف المقيدة في المجالات النووية، والتي تُقيّد تطوير أو إنتاج أو حيازة أو استخدام أو استيراد أو تصدير أو إعادة تصدير أو نقل ملكية أو تجارة أو عبور أو شحن عابر لجميع الأصناف الواردة فيها. وتشمل هذه الأصناف المواد النووية وخاماتها، والمصادر الإشعاعية، والمتعلقات النووية، وهي ما يتعلق بمادة أو بضاعة أو تقنية أو برامج حاسوبية أو بيانات ترتبط بالجانب النووي أو الإشعاعي، وكذلك المواد ذات الاستخدام المزدوج النووي وغير النووي، وتخضع استخداماتها لشروط محددة؛ كونها عرضة لإساءة الاستخدام.

الفصل ٢: النطاق

٢. تُطبق هذه اللائحة الفنية الخاصة على تطوير أو إنتاج أو حيازة أو استخدام أو استيراد أو تصدير أو إعادة تصدير أو نقل ملكية أو تجارة أو عبور أو شحن عابر لجميع الأصناف الواردة فيها.

الفصل ٣: التعريفات

الدقّة (Accuracy)

تُقاس من خلال عدم الدقّة، وتعرّف بأنها أقصى انحراف – موجب أو سالب – لقيمة عن معيار مقبول أو قيمة حقيقية.

الانحراف الموضعي الزاوي (Angular position deviation)

أقصى اختلاف بين الموضع الزاوي المقاس والموضع الزاوي الفعلي، بعد انحراف لوحة تحميل قطعة الشغل (workpiece) عن موضعها الأصلي.

التحكم الكنتوري (Contouring control)

حركتان أو أكثر من الحركات المتحكم فيها عددياً، ويتم ادارتها وفقاً للتعليمات التي تحدد الموضع التالي المطلوب ومعدلات التلقيم (feed rates) المطلوبة لذلك الموضع. وتتباين معدلات التلقيم فيما بينها بحيث يتكوّن التحديد (contour) المرغوب فيه.

مواد ليفية أو خيطية (Fibrous or filamentary materials)

مواد متصلة تشمل المواد الخيطية الأحادية (monofilaments)، أو الأوبار (yarns)، أو الفتائل المسحوبة (rovings)، أو النسالات (tows)، أو الشرائط (tapes).

ملاحظة:

١. الخيوط أو المادة الخيطية الأحادية: أصغر وحدة للألياف، ويبلغ قطره عادةً عدة مايكرومترات (μm).

٢. الفتلة المسحوبة: حزمة من الجدائل شبه المتوازية (parallel strands) تتراوح ما بين ١٢ – ١٢٠ جديلة.

٣. الجديلة: حزمة من الخيوط مرتبة بشكل شبه متوازي، وتكون عادةً أكثر من ٢٠٠ خيط.

٤. الشريط: مادة مركبة من خيوط، أو جدائل، أو فتل مسحوبة،أو نسالات،أو أوبار، متشابكة أو أحادية الاتجاه، يتم عادةً تقويتها تمهيدياً بمادة صمغية (resin).

٥. النسالة: حزمة من الخيوط، وتكون عادةً شبه متوازية.

٦. أوبار: حزمة من الجدائل المفتولة.

الخطيّة (Linearity)

تُقاس عادةً بمقياس اللاخطيّة (non-linearity)، وهو متوسط قراءة أعلى وأدنى القياسات – موجب أو سالب – عن خط مستقيم في موضع يتيح له معادلة أقصى انحرافات وتقليلها إلى الحد الأدنى.

مقياس عدم التأكد (Measurement uncertainty)

المعامل الذي يحدد النطاق الذي تكمن فيه القيمة الصحيحة لقيمة المتغير القابل للقياس بنسبة ثقة تبلغ ٩٥٪، ويشمل الانحرافات المتكررة غير المصححة، والحركات الارتجاعية (backlash) غير المصححة، والانحرافات العشوائية (random deviations).

التحكم العددي (Numerical control)

التحكم الآلي لعملية تتم بواسطة جهاز يستخدم البيانات العددية التي يتم إدخالها عادةً أثناء سير العملية.

عناصر أخرى (Other elements)

جميع العناصر الأخرى غير الهيدروجين واليورانيوم والبلوتونيوم.

البرنامج (Program)

مجموعة متتابعة من التعليمات لتنفيذ عملية بواسطة حاسب إلكتروني، أو يمكن تحويلها إلى شكل قابل للتنفيذ على هذا النحو.

دقّة الاستبانة (Resolution)

أصغر مقدار من وحدة القياس لجهاز قياس معيّن، وأقل الأجزاء قيمة في الأجهزة الرقمية.

الباب الثاني: القائمة الأولى

تتضمّن هذه القائمة المواد النووية وخاماتها، والمصادر الإشعاعية، والمتعلقات النووية للاستخدامات النووية.

ضوابط نقل التقنية:

تخضع عملية نقل التقنية المرتبطة ارتباطاً مباشراً بأي صنف من الأصناف الواردة في القائمة الأولى إلى ذات القدر من الضوابط التي يخضع لها الصنف ذاته، وفقاً لما تحدّده هيئة الرقابة النووية والإشعاعية.

ضوابط نقل البرامج الحاسوبية:

تخضع عملية نقل البرامج الحاسوبية المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتطوير أو إنتاج أو استخدام أي صنف من الأصناف الواردة في القائمة الأولى إلى ذات القدر من الضوابط التي يخضع لها الصنف ذاته، وفقاً لما تحدّده هيئة الرقابة النووية والإشعاعية

١. المواد النووية وخاماتها

تشمل المواد النووية جميع نظائر البلوتونيوم واليورانيوم والثوريوم، والمركبات والمخاليط والأجهزة التي تحتوي على أي من المواد السابقة. ولأغراض تطبيق الضمانات النووية يُقصد بالمواد النووية أي مادة مصدرية أو مادة انشطارية خاصة.

١-١ المادة المصدرية

010100010000
010100020000
010100030000

اليورانيوم المحتوي على مزيج النظائر الموجودة في الطبيعة، واليورانيوم المستنفد بالنظير ٢٣٥، والثوريوم، وأي مادة من المواد السابقة تكون بشكل معدن أو مزيج معادن أو مركب كيميائي أو مادة مركّزة. وأي مادة أخرى تحتوي على واحدة أو أكثر من المواد السابقة بدرجة تركيز

تتبناها الوكالة الدولية للطاقة الذرية ويتم الأخذ بها من هيئة الرقابة النووية والإشعاعية، وأي مادة أخرى تتبناها الوكالة الدولية للطاقة الذرية ويتم الأخذ بها من قبل هيئة الرقابة النووية والإشعاعية.

١-٢ المادة الانشطارية الخاصة

010200010000
010200020000
010200030000
010200040000
010200050000

البلوتونيوم-٢٣٩ (^{239}Pu)، واليورانيوم-٢٣٣ (^{233}U)، واليورانيوم المثرى بأحد النظيرين ٢٣٥ أو٢٣٣، وأي مادة تحتوي على واحدة أو أكثر مما سبق – من ضمنها وقود المفاعلات النووية، وأي مادة انشطارية أخرى تتبناها الوكالة الدولية للطاقة الذرية ويتم الأخذ بها من قبل هيئة الرقابة النووية والإشعاعية. ولا تشمل المادة الانشطارية الخاصة المادة المصدرية.

ملاحظة:

يقصد باليورانيوم المثرى بأحد النظيرين ٢٣٥ أو٢٣٣ اليورانيوم المحتوى على أي من النظيرين ٢٣٥ أو٢٣٣ أو كليهما بكمية تكون معها نسبة وفرة مجموع هذين النظيرين إلى النظير ٢٣٨ أكبر من نسبة النظير ٢٣٥ إلى النظير ٢٣٨ في اليورانيوم الطبيعي.

١-٣ الخامات النووية

010200060100
010200060200

معدن أو تجميع كيميائي طبيعي يحتوي على أي كمية من اليورانيوم أو الثوريوم بكمية ونوعية تجعل تعدين واستخراج اليورانيوم أو الثوريوم مُجدياً من الناحية الاقتصادية.

٢. المصادر الإشعاعية

مولدات الإشعاعات، والمصادر المشعّة وأي مادة مشعّة أخرى خارج دورة الوقود النووي لمفاعلات الأبحاث ومفاعلات الطاقة

020100010000
020100020000
020100030000

٢-١ المواد المشعّة

المواد التي ينبعث منها إشعاعات مؤينة سواء منفردة بنفسها أو ضمن معدات أخرى، والتي قد تُستخدم لأغراض علمية أو صناعية أو طبية. وتشمل المصادر المشعّة المختومة بصفة دائمة في كبسولة أو مربوطة بإحكام وفي شكل صلب، وغير المختومة. ويندرج تحت هذا التعريف المواد المشعّة المتكونة طبيعياً.

020200000000

٢-٢ مولدات الإشعاعات

الأجهزة القادرة على توليد إشعاعات مؤينة، قد تكون أشعة سينية، أو نيوترونات، أو إلكترونات، أو جسيمات مشحونة أخرى، والتي قد تُستخدم لأغراض علمية أو صناعية أو طبية. وتشمل معجلات الجسيمات الخطية (linear particles accelerators)، وأنظمة الأشعة السينية (X-ray generators)، ومعجلات الجسيمات الإلكترونية (electron beam accelerators)

٣. المتعلقات النووية للاستخدامات النووية

٣-١ المفاعلات النووية، والمعدات والمكونات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها

ملاحظة:

يمكن وصف مختلف أنواع المفاعلات النووية بناءً على نوع المهدئ المُستخدم (moderator) (مثل الجرافيت، أو الماء الثقيل، أو الماء الخفيف)، أو طيف النيوترونات فيها (مثل النيوترونات الحرارية أو السريعة)، أو نوع المبرّد المستخدم (مثل الماء، أو المعدن السائل، أو الملح المصهور، أو الغاز)،

أو حسب وظيفتها أو نوعها (مثل مفاعلات الطاقة ومفاعلات البحوث ومفاعلات الاختبار)، والغرض من ذلك أن تدخل كل هذه الأنواع من المفاعلات النووية ضمن نطاق الأصناف المقيدة في هذه اللائحة الفنية الخاصة

030101000000 **٣-١-١ المفاعلات النووية الكاملة**

مفاعلات نووية قادرة على العمل بحيث تحافظ على تفاعل تسلسلي انشطاري مستدام وخاضع للسيطرة.

ملاحظة:

يتضمن المفاعل النووي الأصناف الموجودة داخل وعاء المفاعل أو المتصلة به اتصالاً مباشراً، والمعدات التي تتحكم في مستوى القدرة (power) داخل قلب المفاعل، والمكونات التي تحتوي على المبرّد الأولي لقلب المفاعل أو تتصل به اتصالاً مباشراً أو تتحكم فيه.

030102000000 **٣-١-٢ أوعية المفاعلات النووية**

هي الأوعية المعدنية، أو الأجزاء الرئيسية المشكّلة مصنعياً، المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لاحتواء قلب المفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه، وكذلك المكونات الداخلية للمفاعل النووي، حسب تعريفها الوارد في الصنف ٣-١-٨ أدناه.

ملاحظة:

يغطي الصنف ٣-١-٢ أوعية المفاعلات النووية بغض النظر عن درجة ضغطها، وتشمل أوعية الضغط، وأنابيب المائع الساخن للمفاعلات (calandrias)، ويغطي الصنف ٣-١-٢ رأس وعاء المفاعل، باعتباره أحد أجزاء وعاء المفاعل الرئيسية المشكّلة مصنعياً.

٣-١-٣ آلات تحميل وتفريغ وقود المفاعلات النووية 0301030000000

معدات المناولة المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لإدخال الوقود في المفاعل النووي أو إخراجه منه، حسب تعريفه الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه

ملاحظة:

الأصناف المذكورة أعلاه قادرة على تحميل الوقود النووي وتفريغه، أو استعمال أجهزة متقدمة تقنياً تعمل على ترتيب أو رصّ الوقود النووي بما يتيح إجراء عمليات التفريغ المعقدة، مثل العمليات التي لا تتيسر أثناءها عادةً معاينة الوقود النووي بشكل مباشر أو الوصول إليه بطريقة مباشرة

٤-١-٣ قضبان ومعدات التحكم في المفاعلات النووية 0301040000000

القضبان، أو الهياكل المساندة أو المعلّقة اللازمة لها، أو آليات تحريك القضبان، أو أنابيب توجيه القضبان المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً للتحكم في عملية الانشطار في المفاعلات النووية، حسب تعريفها الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه

٥-١-٣ أنابيب الضغط الخاصة بالمفاعلات النووية 0301050000000

أنابيب مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاحتواء كل من عناصر الوقود والمبرّد الأولي للمفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه.

ملاحظة:

أنابيب الضغط هي أجزاء من قنوات الوقود مصمّمة بحيث يمكن تشغيلها عند ضغط مرتفع، يتجاوز في بعض الحالات ٥ ميجا باسكال.

030106000000

٣-١-٦ غلاف الوقود النووي

أنابيب مصنوعة من فلز أو سبائك الزركونيوم، مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً للاستخدام كغلاف للوقود داخل المفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه.

ملاحظة:

- لأنابيب الضغط المصنوعة من الزركونيوم،انظر الصنف ٣-١-٥، ولأنابيب كالاندريا (calandria tubes)، انظر الصنف ٣-١-٨.

- الأنابيب المصنوعة من فلز أو سبائك الزركونيوم المخصصة لاستخدامها في المفاعلات النووية هي أنابيب تتكون من زركونيوم تقل فيها نسبة وزن الهافنيوم إلى الزركونيوم عن ١ إلى ٥٠٠ جزء.

030107000000

٣-١-٧ مضخّات أو مدوّرات المبرّد الأولي

مضخّات أو مدوّرات مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتمرير المبرّد الأولي داخل المفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه

ملاحظة:

تشمل المضخّات أو المدوّرات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً مضخّات للمفاعلات النووية المبرّدة بالماء، ومدوّرات للمفاعلات النووية المبرّدة

بالغاز، ومضخّات كهرومغناطيسية وميكانيكية للمفاعلات النووية المبرّدة بالمعدن السائل. كما يمكن أن تشمل هذه المعدات على مضخّات ذات نظم مغلقة بختم أو متعددة الأختام لمنع تسرب المبرّد الأولي، والمضخّات المدمجة مع المحرّك (canned-driven)، ومضخّات ذات نظم كتلية بقصور ذاتي (inertial mass systems).

030108000000 **٣-١-٨ المكونات الداخلية للمفاعل النووي**

مكونات داخلية للمفاعل النووي مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً للاستخدام في مفاعل نووي حسب تعريفه الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه، وتشمل – على سبيل المثال – الأعمدة الداعمة لقلب المفاعل، وقنوات الوقود، وأنابيب كالاندريا (calandria tutbes)، والدروع الحرارية، والعارضات (baffles)، وألواح قلب المفاعل الشبكية (core grid plates)، وألواح المفاعل الانتشارية (diffuser plates).

ملاحظة:

المكونات الداخلية للمفاعل النووي هي هياكل رئيسية تقع داخل وعاء المفاعل وتقوم بوظيفة واحدة أو أكثر مثل دعم قلب المفاعل، والمحافظة على تراصف الوقود، وتوجيه انسياب المبرّد الأولي، وتوفير دروع لحماية وعاء المفاعل من الإشعاع، وتوجيه الأجهزة الدقيقة داخل قلب المفاعل.

030109000000 **٣-١-٩ مبادلات الحرارة**

030109000100 أ. مولدات بخار مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً

030109000200 لاستخدامها في دائرة المبرّد الأولية أو الوسيطة

للمفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه.

ب. مبادلات حرارة أخرى مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في دائرة المبرّد الأولية لمفاعل نووي، حسب تعريفه الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه.

ملاحظة:

مولدات البخار المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً هي لنقل الحرارة المتولدة في المفاعل النووي إلى ماء التلقيم (feed water) لأغراض توليد البخار، وفي حالة المفاعلات السريعة التي توجد فيها كذلك دائرة تبريد وسيطة، يكون مولد البخار في الدائرة الوسيطة. ويمكن في المفاعلات النووية المبرَّدة بالغاز استخدام مبادل حرارة لنقل الحرارة إلى دائرة غازية ثانوية تُحرك توربيناً غازياً.

030110000000

٣-١-١٠ كواشف النيوترونات

كواشف مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتحديد مستويات تدفق النيوترونات داخل قلب المفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه.

ملاحظة:

- يشمل هذا الصنف الكواشف الموجودة داخل قلب المفاعل النووي وخارجه.
- الكواشف الموجودة خارج قلب المفاعل

النووي هي الأجهزة التي توجد خارج قلب المفاعل النووي، ولكنها تقع داخل التدريع البيولوجي للمفاعل النووي، حسب تعريفه الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه.

030111000000

٣-١-١١ الدروع الحرارية الخارجية

دروع حرارية خارجية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً للتقليل من فقدان الحرارة وحماية أوعية الاحتواء في المفاعلات النووية، حسب تعريفها الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه.

٣-٢ المواد غير النووية

030200020000

٣-٢-١ الديتيريوم والماء الثقيل

الديتيريوم، والماء الثقيل (أكسيد الديتيريوم)، وأي مركبات أخرى للديتيريوم تزيد فيها نسبة ذرات الديتيريوم إلى ذرات الهيدروجين عن ١ إلى ٥٠٠٠، لغرض الاستخدام في المفاعلات النووية، حسب تعريفها الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه

030200030000

٣-٢-٢ الجرافيت الصالح للاستعمال في المفاعلات النووية

الجرافيت بمستوى نقاء أعلى من ٥ أجزاء في المليون من مكافئ البورون، وكثافة أكبر من ١,٥٠ جرام/سم^{٣}، لغرض الاستخدام في المفاعلات النووية، حسب تعريفها الوارد في الصنف ٣-١-١ أعلاه.

٣-٣ مرافق إعادة معالجة عناصر الوقود النووي المشعّ، والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها

تؤدي إعادة معالجة الوقود النووي المشعّ إلى فصل البلوتونيوم واليورانيوم عن النواتج الانشطارية شديدة الإشعاع وغيرها من عناصر ما بعد اليورانيوم (transuranic elements). وتعتبر طريقة (Purex) إحدى الطرق المُستخدمة في إعادة معالجة الوقود النووي المشعّ، والتي تتضمّن إذابة الوقود النووي المشعّ في حمض النتريك، ثم فصل اليورانيوم والبلوتونيوم والنواتج الانشطارية عن طريق الاستخلاص بالمذيبات وذلك باستعمال مزيج من فوسفات ثلاثي البوتيل المخلوط بمخفف عضوي.

وتتشابه المرافق التي تستخدم طريقة (Purex) فيما تؤديه من وظائف، والتي تتضمّن تقطيع و/أو إزالة غلاف عناصر الوقود النووي المشعّ، وإذابة الوقود، والاستخلاص بالمذيبات، وتخزين المحلول الناتج عن المعالجة، ويمكن أن تكون هناك أيضاً معدات لنزع النيترات حرارياً من نيترات اليورانيوم، وتحويل نيترات البلوتونيوم إلى أكاسيد أو فلزات، ومعالجة محاليل نفايات النواتج الانشطارية لتحويلها إلى شكل يصلح للتخزين لفترات طويلة أو التخلص النهائي، إلا أن الأنواع المحددة للمعدات التي تؤدي تلك الوظائف، وأشكالها الهندسية، قد تتفاوت فيما بين المرافق التي تستخدم طريقة (Purex)، وذلك لعدة أسباب منها نوع وكمية الوقود النووي المشعّ اللازم إعادة معالجته، وأوجه الاستعمال للمواد المستخلصة، ومبادئ الأمان والصيانة التي تتم مراعاتها عند تصميم تلك المرافق.

وتشمل مرافق إعادة معالجة عناصر الوقود النووي المشعّ المعدات والمكونات التي تتصل عادةً اتصالاً مباشراً بالوقود

النووي المشعّع وتُستخدم في التحكم المباشر فيه، وكذلك ما يحدث أثناء المعالجة من تدفقات للمواد النووية والنواتج الانشطارية.

ويرد فيما يلي الأصناف المندرجة ضمن المعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لإعادة معالجة عناصر الوقود النووي المشعّع:

030300010000 **٣-٣-١ معدات إزالة غلاف عناصر الوقود النووي المشعّع والآت تقطيعه**

معدات يتم تشغيلها عن بعد، وتكون مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في مرافق إعادة معالجة عناصر الوقود النووي المشعّع، والغرض منها تعريض أو تحضير المواد النووية المشعّعة في تجميعات أو حزم أو قضبان الوقود النووي للمعالجة

ملاحظة:

تقوم هذه المعدات بقص أو قطع أو كسر غلاف الوقود النووي لتعريض المواد النووية المشعّعة للمعالجة أو تحضيرها للمعالجة، والأكثر شيوعاً استعمال أدوات قص مصمّمة خصيصاً لتقطيع الفلزات، ويمكن أيضاً استعمال معدات متقدمة مثل أجهزة الليزر وآلات التقشير أو تقنيات أخرى. ويتضمن ذلك إزالة الغلاف للوقود المشعّع قبل عملية الإذابة.

030300020000 **٣-٣-٢ أوعية الإذابة**

أوعية إذابة أو مذيبات تستعمل أجهزة ميكانيكية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في مرافق

إعادة معالجة عناصر الوقود النووي المشعّ، والهدف منها إذابة الوقود النووي المشعّ، وهي قادرة على مقاومة السوائل الساخنة المؤكسِدَة، ويمكن تحميلها وتشغيلها وصيانتها عن بعد.

ملاحظة:

تتلقى أوعية الإذابة أجزاء الوقود النووي الصلب المشعّ. ويُصنَع غلاف الوقود النووي من مواد منها الفولاذ المقاوم للصدأ والزركونيوم أو سبائك من هذه المواد، ويتعين إزالة غلاف الوقود النووي و/أو قصه أو تكسيره قبل تحميله في المذيبات؛ لتمكين الحمض من الوصول إلى مصفوفة الوقود. ويذاب الوقود المشعّ عادة في أحماض معدنية قوية مثل حمض النيتريك، وإزالة أي غلاف غير مذاب. وتصنع أوعية الإذابة والمذيبات التي تستعمل أجهزة ميكانيكية من مواد مثل الفولاذ منخفض الكربون المقاوم للصدأ أو التيتانيوم أو الزركونيوم أو مواد أخرى عالية الجودة. وقد تتضمن المذيبات نظم لإزالة غلاف الوقود النووي أو مخلفاته، ونظم تحكم ومعالجة للغازات المشعّة المنبعثة، ويكون لبعض أوعية الإذابة والمذيبات سمات تمكّن من وضعها عن بعد بما أنه يتم تحميلها وتشغيلها وصيانتها خلف تدريع سميك.

030300030000

٣-٣-٣ أجهزة ومعدات استخلاص المذيبات

أجهزة ومعدات استخلاص المذيبات، مثل الأعمدة المعبأة أو النبضية (packed or pulse columns)، أو خلاطات الترسيب (mixer settlers) أو موصلات الطرد المركزي المصمّمة أو المُعَدّة

خصيصاً لاستخدامها في مرافق إعادة معالجة الوقود النووي المشعّ. ويجب أن تكون معدات استخلاص المذيبات ذات قدرة عالية على مقاومة التأثير المؤكسِد لحمض النتريك، ويتم تصنيعها بمواصفات عالية الدقة (بما في ذلك وسائل اللحام والفحص المستخدمة، واجراءات لضمان ومراقبة الجودة)، وتُصنَع هذه المعدات من الفولاذ المقاوم للصدأ المحتوي على نسبة منخفضة من الكربون، أو من التيتانيوم، أو الزركونيوم، أو غير ذلك من المواد عالية الجودة

ملاحظة:

تتلقى أجهزة استخلاص المذيبات كل من محلول الوقود النووي المشعّ الذي يصل من أوعية الإذابة، والمحلول العضوي الذي يفصل اليورانيوم والبلوتونيوم والنواتج الانشطارية، وتُصمّم أجهزة استخلاص المذيبات بحيث تعمل تحت عوامل تشغيلية صارمة مثل امتداد عمرها التشغيلي دون الحاجة إلى متطلبات صيانة، وسهولة إحلالها وتشغيلها والتحكم فيها، ومرونتها عند أي تغيرات لظروف المعالجة.

030300040000

٣-٣-٤ أوعية تجميع أو تخزين المحاليل الكيميائية

أوعية تجميع أو تخزين مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في مرافق إعادة معالجة الوقود النووي المشعّ، ويجب أن تكون الأوعية ذات قدرة عالية على مقاومة التأثير لحمض النتريك، ويتم تصنيعها من مواد معينة مثل الفولاذ المقاوم للصدأ المحتوي على نسبة منخفضة من الكربون،

أو من التيتانيوم، أو الزركونيوم، أو غير ذلك من المواد عالية الجودة، ويمكن تصميمها بطريقة تسمح بتشغيلها وصيانتها عن بعد، كما يمكن أن تتسم بالخصائص التالية للتحكم في الحرجية النووية (nuclear criticality):

١. جدران أو هياكل داخلية ذات مكافئ بورون لا يقل عن ٢٪.

٢. أو قطر لا يتجاوز ١٧٥ مم بالنسبة للأوعية الأسطوانية.

٣. أو عرض لا يتجاوز ٧٥ مم بالنسبة للأوعية المسطحة أو الحلقية.

ملاحظة:

تُفضي مرحلة استخلاص المذيبات إلى تدفق ثلاثة سوائل رئيسية ناتجة عن المعالجة، ولمعالجة تلك السوائل، تُستخدم أوعية التجميع أو التخزين على النحو التالي:

أ. يتم رفع درجة تركيز محلول نيترات اليورانيوم النقي بالتبخير، ليتم نزع النيترات منه ليتحول إلى أكسيد اليورانيوم، ويُعاد استخدام هذا الأكسيد في دورة الوقود النووي.

ب. يتم رفع درجة تركيز محلول النواتج الانشطارية شديدة الإشعاع بالتبخير، ويُخزّن كمركّز سائل ويمكن بعد ذلك تبخير هذا المركّز وتحويله إلى شكل مناسب للتخزين أو التخلّص النهائي.

ج. يتم رفع درجة تركيز محلول نيترات البلوتونيوم النقي ويُخزّن لحين انتقاله إلى مراحل المعالجة اللاحقة، وبصفة خاصة تُصمّم أوعية تجميع أو تخزين محاليل البلوتونيوم بحيث يتم تجنب مشاكل الحرجية النووية (nuclear criticality) الناتجة عن حدوث تغيرات في درجة تركيز وشكل السائل المتدفق.

030300050000

٣-٣-٥ نظم قياس النيوترونات لمراقبة المعالجة

نظم قياس النيوترونات، مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإدراجها واستخدامها مع أنظمة التحكم الآلي في مرافق إعادة معالجة عناصر الوقود النووي المشعّ.

ملاحظة:

تشمل هذه النظم قدرات لقياس النيوترونات النشطة وغير النشطة والتمييز بينها، لتحديد كمية المادة الانشطارية وتركيبها، ويتكون النظام ككل من مولد نيوترونات، وكواشف نيوترونات، ومضخّمات (amplifiers)، ولوحة إلكترونية لمعالجة الإشارات الملتقطة.

030400000000

٣-٤ مرافق إنتاج عناصر وقود المفاعلات النووية، والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها

ملاحظة:

تُصنع عناصر الوقود النووي من واحدة أو أكثر من المواد المصدرية أو المواد الانشطارية الخاصة، الوارد ذكرها

في القسم ١ من القائمة الأولى. ولصنع الوقود النووي المؤكسَد – وهو أكثر أنواع الوقود شيوعاً – فيتطلب ذلك وجود معدات ضغط حبيبات الوقود النووي، والتلبيد، والطحن، والتدريج. وتتم مناولة أنواع وقود الأكسيد المختلط (mixed oxide fuels) داخل صناديق مغلقة – أو حاويات مشابهة – حتى يتم ختمها داخل الغلاف. ويُختم الوقود النووي في أوعية اسطوانية محكمة داخل غلاف مناسب ومصمم بحيث يكون الغلاف الأوّلي للوقود النووي.

وتشمل الأصناف المندرجة ضمن المعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لصنع عناصر الوقود النووي، المعدات التي

أ. تتصل بشكل مباشر بتدفق إنتاج المواد النووية أو معالجتها أو مراقبتها.

ب. تختم المواد النووية داخل غلاف الوقود النووي.

ج. تتحقق من سلامة الغلاف أو الختم.

د. تُستخدم لفحص المعالجة النهائية للوقود النووي المختوم.

هـ. تُستخدم لتجميع عناصر وقود المفاعلات النووية.

ويشمل هذا النوع من المعدات أو النظم – على سبيل المثال، ما يلي:

١. نظم اختبار آلية لفحص حبيبات الوقود النووي، مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لفحص الأبعاد النهائية والعيوب السطحية.

٢. آلات لحام آلية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً للحام السدادات النهائية (end caps) المثبتة على قضبان الوقود النووي.

٣. نظم فحص واختبار آلية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لفحص أمان قضبان الوقود النووي التي يتم الانتهاء من تصنيعها، وتشمل المعدات المستخدمة في الأغراض التالية:

أ. فحص اللحام حول السدادات النهائية لقضبان الوقود النووي باستخدام الأشعة السينية.

ب. كشف تسرب الهيليوم من قضبان الوقود النووي المضغوطة.

ج. مسح قضبان الوقود النووي بأشعة جاما للتحقق من سلامة تحميل حبيبات الوقود النووي داخلها.

٣-٥ مرافق فصل نظائر اليورانيوم الطبيعي أو اليورانيوم المستنفد أو المواد الانشطارية الخاصة، والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها، بخلاف الأجهزة الدقيقة التحليلية

ملاحظة:

ترتبط المرافق والمعدات والتقنية المستخدمة لفصل نظائر اليورانيوم بتلك المستخدمة لفصل نظائر عناصر أخرى، وينطبق التقييد – في حالات خاصة – على الأصناف الواردة ضمن هذا القسم على المرافق والمعدات لفصل نظائر عناصر أخرى. ويأتي التقييد على المرافق والمعدات المستخدمة لفصل نظائر عناصر أخرى مكملاً للتقييد المفروض على المرافق والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لمعالجة أو استخدام أو إنتاج مواد انشطارية خاصة.

وتشمل العمليات التي ينطبق عليها التقييد في هذا القسم، سواءً كانت لفصل نظائر اليورانيوم أو لفصل نظائر عناصر أخرى، الطرد المركزي الغازي، والانتشار الغازي،

وعملية الفصل البلازمي، والعمليات الأيروديناميكية.

وتعتمد العلاقة بفصل نظائر اليورانيوم في بعض هذه العمليات على العنصر المراد فصله، وتتضمن هذه العمليات ما يلي: العمليات القائمة على استخدام الليزر (مثل فصل النظائر بالليزر الجزيئي، وفصل النظائر باستخدام الليزر العامل بالأبخرة الذرية)، والتبادل الكيميائي، والتبادل الأيوني.

ويرد فيما يلي الأصناف المندرجة ضمن المعدات، بخلاف الأجهزة الدقيقة التحليلية، المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لفصل نظائر اليورانيوم:

030500010000

٣-٥-١ أجهزة الطرد المركزي الغازي، والتجميعات والمكونات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها

ملاحظة:

تتألف أجهزة الطرد المركزي الغازي من أسطوانة رقيقة الجدران يتراوح قطرها بين ٧٥ مم و٦٥٠ مم داخل حيز مفرغ من الهواء، وتدور بسرعة محيطية عالية تبلغ نحو ٣٠٠ متر في الثانية أو أكثر مع بقاء محورها المركزي في الوضع الرأسي. ولبلوغ سرعة عالية تكون نسبة الصلابة إلى الكثافة عالية في المواد الإنشائية للمكونات الدوارة، وتكون مكونات الجزء الدوار مصنوعة بدقة عالية لتقليل عدم التوازن بقدر الإمكان، وبخلاف بعض أجهزة الطرد المركزي الأخرى، تتميز أجهزة الطرد المركزي الغازي المستخدمة في إثراء اليورانيوم بوجود عارضة دوارة أو أكثر قرصية الشكل (disc-shaped baffle or baffles) داخل غرفة الجزء الدوار(rotor

chamber)، ووجود مجموعة أنابيب ثابتة تُستخدم في تلقيم واستخراج غاز سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6). وتتألف الأنابيب من ثلاث قنوات منفصلة على الأقل، منها قناتان متصلتان بمجارف (scoops) تمتد من محور الجزء الدوار حتى محيط غرفة الجزء الدوار. ويوجد أيضاً داخل الحيز المفرغ من الهواء عدد من الأصناف الحساسة الثابتة. ويحتاج أي مرفق للطرد المركزي إلى عدد كبير من هذه المكونات، بحيث يمكن أن تعطي كمياتها مؤشراً هاماً يدل على غرض الاستخدام النهائي.

030500010100
030500010101
030500010102
030500010103
030500010104
030500010105

٣-٥-١-١ المكونات الدوارة

أ. المكونات الكاملة للجزء الدوار:

أسطوانات رقيقة الجدران، أو عدد من الأسطوانات رقيقة الجدران مترابطة فيما بينها، مصنوعة من مادة واحدة أو عدد من المواد التي تتميز بارتفاع نسبة صلابتها إلى كثافتها، الوارد وصفها في الملاحظة الخاصة بهذا القسم. وإذا كانت الأسطوانات مترابطة فإنها تُربط فيما بينها بواسطة المنافخ أو الحلقات المرنة (bellows or rings)، الوارد وصفها في الصنف ٣-٥-١-١-ج. ويُجهز الجزء الدوار، إذا كان معداً في صورته النهائية، بعارضة داخلية أو أكثر وبسدادات طرفية (baffles and end caps)، الوارد وصفها في الصنف ٣-٥-١-١-د والصنف٣-٥-١-١-هـ.

ب. أنابيب الجزء الدوار:

أسطوانات رقيقة الجدران، مصمّمة أو مُعَدّة

خصيصاً بسمك لا يتجاوز ١٢ مم وبقطر يتراوح بين ٧٥ مم و٦٥٠ مم، وتُصنع من إحدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة صلابتها إلى كثافتها، الوارد وصفها في الملاحظة الخاصة بهذا القسم.

ج. الحلقات أو المنافخ:

مكونات مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتوفير ساندة موضعية (localized support) لأنبوب الجزء الدوار، أو لوصل عدد من أنابيب الجزء الدوار فيما بينها. والمنفاخ (bellows) عبارة عن أسطوانة قصيرة لا يتجاوز سمك جدارها ٣ مم، ويتراوح قطرها بين ٧٥ مم و٦٥٠ مم، وهي مزودة بلولب (convolute)، وتُصنع من إحدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة صلابتها إلى كثافتها، الوارد وصفها في الملاحظة الخاصة بهذا القسم.

د. العوارض:

مكونات قرصية الشكل، يتراوح قطرها بين ٧٥ مم و٦٥٠ مم، مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتركيبها داخل أنبوبة الجزء الدوار في أجهزة الطرد المركزي لعزل غرفة الإقلاع (take-off chamber) عن غرفة الفصل الرئيسية، وتسهيل دورة غاز سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) داخل غرفة الفصل الرئيسية في أنبوبة الجزء الدوار، وتُصنع من إحدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة صلابتها إلى كثافتها، الوارد وصفها في الملاحظة الخاصة بهذا القسم.

هـ. السدادات العلوية/السدادات السفلية:

مكونات قرصية الشكل، يتراوح قطرها بين ٧٥ مم و ٦٥٠ مم، مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لكي تنطبق على نهايتي أنبوبة الجزء الدوار لتحوي سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) داخلها، ويكون الغرض منها في بعض الحالات أن تدعم أو تحفظ أو تحتوي – كجزءٍ متكامل – مكوناً من الرمان بلي العلوي (upper bearing) (السدادة العلوية)، أو تحمل المكونات الدوارة للمحرك والرمان بلي السفلي (lower bearing) (السدادة السفلية). وتُصنع من إحدى المواد التي تتميز بارتفاع نسبة صلابتها إلى كثافتها، الوارد وصفها في الملاحظة الخاصة بهذا القسم.

ملاحظة:

تشمل المواد المستخدمة في صناعة المكونات الدوارة لأجهزة الطرد المركزي ما يلي:

أ. فولاذ مقوّى (maraging steel) قادر على مقاومة شد قصوى لا تقل عن ١,٩٥ جيجا باسكال.

ب. سبائك ألومنيوم قادرة على مقاومة شد قصوى لا تقل عن ٠,٤٦ جيجا باسكال.

ج. مواد خيطية مناسبة لاستخدامها في هياكل مركّبة، بمعامل نوعي لا يقل عن ٣,١٨ × ١٠^{٦} متر، ومقاومة شد قصوى نوعية لا تقل عن ٧,٦٢ × ١٠^{٤} متر.

030500010200
030500010201
030500010202
030500010203
030500010204
030500010205
030500010206

٣-٥-١-٢ المكونات الثابتة

أ. الرمان بلي المعلق مغناطيسياً:

١. تجميعات للرمان بلي مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً ومكونة من قطعة مغناطيسية حلقية مُعلقة داخل وعاء يحتوي على وسط تخميد (dumping medium). ويُصنع الوعاء من مادة قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) (انظر الملاحظة في ٣-٥-٢). وتقترن القطعة المغناطيسية بقطعة قطبية أو بمغناطيس ثانٍ مركب على السدادة العلوية (top cap)، المذكورة في الصنف ٣-٥-١-١-هـ. ويمكن أن تكون القطعة المغناطيسية على شكل حلقة لا تزيد نسبة قطرها الخارجي إلى قطرها الداخلي عن ١,٦ إلى١. وتكون بشكل يتميز بنفاذية أوّلية (initial permeability) لا تقل عن ٠,١٥ هنري/متر، أو بمغناطيسية متبقية (remanence) بنسبة لا تقل عن ٩٨,٥٪، أو ناتج طاقة تزيد عن ٨٠ كيلو جول/م^3. وبالإضافة إلى الخواص المادية، يُشترط أن يكون انحراف المحاور المغناطيسية عن المحاور الهندسية ضمن حدود مسموحة (limited tolerances) أقل من ٠,١ مم، أو أن تكون مادة المغناطيس متجانسة.

٢. رمان بلي مغناطيسي (active magnet-ic bearing) مصمّم أو مُعَدّ خصيصاً للاستخدام مع أجهزة الطرد المركزي الغازي.

ملاحظة:

يتميز الرمان بلي بالخصائص التالية:

- مصمّم بحيث يسمح بالدوران حول المركز بسرعة لا تقل عن ٦٠٠ هرتز.
- متصل بمصدر طاقة موثوق و/أو وحدة مصدر طاقة غير منقطع (UPS) بحيث تعمل لأكثر من ساعة واحدة.

ب. رمان بلي أو مخمّدات:

رمان بلي مصمّم أو مُعَدّ خصيصاً ومكون من تجميع محور/فنجان (pivot/cup assembly) مُركب على مخمّد (damper)، ويكون المحور عبارة عن عمود دوار فولاذي مقوّى على شكل نصف كروي في أحد طرفيه، ومزود بوسيلة لإلحاقه بالسدادة السفلية (bottom cap)، المذكورة في الصنف٣-٥-١-١-هـ في طرفه الآخر، ويكون العمود الدوار مزودًا برمان بلي هيدروديناميكي ملحق به، والفنجان كُريّة بثُلمة نصف كروية (hemispherical indentation) في سطحه. ويتم إمداد هذه المكونات بصورة منفصلة عن المخمّد.

ج. المضخّات الجزيئية:

أسطوانات مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً بفجوات لولبية (helical grooves)، مشكّلة بالمخرطة أو مبثوقة (extruded)، وبثقوب داخلية مشكّلة بالمخرطة. وتكون أبعادها كما يلي: القطر الداخلي يتراوح بين ٧٥ مم و٦٥٠ مم، ولا يقل سمك الجدار عن ١٠ مم، ولا يقل الطول عن القطر، كما يكون الشكل المقطعي للفجوات مستطيلاً، ولا يقل عمقها عن ٢ مم.

د. أجزاء المحرك الثابتة:

أجزاء ثابتة حلقية الشكل مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً للمحركات عالية السرعة التي تعمل بالتيار المتناوب المتعدد الأطوار (multiphase AC hysteresis)، أو محركات الممانعة المغناطيسية (reluctances)، لعملية تزامنية في وسط فراغي لا يقل عن ٦٠٠ هرتز، وبقدرة لا تقل عن ٤٠ فولت أمبير. وتتكون الأجزاء الثابتة من لفائف متعددة الأطوار حول قلب حديدي (iron core) مُرقق وعالي الكفاءة مكون من طبقات لا يزيد سمكها عن ٢ مم.

هـ. أغلفة/أوعية أجهزة الطرد المركزي:

مكونات مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاحتواء تجميعات الأنابيب الدوارة في أجهزة الطرد المركزي الغازي. ويتكون الغلاف من

أسطوانة صلبة يصل سمك جدارها إلى ٣٠ مم، كما يتم قص طرفيها بدقة بواسطة المخرطة لوضع الرمان بلي، ويتم تزويد كل منهما بحافة مسطحة (flanges) واحدة أو أكثر لتركيب الرمان بلي. ويكون الطرفان المشكّلان بالمخرطة متوازيان فيما بينهما ومتعامدان مع المحور الطولي للأسطوانة بما لا يزيد عن ٠,٠٥ درجة. كما يمكن أن يكون هيكل الغلاف على شكل خلايا النحل (honeycomb-type structure) بحيث يتسع لعدة تجميعات دوارة.

و. المجارف:

أنابيب مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاستخلاص غاز سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) من داخل الأنبوبة الدوارة بواسطة الحركة المحورية للأنبوب (أي أنها مزودة بفتحة مواجهة للتدفق المحيطي للغاز داخل الأنبوبة الدوارة)، وقابلة لتثبيتها في النظام المركزي لاستخلاص الغازات.

030500020000

٣-٥-٢ النظم والمعدات والمكونات الإضافية المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً للاستخدام في مرافق الإثراء بالطرد المركزي الغازي

ملاحظة:

النظم والمعدات والمكونات الإضافية المُعَدّة للاستخدام في مرافق الإثراء بالطرد المركزي الغازي هي نظم المرافق لتلقيم سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) داخل أجهزة الطرد المركزي، وتوصيل أجهزة

الطرد المركزي فيما بينها لتكوين سلاسل تعاقبية أو مراحل للتمكن من بلوغ معدلات إثراء أعلى بصورة مطردة، واستخراج نواتج سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) ومخلفاته من أجهزة الطرد المركزي، بالإضافة إلى المعدات المطلوبة لتشغيل أجهزة الطرد المركزي أو التحكم في المرفق.

ويتم تبخير سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) من حالته الصلبة باستخدام مُحمّيات مسخنة (heated autoclaves)، وتوزيعه بشكله الغازي على أجهزة الطرد المركزي عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية. ويتم تمرير نواتج سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) ومخلفاته المتدفقة على هيئة تيارات غازية من أجهزة الطرد المركزي عن طريق أنابيب توصيل إلى مصائد باردة (cold traps) تعمل بدرجة حرارة ٢٠٣ كلفن (٧٠ درجة مئوية تحت الصفر)، حيث يتم تكثيفها قبل الاستمرار في نقلها إلى حاويات مناسبة لنقلها أو تخزينها.

وبعض الأصناف المذكورة أدناه إما أنها تتصل اتصالاً مباشراً بغاز سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) المستخدم في المعالجة، أو أنها تتحكم تحكماً مباشراً في أجهزة الطرد المركزي، وفي مرور الغاز من جهاز طرد مركزي إلى آخر ومن سلسلة تعاقبية إلى أخرى. والمواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) تشمل النحاس، أو سبائك النحاس، أو الفولاذ المقاوم للصدأ، أو الألومنيوم، أو أكسيد الألومنيوم، أو سبائك الألومنيوم، أو النيكل، أو السبائك التي تحتوي على نسبة لا تقل عن ٦٠٪ حسب الوزن من النيكل،

والبوليمرات الهيدروكربونية المفلورة (fluorinated hydrocarbon polymers).

030500020100 **٣-٥-٢-١ نظم التلقيم/نظم سحب النواتج والمخلفات**

نظم أو معدات معالجة مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لمرافق الإثراء ومصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد، وتشمل ما يلي:

أ. مُحمّيات تلقيم (feed autoclaves) أو أفران أو نظم تُستخدم لتمرير سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى عملية الإثراء.

ب. محولات (desublimers) من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة، أو مصائد باردة (cold traps)، أو مضخّات تُستخدم في إزالة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) من عملية الإثراء لنقله مباشرة للتسخين.

ج. محطات تحويل للحالة الصلبة أو الحالة السائلة، تُستخدم في إزالة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) من عملية الإثراء عن طريق ضغطة وتحويله إلى الشكل السائل أو الصلب.

د. محطات لنقل نواتج أو مخلفات سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى حاويات.

030500020200

٣-٥-٢-٢ نظم أنابيب التوصيل

نظم أنابيب ونظم توصيل مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) داخل سلاسل أجهزة الطرد المركزي التعاقبية. وتكون شبكة الأنابيب من نوع نظام ثلاثي التوصيل (triple header system)، بحيث يكون كل جهاز طرد مركزي موصل بكل الموصلات، وتُصنع من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو تطلى بها (انظر الملاحظة في ٣-٥-٢).

030500020300
030500020301
030500020302

٣-٥-٢-٣ صمامات الإغلاق والتحكم الخاصة

أ. صمامات إغلاق مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً للتحكم في التيارات الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، المُستخدمة في تلقيمه أو نواتجه أو مخلفاته في أجهزة الطرد المركزي الغازي كل على حدة.

ب. صمامات إغلاق أو تحكم منفاخية مزودة بسدادات منفاخية (bellows sealed valves) يدوية أو آلية مصنوعة من مواد مقاومة للتآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد، ويتراوح قطرها الداخلي بين ١٠ مم و١٦٠ مم، وهي مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في النظم الرئيسية أو الثانوية لمرافق الإثراء بالطرد المركزي الغازي.

ملاحظة:

تشمل صمامات الإغلاق والتحكم الخاصة المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً الصمامات المزودة بسدادات منفاخية، وصمامات الإغلاق السريعة (fast acting closure-types)، والصمامات السريعة (fast acting valves).

030500020400

٣-٥-٢-٤ أجهزة الطيف الكتلية لفلوريد اليور انيوم (UF_6)/المصادرالأيونية

أجهزة الطيف الكتلية المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً وتتصف بقدرتها على أخذ عينات مباشرة من التيارات الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، وتتميز بما يلي:

- قادرة على قياس أيونات ٣٢٠ وحدة من وحدات الكتلة الذرية أو أكثر، ودقّة تزيد على جزء واحد في ٣٢٠.
- مصادر أيونية مركبة من النيكل أو سبائك النيكل-النحاس التي لا تقل فيها نسبة النيكل عن ٦٠٪ حسب الوزن، أو سبائك النيكل-الكروم أو مطليّة بهذه المواد.
- مصادر تأيين بالقذف الإلكتروني (electron bombardment ionization sources).
- لها نظام تجميع مناسب للتحليل النظيري.

030500020500

٣-٥-٢-٥ مغيرات التردد

مغيرات تردد، وتُعرف أيضاً كمحولات أو مقومات عكسية (converters or inverters)، وهي مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لأجزاء المحرك الثابتة، الواردة في الصنف ٣-٥-١-٢-د، أو أجزاء أو مكونات أو تجميعات فرعية لها، وتتصف بالخاصيتين التاليتين:

- لها مُخرَج ترددي متعدد الأطوار بذبذبة لا تقل عن ٦٠٠ هرتز.
- لها استقرار عالٍ، مع قدرة على التحكم في الذبذبة بنسبة أعلى من ٠,٢ ٪.

030500030000

٣-٥-٣ التجميعات والمكونات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً للاستخدام في الإثراء بالانتشار الغازي

ملاحظة:

التجميعات التقنيّة الرئيسية للفصل النظيري لليورانيوم بالانتشار الغازي تتكون من حاجز مسامي خاص للانتشار الغازي، ومبادل حراري لتبريد الغاز (يتم تسخينه عن طريق عملية الضغط)، وصمامات مُحكمة الإغلاق، وصمامات تحكم، وأنابيب. وجميع أسطح المعدات والأنابيب والأجهزة الملامسة للغاز مصنوعة من مواد لا تتأثر بملامسة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6). ويتطلب مرفق الانتشار الغازي عدداً من هذه التجميعات بحيث يمكن أن تعطي كمياتها مؤشراً هاماً يدل على غرض الاستخدام النهائي.

030500030100
030500030101
030500030102

٣-٥-٣-١ حواجز الانتشار الغازي والمواد الحاجزة

أ. مرشحات مسامية رقيقة، مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً بحيث يكون قطرها المسامي بين ١٠-١٠٠ نانو متر، ولا يزيد سُمكها عن ٥ مم، ولا يزيد قطر الأشكال الأنبوبية عن ٢٥ مم، وتُصنع من مواد معدنية أو مُبلمَرة أو خزفية مقاومة للتآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) (انظر الملاحظة في ٣-٥-٤).

ب. مركبات أو مساحيق مُعَدّة خصيصاً لصنع المرشحات، وتشمل النيكل أو السبائك التي تحتوي على نسبة لا تقل عن ٦٠٪ حسب الوزن من النيكل، أو أكسيد الالومنيوم، أو البوليمرات الهيدروكربونية المفلورة بالكامل (fluorinated hydrocarbon polymers) والمقاومة لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) التي لا تقل نسبة نقائها حسب الوزن عن ٩٩,٩٪، ويقل حجم جزئياتها عن ١٠ مايكرو متر، وتتميز بدرجة تجانس عالية من حيث حجم الجزيئات، وتكون مُعَدّة خصيصاً لصنع حواجز الانتشار الغازي.

030500030200

٣-٥-٣-٢ حاويات الانتشار

أوعية محكمة الإغلاق مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاحتواء حاجز الانتشار الغازي، ومصنوعة من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد (انظر الملاحظة في ٣-٥-٤).

030500030300

٣-٥-٣-٣ الضاغطات ونفاخات الغاز

ضاغطات أو نفاخات غاز (compressors or gas blowers) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً بقدرة امتصاص (suction) لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) لا تقل عن ١ م^3/دقيقة، وبضغط يصل إلى ٥٠٠ كيلو باسكال، مصمّمة للتشغيل لفترات طويلة في وسط يحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، بالإضافة إلى تجميعات منفصلة من الضاغطات ونفاخات الغاز. ولا تزيد نسبة ضغط هذه الضاغطات ونفاخات الغاز عن ١:١٠، وهي مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد (انظر الملاحظة في ٣-٥-٤).

030500030400

٣-٥-٣-٤ سدادات العمود الدوار

سدادات مفرغة (vacuum seals) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً ومزودة بتوصيلات تلقيم وتصريف (seal feed and seal exhaust connection)، لإغلاق العمود الذي يوصل

الأعمدة الدوارة للضاغطات أو نفاخات الغاز بمحركات التشغيل، لضمان منع تسرب الهواء إلى داخل الغرفة الداخلية للضاغط أو نفاخة الغاز، الممتلئة بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6). وتُصمم السدادات عادةً بحيث لا يتجاوز معدل تسرّب الغاز إلى الداخل ١٠٠٠ سم^3 في الدقيقة.

030500030500

٣-٥-٣-٥ مبادلات الحرارة لتبريد سادس فلوريد اليور انيوم (UF_6)

مبادلات حرارة مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً ومصنوعة من مواد مقاومة لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد (انظر الملاحظة في ٣-٥-٤)، والغرض منها ألا يقل معدل التغير في ضغط التسرب عن ١٠ باسكال في الساعة تحت فرق ضغط ١٠٠ كيلو باسكال.

030500040000

٣-٥-٤ النظم والمعدات والمكونات الإضافية المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً للاستخدام في مرافق الإثراء بالانتشار الغازي

ملاحظة:

النظم والمعدات والمكونات الإضافية المُعَدّة للاستخدام في مرافق الإثراء بالانتشار الغازي هي نظم المرافق لتلقيم سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) في تجميعات الانتشار الغازي (gaseous diffusion assemblies)، وتوصيل التجميعات فيما بينها لتكوين سلاسل تعاقبية أو مراحل للتمكن من

بلوغ معدلات إثراء أعلى بصورة مطردة، واستخراج نواتج سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) ومخلفاته من تجميعات الانتشار التعاقبية (diffusion cascades). ونظراً لخواص القصور الذاتي العالية لتجميعات الانتشار التعاقبية، فإن أي انقطاع في تشغيلها يؤدي إلى عواقب خطيرة، ولذا يتم المحافظة بشكل صارم وبصورة دائمة على التفريغ التام في جميع النظم التقنية في مرافق الإثراء بالانتشار الغازي، والحماية من الحوادث بشكل آلي، وتنظيم تدفق الغاز بطريقة آلية دقيقة. ويتطلب ذلك الحاجة إلى تجهيز المرفق بعدد كبير من نظم خاصة للقياس والتنظيم والمراقبة.

ويتم تبخير سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) من اسطوانات موضوعة داخل مُحمّيات (autoclaves)، وتوزيعه بشكله الغازي إلى نقطة الدخول عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية (cascade header pipework). أما نواتج ومخلفات سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) المتدفقة على هيئة تيارات غازية من نقاط الخروج، فيتم تمريرها عن طريق أنابيب توصيل تعاقبية إما إلى مصائد باردة (cold traps) أو إلى محطات ضغط، حيث يتم تحويل غاز سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى سائل، وذلك قبل نقله إلى حاويات مناسبة لنقله أو تخزينه. ونظراً لأن مرفق الإثراء بالانتشار الغازي يتكون من عدد كبير من تجميعات الانتشار الغازي المرتبة ضمن سلاسل تعاقبية، فإن طول أنابيب التوصيل التعاقبية يبلغ عدة كيلو مترات تشمل آلاف اللحامات وعددًا كبيراً من الأنساق التصميمية المتكررة.

والأصناف المذكورة أدناه إما أنها تتصل اتصالاً مباشراً بغاز سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) المُستخدم في المعالجة، أو أنها تتحكم تحكماً مباشراً في التدفق داخل السلسلة التعاقبية. والمواد القادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) تشمل النحاس، أو سبائك النحاس، أو الفولاذ المقاوم للصدأ، أو الالومنيوم،أو أكسيد الالومنيوم، أو النيكل، أو السبائك التي تحتوي على نسبة لا تقل عن ٦٠٪ حسب الوزن من النيكل، والبوليمرات الهيدروكربونية المفلورة (fluorinated hydrocarbon polymers).

030500040100

٣-٥-٤-١ نظم التلقيم/نظم سحب النواتج والمخلفات

نظم أو معدات معالجة مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لمرافق الإثراء ومصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد، وتشمل ما يلي:

أ. مُحمّيات تلقيم (feed autoclaves) أو أفران أو نظم تُستخدم لتمرير سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى عملية الإثراء.

ب. محولات (desublimers) من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة، أو مصائد باردة (cold traps)، أو مضخّات تُستخدم في إزالة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) من عملية الإثراء لنقله مباشرة للتسخين.

ج. محطات تحويل للحالة الصلبة أو الحالة السائلة، حيث تُستخدم في إزالة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) من عملية الإثراء عن طريق ضغطة وتحويله إلى الشكل السائل أو الصلب.

د. محطات لنقل نواتج أو مخلفات سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى حاويات.

030500040200

٣-٥-٤-٢ نظم أنابيب التوصيل

نظم أنابيب ونظم توصيل مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) داخل سلاسل الانتشار الغازي التعاقبية (gaseous diffusion cascades).

ملاحظة:

تكون شبكة الأنابيب في المُعظم من نظم التوصيل المزدوج (double header) بحيث تكون كل خلية موصلة بكل من أنابيب التوصيل.

030500040300
030500040301
030500040302

٣-٥-٤-٣ النظم الفراغية

أ. وصلات أنابيب متفرعة وموصلات فراغية (vacuum manifolds and vacuum headers) ومضخّات فراغية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً بقدرة امتصاص (suction) تبلغ ٥ م^3 في الدقيقة الواحدة أو أكثر.

ب. مضخّات فراغية مصمّمة خصيصاً للعمل في محيط يحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، مصنوعة من مواد مقاومة للتآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة هذه المواد (انظر الملاحظة في ٣-٥-٤). وقد تكون هذه المضخّات دوارة أو ايجابية (rotary or positive)، وقد تكون ذات سدادات إزاحية وفلوروكربونية، وقد تزوّد بسوائل تشغيلية خاصة.

030500040400 **٣-٥-٤-٤ صمامات الإغلاق والتحكم الخاصة**

صمامات إغلاق أو تحكم منفاخية، يدوية أو آلية، مصنوعة من مواد مقاومة للتآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بمثل هذه المواد، وهي مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتركيبها في النظم الرئيسية أو الثانوية لمرافق الإثراء بالانتشار الغازي.

030500040500 **٣-٥-٤-٥ أجهزة الطيف الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)/المصادر الأيونية**

أجهزة الطيف الكتلية المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً وتتصف بقدرتها على أخذ عينات مباشرة من التيارات الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، وتتميز بما يلي:

- قادرة على قياس أيونات ٣٢٠ وحدة من وحدات الكتلة الذرية أو أكثر، ودقّة تزيد على جزء واحد في ٣٢٠.
- مصادر أيونية مركبة من النيكل، أو سبائك النيكل-النحاس التي لا تقل فيها نسبة النيكل عن ٦٠٪ حسب الوزن، أو سبائك النيكل-الكروم، أو مطليّة بهذه المواد.
- مصادر تأيين بالقذف الإلكتروني (electron bombardment ionization sources).
- لها نظام تجميع مناسب للتحليل النظيري.

030500050000

٣-٥-٥ النظم والمعدات والمكونات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في مرافق الإثراء الأيروديناميكي

ملاحظة:

في عمليات الإثراء الأيروديناميكي (aerodynamic enrichment)، يُضغَط مزيج من سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) بشكله الغازي، وغاز خفيف (الهيدروجين أو الهيليوم)، ثم يمرّر عبر عناصر فصل حيث يتم الفصل النظيري عن طريق توليد قوة طرد مركزي عالية بواسطة شكل هندسي منحني الجدار (curved-wall geometry). وهناك عمليتان من هذا النوع وهما: عملية الفصل بالفوهة النفاثة (separation nozzle)، وعملية الفصل

بالأنبوب الدوّامي (vortex tube). وفي كلتا العمليتين تشمل المكونات الرئيسية لمرحلة الفصل أوعية اسطوانية تحتوي على عناصر الفصل الخاصة (الفوهات النفاثة أو الأنابيب الدوّامية)، وضواغط الغاز، ومبادلات الحرارة المستخدمة في إزالة الحرارة الناتجة عن الضغط، ويحتاج أي مرفق للإثراء الأيروديناميكي لعدد من هذه المراحل، بحيث تعطي كمياتها مؤشراً هاماً على غرض الاستخدام النهائي. وفي العمليات الأيروديناميكية يُستخدم سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، لذلك يجب أن تكون جميع أسطح المواد والأنابيب والأجهزة الملامسة للغاز مصنوعة من مواد لا تتأثر بملامستها لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد.

والأصناف الواردة أدناه إما أنها تتصل اتصالاً مباشراً بغاز سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) المُستخدم في المعالجة، أو تتحكم تحكماً مباشراً في تدفقه داخل السلسلة التعاقبية. وتُصنع جميع الأسطح الملامسة للغاز المستخدم في المعالجة بالكامل من مواد مقاومة للتآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد. وتشمل المواد المقاومة للتآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) النحاس، أو سبائك النحاس، أو الفولاذ المقاوم للصدأ، أو الالومنيوم، أو أكسيد الالومنيوم، أو سبائك الالومنيوم، أو النيكل أو السبائك التي تحتوي على النيكل بنسبة لا تقل عن ٦٠٪ حسب الوزن، والبوليمرات الهيدروكربونية المفلورة (fluorinated hydrocarbon polymers).

030500050100

٣-٥-٥-١ فوهات الفصل النفاثة

فوهات الفصل النفاثة (separation nozzles) وتجميعاتها المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً وتتألف من قنوات منحنية على شكل شق طولي (slit-shaped) لا يزيد نصف قطر انحنائها عن ١ مم، وهي مقاومة للتآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، ولها حافة قاطعة (knife-edge) داخل الفوهة النفاثة تفصل الغاز المتدفق عبر الفوهة إلى جزئين.

030500050200

٣-٥-٥-٢ الأنابيب الدوّامية

الأنابيب الدوّامية (vortex tubes) وتجميعاتها المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً. وتكون الأنابيب الدوّامية اسطوانية الشكل أو نحيفة الطرف، مصنوعة من مواد مقاومة للتآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو المطليّة بهذه المواد، ولها مدخل مماس (tangential inlet) واحد أو أكثر. ويمكن أن تُجهّز الأنابيب بملحقات (appendages) على شكل فوهات نفاثة في أحد طرفيها أو كليهما.

ملاحظة:

يدخل غاز التلقيم (feed gas) إلى الأنبوبة الدوّامية ملامساً أحد الطرفين، أو عبر فتحات دوّامية (swirl vanes)، أو في عدة مواضع مماسة على طول محيط الأنبوبة.

٣-٥-٥-٣ الضاغطات ونفاخات الغاز 030500050300

ضاغطات أو نفاخات غاز (compressors and gas blowers) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً ومصنوعة من مواد مقاومة للتآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)/ الغازات الحاملة له (الهيدروجين والهليوم) أو مطليّة بهذه المواد.

٣-٥-٥-٤ سدادات العمود الدوار 030500050400

سدادات للعمود الدوار مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً مزودة بتوصيلات تلقيم وتصريف (seal feed and seal exhaust connections)، لإغلاق العمود الذي يوصل الأعمدة الدوارة للضاغطات أو نفاخات الغاز بمحركات التشغيل، لضمان منع تسرب الغاز المستخدم في المعالجة إلى الخارج، أو تسرب الهواء أو غاز الإغلاق داخل الغرفة الداخلية للضاغط أو نفاخة الغاز، الممتلئة بمزيج من سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)/الغازات الحاملة له.

٣-٥-٥-٥ مبادلات الحرارة لتبريد الغاز 030500050500

مبادلات حرارة مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد.

030500050600

٣-٥-٥-٦ أوعية فصل العناصر

أوعية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لفصل العناصر، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد، بغرض احتواء الأنابيب الدوّامية أو فوهات الفصل النفاثة.

030500050700

٣-٥-٥-٧ نظم التلقيم/نظم سحب النواتج والمخلفات

نظم أو معدات معالجة مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لمرافق الإثراء ومصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد، وتشمل ما يلي:

أ. مُحميّات تلقيم (feed autoclaves) أو أفران أو نظم تستخدم لتمرير سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى عملية الإثراء.

ب. محولات (desublimers) من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة، أو مصائد باردة (cold traps)، تُستخدم في إزالة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) من عملية الإثراء لنقله مباشرة للتسخين.

ج. محطات تحويل للحالة الصلبة أو الحالة السائلة، تُستخدم في إزالة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)

من عملية الإثراء عن طريق ضغطة وتحويله إلى الشكل السائل أو الصلب.

د. محطات لنقل نواتج أو مخلفات سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى حاويات.

030500050800

٣-٥-٥-٨ نظم أنابيب التوصيل

نظم أنابيب توصيل (header piping systems) مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد، مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لمناولة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) داخل السلاسل التعاقبية الأيروديناميكية (aerodynamic cascades). وتكون شبكة الأنابيب ذات تصميم يتميز بالتوصيل المزدوج (double header)، حيث تكون كل مرحلة أو مجموعة مراحل موصلة بكل من أنابيب التوصيل.

030500050900

٣-٥-٥-٩ النظم والمضخّات الفراغية

030500050901

030500050902

أ. نظم فراغية (vacuum systems) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً وتتكون من وصلات أنابيب متفرعة وموصلات فراغية (vacuum manifolds and vacuum headers)، ومضخّات فراغية، ومصمّمة للعمل في محيط يحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6).

ب. مضخّات فراغية (vacuum pumps) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً للعمل في محيط يحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، وتُصنع من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو تطلى بهذه المواد، وتُستخدم سدادات فلوروكربونية وموائع عمل خاصة لهذه المضخّات.

030500051000

٣-٥-٥-١٠ صمامات الإغلاق والتحكم الخاصة

صمامات إغلاق أو تحكم منفاخية (bellows-sealed valves)، يدوية أو آلية، مصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد، ولا يقل قطر الصمام عن ٤٠ مم، وهي مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتركيبها في النظم الرئيسية أو الثانوية لمرافق الإثراء الأيروديناميكي (aerodynamic enrichment).

030500051100

٣-٥-٥-١١ أجهزة الطيف الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)/المصادر الأيونية

أجهزة الطيف الكتلية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً تتصف بقدرتها على أخذ عينات مباشرة من التيارات الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، وتتميز بما يلي:

- قادرة على قياس أيونات ٣٢٠ وحدة من وحدات الكتلة الذرية أو أكثر،

ودقّة تزيد على جزء واحد في ٣٢٠.

- مصادر أيونية مركبة من النيكل، أو سبائك النيكل-النحاس التي لا تقل فيها نسبة النيكل عن ٦٠٪ حسب الوزن، أو سبائك النيكل-الكروم، أو مطليّة بهذه المواد.
- مصادر تأيين بالقذف الإلكتروني (electron bombardment ionization sources).
- لها نظام تجميع مناسب للتحليل النظيري.

030500051200

٣-٥-٥-١٢ نظم فصل سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)/الغازات الحاملة له

نظم معالجة مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لفصل سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) عن الغازات الحاملة له (الهيدروجين أو الهيليوم).

ملاحظة:

تُصمّم هذه النظم لتخفيف محتوى سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) في الغازات الحاملة له إلى جزء واحد في المليون، وتشمل المعدات التالية:

- مبادلات حرارة بالتبريد (cryogenic heat exchangers) وأجهزة فصل بالتبريد (cryoseparators) تعمل عند

درجات حرارة منخفضة تصل إلى ١٥٣ كلفن (١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر) أو أقل.

- وحدات تبريد (cryogenic refrigeration) تعمل عند درجات حرارة منخفضة، وقادرة على توليد درجات حرارة تصل تصل إلى ١٥٣ كلفن (١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر) أو أقل.
- فوهات فصل نفاثة (separation nozzle) أو أنابيب دواميّة (vortex tubes)، مُستخدمة في فصل سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) عن الغازات الحاملة له.
- مصائد باردة (cold traps) لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) قادرة على تجميد سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6).

030500060000

٦-٥-٣ النظم والمعدات والمكونات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في مرافق الإثراء بالتبادل الكيميائي أو التبادل الأيوني

ملاحظة:

تؤدي الاختلافات البسيطة في الكتلة بين مختلف نظائر اليورانيوم إلى حدوث تغيرات طفيفة في إتزان التفاعلات الكيميائية؛ وبالتالي يمكن استخدامها كأساس لفصل النظائر، وهناك عمليتان من هذا

النوع هما: التبادل الكيميائي بين سائلين، والتبادل الأيوني بين مادة صلبة وأخرى سائلة. ويتم في عملية التبادل الكيميائي بين سائلين اتصال بين أطوار سائلين غير قابلة للإمتزاج (مائي وعضوي) في اتجاه معاكس وذلك لإحداث الأثر التعاقبي (cascading effect) لآلاف من مراحل الفصل. ويتألف الطور المائي من كلوريد اليورانيوم في محلول حمض الهيدروكلويك. أما الطور العضوي فيتكون من مادة استخلاص تحتوي على كلوريد اليورانيوم في مذيب عضوي. ويمكن أن تكوّن الموصلات المستخدمة في سلسلة الفصل التعاقبية أعمدة تبادل بين سائلين، مثل الأعمدة النبضية المزودة بلوحات منخلية (pulse columns with sieve plates)، أو موصلات فصل السوائل بالطرد المركزي (liquid centrifugal contactors).

ويلزم حدوث تحولات كيميائية (أكسدة واختزال) عند طرفي سلسلة الفصل التعاقبية لإعادة التدفق في كل طرف. ويُمثّل تجنب تلوث تيارات المعالجة ببعض الأيونات الفلزية أحد الجوانب الرئيسية في التصميم؛ ولذا تُستخدم أعمدة وأنابيب مصنوعة من اللدائن و/أو مبطنة بالبلاستيك، بما يشمل استخدام البوليمرات الفلوركربونية و/أو مبطنة بالزجاج. أما في عملية التبادل الأيوني بين المادتين الصلبة والسائلة، فيتم الإثراء عن طريق امتزاز (adsorption/desorption) اليورانيوم داخل مادة صمغية (resin)، أو مادة خاصة للتبادل الأيوني تتميز بسرعة عمل فائقة. ويتم تمرير محلول من اليورانيوم في حمض الهيدروكلوريك ومواد كيميائية

أخرى عبر أعمدة الإثراء الاسطوانية التي تحتوي على قيعان مُبطنة للمواد الممتزّة، ولضمان عدم انقطاع العملية؛ يلزم استخدام نظام لإعادة تدفق اليورانيوم من المادة الممتزّة إلى التدفق السائل بحيث يمكن جمع النواتج والمخلفات، ويتم ذلك باستخدام عوامل كيميائية مناسبة للاختزال/الأكسدة ليعاد توليدها بالكامل في دوائر خارجية منفصلة، كما يمكن إعادة توليدها جزئياً داخل أعمدة الفصل النظيري ذاتها. ونظراً لاستخدام محاليل مركزة ساخنة من حمض الهيدروكلوريك في هذه العملية، يلزم أن تكون المعدات مصنوعة من مواد خاصة قادرة على مقاومة التآكل أو أن تكون مطليّة بهذه المواد.

030500060100

٣-٥-٦-١ أعمدة التبادل بين سائلين (التبادل الكيميائي)

أعمدة للتبادل بين سائلين (countercurrent liquid-liquid exchange columns) يتدفقان في اتجاهين معاكسين، مزودة بمستلزمات للقوى الميكانيكية ومصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي، ولمقاومة التآكل بمحاليل مركزة لحمض الهيدروكلوريك، تكون هذه الأعمدة ومكوناتها الداخلية مصنوعة في العادة من مواد لدائنية مناسبة (مثل البوليمرات الفلوروكربونية الهيدروكربونية المفلورة) أو الزجاج أو تكون مطليّة بهذه المواد، وتصمم الأعمدة بحيث يكون زمن البقاء المرحلي (stage residence time) قصيراً ولا يتجاوز ٣٠ ثانية.

030500060200

٣-٥-٦-٢ موصلات فصل السوائل بالطرد المركزي (التبادل الكيميائي)

موصلات لفصل السوائل بالطرد المركزي (liquid-liquid centrifugal contactors) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي، وتُستخدم موصلات الدوران لنشر التيارات العضوية والمائية (organic and aqueous streams)، وقوة الطرد المركزي لفصل الأطوار. ولمقاومة التآكل بمحاليل مركزة لحمض الهيدروكلوريك، تكون الموصلات مصنوعة من مواد بلاستيكية مناسبة (مثل البوليمرات الفلوروكربونية الهيدروكربونية المفلورة) أو الزجاج أو تكون مطليّة بهذه المواد، وتصمم موصلات الفصل المركزي بحيث يكون زمن البقاء المرحلي (stage residence time) قصيراً ولا يتجاوز ٣٠ ثانية

030500060300
030500060301
030500060302

٣-٥-٦-٣ نظم ومعدات اختزال اليورانيوم (التبادل الكيميائي)

أ. خلايا اختزال كهروكيميائية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاختزال اليورانيوم من حالة تكافؤ إلى أخرى لإثراء اليورانيوم باستخدام عملية التبادل الكيميائي، وتكون مواد الخلايا الملامسة لمحاليل المعالجة قادرة على مقاومة التآكل بالمحاليل المركّزة لحمض الهيدروكلوريك.

ملاحظة:

يتم تصميم حجرة الخلايا الكاثودية (cell cathodic compartment) بحيث تمنع إعادة أكسدة اليورانيوم إلى حالة التكافؤ الأعلى، ولإبقاء اليورانيوم داخل الحجرة الكاثودية، تُزوَّد الخلية بغشاء حاجز منيع مكوّن من مواد خاصة لتبادل الكاتيونات، ويتألف الكاثود من موصل صلب وملائم كالجرافيت

ب. نظم مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في الطرف الختامي للسلسلة التعاقبية لإخراج اليورانيوم (U^{+4}) من التيار العضوي، وضبط التركيز الحمضي، وتلقيم خلايا الاختزال الكهروكيميائي.

ملاحظة:

تتألف هذه النظم من معدات استخلاص للمذيبات لسحب اليورانيوم (U^{+4}) من التيار العضوي ونقله إلى محلول مائي، ومعدات تبخير و/أو معدات أخرى لضبط ومراقبة نسبة تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول، ومضخّات أو أجهزة أخرى لنقل مادة التلقيم إلى خلايا الاختزال الكهروكيميائي، ويُمثّل تجنب تلوث تيار الماء بأيونات فلزية معينة أحد الجوانب الرئيسية في التصميم؛ ولذا

تُصنَع الأجزاء الملامسة لتيار العملية من معدات مصنوعة من مواد مناسبة (مثل الزجاج، وبوليمرات الفلوروكربون، وكبريتات البوليفينيل، وسلفون البولي إثير، والجرافيت المشرّب بمواد صمغية (resin)، أو مطليّة بهذه المواد).

030500060400 **٣-٥-٦-٤ نظم تحضير مادة التلقيم (التبادل الكيميائي)**

نظم مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإنتاج محاليل التلقيم (feed solutions) المكوّنة من كلوريد اليورانيوم عالي النقاء لاستخدامها في مرافق فصل نظائر اليورانيوم بالتبادل الكيميائي.

ملاحظة:

تتكون هذه النظم من معدات للإذابة و/أو استخلاص المذيبات و/أو التبادل الأيوني، وخلايا التحليل الكهربائي لاختزال اليورانيوم (U^{+6}) أو اليورانيوم (U^{+4}) أو اليورانيوم (U^{+3}). وتُنتج هذه النظم محاليل كلوريد اليورانيوم التي تحتوي على بضعة أجزاء في المليون من الشوائب الفلزية مثل الكروم، والحديد، والفاناديوم، والموليبدينوم، والكاتيونات الأخرى الثنائية التكافؤ أو المتعددة التكافؤ الأعلى منها. وتشمل المواد المستخدمة في بناء أجزاء من النظام الذي يعالج اليورانيوم (U^{+3})

عالي النقاء، الزجاج، أو البوليمرات الهيدروكربونية المفلورة، أو كبريتات البوليفنيل، أو الجرافيت المبطّن بلدائن سلفون البولي إثير والمشرّب بمواد صمغية (resin-impregnated).

030500060500

٣-٥-٦-٥ نظم أكسدة اليورانيوم (التبادل الكيميائي)

نظم مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لأكسدة اليورانيوم (U^{+3}) إلى اليورانيوم (U^{+4}) بغرض إعادته إلى السلسلة التعاقبية لفصل نظائر اليورانيوم في عملية الإثراء بالتبادل الكيميائي.

ملاحظة:

تشمل هذه النظم معدات مثل:

أ. معدّات لإحداث التماس (contacting) بين الكلور والأكسجين من جهة، والتصريف المائي (aqueous effluent) الخارج من معدات الفصل النظيري من جهة ثانية، واستخلاص اليورانيوم (U^{+4}) الناتج من التيار العضوي العائد من الطرف الخاص بالنواتج في السلسلة التعاقبية.

ب. معدات لفصل الماء عن حمض الهيدروكلوريك، لإعادة إدخال الماء وحمض الهيدروكلوريك المركز إلى العملية في مواقعها المحددة.

030500060600

٣-٥-٦-٦ مواد صمغية/ممتزات التبادل الأيوني السريعة التفاعل (التبادل الأيوني)

مواد صمغية (resin) أو ممتزات (adsorbent) سريعة التفاعل للتبادل الأيوني مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإثراء اليورانيوم بالتبادل الأيوني، بما في ذلك مواد صمغية ذات مسامية كبيرة (porous macroreticular resins)، و/أو الهياكل الغشائية (pellicular structure)، التي تنحصر فيها مجموعات التبادل الكيميائي النشط (active chemical exchange groups) في طبقة على سطح هيكل داعم مسامي غير نشط، والهياكل المركبة الأخرى بأي شكل مناسب، بما في ذلك الجسيمات أو الألياف. ولا يزيد قطر المواد الصمغية /الممتزات للتبادل الأيوني على ٠,٢ مم، وتكون قادرة كيميائياً على مقاومة محاليل حمض الهيدروكلوريك المركّز، وقوية لضمان عدم تحللها في أعمدة التبادل. والمواد الصمغية/الممتزات مصمّمة خصيصاً لبلوغ حركة سريعة في تبادل نظائر اليورانيوم (معدل التبادل لا يزيد على ١٠ ثوان في نصف الوقت)، وقادرة على العمل في درجة حرارة تتراوح بين ٣٧٣ كلفن (١٠٠ درجة مئوية) و٤٧٣ كلفن (٢٠٠ درجة مئوية).

030500060700

٣-٥-٦-٧ أعمدة التبادل الأيوني (التبادل الأيوني)

أعمدة اسطوانية الشكل يزيد قطرها عن ١٠٠٠مم، لاحتواء ودعم القيعان المبطّنة بالمواد الصمغية (resin)/ممتزات (adsorbent) التبادل الأيوني، مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإثراء اليورانيوم بالتبادل الأيوني. وتكون الأعمدة مصنوعة من مواد مثل التيتانيوم أو اللدائن الفلوروكربونية مقاومة للتآكل بمحاليل حمض الهيدروكلوريك المركّز أو مطليّة بهذه المواد، وتكون قادرة على العمل في درجة حرارة بين ٣٧٣ كلفن (١٠٠ درجة مئوية) و٤٧٣ كلفن (٢٠٠ درجة مئوية)، وبمستويات ضغط تتجاوز ٠,٧ ميجا باسكال.

030500060800
030500060801
030500060802

٣-٥-٦-٨ نظم إعادة تدفق التبادل الأيوني (التبادل الأيوني)

أ. نظم اختزال كيميائي أو إلكتروكيميائي مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإعادة توليد عامل الاختزال الكيميائي المستخدم في السلاسل التعاقبية لإثراء اليورانيوم بالتبادل الأيوني.

ب. نظم أكسدة كيميائية أو إلكتروكيميائية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإعادة توليد عامل أو عوامل الأكسدة الكيميائية المستخدم في السلاسل التعاقبية لإثراء اليورانيوم بالتبادل الأيوني.

ملاحظة:

يمكن في عملية الإثراء بالتبادل الأيوني أن يستخدم التيتانيوم الثلاثي التكافؤ (Ti^{+3}) – على سبيل المثال – باعتباره كاتيون اختزال (reducing cation)، وفي هذه الحالة يُعيد نظام الاختزال توليد (Ti^{+3}) عن طريق اختزال (Ti^{+4}). ويمكن في هذه العملية استخدام الحديد الثلاثي التكافؤ (Fe^{+3}) كمؤكسِد، وفي هذه الحالة يعيد نظام الأكسدة توليد (Fe^{+3}) عن طريق أكسدة (Fe^{+2}).

030500070000 **٣-٥-٧ النظم والمعدات والمكونات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصا لاستخدامها في مرافق الإثراء بالليزر**

ملاحظة:

تندرج نظم عمليات الإثراء بالليزر في فئتين هما: النظم التي يكون فيها وسيط العملية بخار اليورانيوم الذري، والنظم التي يكون فيها وسيط العملية بخار مركب اليورانيوم الممزوج في بعض الحالات بغاز أو غازات أخرى. وتشمل المسميّات الشائعة لهذه العمليات التالي:

الفئة الأولى – الفصل النظيري بالليزر البخاري الذري (atomic vapor laser isotope separation).

الفئة الثانية – الفصل النظيري بالليزر الجزيئي بما في ذلك التفاعل الكيميائي عن طريق التنشيط الليزري الانتقائي للنظائر (molecular laser isotope separation, including chemical reaction by isotope selective laser activation).

وتشمل النظم والمعدات والمكونات المستخدمة في مرافق الإثراء بالليزر ما يلي:

أ. أجهزة لتلقيم بخار فلز اليورانيوم (للتأيين الضوئي الانتقائي) (selective-photoionization)، أو أجهزة لتلقيم بخار أحد مركبات اليورانيوم (للتفكيك الضوئي الانتقائي أو الحثّ/التنشيط الانتقائي) (selective photo-dissociation or selective excitation/activation).

ب. أجهزة لجمع فلز اليورانيوم المثرى والمستنفد في شكل نواتج ومخلفات بالنسبة للفئة الأولى، وأجهزة لجمع مركبات اليورانيوم المثرى والمستنفد في شكل نواتج ومخلفات بالنسبة للفئة الثانية.

ج. نظم معالجة بالليزر لحث أنواع اليورانيوم-٢٣٥ (^{235}U) بشكل انتقائي.

د. معدات لتحضير مواد التلقيم وتحويل النواتج. وتتطلب عملية قياس طيف ذرات اليورانيوم ومركباته استخدام أي تقنية متاحة من تقنيات الليزر والبصريات الليزرية المتعددة.

وتتصل العديد من الأصناف الواردة في هذا القسم اتصالاً مباشراً ببخار أو سائل فلز اليورانيوم، أو بغازات المعالجة التي تتكون من سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، أو مزيج منه وغازات أخرى. وتُصنع جميع الأسطح التي تكون في تلامس مباشر مع اليورانيوم أو سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)

بالكامل من مواد قادرة على مقاومة التآكل أو تطلى بهذه المواد. وتشمل تلك المواد المقاومة للتآكل ببخار أو سائل فلز اليورانيوم أو سبائك اليورانيوم الجرافيت المطلي بالايتريوم والتنتالوم. أما المواد المقاومة للتآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) فتشمل النحاس، أو سبائك النحاس، أو الفولاذ المقاوم للصدأ، أو الالومنيوم، أو أكسيد الالومنيوم، أو سبائك الالومنيوم، أو النيكل أو السبائك التي تحتوي على نسبة لا تقل عن ٦٠٪ حسب الوزن من النيكل، والبوليمرات الهيدروكربونية المفلورة (fluorinated hydrocarbon polymers).

030500070100

٣-٥-٧-١ نظم تبخير اليورانيوم (الطرق القائمة على البخار الذري)

نظم مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتبخير فلز اليورانيوم لاستخدامها في الإثراء بالليزر.

ملاحظة:

تحتوي هذه النظم على قاذفات حِزم إلكترونية (electron beam guns)، وهي مصمّمة للوصول إلى قدرة (power) لا تقل عن ١ كيلو واط، يتم تسليطها على الهدف لتوليد بخار فلز اليورانيوم بالمعدل المطلوب لعملية الإثراء بالليزر.

030500070200

٣-٥-٧-٢ نظم ومكونات مناولة فلز اليورانيوم السائل أو البخاري (الطرق القائمة على البخار الذري)

نظم مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لمناولة اليورانيوم المصهور، أو سبائك اليورانيوم المصهورة، أو بخار فلز اليورانيوم للاستخدام في الإثراء بالليزر، أو مكونات مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتلك النظم.

ملاحظة:

تتكون نظم مناولة فلز اليورانيوم السائل من بوتقات (crucibles) ومعدات التبريد اللازمة لها. وتُصنع البوتقات وأجزاء النظام الأخرى التي تلامس اليورانيوم المصهور أو سبائك اليورانيوم المصهورة أو بخار فلز اليورانيوم من مواد قادرة على مقاومة التآكل والحرارة، أو تكون مطليّة بهذه المواد. وتشمل تلك المواد التنتالوم، والجرافيت المطلي بالايتريوم، والجرافيت المطلي بأكاسيد أخرى أرضية نادرة أو مخاليط منها.

030500070300

٣-٥-٧-٣ تجميعات لجمع نواتج ومخلفات فلز اليورانيوم (الطرق القائمة على البخار الذري)

تجميعات (assemblies) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لجمع نواتج ومخلفات فلز اليورانيوم في الشكل السائل أو الصلب

ملاحظة:

تُصنع مكونات هذه التجميعات من مواد مقاومة للحرارة والتآكل ببخار أو سائل فلز اليورانيوم (مثل الجرافيت المطلي بالأيتريوم أو التنتالوم) أو تكون مطليّة بهذه المواد، وتشمل أنابيب، وصمامات، ولوازم (fittings)، وميازيب (gutters)، ووصلات تلقيم (feed-throughs)، ومبادلات حرارة، وألواح تجميع (collector plates) خاصة بطرق الفصل المغناطيسي أو باستخدام الكهرباء الساكنة، أو غير ذلك من طرق الفصل.

030500070400 **٣-٥-٧-٤ حاويات وحدات الفصل (الطرق القائمة على البخار الذري)**

أوعية اسطوانية أو مستطيلة الشكل مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاحتواء مصدر بخار فلز اليورانيوم، وقاذف حِزم الإلكترونات (electron beam guns)، وتجميعات النواتج والمخلفات.

ملاحظة:

تُزوّد هذه الحاويات بمنافذ خاصة لوصلات التلقيم بالكهرباء والماء (electrical and water feed-throughs)، وفتحات لأشعة الليزر، وتوصيلات لمضخّات التفريغ، وأجهزة تشخيصية دقيقة لأعطال الأجهزة ومراقبتها، ويتم فيها مراعاة القدرة على الفتح والإغلاق لإتاحة تجديد المكونات الداخلية.

030500070500

٣-٥-٧-٥فوهات التمدد فوق الصوتية (الطرق الجزيئية)

فوهات للتمدد فوق الصوتي (supersonic expansion nozzles) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتبريد مزيج سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) والغازات الحاملة له إلى ١٥٠ كلفن (١٢٣ درجة مئوية تحت الصفر) أو أقل، وتكون مقاومة للتآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6).

030500070600

٣-٥-٧-٦تجميعات لجمع النواتج أو المخلفات (الطرق الجزيئية)

مكونات أو أجهزة مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لجمع نواتج أو مخلفات اليورانيوم بعد معالجتها بالليزر.

ملاحظة:

تساعد مجمّعات النواتج على جمع المادة الصلبة لخامس فلوريد اليورانيوم المثرى (UF_5)، وتتألف من مجمّعات ترشيحية (filters) أو تصادمية (impact) أو حلزونية (cyclone)، أو توليفة منها، وتكون قادرة على مقاومة التآكل في وسط يحتوي على خامس فلوريد اليورانيوم (UF_5)/سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6).

030500070700

٣-٥-٧-٧ضاغطات سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)/الغازات الحاملة له (الطرق الجزيئية)

ضاغطات (compressors) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لمزيج سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)/الغازات الحاملة له، ومصمّمة للتشغيل لفترات طويلة في وسط يحتوي على سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6). وتُصنع مكوناتها الملامسة لغاز المعالجة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو تُطلى بهذه المواد.

030500070800

٣-٥-٧-٨سدادات العمود الدوار (الطرق الجزيئية)

سدادات العمود الدوار مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً ومزودة بتوصيلات تلقيم وتصريف (seal feed and seal exhaust connections)، لإغلاق العمود الذي يوصل الأعمدة الدوارة للضاغطات بمحركات التشغيل لضمان منع تسرب غاز المعالجة إلى الخارج، أو منع تسرب الهواء إلى غرفة الضاغط الداخلية، الممتلئة بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)/الغازات الحاملة له.

030500070900

٣-٥-٧-٩ نظم الفلورة (الطرق الجزيئية)

نظم مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لفلورة (fluorinating) خامس فلوريد اليورانيوم (UF_5) الصلب وسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) الغاز.

ملاحظة:

هذه النظم مصمّمة لفلورة (fluorinating) مسحوق خامس فلوريد اليورانيوم (UF_5)، الذي يتم جمعه بهدف تحويله إلى سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، ومن ثم جمعه في حاويات النواتج، أو لنقله كمادة تلقيم لمزيد من الإثراء، وفي بعض الطرق يجري تفاعل الفلورة داخل نظام الفصل النظيري بحيث يتم التفاعل والاستعادة مباشرة من مجمّعات النواتج. كما يمكن في بعض الطرق الأخرى إزالة أو نقل مسحوق خامس فلوريد اليورانيوم (UF_5) من مجمّعات النواتج إلى وعاء مناسب للتفاعل، منها على سبيل المثال المفاعل ذو القاع المائع (fluidized-bed reactor)، أو المفاعل الحلزوني (screw reactor)، أو البرج المتوهج (flame tower)، بغرض الفلورة، ولجمع سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) ونقله تَستخدم الطرق المذكورة أعلاه معدات لتخزين ونقل غاز الفلور أو غيرها من عوامل الفلورة.

030500071000

٣-٥-٧-١٠ أجهزة الطيف الكتلية لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)/المصادر الأيونية (الطرق الجزيئية)

أجهزة الطيف الكتلية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً تتصف بقدرتها على أخذ عينات مباشرة من التيارات الغازية لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، وتتميز بما يلي:

- قادرة على قياس أيونات ٣٢٠ وحدة من وحدات الكتلة الذرية او أكثر، ودقّة تزيد على جزء واحد في ٣٢٠.
- مصادر أيونية مركبة من النيكل أو سبائك النيكل-النحاس التي لا تقل فيها نسبة النيكل عن ٦٠٪ حسب الوزن، أو سبائك النيكل-الكروم أو مطليّة بهذه المواد.
- مصادر تأيين بالقذف الإلكتروني (electron bombardment ionization sources).
- لها نظام تجميع مناسب للتحليل النظيري.

030500071100

٣-٥-٧-١١ نظم التلقيم /نظم سحب النواتج والمخلفات (الطرق الجزيئية)

نظم أو معدات معالجة مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لمرافق الإثراء ومصنوعة من مواد قادرة على مقاومة التآكل بسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) أو مطليّة بهذه المواد،

وتشمل ما يلي:

أ. مُحميّات تلقيم (feed autoclaves) أو أفران أو نظم تُستخدم لتمرير سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى عملية الإثراء.

ب. محولات (desublimers)، أو مصائد باردة (cold traps)، تُستخدم في إزالة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) من عملية الإثراء لنقله مباشرة للتسخين.

ج. محطات تحويل للحالة الصلبة أو الحالة السائلة، تُستخدم في إزالة سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) من عملية الإثراء عن طريق ضغطة وتحويله إلى الشكل السائل أو الصلب.

د. محطات لنقل نواتج أو مخلفات سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى حاويات.

030500071200

٣-٥-٧-١٢نظم فصل سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)/الغازات الحاملة له (الطرق الجزيئية)

نظم معالجة مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لفصل سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) عن الغازات الحاملة له.

ملاحظة:

تشمل هذه النظم معدات مثل:

أ. مبادلات حرارة بالتبريد (cryogenic heat exchangers) وأجهزة فصل بالتبريد (cryoseparators) تعمل عند درجات حرارة منخفضة تصل إلى ١٥٣ كلفن (١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر) أو أقل.

ب. وحدات تبريد (cryogenic refrigeration) تعمل عند درجات حرارة منخفضة، وقادرة على توليد درجات حرارة تصل إلى ١٥٣ كلفن (١٢٠ درجة مئوية تحت الصفر) أو أقل.

ج. مصائد باردة (cold traps) لسادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) قادرة على تجميد سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6). ويمكن أن تكون الغازات الحاملة النيتروجين أو الأرجون أو غازات أخرى.

٣-٥-٧-١٣ نظم الليزر 030500071300

ليزرات أو نظم الليزر المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لفصل نظائر اليورانيوم.

ملاحظة:

تشمل الليزرات ومكونات الليزر المستخدمة في عمليات الإثراء بالليزر الأصناف الواردة في المتعلقات النووية ذات الاستخدام المزدوج النووي وغير النووي (القائمة الثانية). وتتكون نظم الليزر من مكونات ضوئية وإلكترونية للتحكم في أشعة الليزر ونقلها إلى غرفة فصل النظائر (isotope separation chamber). أما نظم الليزر المستخدمة في الأساليب القائمة على البخار الذري فتتكون عادةً من ليزر صبغي قابل للضبط (tunable dye laser) يضخه نوع آخر من الليزر (مثل ليزرات بخار النحاس أو أنواع معينة من الليزرات المتولدة من مواد في حالتها الصلبة). وتتكون نظم الليزر المستخدمة في الطرق الجزيئية من ليزرات ثاني أكسيد الكربون أو ليزرات أكزيمر (excimer laser) وخلية بصرية متعددة المسارات (multi-pass optical cell). وتتطلب الليزرات أو نظم الليزر المستخدمة في كلا الطريقتين تثبيت ذبذبات الطيف لتشغيلها لفترات زمنية طويلة.

030500080000

٣-٥-٨ النظم والمعدات والمكونات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في مرافق الإثراء بالفصل البلازمي

ملاحظة:

في عملية الفصل البلازمي، تمر بلازما أيونات اليورانيوم عبر مجال كهربائي يتم ضبطه على

ذبذبة الرنين الأيوني لليورانيوم-٢٣٥ (^{235}U)، بحيث تمتص الطاقة على نحو تفضيلي ويزداد قطر مداراتها اللولبية (corkscrew-like orbits). ويتم احتباس الأيونات ذات الأقطار الكبيرة لإنتاج يورانيوم مثرى بالنظير-٢٣٥ (^{235}U). أما البلازما، التي تتكون عن طريق تأين بخار اليورانيوم، فيتم احتواؤها في غرفة تفريغ (vacuum chamber) ذات مجال مغناطيسي عالي القدرة يُنتَج باستخدام مغناطيس عالي التوصيل. وتشمل النظم التقنية الرئيسية للعملية نظام توليد بلازما اليورانيوم، ووحدة الفصل المزودة بمغناطيس عالي التوصيل (انظر القائمة الثانية)، ونظم إزالة الفلزات لجمع النواتج والمخلفات.

٣-٥-٨-١ مصادر موجات المايكروويف وهوائياتها 030500080100

مصادر موجات المايكروويف وهوائياتها (microwave power sources and antennae) المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لإنتاج أو تعجيل الأيونات، وتتميز بالخصائص التالية: ذبذبة تزيد عن ٣٠ جيجا هرتز، ومتوسط طاقة يزيد عن ٥٠ كيلو واط.

٣-٥-٨-٢ ملفات الحث الأيوني 030500080200

ملفات حث أيوني ذات ذبذبة لاسلكية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لترددات تزيد عن ١٠٠ كيلو هرتز، وهي قادرة على معالجة متوسط طاقة يزيد عن ٤٠ كيلو واط.

030500080300

٣-٨-٥-٣ نظم توليد بلازما اليورانيوم

نظم لتوليد بلازما اليورانيوم مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في مرافق توليد البلازما.

030500080400

٣-٨-٥-٤ تجميعات لجمع نواتج ومخلفات فلز اليورانيوم

تجميعات (assemblies) لجمع نواتج ومخلفات مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لفلز اليورانيوم في حالته الصلبة، وتُصنع من مواد مقاومة للحرارة والتآكل ببخار فلز اليورانيوم، مثل الجرافيت المطلي بالايتريوم أو التنتالوم، أو تكون مطليّة بهذه المواد

030500080500

٣-٨-٥-٥ أوعية وحدات الفصل

أوعية اسطوانية مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في مرافق الإثراء بالفصل البلازمي بغرض احتواء مصدر بلازما اليورانيوم، وملف توصيل الترددات اللاسلكية، ومجمّعات النواتج والمخلفات (product and tails collectors).

ملاحظة:

تُزوّد هذه الأوعية بمنافذ خاصة لوصلات التلقيم بالكهرباء (electrical feed-throughs)، وتوصيلات لمضخّات الانتشار (diffusion pumps)، وأجهزة تشخيصية دقيقة لأعطال الأجهزة ومراقبتها، ويتم فيها

مراعاة القدرة على الفتح والإغلاق لإتاحة تجديد المكونات الداخلية، وتُصنع من مواد مناسبة غير مغناطيسية مثل الفولاذ المقاوم للصدأ.

030500090000 **٣-٥-٩ النظم والمعدات والمكونات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في مرافق الإثراء الكهرومغناطيسي**

ملاحظة:

يتم في المعالجة الكهرومغناطيسية (electromagnetic process) تعجيل أيونات فلز اليورانيوم الناتجة عن تأيين مادة تلقيم مِلحيّة (salt-feed material) مثل رابع كلوريد اليورانيوم (UCl_4)، وتمريرها عبر مجال مغناطيسي يدفع أيونات النظائر المختلفة إلى اتخاذ مسارات مختلفة. وتشمل المكونات الرئيسية لأجهزة الفصل الكهرومغناطيسي للنظائر ما يلي: مجال مغناطيسي لتحويل أو فصل النظائر بالأشعة الأيونية، ومصدراً أيونياً بنظام التعجيل الخاص به، ونظاماً لتجميع الأيونات المفصولة. وتشمل النظم الإضافية للمعالجة نظام الإمداد بالقدرة المغناطيسية (magnet power supply system)، ونظام إمداد مصدر الأيونات بكهرباء ذات فرق جهد عال (ion source high-voltage power supply system)، ونظام التفريغ (vacuum system)، ونظم مكثفة للمناولة الكيميائية (extensive chemical handling systems) لاستعادة النواتج وتنظيف أو إعادة تدوير المكونات.

030500090100
030500090101
030500090102
030500090103
030500090104

٣-٥-٩-١ أجهزة كهرومغناطيسية لفصل النظائر

أجهزة كهرومغناطيسية لفصل النظائر مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لفصل نظائر اليورانيوم، وتشمل ما يلي:

أ. مصادر أيونية:

مصادر مفردة أو متعددة لأيونات اليورانيوم مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً وتتكون من مصدر للبخار، ومؤيّن، ومعجّل أشعة، ومصنوعة من مواد قادرة على توليد تيار أشعة أيونية بإجمالي لا يقل عن ٥٠ ملي أمبير مثل الجرافيت، أو الفولاذ المقاوم للصدأ، أو النحاس.

ب. تجميعات أيونية:

لوحات تجميع (collector plates) مكونة من شقين (slits) أو أكثر، وجيوب (pockets) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتجميع حزم أيونات اليورانيوم المثرى والمستنفد، وتكون مصنوعة من مواد مثل الجرافيت أو الفولاذ المقاوم للصدأ.

ج. أوعية فراغية:

أوعية فراغية (vacuum housings) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لأجهزة فصل اليورانيوم الكهرومغناطيسية ومصمّمة للتشغيل بضغط لا يزيد

عن ٠,١ باسكال، ومصنوعة من مواد غير مغناطيسية مثل الفولاذ المقاوم للصدأ.

ملاحظة:

تكون هذه الأوعية مصمّمة خصيصاً لاحتواء مصادر الأيونات ولوحات التجميع (collector plates) والمبطنات المبرّدة بالماء (water-cooled liners)، وتتوفر بها توصيلات مضخّات الانتشار (diffusion pump connections)، وإمكانية الفتح والإغلاق لإزالة هذه المكونات وإعادة تركيبها

د. أجزاء الأقطاب المغناطيسية:

أجزاء الأقطاب المغناطيسية (magnet pole pieces) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً والتي يزيد قطرها عن ٢ م، وتُستخدم للمحافظة على مجال مغناطيسي ثابت داخل أجهزة فصل النظائر الكهرومغناطيسية، ونقل المجال المغناطيسي بين أجهزة الفصل المتجاورة.

٣-٥-٩-٢ نظم إمداد بالطاقة ذات فرق جهد عالي 030500090200

نظم إمداد بالطاقة ذات فرق جهد عالي مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً للمصادر الأيونية، وتتصف بالخاصيتين التاليتين:

- قابلة للتشغيل المستمر، وفرق جهد لا يقل عن ٢٠٠٠٠ فولت، وتيار لا يقل عن ١ أمبير.
- تنظيم فرق الجهد بنسبة أفضل من ٠,٠١٪ على مدى فترة زمنية مدتها ٨ ساعات.

030500090300 **٣-٥-٩-٣ إمدادات القدرة المغناطيسية**

نظم ذات قدرة عالية وتيار كهربائي مستمر (DC) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإمداد قدرة مغناطيسية، وتتصف بالخاصيتين التاليتين:

- قادرة على إنتاج تيار لا يقل عن ٥٠٠ أمبير على نحو مستمر بفرق جهد لا يقل عن ١٠٠ فولت.
- تنظيم التيار أو فرق الجهد بنسبة أفضل من ٠,٠١٪ على مدى فترة زمنية مدتها ٨ ساعات.

030600000000 **٦-٣ مرافق إنتاج أو تركيز الماء الثقيل والديتيريوم ومركبات الديتيريوم، والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها**

ملاحظة:

يمكن إنتاج الماء الثقيل باستخدام مجموعة من العمليات، ومنها: عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين (عملية ذوبان الغاز)، وعملية تبادل الأمونيا والهيدروجين.

تقوم العملية الأولى بتبادل الهيدروجين والديتيريوم بين الماء وكبريتيد الهيدروجين داخل سلسلة من الأبراج يتم تشغيلها بحيث يكون الجزء العلوي منها بارداً والجزء السفلي ساخناً، ويتدفق الماء إلى أسفل الأبراج بينما يتحرك غاز كبريتيد الهيدروجين من أسفل الأبراج إلى أعلاها في مسار دائري، وتُستخدم سلسلة من الألواح المثقبة (perforated trays) لتسهيل اختلاط الغاز والماء، حيث ينزح الديتيريوم إلى الماء عندما تكون درجات الحرارة منخفضة، والى كبريتيد الهيدروجين عندما تكون درجات الحرارة مرتفعة. وتتم إزالة الغاز المثرى بالديتيريوم أو الماء المثرى بالديتيريوم من أبراج المرحلة الأولى عند نقطة التقاء الجزء الساخن بالجزء البارد، وتتكرر العملية في أبراج المراحل اللاحقة، ويُرسَل الماء المثرى بالديتيريوم بنسبة تصل إلى ٣٠٪ حسب الوزن – الذي يمثل نتاج المرحلة الأخيرة – إلى وحدة تقطير لإنتاج ماء ثقيل صالح للمفاعلات النووية .

أما عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين، فيمكنها أن تستخرج الديتيريوم من غاز مساعد (synthesis) عن طريق التلامس مع الأمونيا السائلة (NH_3) مع وجود مادة محفزّة. ويتم تلقيم الغاز المساعِد داخل أبراج التبادل وإلى مُحوّل الأمونيا. ويتدفق الغاز داخل الأبراج من الأسفل إلى الأعلى، بينما تتدفق الأمونيا السائلة (NH_3) من الأعلى إلى الأسفل. ويتم إزالة الديتيريوم من الهيدروجين الموجود في الغاز المساعِد وتركيزه في الأمونيا (NH_3)، ومن ثم تتدفق الأمونيا (NH_3) إلى مكسّرات الأمونيا (NH_3 crackers) في الجزء السفلي من البرج بينما يتدفق الغاز إلى محول الأمونيا في الجزء العلوي. وتستمر عملية الإثراء الإضافية في المراحل اللاحقة، ويتم إنتاج ماء ثقيل صالح للمفاعلات من خلال التقطير النهائي. ويمكن إنتاج الغاز المساعِد (synthesis) عن طريق تبادل

الأمونيا والهيدروجين في مرفق الأمونيا. ويمكن استخدام الماء العادي كمصدر لتوفير الديتيريوم في عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين.

وتتطلب عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين، وعملية تبادل الأمونيا والهيدروجين معالجة كميات كبيرة من السوائل القابلة للاشتعال والمُؤكسِدة والسامة عند مستويات ضغط عالية، والذي يتطلب اختيار المواد ومواصفاتها بدقة عالية عند وضع التصميم ومعايير التشغيل للمرافق والمعدات التي تستخدم هاتين العمليتين لضمان امتداد عمرها التشغيلي بمعايير عالية من الأمان والموثوقية.

والأصناف المستخدمة في العمليتين أعلاه التي لا تكون بمفردها مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل يمكن تركيبها في نظم مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل. ومن الأمثلة على هذه النظم نظام إنتاج المادة المحفّزة المستخدم في عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين، ونظم تقطير الماء المستخدمة في التركيز النهائي للماء الثقيل ليكون مناسباً للمفاعلات في أي من العمليتين.

ويرد فيما يلي الأصناف المندرجة ضمن المعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين أو عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين:

030600010000

٣-٦-١ أبراج تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين

أبراج تبادل (exchange towers) لا يقل قطرها عن ١,٥ متر وقادرة على العمل في مستويات ضغط لا تقل عن ٢ ميجا باسكال، ومصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين.

030600020000

٣-٦-٢ النفاخات والضاغطات

نفاخات أو ضاغطات بالطرد المركزي (centrifugal blowers or compressors) أحادية المرحلة (single stage) ومنخفضة الضغط (٠,٢ ميجا باسكال) لدورة غاز كبريتيد الهيدروجين (الغاز الذي يحتوي على كبريتيد الهيدروجين بنسبة تزيد عن ٧٠٪ حسب الوزن). وتكون مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الماء وكبريتيد الهيدروجين (water-hydrogen sulfide). ولا تقل القدرة الإنتاجية لهذه النفاخات أو الضاغطات عن ٥٦ م^{٣} / ثانية، وتعمل تحت مستويات ضغط امتصاص (suction pressure) لا تقل عن ١,٨ ميجا باسكال، وتكون مصمّمة بطريقة إغلاق محكمة لكبريتيد الهيدروجين الرطب (wet H_2S).

030600030000

٣-٦-٣ أبراج تبادل الأمونيا-الهيدروجين

أبراج تبادل (exchange towers) الأمونيا والهيدروجين لا يقل ارتفاعها عن ٣٥ متر، ويتراوح قطرها بين ١,٥ متر و٢,٥ متر، وتعمل تحت مستويات ضغط تتجاوز ١٥ميجا باسكال، وتكون مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين. وتُزوّد الأبراج بفتحة محورية مسطّحة واحدة على الأقل يتساوى قطرها مع قطر الجزء الاسطواني بحيث يُمكن إدخال أو إخراج أجزاء الأبراج الداخلية.

030600040000

٣-٦-٤ أجزاء الأبراج الداخلية والمضخّات المرحلية

أجزاء أبراج داخلية (tower internals) ومضخّات مرحلية (stage pumps) مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لأبراج إنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين، وتشمل أجزاء الأبراج الداخلية مُلامِسات مرحلية (stage contactors) مصمّمة خصيصاً لتحقيق التماس بين الغاز والسائل. وتشمل المضخّات المرحلية مضخّات قابلة للتشغيل المغمور (submersible pumps)، مصمّمة خصيصاً لتدوير الأمونيا السائلة (NH_3) ضمن مرحلة التماس داخلية للأبراج المرحلية (stage towers).

030600050000

٣-٦-٥ مُكسِّرات الأمونيا

مُكسِّرات الأمونيا (NH_3 crackers) المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين، وتعمل تحت مستويات ضغط لا تقل عن ٣ ميجا باسكال.

030600060000

٣-٦-٦ محللات الامتصاص بالأشعة تحت الحمراء

أجهزة تحليل الامتصاص بالأشعة تحت الحمراء (infrared absorption analyzers) قادرة على التمييز المباشر لنسبة الهيدروجين للديتيريوم، بحيث لا تقل نسبة تركيزات الديتيريوم عن ٩٠٪ حسب الوزن.

030600070000

٣-٦-٧ مو اقد مُحفزّة

مواقد مُحفزّة (catalytic burners) المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحويل غاز الديتيريوم المثرى إلى ماء ثقيل باستخدام عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين.

030600080000 **٣-٦-٨ النظم المتكاملة لزيادة تركيز الماء الثقيل أو الأعمدة اللازمة لها**

نظم متكاملة لزيادة تركيز الماء الثقيل أو الأعمدة اللازمة لها المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لزيادة تركيز الماء الثقيل للوصول إلى نسبة تركيز الديتيريوم المُستخدم في المفاعلات النووية.

ملاحظة:

تستخدم هذه النظم التقطير المائي لفصل الماء الثقيل عن الماء الخفيف، وتكون مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل الصالح للمفاعلات النووية من ماء ثقيل ملقّم بنسبة تركيز أقل.

030600090000 **٣-٦-٩ محولات توليف أو وحدات توليف الأمونيا**

محولات توليف (synthesis converters) أو وحدات توليف (synthesis units) الأمونيا المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لإنتاج الماء الثقيل باستخدام عملية تبادل الأمونيا والهيدروجين.

ملاحظة:

تسحب المحولات أو الوحدات غاز التوليف (synthesis gas) كالنيتروجين والهيدروجين من عمود تبادل الأمونيا (NH_3) والهيدروجين ذي الضغط العالي، أو أعمدة تبادل الأمونيا (NH_3) والهيدروجين ذات الضغط العالي، وتُعاد الأمونيا المولَّفة إلى عمود أو أعمدة التبادل.

030700000000

٣-٧ مرافق تحويل اليورانيوم والبلوتونيوم المستخدمين في صنع عناصر الوقود النووي وفصل نظائر اليورانيوم، على النحو المذكور في القسمين ٣-٤ و٣-٥، والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها

030700010000

٣-٧-١ مرافق تحويل اليورانيوم والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها

ملاحظة:

تقوم مرافق ونظم تحويل اليورانيوم بإجراء عمليات تحويل من نوع كيميائي لليورانيوم إلى نوع آخر، ومنها ما يلي: تحويل مركزات خام اليورانيوم إلى ثالث أكسيد اليورانيوم (UO_3)، وتحويل ثالث أكسيد اليورانيوم (UO_3) إلى ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2)، وتحويل أكاسيد اليورانيوم إلى رابع فلوريد اليورانيوم (UF_4)، أو سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، أو رابع كلوريد اليورانيوم (UCl_4)، وتحويل رابع فلوريد اليورانيوم (UF_4) إلى سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6)، وتحويل سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى رابع فلوريد اليورانيوم (UF_4)، وتحويل رابع فلوريد اليورانيوم (UF_4) إلى فلز اليورانيوم، وتحويل أملاح فلوريد اليورانيوم الى ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2). ومن الأمثلة على أنواع المعدات المستخدمة في هذه العمليات الأفران، والأفران الدوارة (rotary kilns)، والمفاعلات ذات القيعان المائعة (fluidized-bed reactors)، والمفاعلات ذات الأبراج المتوهجة (flame towers reactors)، وأجهزة الطرد المركزي للسوائل، وأعمدة التقطير (distillation columns)، وأعمدة استخراج السوائل (liquid-liquid extraction columns). وتؤخذ بعض الاعتبارات الخاصة في تصميم

تلك الأصناف وذلك لمراعاة الخواص المُؤكسِدة لبعض المواد الكيميائية التي تتم معالجتها (كفلوريد الهيدروجين (HF)، والفلور (F_2)، وثالث فلوريد الكلور (ClF_3)، وأملاح فلوريد اليورانيوم) والاعتبارات المتعلقة بالحرجية النووية (nuclear criticality)

والأصناف المستخدمة في عمليات تحويل اليورانيوم التي لا تكون بمفردها مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتحويل اليورانيوم يمكن تركيبها في نظم مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتحويل اليورانيوم

030700010100 **٣-٧-١-١ النظم المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحويل مركزات خام اليور انيوم إلى ثالث أكسيد اليور انيوم (UO_3)**

ملاحظة:

يتم تحويل مركّزات خام اليورانيوم (uranium ore concentrates) إلى ثالث أكسيد اليورانيوم (UO_3) بإذابة الخام في حمض النتريك واستخراج نيترات اليورانيل المنقاة ($UO_2(NO_3)_2$)، باستخدام مذيب كالفوسفات ثلاثي البوتيل (TBP)، ومن ثم يتم تحويل نيترات اليورانيل إلى ثالث أكسيد اليورانيوم (UO_3) إما عن طريق التركيز وإزالة النيترات أو بمعادلته باستخدام غاز الأمونيا (NH_3) لإنتاج ثاني يورانات الأمونيوم، ويليه عمليات الترشيح (filtering) والتجفيف (drying) والتكليس (calcining).

030700010200

٣-٧-١-٢ النظم المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحويل ثالث أكسيد اليور انيوم (UO_3) إلى سادس فلوريد اليور انيوم (UF_6)

ملاحظة:

يتم تحويل ثالث أكسيد اليورانيوم (UO_3) إلى سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) مباشرةً عن طريق الفلورة (fluorination). وتتطلب العملية وجود مصدر لغاز الفلور (F_2) أو ثالث فلوريد الكلور (ClF_3)

030700010300

٣-٧-١-٣ النظم المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحويل ثالث أكسيد اليور انيوم (UO_3) إلى ثاني أكسيد اليور انيوم (UO_2)

ملاحظة:

يتم تحويل ثالث أكسيد اليورانيوم (UO_3) إلى ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) عن طريق اختزال ثالث أكسيد اليورانيوم (UO_3) باستخدام غاز الأمونيا المكسّر (NH_3) أو الهيدروجين.

030700010400

٣-٧-١-٤ النظم المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحويل ثاني أكسيد اليور انيوم (UO_2) إلى رابع فلوريد اليور انيوم (UF_4)

ملاحظة:

يتم تحويل ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) إلى رابع فلوريد اليورانيوم (UF_4) عن طريق تفاعل ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) مع

غاز فلوريد الهيدروجين (HF) عند درجة حرارة تتراوح بين ٥٧٣ و٧٧٣ كلفن (٣٠٠ - ٥٠٠ درجة مئوية)

030700010500 **٣-٧-١-٥ النظم المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحويل رابع فلوريد اليور انيوم (UF_4) إلى سادس فلوريد اليور انيوم (UF_6)**

ملاحظة:

يتم تحويل رابع فلوريد اليورانيوم (UF_4) إلى سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) عن طريق تفاعل طارد للحرارة (exothermic reaction) مع الفلور في مفاعل برجي (tower reactor). ويتم تكثيف سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) من غازات التيارات الساخنة عن طريق تمرير التيار عبر مصيدة باردة (cold trap) يتم تبريدها إلى ٢٦٣ كلفن (١٠ درجات مئوية تحت الصفر)، وتتطلب العملية وجود مصدر لغاز الفلور (F_2).

030700010600 **٣-٧-١-٦ النظم المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحويل رابع فلوريد اليور انيوم (UF_4) إلى فلز اليور انيوم**

ملاحظة:

يتم تحويل رابع فلوريد اليورانيوم (UF_4) إلى فلز اليورانيوم عن طريق اختزاله بكميات كبيرة من المغنسيوم أو بكميات صغيرة من الكالسيوم. ويتم إجراء التفاعل عند

درجات حرارة تتجاوز نقطة انصهار اليورانيوم (١٤٠٣ كلفن (١١٣٠ درجة مئوية)).

030700010700

٣-٧-١-٧ النظم المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحويل سادس فلوريد اليور انيوم (UF_6) إلى ثاني أكسيد اليور انيوم (UO_2)

ملاحظة:

يتم تحويل سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) عن طريق واحدة من ثلاث عمليات. في العملية الأولى، يُختزل سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) ويُحلّل بالماء (hydrolyzed) ليصبح ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) باستخدام الهيدروجين والبخار. وفي العملية الثانية، يُحلّل سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) عن طريق إذابته في الماء، وتضاف الأمونيا (NH_3) لترسيب ثاني يورانات الأمونيوم، ويُختزل ثاني يورانات الأمونيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) باستخدام الهيدروجين عند ١٠٩٣ كلفن (٨٢٠ درجة مئوية). أما في العملية الثالثة، يتم مزج غاز سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) والأمونيا (NH_3) في الماء، حيث تترسب كربونات يورانيل الأمونيوم، وتُمزج مع البخار والهيدروجين عند درجة حرارة تتراوح بين ٧٧٣-٨٧٣ كلفن (٥٠٠-٦٠٠ درجة مئوية) لإنتاج ثاني

أكسيد اليورانيوم (UO_2). وتعتبر عملية تحويل سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) المرحلة الأولى في أي مرفق لإنتاج وقود المفاعلات النووية.

030700010800

٣-٧-١-٨ النظم المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحويل سادس فلوريد اليور انيوم (UF_6) إلى رابع فلوريد اليور انيوم (UF_4)

ملاحظة:

يتم تحويل سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) إلى رابع فلوريد اليورانيوم (UF_4) عن طريق اختزاله بالهيدروجين.

030700010900

٣-٧-١-٩ النظم المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحويل ثاني أكسيد اليور انيوم (UO_2) إلى رابع كلوريد اليور انيوم (UCl_4)

ملاحظة:

يتم تحويل ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) إلى رابع كلوريد اليورانيوم (UCl_4) عن طريق إحدى العمليتين، وهما: تفاعل ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) مع رابع كلوريد الكربون (CCl_4) عند درجة حرارة تبلغ ٦٧٣ كلفن (٤٠٠ درجة مئوية)، أو تفاعل ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) عند درجة حرارة تبلغ ٩٧٣ كلفن (٧٠٠ درجة مئوية) في وجود الكربون الأسود (CAS 1333-86-4) وأول أكسيد الكربون والكلور، وينتج عن هذا التفاعل رابع كلوريد اليورانيوم (UCl_4).

030700020000

٣-٧-٢ مرافق تحويل البلوتونيوم والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها

ملاحظة:

تقوم مرافق ونظم تحويل البلوتونيوم بإجراء عمليات للتحويل من نوع كيميائي للبلوتونيوم إلى آخر، بما في ذلك ما يلي: تحويل نيترات البلوتونيوم (PuN) إلى ثاني أكسيد البلوتونيوم (PuO_2)، وتحويل ثاني أكسيد البلوتونيوم (PuO_2) إلى رابع فلوريد البلوتونيوم (PuF_4)، وتحويل رابع فلوريد البلوتونيوم (PuF_4) إلى فلز البلوتونيوم. وترتبط مرافق تحويل البلوتونيوم بمرافق إعادة معالجة الوقود النووي المشعّع. ومن الأمثلة على أنواع المعدات المستخدمة في هذه العمليات الأفران، والأفران الدوارة (rotary kilns)، والمفاعلات ذات القيعان (fluidized-bed reactors)، والمفاعلات ذات الأبراج المتوهجة (flame towers reactors)، أجهزة الطرد المركزي للسوائل، وأعمدة التقطير (distillation columns)، وأعمدة استخراج السوائل (liquid-liquid extraction columns). وقد يلزم أيضاً استعمال الخلايا الساخنة (hot cells)، وصندوق القفازات المخبري (glove boxes)، وأجهزة المناولة عن بعد (remote manipulators).

وتؤخذ بعض الاعتبارات الخاصة في تصميم تلك الأصناف تحسباً للمخاطر الإشعاعية والسامة المرتبطة بالبلوتونيوم، والاعتبارات المتعلقة بالحرجية النووية (nuclear criticality).

والأصناف المستخدمة في العمليات أعلاه التي لا تكون بمفردها مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لتحويل البلوتونيوم يمكن تركيبها في نظم مصمّمة أو مُعَدّة خصيصاً لاستخدامها في تحويل البلوتونيوم.

030700020100

٣-٧-٢-١ النظم المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحويل نيترات البلوتونيوم إلى أكسيد البلوتونيوم

ملاحظة:

تتضمن عملية تحويل نيترات البلوتونيوم إلى أكسيد البلوتونيوم ما يلي: تخزين وضبط التلقيم، وترسيب السوائل عن الأجسام الصلبة وفصلها، والتكليس (calcination)، ومناولة النواتج، والتهوية، والتصرف في النفايات، ومراقبة العمليات. ويتم تكييف نظم العمليات لتجنب آثار الوصول إلى الحالة الحرجية النووية وآثار الإشعاعات وتقليل مخاطر السميّة. وفي معظم مرافق إعادة المعالجة، تنطوي هذه العملية على تحويل نيترات البلوتونيوم (PuN) إلى ثاني أكسيد البلوتونيوم (PuO_2). وتنطوي العمليات الأخرى على ترسيب أوكسالات البلوتونيوم أو بروكسيد البلوتونيوم.

030700020200

٣-٧-٢-٢ النظم المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لإنتاج فلز البلوتونيوم

ملاحظة:

تنطوي عملية إنتاج فلز البلوتونيوم على فلورة (fluorination) ثاني أكسيد البلوتونيوم (PuO_2)، بواسطة فلوريد هيدروجين (HF) عالي الأكسدة لإنتاج فلوريد البلوتونيوم، والذي يُختزل بعد ذلك باستخدام فلز الكالسيوم عالي النقاء لإنتاج بلوتونيوم فلزي وخبث (slag) فلوريد الكالسيوم. وأهم العمليات الفرعية التي تدخل تحت هذه العملية الرئيسية هي: الفلورة (باستخدام معدات مصنوعة من فلز ثمين أو مبطّنة به)، واختزال الفلز (باستخدام بواتق خزفية (ceramic crucibles))، واستخلاص الخبث (slag)، ومناولة النواتج، والتهوية، والتصرف في النفايات، ومراقبة العمليات. ويتم تكييف نظم العمليات لتجنب آثار الوصول إلى الحالة الحرجية النووية وآثار الإشعاعات وتقليل مخاطر السميّة. وتشمل العمليات الأخرى فلورة أوكسالات البلوتونيوم أو بروكسيد البلوتونيوم ثم الاختزال إلى فلز.

الباب الثالث: القائمة الثانية

تتضمّن هذه القائمة المتعلقات النووية ذات الاستخدام المزدوج النووي وغير النووي والبرمجيات والتقنيات المتعلقة بها.

ملاحظات عامة:

- يشمل وصف أي صنف من الأصناف الواردة في القائمة الثانية الصنف في حالته الجديدة أو المستعملة.
- في حالة عدم ذكر أي مواصفات أو خصائص محددة في وصف أي صنف من الأصناف الواردة في القائمة الثانية، يعتبر الوصف شاملاً الصنف بكافة أنواعه.
- تطبق ضوابط التقييد على المعدات والمواد غير الخاضعة للرقابة إذا كانت هذه المعدات أو المواد مُكونة من واحد أو أكثر من الأصناف الواردة في القائمة الثانية.

ضوابط نقل التقنية:

تخضع عملية نقل التقنية المرتبطة ارتباطاً مباشراً بأي صنف من الأصناف الواردة في القائمة الثانية إلى ذات القدر من الضوابط التي يخضع لها الصنف ذاته، وفقاً لما تحدّده هيئة الرقابة النووية والإشعاعية.

ضوابط نقل البرامج الحاسوبية:

تخضع عملية نقل البرامج الحاسوبية المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتطوير أو إنتاج أو استخدام أي صنف من الأصناف الواردة في القائمة الثانية إلى ذات القدر من الضوابط التي يخضع لها الصنف ذاته، وفقاً لما تحدّده هيئة الرقابة النووية والإشعاعية.

١. المعدات الصناعية

١-أ المعدات والتجميعات والمكونات

0401010100000

١-أ-١ نوافذ التدريع الإشعاعي (radiation shielding windows) ذات الكثافة العالية (الزجاج الرصاصي أو غيره)، وأطُر التصميم المخصّصة لها، التي تتصف بكافة الخصائص التالية:

- تزيد مساحتها الباردة (cold area) عن ٠,٠٩ م^{٢}.
- تزيد كثافتها عن ٣ جرام/ سم^{٣}.
- يبلغ سُمكها ١٠٠مم أو أكثر.

ملاحظة:

المساحة الباردة هي مساحة الرؤية من النافذة المعرضة لأدنى مستوى إشعاعي في التصميم.

0401010200000

١-أ-٢ الكاميرات التلفزيونية المقاومة للإشعاع أو العدسات المستخدمة فيها، المصمّمة خصيصاً أو المصنّفة كمقاومة للإشعاع.

0401010300000
0401010301000
0401010301010
0401010301020
0401010302000

١-أ-٣ الروبوتات و أدوات الاستجابة النهائية (end-effectors) ووحدات التحكم على النحو التالي:

أ. الروبوتات أو أدوات الاستجابة النهائية التي تتصف بإحدى الخاصيتين التاليتين:

- مصمّمة خصيصاً لتمتثل لمعايير الأمان المطبقة على عمليات مناولة المتفجرات شديدة الانفجار (على سبيل المثال: مطابقة معايير الشفرة الكهربائية للمتفجرات شديدة الانفجار).
- مصمّمة خصيصاً لتكون مقاومة للإشعاع، أو مصنّفة على أنها مقاومة للإشعاع.

ب. وحدات التحكم المصمّمة خصيصاً لتتناسب مع أي من الروبوتات أو أدوات الاستجابة النهائية المحددة في الصنف ١-أ-٣-أ.

ملاحظة:

- أدوات الاستجابة النهائية في الصنف ١-أ-٣ هي الأدوات القابضة (grippers) ووحدات التزويد بالأدوات اللازمة النشطة (active tooling units) وغيرها من الأدوات المرتبطة بالصفيحة القاعدية الموجودة في نهاية ذراع التحكم للروبوت. ووحدات التزويد بالأدوات اللازمة النشطة هي أجهزة لتزويد قطعة الشغل (workpiece) بقدرة حث أو طاقة تشغيلية أو استشعار.

- تعني الروبوتات في الصنف ١-أ-٣ آلية المناولة وتكون من النوع الذي يعمل في مسار متواصل أو من النوع الذي يصل بين نقطة وأخرى، وقد تستخدم أجهزة استشعار، وتتميز الروبوتات بالخصائص التالية :

  - ذات استخدام متعدد الوظائف (multifunctional).
  - قادرة على وضع المواد أو الأجزاء أو الأدوات أو الأجهزة الخاصة في أماكنها أو توجيهها من خلال التحريك في حيز ثلاثي الأبعاد.
  - تضم ثلاثة أو أكثر من أجهزة مساعدة ذات منظومة ذاتية مفتوحة أو مغلقة (closed or open loop servo-device) التي قد تشمل محركات كهربائية تدريجية (stepping motors).
  - قابلة للبرمجة التي يمكن الوصول إليها من قبل المستخدم عبر التعليم أو الاسترجاع أو بواسطة حاسب إلكتروني يمكن أن يكون له جهاز تحكم منطقي قابل للبرمجة (programmable logic controller) بدون تدخل ميكانيكي.

- تعني أجهزة الاستشعار أجهزة كشف الظواهر الفيزيائية، وعند تحويل مخرجاتها إلى إشارة يمكن لوحدة التحكم تفسيرها، وتكتسب القدرة على توليد برامج أو تعديل التعليمات المبرمجة أو بيانات البرامج العددية. ويشمل ذلك أجهزة الاستشعار المزودة بقدرات الرؤية الآلية، أو التصوير بالأشعة تحت الحمراء، أو التصوير الصوتي، أو الإحساس عن طريق اللمس (tactile feel) ، أو قياس المواقع بالقصور الذاتي (inertia position measuring)، أو تحديد المدى البصري أو الصوتي، أو قياس العزم (torque).

- تعني قابلية البرمجة التي يمكن الوصول إليها من قبل المستخدم الوسيلة التي تتيح للمستخدم إدخال برامج أو تعديلها أو استبدالها بأي وسيلة عدا التالي:

أ. إجراء تغيير مادي في شبكة الأسلاك أو الوصلات المشتركة.

ب. وضع ضوابط وظيفية (function controls)، بما في ذلك إدخال العوامل (parameters).

040101040000

١-أ-٤ آليات المناولة عن بُعد (remote manipulators) المستخدمة لأداء وظائف عن بُعد في عمليات الفصل الكيميائي الإشعاعي أو الخلايا الساخنة، وتتصف بإحدى الخاصيتين التاليتين:

- قادرة على اختراق ٠,٦ متر أو أكثر من جدار خلية ساخنة (through-the-wall-operation).

- قادرة على الوصول فوق قمة جدار خلية ساخنة بسماكة ٠,٦ متر أو أكثر (over-the-wall-operation).

ملاحظة:

تنقل آليات المناولة عن بُعد (remote manipulators) حركات المشغل البشري إلى ذراع التشغيل عن بُعد والأداة النهائية. وتكون من نوع الآليات التي يمكن تشغيلها بأداة من نوع رئيس وتابع (master/slave type)، أو عن طريق ذراع توجيه (joystick)، أو باستخدام لوحة مفاتيح.

١-ب معدات الاختبار والإنتاج

0401020100000
0401020101000
0401020102000

١-ب-١ آلات تشكيل بالتدفق (flow-forming machines) وآلات تشكيل بالدوران (spin-forming machines) قادرة على أداء وظائف تشكيل بالتدفق، وقوالب تشكيل (mandrels)، على النحو التالي:

أ. آلات تتصف بالخاصيتين التاليتين:

- مزوَّدة بثلاث بكرات أو أكثر تكون عاملة أو موجِّهة (active or guiding).
- يمكن تزويدها بوحدات تحكم عددي أو بجهاز تحكم حاسوبي.

ب. قوالب تشكيل للأجهزة الدوارة (rotor-forming mandrels) مصمّمة لتشكيل الأجهزة الدوارة الاسطوانية التي يتراوح قطرها الداخلي بين ٧٥ مم و٦٥٠ مم.

ملاحظة:

يتضمن الصنف ١-ب-١-أ الآلات المزودة ببكرة وحيدة مصمّمة لتغيير شكل المعدن بالإضافة إلى بكرتين ثانويتين يرتكز عليهما قالب التشكيل.

0401020200000

١-ب-٢ آلات التشكيل (machine tools) التالية، أو أي توليفة منها، اللازمة لإزالة أو تقطيع المعادن والخزفيات أو التركيبات الأخرى، والتي يمكن تزويدها بأجهزة إلكترونية لأغراض التحكم الكنتوري (contouring control) في محورين أو أكثر في آنٍ واحد:

0401020201000

ملاحظة:

لوحدات التحكم العددي (numerical control) التي يتم التحكم فيها عن طريق البرامج الحاسوبية المتصلة بها، انظر الصنف ١-د-٣.

0401020202000

أ. آلات التشكيل (machine tools) المستخدمة في الخراطة (turning) التي تتمتع بدقة تحديد للموضع أقل (أفضل) من ٦ مايكرومتر، وتوفر جميع الوسائل التعويضية (compensations)، على امتداد أي محور خطي، وذلك للآلات ذات القدرة على استيعاب أطوال قطرية أكبر من ٣٥ مم.

0401020203000

ب. آلات التشكيل (machining tools) المستخدمة في التفريز (milling)، وتتصف بإحدى الخصائص التالية:

0401020300000

١. درجة دقة تحديد للموضع، مع توافر جميع الوسائل التعويضية (compensations)، أقل (أفضل) من ٦ مايكرومتر على امتداد أي محور خطي.

0401020301000

٢. لها محورا دوران كنتوريان (contouring rotary axes) أو أكثر.

0401020302000

٣. لها خمسة محاور أو أكثر يمكن تنسيقها في آنٍ واحد لأغراض التحكم الكنتوري (contouring control).

0401020303000

0401020400000

ج. آلات التشكيل المستخدمة في التشطيب (machine tools for grinding)، وتتصف بإحدى الخصائص التالية:

١. درجة دقة تحديد للموضع، مع توافر جميع الوسائل التعويضية (compensations)، أقل (أفضل) من ٤ مايكرو متر على امتداد أي محور خطي.

٢. لها محورا دوران كنتوريان (contouring rotary axes) أو أكثر.

٣. لها خمسة محاور أو أكثر يمكن تنسيقها في آن واحد لأغراض التحكم الكنتوري (contouring control).

د. آلات التفريغ الكهربائي ((Electrical Discharge Machines (EDM) اللاسلكية والتي لها محورا دوران كنتوريان أو أكثر ويمكن تنسيقها في آنٍ واحد لأغراض التحكم الكنتوري (contouring control).

ملاحظة:

١. لا يتم احتساب المحاور الكنتورية (contouring axes) المتوازية الثانوية (على سبيل المثال: المحور (w) في مخارط الثقب أو المحور الدوار الثانوي الذي يكون خطه المركزي موازياً للمحور الأساسي الدوار) ضمن العدد الإجمالي للمحاور الكنتورية (contouring axes).

٢. لا تدور المحاور الدوارة (rotary axes) بالضرورة لأكثر من ٣٦٠ درجة، ويمكن تشغيل محور دوار بواسطة أداة خطية (linear device) كاللولب أو المجرى المسنّن والترس (screw or a rack- and-pinion).

٣. لأغراض الصنف ١-ب-٢، يكون عدد المحاور القابلة للتنسيق في وقت واحد لأغراض التحكم الكنتوري (contouring control) هو عدد المحاور التي يتم على طولها أو حولها تنفيذ حركات متزامنة ومترابطة بين قطعة الشغل(workpiece)، وأي من الأدوات المستعملة أثناء عملية معالجة قطعة الشغل، ولا يشمل ذلك أي محاور إضافية يتم على طولها أو حولها تنفيذ حركات نسبية أخرى ضمن نطاق الآلات، مثل :

أ. نظم شحذ الاسطوانات في آلات التشطيب (wheel-dressing systems in grinding machines).

ب. المحاور الدوّارة (rotary axes) المتوازية المصمّمة لتركيب قطع شغل منفصلة.

ج. المحاور الدوّارة الخطية المشتركة (co-linear rotary axes) المصمّمة لمناولة قطعة الشغل ذاتها عن طريق تثبيتها بواسطة مثبتات خارجية من أطراف مختلفة (chucks).

٤. يتم تقييم آلة التشكيل (machine tool) التي تمتلك على الأقل اثنتين من القدرات التالية: الخراطة أو التفريز أو التشطيب (turning, milling or grinding capabilities) مثل آلة خراطة ذات قدرة تشطيبية، استناداً إلى كل من الأصناف ١-ب-٢-أ و١-ب-٢-ب و١-ب-٢-ج.

٥. ينطبق الصنفان ١-ب-٢-ب-٣ و١-ب-٢-ج-٣ على الآلات ذات تصميم متواز خطي حركي (parallel linear kinematic design) (على سبيل المثال: الآلات السداسية السيقان (hexapods)) والتي تتضمن خمسة محاور أو أكثر غير دوارة.

040102030000
040102030100
040102030101
040102030102
040102030200
040102030201
040102030202
040102030300
040102030400
040102030500

١-ب-٣ الآلات أو الأجهزة الدقيقة أو نظم اختبار الأبعاد (dimensional inspection machines)، على النحو التالي:

أ. آلات القياس مُنسّقة التحكم حاسوبياً أو عددياً (computer controlled or numerically controlled coordinate measuring machines- CMM)، وتتصف بأحد الخاصيتين التاليتين:

- تمتلك محورين فقط ولها حد أقصى للخطأ المسموح به في قياس الطول على طول أي محور (أحادي البعد)، يُحدد على أنه أي توليفة من ($E_{0x, MPE}$) أو ($E_{0y, MPE}$) أو ($E_{0z, MPE}$)، أقل (أفضل) من أو يساوي ١,٢٥ +ط /١٠٠٠ مايكرومتر، حيث يمثل (ط) الطول المقاس بالمليمترات عند أي نقطة ضمن المدى التشغيلي للآلة.

- تمتلك ثلاثة محاور أو أكثر ولها حد أقصى للخطأ المسموح به في قياس الطول ثلاثي الأبعاد (الحجمي) ($E_{0,MPE}$) أقل (أفضل) من أو يساوي ١,٧ +ط/٨٠٠ مايكرومتر، حيث يمثل (ط) الطول المقاس بالمليمترات عند أي نقطة ضمن المدى التشغيلي للآلة.

ملاحظة:

توضع قيمة الحد الأقصى المسموح به للخطأ ($E_{0,MPE}$) من النسق الأدق في آلات القياس منسّقة التحكم (CMM)، أي أفضل ما يلي : المسبار (probe)، طول رأس القلم (stylus length)، عوامل الحركة (motion parameters)، المحيط الخارجي، ومع كل الوسائل التعويضية (compensations) المتاحة، ويقارن بحد عتبة (threshold) يساوي ١,٧+ط /٨٠٠ مايكرومتر

ب. أجهزة قياس الإزاحة الخطية، على النحو التالي :

١. نظم القياس من النوع غير الملامس (non-contact) بدقة وضوح أقل (أفضل) من أو تساوي ٠,٢ مايكرومتر في حدود مدى قياس أقصاه ٠,٢ مم.

٢. نظم المحولات التفاضلية المتغيرة الخطية (LVDT)، التي تتصف بالخاصيتين التاليتين:

أ.

- المحولات التفاضلية المتغيرة الخطية (LVDT) التي يصل أقصى مدى لتشغيلها إلى ٥ مم، وتمتلك خطية أقل (أفضل) من أو تساوي ٠,١٪ تقاس من الصفر إلى مدى الشغيل الكامل.
- المحولات التفاضلية المتغيرة الخطية (LVDT) التي يصل أقصى مدى لتشغيلها إلى ٥ مم، وتمتلك خطية أقل (أفضل) من أو تساوي ٠,١٪ تقاس من الصفر إلى ٥ مم.

ب. انحراف أقل (أفضل) من أو يساوي ٠,١٪ في اليوم عند درجة الحرارة القياسية المحيطة بغرفة الاختبار مع هامش اختلاف يبلغ ± ١ كلفن (± ١ درجة مئوية).

٣. نظم القياس التي تتصف بالخاصيتين التاليتين:

أ. تحتوي على ليزر.

ب. قادرة على الاحتفاظ لمدة لا تقل عن ١٢ ساعة على الأقل ضمن مدى حرارة يبلغ ± ١ كلفن (± ١درجة مئوية) حول درجات حرارة قياسية وعند ضغط قياسي.

- دقة وضوح على كامل النطاق تبلغ ٠,١ مايكرومتر أو أفضل.
- مقياس عدم التأكد (measurement uncertainty) أقل (أفضل) من أو يساوي ٠,٢ +ط/٢٠٠٠ مايكرومتر، حيث يمثل (ط) الطول المقاس بالمليمترات.

ملاحظة:

تعني الإزاحة الخطية (linear displacement) في الصنف ١-ب-٣-ب الإزاحة المقاسة بين الجسم المقاس ومسبار القياس (measuring probe).

ج. أجهزة قياس الإزاحة الزاويّة ذات انحراف موضعي زاوي أقل (أفضل) من أو يساوي ٠,٠٠٠٢٥ درجة.

د. نظم الاختبار الزاوي الخطي المتزامن (systems for simultaneous linear-angular inspection) للأغلفة نصف الكروية، التي تتصف بالخاصيتين التاليتين:

- مقياس عدم التأكد (measurement uncertainty) على طول أي محور خطي أقل (أفضل) من أو يساوي ٣,٥ مايكرومتر لكل ٥ مم.
- انحراف موضعي زاوي (angular position deviation) أقل من أو يساوي ٠,٠٢ درجة.

ملاحظة:

- يشمل الصنف ١-ب-٣ آلات التشكيل غير تلك الواردة في الصنف ١-ب-٢ التي تُستخدم كآلات قياس إذا كانت تستوفي أو تتجاوز المعايير المخصصة لوظيفة آلات القياس.
- تخضع الآلات الوارد ذكرها في الصنف ١-ب-٣ للضوابط إذا كانت تتجاوز حد العتبة (threshold) المحدد في أي موضع ضمن مداها التشغيلي.
- جميع عوامل قيم القياس في هذا الصنف لا تمثل النطاق الإجمالي، ويمكن أن تمتلك قيم موجبة أو سالبة.

040102040000
040102040100
040102040200

١-ب-٤ أفران تعمل بالحث (induction furnaces) محكومة الضغط الجوي (فراغية أو تعمل بغاز خامل)، ومصادر الطاقة المستخدمة فيها، على النحو التالي:

أ. أفران تتصف بجميع الخصائص التالية:

- لها قدرة على تحمل درجات حرارة تتجاوز ١١٢٣ كلفن (٨٥٠ درجة مئوية).
- مُجهزة بملفات حثية (induction coils) ذات قطر أقل من أو يساوي ٦٠٠ مم.
- مصمّمة على أساس طاقة مدخلة تبلغ ٥ كيلو واط أو أكثر.

ب. مصدر طاقة يعمل بطاقة محددة تبلغ ٥ كيلو واط أو أكثر، مصمّمة خصيصاً للأفران المحدّدة في الصنف ١-ب-٤-أ.

040102050000 040102050100 040102050200

١-ب-٥ مكابس متوازنة التضاغط (isostatic presses)، والمعدات المتصلة بها، على النحو التالي:

أ. مكابس متوازنة التضاغط وتتصف بالخاصيتين التاليتين:

- قادرة على إحداث ضغط شغل أقصى يبلغ ٦٩ ميجا باسكال أو أكثر.
- لها حُجرة مجوّفة (chamber cavity) بقطر داخلي يتجاوز ١٥٢ مم.

ب. قوالب صب وقوالب تشكيل ونظم تحكم (dies, molds, and controls) مصمّمة خصيصاً للمكابس متوازنة التضاغط المذكورة في الصنف ١-ب-٥-أ.

ملاحظة:

١. تعني المكابس متوازنة التضاغط (isostatic presses) المذكورة في الصنف ١-ب-٥ المعدّات التي لها القدرة على تكييف الضغط داخل تجويف مغلق عن طريق وسائط مختلفة (كالغازات، أو السوائل، أو الجزيئات الصلبة) لإحداث ضغط متساوٍ في جميع الاتجاهات داخل التجويف على قطعة الشغل (workpiece) أو المادة.

٢. يعني البُعد الداخلي للحجرة المذكور في الصنف ١-ب-٥، الأبعاد التي يتحقق فيها الوصول إلى درجة حرارة الشغل وضغط الشغل، ولا تشمل التركيبات (fixtures). وتكون قيمة هذا البعد هي أصغر القيميتين التاليتين: القطر الداخلي لحجرة الضغط (pressure

chamber) أو القطر الداخلي لحجرة الفرن المعزولة، حيث تعتمد القيمة على أي حجرة من الاثنتين تقع داخل الأخرى.

040102060000
040102060100
040102060200
040102060300
040102060400

١-ب-٦ نظم ومعدات ومكونات للاختبارات الاهتزازية، على النحو التالي:

أ. نظم اختبارات اهتزازية كهروديناميكية، تتصف بجميع الخصائص التالية:

- تستخدم تقنيات التحكم الذاتي (closed loop) أو تقنيات التحكم بالتغذية الراجعة (feedback control) وتتضمن وحدة تحكم رقمية.
- قادرة على توليد اهتزازات يصل متوسط الجذر التربيعي (RMS) لسرعتها إلى ١٠ أضعاف تسارع الجاذبية الأرضية (g_0) أو أكثر بين ٢٠ هرتز و٢٠٠٠ هرتز.
- قادرة على توليد قوة تبلغ شدتها ٥٠ كيلو نيوتن أو أكثر، يتم قياسها على لوحة مكشوفة (bare table).

ب. وحدات تحكم رقمية مدمجة مع برامج حاسوبية مصمّمة خصيصاً للاختبارات الاهتزازية، ضمن نطاق ترددي فعلي أكبر من ٥ كيلو هرتز، وتكون مصممة وفق النظم المحددة في الصنف ١-ب-٦-أ.

ج. دفّاعَات اهتزازية (vibration thrusters) أو وحدات توليد اهتزازات (shaker units) مجهّزة أو غير مجهّزة بمكبّرات مرتبطة بها، وقادرة على توليد قوة تبلغ ٥٠ كيلو نيوتن أو أكثر يتم قياسها على لوحة مكشوفة (bare table)، وتكون قابلة للاستخدام مع النظم المذكورة في الصنف ١-ب-٦-أ.

د. هياكل داعمة لقطعة الاختبار (test piece)، ووحدات إلكترونية مصمّمة بحيث تُدمج وحدات توليد الاهتزازات المتعددة في نظام اهتزازي كامل، وقادر على توليد قوة مدمجة فعلية تبلغ ٥٠ كيلو نيوتن أو أكثر يتم قياسها على لوحة مكشوفة (bare table)، وتكون قابلة للاستخدام مع النظم المذكورة في الصنف ١-ب-٦-أ.

ملاحظة:

تعني اللوحة المكشوفة (bare table) المذكورة في الصنف ١-ب-٦ لوحة مسطحة أو سطحاً بلا تثبيتات أو تركيبات

040102070000 040102070100 **١-ب-٧ أفران السبك وصهر المعادن، المفرّغة أو محكومة الضغط الجوي، والمعدات المتصلة بها، على النحو التالي:**

040102070200 040102070300 040102070400 040102070500 أ. أفران إعادة الصهر القوسية (arc remelt furnaces)، وأفران الصهر القوسية (arc melt furnaces)، وأفران السبك والصهر القوسية (arc melt and casting furnaces)، وتتصف بالخاصيتين التاليتين:

- لها إلكترودات قابلة للاستهلاك (consumable electrodes) بسعة تتراوح بين ١٠٠٠ سم^{٣} و٢٠٠٠٠ سم^{٣}.
- قادرة على العمل في درجات حرارة انصهار تتجاوز ١٩٧٣ كلفن (١٧٠٠ درجة مئوية).

ب. أفران الصهر بالحزم الإلكترونية (electron beam) وأفران توليد البلازما بتعريضها لذرات المادة وأفران صهر البلازما التي تتصف بالخاصيتين التاليتين:

- العمل بقدرة (power) تبلغ ٥٠ كيلو واط أو أكثر.
- قادرة على العمل عند درجات حرارة انصهار تتجاوز ١٤٧٣ كلفن (١٢٠٠ درجة مئوية).

ج. نظم رصد ومراقبة حاسوبية مصمّمة خصيصا لأي من الأفران الواردة في الصنفين ١-ب-٧-أ أو ١-ب-٧-ب.

د. مشاعِل بلازما (plasma torches) مصمّمة خصيصاً للأفران الواردة في الصنف ١-ب-٧-ب، وتتصف بالخاصيتين التاليتين:
- العمل بقدرة (power) أكبر من ٥٠ كيلو واط.
- قادرة على العمل عند درجة حرارة تتجاوز ١٤٧٣ كلفن (١٢٠٠ درجة مئوية).

هـ. قاذف الحزمة الإلكترونية (electron beam guns) المصمّم خصيصاً للأفران الواردة في الصنف ١-ب-٧-ب، ويعمل بقدرة (power) تتجاوز ٥٠ كيلو واط.

١-ج المواد

لا يوجد.

١-د البرامج الحاسوبية

١-د-١ البرامج الحاسوبية المصمّمة خصيصاً أو المعدّلة بغرض استخدام المعدات المذكورة في الأصناف ١-أ-٣ أو١-ب-١ أو ١-ب-٣ أو ١-ب-٥ أو ١-ب-٦-أ أو ١-ب-٦-ب أو ١-ب-٦-د أو ١-ب-٧.

ملاحظة:

تشمل البرامج الحاسوبية المصمّمة خصيصاً أو المعدّلة للنظم المذكورة في الصنف ١-ب-٣-د البرامج الحاسوبية المُعَدّة لقياس السُمك الجداري والكنتوري (contour) في آنٍ واحد.

١-د-٢ البرامج الحاسوبية المصمّمة خصيصاً أو المعدلة بغرض تطوير أو انتاج أو استخدام المعدات المذكورة في الصنف ١-ب-٢.

١-د-٣ البرامج الحاسوبية لأي توليفة من الأجهزة الإلكترونية أو نظام يتيح عمل مثل هذا الأجهزة كوحدة تحكم عددي (nu-merical control) في آلات التشكيل القادرة على التحكم في خمسة محاور أو أكثر وقابلة للتداخل فيما بينها ويمكن تنسيقها في آنٍ واحد لأغراض التحكم الكنتوري (contour-ing control).

١-هـ التقنية

١-هـ-١ التقنية التي تخص تطوير أو إنتاج أو استخدام المعدات أو المواد أو البرامج الحاسوبية المذكورة في الأصناف من ١-أ إلى ١-د طبقاً لضوابط نقل التقنية الواردة في القائمة الثانية.

٢. المواد

٢-أ المعدات والتجميعات والمكونات

040201010000 040201010100 040201010200 040201010300

٢-أ-١ بوتقات (crucibles) مصنوعة من مواد مقاومة للمعادن الأكتينية السائلة، على النحو التالي:

أ. بوتقات (crucibles) وتتصف بالخاصيتين التاليتين:

- لها سعة تتراوح بين ١٥٠ سم^{3} (١٥٠ ملليلتر) و٨٠٠٠ سم^{3} (٨ لترات).

- مصنوعة أو مطليّة بإحدى المواد التالية، أو بتوليفة منها، بنسبة شوائب إجمالية تبلغ ٢٪ من وزنها أو أقل:
  - فلوريد الكالسيوم (CaF_2).
  - زركونات الكالسيوم (ميتازركونات) ($CaZrO_3$).
  - كبريتيد السيريوم (Ce_2S_3).
  - أكسيد الأربيوم (إربيا) (Er_2O_3).
  - أكسيد الهافنيوم (الهافنيا) (HfO_2).
  - أكسيد المغنسيوم (MgO).
  - سبيكة نيوبيوم-تيتانيوم-تنجستن معالجة بالنيتريد (حوالي ٥٠٪ نيوبيوم (Nb)، و٣٠٪ تيتانيوم (Ti)، و٢٠٪ تنجستن (W)).
  - أكسيد اليتريوم (يتريا) (Y_2O_3).
  - أكسيد الزركونيوم (زركونيا) (ZrO_2).

ب. بوتقات (crucibles) وتتصف بالخاصيتين التاليتين:

- لها سعة تتراوح ما بين ٥٠ سم^3 (٥٠ ملليلتر) و٢٠٠٠ سم^3 (٢ لتر).
- مصنوعة أو مبطنة بالتنتالوم، بنسبة نقاوة تبلغ ٩٩,٩ ٪ من وزنها أو أكثر.

ج. بوتقات (crucibles) وتتصف بالخصائص التالية:

- لها سعة تتراوح بين ٥٠ سم^3 (٥٠ ملليلتر) و٢٠٠٠ سم^3 (٢ لتر).
- مصنوعة أو مبطنة بالتنتالوم، بنسبة نقاوة تبلغ ٩٨ ٪ من وزنها أو أكثر.

- مطليّة بكربيد أو نيتريد أو بوريد التنتالوم، أو أي خليط من تلك المركبات.

040201020000 **٢-أ-٢ محفّزات بلاتينية (platinized catalysts) مصمّمة خصيصاً أو مُعَدّة لإحداث تفاعل تبادل نظير الهيدروجين، بين الهيدروجين والماء لاستخلاص التريتيوم من الماء الثقيل أو لإنتاجه.**

040201030000 **٢-أ-٣ هياكل مركبة على شكل أنابيب وتتصف بالخاصيتين التالية:**

- قطر داخلي يتراوح بين ٧٥ مم و٤٠٠ مم .
- مصنوعة من أي من المواد الليفية أو الخيطية، المذكورة في الصنف ٢-ج-٧-أ، أو من مواد التدعيم التمهيدية (prepregs) الكربونية، المذكورة في الصنف ٢-ج-٧-ج.

040201040000 **٢-أ-٤ التجميعات المستهدفة والمكونات لإنتاج التريتيوم، على النحو التالي:**

040201010100 أ. التجميعات المستهدفة (target assemblies) المصنوعة من الليثيوم المثرى بنظير الليثيوم-٦ أو المحتوية عليه لإنتاج التريتيوم من خلال التشعيع، بما في ذلك وضعه في مفاعل نووي.

040201010200 ب. المكونات المصممة خصيصاً للتجميعات المستهدفة (target assemblies)، الواردة في الصنف ٢-أ-٤-أ.

ملاحظة:

تتضمن المكونات المصممة خصيصاً للتجميعات المستهدفة (target assemblies) لإنتاج التريتيوم حبيبات الليثيوم

(lithium pellets)، ومستأصلات التريتيوم (lithium getters)، والأغلفة المغطاة بشكل خاص.

٢-ب معدات الاختبار والإنتاج

040202010000
040202010100
040202010200

٢-ب-١ مرافق إنتاج التريتيوم، والمعدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لها:

أ. مرافق إنتاج التريتيوم أو استخلاصه أو استخراج أو تركيزه أو معالجته.

ب. المعدات اللازمة لمرافق التريتيوم، على النحو التالي:

- وحدات تبريد الهيدروجين أو الهيليوم ذات قدرة تبريد أقل من أو تساوي ٢٣ كلفن (٢٥٠ درجة مئوية تحت الصفر)، مع قدرة على التخلص من الحرارة تتجاوز ١٥٠ واط.
- نظم تخزين أو تنقية نظير الهيدروجين باستخدام هيدريدات (hydrides) الفلزات كوسائط للتخزين أو التنقية.

040202020000
040202020100
040202020200
040202020300
040202020400

٢-ب-٢ مرافق فصل نظائر الليثيوم، والنظم والمعدات المُعَدّة خصيصاً لها:

ملاحظة:

تمتلك بعض معدات فصل نظائر الليثيوم ومكونات عملية فصل البلازما القابلية للتطبيق مباشرةً على فصل نظائر اليورانيوم وتخضع للضوابط المنصوص عليها في هذه القائمة.

أ. مرافق فصل نظائر الليثيوم.

ب. المعدات اللازمة لفصل نظائر الليثيوم على أساس معالجة مزيج الليثيوم-الزئبق (amalgam) على النحو التالي:

١. أعمدة مغلفة لتبادل السوائل، مصمّمة خصيصاً لمزيج الليثيوم - الزئبق (amalgam).

٢. مضخّات لمزيج الليثيوم-الزئبق (amalgam) أو الليثيوم.

٣. خلايا لتحليل مزيج الليثيوم-الزئبق (amalgam) كهربائياً.

٤. أجهزة تبخير محلول هيدروكسيد الليثيوم المركّز.

ج. نظم التبادل الأيوني المصمّمة خصيصاً لفصل نظائر الليثيوم، وأجزاء المكونات المصمّمة خصيصاً لها.

د. نظم التبادل الكيميائي (التي تستخدم الإيثر التاجي (crown ethers)، أو الكريبتاند (cryptands)، أو إيثر اللاريت (lariat ethers) المصمّمة خصيصاً لفصل نظائر الليثيوم، وأجزاء المكونات المصمّمة خصيصاً لها.

٢-ج المواد

0402030100000 **٢-ج-١ سبائك الألومنيوم والتي تتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- قادرة على مقاومة شد قصوى أكبر من أو تساوي ٤٦٠ ميجا باسكال تحت درجات حرارة تبلغ ٢٩٣ كلفن (٢٠ درجة مئوية).
- تكون في شكل انابيب أو أشكال صلبة إسطوانية (بما في ذلك السبائك المشكلة (forgings)) بقطر خارجي يتجاوز ٧٥ مم.

ملاحظة:

يشمل الصنف ٢-ج-١ سبائك الألومنيوم قبل أو بعد المعالجة الحرارية.

040203020000 **٢-ج-٢ معدن البريليوم، والسبائك التي تحتوي على بريليوم بنسبة تفوق ٥٠٪ من وزنها، ومركبات البريليوم ومصنوعاتها، ونفايات أو خردة أي من المواد السابقة.**

040203030000 **٢-ج-٣ البزموث (bismuth) والذي يتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- نسبة نقاوة تبلغ ٩٩,٩٩ ٪ من وزنه أو أكثر.
- يحتوي على أقل من ١٠ أجزاء في المليون من وزنه من الفضة.

040203040000 **٢-ج-٤ البورون المثرى نظيرياً بالبورون -١٠ (^{10}B)، بمعدل يتجاوز النسبة الطبيعية لوفرته النظائرية، على النحو التالي: عنصر البورون، والمركبات، أو المخاليط التي تحتوي على البورون، أو المنتجات المصنّعة منها، أو نفايات أو خردة أي من المواد السابقة.**

ملاحظة:

- تشمل المخاليط التي تحتوي على البورون في الصنف ٢-ج-٤ المواد المحمّلة بالبورون (boron loaded material).
- النسبة الطبيعية للوفرة النظائرية للبورون -١٠ هي ١٨,٥٪ تقريباً من وزنه (بنسبة ٢٠٪ ذرات).

040203050000 **٢-ج-٥ الكالسيوم والذي يتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- يحتوي على أقل من ١٠٠٠ جزء في المليون من وزنه من الشوائب المعدنية بخلاف المغنسيوم.

- يحتوي على أقل من ١٠ أجزاء في المليون من وزنه من البورون.

040203060000 **٢-ج-٦ ثالث فلوريد الكلور (ClF_3).**

040203070000 **٢-ج-٧ مواد ليفية أو خيطية، ومواد تدعيم تمهيدية (prepregs) على النحو التالي:**

040203070100

أ. مواد ليفية أو خيطية كربونية أو أراميدية (aramid) وتتصف بإحدى الخاصيتين التاليتين:

040203070101 - تمتلك معامل نوعي أكبر من أو يساوي ١٢,٧ × ١٠^{٦} متر.

040203070102 - تمتلك مقاومة شد نوعية أكبر من أو تساوي ٢٣,٥ × ١٠^{٤} متر.

040203070200

ب. مواد ليفية أو خيطية زجاجية تتصف بالخاصيتين التاليتين:

040203070201 - تمتلك معامل نوعي أكبر من أو يساوي ٣,١٨ × ١٠^{٦} متر.

040203070202 - تمتلك مقاومة شد نوعية أكبر من أو يساوي ٧,٦٢ × ١٠^{٤} متر.

040203070300

ج. أوبار أو فتل مسحوبة أو نسالات أو شرائط متصلة ومقواة بمادة صمغية (resin)، ومُعالَجة بالحرارة، عرضها أقل من أو يساوي ١٥ مم، مصنوعة من المواد الليفية أو الخيطية الكربونية أو الزجاجية المذكورة في الصنف ٢-ج-٧-أ أو الصنف ٢-ج-٧-ب.

040203080000 **٢-ج-٨ المغنسيوم والذي يتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- يحتوي على أقل من ٢٠٠ جزء في المليون من وزنه من الشوائب المعدنية بخلاف الكالسيوم.
- يحتوي على أقل من ١٠ أجزاء في المليون من وزنه من البورون.

040203090000 **٢-ج-٩ الليثيوم المثرى نظيرياً بالليثيوم-٦ (^{6}Li) بمعدل يتجاوز النسبة الطبيعية لوفرته النظائرية والمنتجات أو الأجهزة التي تحتوي على ليثيوم مثرى، على النحو التالي: عنصر الليثيوم، أو السبائك، أو المركبات، أو المخاليط التي تحتوي على الليثيوم، أو المنتجات المصنوعة منها، أو نفايات أو خردة أي من المواد السابقة.**

040203100000 **٢-ج-١٠ الفولاذ المقوّى القادر على مقاومة شد قصوى مقدارها ١٩٥٠ ميجا باسكال أو أكثر في درجة حرارة ٢٩٣ كلفن (٢٠ درجة مئوية).**

ملاحظة:

يشمل الصنف ٢-ج-١٠ الفولاذ المقوّى قبل أو بعد المعالجة الحرارية.

040203110000 **٢-ج-١١ الراديوم-٢٢٦ (^{226}Ra)، وسبائك الراديوم-٢٢٦، ومركبات الراديوم-٢٢٦، والمخاليط التي تحتوي على الراديوم-٢٢٦، والمنتجات المصنوعة منها، والمنتجات أو الأجهزة التي تحتوي على أي من المواد السابقة.**

040203120000 **٢-ج-١٢ سبائك التيتانيوم التي تتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- قادرة على مقاومة شد قصوى مقدارها ٩٠٠ ميجا بسكال أو أكثر في درجات حرارة تبلغ ٢٩٣ كلفن (٢٠ درجة مئوية).

- تكون في شكل أنابيب أو أشكال صلبة إسطوانية، بما في ذلك السبائك المشكّلة (forging)، بقطر خارجي يتجاوز ٧٥مم.

ملاحظة:

يشمل الصنف ٢-ج-١٢سبائك التيتانيوم قبل أو بعد المعالجة الحرارية.

040203130000 **٢-ج-١٣التنجستن وكربيد التنجستن والسبائك التي تحتوي على تنجستن بنسبة تفوق ٩٠٪ من وزنها، والتي تتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- لها أشكال ذات تناظر إسطواني مجوّف (hollow cylindrical symmetry)، بما في ذلك الأجزاء الإسطوانية، بقطر داخلي يتراوح بين ١٠٠مم ٣٠٠ مم.
- لها كتلة أكبر من ٢٠ كجم.

040203140000 **٢-ج-١٤ الزركونيوم الذي يقل محتوى الهافنيوم فيه - مقاساً بالوزن - عن ١ جزء هافنيوم إلى ٥٠٠ جزء زركونيوم على النحو التالي: معادن أو سبائك يزيد وزن الزركونيوم فيها عن ٥٠٪، ومركبات ومنتجات مصنوعة منها، ونفايات أو خردة لأي من المواد السابقة.**

040203150000 **٢-ج-١٥ مسحوق النيكل ومعدن النيكل المَسامي، على النحو التالي:**

040203150100

040203150200

ملاحظة:

فيما يخص مساحيق النيكل المُعَدّة خصيصاً لصنع حواجز انتشار الغازات، انظر القائمة الأولى.

أ. مسحوق النيكل والذي يتصف بالخاصيتين التاليتين:

- يبلغ محتوى نقاء النيكل فيه ٩٩٪ من وزنه أو أكثر.

- لا يتجاوز حجم الجسيم المتوسط فيه ١٠ مايكرومتر.

ب. معدن النيكل المسامي المنتج من المواد المذكورة في الصنف ٢-ج-١٥-أ.

ملاحظة:

يشير الصنف ٢-ج-١٥-ب إلى المعادن المسامية التي تتكون عن طريق دمج المادة المذكورة في الصنف ٢-ج-١٥-أ وتلبيدها لتكوين مادة معدنية ذات مسام دقيقة تترابط في كل أجزاء الهيكل.

040203160000 **٢-ج-١٦ فوسفات الكالسيوم الطبيعي وفوسفات الالمنيوم الكلسي الطبيعي المطحون وغير المطحون.**

040203170000 **٢-ج-١٧ الرنيوم (Rhenium)، والسبائك التي تحتوي على ٩٠٪ أو أكثر من وزنها من الرنيوم وسبائك الرنيوم والتنجستن التي تحتوي على ٩٠٪ أو أكثر من وزنها من أي توليفة من الرنيوم والتنجستن، وتتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- لها أشكال ذات تناظر إسطواني مجوّف (hollow cylindrical symmetry) (بما في ذلك الأجزاء الإسطوانية) بقطر داخلي يتراوح بين ١٠٠ مم و٣٠٠ مم.
- لها كتلة أكبر من ٢٠ كجم.

040203180000 **٢-ج-١٨ فلز الهافنيوم، والسبائك التي تزيد نسبة الهافنيوم فيها عن ٦٠٪ من وزنها، ومركبات الهافنيوم التي تزيد نسبة الهافنيوم فيها عن ٦٠٪ من وزنها، والمنتجات المصنوعة منها، ونفايات أو خردة أي من المواد السابقة**

040203190000 **٢-ج-١٩ الهيليوم-٣ (He^3)، والمخاليط المحتوية على الهيليوم-٣، والمنتجات أو الأجهزة التي تحتوي على أي من المواد السابقة**

٢-د البرامج الحاسوبية

لا يوجد.

٢-هـ التقنية

٢-هـ-١ التقنية التي تخص تطوير أو إنتاج أو استخدام المعدات أو المواد أو البرامج الحاسوبية المذكورة في الأصناف من ٢-أ إلى ٢-د طبقاً لضوابط نقل التقنية الواردة في القائمة الثانية.

٣. معدات ومكونات الفصل النظيري لليورانيوم (بخلاف الأصناف الواردة في القائمة الأولى)

٣-أ المعدات والتجميعات والمكونات

0403010100000

٣-أ-١ مغيّرات التردد أو المولدات، الصالحة للاستعمال كمحرّك ذي تردد متغير أو تردد ثابت، والتي تتصف بالخصائص التالية:

- ذات ناتج كهربائي متعدد الأطوار يوفر قدرة كهربائية تبلغ ٤٠ فولت أمبير أو أكثر.
- تعمل عند تردد أكبر من أو يساوي ٦٠٠ هرتز.
- ذات تحكم تردد أقل (أفضل) من ٠,٢ ٪.

ملاحظة:

- مغيّرات التردد والمولدات المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لعملية فصل الغازات بالطرد المركزي تخضع للضوابط المنصوص عليها في القائمة الأولى.
- البرامج الحاسوبية المصمّمة خصيصاً لتعزيز أو تقليل أداء مغيّرات التردد أو المولدات بحيث تفي بالخصائص أعلاه تخضع للضوابط المنصوص عليها في الصنفين ٣-د-٢ و٣-د-٣.

- تُعرف مغيرات التردد المذكورة في الصنف ٣-أ-١ أيضاً باسم المحوّلات (converter) أو المحوّلات العكسية (inverters).

- الخصائص المحددة في الصنف ٣-أ-١ يمكن استيفاؤها في بعض المعدات مثل المولدات، أو معدات الاختبار الإلكترونية، أو لوازم القوى المولدة بالتيار المتردد (AC power supplies)، أو المحرّكات ذات السرعة المتغيرة (VSDs)، أو المحرّكات ذات التردد المتغير (VFDs)، أو المحرّكات ذات التردد القابل للتعديل (AFDs)، أو المحركات ذات السرعة القابلة للتعديل (ASDs).

٣-أ-٢ **الليزرات ومضخمات الليزر والمذبذبات (oscillators) على النحو التالي:**

040301020000

أ. الليزرات العاملة ببخار النحاس وتتصف بالخاصيتين التاليتين:

040301020100

- تعمل بموجات يتراوح طولها بين ٥٠٠ و٦٠٠ نانومتر.

040301020200

- لها قدرة متوسطة أكبر من أو تساوي ٣٠ واط.

040301020300

ب. الليزرات العاملة بأيونات الأرجون (argon) وتتصف بالخاصيتين التاليتين:

040301020301

- تعمل بموجات يتراوح طولها بين ٤٠٠ و٥١٥ نانومتر.

040301020302

- لها قدرة متوسطة تتجاوز ٤٠ واط.

040301020303

ج. الليزرات المدعّمة بالنيوديميوم (بخلاف الزجاج) العاملة بموجات خارجية يتراوح طولها بين ١٠٠٠

040301020400

040301020500

040301020600

040301020700

040301020800

040301020900

040301021000

و١١٠٠ نانومتر، وتتصف بإحدى الخاصيتين التاليتين:

١. تكون مُستحثّة بنبضات (pulse-excited) و (Q-switched)، وتبلغ فيها مدة النبضة ١ نانو ثانية أو أكثر، وتتصف بإحدى الخاصيتين التاليتين:

- يتجاوز متوسط القدرة لمخرجات المستعرَضات الفردية (single-transvers mode output) ٤٠ واط.
- يتجاوز متوسط القدرة لمخرجات المستعرَضات المتعددة (multiple-transverse output) ٥٠ واط.

أو:

٢. تشتمل على قدرة مضاعفة للتردد لتوليد موجات يتراوح طولها ما بين ٥٠٠ و٥٥٠ نانومتر بقدرة متوسطة تتجاوز ٤٠ واط.

د. مذبذبات أشعة الليزر الصبغية الأحادية النبضية القابلة للضبط (tunable pulsed single-mode dye laser oscillators)، وتتصف بجميع الخصائص التالية:

- تعمل بموجات يتراوح طولها بين ٣٠٠ و٨٠٠ نانومتر.
- لها قدرة متوسطة تتجاوز ١ واط.
- لهامعدل تكرار أعلى من ١ كيلو هرتز.
- لها نبضات ذات عرض أقل من ١٠٠ نانو ثانية.

هـ. مضخمات ومذبذبات أشعة الليزر الصبغية النبضية القابلة للضبط (tunable pulsed dye laser amplifiers and oscillators) وتتصف بجميع الخصائص التالية:

- تعمل بموجات يتراوح طولها بين ٣٠٠ و٨٠٠ نانومتر.
- لها قدرة متوسطة تتجاوز ٣٠ واط.
- لها معدّل تكرار أعلى من ١ كيلو هرتز.
- لها نبضات ذات عرض أقل من ١٠٠ نانو ثانية.

و. الليزرات العاملة بمعدن الألكسندريت (alexandrite lasers) التي تتصف بالخصائص التالية:

- تعمل بموجات يتراوح طولها بين ٧٢٠ و٨٠٠ نانومتر.
- لها نطاق ترددي أقل من أو يساوي ٠,٠٠٥ نانو متر.
- لها معدل تكرار أعلى من ١٢٥ هرتز.
- لها قدرة متوسطة تتجاوز ٣٠ واط.

ز. الليزرات النبضية العاملة بثاني اكسيد الكربون (CO_2)، والتي تتصف بالخصائص التالية:

- تعمل بموجات يتراوح طولها بين ٩٠٠٠ و١١٠٠٠ نانومتر.
- لها معدّل تكرار أعلى من ٢٥٠ هرتز.
- لها طاقة متوسطة أكبر من ٥٠٠ واط.
- لها نبضة ذات عرض أقل من ٢٠٠ نانو ثانية.

ح. الليزرات الإكسميرية النبضية (excimer lasers) (فلوريد الزنون (XeF)، وكلوريد الزنون (XeCl)، وفلوريد الكريبتون (KrF))، والتي تتصف بالخصائص التالية :

- تعمل بموجات يتراوح طولها بين ٢٤٠ و٣٦٠ نانو متر.
- لها معدل تكرار أعلى من ٢٥٠ هرتز.
- لها قدرة متوسطة تتجاوز ٥٠٠ واط.

ط. مبادلات رامان الباراهيدروجينية (para-hydrogen raman shifters) المصمّمة لتعمل بموجة طولها ١٦ مايكرومتر، وبمعدل تكرار أعلى من ٢٥٠ هرتز.

ي. أجهزة الليزر النبضية العاملة بأول أكسيد الكربون (CO)، والتي تتصف بالخصائص التالية:

- تعمل بموجات يتراوح طولها بين ٥٠٠٠ و٦٠٠٠ نانومتر.
- لها معدل تكرار أعلى من ٢٥٠ هرتز.
- لها قدرة متوسطة أكبر من ٢٠٠ واط.
- لها نبضة ذات عرض أقل من ٢٠٠ نانو ثانية.

٣-أ-٣ **الملف اللولبي الكهرومغناطيسي فائق التوصيل (super-conducting solenoidal electromagnets)، والذي يتصف بالخصائص التالية:** 0403010300000

- قادر على توليد مجالات مغناطيسية تزيد عن ٢ تسلا.
- يتجاوز نسبة طوله إلى قطره الداخلي ٢.
- يزيد قطره الداخلي عن ٣٠٠ مم.

- له مجال مغناطيسي ثابت يصل إلى أفضل من ١ ٪ من ٥٠ ٪ من حجمه الداخلي المركزي (central 50% of the inner volume).

040301040000 ٣-أ-٤ **مصادر للتيار الكهربائي المستمر بقدرة عالية (high-power) تتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- قادرة على الانتاج وبشكل متواصل، خلال فترة زمنية تبلغ ٨ ساعات، ١٠٠ فولت أو أكثر بتيار يبلغ ٥٠٠ أمبير أو أكثر.
- لها نسبة استقرار تيار (current stability) أو استقرار فرق جهد أفضل من ٠,١ ٪ خلال فترة زمنية تبلغ ٨ ساعات.

040301050000 ٣-أ-٥ **مصادر للتيار الكهربائي المستمر ذات فرق جهد عال (high-voltage) تتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- قادرة على الانتاج وبشكل متواصل، خلال فترة زمنية تبلغ ٨ ساعات، ٢٠ كيلو فولت أو أكثر بتيار يبلغ ١ أمبير أو أكثر.
- لها نسبة استقرار تيار (current stability) أو استقرار فرق جهد أفضل من ٠,٠١٪ خلال فترة زمنية تبلغ ٨ ساعات.

040301060000
040301060100
040301060200
٣-أ-٦ **جميع أنواع محولات الضغط القادرة على قياس الضغط المطلق (absolute pressures)، والتي تتصف بالخصائص التالية:**

- مزودة بعناصر لاستشعار الضغط ومصنوعة من الألومنيوم، أو سبائك الألومنيوم، أو أكسيد الألومنيوم (الألومينا أو الصفير (alumina or sapphire))، أو النيكل، أو سبائك النيكل التي تزيد نسبة النيكل فيها

عن ٦٠ ٪ من وزنها، أو البوليمرات الهيدروكربونية المفلورة بالكامل، أو مطليّة بهذه المواد.

- لها أختام (seals) تُستخدم لختم عنصر استشعار الضغط، والتي تتصل مباشرةً بوسيط المعالجة، ومصنوعة من أو مطليّة بواسطة الألومنيوم، أو سبائك الألومينوم، أو أكسيد الألومنيوم (الألومينا أو الصفير (alumina or sapphire))، أو النيكل أو سبائك النيكل التي تزيد نسبة النيكل فيها على ٦٠٪ من وزنها، أو البوليمرات الهيدروكربونية المفلورة بالكامل.
- بالإضافة إلى توفر إحدى الخاصيتين التاليتين:

١. لا يتجاوز نطاقها الشامل (full scale) ١٣ كيلو باسكال ودرجة دقتها أفضل من ١٪ من النطاق الشامل.

٢. يبلغ نطاقها الشامل ١٣ كيلو باسكال أو أكثر ودرجة دقتها أفضل من ١٣٠ باسكال عند القياس بضغط يبلغ ١٣ كيلو باسكال.

ملاحظة:

١. محولات الضغط في الصنف ٣-أ-٦ هي أجهزة تُحول قياسات الضغط إلى إشارة.

٢. تشمل الدقة في الصنف ٣-أ-٦ الخاصية اللاخطية، والتخلفية المغناطيسية (hysteresis)، والتكرارية (repeatability) عند درجة الحرارة المحيطة.

٣-أ-٧ مضخّات تفريغ (vacuum pumps) تتصف بجميع الخصائص التالية: 040301070000

- يصل طول حلقة العنق (throat) فيها إلى ٣٨٠ مم أو أكثر.

- لها سرعة ضخ (pumping speed) تبلغ ١٥ م^{٣} / ثانية أو أكثر.
- قادرة على إحداث فراغ أقصى (ultimate vaccum) يزيد عن ١٣,٣ ملي باسكال.

040301080000 ٣-أ-٨ **الضواغط المزودة بسدادات منفاخية ذات الشكل اللولبي (bellows-sealed scroll-type compressors) والمضخّات الفراغية المزودة بسدادات منفاخية ذات الشكل اللولبي (bellows-sealed scroll-type vacuum pumps) التي تتصف بجميع الخصائص التالية:**

- قادرة على العمل بمعدل تدفق حجمي (volume flow rate) عند المدخل أكبر من أو يساوي ٥٠ م^{٣} / ساعة.
- قادرة على العمل بنسبة ضغط ٢:١ أو أكبر.
- تكون أسطحها الملامسة للغاز المتدفّق مصنوعة من أحد المواد التالية:
  ١. الألومنيوم أو سبائك الألومنيوم.
  ٢. أكسيد الألومنيوم.
  ٣. الفولاذ المقاوم للصدأ.
  ٤. النيكل أو سبائك النيكل.
  ٥. البرونز الفسفوري.
  ٦. البوليمرات الفلورية (fluoropolymers).

ملاحظة:

١. في الضواغط أو المضخّات الفراغية ذات الشكل اللولبي (scroll compressors or vacuum pumps) يتم حصر جيوب الغاز الهلالية (crescent-shaped

pockets) بين زوج واحد أو أكثر من الدوارات أو اللوالب الحلزونية المتشابكة (intermeshed spiral vanes, or scrolls) التي تتحرك إحداها وتكون الأخرى ثابتة. ويدور اللولب المتحرك حول اللولب الثابت ولا يدوران بالتناوب. ويقل حجم جيوب الغاز (أي تنضغط) أثناء تحركها نحو منفذ الخروج في الآلة مع دوران اللولب المتحرك حول اللولب الثابت.

٢. في الضواغط أو المضخّات الفراغية المزودة بسدادات منفاخية لولبية (bellows-sealed scroll compressors or vacuum pumps)، يكون الغاز المتدفق معزولاً تماماً عن الأجزاء المشحّمة في المضخة وعن الغلاف الجوي الخارجي بواسطة سدادة معدنية. ويتصل أحد أطراف السدادة باللولب المتحرك فيما يتصل الطرف الآخر بالهيكل الخارجي الساكن للمضخة (stationary housing of the pump).

٣. تشمل البوليمرات الفلورية المواد التالية:

أ. البوليتترافلورواثيلين (PTFE).

ب. بروبيلين الإيثيلين المفلور (FEP).

ج. البرفلوروالكوكسي (PFA).

د. ثلاثي فلورو ايثيل المتعدد الكلور (PCTFE).

هـ. كوبوليمر هكسافلوروبروبيلين- فلوريد الفينيليدين.

040301090000 ٣-أ-٩ **صمامات تتصف بجميع الخصائص التالية:**

أ. يبلغ قياسها الاسمي (nominal size) ٥ مم أو أكثر.

ب. مُزودة بسدادة منفاخية (bellows seal).

ج. مصنوعة كلياً من الألومنيوم أو سبائك الألومنيوم أو النيكل أو سبائك النيكل التي تحتوي على أكثر من ٦٠٪ من وزنها من النيكل، أو مبطّنة بتلك المواد.

٣-ب معدات الاختبار والإنتاج

040302010000 ٣-ب-١ **خلايا تحليل كهربائي (electrolytic cell) لإنتاج الفلور بطاقة أكبر من ٢٥٠ جراماً من الفلور في الساعة.**

040302020000 ٣-ب-٢ **معدات تصنيع أو تجميع الأجزاء الدوارة ومعدات ضبط الأجزاء الدوارة، وقوالب تشكيل وصب الوصلات المنفاخية (bellows) على النحو التالي :**

040302020100
040302020200
040302020300

أ. معدات تجميع الأجزاء الدوارة لأنابيب الجزء الدوار، والعوارض (baffles)، والسدادات الطرفية (end caps) لأجهزة الطرد المركزي الغازي.

ملاحظة:

يشمل الصنف ٣-ب-٢-أ قوالب التشكيل الدقيقة (precision mandrels) والمشابك (clamps) وآلات التوافق الانكماشي (shrink fit machines).

ب. معدات ضبط الأجزاء الدوارة لتوازن أنابيب الجزء الدوار لأجهزة الطرد المركزي الغازي حول محور مشترك.

ملاحظة:

تتألف المعدات المذكورة في الصنف ٣-ب-٢-ب من مسابير (probes) للقياسات الدقيقة متصلة بحاسوب يعمل على

ضبط حركة مكابس الهواء المضغوط (pneumatic rams) لاستخدامها في اتزان لأنابيب الجزء الدوار.

ج. قوالب تشكيل وصب الوصلات المنفاخية (bellows-forming mandrels and dies) لإنتاج الوصلات المنفاخية الأحادية الانحناء (single convolution).

ملاحظة:

تتصف الوصلات المنفاخية (bellows) المشار إليها في الصنف ٣-ب-٢-ج بالخصائص التالية:

- يتراوح قطرها الداخلي بين ٧٥ مم و٤٠٠ مم.
- يبلغ طولها ١٢,٧ مم أو أكثر.
- يتجاوز عمق انحنائها الواحد ٢ مم.
- مصنوعة من سبائك الألومنيوم عالية المتانة أو من الفولاذ المقوّى (maraging steel) أو من مواد ليفية أو خيطية عالية المتانة.

040302030000
040302030100
040302030200

٣-ب-٣ آلات توازن متعددة الأسطح (centrifugal multiplane balancing machines)، الثابتة أو المحمولة، الأفقية أو العمودية، التي تعمل بالطرد المركزي، على النحو التالي:

أ. آلات توازن تعمل بالطرد المركزي (centrifugal balancing machines) مصمّمة لموازنة الأجهزة الدوارة المرنة التي يبلغ طولها ٦٠٠ مم أو أكثر والتي تتصف بجميع الخصائص التالية:

- يتجاوز قطر تأرجحها (swing) أو قطرها المرتكز العمود (journal) ٧٥ مم.
- لها قدرة كتلية (mass capability) تتراوح بين ٠,٩ و٢٣ كجم.

- قادرة على سرعة دوران للموازنة تتجاوز ٥٠٠٠ دورة في الدقيقة.

ب. آلات توازن تعمل بالطرد المركزي (centrifugal balancing machines) مصمّمة لموازنة مكونات الأجهزة الدوارة الاسطوانية المجوفة والتي تتصف بجميع الخصائص التالية:

- يتجاوز قطرها المرتكز العمود (journal) ٧٥ مم .
- لها قدرة كتلية (mass capability) تتراوح بين ٠,٩ و٢٣ كجم.
- لها اختلال توازن متبقي أدنى يكون أقل من أو يساوي ١٠ جرام ملليمتر / كجم لكل سطح.
- تكون من النوع المدار بالسيور (belt drive type).

040302040000
040302040100
040302040200
040302040300

٣-ب-٤ آلات لف الخيوط (filament winding machines) والمعدات المتصلة بها، على النحو التالي:

أ. آلات لف الخيوط والتي تتصف بالخصائص التالية:

- حركات منسقة ومبرمجة في محورين أو أكثر لوضع الألياف في مواضعها، وتغليفها، ولفها.
- مصمّمة خصيصاً لإنشاء هياكل أو أغلفة رقيقة (laminates) من المواد الليفية أو الخيطية.
- قادرة على لف أنابيب إسطوانية يتراوح قطرها الداخلي ما بين ٧٥ مم و ٦٥٠ مم ويبلغ طولها ٣٠٠ مم أو أكثر.

ب. وحدات التحكم الخاصة بآلات لف الخيوط المذكورة في الصنف ٣-ب-٤-أ

ج. قوالب التشكيل الدقيقة (precision mandrels) الخاصة بآلات لف الخيوط المذكورة في الصنف ٣-ب-٤-أ.

040302050000 **٣-ب-٥ أجهزة كهرومغناطيسية لفصل النظائر مصمّمة لمصادر أيونية أحادية أو متعددة قادرة على توليد حزمة تيار أيوني يبلغ ٥٠ مللي أمبير أو أكثر، أو مجهزة بتلك المصادر.**

ملاحظة:

- يتضمن الصنف ٣-ب-٥ أجهزة الفصل التي تمتلك القدرة على إثراء النظائر المستقرة بالإضافة إلى اليورانيوم.
- أجهزة الفصل التي تمتلك القدرة على فصل نظائر الرصاص بفارق وحدة كتلية واحدة تمتلك قابلية إثراء نظائر اليورانيوم بفارق ثلاث وحدات كتلية.
- يشمل الصنف ٣-ب-٥ أجهزة الفصل المجهزة بالمصادر الأيونية والمجمعات (collectors) في التكوينات التي تكون داخل المجال المغناطيسي أو خارجة .

040302060000 **٣-ب-٦ أجهزة الطيف الكتلية التي لها قدرة على قياس أيونات تبلغ ٢٣٠ وحدة من وحدات الكتلة الذرية أو أكبر، ولها دقة استبانة (resolution) تزيد عن جزئين في ٢٣٠، ومصادرها الأيونية، على النحو التالي:**

040302060100
040302060200
040302060300
040302060400
040302060500

ملاحظة:

تسري الضوابط الواردة في القائمة الأولى على أجهزة الطيف الكتلية المصمّمة أو المُعَدّة خصيصاً لتحليل عينات مباشرة من سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6).

أ. أجهزة طيف كتلي بلازمية مقرونة بالحث (ICP/MS).

ب. أجهزة طيف كتلي تعمل بالتفريغ التوهجي (GDMS).

ج. أجهزة طيف كتلي تعمل بالتأين الحراري (TIMS).

د. أجهزة طيف كتلي تعمل بالقذف الإلكتروني (electron bombardment) وتتصف بالخاصيتين التاليتين:

- نظام لمدخل الحزم الجزيئية والذي يقذف حزمة موجّهة من الجزيئات (analyte molecules) داخل حجرة مصدر أيوني التي يتم فيها تأيّن الجزيئات بواسطة الحزمة الإلكترونية.
- مُزودة بمصائد باردة (cold traps) واحدة أو أكثر يمكن تبريدها لدرجات حرارة أقل من أو تساوي ١٩٣ كلفن (٨٠ درجة مئوية تحت الصفر) لاحتجاز الجزيئات (analyte molecules) غير المؤينة بواسطة الحزمة الإلكترونية.

هـ. أجهزة طيف كتلي مُزودة بمصدر أيوني لإنتاج مصدر أيونات للفلورة الدقيقة (microfluorination ion source) مصمّمة لتستخدم مع الأكتينات أو مع الفلوريدات الأكتينية (actinides or actinides fluorides).

ملاحظة:

- يصف الصنف ٣-ب-٦-د أجهزة الطيف الكتلية التي تستخدم عادةً بغرض التحليل النظيري لعينات غازية من سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6).
- أجهزة الطيف الكتلية التي تعمل بالقذف الإلكتروني (electron bombardment) الواردة في

الصنف ٣-ب-٦-د تعرف أيضاً باسم أجهزة الطيف الكتلية التي تعمل بالصدم الإلكتروني (electron impact) أو أجهزة الطيف الكتلية التي تعمل بالتأين الإلكتروني (electron ionization).

٣-ج المواد

لا يوجد.

٣-د البرامج الحاسوبية

٣-د-١ البرامج الحاسوبية المصمّمة خصيصاً بغرض استخدام المعدات المذكورة في الأصناف ٣-أ-١ أو ٣-ب-٣ أو ٣-ب-٤.

٣-د-٢ البرامج الحاسوبية أو مفاتيح/رموز التشفير المصمّمة خصيصاً لتعزيز أو تقليل أداء الصنف ٣-أ-١، بحيث تطابق أو تتجاوز الخصائص المحددة في الصنف ٣-أ-١.

٣-هـ التقنية

٣-هـ-١ التقنية التي تخص تطوير أو إنتاج أو استخدام المعدات أو المواد أو البرامج الحاسوبية المذكورة في الأصناف من ٣-أ إلى ٣-د طبقاً لضوابط نقل التقنية الواردة في القائمة الثانية.

٤. معدات متصلة بمرافق إنتاج الماء الثقيل (بخلاف الأصناف الواردة في القائمة الأولى)

٤-أ المعدات والتجميعات والمكونات

040401010000 **٤-أ-١ عبوات مصنوعة خصيصاً لفصل الماء الثقيل عن الماء العادي، وتتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- مصنوعة من نسيج شبكي (mesh) من البرونز الفوسفوري المعالج كيميائياً لتحسين خاصية الامتصاص للماء.

- مصمّمة لتستخدم في أبراج التقطير الفراغي (vacuum distillation towers).

040401020000
040401020100
040401020200

٤-أ-٢ **مضخّات قادرة على توزيع محاليل من مادة محفّزة في دائرة مستمرة مكونة من أميد البوتاسيوم المركز أو المخفف في الأمونيا السائلة (KNH_2/NH_3)، وتتصف بالخصائص التالية:**

- مغلقة بإحكام (airtight).

- ذات سعة أكبر من ٨,٥ م^3/ساعة.

- تتصف بإحدى الخاصيتين التاليتين:

١. يتراوح الضغط التشغيلي لمحاليل أميد البوتاسيوم المركزة (١٪ أو أكثر) بين ١,٥ و ٦٠ ميجا باسكال.

٢. يتراوح الضغط التشغيلي لمحاليل أميد البوتاسيوم المخففة (dilute) (اقل من١٪) بين ٢٠ و ٦٠ ميجا باسكال.

040401030000

٤-أ-٣ **توربين تمدد (turboexpanders) أو مجموعة ضاغطات-توربينات متمددة (turboexpander-compressor set)، وتتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- مصمّمة للتشغيل عند درجة حرارة مخرج (outlet temperature) أقل من أو تساوي ٣٥ كلفن (٢٣٨ درجة مئوية تحت الصفر).

- مصمّمة لإنتاجية قدرها ١٠٠٠ كجم/ساعة أو أكثر من غاز الهيدروجين.

٤-ب معدات الاختبار والإنتاج

0404020100000
0404020101000
0404020102000

٤-ب-١ أعمدة تقطير الهيدروجين (hydrogen-cryogenic distillation columns) عند درجات حرارة منخفضة، والتي تتصف بالخصائص التالية:

- مصمّمة للعمل عند درجات حرارة داخلية أقل من أو تساوي ٣٥ كلفن (٢٣٨ درجة مئوية تحت الصفر).
- مصمّمة لتعمل بضغط داخلي يتراوح بين ٠,٥ و٥ ميجا باسكال.
- مصنوعة من إحدى المادتين التاليتين:
  ١. الفولاذ المقاوم للصدأ.
  ٢. مواد مكافئة تتحمل درجات الحرارة المنخفضة وتتوافق مع الهيدروجين.
- ذات أقطار داخلية أكبر من أو تساوي ٣٠ سم، وأطوال فعالة (effective length) أكبر من أو تساوي ٤ متر.

ملاحظة:

يعني مصطلح الطول الفعّال (effective length) الارتفاع الفعلي لمواد التعبئة (packing material) في عمود تقطير من النوع المعبأ (packed-type column)، أو الارتفاع الفعّال للوحات الموصلات الداخلية في عمود تقطير من النوع اللوحي (plate-type column).

٤-ج المواد

لا يوجد.

٤-د البرامج الحاسوبية

لا يوجد.

٤-هـ التقنية

٤-هـ-١ التقنية التي تخص تطوير أو إنتاج أو استخدام المعدات أو المواد أو البرامج الحاسوبية المذكورة في الأصناف من ٤-أ إلى ٤-د طبقاً لضوابط نقل التقنية الواردة في القائمة الثانية.

٥. معدات اختبار وقياس لتطوير أجهزة التفجير النووية

٥-أ المعدات والتجميعات والمكونات

040501010000

٥-أ-١ صمامات المضاعفات الضوئية (photomultiplier tubes) والتي تتصف بالخاصيتين التاليتين:

- تبلغ مساحة الكاثود الضوئي فيها أكبر من ٢٠ سم^{٢}.
- يقل زمن ارتفاع النبضة الأنودية فيها عن ١ نانو ثانية.

٥-ب معدات الاختبار والإنتاج

040502010000

٥-ب-١ نظم إطلاق فائقة السرعة (high-velocity gun systems) (تشمل الأنواع التي تعمل بواسطة المادة الدافعة (propellent)، وغاز، وملفات لولبية (coils)، والأنواع الكهرومغناطيسية والحرارية الكهربائية، وغيرها من النظم المتقدمة) قادرة على تعجيل المقذوفات بسرعة أكبر من أو تساوي ١,٥ كم/ثانية.

0405020200000 ٥-ب-٢ **الكاميرات وأجهزة التصوير عالية السرعة والمكونات اللازمة لها، على النحو التالي:**

0405020201000 **ملاحظة:**

0405020201010 تخضع البرامج الحاسوبية المصمّمة خصيصاً لتعزيز أو تقليل أداء الكاميرات أو أجهزة التصوير أدناه بالضوابط المنصوص عليها بحيث تفي بالخصائص في الصنفين ٥-د-١ و٥-د-٢.

0405020202000 أ. الكاميرات السريعة، والمكونات اللازمة المصمّمة خصيصاً لها، على النحو التالي:

0405020202010 ١. كاميرات ذات قدرة تصويرية عالية (streak cameras) بسرعة كتابة تفوق ٠,٥ ملم / مايكرو ثانية.

0405020202020 ٢. كاميرات إلكترونية ذات قدرة تصويرية عالية سريعة تمتلك دقة استبانة (resolution) في وقت يبلغ ٥٠ نانو ثانية أو أقل.

0405020202030 ٣. الصمامات السريعة (streak tubes) الخاصة بالكاميرات المذكورة في الصنف ٥-ب-٢-أ-٢.

0405020202040 ٤. مكونات قابلة لإعادة الشحن (plug-ins) مصمّمة خصيصاً للاستخدام مع الكاميرات ذات القدرة التصويرية العالية المحتوية على هياكل مكونة من وحدات تجميعية والتي تلبي متطلبات الأداء الواردة في الصنف ٥-ب-٢-أ-١ أو ٥-ب-٢-أ-٢.

0405020202050 ٥. وحدات إلكترونات تزامنية، وتجميعات دوّارة مكونة من توربينات، ومرايا ورمان بلي (bearing) مصمّمة خصيصاً للكاميرات المحددة في الصنف ٥-ب-٢-أ-١.

ب. الكاميرات المؤطرة (framing cameras)، والمكوّنات اللازمة المصممة خصيصاً لها على النحو التالي:

١. كاميرات مؤطرة لها معدلات تسجيل أكبر من ٢٢٥٠٠٠ إطار في الثانية.

٢. كاميرات مؤطرة قادرة على التقاط الصور في وقت يبلغ ٥٠ نانو ثانية أو أقل.

٣. الصمامات المؤطرة وأجهزة تصوير (solid-state) التي تبلغ فيها سرعة احتجاز الصورة (الغلق) ((image gating (shutter) ٥٠ نانو ثانية أو أقل، وهي مصمّمة خصيصاً للكاميرات المذكورة في الصنف ٥-ب-٢-ب-١ أو ٥-ب-٢-ب-٢.

٤. مكوّنات قابلة لإعادة الشحن (plug-ins) مصمّمة خصيصاً للاستخدام مع الكاميرات المؤطرة المحتوية على هياكل مكوّنة من وحدات تجميعية والتي تلبي مواصفات الأداء الواردة في الصنف ٥-ب-٢-ب-١ أو ٥-ب-٢-ب-٢.

٥. وحدات إلكترونات تزامنية، وتجميعات دوّارة مكونة من توربينات، ومرايا ورمان بلي (bearing) مصمّمة خصيصاً للكاميرات المحددة في الصنف ٥-ب-٢-ب-١ أو ٥-ب-٢-ب-٢.

ج. كاميرات الحالة الصلبة (solid-state cameras) أو الكاميرات التي تحتوي على صمامات إلكترونية (electron tube cameras) والمكوّنات اللازمة المصمّمة خصيصاً لها على النحو التالي:

١. كاميرات الحالة الصلبة (solid-state cameras) أو كاميرات تحتوي على صمامات إلكترونية تبلغ فيها

سرعة احتجاز الصورة (الغلق) ((image gating shutter)) ٥٠ نانو ثانية أو أقل.

٢. كاميرات الحالة الصلبة (solid-state) وصمامات لزيادة شدة إضاءة الصور تبلغ فيها سرعة احتجاز الصورة (الغلق) ٥٠ نانو ثانية أو أقل، ومصمّمة خصيصاً للكاميرات المذكورة في الصنف ٥-ب-٢-ج-١.

٣. أجهزة غلق كهروضوئي (electro-optical shuttering devices) كخلايا كير وخلايا بوكلز تبلغ فيها سرعة احتجاز الصورة (الغلق) ٥٠ نانو ثانية أو أقل.

٤. مكونات قابلة لإعادة الشحن (plug-ins) مصمّمة خصيصاً للاستخدام مع الكاميرات المحتوية على هياكل مكونة من وحدات تجميعية والتي تلبي مواصفات الأداء الواردة في الصنف ٥-ب-٢-ج-١.

ملاحظة:

الكاميرات وحيدة الإطار (single frame cameras) ذات السرعة العالية يمكن استخدامها في إنتاج صورة مفردة لحدث حركي (dynamic event) أو يمكن الجمع بين العديد من هذه الكاميرات في نظام يعمل بالتتابع لإنتاج صور متعددة لحدث ما.

040502030000 **٥-ب-٣ أجهزة متخصصة لإجراء التجارب الهيدروديناميكية، على النحو التالي:**

040502030100

040502030200

040502030300

أ. أجهزة قياس السرعة بالتداخل (velocity interferometers) لقياس السرعات التي تتجاوز ١ كم/ثانية خلال فواصل زمنية أقل من ١٠ مايكرو ثانية.

ب. أجهزة قياس الضغط (shock pressure gauges) القادرة على قياس ضغط يزيد عن ١٠ جيجا باسكال، بما فيها العدّادات المصنوعة من المنجانين (manganin) والإيتربيوم والبولي فينيل أحادي الفلوريد (PVDF) والبولي فينيل ثنائي الفلوريد (PVF2).

ج. محوّلات الضغط من الكوارتز (quartz pressure transducers) للضغط الذي يزيد عن ١٠ جيجا باسكال.

ملاحظة:

يشمل الصنف ٥-ب-٣-أ أجهزة قياس السرعة بالتداخل (velocity interferometers) مثل نظم قياس تداخل السرعة لأي عاكس (reflectors)، وأجهزة دوبلر لقياس التداخل بالليزر (doppler laser interferometers) ، وأجهزة دوبلر لقياس سرعة الفوتونات (photonic doppler velocimeters) المعروفة أيضاً باسم أجهزة قياس سرعة اقتران ترددين (heterodyne velocimeters).

040502040000 **٥-ب-٤ مولدات نبض عالية السرعة (high-speed pulse generators)، ورؤوس النبض (pulse heads) اللازمة لها، والتي تتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- لها فرق جهد يزيد عن ٦ فولت ضمن مقاومة أقل من ٥٥ أوم.
- زمن انتقال نبضات أقل من ٥٠٠ بيكو ثانية.

ملاحظة:

١. يُعرف زمن انتقال النبضة في الصنف ٥-ب-٤ بأنه الفاصل الزمني بين ١٠٪ و٩٠٪ من السعة القصوى لفرق الجهد.

٢. رؤوس النبض (pulse heads) هي شبكات لتكوين النبضة الدافعة (impulse) مصمّمة لقبول طور فرق الجهد (step voltage function) وتشكيلها ضمن مجموعة متنوعة من أشكال النبض يمكن أن تشمل النوع المستطيل، أو المثلث، أو الذي يعمل بالطور (step)، أو بالنبضة الدافعة (impulse)، أو الأُسّي (exponential)، أو أحادي الدورة (mono cycle types). ورؤوس النبض يمكن أن تكون جزءاً من مولّد النبض، وقد تكون وحدة تجميعية قابلة لإعادة الشحن في الجهاز أو جهاز موصلاً من الخارج.

0405020500000 **٥-ب-٥ أوعية وحجرات وحاويات المتفجرات شديدة الانفجار وأجهزة الاحتواء المماثلة الأخرى المصمّمة لاختبار المتفجّرات شديدة الانفجار أو أجهزة التفجير، والتي تتصف بالخاصيتين التاليتين:**

- مصمّمة لتحتوي بالكامل انفجاراً يعادل ٢ كجم من ثالث النيتروتولووين (TNT) أو أكثر.

- توجد بها عناصر تصميم أو سمات تمكّن من نقل معلومات التشخيص أو القياس في الوقت الحقيقي أو في وقت متأخر.

٥-ج المواد

لا يوجد.

٥-د البرامج الحاسوبية

٥-د-١ البرامج الحاسوبية أو مفاتيح/ رموز التشفير المصمّمة خصيصاً لتعزيز أو تقليل أداء الصنف ٥-ب-٢، بحيث تطابق أو تتجاوز الخصائص المحددة في الصنف ٥-ب-٢.

٥-هـ التقنية

٥-هـ-١ التقنية التي تخص تطوير أو إنتاج أو استخدام المعدات أو المواد أو البرامج الحاسوبية المذكورة في الأصناف من ٥-أ إلى ٥-د طبقاً لضوابط نقل التقنية الواردة في القائمة الثانية.

٦. مكونات أجهزة التفجير النووية

٦-أ المعدات والتجميعات والمكونات

0406010100000
0406010101000
0406010101010
0406010101020
0406010101030
0406010101040
0406010102000

٦-أ-١ المفجّرات ونظم البدء المتعددة (detonators and multi-point initiation systems)، على النحو التالي:

أ. المفجرات التي تعمل بالكهرباء، وهي على النحو التالي:

١. قنطرة التفجير (exploding bridge).

٢. سلك قنطرة التفجير (exploding bridge wire).

٣. الطارق (slapper).

٤. بادئات التفجير ذات الرقائق المعدنية (exploding foil initiators).

ب. تجميعات تستخدم مفجرات أحادية أو متعددة، مصمّمة لخلْق سطح متفجر تفوق مساحته ٥٠٠٠ مم^{٢}

وذلك بطريقة شبه متزامنة، باستخدام إشارة إطلاق أحادية مع زمن بدء تفجير منتشر على السطح يقل عن ٢,٥ مايكرو ثانية.

ملاحظة:

تستخدم المفجرات المذكورة في الصنف ٦-أ-١ توصيلة كهربائية صغيرة (قنطرة (bridge)، أو سلك قنطرة (bridge wire)، أو رقائق معدنية (foil)) تتبخر عن طريق الانفجار عندما تمر فيها نبضة كهربائية سريعة ذات تيار عالي. وفي الأنواع التي لا يُستخدم فيها الطارق يبدأ الموصل المتفجر عملية تفجير كيميائية ضمن مادة ملامسة شديدة الانفجار مثل مادة PETN (خماسي الإريثريتول الرباعي النيترات). وفي المفجّرات التي تستخدم الطارق ينتج عن التبخر الانفجاري للموصل الكهربائي (تطاير) أو (طرق) عبر فجوة، ويؤدي تأثير الطارق في المادة المتفجّرة إلى تفجير كيميائي. ويعمل الطارق في بعض التصميمات بالقوى المغناطيسية. ويشير مصطلح مفجّر ذي رقائق تفجيرية إما إلى مفجّر يعمل بقنطرة تفجير أو مفجّر يعمل بالطارق. كما أن كلمة باديء (initiator) تستخدم أحياناً بدلاً من كلمة مفجّر.

0406010200000
0406010201000
0406010202000
0406010203000

٦-أ-٢ أطقم الإطلاق ومولدات النبض ذات التيار العالي المكافئة لها (firing sets and equivalent high current pulse generators)، وهي على النحو التالي:

أ. أطقم إطلاق مفجرات (detonators firing sets) (نظم بدء، أجهزة إطلاق)، بما فيها أطقم الإطلاق المشحونة إلكترونياً، أو المتفجرة ذاتياً، أو الموجهة بصرياً (optical)، مصمّمة لتشغيل المفجّرات متعددة الضوابط المذكورة في الصنف ٦-أ-١ أعلاه.

ب. مولدات نبض كهربائية نمطية (نابضات) (modular electrical pulse generators)، والتي تتصف بالخصائص التالية:

- مصمّمة لتكون سهلة الحمل أو النقل.
- قادرة على إطلاق طاقتها في أقل من ١٥ مايكرو ثانية ضمن أحمال تقل عن ٤٠ أوم.
- لها تيار كهربائي يتجاوز ١٠٠ أمبير.
- لا تتجاوز أبعادها ٣٠ سم.
- لا يزيد وزنها عن ٣٠ كجم.
- محدّدة للتشغيل عند درجات حرارة تتراوح بين ٢٢٣ و٣٧٣ كلفن (٥٠ درجة مئوية تحت الصفر إلى ١٠٠ درجة مئوية فوق الصفر).

ج. وحدات إطلاق دقيقة تتصف بجميع الخصائص التالية:

- لا تتجاوز أبعادها ٣٥ مم.
- لها فرق جهد أكبر من أو يساوي ١ كيلو فولت.
- لها سعة كهربائية أكبر من أو تساوي ١٠٠ نانو فاراد.

ملاحظة:

أطقم الإطلاق الموجهة بصرياً (optically driven firing sets) تشمل كلاً من الأطقم التي تعمل ببدء الليزر أو شحن الليزر. أما أطقم الإطلاق المتفجرة ذاتياً (explosively-driven firing sets) فتشمل كلاً من نوعي أطقم الإطلاق التي تعمل بمتفجرات ذات استقطاب كهربائي تلقائي (explosive ferroelectric)، وبمتفجرات عالية الحث المغناطيسي (explosive ferromagnetic). ويشمل الصنف ٦-أ-٢-ب المصابيح التي تعمل بصمامات غاز الزنون الوميضة (xenon flashlamp drivers).

0406010300000
0406010301000
0406010302000
0406010303000

٦-أ-٣ **أجهزة التحويل على النحو التالي:**

أ. صمامات الكاثود الباردة (cold-cathode tubes) المملوئة بالغاز أو غير المملوئة بالغاز ، والتي تعمل على نحو مماثل لعمل فجوة شرارية (spark gap)، وتتصف بالخصائص التالية:

- لها ثلاثة إلكترودات أو أكثر.
- تبلغ ذروة فرق الجهد الأنودي (anode peak voltage rating) ٢,٥ كيلو فولت أو أكثر.
- تبلغ ذروة التيار الأنودي (anode peak current rating) ١٠٠ أمبير أو أكثر.
- يبلغ التباطؤ الزمني الأنودي (anode delay time) ١٠ مايكرو ثانية أو أقل.

ملاحظة:

يشمل الصنف ٦-أ-٣-أ صمامات الكريترون (krytron tubes) الغازية وصمامات الاسبريترون (sprytron tubes) الفراغية.

ب. فجوات شرارية مستحثة (triggered spark-gaps) وتتصف بالخاصيتين التاليتين:

- يبلغ التباطؤ الزمني الأنودي (anode delay time) ١٥ مايكرو ثانية أو أقل.
- تبلغ ذروة التيار الأنودي (anode peak current rating) ٥٠٠ أمبير أو أكثر.

ج. تركيبات أو تجميعات ذات وظيفة تحويلة سريعة (modulus or assemblies with fast switching function) وتتصف بجميع الخصائص التالية:

- تبلغ ذروة فرق الجهد الأنودي (anode peak voltage rating) ٢ كيلو فولت أو أكثر.
- تبلغ ذروة التيار الأنودي (anode peak current rating) ٥٠٠ أمبير أو أكثر.
- يبلغ زمن بدء التشغيل ١ مايكرو ثانية أو أقل.

040601040000
040601040100
040601040200

٦-أ-٤ مكثّفات التفريغ النبضي (pulse discharge capacitors) التي تتصف بواحدة من مجموعتي الخصائص التالية:

أ. المجموعة الأولى:

- لها فرق جهد أعلى من ١,٤ كيلو فولت.
- لها قدرة على تخزين طاقة تتجاوز ١٠ جول.
- لها سعة كهربائية تتجاوز ٠,٥ مايكرو فاراد.
- لها حث كهربائي متوالي (series inductances) أقل من ٥٠ نانو هنري.

ب. المجموعة الثانية:

- لها فرق جهد يتجاوز ٧٥٠ فولت.
- لها سعة كهربائية تتجاوز ٠,٢٥ مايكرو فاراد.
- لها حث كهربائي متوالي (series inductances) أقل من ١٠ نانو هنري.

040601050000

٦-أ-٥ خطوط الإرسال المستعرض التي توفر مسار حث منخفض للمفجّرات (striplines to provide low inductance path to detonators) والتي تتصف بالخصائص التالية:

- لها فرق جهد يتجاوز ٢ كيلو فولت.
- لها حث كهربائي (inductance) أقل من ٢٠ نانو هنري.

٦-ب معدات الاختباروالإنتاج

لا يوجد.

٦-ج المواد

0406030010000 ٦-ج-١ مواد أو مخاليط شديدة الانفجار تحتوي على أكثر من ٢٪ من وزنها من أي من المركبات التالية:

0406030010100 - Cyclotetramethylenetetranitramine (HMX) (CAS 2691-41-0)

0406030010200 - Cyclotrimethylenetrinitramine (RDX) (CAS 121-82-4)

0406030010300 - Triaminotrinitrobenzene (TATB) (CAS 3058-38-6)

0406030010400 - (Aminodinitrobenzo-Furoxan Or 7-Amino-4,6 Nitrobenzofurazane -1-Oxide) (ADBNF) (CAS 97096-78-1)

0406030010500 - 1,1-Diamino-2,2-Dinitroethylene (DADE Or FOX7) (CAS 145250-81-3)

0406030010600 - 2,4- Dinitroimidazole (DNI) (CAS 5213-49-0)

0406030010700 - Diaminoazoxyfurazan (DAAOF Or DAAF) (CAS 78644-89-0)

0406030010800 - Diaminotrinitrobenzene (DATB) (CAS 1630-08-6)

0406030010900 - Dinitroglycoluril (DNGU Or DINGU) (CAS 55510-04-8)

0406030011000 - 2,6-Bis (Picrylamino)-3,5-Dinitropyridine (PYX) (CAS 38082-89-2)

0406030011100 - 3,3'-diamino-2,2',4,4',6,6'-hexanitrobiphenyl or dipicramide (DIPAM)(CAS 17215-44-0)

0406030011200 - Diaminoazofurazan (Daazf) (CAS 78644-90-3)

0406030011300 - 1,4,5,8-Tetranitro-Pyridazino[4,5-D] Pyridazine (TNP) (CAS 229176-04-9)

0406030011400 - Hexanitrostilbene (HNS) (CAS 20062-22-0)

0406030011500

- أي مادة متفجرة تزيد كثافتها البلورية عن ١,٨ جرام/ سم^{٣}، وتزيد سرعة التفجير فيها عن ٨٠٠٠ م/ثانية.

٦-د البرامج الحاسوبية

لا يوجد.

٦-هـ التقنية

٦-هـ-١ التقنيات التي تخص تطوير أو إنتاج أو استخدام المعدات أو المواد أو البرامج الحاسوبية المذكورة في الأصناف من ٦-أ إلى ٦-د طبقاً لضوابط التقنية الواردة في القائمة الثانية.

مرفق: نظام الوحدات الدولي (SI Units) المستخدم في اللائحة الفنية الخاصة

العامل	الوحدة	الوحدة باللغة الإنجليزية
التيار الكهربائي	أمبير	Amperes (A)
	ملي امبير	Milliamperes (mA)
الطول	نانو متر	Nanometer (nm)
	مايكرو متر	Micrometer (µm)
	ملليمتر (مم)	Millimeter (mm)
	سنتيمتر(سم)	Centimeter (cm)
	متر (م)	Meter (m)
المساحة	سنتيمتر مربع (سم^2)	Square centimeter (cm^2)
	متر مربع (م^2)	Square meter (m^2)
الحجم	سنتميتر مكعب (سم^3)	Cubic centimeter (cm^3)
	متر مكعب (م^3)	Cubic meter (m^3)
	ملي لتر (للموائع)	Milliliter (mL)
	لتر (للموائع)	Liter (L)
الزاوية	درجة	Degree (°)
درجة الحرارة	درجة مئوية	Degree Celsius (°C)

العامل	الوحدة	الوحدة باللغة الإنجليزية
الكتلة	جرام كيلو جرام (كجم)	Gram (g) Kilogram (kg)
التسارع	تسارع الجاذبية الأرضية (9.80665 متر/ثانية مربعة) (ج)	Acceleration of Gravity (9.80665 m/s^2) (g_0)
الضغط	باسكال كيلو باسكال ميجا باسكال جيجا باسكال	Pascal (Pa) Kilopascal (kPa) Megapascal (MPa) Gigapascal (GPa)
التردد	هيرتز كيلو هيرتز	Hertz (Hz) Kilohertz (kHz)
الطاقة، الشغل، الحرارة	جول	Joule (J)
الطاقة الإلكترونية	كيلو الكترون فولت ميجا إلكترون فولت	Kiloelectron volt (kev) Megaelectron volt (Mev)
القوة	نيوتن كيلو نيوتن	Newton (N) Kilonewton (kN)
فرق الجهد الكهربائي	فولت كيلو فولت	Volts (V) Kilovolts (kV)

العامل	الوحدة	الوحدة باللغة الإنجليزية
طاقة	كيلو واط ميجا واط	Kilowatts (kW) Megawatts (MW)
درجة الحرارة الديناميكية	كلفن	Kelvin (K)
الزمن	بيكو ثانية نانو ثانية مايكرو ثانية ثانية دقيقة ساعة	Picosecond (ps) Nanosecond (ns) Microsecond (µs) Second (s) Minute (m) Hour (h)
السرعة الزاوية	دورة/دقيقة	Revolution per minute (rpm)
كثافة التدفق المغناطيسي	تسلا	Tesla (T)
رقم تسجيل المركب الكيميائي	-	CAS
الطاقة الكهربائية	فولت أمبير	Volt-ampere (VA)

ⓒ **هيئة الرقابة النووية والإشعاعية ، ١٤٤٥ هـ**
القائمة الوطنية للأصناف المقيدة في المجالات النووية
NRRC-R-18-SR01 Rev.01
الرياض ، ١٤٤٥ هـ.
رقم الإيداع: ٤٧٩٦/ ١٤٤٥
ردمك: ٣-٤-٩٢٠٧٤-٦٠٣-٩٧٨

هيئة الرقابة النووية والإشعاعية
Nuclear and Radiological Regulatory Commission

Kingdom of Saudi Arabia

@saudinrrc

nrrc.gov.sa