

Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi'nin 2231(2015) Sayılı Kararı uyarınca söz konusu karara konu ülkeye ihracı ve transiti yasaklanan madde, malzeme ve ekipman

TETİKLEME MEKANİZMASI BAĞLAMINDAKİ MALZEME VE EKİPMAN LİSTESİ

1. Nükleer reaktörler ve bu amaç için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan teçhizat ve bileşenler

GİRİŞ NOTU

Çeşitli nükleer reaktörler, kullanılan yavaşlatıcı (örneğin grafit, ağır su, hafif su, hiçbiri), içindeki nötronların spektrumu (örneğin ısı, hızlı), kullanılan soğutucu tipi (örneğin su, sıvı metal, erimiş tuz, gaz) veya işlevleri ya da türleri (örneğin güç reaktörleri, araştırma reaktörleri, test reaktörleri) ile karakterize edilebilir. Bu tür nükleer reaktörlerin hepsinin işbu girdi ve uygulanabilir olduğu yerlerde işbu girdinin tüm alt girdileri kapsamında olması amaçlanmıştır. İşbu girdi, füzyon reaktörlerini kapsamamaktadır.

1.1. Tam nükleer reaktörler

Kendi kendini idame ettiren kontrollü bir fisyon zincir reaksiyonunu sürdürecektir şekilde çalışma kapasitesine sahip nükleer reaktörler.

AÇIKLAYICI NOT

Temel olarak, bir "nükleer reaktör", bir reaktör kabının içerisindeki veya reaktör kabına doğrudan iliştilmiş parçaları, çekirdekdeki güç seviyesini kontrol eden ekipmanı ve normal durumda reaktör çekirdeğinin birincil soğutucusunu içeren veya bununla doğrudan temas halinde olan ya da kontrol eden bileşenleri içerir.

İHRACAT

Bu sınır dâhilindeki tüm ana parçaların ihracatı sadece Kılavuzlardaki prosedürlere uygun olarak yapılacaktır. İşlevsel olarak tanımlanmış bu sınır dâhilinde sadece Rehber İlkeler prosedürlerine uygun olarak ihraç edilecek olan münferit öğeler 1.2 ve 1.11 paragraflarında listelenmiştir. Hükümet, Rehber İlkelerin prosedürlerini, işlevsel olarak tanımlanmış sınır dâhilindeki diğer maddelere uygulama hakkını saklı tutar.

1.2. Nükleer reaktör hazneleri

Özel olarak yukarıdaki paragraf 1.1'de tanımlanan bir nükleer reaktörün çekirdeğini ve aşağıda yer alan paragraf 1.8'de tanımlanan ilgili reaktör iç kısımlarını içerecek şekilde tasarlanan veya hazırlanan metal hazneler veya bu amaçla imalathanede imal edilen ana parçalar.

AÇIKLAYICI NOT

Madde 1.2, basınç derecesine bakılmaksızın nükleer reaktör haznelerini kapsar ve reaktör basınçlı haznelerini ve kapalı tepkime kaplarını içerir. Reaktör haznesinin baş kısmı, bir reaktör haznesinin imalathanede imal edilen önemli bir parçası olarak, madde 1.2 kapsamındadır.

1.3. Nükleer reaktör yakıt doldurma ve boşaltma makineleri

Yukarıdaki paragraf 1.1'de tanımlandığı üzere bir nükleer reaktöre yakıt doldurma veya yakıtı boşaltma için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan yönlendirici teçhizat.

AÇIKLAYICI NOT

Yukarıda belirtilen parçalar, yük üzerinde çalışma yeteneğine veya yakıtın doğrudan izlenmesinin veya yakıtı erişimin normal durumda mümkün olmayacağı şekilde teknik açıdan gelişmiş konumlandırma veya hizalama özellikleri kullanma yeteneğine sahiptir.

1.4. Nükleer reaktör kontrol çubukları ve teçhizatı

Yukarıdaki paragraf 1.1’de tanımlandığı şekilde bir nükleer reaktörde fisyon sürecini kontrol etmek için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan çubuklar, bu amacı taşıyan süspansiyon veya destek yapıları, çubuk tahrik mekanizmaları veya çubuk kılavuz tüpleri.

1.5. Nükleer reaktör basınç tüpleri

Yukarıdaki paragraf 1.1’de tanımlandığı şekilde hem yakıt elemanını hem de birincil soğutucuyu içerecek şekilde özel olarak tasarlanan veya hazırlanan tüpler.

AÇIKLAYICI NOT

Basınç tüpleri, bazen 5 MPa’yı aşan yüksek basınçta çalışacak şekilde tasarlanmış yakıt kanallarının parçalarıdır.

1.6. Nükleer yakıt zarfı

Yukarıdaki paragraf 1.1’de tanımlandığı şekilde bir reaktör içerisinde yakıt zarfı olarak kullanılmak üzere özel olarak tasarlanan veya hazırlanan ve 10 kg’ı aşan niceliklerdeki zirkonyum metal borular veya zirkonyum alaşımlı borular (veya tüp montaj düzenleri).

ÖNEMLİ NOT: Zirkonyum basınç tüpleri için bkz. 1.5. Kapalı tepkime kabı tüpleri için bkz. 1.8.

AÇIKLAYICI NOT

Bir nükleer reaktörde kullanılmak üzere zirkonyum metal borular veya zirkonyum alaşımlı borular hafniyumun zirkonyuma oranının tipik olarak ağırlıkça 1:500 parçadan daha az olduğu zirkonyumdan oluşur.

1.7. Birincil soğutucu pompalar veya sirkülatörler

Yukarıdaki paragraf 1.1’de tanımlandığı şekilde nükleer reaktörler için birincil soğutucuyu sirküle etmek için tasarlanan veya hazırlanan pompalar veya sirkülatörler.

AÇIKLAYICI NOT

Özel olarak tasarlanan veya hazırlanan pompalar veya sirkülatörler; su soğutmalı reaktörleri, gaz soğutmalı reaktörler için sirkülatörleri ve sıvı-metal soğutmalı reaktörler için elektromanyetik ve mekanik pompaları içerir. Bu teçhizat; birincil soğutucu, salmastrasız-tahrikli pompalar ve eylemsizlik kütlesi sistemlerine sahip pompaların sızdırmasını önlemek için gelişmiş kapamalı veya çok kapamalı sistemlere sahip pompaları içerebilir. Bu tanım, Amerikan Makine Mühendisleri Topluluğu (American Society of Mechanical Engineers - ASME) Tüzüğü’nde Bölüm III, Taksim I, Alt Bölüm ÖNEMLİ NOT (Sınıf 1 bileşenler) veya eşdeğer standartlara uygun pompaları kapsar.

1.8. Nükleer reaktörün iç kısımları

Yukarıdaki paragraf 1.1’de tanımlandığı şekilde bir nükleer reaktörde kullanım için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan “nükleer reaktör iç kısımları”. Bu, örneğin, çekirdek, yakıt kanalları, kapalı tepkime kabı tüpleri, ısıl kalkanlar, bölmeler, çekirdek ızgara levhaları ve difüzör plakaları için destek sütunları içerir.

AÇIKLAYICI NOT

“Nükleer reaktörün iç kısımları”; bir reaktör içerisinde, çekirdeği desteklemek, yakıt düzen ayarını yapmak, birincil soğutucu akışını yönlendirmek, reaktör kabı için radyasyon kalkanları sağlamak ve çekirdek içi aletleri yönlendirmek gibi bir veya daha fazla işleve sahip olan ana yapılardır.

1.9. Isı eşanjörleri

(a) Yukarıdaki paragraf 1.1’de tanımlandığı şekilde bir nükleer reaktörün birincil veya ara soğutucu devresi için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan buhar üreticileri.

(b) Yukarıdaki paragraf 1.1.’de tanımlandığı şekilde bir nükleer reaktörün birincil soğutucu devresinde kullanılmak için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan diğer ısı üreticileri.

AÇIKLAYICI NOT

Buhar üreticileri, reaktörde üretilen ısıyı buhar üretimi için su beslemesine transfer etmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmıştır. Bir ara soğutucu döngüsünün de mevcut olduğu hızlı bir reaktörde ise buhar jeneratörü ara devrede bulunmaktadır.

Gaz ile soğutulan bir reaktörde bir ısı eşanjörü; ısıyı bir gaz türbinini tahrik eden ikincil bir gaz döngüsüne transfer etmek için kullanılabilir.

Bu girdiye yönelik kontrol düzenlemesinin kapsamı, reaktörün destekleyici sistemleri (örneğin acil durum soğutma sistemi veya bozulma ısı soğutma sistemi) için ısı eşanjörlerini içermez.

1.10. Nötron dedektörleri

Yukarıdaki paragraf 1.1’de tanımlandığı şekilde bir reaktörün çekirdeği içindeki nötron akışı seviyelerinin saptanması için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan nötron dedektörleri.

AÇIKLAYICI NOT

Bu girdinin kapsamı, tipik olarak saniyede cm^2 başına 10^4 nötrona veya daha fazlasına dek geniş bir aralıktaki akış seviyelerini ölçen, çekirdek-içi ve çekirdek-dışı dedektörleri kapsar. Çekirdek-dışı, yukarıdaki paragraf 1.1.’de tanımlandığı şekilde bir reaktörün çekirdeğinin dışında olan fakat biyolojik kalkan içinde bulunan araçları ifade eder.

1.11. Harici ısı kalkanlar

Paragraf 1.1’de tanımlandığı şekilde, ısı kaybının azaltılması ve ayrıca muhafaza haznesinin korunması için nükleer reaktörün içinde kullanılmak için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan “harici ısı kalkanlar”.

AÇIKLAYICI NOT

“Harici ısı kalkanlar”, reaktörden gelen ısı kaybını azaltan ve muhafaza haznesi içindeki sıcaklığı azaltan reaktör haznesinin üzerine yerleştirilen ana yapılardır.

2. Nükleer olmayan reaktör malzemeleri

2.1. Döteryum ve ağır su

Yukarıdaki paragraf 1.1’de tanımlandığı şekilde nükleer reaktörde kullanılmak üzere, herhangi bir alıcı ülke için, bir senelik bir dönemde (1 Ocak-31 Aralık), 200 kg döteryum atomunu aşan miktarlarda döteryum, ağır su (döteryum oksit) ve döteryumun hidrojen atomlarına oranının 1:5000’i aştığı diğer döteryum bileşikleri.

2.2. Nükleer sınıf grafit

Yukarıdaki paragraf 1.1’de tanımlandığı şekilde nükleer reaktörde kullanılmak üzere, 1 kilogramı aşan miktarlarda, milyonda 5 parçadan daha iyi bor eşdeğerinden daha iyi bir saflık seviyesine ve 1,50 g/cm³’ten daha büyük bir yoğunluğa sahip grafit.

AÇIKLAYICI NOT

İhracat kontrolü için, yukarıdaki şartnamelere uygun grafitin ihracatının nükleer reaktör kullanımı için olup olmadığını Hükümet belirleyecektir.

Bor eşdeğeri (BE); deneysel olarak belirlenebilir veya bor içeren safsızlıklar (karbon bir safsızlık olarak kabul edilmediğinden BE_{karbon} hariç) için BE_z toplamı olarak hesaplanır; burada:

BE_z (ppm) = CF x element Z konsantrasyonu (ppm cinsinden);

CF dönüştürme faktörüdür: (ó_z x A_B)’nin (ó_B x A_z)’e bölümü;

ó_B ve ó_z; sırasıyla doğal olarak oluşan bor ve

element Z için ısıtılma yakalama kesitleridir (barn cinsinden); ve AB ve Az, sırasıyla doğal olarak oluşan bor ve element Z’nin atomik kütleleridir.

3. Işınlanmış yakıt elemanlarının yeniden işlenmesi tesisleri ve bu amaç doğrultusunda özel olarak tasarlanan veya hazırlanan teçhizat

TANITICI NOT

Işınlanmış nükleer yakıtın yeniden işlenmesinde plütonyum ve uranyum, yoğun radyoaktiviteli fisyon ürünlerinden ve diğer transuranik elementlerden ayrılır. Farklı teknik prosesler ile bu ayırma işlemi gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte Purex, yıllar içinde en sık kullanılan ve en çok kabul edilen prosesi oluşturur. Purex, işınlanmış nükleer yakıtın nitrik asitte çözünmesini, ardından bir organik madde ile seyreltilmiş TBP çözeltisi kullanarak solvent ekstraksiyonu yolu ile uranyum, plütonyum ve fisyon ürünlerinin ayrılmasını içerir.

Purex tesisleri; işınlanmış yakıt elemanı doğrama, yakıt çözme, solvent ekstraksiyonu ve proses çözeltisi depolama gibi birbirine benzer proses fonksiyonlarına sahiptir. Uranyum nitratın ısıl denitrasyonu, plütonyum nitratın oksit veya metale dönüştürülmesi ve uzun süreli depolama veya bertaraf için fisyon ürünü atık çözeltinin uygun bir forma işlenmesi için ekipman da bu proseste mevcut olabilir. Bununla birlikte, yeniden işlenecek işınlanmış nükleer yakıtın tipi ve miktarı ile geri kazanılan malzemelerin amaçlanan kullanımı ve tesisin tasarımına ek güvenlik ve bakım felsefesi dâhil olmak üzere çeşitli nedenlerle, bu işlevleri yerine getiren ekipmanın spesifik tipi ve konfigürasyonu Purex tesisleri arasında farklılık gösterebilir.

Bir "ışınlanmış yakıt elemanlarının yeniden işlenmesi tesisi", işınlanmış yakıt ve büyük nükleer maddeler ve fisyon ürünü işleme akımlarıyla normalde doğrudan temas halinde olan ve bunları doğrudan kontrol eden teçhizat ve bileşenleri içerir.

Plütonyum dönüşüm ve metal plütonyum üretimi sistemlerinin tamamı da dâhil olmak üzere bu prosesler, kritiklikten (örneğin geometri ile), radyasyona maruz kalmadan (örneğin zırhlama ile) ve toksisite tehlikelerinden (örneğin koruma kabı ile) kaçınmak için alınan önlemler yoluyla tanımlanabilir.

İHRACAT

Bu sınır dâhilindeki tüm ana parçaların ihracatı sadece Rehber İlkelerdeki prosedürlere uygun olarak yapılacaktır.

Hükümet, Rehber İlkeler prosedürlerini, aşağıda listelendiği şekilde işlevsel olarak tanımlanmış sınır dâhilindeki diğer maddelere uygulama hakkını saklı tutar.

Işınlanmış yakıt elemanlarının yeniden işlenmesi için "özel olarak tasarlanan veya hazırlanan ekipman" ifadesinin anlamı dâhilinde değerlendirilen teçhizat aşağıdakileri içerir:

3.1. Işınlanmış yakıt elemanı doğrama makineleri

Yukarıda tanımlanan bir yeniden işleme tesisinde kullanılmak için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan ve işınlanmış nükleer yakıt montaj düzenlerini, balyalarını veya çubuklarını kesmek, doğramak veya soyamak için tasarlanan uzaktan komuta edilen teçhizat.

AÇIKLAYICI NOT

Bu teçhizat, işınlanmış nükleer malzemeyi çözünmeye maruz bırakacak şekilde yakıt zarfını yararak parçalar. Bunların en yaygın olarak kullanılanı özel olarak tasarlanmış metal kesme makası olmakla birlikte lazerler gibi gelişmiş teçhizat da kullanılabilir.

3.2. Çözücüler

Yukarıda belirtildiği gibi yeniden işleme tesisinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanan veya hazırlanan, işınlanmış nükleer yakıtın çözünmesi için tasarlanan ve sıcak, yüksek korozif sıvıya dayanabilen ve uzaktan yüklenebilen ve korunabilen kritik derecede emniyetli kaplar (örneğin küçük çaplı, halka şeklinde veya dilim şeklinde kaplar).

AÇIKLAYICI NOT

Çözücüler normalde, kullanılmış yakıtları doğranmış şekilde alırlar. Zirkonyum, paslanmaz çelik veya bu tür malzemelerin alaşımlarını içeren malzemeden yapılmış kaplamalı nükleer yakıtlar, asidin yakıt matrisine ulaşmasını sağlamak için çözücüye yüklenmeden önce dekode edilmeli ve/veya kesilmeli veya parçalanmalıdır. Işınlanmış nükleer yakıt tipik olarak nitrik asit gibi güçlü mineral asitlerde çözülür ve herhangi bir çözülmemiş kaplama çıkarılır. Kritiklik güvenliğini sağlamak için küçük çaplı, dairesel veya slab tanklar gibi belirli tasarım özellikleri kullanılabilirken, bunlar bir gereklilik değildir. Bunun yerine küçük parti boyutu veya düşük bölünebilir malzeme içeriği gibi idari kontroller kullanılabilir. Mekanik cihazları kullanan çözücü kaplar ve çözücüler, normalde düşük karbonlu paslanmaz çelik, titanyum veya zirkonyum veya diğer yüksek kaliteli malzemeler gibi malzemelerden imal edilir. Çözücüler, kaplama veya kaplama atıklarının çıkarılması için sistemleri ve radyoaktif çıkış gazlarının kontrolü ve arıtılması için sistemleri içerebilir. Bu çözücüler, normalde yüklendikleri, çalıştırıldıkları ve kalın ekranlama arkasında muhafaza edildikleri için uzak yerleştirme özelliklerine sahip olabilirler.

3.3. Solvent ekstraktörleri ve solvent ekstraksiyon teçhizatı

Işınlanmış yakıtın yeniden işlenmesi için bir tesiste kullanılmak üzere, dolgulu veya darbeli kolonlar, karıştırıcı-çökelticiler veya santrifüj kontaktörleri gibi özel olarak tasarlanan veya hazırlanan solvent ekstraktörleri. Solvent ekstraktörleri, nitrik asidin korozyon etkisine karşı dayanıklı olmalıdır. Solvent ekstraktörleri normalde, düşük karbonlu paslanmaz çelikler, titanyum, zirkonyum veya diğer yüksek kaliteli malzemelerden son derece yüksek standartlarda (özel kaynak, muayene, kalite güvencesi ve kalite kontrol teknikleri dâhil) imal edilir.

AÇIKLAYICI NOT

Solvent ekstraktörleri, hem çözücülerden ışınlanmış yakıt çözeltisini hem de uranyum, plütonyum ve fisyon ürünlerini ayıran organik çözeltiyi alırlar. Solvent ekstraksiyon teçhizatı normalde, bakım gereksinimi olmayan veya kolay değiştirilmeye uygun uzun çalışma ömrü, çalışma ve kontrol kolaylığı ve proses koşullarındaki varyasyonlarda esneklik gibi katı çalışma parametrelerini karşılayacak şekilde tasarlanır.

3.4. Kimyasal tutma veya depolama hazneleri

Işınlanmış yakıtın yeniden işlenmesi için bir tesiste kullanılmak üzere özellikle tasarlanan veya hazırlanan tutma veya depolama hazneleri. Tutma veya depolama hazneleri nitrik asidin korozyon etkisine karşı dayanıklı olmalıdır. Tutma veya depolama hazneleri normalde düşük karbonlu paslanmaz çelikler, titanyum veya zirkonyum veya diğer yüksek kaliteli materyaller gibi malzemelerden imal edilir. Tutma veya depolama hazneleri uzaktan kumanda edilerek çalışma ve bakım yapılacak şekilde tasarlanabilir ve nükleer kritikliğin kontrolü için aşağıdaki özelliklere sahip olabilir:

- (1) en az yüzde iki bor eşdeğeri olan cidarlar veya iç yapılar veya
- (2) silindirik hazneler için azami 175 mm'lik (7 inç) çap veya
- (3) bir levha veya halka şeklindeki hazne için azami 75 mm'lik (3 inç) genişlik.

AÇIKLAYICI NOT

Solvent ekstraksiyon adımının sonucu olarak üç ana proses çözeltisi (sıvı) akışı prosesi ortaya çıkar. Tutma veya depolama hazneleri, her üç akışın daha ileri seviyede işlenmesi için aşağıdaki şekilde kullanılır:

(a) Saf uranyum nitrat çözeltisi buharlaşma ile konsantre edilir ve uranyum okside çevrilmek üzere bir denitrasyon prosesine gönderilir. Söz konusu oksit, nükleer yakıt çevriminde yeniden kullanılır.

(b) Yüksek radyoaktifiteli fisyon ürünleri çözeltisi, normalde buharlaşma ile konsantre edilerek bir çözelti (sıvı) konsantresi olarak depolanır. Bu konsantre daha sonra buharlaştırılabilir ve depolama veya bertaraf için uygun bir forma dönüştürülebilir.

(c) Saf plütonyum nitrat çözeltisi konsantre edilir ve daha ileri proses adımlarına aktarılmaya kadar saklanır. Özellikle, plütonyum çözeltileri için tutma veya depolama hazneleri, bu akışın konsantrasyonundaki ve yapısındaki değişikliklerden kaynaklanan kritiklik problemlerinden kaçınmak için tasarlanmıştır.

3.5. Proses kontrolü için nötron ölçüm sistemleri

Bir ısıtılmış yakıt elemanlarının yeniden işlenmesi tesisindeki otomatik proses kontrol sistemleri ile entegrasyon ve kullanım için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan nötron ölçüm sistemleri.

AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemler, bölünebilir (fisil) madde miktarını ve bileşimini belirlemek için aktif ve pasif nötron ölçümü ve ayırma kabiliyetini içerir. Sistemin tamamı bir nötron jeneratörü, bir nötron dedektörü, amplifikatörler ve sinyal işleme elektroniklerinden oluşur.

İşbu girdinin kapsamı, nükleer malzeme hesaplaması ve koruması için tasarlanmış nötron algılama ve ölçüm araçlarını veya ısıtılmış yakıt elemanlarının yeniden işlenmesi için bir tesisteki otomatik proses kontrol sistemleri ile entegrasyon ve kullanımla ilgili olmayan başka bir uygulamayı içermez.

4. Nükleer reaktör yakıt elemanlarının imalatı tesisleri ve bu amaçla özel olarak tasarlanan veya hazırlanan teçhizat

TANITICI NOT

Nükleer yakıt elemanları, bu ekteki MALZEME VE TEÇHİZAT başlığı altında belirtilen kaynak veya özel parçalanabilir malzemelerden bir veya daha fazlasından üretilir. Oksit yakıtlar için, en yaygın yakıt türü, pelet presleme, sinterleme, öğütme ve sınıflandırma teçhizatı mevcut olacaktır. Karıştırılmış oksit yakıtlar, zarfta sızdırmaz hale getirilene kadar kalıp kutularında (veya eşdeğer muhafazada) elleçlenir. Her durumda yakıt, reaktör çalışması sırasında uygun performans ve emniyeti sağlamak amacıyla, yakıtın kaplanması için birincil zarf olacak şekilde tasarlanan uygun bir zarf içine hermetik olarak kapatılır. Ayrıca, her durumda, öngörülebilir ve güvenli yakıt performansı sağlamak amacıyla, proseslerin, prosedürlerin ve ekipmanın son derece yüksek standartlara uygun olarak titiz bir şekilde kontrol edilmesi gerekir.

AÇIKLAYICI NOT

Yakıt elemanlarının imalatı için “özel olarak tasarlanan veya hazırlanan teçhizat” ifadesinin anlamı dâhilinde değerlendirilen teçhizatın öğeleri, aşağıdaki özelliklere sahip teçhizatı içerir:

- (a) normalde, nükleer malzemenin üretim akışı ile doğrudan temasa geçen veya bunu doğrudan işleyen veya kontrol eden;
- (b) zarfın içinde nükleer malzemenin sızdırmazlığını sağlayan;
- (c) zarfın veya sızdırmazlık elemanının bütünlüğünü kontrol eden;
- (d) sızdırmaz hale getirilmiş yakıtın bitirme işlemini kontrol eden veya
- (e) reaktör yakıt elemanlarının montajı için kullanılan.

Bunun gibi teçhizat veya teçhizat sistemleri örneğin aşağıdakileri içerebilir:

- 1) yakıt peletlerinin nihai boyutlarını ve yüzey kusurlarını kontrol etmek için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan tam otomatik pelet muayene istasyonları;
- 2) yakıt pimleri (veya çubukları) üzerine uç kapakları bağlamak için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan otomatik kaynak makineleri;
- 3) tamamlanmış yakıt pimlerinin (veya çubuklarının) bütünlüğünü kontrol etmek için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan otomatik test ve muayene istasyonları;
- 4) nükleer yakıt zarfı üretimi için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan sistemler.

Madde 3, tipik olarak aşağıdaki amaçlara sahip teçhizatı içerir:

- a) pim (veya çubuk) uç kapağı kaynaklarının X-ışını muayenesi,
- b) basınçlı pimlerden (veya çubuklardan) helyum sızıntısı tespiti, ve
- c) içindeki yakıt peletlerinin doğru yüklenip yüklenmediğini kontrol etmek için pimlerin (veya çubukların) gama ışıını taraması

5. Doğal uranyum, tükenmiş uranyum veya özel parçalanabilir malzemenin izotoplarının ayrılması tesisleri ve analitik araçlar dışında bu amaç doğrultusunda özel olarak tasarlanan veya hazırlanan teçhizat

GİRİŞ NOTU

Çoğu durumda, uranyumun izotoplarına ayrılması için tesis, teçhizat ve yazilerin; “diğer elementlerin” izotoplarının ayrılması için tesis, teçhizat ve teknolojiler ile yakın bir ilişkisi vardır. Özel durumlarda, Bölüm 5 altındaki kontroller; “diğer elementlerin” izotoplarına ayrılması için tesisler ve teçhizat için de geçerlidir. “Diğer elementlerin” izotoplarına ayrılması için tesisler ve teçhizatın, bu kontrolleri, tetikleyici liste kapsamındaki özel parçalanabilir malzemenin işlenmesi, kullanılması veya üretimi için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan tesis ve teçhizat üzerindeki kontrolleri tamamlayıcı niteliktedir. “Diğer elementler”i içeren kullanımlar için Bölüm 5’teki bu tamamlayıcı kontroller, Kılavuz’daki Bölüm 2’de ele alınan elektromanyetik izotop ayırma prosesi için geçerli değildir

Kullanım amacının, uranyumu izotoplarına ayırma veya “diğer elementler”in izotoplarına ayrılması olmasında aynı şekilde geçerli olan Bölüm 5 kontrolleri için prosesler şunlardır: gaz santrifüjü, gaz difüzyonu, plazma ayırma prosesi ve aerodinamik prosesler.

Bazı proseslerde uranyumu izotoplarına ayırma ile olan ilişki, ayrılan elemente bağlıdır. Bu prosesler şunlardır: lazer temelli prosesler (örneğin moleküler lazer izotop ayırma ve atomik buhar lazer izotop ayırma), kimyasal değişim ve iyon değişimi. Bu nedenle tedarikçiler, uygun biçimde “diğer elementler”i içeren kullanımlar konusunda Bölüm 5 kontrollerini uygulamak için bu prosesleri vaka bazında değerlendirmelidir

Uranyumun izotoplarına ayrılması için “analitik araçlar dışında bu amaç için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan teçhizat” kalıbının anlamı dâhilinde değerlendirilen teçhizat aşağıdakileri içerir:

5.1. Gaz santrifüjlerinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanan veya hazırlanan gaz santrifüjleri ile montaj düzenleri ve bileşenleri

GİRİŞ NOTU

Gaz santrifüjü, normalde, bir vakum ortamında bulunur ve merkezi düşey eksen ile 300 m/s veya daha yüksek çevresel hızda dönen, çapı 75 mm ile 650 mm arasında olan ince cidarlı bir silindirden (silindirlerden) oluşur. Yüksek hız elde etmek için, dönen bileşenler için yapı malzemeleri, yüksek mukavemet-yoğunluk oranına sahip olmalıdır ve aynı zamanda, rotor düzeneği ve bu nedenle münferit bileşenleri, dengesizliği en aza indirmek amacıyla çok yakın toleranslarda imal edilmelidir. Uranyum zenginleştirme için gaz santrifüjü, diğer santrifüjlerin aksine, rotor odası içerisinde dönen bir disk şeklinde bölmeye (bölmelere) sahip olmakla ve Uranyum Heksaflorid (UF₆) gazını beslemek ve çıkarmak için iki tanesi rotor ekseninden rotor odasının çevresine doğru uzanan keşçelere bağlı olan en az üç ayrı kanala sahip olan sabit bir tüp düzenine sahip olmakla karakterize edilir. Ayrıca vakum ortamında, dönmeyen ve özel olarak tasarlanmış olsa bile imalatı zor olmayan veya nadir malzemelerden imal edilmiş olmayan bir dizi kritik eleman da bulunur. Bununla birlikte, bir santrifüj tesisinde bu bileşenlerin çok sayıda olması gerekir; zira miktarlar nihai kullanım için önemli bir gösterge sağlayabilir.

5.1.1. Dönen bileşenler

(a) Tam rotor montaj düzenleri:

Bu Bölümün AÇIKLAYICI NOT’unda belirtilen yüksek mukavemet-yoğunluk oranına sahip malzemelerinden bir veya daha fazlasından üretilen ince cidarlı silindirler veya birbirine bağlı

bir dizi ince cidarlı silindir. Silindirler birbirine bağlanacaksa, aşağıdaki bölüm 5.1.1'de açıklandığı gibi esnek körük veya halkalarla bağlanır. Nihai formda ise rotor, aşağıdaki bölüm 5.1.1.(d) ve (e)'de açıklandığı gibi bir deflektör plakası (deflektör plakaları) ve uç tıplar ile donatılır. Ancak tam montaj sadece kısmen monte edilmiş olarak da teslim edilebilir.

(b) Rotor tüpleri:

12 mm veya daha az kalınlıkta, 75 mm ile 650 mm arasında bir çapa sahip ve bu Bölümün AÇIKLAYICI NOT'unda belirtilen yüksek mukavemet-yoğunluk oranına sahip malzemelerinden bir veya daha fazlasından üretilen özel olarak tasarlanan veya hazırlanan ince cidarlı silindirler.

(c) Halkalar veya Körükler:

Rotor tüpüne bölgesel destek sağlamak veya bir dizi rotor tüpünü birbirine bağlamak için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan bileşenler. Körük, 3 mm veya daha az cidar kalınlığına ve 75 mm ile 650 mm arasında bir çapa sahip, kıvrımlı ve bu Bölümün AÇIKLAYICI NOT'unda belirtilen yüksek mukavemet-yoğunluk oranına sahip malzemelerinden birinden imal edilen kısa bir silindir.

(d) Deflektör plakaları:

Tahliye odasını ana ayırma odasından izole etmek veya bazı durumlarda, UF₆ gazının rotor tüpünde yer alan ana ayırma odasındaki sirkülasyonuna yardımcı olmak amacıyla, santrifüj rotor tüpünün içine monte edilmek üzere özel olarak tasarlanan veya hazırlanan ve bu Bölümün AÇIKLAYICI NOT'unda belirtilen yüksek mukavemet-yoğunluk oranına sahip malzemelerden birinden imal edilen, çapı 75 mm ile 650 mm arasında olan disk şeklindeki bileşenler.

(e) Üst başlıklar/Alt başlıklar:

Rotor tüpünün uçlarına uyacak şekilde özel olarak tasarlanan ve hazırlanan ve bu şekilde UF₆'yı rotor tüpünün içinde tutan ve bazı durumlarda, üst yatağın (üst başlığın) bir elemanını bütünüleştiren bir parça olarak destekleme, koruma veya tutma amacı taşıyan veya motorun ve alt yatağın (alt başlığın) dönen elemanlarını taşıma amacı taşıyan ve bu Bölümün AÇIKLAYICI NOT'unda belirtilen yüksek mukavemet-yoğunluk oranına sahip malzemelerden birinden imal edilen, çapı 75 mm ile 650 mm arasında olan disk şeklindeki bileşenler.

AÇIKLAYICI NOT

Santrifüj dönen bileşenler için kullanılan malzemeler aşağıdakileri içerir:

(a) 1,95 GPa veya daha fazla bir nihai çekme mukavemetine sahip maraşlanma çeliği;

(b) 0,46 GPa veya daha fazla nihai gerilme mukavemetine sahip alüminyum alaşımları;

(c) Kompozit yapılarda kullanıma uygun olan ve $3,18 \times 10^6$ m veya daha büyük bir özgül modüle ve $7,62 \times 10^4$ m veya daha büyük bir özgül nihai çekme mukavemetine (Özgül modül', n/m^3 cinsinden özgül ağırlığa bölünen N/m^2 cinsinden Young Modülüdür; Özgül nihai çekme mukavemeti' n/m^3 cinsinden özgül ağırlığa bölünen N/m^2 cinsinden nihai çekme mukavemetidir) filament malzemeler.

5.1.2. Statik bileşenler

(a) Manyetik askılı yataklar:

1. Sönümlenme ortamı içeren bir mahfaza içinde asılan halka şeklindeki bir mıknatıs içeren özel olarak tasarlanan veya hazırlanan yatak montaj düzenleri. Mahfaza, UF₆'ya dayanıklı malzemeden imal edilecektir (bk. Bölüm 5.2 için AÇIKLAYICI NOT.) Mıknatıs, bölüm

5.1.1'de belirtilen üst başlığa monte edilmiş bir kutup parçası veya ikinci bir mıknatıs ile eşleşir. Mıknatıs, dış ve iç çap arasında 1,6:1'e eşit veya daha küçük bir oran ile halka şeklinde olabilir. Mıknatıs, 0,15 H/m veya daha fazla bir başlangıç geçirgenliğine veya %98,5 veya daha fazla bir mıknatıslanmaya veya 80 kJ/m³'ten daha büyük bir enerji üretimine sahip bir formda olabilir. Her zamanki malzeme özelliklerine ek olarak, manyetik eksenlerin geometrik eksenlerden sapmasının çok küçük toleranslarla sınırlı olması (0,1 mm'den düşük) veya mıknatıs malzemesinin homojenliğinin özel olarak gerekli olması bir önkoşuldur.

2. Gaz santrifüjler ile kullanmak için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan aktif manyetik yataklar.

AÇIKLAYICI NOT

Bu yataklar genellikle aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- 600 Hz veya daha fazla bir merkezi rotor dönüşünü sürdürmek için tasarlanmış ve
- Bir saatten daha fazla çalışması için güvenilir bir elektrik güç kaynağına ve/veya kesintisiz güç kaynağına (UPS) bağlanmış.

(b) Yataklar/Sönümlendiriciler:

Bir sönümlendirici üzerine monte edilen mil/kapsül içeren, özel olarak tasarlanan veya hazırlanan yataklar. Normalde mil, bölüm 5.1.1.(E)'de açıklandığı şekilde, bir ucunda bir yarı küreye sahip, diğer ucundan alt başlığa bir bağlantı düzeni ile sertleştirilmiş çelik bir şafttır. Şaftın ancak bağlı bir hidrodinamik yatağı olabilir. Kapsül, bir yüzeyinde yarı-küresel bir girinti olan pelet şeklindedir. Bu bileşenler genellikle sönümlendiriciye ayrı ayrı sağlanır.

(c) Moleküler pompalar:

İçten işlenmiş ya da preslenmiş sarmal yivler ve içten işlenmiş delikler içeren, özel olarak tasarlanan veya hazırlanan silindirler. Tipik boyutları şu şekildedir: 650 mm ilâ 75 mm iç çap; 10 mm veya daha fazla cidar kalınlığı; uzunluğu çapına eşit veya daha büyük. Yivler, tipik olarak enine kesitte dikdörtgen ve derinlik olarak 2 mm veya daha derindir.

(d) Motor statörleri:

Bir vakum içinde 600 Hz veya daha yüksek bir frekansta ve 40 VA veya daha fazla bir güçte senkronize bir şekilde çalışması amacıyla, yüksek hızlı ve çok fazlı AA histerezis (veya relüktans) motorları için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan halka şeklinde statörler. Statörler tipik olarak 2,0 mm veya daha az kalınlıkta ince katmanlardan oluşan lamine ve düşük kayıplı demir çekirdek üzerinde çok fazlı sargılar içerebilir.

(e) Santrifüj mahfazası/kapları:

Bir gaz santrifüj rotor tüp düzeneğini muhafaza etmesi için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan bileşenler. Mahfaza, yatakların konumunu belirlemek için hassas olarak işlenmiş uçlara ve montaj için bir veya daha fazla flanşa sahip, 30 mm'ye kadar olan cidar kalınlığı olan sabit bir silindir içerir. İşlenmiş uçlar, birbirlerine paralel ve silindirin düşey eksenine 0,05 derece veya daha az diktir. Mahfaza aynı zamanda, birçok rotor düzenini ihtiva edecek biçimde bal peteği yapısında olabilir.

(f) Kepçeler:

Pitot tüpünün hareketiyle rotor tüpü içinden UF₆ gazının ekstraksiyonu (bu, rotor tüp içinde çevresel gaz akımı içine bakan bir açıklıkla, örneğin radyal olarak yerleştirilmiş boru ucunu bükerek gerçekleştirilir) için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan ve bir merkezi gaz atma sistemine bağlanabilme kapasitesine sahip olan tüpler.

5.2. Gaz santrifüj zenginleştirme tesisleri için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan yardımcı sistemler, teçhizat ve bileşenler

GİRİŞ NOTU

Bir gaz santrifüj zenginleştirme tesisi için yardımcı sistemler, teçhizat ve bileşenler; santrifüjleri yönlendirmek veya tesisi kontrol etmek için gerekli olan teçhizatla birlikte, santrifüjlere UF₆ beslemek, giderek yükselen zenginleştirme sağlamak amacıyla kaskatlar (veya basamaklar) oluşturmak üzere münferit santrifüjleri birbirlerine bağlamak ve “üretilen” ve “atık” UF₆’yı santrifüjlerden çekme amacıyla gerekli olan tesis sistemleridir.

Normalde UF₆, ısıtılmış otoklavlar kullanılarak katıdan buharlaştırılır ve gaz halinde, kademeli başlık boruları vasıtasıyla santrifüjlere dağıtılır. Santrifüjlerden akan 'ürün' ve 'kuyruklar' UF₆ gazlı akımları ayrıca kademeli toplama boruları vasıtasıyla soğuk tuzaklara (yaklaşık 203 K (-70°C) çalışarak) geçirilerek taşıma veya depolama için uygun konteynırlara aktarılmadan önce yoğunlaştırılır. Bir zenginleştirme tesisi, kaskatlar halinde düzenlenmiş binlerce santrifüjden oluştuğu için, önemli miktarda düzen tekrarına sahip binlerce kaynak içeren, kilometrelerce kademeli toplama boruları vardır. Teçhizat, bileşenler ve boru sistemleri çok yüksek vakum ve temizlik standartlarına göre üretilmektedir.

TANITICI NOT

Aşağıda listelenen öğelerin bazıları ya UF₆ proses gazı ile doğrudan temas eder ya da santrifüjleri ve gazın santrifüjden santrifüje ve kaskattan kaskada geçişini doğrudan kontrol eder. UF₆ kaynaklı korozyona dayanıklı malzemeler arasında, % 60 veya daha fazla nikel ve florlu hidrokarbon polimerleri içeren bakır, bakır alaşımları, paslanmaz çelik, alüminyum, alüminyum oksit, alüminyum alaşımları bulunur.

5.2.1. Besleme sistemleri / ürün ve kuyruk çekme sistemleri

UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunan zenginleştirme tesisleri için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış proses sistemleri veya teçhizatı, şunları içerir:

- (a) UF₆’yı zenginleştirme işlemine geçirmek için kullanılan otoklavları, fırınları veya besleme sistemleri;
- (b) Isıtma sonrasında müteakip transfer için UF₆’yı zenginleştirme işleminden çıkarmak için kullanılan desublimerler, soğuk tuzaklar veya pompalar;
- (c) UF₆’yı sıvı veya katı bir forma sıkıştırarak ve dönüştürerek UF₆’yı zenginleştirme işleminden çıkarmak için kullanılan katılaştırma veya sıvılaştırma istasyonları;
- (d) UF₆’yı konteynerlere aktarmak için kullanılan "ürün" veya "atık" istasyonları.

5.2.2. Makine toplama boru sistemleri

Santrifüj kaskatları içinde UF₆’yı işlemek/ taşımak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış boru sistemleri ve toplama sistemleri. Boru şebekesi normalde, kolektörlerin her birine bağlı olduğu her bir santrifüjlü "üçlü" toplama sistemidir. Dolayısıyla, yapısında önemli miktarda tekrar vardır. Tamamen UF₆’ya dayanıklı malzemelerden yapılır veya bu malzemelerle korunur (bu bölüme ilişkin AÇIKLAYICI NOTA bakınız) ve çok yüksek vakum ve temizlik standartlarına göre üretilmiştir.

5.2.3 Özel kapama ve kontrol vanaları

- (a) Tek bir gaz santrifüjünün, beslenmekte, üründe ya da kuyrukta olan UF₆ gaz akımları için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kapama vanaları.

(b) Gaz santrifüj zenginleştirme tesislerinin na ya da yardımcı sistemlerinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış manuel veya otomatik, kapama veya kontrol, UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmakta olan, 10 ila 160 mm iç çapına sahip körüklü sızdırmaz vanalar.

AÇIKLAYICI NOT

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış vanalar genellikle, körüklü sızdırmaz vanalar, hızlı tepkili kapatma tipleri, hızlı tepkili vanalar ve diğerlerini içerir.

5.2.4. UF₆ kütle spektrometreleri / iyon kaynakları

UF₆ gaz akımlarından on-line/ çevrimiçi numune alabilen ve aşağıdaki özelliklerin tümüne sahip özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kütle spektrometreleri:

1. 320 atomik kütle birimi veya daha büyük iyonları ölçebilen ve 320'de 1'den daha iyi bir çözünürlüğe sahip olan;
2. Nikel, nikel içeriği ağırlıkça% 60 veya daha fazla olan nikel-bakır alaşımları veya nikel-krom alaşımlarından yapılmış veya bunlarla korunmuş iyon kaynakları;
3. Elektron bombardımanı iyonizasyon kaynakları;
4. İzotopik analize uygun bir kolektör sistemine sahip.

5.2.5. Frekans değiştiriciler

5.1.2. (d) 'de tanımlanan motor statorlarını sağlamak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış frekans değiştiriciler (dönüştürücüler veya invertörler olarak da bilinir) veya aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan bu frekans değiştiricilerin parçaları, bileşenleri ve alt montajları:

1. 600 Hz veya daha yüksek birçok fazlı frekans çıkışı ve
2. Yüksek kararlılık (frekans kontrolü ile% 0.2 daha iyi).

5.3. Gaz difüzyonuyla zenginleştirmede kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış montajlar ve bileşenler

GİRİŞ NOTU

Uranyum izotop ayrılmasının gaz halinde difüzyon yönteminde, özel bir gözenekli gaz halinde difüzyon bariyeri, gazı soğutmak için ısı değiştirici (sıkıştırma işlemi ile ısıtılır), sızdırmazlık vanaları ve kontrol vanaları ve boru hatları ana teknolojik montajdır. Gaz difüzyon teknolojisi uranyum hekzaflorür (UF₆) kullandığından, tüm teçhizat, boru hattı ve enstrümantasyon yüzeyleri (gazla temas eden) UF₆ ile temas halinde sabit kalan malzemelerden yapılmalıdır. Gaz halinde bir difüzyon tesisi, bu tertibatların bir kısmını gerektirir, böylece miktarlar son kullanımın önemli bir göstergesini sunabilir.

5.3.1. Gaz difüzyon bariyerleri ve bariyer malzemeleri

(a) 10 - 100 nm gözenek boyutunda, 5 mm veya daha az kalınlığa ve 25 mm veya daha küçük çaplı boru şekilli metalik, polimer veya seramikten ince, gözenekli filtreler UF₆ ile korozyona dayanıklı malzemeler (bkz. bölüm 5.4 AÇIKLAYICI NOT) ve

(b) bu tür filtrelerin üretimi için özellikle hazırlanmış bileşikler veya tozlar. Gaz halinde bulunan difüzyon bariyerlerinin üretimi için özel olarak hazırlanmış olan bu gibi bileşikler ve tozlar, ağırlıkça % 60 veya daha fazla nikel, alüminyum oksit içeren veya ağırlıkça% 99.9 veya daha fazla bir saflığa sahip UF₆'ya dirençli tam florlu hidrokarbon polimerleri, 10 um'den daha

küçük bir partikül boyutu ve yüksek derecede parçacık boyutu homojenliği, yüksek derecede nikel veya alaşımları içerir.

5.3.2. Difüzör mahfazaları

Gazlı difüzyon bariyerini içermek üzere, UF₆'ya dirençli malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş olarak özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış hava geçirmez contalı hazneler (bkz. Bölüm 5.4, AÇIKLAYICI NOT).

5.3.3. Kompresörler ve gaz körükleri

UF₆ ortamında uzun süreli çalışma için tasarlanmış, dakikada 1 m³ veya daha fazla emiş hacmi kapasitesine sahip ve 500 kPa'ya kadar deşarj basıncına sahip özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kompresörler veya gaz körükleri ile bu tür kompresörlerin ve gaz körüklerinin ayrı parçaları. Bu kompresörler ve gaz körükleri 10: 1 veya daha düşük bir basınç oranına sahiptir ve UF₆'ya dayanıklı malzemelerden yapılır veya bunlar tarafından korunur (bkz. Bölüm 5.4, AÇIKLAYICI NOT).

5.3.4. Döner millî sızdırmazlık elemanları

UF₆ ile doldurulmuş kompresör veya gaz körüğünün iç kısmına hava sızıntısına karşı güvenilir bir sızdırmazlık sağlamak için kompresörü veya gaz körüğü rotorunu sürücü motoruna bağlayan mühürleme için sızdırmaz besleme ve sızdırmazlık egzoz bağlantıları olan özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış vakum contaları. Bu tür contalar normalde dakikada 1000 cm³'ten daha az bir tampon gaz sızıntı oranı için tasarlanmıştır.

5.3.5. UF₆ soğutma için ısı eşanjörleri

UF₆'ya dirençli malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ısı eşanjörleri (bkz. Bölüm 5.4, AÇIKLAYICI NOT) ve 100 kPa basınç farkı altında saatte 10 Pa'dan düşük bir kaçak basınç değişim oranı için tasarlanmıştır.

5.4. Gaz difüzyonuyla zenginleştirmede kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış yardımcı sistemler, teçhizat ve bileşenler

TANITICI NOT

Gaz halinde difüzyon zenginleştirme tesisleri için yardımcı sistemler, teçhizat ve bileşenler kademeli olarak daha yüksek zenginleşmelere imkân sağlamak ve "ürün" ve "kuyruk" UF₆'yı difüzyon kaskatlarından elde etmek için kaskatlar (veya basamaklar) oluşturmak üzere UF₆'yı gaz difüzyon düzeneğine bağlamak, ayrı ayrı parçaları birbirine bağlamak için gerekli olan tesis sistemleridir. Difüzyon kaskatlarının yüksek atalet özellikleri nedeniyle, işletimindeki herhangi bir kesinti ve özellikle de kapanmaları ciddi sonuçlara yol açar. Bu nedenle, tüm teknolojik sistemlerde vakumun sıkı ve sürekli bakımı, kazalardan otomatik koruma ve gaz akışının hassas otomatik regülasyonu gazlı bir difüzyon tesisinde önemlidir. Bütün bunlar, tesisi çok sayıda özel ölçüm, düzenleme ve kontrol sistemi ile donatma ihtiyacı doğurur.

Normalde UF₆, otoklavlar içine yerleştirilmiş silindirlerden buharlaştırılır ve kaskat başı borusu yoluyla giriş noktasına gaz halinde dağıtılır. Çıkış noktalarından akan "ürün" ve "atık" UF₆ gaz akışları, taşıma veya depolama amacıyla uygun kaplara gönderilmeden önce UF₆'nın sıvılaştırıldığı soğuk tuzaklara veya sıkıştırma istasyonlarına kaskat başı borusu kullanılarak transfer edilir. Bir gaz difüzyon zenginleştirme tesisinin, kaskatlar halinde düzene girmiş binlerce gaz difüzyon ünitelerinden oluşması sebebiyle, kayda değer ölçüde kendini tekrarlayan bir yerleşim düzenine sahip olan binlerce kaynak içeren kilometrelerce uzunlukta kaskat başı

borusu mevcuttur. Teçhizat, bileşenler ve boru sistemleri, çok yüksek vakum ve temizlik standartlarına uygun olarak imal edilir.

AÇIKLAYICI NOT

Aşağıda listelenen parçalar ya UF₆ proses gazı ile doğrudan temas eder ya da kaskad içindeki akışı doğrudan kontrol eder. UF₆ kaynaklı korozyona dayanıklı malzemeler arasında ağırlıkça % 60 veya daha fazla nikel ve florlu hidrokarbon polimerleri içeren bakır, bakır alaşımları, paslanmaz çelik, alüminyum, alüminyum oksit, alüminyum alaşımları, nikel veya alaşımlar bulunur.

5.4.1. Besleme sistemleri / ürün ve kuyruk çekme sistemleri

UF₆ kaynaklı korozyona dayanıklı malzemeden yapılmış veya UF₆ kaynaklı korozyona dayanıklı malzemeyle korunan zenginleştirme tesisleri için tasarlanmış veya hazırlanmış aşağıda sayılanlar dahil teçhizat veya proses sistemleri:

- (a) Zenginleştirme işlemine UF₆'yı geçirmek için kullanılan besleme otoklavları, fırınları veya sistemleri;
- (b) Isıtma sonrası müteakip aktarım için UF₆'yı zenginleştirme işleminden çıkarmak üzere kullanılan desublimeler, soğuk tuzaklar veya pompalar;
- (c) UF₆'yı bir sıvı veya katı forma sıkıştırarak ve dönüştürerek UF₆'yı zenginleştirme işleminden çıkarmak için kullanılan katılaştırma veya sıvılaştırma istasyonları;
- (d) UF₆'yı konteynırlara aktarmak için kullanılan "Ürün" veya "kuyruklar" istasyonları.

5.4.2. Kolektör boru sistemleri

Gaz halinde difüzyon kaskadları içinde UF₆'yı işlemek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış boru sistemleri ve kolektör sistemleri

AÇIKLAYICI NOT

Bu boru şebekesi normalde, her bir hücreyi her bir kolektör boruya bağlı olan "çift" kolektör boru sistemindedir.

5.4.3. Vakum sistemleri

- (a) Dakikada 5 m³ veya daha fazla emme kapasitesine sahip özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış vakum manifoldları, vakum başlıkları ve vakum pompaları.
- (b) UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş UF₆ içeren ortamlarda servis için özel olarak tasarlanmış vakum pompaları (bu bölümün AÇIKLAYICI NOTUNA bakınız). Bu pompalar döner veya pozitif olabilir, yer değiştirme ve florokarbon contalara sahip olabilir ve özel işleme sıvılarına sahip olabilir.

5.4.4. Özel kapama ve kontrol vanaları

Gazlı difüzyon zenginleştirme tesislerinin ana ve yardımcı sistemlerine kurulum için, UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış körük- sızdırmaz elemanlı manuel veya otomatik, kapatma veya kontrol vanaları.

5.4.5. UF₆ kütle spektrometreleri / iyon kaynakları

UF₆ gaz akımlarından on-line numune alabilecek, aşağıdakilerden tümüne sahip özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kütle spektrometreleri:

1. 320 atomik kütle birimi veya daha büyük iyonları ölçebilen ve 320'de 1'den daha yüksek bir çözünürlüğe sahip olan;
2. Nikel, nikel içeriği ağırlıkça % 60 veya daha fazla olan nikel-bakır alaşımları veya nikel-krom alaşımlarından yapılmış veya bunlarla korunmuş iyon kaynakları;
3. Elektron bombardımanı iyonizasyon kaynakları;
4. İzotopik analize uygun bir kollektör sistemine sahip.

5.5. Aerodinamik zenginleştirme tesislerinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler, teçhizat ve bileşenler

GİRİŞ NOTU

Aerodinamik zenginleştirme işlemlerinde, gaz halindeki UF_6 ve hafif gaz (hidrojen veya helyum) karışımı sıkıştırılır ve daha sonra ayırma elemanları içinden geçirilir; burada izotopik ayırma, kavisli duvar geometrisi üzerinde yüksek merkezkaç kuvvetlerinin üretilmesiyle gerçekleştirilir. Bu tipte iki işlem başarıyla geliştirilmiştir: ayırma nozulu işlemi ve vorteks tüpü işlemi. Her iki işlem için de ayırma aşamasının ana bileşenleri arasında, sıkıştırma ısısını gidermek için özel ayırma elemanları (nozullar veya girdap tüpleri) barındıran silindirik hazneler, gaz kompresörleri ve ısı eşanjörleri bulunur. Bir aerodinamik tesis, bu aşamaların bir kısmını gerektirir, böylece miktarlar son kullanımın önemli bir göstergesini sunabilir. Aerodinamik süreçler UF_6 kullandığından, tüm teçhizat, boru hattı ve enstrümantasyon yüzeyleri (gazla temas eden) UF_6 ile temas halinde stabil kalan malzemelerden yapılmalı veya bu malzemelerle korunmalıdır.

AÇIKLAYICI NOT

Bu bölümde listelenen öğeler UF_6 proses gazı ile doğrudan temas eder veya kaskad içindeki akışı doğrudan kontrol eder. Proses gazıyla temas eden tüm yüzeyler tamamen UF_6 'ya dirençli malzemelerden yapılır veya bunlarla korunur. Aerodinamik zenginleştirme maddeleri ile ilgili bölümün amaçları doğrultusunda, UF_6 korozyonuna dirençli malzemeler arasında bakır, bakır alaşımları, paslanmaz çelik, alüminyum, alüminyum oksit, alüminyum alaşımları, nikel veya ağırlıkça % 60 veya daha fazla nikel içeren alaşımlar ve florlu hidrokarbon polimerleri bulunur.

5.5.1. Ayırma nozulları

Özellikle tasarlanmış veya hazırlanmış ayırma nozulları ve bunların parçaları. Ayırma nozulları, 1 mm'den daha küçük bir eğrilik yarıçapına sahip, UF_6 ile korozyona dirençli ve nozul içinde akan gazı iki fraksiyona ayıran bir bıçak kenarına sahip olan yarık şekilli, kavisli kanallardan oluşur.

5.5.2. Vorteks tüpleri

Özellik olarak tasarlanmış veya hazırlanmış vorteks tüpleri ve bunların parçaları. Girdap tüpleri silindirik veya koniktir, UF_6 ile korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bunlarla korunmuştur ve bir veya daha fazla teğetsel girişe sahiptir. Tüpler, her bir uçta veya her iki uçta nozul tipi uzantılarla donatılabilir.

AÇIKLAYICI NOT

Besleme gazı vorteks tüpüne teğetsel olarak bir uçtan veya girdap kanatlarından/ üreteçlerinden veya tüpün çevresi boyunca çok sayıda teğetsel pozisyonlardan girer.

5.5.3. Kompresörler ve gaz körükleri

UF₆ / taşıyıcı gaz (hidrojen veya helyum) karışımı korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kompresörler veya gaz körükleri.

5.5.4. Döner milli sızdırmazlık elemanları

UF₆ / taşıyıcı gaz karışımı ile doldurulmuş kompresörün veya gaz körüğünün iç kısmına proses gazının, içeri hava sızmasının veya sızdırmazlık gazının sızmasına karşı güvenilir bir sızdırmazlık sağlamak amacıyla, kompresör rotorunu veya gaz üfleyici rotorunu sürücü motoruna bağlayan mili sızdırmaz hale getirmek için sızdırmazlık besleme ve sızdırmazlık egzoz bağlantılarına sahip özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış döner şaft contaları.

5.5.5. Gazlı soğutma için ısı eşanjörleri

UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ısı eşanjörleri.

5.5.6. Ayırma elemanı mahfazaları

Vorteks tüpleri veya ayırma nozulları için UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ayırma elemanı mahfazaları.

5.5.7. Besleme sistemleri / ürün ve kuyruk çekme sistemleri

UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunan zenginleştirme tesisleri için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış proses sistemleri veya ekipmanları, şunları içerir;

- (a) UF₆'yı zenginleştirme işlemine geçirmek için kullanılan besleme otoklavları, fırınlar veya sistemler;
- (b) Isıtma sonrası müteakip transfer için UF₆'yı zenginleştirme işleminden çıkarmak için kullanılan desublimeler (veya soğuk tuzaklar);
- (c) UF₆'yı sıvı veya katı bir forma sıkıştırarak ve dönüştürerek UF₆'yı zenginleştirme işleminden çıkarmak için kullanılan katılaştırma veya sıvılaştırma istasyonları;
- (d) UF₆'yı konteynerlere aktarmak için kullanılan "ürün" veya "kuyruklar" istasyonları.

5.5.8. Kolektör boru sistemleri

UF₆'nın aerodinamik kaskadlar içerisinde işlenmesi için UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kolektör boru sistemleri. Bu boru şebekesi, kolektörlerin her birine bağlı olan her aşama veya aşamalar grubuna sahip, normal olarak "çift" kolektör tasarımıdır.

5.5.9. Vakum sistemleri ve pompalar

- (a) Vakum manifoldları, vakum başlıkları ve vakum pompalarından oluşan ve UF₆ taşıyan ortamlarda servis için tasarlanmış özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış vakum sistemleri,
- (b) UF₆ taşıyan ortamlarda servis için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ve UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunan vakum pompaları. Bu pompalar florokarbon contalar ve özel işleme sıvıları kullanabilir.

5.5.10. Özel kapatma ve kontrol vanaları

Ana veya yardımcı aerodinamik zenginleştirme tesislerine kurulum için 40 mm veya daha büyük çapa sahip UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bunlarla korunan

özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış körüklü sızdırmaz, manuel veya otomatik, kapatma veya kontrol vanaları.

5.5.11. UF₆ kütle spektrometreleri / İyon kaynakları

UF₆ gaz akımlarından on-line numune alabilen ve aşağıdakilerin hepsine sahip özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kütle spektrometreleri:

1. 320 atomik kütle birimi veya daha büyük iyonları ölçebilir ve 320'de 1 bölümden daha iyi bir çözünürlüğe sahip;
2. Nikel, nikel içeriği ağırlıkça% 60 veya daha fazla olan nikel-bakır alaşımları veya nikel-krom alaşımlarından yapılmış veya bunlarla korunmuş iyon kaynakları;
3. Elektron bombardımanı iyonizasyon kaynakları;
4. İzotopik analize uygun bir kollektör sistemine sahip.

5.5.12. UF₆ / taşıyıcı gaz ayırma sistemleri

UF₆'yu taşıyıcı gazdan (hidrojen veya helyum) ayırmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış proses sistemleri.

AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemler, taşıyıcı gazdaki UF₆ içeriğini 1 ppm veya altına düşürecek şekilde tasarlanmıştır ve aşağıdaki gibi teçhizatı içerebilir:

- (a) 153 K (-120 ° C) veya daha düşük sıcaklıklara sahip kriyojenik ısı eşanjörleri ve kriyoseparatörler
- (b) 153 K (-120 ° C) veya daha düşük sıcaklıklara veya (c) UF₆'nın taşıyıcı gazdan ayrılması için ayırma nozulu veya vorteks tüpü ünitelerine sahip kriyojenik soğutma üniteleri
- (c) UF₆'nın taşıyıcı gazdan ayrılması için ayırma nozulu veya vorteks tüpü birimleri veya
- (d) UF₆'yu dondurma kapasitesine sahip UF₆ soğuk tuzakları.

5.6. Kimyasal değişim veya iyon değiştirme zenginleştirme tesislerinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler, teçhizat ve bileşenler.

GİRİŞ NOTU

Uranyum izotopları arasındaki kütle farkı, izotopların ayrılması için bir temel olarak kullanılabilir. Kimyasal reaksiyon dengesinde küçük değişikliklere neden olur. İki süreç başarıyla geliştirilmiştir: sıvı-sıvı kimyasal değişimi ve katı-sıvı iyon değişimi. Sıvı-sıvı kimyasal değişim işleminde, binlerce ayırma aşamasının basamaklı/ kaskat etkisini vermek için birbirine karışmayan sıvı fazları (sulu ve organik) ters akım ile temas ettirilir. Sulu faz hidroklorik asit çözeltisinde uranyum klorürden oluşur; organik faz, organik bir çözücü içinde uranyum klorür içeren bir ekstraktan oluşur. Ayırma kademesinde kullanılan kontaktörler, sıvı-sıvı değişim kolonları (elek plakalı darbeli kolonlar gibi) veya sıvı santrifüj kontaktörleri olabilir. Her bir uçta geri akış gereksinimlerini sağlamak için ayırma kaskadının her iki ucunda kimyasal dönüşümler (oksidasyon ve indirgeme) gereklidir. Tasarımın başlıca iştigal alanı, işlem akışlarının belirli metal iyonlarıyla kontaminasyonunu önlemektir. Plastik, plastik astarlı (florokarbon polimerlerin kullanımı dâhil) ve / veya cam astarlı kolonlar ve borular kullanılır. Katı-sıvı iyon değiştirme işleminde, zenginleştirme özel, çok hızlı etkili, iyon değiştirme reçinesi veya adsorban üzerinde uranyum adsorpsiyonu / desorpsiyonu ile gerçekleştirilir.

Hidroklorik asit ve diğer kimyasal maddelerdeki bir uranyum çözeltisi, adsorbanın sıkıştırılmış yataklarını içeren silindirik zenginleştirme kolonlarından geçirilir. Kesintisiz bir işlem için, uranyumun adsorbandan tekrar sıvı akışına bırakılması için bir geri akış sistemi gereklidir, böylece 'ürün' ve 'kuyruklar' toplanabilir. Bu, ayrı harici devrelerde tamamen rejenere edilen ve izotopik ayırma kolonlarının kendi içinde kısmen rejenere edilebilen uygun indirgeme / oksidasyon kimyasal ajanlarının kullanılmasıyla gerçekleştirilir. İşlemden sıcak konsantre hidroklorik asit çözeltilerinin varlığı, teçhizatın korozyona dayanıklı özel malzemelerden yapılmasını veya bunlarla korunmasını gerektirir.

5.6.1. Sıvı-sıvı değişim kolonları (Kimyasal değişim)

Özellikle kimyasal değişim işlemi kullanılarak uranyum zenginleştirilmesi için tasarlanmış veya hazırlanmış, mekanik güç girişine sahip karşı akım sıvı-sıvı değişim kolonları. Konsantre hidroklorik asit çözeltilerine korozyon direnci için, bu kolonlar ve bunların iç kısımları normal olarak uygun plastik malzemelerden (florlanmış hidrokarbon polimerler gibi) veya camdan yapılır veya bunlarla korunur. Kolonların aşamalı kalma süresi normalde 30 saniye veya daha az olacak şekilde tasarlanmıştır.

5.6.2. Sıvı-sıvı santrifüj kontaktörler (Kimyasal değişim)

Kimyasal değişim işlemi kullanılarak uranyum zenginleştirilmesi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sıvı-sıvı santrifüj kontaktörler. Bu tür kontaktörler, organik ve sulu akışların dispersiyonunu ve daha sonra fazları ayırmak için merkezkaç kuvvetini elde etmek için rotasyon kullanır. Konsantre hidroklorik asit çözeltilerine korozyon direnci için, kontaktörler normal olarak uygun plastik malzemelerden (florlu hidrokarbon polimerler gibi) veya camdan yapılır veya korunur. Santrifüj kontaktörlerin aşamalı kalma süresi normalde 30 saniye veya daha az olacak şekilde tasarlanmıştır.

5.6.3. Uranyum azaltma sistemleri ve teçhizatı (Kimyasal değişim)

(a) Kimyasal değişim işlemini kullanarak uranyum zenginleştirme için uranyumun bir valans durumundan diğerine azaltılması/ indirgenmesi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış elektrokimyasal indirgeme hücreleri. Proses çözeltileri ile temas halinde olan hücre materyalleri konsantre hidroklorik asit çözeltileri kaynaklı korozyona dayanıklı olmalıdır.

AÇIKLAYICI NOT

Hücre katodik bölmesi, uranyumun daha yüksek valans durumuna yeniden oksidasyonunu önleyecek şekilde tasarlanmalıdır. Uranyumun katodik bölmede tutulması için hücre, özel katyon değiştirme malzemesinden yapılmış geçirimsiz bir diyafram zarına sahip olabilir. Katot, grafit gibi uygun bir katı iletken oluşur.

(b) Kaskadın ürün ucunda U_4 'ün organik akımdan çıkarılması, asit konsantrasyonunun ayarlanması ve elektrokimyasal indirgeme hücrelerine beslenmesi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler.

AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemler, U_4 'ün organik akımdan sulu bir çözeltiye ayrılması için çözücü ekstraksiyon teçhizatı, çözelti pH ayarını ve kontrolünü gerçekleştirmek için buharlaştırma ve / veya diğer teçhizat ve elektrokimyasal indirgeme hücrelerine besleme için pompalar veya diğer transfer cihazlarından oluşur. Tasarımda önemli bir husus, sulu akımın belirli metal iyonları ile kontaminasyonunu önlemektir.

Bu itibarla, akış prosesiyle temas eden parçalar için, sistem uygun malzemelerden yapılmış veya bunlarla kaplanmış teçhizatla (cam, fluorokarbon polimerleri, polifenil sülfat, polyester sülfon ve reçineyle kaplanmış grafit gibi) imal edilmiştir.

5.6.4. Besleme hazırlama sistemleri (Kimyasal değişim)

Kimyasal değişim uranyum izotop ayırma tesisleri için yüksek saflıkta uranyum klorür besleme çözeltileri üretmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler.

AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemler saflaştırma için çözünme, U_{+6} veya U_{+4} 'ü U_{+3} 'e düşürmek/ indirgemek için çözücü ekstraksiyonu ve / veya iyon değiştirme teçhizatı ve uranyum elektrolitik hücrelerden oluşur. Bu sistemler, krom, demir, vanadyum, molibden ve diğer bivalanlı veya daha yüksek çok alanlı katyonlar gibi milyonlarca metalik katışkıda sadece birkaç parçaya sahip uranyum klorür çözeltileri üretir. Yüksek saflıkta U_{+3} işleyen sistem kısımları için yapı malzemeleri arasında cam, florlu hidrokarbon polimerleri, polifenil sülfat veya plastik astarlı polieter sülfon ve reçineyle kaplanmış grafit bulunur.

5.6.5. Uranyum oksidasyon sistemleri (Kimyasal değişim)

Kimyasal değişim zenginleştirme işleminde uranyum izotop ayırma kaskadına geri dönüş için U_{+3} 'ün U_{+4} 'e oksidasyonu için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler.

AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemlerde aşağıdakiler gibi teçhizat bulunabilir:

- Klor ve oksijenin izotop ayırma ekipmanından sulu atık ile temas ettirilmesi ve elde edilen U_{+4} 'ün, kaskadın ürün ucundan dönen soyulmuş organik akıma ekstrakte edilmesi için teçhizat,
- Su ve konsantre hidroklorik asidin, uygun konumlardaki işleme yeniden verilebilmesini teminen suyu hidroklorik asitten ayıran teçhizat.

5.6.6. Hızlı reaksiyon gösteren iyon değiştirme reçineleri / adsorbanları (İyon değiştirme)

Gözenekli makroretiküler reçineler ve / veya aktif kimyasal değişim gruplarının aktif olmayan bir yüzey üzerindeki bir kaplama ve pellicüler yapılar ve partiküller veya lifler dâhil olmak üzere herhangi bir uygun formdaki diğer kompozit yapılar ile sınırlı olduğu iyon değiştirme işlemi kullanılarak uranyum zenginleştirilmesi için özel olarak tasarlanan veya hazırlanan hızlı reaksiyon gösteren iyon değiştirici reçineler veya adsorbanlar. Bu iyon değiştirici reçinelerin / adsorbanların çapları 0.2 mm veya daha küçük olmakla birlikte konsantre hidroklorik asit çözeltilerine kimyasal olarak dirençli olmalı ve değişim kolonlarında bozulmayacak kadar fiziksel olarak güçlü olmalıdır. Reçineler / adsorbanlar özellikle çok hızlı uranyum izotop değişim kinetiği (10 saniyeden daha az değişim yarı süresi) elde etmek üzere ve 373 K (100 °C) ila 473 K (200 °C) aralığında bir sıcaklıkta çalışacak şekilde tasarlanmıştır.

5.6.7. İyon değiştirme kolonları (İyon değiştirme)

İyon değiştirme işlemi kullanılarak uranyum zenginleştirilmesi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, iyon değişim reçinesi / adsorbanın dolgulu yataklarını ihtiva etmek ve desteklemek için 1000 mm'den daha büyük silindirik kolonlar. Bu kolonlar, konsantre hidroklorik asit çözeltileri ile korozyona dayanıklı malzemelerden (titanyum veya florokarbon plastikler) yapılır veya bu malzemelerle korunur ve 373 K (100 °C) ile 473 K (200 °C) aralığındaki bir sıcaklıkta ve 0.7 MPa'nın üzerindeki basınçlarda çalışabilir.

5.6.8. İyon değiştirme geri akış sistemleri (İyon değiştirme)

(a) İyon değiştirici uranyum zenginleştirme kaskadlarında kullanılan kimyasal indirgeyici madde (ler) in rejenerasyonu için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kimyasal veya elektrokimyasal indirgeme sistemleri.

(b) İyon değiştirici uranyum zenginleştirme kaskadlarında kullanılan kimyasal oksitleyici ajan (lar) ın rejenerasyonu için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kimyasal veya elektrokimyasal oksidasyon sistemleri.

AÇIKLAYICI NOT

İyon değiştirme zenginleştirme işlemi, örneğin, üç değerlikli titanyum (Ti^{+3}) bir indirgeme katyonu olarak kullanılabilir; bu durumda indirgeme sistemi, Ti^{+4} 'ü azaltarak Ti^{+3} 'ü yeniden oluşturur. İşlem, örneğin, bir oksidan olarak üç değerlikli demiri (Fe^{+3}) kullanabilir; bu durumda oksidasyon sistemi Fe^{+2} 'yi oksitleyerek Fe^{+3} 'ü yeniden oluşturur.

5.7. Lazer bazlı zenginleştirme tesislerinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler, teçhizat ve bileşenler.

GİRİş NOTU

Lazerler kullanarak geręekleřtirilen zenginleştirme işlemleri için mevcut sistemler iki kategoriye ayrılır: işlem ortamının atomik uranyum buharı olduğu ve işlem ortamının, bazen başka bir gaz veya gazla karıştırılan bir uranyum bileşiğinin buharı olduğu sistemler. Bu tür işlemler için ortak terimler listesi şunları içerir:

- birinci kategori - atomik buhar lazer izotop ayırımı;
- ikinci kategori - izotop seçici lazer aktivasyonu ile kimyasal reaksiyon da dahil olmak üzere moleküler lazer izotop ayırımı.

Lazer zenginleştirme tesisleri için sistemler, teçhizat ve bileşenler aşağıdakileri kapsar: (a) uranyum metal buharını besleyen cihazlar (seçici foto-iyonizasyon için) veya uranyum bileşiğinin buharını besleyen cihazlar (seçici foto-ayırma veya seçici uyarma / aktivasyon için); (b) zenginleştirilmiş ve seyreltilmiş uranyum metali ilk kategoride "ürün" ve "kuyruk" olarak toplayan cihazlar ve zenginleştirilmiş ve seyreltilmiş uranyum bileşiklerini ikinci kategoride "ürün" ve "kuyruk" olarak toplayan cihazlar; (c) uranyum-235 türlerini seçici olarak uyarmak için lazer sistemlerini işleme; ve (d) besleme hazırlama ve ürün dönüştürme teçhizatı. Uranyum atomları ve bileşiklerinin spektroskopisinin karmaşıklığı, bir dizi mevcut lazer ve lazer optik teknolojisinin herhangi birinin dâhil edilmesini gerektirebilir.

AÇIKLAYICI NOT

Bu bölümde listelenen öğelerin çoğu, uranyum metal buharı veya sıvısı veya UF_6 veya UF_6 ile diğer gazların karışımından oluşan işlem gazı ile doğrudan temas eder. Uranyum veya UF_6 ile doğrudan temas eden tüm yüzeyler tamamen korozyona dayanıklı malzemelerden yapılır veya bunlarla korunur. Lazer bazlı zenginleştirme maddeleri ile ilgili bölümün amaçları doğrultusunda, uranyum metali veya uranyum alaşımlarının buharı veya sıvısı ile korozyona dayanıklı malzemeler itriya kaplı grafit ve tantal içerir ve UF_6 ile korozyona dayanıklı malzemeler arasında bakır, bakır alaşımları, paslanmaz elik, alüminyum, alüminyum oksit, alüminyum alaşımları, nikel veya ağırlıkça % 60 veya daha fazla nikel içeren alaşımlar ve florlu hidrokarbon polimerleri bulunur.

5.7.1. Uranyum buharlaştırma sistemleri (atomik buhar bazlı yöntemler)

Lazerli zenginleştirmede kullanım amacıyla özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış uranyum metal buharlaştırma sistemleri

AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemler elektron ışın tabancaları içerebilmektedir ve uranyum metali üretmek için yeterli olan hedefe verilen güç lazer zenginleştirme fonksiyonu için gereken oranda uranyum metal buharı üretme amacını karşılayacak iletme gücü (1 kW veya daha fazla) elde etmek üzere tasarlanmıştır.

5.7.2. Sıvı veya buhar uranyum metal taşıma sistemleri ve parçaları (atomik buhar bazlı yöntemler)

Lazerli zenginleştirilmede kullanılmak üzere erimiş uranyum, erimiş uranyum alaşımları veya uranyum metal buharı elde etmek için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler veya özellikle bu amaç için tasarlanmış veya hazırlanmış bileşenler.

AÇIKLAYICI NOT

Sıvı uranyum metali işleme sistemleri potalardan ve potalar için soğutma teçhizatından oluşabilmektedir. Erimiş uranyumla, erimiş uranyum alaşımlarıyla veya uranyum metali buharıyla temas eden potalar ve bu sistemin diğer bölümleri, yeterli aşınma ve sıcaklık direncine sahip maddelerden yapılmakta veya maddelerle korumaktadır. Uygun malzemeler tantal, yitriya kaplı grafit, diğer nadir bulunan grafitleri içerebilen toprak oksitleri (bkz. INFCIRC/254/Kısım2 – (tadil edilmiş hali)) veya bunların karışımıdır.

5.7.3. Uranyum metal “ürün” ve “kuyruk” birleştirme montajları (atomik buhar bazlı yöntemler)

Sıvı ya da katı formda uranyum metali için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış “ürün” ve “kuyruklar”.

AÇIKLAYICI NOT

Bu montajlarda kullanılan parçalar, uranyum metal buharı veya sıvısının (yitriya kaplı grafit veya tantal) ısısına ve aşınmasına dirençli malzemeden yapılmıştır veya bu malzemeyle korunmaktadır ve borular, vanalar, bağlantı parçaları, “oluklar”, geçişler, manyetik, elektrostatik veya diğer ayırma yöntemleri için eşanjörler ve kolektör plakaları içerebilmektedir.

5.7.4. Separatör modülü gövdeleri (atomik buhar bazlı yöntemler)

Uranyum metal buhar kaynağı, elektron ışını tabancası ve “ürün” ve “kuyruk” toplayıcıları içermek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış silindirik veya dikdörtgen hazneler.

AÇIKLAYICI NOT

Bu gövdeler, elektrik ve su geçişleri, lazer ışın pencereleri, vakum pompası bağlantıları ve enstrümantasyon teşhis ve izleme için çok sayıda bağlantıyı noktasına sahiptir. İç bileşenlerin yenilenmesine olanak sağlayan açılış ve kapanış koşullarına sahiptir.

5.7.5. Süpersonik genleşme nozülleri (moleküler tabanlı yöntemler)

UF₆ ve taşıyıcı gaz karışımlarını 150 K (-123°C) veya daha düşük derecelere kadar soğutma amaçlı ve UF₆ korozyonuna dirençli özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış süpersonik genleşme nozülleri.

5.7.6. “Ürün” veya “kuyruk” toplayıcıları (moleküler tabanlı yöntemler)

Uranyum ürünü veya lazer ışığı ile aydınlatma sonrasında uranyum kuyruk malzemelerini toplama amacıyla özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış bileşenler veya cihazlar

AÇIKLAYICI NOT

Bir moleküler lazer izotop ayırma örneğinde, ürün toplayıcıları zenginleştirilmiş uranyum pentaflorür (UF_5) katı madde toplama görevi görmektedir.

Ürün toplayıcılar filtre, darbe veya siklon tipi toplayıcılar veya bunların kombinasyonlarından oluşabilir ve UF_5 / UF_6 ortamının korozyonuna dayanıklı olmalıdır.

5.7.7. UF_6 /taşıyıcı gaz kompresörleri (moleküler tabanlı yöntemler)

UF_6 ortamında uzun süreli çalışma tasarlanan UF_6 /taşıyıcı gaz karışımları için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kompresörler. Bu kompresörlerin işlem gazı ile temas eden parçaları, UF_6 korozyonuna dirençli malzemelerden yapılır veya bu malzemelerle korunur.

5.7.8. Döner mil contaları (moleküler bazlı yöntemler)

İşlem gazının dışarıya sızıtısına veya kompresörün UF_6 /taşıyıcı gazıyla dolu iç odasına hava veya sızdırmazlık gazı sızıtısına karşı güvenli mühürleme sağlamak amacıyla kompresör rotorunu sürücüye bağlayan şaftı kapatmak için conta besleme ve conta egzozlu bağlantılarla birlikte özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış döner şaft contaları.

5.7.9. Florlama sistemleri (moleküler bazlı yöntemler)

UF_5 'in (katı) UF_6 'ya (gaz) florlanması için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler.

AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemler daha sonra ürün kaplarında toplanmak veya ek zenginleştirme için aktarılacak üzere UF_5 tozunu UF_6 'ya florlamak için tasarlanmıştır.

Bir yaklaşımda, florlama reaksiyonu, 'ürün' toplayıcılarına doğrudan tepki vermek ve onları iyileştirmek için izotop ayırma sistemleri içinde gerçekleştirilebilir.

Başka bir yaklaşımda, UF_5 tozu florlama için "ürün" toplayıcılarından uygun bir reaksiyon haznesine aktarılabilir/transfer edilebilir (örn., akışkan yataklı reaktör, vidalı reaktör veya alev kulesi). Her iki yaklaşımda da florinin (veya diğer uygun florlama ajanlarının) depolanması ve aktarılması ile UF_6 'nın toplanması ve aktarılması için gerekli teçhizat kullanılır.

5.7.10. UF_6 kütle spektrometreleri / iyon kaynakları (moleküler bazlı yöntemler)

UF_6 gaz akımlarından çevrimiçi numune alabilen ve aşağıdakilerin tümüne sahip özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kütle spektrometreleri:

320 veya daha büyük atomik kütle birimi iyonlarını ölçebilir ve 320'de 1 birimden daha iyi çözünürlüğe sahip;

2. Nikelden oluşan veya nikelle korunan iyon kaynakları, ağırlığının %60'ınca nikel içeren nikel-bakır alaşımları veya nikel-krom alaşımlarına;

3. Elektron bombardımanı iyonizasyon kaynaklarına;

4. İzotopik analize uygun bir kollektör sistemine sahiptir.

5.7.11. Besleme sistemleri/ürün ve kuyruk çekme sistemleri (moleküler tabanlı yöntemler)

Aşağıdakiler de dâhil olmak üzere UF_6 korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş zenginleştirme tesisleri için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış işleme sistemleri veya teçhizatı;

(a) UF_6 'yı zenginleştirme işlemine geçirmek için kullanılan besleme otoklavları, fırınları veya sistemleri;

(b) UF₆'yı müteakip ısı transferi için zenginleştirme sürecinden ayırma amaçlı desublimatörler(veya soğuk tuzaklar);

(c) Basınçla ve UF₆'yı sıvı ya da katı forma dönüştürerek zenginleştirme sürecinden ayırma amaçlı kullanılan katılaştırma veya sıvılaştırma istasyonları;

(d) UF₆'yı konteynırlara aktarmak için kullanılan 'ürün' veya 'kuyruk' istasyonları.

5.7.12. UF₆/taşıyıcı gaz ayırma sistemleri (moleküler bazlı yöntemler)

UF₆'yı taşıyıcı gazdan ayırmak için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış işleme sistemleri.

AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemler aşağıda kayıtlı teçhizatı kapsayabilir:

(a) 153 K (-120°C) ya da daha az sıcaklık üretebilen kriyojenik ısı eşanjörleri veya kriyoseparatörleri ya da

(b) 153 K (-120°C) ya da daha az sıcaklık üretebilen kriyojenik soğutma birimleri, veya

(c) UF₆ 'yı dondurma özelliğine sahip soğutma tuzakları.

Taşıyıcı gaz azot, argon veya başka bir gaz olabilir.

5.7.13. Lazer sistemleri

Uranyum izotoplarını ayırmak için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış lazerler veya lazer sistemleri.

AÇIKLAYICI NOT

Lazer bazlı zenginleştirme sistemlerindeki önemli lazerler ve lazer bileşenleri, INFCIRC/254/Kısım 2'de - (tadil edilmiş şekliyle) tanımlananları kapsar. Lazer sistemi tipik olarak lazer ışınının (ışınlarının) yönetimini ve izotop ayırma odasına geçişi sağlayan optik ve elektronik bileşenleri içerir. Atomik buhar bazlı yöntemlere yönelik lazer sistemi, genellikle başka bir çeşit lazer (örneğin bakır buhar lazerleri veya belirli katı durumdaki lazerler) tarafından pompalanan ayarlanabilir boya lazerlerinden oluşur. Moleküler bazlı yöntemlere yönelik lazer sistemi, CO₂ lazerlerinden veya eksimer lazerlerinden ve çok geçişli bir optik hücreden oluşabilir. Her iki yöntem için de lazerler ve lazer sistemleri uzun süreler boyunca çalışma için spektrum frekans stabilizasyonu gerektirir.

5.8. Plazma ayırma zenginleştirme tesislerinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler, teçhizat ve bileşenler.

AÇIKLAYICI NOT

Plazma ayırma sürecinde, uranyum iyonları plazması, tercihen enerjiyi emmeleri ve tirbuşon benzeri yörüngelerinin çapını arttırmaları için 235U iyon rezonans frekansına ayarlı bir elektrik alanından geçer. Büyük çaplı iyonlar 235U ile zenginleştirilmiş bir ürün üretmek için tutulur. İyonize edici uranyum buharı ile yapılan plazma, süper iletken bir mıknatıs tarafından üretilen yüksek mukavemetli manyetik alanı bulunan bir vakum odasında tutulur. Sürecin temel teknik sistemleri, uranyum plazma üretme sistemini, süper iletken mıknatıslı ayırma modülünü (bkz. INFCIRC/254/Kısım 2 - (değiştirilmiş şekliyle)), ve 'ürün' ve 'kuyruk toplama amaçlı metal temizleme sistemini içerir.

5.8.1. Mikrodalga güç kaynakları ve antenler

İyon üretme ve yükseltme amacıyla özel olarak tasarlanan veya hazırlanan ve aşağıdaki özelliklere sahip mikrodalga güç kaynakları ve anten: 30 GHz'den büyük frekans ve iyon üretimi için 50 kW'tan fazla ortalama güç çıkışı.

5.8.2. İyon uyarma bobinleri

100 kHz'den fazla ve 40 kW'tan fazla güç taşıyabilen ortalama güç frekansları için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış radyo frekanslı iyon uyarma bobinleri.

5.8.3. Uranyum plazma üretme sistemleri

Plazma ayırma tesislerinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış uranyum plazma üretme sistemleri.

5.8.4. [Artık kullanılmıyor – 14 Haziran 2013 tarihinden beri]

5.8.5. Uranyum metal 'ürün' ve 'kuyruk' toplayıcı grupları

Katı formdaki uranyum metali için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış 'ürün' ve 'kuyruk' toplayıcı grupları. Bu toplayıcı grupları, yitriya kaplı grafit veya tantal gibi ısıya ve uranyum metal buharına dirençli maddelerden oluşmakta ya da bu maddelerce korunmaktadır.

5.8.6. Ayırıcı modül mahfazaları

Uranyum plazma kaynağı, radyo frekanslı sürücü bobini ve "ürün" ve "kuyruk" toplayıcıları muhafaza etmek için plazma ayırma zenginleştirme tesislerinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış silindirik hazneler.

AÇIKLAYICI NOT

Bu mahfazalar, elektrik geçişleri, difüzyon pompa bağlantıları ve enstrümantasyon teşhis ve izlemeleri için çok sayıda porta sahiptir. Dâhili bileşenlerin yenilenmesine müsaade eden açma ve kapatma devreleri bulunmaktadır ve paslanmaz çelik gibi manyetik olmayan uygun maddelerden yapılmışlardır.

5.9. Elektromanyetik zenginleştirme tesislerinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler, teçhizat ve bileşenler

GİRİŞ NOTU

Elektromanyetik süreçte, tuz besleme maddesinin iyonlaşmasıyla üretilen uranyum metal iyonları (tipik olarak UC14) hızlandırılır ve farklı izotop iyonlarının farklı yollar izlemesine yol açma etkisine sahip bir manyetik alandan geçerler. Bir elektromanyetik izotop ayırımının temel bileşenleri, izotopların iyon-ışın bölünmesi/ayrışması için manyetik alan, hızlandırma sistemli

iyon kaynağı ve ayrılmış iyonlar için toplama sistemi içerir. Süreç için destek sistemi, manyetik güç destek sistemi, iyon kaynaklı yüksek voltajlı güç destek sistemi, vakum sistemi ve ürün iyileştirme ve bileşenlerin temizlenmesi/geri dönüşümü için kapsamlı kimyasal işleme sisteminden oluşur.

5.9.1. Elektromanyetik izotop ayırıcıları

Uranyum izotoplarının, teçhizat ve bileşenlerin ayrımı için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış elektromanyetik izotop ayırıcıları şunları içerir:

(a) İyon kaynakları

Bir buhar kaynağı, iyonlaştırıcı ve grafit, paslanmaz çelik veya bakır gibi uygun malzemeden yapılmış ve 50 mA veya daha fazla toplam ısı akımı sağlayabilen ısı hızlandırıcıdan oluşan özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış tek veya çift uranyum iyon kaynakları.

(b) İyon toplayıcıları

Zenginleştirilmiş ve seyreltilmiş uranyum iyon ışınlarının toplanması için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış ve grafit ya da paslanmaz çelik gibi uygun maddelerden oluşan İki veya daha fazla yarık ve cepten oluşan kolektör plakaları.

(c) Vakum gövdeleri

Paslanmaz çelik gibi manyetik olmayan uygun maddelerden yapılmış ve 0.1 Pa ya da daha az basınçla işlemek üzere tasarlanmış özel olarak tasarlanan ya da hazırlanan uranyum elektromanyetik ayırıcı vakum mahfazaları.

AÇIKLAYICI NOT

Mahfazalar, iyon kaynaklarını, kolektör plakalarını ve su soğutmalı gömlekleri içerecek şekilde özel olarak tasarlanmıştır ve difüzyon pompası bağlantı koşullarına ve bu bileşenlerin sökülmesi ve yeniden takılması için açma ve kapama düzeneğine sahiptir.

(d) Mıknatıs kutup parçaları

Bir elektromanyetik izotop ayırıcı içinde devamlı manyetik alan elde etmek ve bitişik ayırıcılar arasında manyetik alanı aktarmak üzere özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış, 2 m den büyük çaplı mıknatıs kutup parçaları.

5.9.2. Yüksek voltajlı güç kaynakları

İyon kaynakları için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış ve aşağıdaki tüm özelliklere sahip yüksek voltajlı güç kaynakları: sürekli çalışma yeteneğine sahip, çıkış gerilimi 20.000 V veya daha büyük, 1 A veya daha büyük çıkış akımı ve daha iyi voltaj regülasyonu 8 saatlik bir süre boyunca % 0.01'den iyi voltaj regülasyonuna sahip.

5.9.3. Mıknatıs güç kaynakları

Özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış, aşağıdaki tüm özelliklere sahip doğrudan akımlı mıknatıs güç kaynakları: 8 saatlik bir süre boyunca %0,01'den daha iyi voltaj akımı ya da regülasyonu 100 V veya daha yüksek voltajda 500 A veya daha yüksek akım çıkışını kesintisiz üretme kapasitesine sahip.

6. Ağır su, döteryum ve döteryum bileşikleri üretim tesisleri ve bunun için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış teçhizat

GİRİŞ NOTU

Ağır su çeşitli işlemlerden geçerek üretilebilir. Ancak, ticari olarak uygulanabilirliği kanıtlamış iki işlem, su-hidrojen sülfür değişimi işlem (GS işlemi) ve amonyak-hidrojen değişim işlemidir.

GS işlemi, su arasındaki hidrojen ve döteryum değişimine ve üst kısmı soğuk alt kısmı sıcak şekilde işleyen bir dizi kule içerisindeki su ve hidrojen sülfür arasındaki döteryum değişimine dayanır. Hidrojen sülfür gazı, kulelerin üst kısmından zemine doğru hareket ederken su kulelerden aşağı akar. Bir dizi delikli tepsi, gaz ve su arasındaki karıştırmayı desteklemek için kullanılır. Döteryum düşük sıcaklıklarda suya, yüksek sıcaklıkta hidrojen sülfüre geçer. Döteryumla zenginleştirilmiş gaz veya su sıcak ve soğuk kulelerin kesişme noktasında ilk aşama kulelerden çıkarılır ve işlem müteakip kulelerde tekrarlanır. Son aşamanın ürünü, döteryumda %30'a kadar zenginleştirilmiş su, reaktör sınıfı ağır su üretmek için bir damıtma ünitesine gönderilir; örneğin, % 99.75 döteryum oksit.

Amonyak-hidrojen değişim işlemi, bir katalizör varlığında sıvı amonyakla temas yoluyla sentez gazından döteryumu çıkarabilir. Sentez gazı değişim kulelerine ve bir amonyak dönüştürücüye verilir. Kulelerin içinde, sıvı amonyak yukarıdan aşağıya akarken, gaz aşağıdan yukarıya doğru akar. Döteryum sentez gazındaki hidrojenenden arındırılır ve amonyakta konsantre edilir. Daha sonra gaz üstte bir amonyak dönüştürücüye akarken, amonyak zeminde amonyak kırıcıya akar. Daha ileri zenginleştirme sonraki aşamalarda gerçekleşir ve reaktör sınıfı ağır su nihai damıtma yoluyla üretilir. Sentez gazı beslemesi bir amonyak tesisiyle sağlanabilir; buna karşılık, amonyak tesisi ağır su amonyak-hidrojen değişim tesisiyle birlikte inşa edilir. Amonyak-hidrojen değişim işlemi, döteryum besleme kaynağı olarak sıradan su kullanabilir.

GS kullanan ağır su üretim tesislerinde ya da amonyak-hidrojen değişim işlemlerinde kullanılan kilit teçhizatın çoğu, kimya ve petrol endüstrilerinin birçok alanında ortaktır. Bu özellikle GS işlemini kullanan küçük tesislerde böyledir. Ancak, öğelerin bir kısmı “hazır” olarak mevcuttur. GS ve amonyak-hidrojen işlemleri yüksek basınçlarda büyük miktarlarda yanıcı, aşındırıcı ve toksik sıvı tutmayı gerektirir. Dolayısıyla, bu işlemleri kullanan tesis ve teçhizat için tasarım ve işletim standartları belirlenirken, yüksek güvenlik ve güvenilirlik unsurlarıyla uzun hizmet süresi sağlanması için madde seçimine ve özellikle titizlikle dikkat edilmesi gerekir. Ölçek seçimi öncelikle ekonomi ve ihtiyacın türevidir. Bu itibarla, teçhizat parçalarının çoğu, müşterinin ihtiyaçlarına göre hazırlanır.

Son olarak, hem GS hem de amonyak-hidrojen değişiminde, sadece ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmamış veya hazırlanmamış teçhizat parçaları, ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemlere monte edilebilir. Amonyak-hidrojen değişim işleminde kullanılan katalizör üretim sistemi ve ağır suyun reaktör derecesinde nihai konsantrasyonu için kullanılan su damıtma sistemleri, bu tür sistemlere örnektir. Su-hidrojen sülfür değişim işlemi veya amonyak-hidrojen değişim işleminde kullanılan ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış teçhizat öğeleri aşağıdakileri içerir:

6.1. Su - Hidrojen Sülfür Değişim Kuleleri

Su-hidrojen sülfür değişim işleminde kullanılan ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış, 1.5 m veya daha fazla çaplı ve 2 MPa (300 psi) ya da daha fazla basınçta işlem görebilen değişim kuleleri.

6.2. Körükler ve Kompresörler

Su-hidrojen değişim işleminde kullanılan ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış hidrojen-sülfür gazı dolaşımı ( rneğin, ağırlıkça 70%'den hidrojen sülfat H₂S içeren gaz) için tek kademeli, düşük kafalı (yani, 0.2 MPa) santrifüj üfleyiciler veya kompresörler. Bu  fleyiciler veya kompresörler 1,8 MPa veya daha büyük basıncılarda çalışırken 56 m³ eşit veya daha büyük emişte bir üretim kapasitesine ve ıslak H₂S için tasarlanmış contalara sahiptir.

6.3. Amonyak-Hidrojen değişim Kuleleri

Amonyak-hidrojen değişim işleminde kullanılan ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış 15 MPa'dan (2225 psi) fazla basıncılarda işlem görebilen, 35 m (114,3 ft) y kseklige eşit veya daha yüksek 1,5 m (4,9 ft) ila 2,5 m (8,2 ft)  aplı amonyak-hidrojen değişim kuleleri. Bu kuleler ayrıca kulenin i  kısımlarının sokulabildiği veya çekilebildiği silindirik parça ile aynı çapta en az bir flanşlı, eksenel açıklığa sahiptir.

6.4. Kule Dâhili ve Kademe Pompaları

Amonyak-hidrojen değişim işlemini kullanan ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış kuleler. Kule i  kısımları yakın gaz/sıvı temasını destekleyen özel olarak tasarlanmış etap kontakt rlerini içerir. Kademe pompaları, kademe kulelerindeki temas kademesi içindeki sıvı amonyak sirkülasyonu için özel olarak tasarlanmış dalęı  pompaları içerir.

6.5. Amonyak Kırıcılar

Amonyak-hidrojen değişim işleminde kullanılan ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış, 3 MPa'ya eşit veya daha yüksek basınçta işlem gören amonyak kırıcılar.

6.6. Kızılötesi Soğurma Analizörleri

Döteryum konsantrasyonlarının ağırlıkça %90'a eşit veya daha fazla olduğu yerlerde " evrimi i" hidrojen / döteryum oran analizi yapabilen kızılötesi absorpsiyon analizörleri.

6.7. Katalitik Brülörler

Amonyak-hidrojen değişim işleminde kullanılan ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış, zenginleştirilmiş döteryum gazının ağır suya dönüştürülmesi için katalitik brülörler.

6.8. Komple ağır su yükseltme sistemleri veya bunların sütunları

Ağır suyun reaktör sınıfı döteryum konsantrasyonuna yükseltilmesi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış komple ağır su yükseltme sistemleri veya bunların sütunları.

AÇIKLAYICI NOT

Ağır suyu daha hafif sudan ayırmak için başvurulan bu sistemler, daha az yoğunlukta ağır su beslenmesinden reaktör sınıfı ağır su ( rneğin, tipik olarak % 99.75 döteryum oksit)  retmek için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmıştır.

6.9. Amonyak sentez dönüştürücüleri veya sentez birimleri

Amonyak-hidrojen değişim işleminde kullanılan ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış amonyak sentez dönüştürücüler veya sentez birimleri.

AÇIKLAYICI NOT

Bu dönüştürücüler veya birimler amonyak / hidrojen yüksek basınçlı değişim kolonundan (veya kolonlarından) sentez gazı (nitrojen ve hidrojen) alır ve sentezlenen amonyak değişim kolonuna (veya sütunlarına) geri döndürülür.

7. Yakıt elemanlarının üretiminde ve sırasıyla bölüm 4 ve 5'te tanımlanan uranyum izotoplarının ayrılmasında kullanılmak üzere uranyum ve plütonyum dönüştürme tesisleri ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış teçhizat

İHRACAT

Bu sınır dâhilindeki tüm ana kalemlerin ihracatı sadece Rehber İlkeler prosedürlerine uygun olarak yapılacaktır. Tüm tesisler, sistemler ve bu sınır dâhilinde özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış teçhizat, özel parçalanabilir malzemelerin işlenmesi, üretimi veya kullanımı için kullanılabilir.

7.1. Uranyum dönüştürme tesisleri ve bunun için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış teçhizat

TANITICI NOT

Uranyum dönüşüm tesisleri ve sistemleri bir uranyum kimyasal türünden diğerine aşağıdakileri kapsayacak şekilde bir veya daha fazla dönüşüm gerçekleştirebilir: uranyum cevherinin uranyum trioksit (UO_3)'e konsantrasyonuna dönüştürülmesi, UO_3 'ü uranyum dioksit (UO_2)'ye dönüştürülmesi, uranyum oksitlerinin uranyum tetraflorid (UF_4)'e, UF_6 'ya veya UCl_4 'e dönüştürülmesi, UF_4 'ün UF_6 'ya dönüştürülmesi, UF_6 'nın UF_4 'e dönüştürülmesi, UF_4 'ün uranyum metaline dönüştürülmesi ve uranyum floritlerin UO_2 'ye dönüştürülmesi. Uranyum dönüşüm tesislerinde gerekli bir çok kilit teçhizat ögesi, kimyasal işleme sanayiinin çoğu kulvarında ortaktır. Örneğin, bu işlemlerde kullanılan teçhizat türleri şunları içerebilir: fırınlar, döner fırınlar, akışkan yataklı reaktörler, alev kulesi reaktörler, sıvı santrifüjler, damıtma kolonları ve sıvı-sıvı ekstraksiyon kolonları. Ancak, parçalardan çok azı “kullanıma hazır”dır; çoğu müşterinin gereksinimlerine ve özelliklerine göre hazırlanır.

Bazı örneklerde, işlenen bazı kimyasalların (hidrojen florid (HF), florin (F_2), klorin florid (ClF_3) ve uranyum floritler) aşındırıcı özelliklerini ve nükleer açıdan kritiklik kaygılarını ele almak için özel tasarım ve imalat gereklidir. Son olarak, tüm uranyum dönüştürme işlemlerinde, uranyum dönüşümü için özel olarak tasarlanmamış veya hazırlanmamış teçhizat öğeleri uranyum dönüşümünde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemlerle birleştirilebilir.

7.1.1. Uranyum konsantrasyonunun UO_3 'e dönüştürülmesi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT

Uranyum cevheri konsantrasyonunun UO_3 'e dönüştürülmesi, ilk olarak cevherin nitrik asit içinde çözündürülmesi ve tributil fosfat gibi bir çözücü kullanarak saf uranil nitrat çıkartılması ile gerçekleştirilebilir. Daha sonra, daha sonra filtreleme, kurutma ve kalsinasyon ile diüranat amonyak üretmek için gazlı amonyakla birlikte, uranil nitrat konsantrasyon ve denitrasyon ya da nötralizasyon yoluyla UO_3 'e dönüştürülür.

7.1.2. UO_3 'ün UF_6 'ya dönüştürülmesi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT

UO_3 'ün UF_6 'ya dönüştürülmesi doğrudan florlama ile gerçekleştirilebilir. Süreç bir flor gazı veya klor triflorür kaynağı gerektirir.

7.1.3. UO_3 'ün UF_2 'ye dönüştürülmesi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT

UO₃'ün UO₂'ye dönüştürülmesi, UO₃'ün parçalanmış amonyak gazı veya hidrojenle azaltılmasıyla gerçekleştirilebilir.

7.1.4. UO₂'nin UF₄'e dönüştürülmesi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT

UO₂'nin UF₄'e dönüştürülmesi, UO₂'nin hidrojen florür gazıyla (HF) 573-773 K (300-500 ° C)'de reaksiyona sokulmasıyla gerçekleştirilebilir.

7.1.5. UF₄'ün UF₆'ya dönüştürülmesi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT

UF₄'ün UF₆'ya dönüşümü, kule reaktöründe florinle ekzotermik reaksiyon ile gerçekleştirilir.

UF₆, 263 K (-10 ° C)'ye soğutulmuş soğuk tuzaktan atık suyu geçirerek sıcak atık gazlardan yoğunlaştırılır. İşlem, florin gazı kaynağı gerektirir.

7.1.6. UF₄'ün U metaline dönüştürülmesi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT

UF₄'ün uranyum metaline dönüşümü magnezyum (büyük yığınlar) veya kalsiyumla (küçük gruplar) azaltma yoluyla olur. Reaksiyon uranyumun erime noktasının üzerindeki sıcaklıklarda gerçekleştirilir 1403 K (1130 ° C).

7.1.7. UF₆'nın UO₂'ye dönüştürülmesi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT

UF₆'nın UO₂'ye dönüştürülmesi üç işlemden biri yoluyla gerçekleştirilebilir. Öncelikle hidrojen ve buhar kullanarak UF₆ azaltılır ve UO₂'ye hidrolize edilir. İkinci olarak, UF₆ suda solüsyonla hidrolize edilir, amonyumu çöktürmek için amonyak eklenir ve diuranat 1093 K (820 ° C)'de hidrojen ile UO₂'ye indirgenir. Üçüncü işlemde, amonyum uranil karbonat çöktürülerek gaz halindeki UF₆, CO₂, ve NH₃ suda kaynaştırılır. Amonyum uranil karbonat, UO₂ vermek üzere 773-873 K (500-600 ° C)'de buhar ve hidrojenle kaynaştırılır. UF₆'nın UO₂'ye dönüştürülmesi, genellikle yakıt üretim tesisinin ilk aşaması olarak gerçekleştirilir.

7.1.8. UF₆'nın UF₄'e dönüştürülmesi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT

UF₆'nın UF₄'e dönüştürülmesi hidrojenle indirgeme yoluyla yapılır.

7.1.9. UO₂'nin UCl₄'e dönüştürülmesi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT

UO₂'nin UCl₄'e dönüştürülmesi şu iki işlemden biri yoluyla gerçekleştirilebilir. İlk olarak, UO₂, yaklaşık 400°C'de karbon tetraklorür (CCl₄) ile reaksiyona sokulur. İkinci olarak, UCl₄ elde etmek üzere UO₂, karbon karası (CAS 1333-86-4), karbon monoksit ve klorin varlığında yaklaşık 700°C'de reaksiyona sokulur.

7.2. Plütonyum dönüştürme tesisleri ve bunun için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış teçhizat

GİRİŞ NOTU

Plütonyum dönüştürme tesisleri ve sistemleri bir plütonyum kimyasal türünden diğerine aşağıdakiler dâhil olmak üzere bir veya daha fazla dönüşüm gerçekleştirir: plütonyum nitratin (PuN) PuO_2 'ye dönüştürülmesi, PuO_2 'nin plütonyum tetrafloridin (PuF_4)'e dönüştürülmesi ve PuF_4 'ün plütonyum metaline dönüştürülmesi. Plütonyum dönüştürme tesisleri genellikle yeniden işleme tesisleri ile ilişkilidir, ancak plütonyum yakıt üretim tesisleri ile de ilişkilendirilebilir. Plütonyum dönüşümünde çoğu kilit teçhizat, kimya işleme sanayiinin bir çok kulvarında ortaktır. Örneğin, bu işlemlerde kullanılan teçhizat türleri şunları kapsar: fırınlar, döner fırınlar, akışkan yataklı reaktörler, alev kulesi reaktörler, sıvı santrifüjler, damıtma kolonları ve sıvı-sıvı ekstraksiyon kolonları. Sıcak hücreler, eldiven kutuları ve uzaktan manipülatörler de gerekebilir. Ancak, öğelerin çok azı “hazır” olarak mevcuttur; çoğu, müşterinin gereksinimleri ve özelliklerine göre hazırlanır. Plütonyumla ilişkilendirilen belirli radyolojik, toksik ve kritik tehlikeler hesaplanırken özel bir titizlik gösterilmelidir. Bazı örneklerde, işlenen bazı kimyasalların (örneğin HF) aşındırıcı özelliklerini ele almak için özel tasarım ve inşa özellikleri gerekmektedir. Son olarak, tüm plütonyum dönüşüm süreçleri için plütonyum dönüşümü için özel olarak tasarlanmamış ya da hazırlanmamış bireysel teçhizat öğelerinin plütonyum dönüşümünde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemlerle birleştirebileceği belirtmelidir.

7.2.1. Plütonyum nitratin oksite dönüştürülmesi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT

Bu işleme dâhil olan temel fonksiyonlar: işlem besleme depolama ve ayarlama, çöktürme ve katı / likör ayrımı, kalsinasyon, ürün işleme, havalandırma, atık yönetimi ve işlem kontrolü. Kritiklik ve radyasyon etkilerinden kaçınmak ve toksisite tehlikelerini en aza indirmek amacıyla proses sistemleri özellikle uyarlanmıştır. Çoğu yeniden işleme tesisinde, bu işlem plütonyum nitratin plütonyum dioksite dönüştürülmesini içerir. Diğer işlemler, plütonyumun oksalatın veya plütonyum peroksitin çekiltilmesini içerir.

7.2.2. Plütonyum metal üretimi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT

Bu işlem genellikle metalik plütonyum ve kalsiyum florid cürufu üretmek için yüksek saflıkta kalsiyum metali kullanılarak indirgenmiş plütonyum florid üretmek amacıyla plütonyum dioksitin yüksek aşındırıcılığı olan hidrojen floridle florlanması içerir. Bu süreçte dâhil olan temel işlevler florlama (örn. değerli bir metal ile kaplanmış veya astarlanmış teçhizat dâhil), metal indirgeme (örneğin seramik potaların kullanılması), cüruf geri kazanımı, ürün işleme havalandırma, atık yönetimi ve işlem kontrolü. İşlem sistemleri özellikle kritiklik ve radyasyon etkilerinden kaçınmak ve toksisite tehlikelerini en aza indirecek şekilde uyarlanmıştır. Diğer işlemler, plütonyum oksalatın veya plütonyum peroksit florinasyonunu ve bunu takiben metale indirgemeyi içerir.

FİZİKSEL KORUMA SEVİYELERİ KRİTERLERİ

1. Nükleer maddelerin fiziksel korunmasının amacı, bu maddelerin izinsiz kullanımını ve işlenmesini önlemektir. Rehber İlkeler belgesinin 3(a) paragrafında etkili fiziksel koruma seviyelerinin ilgili UAEA, özellikle de INFCIRC/225 kapsamındaki tavsiyelerle uyumlu olması talep edilmektedir.

2. Rehber İlkeler belgesinin 3(b) paragrafı, alıcı ülkede fiziksel koruma önlemlerinin uygulanması sorumluluğunun ilgili ülkenin Hükümetine ait olduğunu bildirir. Ancak bu önlemlerin temel alması gereken fiziksel koruma seviyeleri tedarikçi ve alıcı arasındaki anlaşmaya konu olmalıdır. Bu çerçevede bu koşullar tüm Devletler tarafından uygulanmalıdır.

3. Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu'nun (UAEA) "Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması" adlı Bilgi Sirküler/Genelgesi (INFCIRC)/25 belgesi ve zaman zaman uluslararası uzman grupları tarafından hazırlanan ve nükleer maddelerin fiziksel korunmasına ilişkin en son teknolojik gelişmelere ile bilgi seviyesine uygun olarak güncellenen benzer belgeler, fiziksel koruma önlemleri ve yöntemleri sistemini tasarlama hususunda alıcı Devletlere yol gösteren yararlı kaynaklardır.

4. Rehber İlkeler belgesinin 3(a) ve 3(b) paragrafları uyarınca ekli tabloda sunulan veya zaman zaman tedarikçilerin karşılıklı anlaşmasıyla güncellenen nükleer maddelerin sınıflandırması, maddelerin türüne ve bu maddeleri içeren teçhizat ve tesislere ilişkin belirli fiziksel koruma seviyelerini belirlemek amacıyla mutabık kalınan esası teşkil etmelidir.

5. Ekteki tabloda listelenen malzemelerin yetkili ulusal makamlarca kullanımı, depolanması ve taşınmasında temin edilmesi gereken ve mutabık kalınan fiziksel koruma seviyeleri en az aşağıdaki koruma özelliklerine sahip olmalıdır:

III. SINIF

Erişimin kontrollü olduğu bir alan içerisinde **kullanım ve depolama**.

Taşıma; gönderici, alıcı ve taşıyıcı arasında önceden yapılan düzenlemeler ile uluslararası taşımada tedarikçi ve alıcı Devletlerin yetkisine ve mevzuatına tabi olan birimler arasında zaman, yer ve taşıma sorumluluğunun devrine ilişkin ön anlaşmaları içeren özel düzenlemeler altında yapılır.

II. SINIF

Erişimin kontrollü olduğu, korunan bir alan içerisinde **kullanım ve depolama**; örneğin, koruma görevlilerince veya elektronik cihazlarla sürekli gözlem altında tutulan, uygun şekilde kontrol altında tutulan sınırlı sayıda giriş noktasının bulunduğu, fiziksel bir bariyerle çevrili alan ya da eşdeğer fiziksel korumaya sahip herhangi bir alan.

Taşıma; gönderici, alıcı ve taşıyıcı arasında önceden yapılan düzenlemeler ile uluslararası taşımada tedarikçi ve alıcı Devletlerin yetkisine ve mevzuatına tabi olan birimler arasında zaman, yer ve taşıma sorumluluğunun devrine ilişkin ön anlaşmaları içeren özel düzenlemeler altında yapılır.

I. SINIF

Bu kategorideki maddeler, izinsiz kullanıma karşı, yüksek güvenilirliğe sahip sistemlerle aşağıdaki gibi korunacaktır:

Yüksek korumalı bir alan içinde **kullanım ve depolama**; örneğin, yukarıda II. Sınıf için tanımlandığı gibi bir korumalı alana ek olarak, girişi güvenilirlikleri belirlenmiş kişilerle sınırlandırılmış ve uygun müdahale kuvvetleriyle yakın irtibat içinde olan koruma görevlilerince sürekli gözlem altında tutulan alan. Bu konuda alınan özel tedbirlerin amacı,

sözkonusu maddeler ile ilgili olarak gelebilecek bir saldırıyı, yetkisiz girişleri veya maddelerin yetkisiz olarak alınmasını tespit etmek ve önlemek olmalıdır.

Taşıma, yukarıda II. ve III. Sınıf maddeler için tayin edilmiş olan özel tedbirlere ek olarak, taşıma aracına eşlik eden koruma görevlilerinin sürekli gözlemi altında ve uygun müdahale kuvvetleriyle yakın iletişimi sağlayacak koşullarda yapılır.

6. Tedarikçiler, alıcılardan koruma seviyelerinin yeterli düzeyde karşılanmasının temin edilmesi sorumluluğunu ve korunan malzemelerin yetkisiz kullanımı veya işlenmesi durumunda müdahale/kurtarma operasyonlarının dâhili eşgüdümünü sağlama sorumluluğunu taşıyan kurumların veya makamların tanımlanmasını talep etmelidir. Tedarikçiler ve alıcılar ayrıca ülke dışında taşıma konularında ve karşılıklı menfaat bulunan diğer konularda işbirliği yapmak için ulusal makamlarından temas noktaları atamalıdır.

TABLO: NÜKLEER MADDELERİN SINIFLANDIRILMASI

Madde	Biçim	Sınıf		
		I	II	III
1. Plütonyum*[a]	Işınlanmamış*[b]	2 kg veya daha fazla	2 kg'dan az fakat 500 g'dan fazla	500 g veya daha az*[c]
2. Uranyum-235	Işınlanmamış*[b]			
	- ²³⁵ U'i %20 veya daha fazla zenginleştirilmiş uranyum	5 kg veya daha fazla	5 kg'dan az fakat 1 kg'dan fazla	1 kg veya daha az*[c]
	- ²³⁵ U'i %10 fakat %20'den daha az zenginleştirilmiş uranyum	-	10 kg veya daha fazla	10 kg'dan daha az*[c]
	- Doğal uranyumdan daha zengin fakat %10'dan daha az zenginleştirilmiş ²³⁵ U içeren uranyum [d]	-	-	10 kg veya daha fazla
3. Uranyum-233	Işınlanmamış*[b]	2 kg veya daha fazla	dan fazla'dan daha az fakat 500 g'2 kg	500 g veya daha az*[c]
4. Işınlanmış yakıt			Zayıflatılmış veya doğal uranyum, toryum veya düşük zenginlikteki yakıt (bölünebilir madde içeriği %10'dan daha az)*[e][f]	

[a] Tetikleme listesinde tanımlanmıştır.

[b] Reaktörde işınlanmamış madde veya reaktörde işınlanmış ancak zırlama olmaksızın bir metre uzaklıkta 100 rad/saat'e eşit veya daha az radyasyon düzeyi olan madde.

[c] Radyolojik açıdan ciddi boyuttaki miktarlardan daha az miktarlar muaf tutulmalıdır.

- [d] Doğal uranyum, zayıflatılmış uranyum ve toryum ile %10'dan daha az zenginleştirilmiş, III. sınıfa girmeyen uranyum miktarları ihtiyatlı yönetim uygulamaları gereğince korunmalıdır.
- [e] Her ne kadar bu düzeydeki koruma önerilmişse de, özel durumlar değerlendirilerek farklı fiziksel korunma sınıfına tahsis edilmesi hususu devletlere bırakılmıştır.
- [f] Işınlamadan önce asıl bölünebilir madde içeriğinden dolayı diğer yakıtlardan I. veya II. sınıf olarak ayrılmış olanlar zırhlama olmaksızın yakıttan bir metre uzaklıktaki radyasyon seviyesinin 100 rad/saat'i aşması durumunda, bir alt sınıfa geçirilebilir.