

Türkiye Atom Enerjisi Kurumundan:

**NÜKLEER VE NÜKLEER ÇİFT KULLANIMLI EŞYALARIN İHRACATINDA
İZNE ESAS OLACAK BELGENİN VERİLMESİNE İLİŞKİN YÖNETMELİK
KAPSAMINA GİREN EŞYA KALEMLERİNİ BELİRTEN “NÜKLEER
TRANSFER UYARI LİSTESİ” VE “NÜKLEER ÇİFT KULLANIMLI
EŞYA LİSTESİ”NE İLİŞKİN TEBLİĞ
(TAEK/NGD: 2012/1)
(04.04.2012 T. 28254 R.G.)**

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Tebliğ 13/9/2007 tarihli ve 26642 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “**Nükleer ve Nükleer Çift Kullanımlı Eşyaların İhracatında İzne Esas Olacak Belgenin Verilmesine İlişkin Yönetmelik**” in 20 nci maddesi uyarınca “Ek-1 Nükleer Transfer Uyarı Listesi” ve “Ek-2 Nükleer Çift Kullanım Listesi”nin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır.

(2) Tebliğ ekinde yer alan Ek-1 ve Ek-2 sayılı listeler, ülkemizin taraf olduğu Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması kapsamındaki hedefler doğrultusunda üyesi olduğumuz Nükleer Tedarikçiler Grubu’nun yayımlamış olduğu INFCIRC/254/Rev10/Part1 ve INFCIRC/254/Rev8/Part2 listelerinde yer alan nükleer madde ve nükleer alanda kullanılan malzeme, ekipman ve bileşenler ile ilgili teknoloji ve nükleer ile ilgili çift kullanımlı malzeme, ekipman ve bileşenleri içermektedir.

Yürürlükten kaldırılan tebliğ

MADDE 2 – (1) 7/12/2007 tarihli ve 26723 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan **TAEK/NGD: 2007/1 sayılı Tebliğ** yürürlükten kaldırılmıştır.

Yürürlük

MADDE 3 – (1) Bu Tebliğ yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 4 – (1) Bu Tebliğ hükümlerini Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Başkanı yürütür.

EK-1

**NÜKLEER TRANSFER UYARI LİSTESİ
(TETİK LİSTE)**

(Nükleer Madde ve Nükleer Alanda Kullanılan Malzeme, Ekipman ve İlgili Teknolojinin Listesi)

BÖLÜM A

NÜKLEER TRANSFER UYARI LİSTESİ

1. NÜKLEER MADDE

Nükleer madde deyiminden kaynak maddeler ve özel bölünebilir maddeler anlaşılır.

1.1. “Kaynak madde”

Doğada var olan oranlarda izotoplarını içeren uranyum; 235 izotopu doğal düzeyin altına düşürülmüş uranyum (fakirleştirilmiş uranyum); toryum; bunlardan herhangi birinin metal, alaşım, konsantre veya kimyasal bileşik hali; bunlardan birini veya daha fazlasını Kurumun belirleyeceği oranda içeren herhangi bir diğer madde; ve Kurumun belirleyeceği diğer benzeri maddelerdir.

1.2. “Özel bölünebilir madde”

i) “Özel bölünebilir madde” terimi Plütonyum-239’u; Uranyum-233’ü; 235 veya 233 izotoplarınca zenginleştirilmiş uranyumu; yukarıdakilerden birini veya daha fazlasını içeren herhangi bir maddeyi; ve Kurumun belirleyeceği diğer bölünebilir maddeleri kapsar. “Özel bölünebilir madde” terimi “kaynak madde”yi kapsamaz.

ii) “235 veya 233 izotopunca zenginleştirilmiş uranyum” terimi, 233 veya 235 izotoplarından birinin veya her iki izotopun, toplam miktarlarının 238 izotopuna oranının, doğadaki 235 izotopunun 238 izotopuna oranından daha fazla olduğu uranyum demektir.

Bununla birlikte, bu Yönetmeliğin amaçları açısından, aşağıda (a) maddesinde belirtilen maddeler ile belirli bir ülkeye 12 aylık bir süre içerisinde ve aşağıda (b) maddesinde belirtilen sınırların altında ihraç edilen kaynak ve özel bölünebilir maddeler bu kapsamda değerlendirilmez.

(a) Plütonyum-238 izotopik konsantrasyonu % 80'i geçen plütonyum.

Cihazlarda algılayıcı bileşen olarak kullanılan ve miktarı gram düzeyinde veya daha az olan özel bölünebilir madde, ve

Sadece, alaşım veya seramiklerin üretimi gibi nükleer olmayan faaliyetlerde kullanılacağına Kurum tarafından kanaat getirilen kaynak madde.

(b) Özel bölünebilir madde	50 etkin gram
Doğal uranyum	500 kilogram
Fakirleştirilmiş uranyum	1.000 kilogram
Toryum	1.000 kilogram

AÇIKLAYICI NOT: Bir nükleer maddenin etkin kilogram cinsinden miktarı; plütonyum için plütonyumun kilogram olarak ağırlık değeri; 0,01 (%1) ve daha fazla zenginleştirilmiş uranyum için uranyumun kilogram olarak ağırlığının karesi ile çarpımından elde edilen değer; zenginliği 0,01 (%1)'in altında ve 0,005 (%0,5)'in üstünde olan uranyum için kilogram olarak ağırlığının 0.0001 ile çarpımından elde edilecek değer; zenginliği 0,005 (%0,5) veya daha az olan fakirleştirilmiş uranyum ve toryum için kilogram olarak ağırlığının 0,00005 ile çarpımından elde edilecek değerdir.

2. EKİPMAN VE NÜKLEER OLMAYAN MALZEMELER

Bu Yönetmelik kapsamında değerlendirilecek "ekipman ve nükleer olmayan malzemeler" aşağıda verilmektedir (Bölüm B'de belirtilen seviyelerin altındaki miktarlar, pratik amaçlar için "önemsiz" olarak addedilecektir):

2.1. Nükleer reaktörler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar ve bileşenler (bakınız Bölüm B, Kısım 1.);

2.2. Reaktörler için, nükleer olmayan malzemeler (bakınız Bölüm B, Kısım 2.);

2.3. Işınlanmış yakıt elemanlarının yeniden işlenmesi için tesisler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar (bakınız Bölüm B, Kısım 3.);

2.4. Nükleer reaktör yakıt elemanlarının imalatı için tesisler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar (bakınız Bölüm B, Kısım 4.);

2.5. Doğal uranyum, fakirleştirilmiş uranyum veya özel bölünebilir maddelerin izotoplarının ayrılması için tesisler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, analitik enstrümanlar dışındaki ekipmanlar (bakınız Bölüm B, Kısım 5.);

2.6. Ağır su, döteryum ve döteryum bileşiklerinin üretim veya konsantrasyonu için tesisler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar (bakınız Bölüm B, Kısım 6.);

2.7. Sırasıyla bölüm 4 ve 5'te tanımlanan yakıt elemanlarının imalatında ve uranyum izotoplarının ayrılmasında kullanılan uranyum ve plütonyumu dönüştürmek için tesisler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar (bakınız Bölüm B, Kısım 7.).

BÖLÜM B

NÜKLEER TRANSFER UYARI LİSTESİNİN İKİNCİ KISMINDAKİ EKİPMAN VE NÜKLEER OLMAYAN MALZEMELERİN AÇIKLAMALARI

1. Nükleer reaktörler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipman ve bileşenler

1.1. Nükleer reaktörler

Maksimum plütonyum üretimi 100 gram/yıl'dan daha fazla olmayacak şekilde tasarlanmış olan "sıfır güçlü reaktörler" hariç, kontrollü zincirleme fisyon reaksiyonunu kendiliğinden sürdürebilir şekilde çalışabilecek kapasiteye sahip nükleer reaktörler.

AÇIKLAYICI NOT: Bir "nükleer reaktör" temel olarak: reaktör kabında bulunan veya ona doğrudan bağlanmış elemanları, reaktör korundaki güç seviyesini kontrol eden ekipmanı ve normal olarak reaktör korunun birinci devre soğutucusunu kapsayan veya onunla doğrudan temas halinde bulunan veya onu kontrol eden bileşenleri içerir.

100 gram/yıl'dan daha fazla plütonyum üretebilecek şekilde değiştirilebilmeye uygun reaktörler "sıfır güçlü reaktörler" tanımına dahil değildir. Kayda değer güç seviyelerinde devamlı çalışabilecek şekilde tasarlanmış reaktörler, plütonyum üretme kapasitelerine bakılmaksızın "sıfır güçlü reaktörler" tanımına girmezler.

1.2. Nükleer reaktör kabı

Madde 1.8.'de tanımlanan iç aksamı da dahil olmak üzere, madde 1.1.'de tanımlanan nükleer reaktörün korunu içermek için tasarlanmış veya hazırlanmış metal kap veya bu kaba ait fabrikada üretilmiş ana parçalar.

AÇIKLAYICI NOT: Reaktör kabı kapağı, reaktör kabının fabrikada üretilmiş bir parçası olarak 1.2. maddesi kapsamında değerlendirilir.

1.3. Nükleer reaktör yakıtı yükleme ve boşaltma sistemleri

Madde 1.1.'de tanımlanan nükleer reaktörlere yakıt koymak veya çıkartmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar.

AÇIKLAYICI NOT: Yukarıda tanımlanan ekipmanlar, yükte çalışma özelliğine sahiptirler; veya yükte değilken, yakıtın doğrudan görülebilmesinin veya ulaşılmasının normalde mümkün olmadığı koşullarda karmaşık yakıt yenileme işlemlerini mümkün kılmak üzere teknik açıdan gelişkin pozisyon tespit etme veya yerleştirme özellikleri ile donatılmışlardır.

1.4. Nükleer reaktör kontrol çubukları ve ekipmanları

Madde 1.1.'de tanımlanan nükleer reaktörlerdeki fisyon işlemini kontrol etmek üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış çubuklar, bunların destek veya askı sistemleri, çubuk sürme mekanizmaları veya çubuk kılavuz tüpleri.

1.5. Nükleer reaktör basınç tüpleri

Madde 1.1.'de tanımlanan bir reaktörde 50 atmosferin üzerindeki çalışma basıncında, yakıt elemanlarını ve birinci devre soğutucuyu kapsamak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış tüpler.

1.6. Zirkonyum tüpler

Madde 1.1.'de tanımlanan bir reaktörde kullanılmak amacıyla özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, hafniyumun zirkonyuma oranı ağırlıkça 1:500'den az olan, herhangi bir alıcı ülke için, herhangi bir 12 aylık süre zarfında, miktarları 500 kg'ı geçen ve tüp veya tüp demeti formunda olan zirkonyum metal ve alaşımları.

1.7. Birinci devre soğutucu pompaları

Madde 1.1.'de tanımlanan bir reaktörün birinci devre soğutucusunu dolaştırmak amacıyla özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış pompalar.

AÇIKLAYICI NOT: Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış pompalar, birinci devre soğutucu kaybını önlemek için özenle sızdırmaz hale getirilmiş sistemleri, hermetik motorlu (canned-driven) ve atalet kütle sistemli pompaları içerebilir. Bu tanım, ASME Kod'u Bölüm III, Kısım I, Altbölüm NB'ye (Sınıf 1 Bileşenler) veya eşdeğer standartlara göre sertifikalandırılmış pompaları da kapsar.

1.8. Nükleer reaktör iç aksamı

Madde 1.1.'de tanımlanan bir nükleer reaktörde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış; kor destek kolonları, yakıt kanalları, termal zırhlar, akış düzenleyiciler, kor ızgara plakaları ve yayıcı plakalar da dahil olmak üzere nükleer reaktör iç aksamı.

AÇIKLAYICI NOT: "Nükleer Reaktör İç Aksanı", reaktör kabı içinde yer alan koru desteklemek, yakıt düzenini sağlamak, birinci devre soğutucu akışını yönlendirmek, reaktör kabı için radyasyon zırhı görevi görmek, kor-ıçi enstrümantasyona kılavuzluk yapmak gibi bir veya daha fazla fonksiyona sahip ana yapılardır.

1.9. Isı değıştiriciler

Madde 1.1.'de tanımlanan bir nükleer reaktörün birinci soğutucu devresinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ısı değıştiriciler (buhar üreteçleri).

AÇIKLAYICI NOT: Buhar üreteçleri, reaktör birinci devresinde üretilen ısıyı buhar üretimi için ikinci devreye aktarmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmıştır. Bir sıvı metal orta soğutucu devresinin de yer aldığı sıvı metal hızlı üretken reaktörler için, ısıyı birinci devreden sıvı metal orta soğutucu çevrimine aktaran ısı değıştiriciler de buhar üreticine ilaveten kontrol kapsamında anlaşılmalıdır. Bu madde kapsamındaki kontrol, acil kor soğutma sistemindeki veya artık ısı soğutma sistemindeki ısı değıştiricilerini içermez.

1.10.Nötron tespit ve ölçme cihazları

Madde 1.1.'de tanımlanan bir nükleer reaktör korundaki nötron akısı seviyelerini belirlemek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış nötron tespit ve ölçüm cihazları.

AÇIKLAYICI NOT: Bu madde, geniş bir aralıkta, tipik olarak 10^4 nötron/cm²s'den 10^{10} nötron/ cm²s'ye kadar veya daha fazla akı seviyelerini ölçen kor-ıçi ve kor-dışı enstrümantasyonu kapsar. Kor-dışı kavramı Madde 1.1.'de tanımlanan bir reaktör korunun dışına fakat biyolojik zırhın içine yerleştirilmiş enstrümanları ifade eder.

2. Reaktörler için, nükleer olmayan malzemeler

2.1. Döteryum ve ağır su

Madde 1.1.'de tanımlanan bir nükleer reaktörde kullanılmak amacıyla, herhangi bir alıcı ülke için, herhangi bir 12 aylık sürede, döteryum/ hidrojen oranı 1:5.000'den daha fazla olacak şekilde ve 200 kg Döteryum atomunu aşan miktarda Döteryum, ağır su (Döteryum Oksit) ve diğer Döteryum bileşikleri.

2.2. Nükleer kalitede grafit

Madde 1.1.'de tanımlanan bir nükleer reaktörde kullanılmak amacıyla, milyonda 5 boron (5 ppm) eşdeğerinden daha iyi saflık derecesine ve 1,50 g/cm³'ten daha yüksek yoğunluğa sahip olan ve herhangi bir alıcı ülke için, herhangi bir 12 aylık sürede 30 metrik tonu aşan miktarda grafit.

AÇIKLAYICI NOT: İhracat kontrolü açısından, yukarıdaki özelliklere sahip grafitin ihracatının nükleer reaktörlerde kullanılmak amaçlı olup olmadığını ilgili Kurum belirleyecektir.

Boron eşdeğeri (BE) deneysel olarak belirlenebilir veya boron dahil grafitin içindeki safsızlıklar için (karbon bir safsızlık olarak düşünülmediğinden BE_{karbon} hariç) BE_Z toplamı olarak aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

BE_Z (ppm) = CF x Z elementinin konsantrasyonu (ppm cinsinden)

CF: çevirme katsayısı = ($\epsilon_Z \times A_B$) / ($\epsilon_B \times A_Z$)

ϵ_B ve ϵ_Z sırasıyla doğal boron ve Z elementlerinin termal nötron yakalama etkin kesitleridir (barn cinsinden); ve A_B ve A_Z sırasıyla doğal boron ve Z elementlerinin atom kütleleridir.

3. Işınlanmış yakıt elemanlarının yeniden işlenmesi için tesisler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar

TANITICI NOT: Işınlanmış yakıtın yeniden işlenmesi ile plütonyum ve uranyum yüksek radyoaktifiteli fisyon ürünlerinden ve diğer transuranik elementlerden ayrılır. Bu ayırma farklı teknik işlemlerle yapılabilir. Ancak Purex yıllardır en çok kullanılan ve kabul edilen işlem olmuştur. Purex, ışınlanmış nükleer yakıtın nitrik asitte çözülmesini ve bunu takiben bir organik seyreltici içindeki TBP (Tributyl Phosphate) karışımı kullanılarak çözücü ayırması (solvent extraction) yolu ile uranyum, plütonyum ve fisyon ürünlerinin ayrılması işlemlerini içerir.

Purex tesisleri ışınlanmış yakıt elemanını parçalama, yakıt çözme, çözücü ayırması (solvent extraction), ve işlem sıvısı depolama dahil olmak üzere, birbirine benzer işlem fonksiyonlarına sahiptir. Purex işleminde ayrıca, uranyum nitrat için termal nitratsızlaştırma, plütonyum nitratı oksit veya metale dönüştürme ve fisyon ürünü sıvı atıkları uzun dönem depolama veya bertaraf etme için uygun bir forma dönüştüren ekipmanlar gibi diğer gerekli ekipmanlar da yer alabilir. Bununla birlikte, yeniden işlenecek ışınlanmış yakıtın tipi ve miktarı, geri kazanılan maddelerin nasıl kullanılacağı ve tesis tasarımında dikkate alınan güvenlik ve bakım felsefesi de dahil olmak üzere çeşitli nedenlerle bu fonksiyonları yerine getiren ekipmanların özel tip ve konfigürasyonları Purex tesisleri arasında farklılıklar gösterebilir.

"Işınlanmış yakıt elemanlarını yeniden işleme tesisi", ışınlamış yakıt, nükleer madde ve fisyon ürünü işleme ana akışı ile normalde doğrudan temas halinde olan ve bunları doğrudan kontrol eden ekipman ve bileşenleri içerir.

Plütonyum dönüşüm ve metal plütonyum üretimine yönelik bütünsel sistemler de dahil olmak üzere, bu işlemler kritiklikten (ör., geometri ile) kaçınmak, radyasyona maruz kalmaktan (ör., zırlama ile) ve toksik etkiden (ör., koruma kabı ile) korunmak için alınan önlemlere bakılarak teşhis edilebilirler.

İHRACAT: Bu çerçevedeki bütün ana kalemlerin ihracatı "Nükleer ve Nükleer Çift Kullanımlı Eşyaların İhracatında İzne Esas Olacak Belgenin Verilmesine İlişkin Yönetmelik" hükümlerine uygun şekilde yapılacaktır. Madde 3.1-3.4 arasında listelenen ve fonksiyonel olarak tanımlanan çerçeve içerisinde yer alan kalemlerin haricindeki kalemlere "Nükleer ve Nükleer Çift Kullanımlı Eşyaların İhracatında İzne Esas Olacak Belgenin Verilmesine İlişkin Yönetmelik" hükümlerinin uygulanma hakkı saklıdır.

Işınlanmış yakıt elemanlarının yeniden işlenmesi için "özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar" ifadesi kapsamına giren ekipman kalemleri şunları içerir:

3.1. Işınlanmış yakıt elemanı parçalama makineleri

TANITICI NOT: Bu ekipman ışınlamış yakıt malzemesinin çözücü ile temasını sağlamak için yakıt zarfını keserek parçalar. Özel tasarımı metal makaslar en yaygın kullanılan ekipmanlardır, ancak lazer gibi gelişmiş ekipmanlar da kullanılabilir.

Yukarıda tanımlanan bir yeniden işleme tesisinde ışınlamış yakıt elemanlarını, demetlerini veya çubuklarını kesmek, doğramak veya parçalamak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış uzaktan kumandalı ekipman.

3.2. Çözme tankları

TANITICI NOT: Çözme tanklarına normalde doğranmış kullanılmış yakıtlar gelir. Kritiklik açısından güvenli bu tanklarda ışınlamış nükleer maddeler nitrik asitte çözünür ve çözünmeyen kalıntılar işlem akışından ayrılır.

Yukarıda tanımlanan bir yeniden işleme tesisinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, ışınlamış nükleer yakıtı çözmek için kullanılan, sıcaklığa ve korozyon etkisi yüksek sıvılara karşı dayanıklı ve uzaktan kumanda ile yüklenebilen ve bakımı yapılabilen, kritiklik açısından güvenli tanklar (ör., küçük çaplı, ortası boş silindir veya köşeli formdaki tanklar).

3.3. Çözücü ayırıcıları ve çözücü ayırma ekipmanları

TANITICI NOT: Çözücü ayırıcıları hem çözme tanklarından gelen ısıtılmış yakıt çözeltisini hem de uranyum, plütonyum ve fisyon ürünlerini ayıran organik çözeltiyi alırlar. Çözücü ayırıcı ekipmanları, normalde bakım gerektirmeyen veya kolay değiştirmeye uygun, uzun çalışma ömürlü, çalışma ve kontrol kolaylığı ile işlem şartlarındaki değişimlere karşı esneklik gibi çalışma parametrelerini karşılayacak şekilde tasarımlanırlar.

Isıtılmış yakıtı yeniden işlemek için bir tesiste kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, dolgulu veya darbeli kolonlar, mikser çöktürücüler veya santrifüj kontaktörleri gibi çözücü ayırıcıları. Çözücü ayırıcıları nitrik asidin korozyon etkisine dayanıklı olmalıdır. Çözücü ayırıcıları, normalde çok yüksek standartlarda (özellikli kaynak, denetim, kalite temini ve kalite kontrol teknikleri gibi), düşük karbonlu paslanmaz çeliklerden, titanyum, zirkonyum veya diğer yüksek kaliteli malzemelerden imal edilirler.

3.4. Kimyasal tutma ve depolama kapları

TANITICI NOT: Çözücü ayırma kademesinde üç ana işlem sıvı akışı ortaya çıkar. Bu üç akış aşağıda belirtilen sonraki işlemlerde kullanılmak üzere tutma veya depolama kaplarında muhafaza edilirler:

- (a) Saf uranyum nitrat çözeltisi buharlaştırma ile konsantre edilir ve uranyum okside dönüştürülmek üzere nitrat giderme işlemine gönderilir. Bu oksit, nükleer yakıt çevriminde yeniden kullanılır.
- (b) Yüksek radyoaktifiteli fisyon ürünleri çözeltisi normalde buharlaştırma ile konsantre edilir ve konsantre sıvı olarak depolanır. Bu konsantre sıvı daha sonra buharlaştırılıp depolama veya bertaraf için uygun bir forma dönüştürülebilir.
- (c) Saf plütonyum nitrat çözeltisi konsantre edilir ve daha sonraki işlem adımlarına transfer edilinceye kadar depolanır. Özellikle plütonyum çözeltileri için tutma veya depolama kapları, akışın konsantrasyonundaki ve yapısındaki değişikliklerden kaynaklanabilecek kritiklik sorunundan kaçınılacak şekilde tasarımlanır.

Isıtılmış yakıtı yeniden işlemek için bir tesiste kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış tutma veya depolama kapları. Tutma veya depolama kapları nitrik asidin korozyon etkisine dayanıklı düşük karbonlu paslanmaz çelik, titanyum, zirkonyum, veya diğer yüksek kaliteli malzemelerden yapılırlar. Tutma veya depolama kapları uzaktan kumanda ile çalıştırmaya uygun ve bakıma olanak sağlayacak şekilde tasarlanabilirler ve nükleer kritikliği kontrol etmek için aşağıdaki özelliklere sahip olabilirler:

- (1) En az % 2 boron eşdeğeri (BE) içeren duvarlar veya iç yapılar, veya
- (2) Silindirik kaplar için maksimum 175 mm (7 inç) çap, veya
- (3) Köşeli form veya içi boş silindir biçimindeki kaplar için maksimum 75 mm (3 inç) iç genişlik.

4. Nükleer reaktör yakıt elemanlarının imalatı için tesisler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar

TANITICI NOT: Nükleer yakıt elemanları, EK-1 Bölüm A "Malzeme ve Ekipmanlar"da açıklanan nükleer maddelerden olan bir veya daha fazla "kaynak madde" veya "özel bölünebilir madde" kullanılarak imal edilir. En yaygın yakıt tipi olan oksit yakıtlar için, pelet sıkıştırma, sinterleme, öğütme ve ayırma için gerekli olan ekipman mevcut olacaktır. Karışık-Oksit tipi (MOX: "Mixed-Oxide") yakıtlar zarf malzemesi ile zarflanıncaya kadar koruyucu kutular (veya eşdeğer bir muhafaza) içinde tutulurlar. Bütün durumlarda yakıt, reaktör operasyonu sırasında uygun ve güvenli yakıt performansını sağlamak amacıyla, hava geçirmeyecek şekilde tasarımılanan uygun bir zarfıla sınıksız kapatılır. Ayrıca, bütün durumlarda, istenen düzeyde ve güvenli yakıt performansını garanti altına almak için, işlemlerin, prosedürlerin ve ekipmanların çok yüksek standartlarda kontrole tabi tutulmaları gereklidir.

AÇIKLAYICI NOT: "Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar" ifadesinden, yakıt elemanlarının imalatında kullanılan ve aşağıdaki işlevleri yerine getiren ekipmanlar anlaşılır:

- a. Normal olarak nükleer maddenin üretim akışı ile doğrudan temas halinde olan veya onu doğrudan işleyen veya kontrol edenler,
- b. Nükleer maddeyi bir zarf içine yerleştirerek sızdırmazlığını sağlayanlar,
- c. Zarfın veya sızdırmazlığın bütünlüğünü kontrol edenler, veya
- d. Sızdırmazlığı sağlanmış yakıtın son işlem kontrolünü yapanlar.

Bu tür ekipman veya ekipman sistemleri şunları içerebilir:

- (1) Yakıt peletlerinin yüzey hataları ve son boyutlarının kontrolü için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış tamamen otomatik pelet denetim istasyonları,
- (2) Yakıt çubuklarının uç kapaklarının kaynağı için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış otomatik kaynak makineleri,
- (3) Tamamlanmış yakıt çubuklarının bütünlüğünün kontrolü için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış otomatik test ve denetim istasyonları.

Bir üstteki (3) numaralı maddede adı geçen "denetim istasyonları" aşağıdaki ekipmanları kapsar:

- a) Çubuk uç başlık kaynaklarının x-ışını muayenesi için ekipmanlar,
- b) Basınçlandırılmış çubuklarda helyum kaçağını saptamak için ekipmanlar,
- c) Yakıt peletlerinin çubuk içine doğru yüklenip yüklenmediğini kontrol etmek için gama-ışını taraması yapan ekipmanlar.

5. Doğal uranyum, fakirleştirilmiş uranyum veya özel bölünebilir maddelerin izotoplarının ayrılması için tesisler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, analitik enstrümanlar dışındaki ekipmanlar

Açıklayıcı Not:

Pek çok durumda, uranyum izotoplarını ayırma tesis, ekipman ve teknolojisi kararlı izotopları ayırma tesis, ekipman ve teknolojisi ile yakın ilişki içindedir. Belirli durumlarda, bölüm 5'te yer alan kontroller kararlı izotopları ayırma tesis, ekipman ve teknolojisi için de uygulanır. Kararlı izotopları ayırma tesis ve ekipmanlarına uygulanan bu kontroller, Tetik Liste kapsamındaki özel bölünebilir maddelerin işlenmesi, kullanımı ya da üretimi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış tesis ve ekipmanlara uygulanan kontrolleri tamamlayıcı niteliktedir. Kararlı izotop kullanımları için Bölüm 5'te yer alan tamamlayıcı nitelikteki bu kontroller elektromanyetik izotop ayırma işlemine uygulanmaz.

Bölüm 5'te yer alan kontroller, hem uranyum izotop ayırma hem de kararlı izotop ayırma amaçlı gaz santrifüj, gaz difüzyon, plazma ayırma işlemi ile aerodinamik işlemler için uygulanır.

Bazı işlemlerde uranyum izotop ayırma, ayrılacak elemente (kararlı izotopa) bağlıdır. Bu işlemler: Lazer bazlı işlemler (ör., moleküler lazer izotop ayırma ve atomik buhar lazer izotop ayırma) ile kimyasal değişim ve iyon değişimi işlemleridir.

Dolayısı ile tedarikçiler kararlı izotop kullanımına ilişkin bölüm 5'te yer alan kontrolleri uygularken, bu işlemleri her bir ihracat bazında ayrı ayrı değerlendirmelidirler.

"Uranyum izotoplarını ayırmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, analitik enstrümanlar dışındaki ekipmanlar" ifadesinde yer alan eşya kalemleri şunlardır:

5.1. Gaz santrifüjleri ve gaz santrifüjlerinde kullanılmak üzere özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış düzenekler ve bileşenler

AÇIKLAYICI NOT: Gaz santrifüjü, normal olarak vakum ortamında bulunan, 75 mm (3 inç) ile 400 mm (16 inç) arasında çapa sahip, dikey merkez ekseninde 300 m/s veya daha yüksek çevresel hızda dönen ince duvarlı silindir(ler)den meydana gelir. Yüksek hız elde etmek için, dönen bileşenlerin yapı malzemeleri yüksek dayanım/yoğunluk oranına sahip olmalı ve dengesizliği en aza indirmek için, rotor demeti ve bileşenleri çok yakın toleranslarla imal edilmelidir. Uranyumu zenginleştirmekte kullanılan gaz santrifüjü, diğer santrifüjlerin aksine, rotor odasında döner bir disk şeklinde yayıcı bir plakaya veya plakalara sahip olmasıyla ve ikisi rotor ekseninden rotor odasının kenarına doğru uzanan kepçelere bağlanmış en az üç ayrı kanalı taşıyan (UF₆ gazını beslemek ve çekmek için) sabit bir tüp düzeni içermesiyle tanınır. Dönmeyen, özel olarak tasarımlanmış olmasına rağmen imalatı zor olmayan veya özel malzemelerden imal edilmeyen bazı kritik elemanlar da vakum ortamında bulunur. Bir santrifüj tesisinde bu bileşenlere "çok sayıda" gereksinim vardır; miktarların çokluğu son kullanım amacının önemli bir göstergesidir.

5.1.1. Dönen bileşenler

(a) Komple rotor aksamları:

Madde 5.1. AÇIKLAYICI NOT kısmında tanımlandığı üzere, dayanım/yoğunluk oranı yüksek malzemelerden imal edilen ince duvarlı silindirler veya birkaçı birbirine bağlı ince duvarlı silindirler. Rotorlar birbirine bağlanacaksa, silindirler aşağıda 5.1.1.(c) maddesinde tarif edildiği gibi esnek körük veya halkalarla bağlanır. Rotor, son halinde, aşağıda 5.1.1.(d) ve (e) maddelerinde tarif edildiği gibi dahili deflektör plaka(lar) ve uç tıplarla sabitlenir. Bununla birlikte, komple rotor demeti yarı kurulmuş halde de transfer edilebilir.

(b) Rotor tüpleri :

Madde 5.1. AÇIKLAYICI NOT kısmında tanımlandığı üzere, dayanım/yoğunluk oranı yüksek, bir veya birden fazla malzemeden imal edilen, kalınlığı 12 mm (0,5 inç) veya daha az olan, çapı 75 mm (3 inç) ile 400 mm (16 inç) arasında olan özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış ince-duvarlı silindirler.

(c) Halkalar veya Körükler :

Rotor tüpüne lokal destek vermek veya birkaç rotor tüpünü birbirine bağlamak üzere özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış bileşenlerdir. Körükler, duvar kalınlığı 3mm (0,12 inç) veya daha az olan, çapı 75 mm (3 inç) ile 400mm (16 inç) arasında olan, bükümlere sahip ve Madde 5.1. AÇIKLAYICI NOT kısmında tarif edildiği gibi dayanım/yoğunluk oranı yüksek malzemelerden imal edilmiş kısa silindirdir.

(d) Deflektör plakaları :

Madde 5.1. AÇIKLAYICI NOT kısmında tarif edilen dayanım/yoğunluk oranı yüksek malzemeden imal edilmiş, çapı 75 mm (3 inç) ile 400 mm (16 inç) arasında değişen, tahliye odasını ana ayırma odasından izole etmek ve bazı durumlarda UF₆ gazının rotor tüpünün ana ayırma odası içindeki dolaşımına yardım etmek için kullanılan, santrifüj rotor tüpünün içine monte edilmek üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış disk şeklindeki bileşenler.

(e) Üst tıplar/Alt tıplar:

Çapları 75 mm (3 inç) ile 400 mm (16 inç) arasında değişen, rotor tüp uçlarını bağlamak ve rotor tüp içerisinde UF₆ tutmak ve bazı durumlarda üst yatak (üst tıpa) elemanı yekpare olarak kapsamak, desteklemek veya tutmak veya motorların dönen elemanlarını ve alt yatağı (alt tıpa) taşımak için Madde 5.1. AÇIKLAYICI NOT kısmında tarif edilen dayanım/yoğunluk oranı yüksek malzemeden imal edilmiş özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış disk şeklindeki bileşenler.

AÇIKLAYICI NOT: Santrifüjün dönen bileşenleri için kullanılan malzemeler :

- (a) Son gerilme dayanımı $2,05 \times 10^9$ N/m² (300.000 psi) veya daha yüksek olan Maryaşlama çelik
- (b) Son gerilme dayanımı $0,46 \times 10^9$ N/m² (67.000 psi) veya daha yüksek olan Alüminyum alaşımlar
- (c) Kompozit yapılarda kullanıma uygun $3,18 \times 10^6$ m veya daha yüksek özgül modüle ve $7,62 \times 10^4$ m veya daha yüksek özgül son gerilme dayanımına sahip filaman malzemeler. ("Özgül modül": N/m² cinsinden Young Modülünün, N/m³ cinsinden özgül ağırlığa bölünmesiyle elde edilir. "Özgül son gerilme dayanımı": (N/m² cinsinden son gerilme dayanımının, N/m³ cinsinden özgül ağırlığa bölünmesiyle elde edilir.)

5.1.2. Statik bileşenler

Aşağıda yer alan statik bileşenlerin her biri ihracat kontrolüne tabi eşya kalemleridir:

(a) Manyetik askılı yataklar

Islak madde içeren oda içinde asılmış halka şeklinde mıknatıstan oluşan özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış yatak demetleri. Oda UF₆'ya dayanıklı malzemeden imal edilir (5.2. maddesindeki AÇIKLAYICI NOT'a bakınız).

Mıknatıs çiftler 5.1.1.(e) maddesinde tanımlanan üst başlıklara bir kutup parçası veya ikinci bir mıknatıs ile bağlanır. Mıknatıs, dış çap/iç çap oranı 1,6:1'e eşit veya daha küçük olan bir halka biçiminde olabilir. Mıknatıs, ilk geçirgenliği 0,15 H/m (CGS biriminde 120.000) veya daha fazla olan, veya manyetikliğinin % 98,5 veya daha fazlasını yitirmeme özelliğine sahip olan, veya enerji çarpımı 80 kJ/m^3 'den (10^7 gauss-oersted) yüksek olan bir yapıda olabilir. Genel malzeme özelliklerine ek olarak, manyetik eksenin geometrik eksenden sapmasının çok küçük bir tolerans içinde sınırlandırılması (0,1 mm veya 0,004 inç'ten daha küçük) veya mıknatıs malzemesinin homojenliğinin özellikle istenmesi bir ön şarttır.

(b) Yataklar/Damperler:

Damper üzerine monte edilmiş bir pivot/kapsül demetinden oluşan özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış yataklardır. Pivot, normalde bir ucunda bir yarım küre, diğer ucunda 5.1.1.(e) maddesinde tanımlanan alt başlığa bağlanma mekanizması taşıyan sertleştirilmiş çelik bir mildir. Mile bağlı hidrodinamik yatakları bulunabilir. Kapsül, bir yüzeyinde yarıküresel bir girinti olan pelet şeklindedir. Bu bileşenler daha çok damperlerden ayrı olarak temin edilir.

(c) Moleküler Pompalar:

İç kısmı işlenmiş veya ekstrüzyonla şekillendirilmiş sarmal yivlere ve içten işlenmiş deliklere sahip, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış silindirler. Tipik boyutları: 75 mm (3 inç) ila 400mm (16 inç) arası iç çap, 10 mm (0,4 inç) veya daha fazla duvar kalınlığı, çapa eşit veya daha büyük uzunluk. Yivler tipik olarak dikdörtgen ara-kesitlidir ve derinlikleri 2 mm (0,08 inç) veya daha fazladır.

(d) Motor statorları:

600-2.000 Hz frekans ve 50-1.000 VA'lık bir güç aralığında, yüksek hızlı çok fazlı AC histerezis (veya relüktans) motorların vakum ortamda senkronize çalışması için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış halka şeklindeki statorlar. Statorlar, tipik olarak 2,0 mm (0,08 inç) veya daha az kalınlıkta ince tabakalardan oluşan katmanlı ve düşük kayıplı demir bir çekirdek üzerindeki çok fazlı sargılardan oluşurlar.

(e) Santrifüj yataklama/yuvaları:

Gaz santrifüjünün rotor tüp gövdesini yerleştirmek üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış bileşenlerdir. Santrifüj gövdesi, et kalınlığı 30 mm'ye (1,2 inç) kadar olan, bir veya daha fazla flanşı ve rulmanları yerleştirmek için hassas olarak işlenmiş iki uçlu rijit bir silindirden oluşur. İşlenmiş uçlar birbirine paralel ve silindirin dikey eksenine 0,05 veya daha az derece ile diktir. Santrifüj gövdesi birkaç rotor tüpünün yerleşebileceği şekilde bal peteği tipi bir yapıda da olabilir. UF_6 korozyonuna karşı dayanıklı malzemelerden yapılır veya bu malzemelerle kaplanırlar.

(f) Kepçeler:

Pitot tüp hareketiyle ("pitot tüp hareketi", rotor tüpü içindeki çevresel gaz akışına bakan bir açıklık ile, örneğin, radyal ayarlı bir tüp ucunu bükerek oluşturulan hareket) rotor tüpü içinden UF₆ gazını çekmek amacıyla, iç çapı 12 mm'ye (0,5 inç) kadar olacak şekilde ve merkezi gaz çekme sistemine tutturulabilme özelliğine sahip özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış tüplerdir. Tüpler UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılır veya bu malzemelerle kaplanırlar.

5.2. Gaz santrifüj tipi zenginleştirme tesisleri için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış yardımcı sistemler, ekipmanlar ve bileşenler

TANITICI NOT: Gaz santrifüj tipi zenginleştirme tesislerindeki yardımcı sistemler, ekipmanlar ve bileşenler santrifüjleri çalıştırmak veya tesisi kontrol etmek için gereken ekipmanlarla beraber, UF₆'yı santrifüje beslemek, giderek yükselen zenginliklere ulaşmaya imkan sağlamak için basamak oluşturmak amacıyla tek tek santrifüjleri birbirlerine bağlamak ve "ürün" ve "artık" UF₆'yı santrifüjlerden çekmek için gereken tesis sistemleridir.

Normal olarak UF₆, ısıtılmış otoklavlar kullanılarak katı fazdan buharlaştırılır ve basamak başlığı borusu vasıtasıyla santrifüjlere gaz halinde dağıtılır. Santrifüjlerden akan "ürün" ve "artık" UF₆ gazı, taşıma veya depolama için uygun kaplara taşınmadan önce basamak başlığı borusu vasıtasıyla, (203 K (-70°C) civarında çalışan) soğuk tuzaklara transfer edilir. Bir zenginleştirme tesisi basamaklar halinde düzenlenmiş binlerce santrifüjden oluştuğundan, binlerce kaynak içeren kilometrelerce kademe başı borusu vardır ve tesis önemli ölçüde kendini tekrarlayan bir yerleşim düzenine sahiptir. Ekipmanlar, bileşenler ve boru sistemleri oldukça yüksek vakum ve temizlik standartlarında imal edilirler.

AÇIKLAYICI NOT: UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemeler, paslanmaz çelik, alüminyum, alüminyum alaşımları, nikel veya % 60 veya daha fazla nikel içeren nikel alaşımlarını içerir.

5.2.1 Besleme sistemleri/ ürün ve artık çekme sistemleri

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış besleme sistemleri/ "ürün ve artık" çekme sistemleri şunları içerir:

1. Santrifüj kademelerinden 100 kPa'a (15 psi) kadar ve 1 kg/saat veya daha yüksek debide UF₆ geçirmek için kullanılan besleme otoklavları (veya istasyonları).
2. 3 kPa (0,5 psi) basınca kadar kademelerden UF₆ çekmek için kullanılan desüblimatörler (veya soğuk tuzaklar). Desüblimatörler 203 K'e (-70°C) kadar soğutulabilme ve 343 K'e (70°C) kadar ısıtılabilme özelliğine sahiptir.
3. UF₆'yı kaplar içine hapsetmek için kullanılan "ürün" ve "artık" istasyonları.

Tesis, ekipman ve boru donanımı UF₆'ya dayanıklı malzemelerden yapılır veya bu tip malzemelerle kaplanır (5.2.'nin AÇIKLAYICI NOT'una bakınız) ve çok yüksek vakum ve temizlik standartlarında imal edilir.

5.2.2. Makine başlık boru sistemleri

UF₆'nın santrifüj basamakları içerisinde nakli için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış boru ve başlık sistemleri. Boru şebekesi normalde başlıkların her birinin santrifüjlerden birine bağlanmasından oluşan üç bölümlü başlık sistemidir. Sistemin tamamı UF₆'ya dayanıklı malzemelerden yapılır (5.2.'nin AÇIKLAYICI NOT'una bakınız)ve çok yüksek vakum ve temizlik standartlarında imal edilir.

5.2.3 Özel kapama ve kontrol vanaları

Gaz santrifüj zenginleştirme tesislerinin ana veya yardımcı sistemlerinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, çapları 10 mm ile 160 mm arasında değişen, UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış ya da kaplanmış otomatik veya elle kumanda edilebilen metal körüklü kapama veya kontrol vanaları.

5.2.4 UF₆ kütle spektrometresi / iyon kaynakları

UF₆ gaz akışından, besleme "ürün" veya "artık" örneklerini her an alabilme özelliğine ve aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış manyetik veya dört kutuplu kütle spektrometreleridir.

1. Atom ağırlığı 320' den büyük kütleler için birim çözünürlüğe sahip olan,
2. Nikel krom alaşımı veya monel alaşımı ile yapılmış, astarlanmış veya nikel kaplanmış iyon kaynakları,
3. Elektron bombardıman iyonizasyon kaynakları,
4. İzotopik analiz için uygun bir toplayicisistemine sahip olanlar.

5.2.5 Frekans Değiştiriciler

5.1.2.(d) maddesinde tanımlanan motor statorlarını beslemek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış frekans değiştiriciler (konvertör veya invertör olarak da bilinirler) veya aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan bu frekans değiştiricilerin parçaları, bileşenleri ve alt düzenekleridir.

1. 600 ile 2000 Hz arasında çok fazlı çıkışı olan,
2. Yüksek kararlılıkta olan (frekans kontrolü % 0,1 den daha iyi),
3. Düşük harmonik etkisiyle % 2' den az bozunumlu olan,
4. Verimi % 80'den fazla olanlar.

AÇIKLAYICI NOT: Yukarıda belirtilen parçalar ya doğrudan UF₆ gazı ile temas edebilir ya da doğrudan santrifüjleri ve santrifüjden santrifüje veya kaskattan kaskata gaz geçişlerini kontrol ederler.

UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemeler arasında paslanmaz çelik, alüminyum, alüminyum alaşımları, nikel veya % 60'dan daha fazla nikel içeren alaşımlar yer alır.

5.3. Gaz difüzyonu zenginleştirmesinde kullanılmak için özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış düzenekler ve bileşenler

TANITICI NOT: Uranyum izotop ayırma için gaz difüzyon metodundaki temel teknolojik üniteler özel gözenekli gaz difüzyon bariyeri, gazı (sıkışma işlemiyle ısınan) soğutmak için ısı değiştiriciler, sızdırmaz vanalar, kontrol vanaları ve borulardır. Gaz difüzyon teknolojisi uranyum hekzaflorür (UF₆) kullandığından, bütün ekipman, boru ve enstrümantasyon (gaz ile temas halinde olan) yüzeyleri UF₆ etkilerine dayanabilen malzemelerden yapılır. Gaz difüzyon tesislerinin çok sayıda bu düzeneklere sahip olması gerektiğinden, miktarlar son kullanım amacı için bir gösterge olabilir.

5.3.1. Gaz difüzyon bariyerleri

- (a) UF₆ korozyonuna dayanıklı metalik, polimer veya seramik malzemeden yapılmış, 100–1000 Å (angstrom) arasında gözenek boyutu ve 5 mm (0,2 inç) veya daha az et kalınlığına sahip, çapı 25 mm (1 inç) veya daha az olan boru şeklinde ve özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış ince gözenekli filtreler.
- (b) Bu tür filtrelerin imalatı için özel olarak hazırlanmış bileşikler ve toz halindeki maddeler. 10 mikrondan daha küçük parçacık boyutuna ve yüksek derecede eşbiçimliliğe sahip bileşikler ve toz halindeki maddeler, gaz difüzyon bariyerlerinin imalatı için özel olarak hazırlanmış olup, nikel veya % 60 veya daha fazla nikel içeren alaşımlar, alüminyum oksit veya % 99.9 veya daha fazla saflığa sahip UF₆'ya dayanıklı tümüyle florlanmış hidrokarbon polimerler içerir.

5.3.2. Difüzyon odaları

Özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış, çapı 300 mm'den (12 inç) daha büyük ve boyu 900 mm'den (35 inç) daha uzun, tümüyle sızdırmaz silindir kaplar veya benzer boyutlarda dikdörtgen kaplar. Bunlar, gaz difüzyon bariyerlerini içerebilecek şekilde çapları 50 mm'den (2 inç) daha büyük bir giriş ve iki çıkış bağlantısına sahiptir, UF₆'ya dayanıklı malzemelerden yapılır ve yatay veya düşey olarak yerleştirilebilecek şekilde tasarımılanırlar.

5.3.3. Kompresörler ve gaz körükleri

UF₆ emme kapasitesi 1 m³ /dakika veya daha fazla, boşaltma basıncı bir kaç yüz kPa (100 psi) olan özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış eksenel, santrifüj veya pozitif deplasmanlı kompresörler veya gaz körükleri. UF₆ ortamında uygun güçte elektrik motorlu veya motorsuz mümkün olduğu kadar uzun süre çalışmak üzere tasarımılanmışlardır. Bu kompresör ve gaz körükleri 2:1 ve 6:1 arasında basınç oranına sahiptirler ve UF₆'ya dayanıklı malzemelerden yapılır.

5.3.4. Rotor mili (şaft) contaları

Kompresör veya gaz körüğü rotorunu sürücü motoruna bağlayan şaftın sızdırmazlığını sağlamak için özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış besleme sistemi contası ve egzoz contası bağlantılı vakum contaları. Böylece UF₆ ile dolu kompresörün veya gaz körüğünün iç kısmına havanın sızmasına karşı güvenilir bir sızdırmazlık sağlanır. Bu tür contalar normalde tampon gazlar için 1000 cm³/dakika'dan daha az (60 inç³/dakika) bir sızma oranı için tasarımılanır.

5.3.5. UF₆ soğutma için ısı değıştirciler

UF₆'ya dayanıklı metaller (paslanmaz çelik hariç) veya bakırdan veya bu metallerin bileşiminden yapılmış veya bunlarla kaplanmış olan, 100 kPa (15 psi) basınç farkı altında saatte 10 Pa'dan (0,0015 psi) daha az kaçak basınç değışim oranı için planlanmış, özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış ısı değıştirciler.

5.4. Gaz difüzyonu ile zenginleştirmede kullanılmak için özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış yardımcı sistemler, ekipmanlar ve bileşenler

TANITICI NOT: Gaz difüzyon tipi zenginleştirme tesisleri için yardımcı sistemler, ekipmanlar ve bileşenler UF₆'yı gaz difüzyon ünitelerine beslemek, giderek yükselen zenginliklere imkan sağlamak için kademe (veya adım) oluşturmak amacıyla tek tek üniteleri birbirlerine bağlamak ve "ürün" ve "artık" UF₆'yı difüzyon kademelerinden çekmek için gereken tesis sistemleridir. Yüksek atalet özelliği nedeniyle, difüzyon kademelerinin işletiminde bir kesiklik ve özellikle işletimin durdurulması ciddi sorunlara yol açabilir. Bu nedenle, bir gaz difüzyon tesisinde, bütün teknolojik sistemlerde vakum ortamının sürekli muhafaza edilmesi, kazalardan otomatik koruma ve hassas otomatik gaz akışı düzeni çok önemlidir. Tüm bunlar, tesisin birçok özel ölçme, düzenleme ve kontrol sistemleriyle teçhiz edilmesini gerektirir.

Normal olarak UF₆ otoklavlar içindeki silindirlerden buharlaştırılır ve kademe başlığı borusu kullanılarak, giriş noktalarına gaz halinde dağıtılır. Çıkış noktalarından akan "ürün" ve "artık" UF₆ gaz akımı, taşıma veya depolama için uygun kaplara gönderilmeden önce, UF₆'nın sıvılaştırıldığı soğuk tuzaklara veya sıkıştırma istasyonlarına kademe başlık borusu vasıtasıyla transfer edilir. Bir gaz difüzyon zenginleştirme tesisi kademeler halinde düzenlenmiş binlerce gaz difüzyon ünitelerinden oluştuğundan, binlerce kaynak içeren kilometrelerce kademe başlığı borusu vardır ve tesis önemli ölçüde kendini tekrarlayan bir yerleşim düzenine sahiptir. Ekipman bileşen ve boru sistemleri yüksek vakum ve temizlik standartlarına uygun olarak imal edilirler.

5.4.1 Besleme sistemleri/ ürün ve artık çekme sistemleri

300 kPa (45 psi) veya daha az basınçlarda işleme uygun özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış proses sistemleri. Bu sistemler aşağıdakileri içerir:

- UF₆'yı gaz difüzyon basamaklarına aktarmak için kullanılan besleme otoklavları (veya sistemleri),
- UF₆'yı gaz difüzyon basamaklarından almak için kullanılan desüblimatörler (veya soğuk tuzaklar),
- Basamaklardaki UF₆ gazının sıkıştırılıp soğutularak sıvı UF₆ şekline dönüştürüldüğü sıvılaştırma istasyonları,
- UF₆'nın kaplara transferi için kullanılan "ürün" veya "artık" istasyonları.

5.4.2. Başlık boru sistemleri

Gaz difüzyonu basamaklarında UF₆'nın işleme tabi tutulması için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış boru sistemleri ve başlık sistemleri. Bu boru şebekesi normal olarak her hücrenin her ana boruya bağlandığı çift başlıklı sistem şeklindedir.

5.4.3. Vakum sistemleri

(a) Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış büyük vakum manifoldları, vakum başlıkları ve 5 m³/dakika (175 ft³/dakika) veya daha fazla emme kapasitesine sahip vakum pompaları.

(b) UF₆ taşıyıcı atmosfer içinde servis için özel olarak tasarlanmış alüminyum, nikel veya %60'tan daha fazla nikel içeren alaşımlardan yapılmış veya bunlarla kaplanmış vakum pompaları. Bu pompalar döner ya da pozitif olabilir, deplasman ve florokarbon contalar ihtiva edebilir ve özel işletme akışkanları içerebilir.

5.4.4. Özel kapama ve kontrol vanaları

Özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış, çapları 40 mm ile 1500 mm (1,5 ile 59 inç) arasında değişen, gaz difüzyon zenginleştirme tesislerinin ana ve yardımcı sistemlerine yerleştirilmek üzere UF₆'ya dayanıklı malzemelerden yapılmış, otomatik veya elle kumanda edilebilen kapama ve kontrol körüklü vanaları.

5.4.5. UF₆ kütle spektrometreleri / iyon kaynakları

UF₆ gaz akışından besi, "ürün" veya "artık" örneklerini her an alabilme özelliğine ve ayrıca aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış manyetik veya dört kutuplu kütle spektrometreleri:

1. Atom ağırlığı 320' den büyük kütleler için birim çözünürlüğe sahip olan,
2. Nikel krom alaşımı veya monel alaşımı ile yapılmış, astarlanmış veya nikel kaplanmış iyon kaynakları,
3. Elektron bombardıman iyonizasyon kaynakları,
4. İzotopik analiz için uygun bir toplayicisistemine sahip olanlar.

AÇIKLAYICI NOT: Yukarıda listelenenler UF₆ işlem gazı ile ya doğrudan temas halindedirler veya kademe içindeki akışı doğrudan kontrol ederler. UF₆ işlem gazı ile temas halindeki tüm yüzeyler UF₆ işlem gazına dayanıklı malzemelerden yapılır ve kaplanırlar. UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemeler: paslanmaz çelik, alüminyum, alüminyum alaşımları, alüminyum oksit, nikel veya % 60 veya daha fazla nikel içeren alaşımlar ve UF₆ - dayanımlı tamamen florlanmış hidrokarbon polimerler.

5.5. Aerodinamik zenginleştirme tesislerinde kullanılmak için özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış sistemler, ekipmanlar ve bileşenler

TANITICI NOT: Aerodinamik zenginleştirme işlemlerinde, gaz UF₆ ve hafif gaz (hidrojen veya helyum) karışımı sıkıştırılır ve kavisli duvar geometrisi üzerinde oluşan merkezkaç kuvvetler yoluyla izotopik ayırmanın tamamlandığı ayırma elemanlarından geçirilir. Bu metoda dayalı iki işlem başarılı bir şekilde geliştirilmiştir: ayırma memesi işlemi ve vorteks tüp işlemi. Her iki işlem için ayırma adımının ana bileşenlerini, ayırma elemanlarını (memeler veya vorteks tüpler) yerleştirmek için kullanılan silindirik bir kap, gaz kompresörler ve sıkıştırma sebebiyle ortaya çıkan ısıyı almak için kullanılan ısı değiştiricileri oluşturur. Aerodinamik bir tesis bu aşamalardan çokça gerektirdiği için, miktarların çokluğu son kullanım amacının bir göstergesidir. Aerodinamik işlemler UF₆ yı kullandığı için gaz ile temas eden tüm ekipman, boru ve enstrümantasyon yüzeyleri UF₆ ile temas halinde bütünlüğünü koruyacak malzemelerden yapılmış olmalıdır.

AÇIKLAYICI NOT: Bu bölümde listelenen parçalar, ya UF_6 işlem gazı ile doğrudan temas halindedir ya da her bir kademe içerisindeki akışı kontrol eder. İşlem gazı ile doğrudan temas halinde olan bütün yüzeyler UF_6 'ya dayanıklı malzemelerden yapılır veya bunlarla kaplanır. Gaz difüzyonu elemanları ile ilişkili olan kısımlar için UF_6 korozyonuna dayanıklı malzemeler arasında paslanmaz çelik, alüminyum, alüminyum alaşımlar, nikel veya % 60 veya daha fazla nikel içeren alaşımlar ve UF_6 'ya dayanıklı tamamen florlanmış hidrokarbon polimerler sayılabilir.

5.5.1. Ayırma memeleri

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ayırma memeleri ve bunların düzenekleri. Ayırma memeleri, UF_6 korozyonuna dayanıklı, 1mm'den (tipik 0,1-0,05 mm) daha az eğrilik çapı olan ve meme arasından geçen gazı iki kısma ayırmaya yarayan bir bıçak ucu şeklinde kenar taşıyan, yarık biçiminde ve eğimli kanallardan oluşur.

5.5.2. Vorteks tüpleri

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış vorteks tüpleri ve bunların düzenekleri. Vorteks tüpleri 0,5 – 4 cm arasında çapa sahip, uzunluğun çapa oranı 20:1 veya daha az olan, bir veya daha fazla teğet girişe sahip, UF_6 korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bunlarla kaplanmış silindirik veya sivri uçlu tüplerdir. Tüplerin herhangi bir veya her iki ucunda meme tipi ekler bulunabilir.

AÇIKLAYICI NOT: Besleme gazı vorteks tüpe bir uçtan teğet olarak veya girdap pervaneleri boyunca veya tüp çevresi boyunca sayısız teğetsel pozisyonlarda girer.

5.5.3. Kompresörler ve gaz körükleri

UF_6 taşıyıcı gaz (hidrojen veya helyum) karışımını 2 m³/dakika veya daha fazla emme kapasitesine sahip, UF_6 korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış, eksenel, santrifüj veya pozitif deplasmanlı kompresörler veya gaz körükleri.

AÇIKLAYICI NOT: Kompresör ve gaz körükleri için tipik basınç oranı 1,2:1 ve 6:1 arasındadır.

5.5.4. Dönen şaft contaları

Kompresör veya gaz körüğü rotorunu sürücü motoruna bağlayan milin sızdırmazlığı için besleme sistemi contası ve egzoz contası bağlantıları ile beraber özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış dönen mil contaları. Böylece UF_6 /taşıyıcı gaz karışımı ile dolu kompresör veya gaz üfleyicinin iç odasındaki işlem

gazının dışarı veya havanın ve sızdırmazlık gazının içeri kaçmasına karşı güvenilir bir sızdırmazlık sağlanır.

5.5.5. Gaz soğutma için ısı değıştirciler

UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle kaplanmış özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ısı değıştirciler.

5.5.6. Ayırma elemanı odaları

UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle kaplanmış, vorteks tüpleri veya ayırma memeleri içeren özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ayırma elemanı odaları.

AÇIKLAYICI NOT: Odalar, çapı 300 mm'den ve uzunluğu 900 mm'den daha büyük silindirik tank veya benzer boyutlarda dikdörtgenler prizması şeklindedir. Yatay veya dik pozisyonda yerleştirilecek şekilde tasarlanabilir.

5.5.7. Besleme sistemleri/"ürün" ve "artık" çekme sistemleri

Zenginleştirme tesisleri için UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle kaplanmış özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış işlem sistemleri veya ekipmanlardır. Bunlar aşağıdakileri içerir:

- (a) UF₆'yı zenginleştirme işleminden geçirmek için kullanılan besleme otoklavları, fırınlar veya sistemler,
- (b) Isıtma sonrası transfer için zenginleştirme işleminden UF₆'nın alınmasında kullanılan desüblimatörler (veya soğuk tuzaklar),
- (c) UF₆'yı sıkıştırıp sıvı veya katı faza dönüştürerek zenginleştirme işleminden almak için kullanılan sıvılaştırma veya katılaştırma istasyonları,
- (d) UF₆'nın taşıma kaplarına transferi için kullanılan "ürün" veya "artık" istasyonları.

5.5.8. Başlık boru sistemleri

Aerodinamik kademeler içerisinde UF₆'yı işleme tabi tutmak için UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle kaplanmış özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ana boru sistemleri.

5.5.9. Vakum sistemleri ve pompalar

(a) Vakum manifoldları, vakum başlıkları ve vakum pompalarından oluşan ve içinde UF_6 taşıyan ortamlarda hizmet görmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, 5 m³/dakika veya daha fazla emme kapasitesi olan vakum sistemleri.

(b) Vakum pompaları içinde UF_6 taşıyan ortamlarda hizmet görmek üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ve UF_6 korozyonuna karşı dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuştur. Bu pompalar florokarbon contalar ve özel çalışma akışkanları kullanabilir.

5.5.10. Özel kapama ve kontrol vanaları

Aerodinamik zenginleştirme tesislerinin ana ve yardımcı sistemlerine yerleştirilmek üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, 40 mm - 1500 mm çapında, UF_6 korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş otomatik kapama ve kontrol körüklü vanaları.

5.5.11. UF_6 kütle spektrometresi/iyon kaynakları

UF_6 gaz akışından besi, "ürün" veya "artık" örneklerini her an alabilme özelliğine ve ayrıca aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış manyetik veya dört kutuplu ("quadrupole") kütle spektrometreleridir.

1. Atom ağırlığı 320'den büyük kütleler için birim çözünürlüğe sahip olan,
2. Nikel krom alaşımı veya monel alaşımı ile yapılmış, astarlanmış veya nikel kaplanmış iyon kaynakları,
3. Elektron bombardıman iyonizasyon kaynakları,
4. İzotopik analiz için uygun bir toplayicisistemine sahip olanlar.

5.5.12. UF_6 /taşıyıcı gaz ayırma sistemleri

UF_6 'yı taşıyıcı gazdan (hidrojen veya helyum) ayırmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış işlem sistemleri.

AÇIKLAYICI NOT: Bu sistemler UF_6 'nın taşıyıcı gaz içerisindeki miktarını 1 ppm veya daha aza indirmek için tasarlanırlar ve aşağıdaki ekipmanlardan oluşabilir

- (a) -120°C veya daha düşük sıcaklıklara soğutabilen kriyojenik ısı değiştiricileri ve soğuk ayırıcılar veya,
- (b) -120°C veya daha düşük sıcaklıklara soğutabilen kriyojenik soğutma birimleri veya,

- (c) UF_6 'yı taşıyıcı gazdan ayırmak için kullanılan ayırma memeleri veya vorteks tüpleri veya,
- (d) $-20^{\circ}C$ veya daha düşük sıcaklıklara soğutabilen UF_6 soğuk tuzakları.

5.6. Kimyasal değişim veya iyon değişim yolu ile zenginleştirme yapan tesislerde kullanılmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler, ekipmanlar ve bileşenler

TANITICI NOT: Kimyasal reaksiyon dengesinde küçük değişikliklere neden olan uranyum izotopları arasındaki ufak kütle farklılıkları bu izotopları birbirinden ayırmada ana prensip olarak kullanılabilir. Başarıyla geliştirilmiş iki değiştirme işlemi: sıvı-sıvı kimyasal değişim ve katı-sıvı iyon değişimi.

Sıvı-sıvı kimyasal değişim işleminde, birbirleriyle karışmayan sıvı fazlar (sulu ve organik) binlerce ayırma kademesinin şelale etkisini vermek üzere birbirleriyle ters akımla temas ederler. Sulu faz hidroklorik asit çözeltisi içinde uranyum klorür içerir; organik faz ise organik bir çözücü içinde uranyum klorür içeren ekstrakte ediciden (sökücüden) oluşur. Ayırma basamağında kontaktör olarak sıvı-sıvı değişim kolonları (elek plakalı darbeli kolonlar gibi) veya sıvı santrifüj kontaktörleri kullanılabilir. Ayırma kaskatının her iki ucunda, geri akış gereksinimlerini karşılamak üzere kimyasal dönüşüm (yükseltgeme ve indirgeme) işlemleri gerekir. Bir ana tasarım endişesi işlem akımlarının belli metal iyonları ile kirlenmesidir. Bu yüzden plastik, plastikte astarlanmış (florokarbon polimerlerin kullanımını içeren) ve/veya camla astarlanmış kolonlar ve boru tesisatı kullanılır.

Katı-sıvı iyon-değişim işleminde, zenginleştirme uranyum yüzeyde tutma/salıverme yöntemi kullanılarak özel ve oldukça hızlı etki eden iyon değişim reçinesi veya tutucu ile gerçekleştirilir. Hidroklorik asit içindeki uranyum çözeltisi ve diğer kimyasal ajanlar, ağzına kadar dolu tutucu yataklar içeren silindirik zenginleştirme kolonlarından geçerler. Devamlı bir işlem için, uranyumun tutucudan serbest bırakıldığı ve akışa geri verildiği ve böylece "ürün" ve "artık"ın toplanabildiği bir geri döndürme sistemi gereklidir. Bu olay, tamamen ayrı dış çevrimlerde yeniden üretilen ve izotopik ayrıştırma kolonlarında kısmen yeniden üretilen uygun indirgeyici/yükseltgeyici kimyasalların kullanımı ile başılır.

5.6.1. Sıvı-sıvı değişim kolonları (Kimyasal değişim)

Kimyasal değişim işlemi kullanarak uranyum zenginleştirmesi yapmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış mekanik güç girişli ters akım sıvı-sıvı değişim kolonları (yani; elek plakalı darbeli kolonlar, pistonlu plaka kolonları ve dahili türbin mikserli kolonlar). Konsantre hidroklorik asit çözeltilerinin korozyonuna karşı bu kolonlar ve içleri, uygun plastik malzemelerle (florokarbon gibi) veya camdan yapılır veya korumalıdır. Kolonların bekleme zamanının süresi kısa tasarlanır (30 saniye veya daha az).

5.6.2. Sıvı-sıvı santrifüj kontaktörleri (Kimyasal değişim)

Kimyasal değişim işlemi kullanarak uranyum zenginleştirmesi yapmak için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sıvı-sıvı santrifüj kontaktörleri. Bu kontaktörler organik ve sulu fazların karışımını dönme hareketi ile ve daha sonra fazların ayrılmasını santrifüj kuvveti ile sağlar. Kontaktörler, konsantre hidroklorik asit çözeltilerinin korozyonuna karşı uygun plastik malzemelerden (florokarbon polimerler gibi) yapılır veya astarlanır veya camla astarlanır. Santrifüj kontaktörler bekleme zamanının süresi kısa tasarlanır (30 saniye).

5.6.3. Uranyum indirgeme sistemleri ve ekipmanı (Kimyasal değişim)

(a) Kimyasal değişim işlemi kullanarak uranyum zenginleştirmede uranyumu bir değerlik durumundan diğerine indirgemek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış elektrokimyasal indirgeme hücreleri. İşlem çözeltileriyle temas halinde olan hücre malzemeleri konsantre hidroklorik asit çözeltilerinin korozyonuna karşı dayanıklı olmalıdır.

AÇIKLAYICI NOT: Katodik hücre bölmesi uranyumun daha üst değerliklere yükseltgenmesini önlemek için tasarlanmalıdır. uranyumu katodik bölmede tutmak için, hücre, özel katyon değişim maddesinden yapılmış su geçirmez diyafram bir zara sahip olabilir. Katot, grafit gibi uygun bir katı iletken olabilir.

(b) Asit konsantrasyonunu ayarlayarak ve elektrokimyasal indirgeme hücrelerini besleyerek ürün alma kademesinde organik akımdan U^{+4} 'ü almak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler.

AÇIKLAYICI NOT: Bu sistemler, U^{+4} 'ü organik akımdan sulu çözelti içine çekme için çözücü çıkarma ekipmanı, buhar ve/veya çözelti pH ayar ve kontrolünü sağlayan diğer ekipman ile elektrokimyasal indirgeme hücreleri beslemek için pompalar veya diğer transfer cihazlarından oluşur. Ana tasarım konularından biri sulu akımın belli metal iyonlarla kirlenmesini önlenmektir. Sonuç olarak, işlem akımıyla temas halindeki parçalar için sistem, uygun malzemelerle yapılmış veya korunmuş ekipmanlardan tesis edilir (cam, florokarbon polimerleri, polifenil sülfat, polieter sülfon ve reçine-emdirilmiş grafit gibi).

5.6.4. Besleme hazırlama sistemleri (kimyasal değişim)

Kimyasal değişim yolu ile uranyum izotop ayırma tesisleri için yüksek saflıkta uranyum klorür besli çözeltisi elde etmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler.

AÇIKLAYICI NOT: Bu sistemler, saflaştırma için kullanılan çözücü, çözücü ayırma ve/veya iyon değiştirme ekipmanından ve U^{+6} veya U^{+4} 'ü U^{+3} 'e indirgemek için kullanılan elektrolitik hücrelerden oluşur. Bu sistemler, krom, demir, vanadyum, molibden ve diğer iki veya daha yüksek değerlikli katyonlar gibi metalik safsızlığı

yalnızca milyonda birkaç oranında olan U klorür çözeltileri üretir. Sistemin yüksek saflıkta U^{+3} işleyen kısımlar için yapı malzemeleri cam, florokarbon polimerleri, polifenil sülfat veya plastikte astarlanmış polieter sülfon ve reçine-emdirilmiş grafittir.

5.6.5. Uranyum yükseltgeme sistemleri (Kimyasal değişim)

Kimyasal değişim yolu ile zenginleştirme işleminde, izotop ayırma kademesine dönecek U^{+3} 'ün U^{+4} 'e yükseltgenmesini sağlamak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler.

AÇIKLAYICI NOT: Bu sistemler aşağıdaki türden ekipmanları içerir:

(a) İzotop ayırma ekipmanından gelen sulu akım ile klor ve oksijeni temas ettirmek ve ürün alma kademesinden geri gelen çekilmiş organik akım içine sonuçta meydana gelen U^{+4} 'ü seçip almak için ekipman,

(b) Su ve konsantre hidroklorik asidin uygun yerlerde sisteme yeniden verilebilmesi için suyu hidroklorik asitten ayıran ekipman.

5.6.6. Hızlı reaksiyonlu iyon değişim reçineleri/soğurucuları (iyon değişimi)

Aktif olmayan gözenekli bir destek yapı ve diğer kompozit yapıların yüzeyinde parçacık veya lifsi yapı şeklinde sıvanması sınırlandırılan aktif kimyasal değiştirme grupları içinde yer alan gözenekli büyük örgülü reçineler ve/veya zarsı yapılar içeren iyon değişim işlemiyle uranyumu zenginleştirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış hızlı reaksiyon veren iyon değiştirici reçineler veya soğurucular. Bu iyon değişim reçineleri/soğurucuları, 0,2 mm veya daha küçük çapa sahiptirler ve değişim kolonlarında niteliği bozulmaması için fiziksel sağlamlığı kadar hidroklorik asit çözeltilerine karşı kimyasal açıdan dayanıklılığa sahip olmalıdırlar. Reçineler/soğurucular çok hızlı (yarı ömrü 10 saniyeden az) izotop değiştirme reaksiyonları vermek üzere özel olarak tasarlanırlar ve 100 – 200°C sıcaklık aralığında çalışma yeteneğine sahiptirler.

5.6.7. İyon değişim kolonları (İyon değişimi)

İyon değişim işlemi kullanarak uranyum zenginleştirmesi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış iyon değişim reçinesinin/soğurucusunun dolgulu katmanlarını barındıran ve destekleyen, çapı 1000 mm'den daha büyük silindirik kolonlar. Bu kolonlar konsantre hidroklorik asit çözeltilerinin korozyonuna karşı dayanıklı malzemelerle yapılmalı veya korunmalıdır (titanyum veya florokarbon

gibi) ve 100°C – 200°C sıcaklık aralığında 0,7 MPa (102 psi) basıncın üstünde çalıştırılabilir.

5.6.8. İyon değişim yeniden-akış sistemleri (iyon değişimi)

(a) İyon değişim yolu ile uranyum zenginleştirme kademelerinde kullanılan kimyasal indirgeme ajanlarını tekrar elde etmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kimyasal veya elektrokimyasal indirgeme sistemleri.

(b) İyon değişim yolu ile uranyum zenginleştirme kademelerinde kullanılan kimyasal yükseltgeme ajanlarını tekrar elde etmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kimyasal veya elektrokimyasal yükseltgeme sistemleri.

AÇIKLAYICI NOT: İyon değişim yolu ile zenginleştirme işlemi mesela Ti^{+3} 'ü indirgeyici katyon olarak kullanabilir; bu durumda indirgeme sistemi Ti^{+4} 'ü indirgeyerek Ti^{+3} 'ü tekrar elde eder.

İşlem, mesela Fe^{+3} yükseltgeyici olarak kullanılırsa, yükseltgeme sistemi Fe^{+2} 'yi yükseltgeyerek Fe^{+3} 'ü tekrar elde eder.

5.7. Lazer-bazlı zenginleştirme tesisleri için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler, ekipmanlar ve bileşenler

TANITICI NOT: Lazer kullanarak zenginleştirme yapan mevcut sistemler iki kategoriye ayrılır: İşlem ortamı atomik uranyum buharı olanlar ve işlem ortamı bir uranyum bileşiğinin buharı olanlar. Bu işlemler için yaygın terminoloji şunları içerir: birinci kategori - atomik buhar lazer izotop ayırımı (AVLIS veya SILVA); ikinci kategori- moleküler lazer izotop ayırımı (MLIS veya MOLIS) ve izotop seçici lazer aktivasyonu ile kimyasal reaksiyon (CRISLA). Lazer ile zenginleştirme tesisleri için sistemler, ekipman ve bileşenler şunlardır: (a) uranyum-metal buharını besleyen cihazlar (seçici foto-iyonizasyon için) veya bir uranyum bileşiğinin buharını besleyen cihazlar (foto çözünüm veya kimyasal aktivasyon için); (b) birinci kategoride, zenginleştirilmiş ve fakirleştirilmiş uranyum metalini "ürün" ve "artık" olarak toplayan cihazlar ve ikinci kategoride, ayrılmış veya reaksiyona girmiş bileşiklerini "ürün" olarak, etkilenmemiş malzemeyi de "artık" olarak toplayan cihazlar; (c) Uranyum-235'i seçici olarak uyaran lazer işlem sistemleri; ve (d) besi hazırlama ve ürün dönüşüm sistemi. Uranyum atomlarının ve bileşiklerinin spektroskopisinin karmaşıklığı mevcut lazer teknolojilerinden herhangi birinin kullanımını gerektirebilir.

AÇIKLAYICI NOT: Bu bölümde yer alan bileşenlerin çoğu, uranyum metal buharı veya sıvısı veya UF_6 ihtiva eden işlem gazı veya UF_6 veya diğer gazların karışımı ile doğrudan temas halindedir. Uranyum veya UF_6 ile temas eden bütün yüzeyler tamamıyla korozyona dayanıklı malzemelerden yapılır ya da bunlarla korunur. Lazer esasına dayalı zenginleştirme ile ilgili olan kısımlar için uranyumun buharı veya sıvısı ya da uranyum alaşımlarının sebep olduğu korozyona karşı dayanıklı malzemeler itriyum oksit kaplı grafit ve tantal içerir; UF_6 korozyonuna dayanıklı malzemeler

bakır, paslanmaz çelik, alüminyum, alüminyum bileşikleri, nikel veya %60 ya da daha fazla nikel bulunduran nikel alaşımları ve UF₆'ya dayanıklı tam florlanmış hidrokarbonları içerir.

5.7.1. Uranyum buharlaştırma sistemleri (AVLIS)

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, hedef üzerine 2,5 kW/cm'den daha fazla güç veren, yüksek güç şeridi veya tarayıcı elektron demeti tabancaları içeren uranyum buharlaştırma sistemleri.

5.7.2. Sıvı uranyum metal tutma sistemleri (AVLIS)

Eritme potaları ve bunlar için soğutma ekipmanından oluşan erimiş uranyum ve uranyum alaşımları için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sıvı metal işleme sistemleridir.

AÇIKLAYICI NOT: Uranyum eriyiği ve uranyum alaşımları ile temas eden potalar ve bu sistemin diğer parçaları, korozyon ve ısıya karşı dayanıklı maddelerle yapılır veya korunurlar. Uygun malzemeler tantal, itriyum kaplı grafit, diğer nadir toprak oksitleri veya bunların karışımları ile kaplı grafiti içerir. (EK-2'ye bakınız)

5.7.3. Uranyum metal "ürün" ve "artık" kollektör demetleri (AVLIS)

Katı veya sıvı haldeki uranyum metali için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış "ürün" ve "artık" toplama birimleri.

AÇIKLAYICI NOT: Bu üniteler için bileşenler, uranyum metal buharı veya sıvısının (itriyum oksit kaplı grafit veya tantal gibi) ısısına ve korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılır ya da bunlarla korunur ve manyetik, elektrostatik veya diğer ayırma metodları için borular, vanalar, tertibatlar, oluklar, besleme kanalları, ısı değiştiricileri ve toplayıcı plakaları içerebilir.

5.7.4. Ayırıcı modül odası (AVLIS)

Uranyum metal buhar kaynağını, elektron demeti tabancasını ve "ürün" ve "artık" toplayıcısını içeren özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış silindirik veya dikdörtgen kazanlar.

AÇIKLAYICI NOT: Bu odalar, elektrik ve su besleme yolları, lazer ışın pencereleri, vakum pompa bağlantıları ve enstrümantasyon tanı ve görüntüleme için birden çok deliklere sahiptir. Bu odalar iç bileşenlerin yenilenmesine izin vermek için gerekli açma ve kapama olanaklarına sahiptirler.

5.7.5. Sesten hızlı genişleme memeleri (MLIS)

UF₆ karışımlarını ve taşıyıcı gazı 150 K veya daha düşük sıcaklıklara kadar soğutan ve UF₆ korozyonuna karşı dayanıklı, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sestem hızlı genişleme memeleri.

5.7.6. Uranyum pentaflorür ürün kollektörleri (MLIS)

Filtre, darbe veya siklon tipi toplayıcılardan veya bunların kombinasyonlarından oluşan ve UF₅/UF₆ ortam korozyonuna dayanıklı olan, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış Uranyum pentaflorür (UF₅) katı üretim toplayıcıları.

5.7.7. UF₆ /taşıyıcı gaz kompresörü (MLIS)

UF₆ ortamında uzun süre çalışabilecek şekilde UF₆/taşıyıcı gaz karışımları için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kompresörleri. Bu kompresörlerin işlem gazı ile temas halindeki bileşenleri UF₆ korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılırlar veya korunurlar.

5.7.8. Dönen şaft contaları (MLIS)

UF₆/taşıyıcı gaz karışımı ile dolu kompresörün iç odasındaki işlem gazının dışarı veya havanın ve sızdırmazlık gazının içeri kaçmasına karşı güvenilir bir sızdırmazlık sağlamak üzere kompresör rotorunu sürücü motoruna bağlayan şaftın sızdırmazlığı için conta besleme ve conta boşaltma bağlantılı, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış dönen şaft contaları.

5.7.9. Florlama sistemleri (MLIS)

UF₅'i (katı) UF₆'ya (gaz) florlamak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler.

AÇIKLAYICI NOT: Bu sistemler, ekstra zenginleştirme için ürün kaplarında sonraki toplanma için veya MLIS ünitelerine besi transferi için toplanan UF₅ tozunu UF₆'ya florlamak üzere tasarlanır. Bir yaklaşıma göre ürünü doğrudan toplayıcılardan elde etmek üzere, florlama reaksiyonu izotop ayırma sistemi içinde gerçekleştirilebilir. Bir diğer yaklaşıma göre ise, UF₅ tozu, florlama işlemi için ürün kollektörlerinden uygun reaksiyon kazanına (sıvı yataklı reaktör, pervaneli reaktör ya da alev kulesi) transfer edilir. Her iki yaklaşımda da florun (veya diğer uygun florlama ajanlarının) transferi ve depolanması için ve UF₆'nın transferi ve toplanması için gerekli ekipman kullanılır.

5.7.10. UF₆ kütle spektrometreleri/iyon kaynakları (MLIS)

UF₆ gaz akımlarından besi numunelerini, "ürün"ü veya "artık"ı on-line olarak alabilme kapasitesine sahip ve aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış manyetik veya dört kutuplu (quadrupole) kütle spektrometreleridir.

1. Atom ağırlığı 320'den büyük kütleler için birim çözünürlüğe sahip olan,
2. Nikel krom alaşımı veya monel alaşımı ile yapılmış, astarlanmış veya nikel kaplanmış iyon kaynakları,
3. Elektron bombardıman iyonizasyon kaynakları,
4. İzotopik analiz için uygun bir toplayıcı sistemine sahip olanlar.

5.7.11. Besleme sistemleri/ ürün ve artık çekme sistemleri (MLIS)

Aşağıdakilerde dahil olmak üzere, UF₆ korozyonuna karşı dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş zenginleştirme tesisleri için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış işlem sistemleri veya ekipmanlarıdır:

- (a) UF₆'yı zenginleştirme işlemine geçirmek için kullanılan besi otoklavları, tanklar, fırınlar veya sistemler,
- (b) Isıtma yapılı yapılmaz müteakip transfer için zenginleştirme işleminden UF₆'yı uzaklaştırmada kullanılan desüblimleştiriciler (veya soğuk tuzaklar),
- (c) UF₆'yı sıkıştırıp, sıvı veya katı şekle dönüştürerek zenginleştirme işleminden UF₆'yı uzaklaştırmada kullanılan katılaştırma veya sıvılaştırma istasyonları,
- (d) UF₆'nın kaplara transferi için kullanılan "ürün" veya "artık" istasyonları.

5.7.12. UF₆ /taşıyıcı gaz ayırma sistemleri (MLIS)

UF₆'yı taşıyıcı gazdan ayırmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış işlem sistemleridir. Taşıyıcı gaz, azot, argon ya da diğer bir gaz olabilir.

AÇIKLAYICI NOT: Bu sistemler aşağıdaki gibi ekipmanı içine alabilir.

- (a) -120°C veya daha düşük sıcaklıklara kadar soğutabilen kriyojenik ısı değiştiricileri veya soğukayırıcılar/ kriyoayırıcılar veya

(b) -120°C veya daha düşük sıcaklıklara kadar soğutabilen kriyojenik soğutma birimleri veya

(c) -20°C veya daha düşük sıcaklıklara kadar soğutabilen UF₆ soğuk tuzakları

5.7.13. Lazer sistemleri (AVLIS, MLIS ve CRISLA)

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

AÇIKLAYICI NOT: Lazer bazlı zenginleştirme sisteminde önemli lazerler ve lazer bileşenleri Ek-2 de belirlenenleri kapsar. AVLIS işlemi için lazer sistemi iki lazerden oluşur: bir bakır buhar lazeri ve bir boya lazeri. MLIS için lazer sistemi genellikle bir CO₂ veya "excimer" lazer ve her iki ucunda da döner ayna bulunan çok geçirgenli bir optik hücreden oluşur. Her iki işlem için lazerler veya lazer sistemleri uzun süreli işletim için bir spektrum frekans sabitleştiricisine gereksinim duyarlar.

5.8. Plazma ayırma ile zenginleştirme tesislerinde kullanmak için özel olarak tasarlanmış ve hazırlanmış sistemler, ekipman ve bileşenler

TANITICI NOT: Plazma ayırma işleminde, uranyum iyon plazması U²³⁵ iyon rezonans frekansına ayarlı bir elektriksel alandan geçirilir, bunun sonucu tercihli olarak uranyum iyon plazması enerji soğurur ve helezona benzer yörüngelerinin çapını artırır. Büyük çaplı yolları izleyen iyonlar U²³⁵'ce zenginleştirilmiş bir ürün elde etmek için yakalanır. İyonlanmış uranyum buharı ile oluşturulan plazma süper iletken bir mıknatıs tarafından üretilen yüksek manyetik alanlı bir vakum odasında kontrol altına alınır. Bu işlemdeki ana teknolojik sistemler uranyum plazma üretim sistemi, süper iletken mıknatıslı ayırıcı modül (Ek-2' ye bakınız) ve "ürün" ve "artık"ların toplanması için metal kaldırma sistemleri içerir.

5.8.1. Mikrodalga güç kaynakları ve antenler

İyon üretmek için 50 kW'dan daha büyük ortalama güç çıkışına ve 30 GHz'den daha büyük frekans özelliklerine sahip ve iyonları üretmek veya hızlandırmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış mikrodalga güç kaynakları ve antenler.

5.8.2. İyon uyarma bobinleri

40 kW ortalama güçten daha yüksek güçleri işleme yeteneğine sahip ve 100 kHz'den daha yüksek frekanslar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış radyo frekans iyon uyarma bobinleri.

5.8.3. Uranyum plazma üretim sistemleri

Özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış, hedef üzerine 2,5 kW/cm'den daha fazla güç veren, yüksek güç şeridi veya tarayıcı elektron demeti silahlarını içerebilen uranyum plazması üretim sistemleri.

5.8.4. Sıvı uranyum metal işleme sistemleri

Potalardan ve potalar için soğutma ekipmanından oluşan, erimiş uranyum ve uranyum alaşımları için özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış sıvı metal işleme sistemleri.

AÇIKLAYICI NOT: Erimiş uranyum ve uranyum alaşımları ile temas eden potalar ve bu sistemin diğer parçaları, korozyon ve ısıya dayanıklı uygun malzemelerle yapılmış veya korunmuşlardır. Uygun malzemeler tantal, itriyum oksit kaplı grafit, diğer nadir toprak oksitlerle kaplı grafit (Ek-2' ye bakınız) veya bunların karışımlarını içerir.

5.8.5. Uranyum metal "ürün" ve "artık" kollektör demetleri

Katı haldeki uranyum metali için özel olarak tasarımlanmış ve hazırlanmış "ürün" ve "artık" kollektör demetleri. Bu kollektör demetleri itriyum oksit kaplı grafit veya tantal gibi uranyum metal buharının ısısına ve korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılır veya bunlarla korunur.

5.8.6. Ayırıcı modül odası

Uranyum plazma kaynağını, radyo frekans sürücü bobinini ve "ürün" ve "artık" toplayıcısını içermek amacıyla plazma ayırma ile zenginleştirme tesislerinde kullanmak için özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış silindirik kazanlar.

AÇIKLAYICI NOT

Bu odalar, elektrik ve su besleme yolları, difüzyon pompa bağlantıları ve enstrümantasyon tanı ve görüntüleme için birden çok deliklere sahiptir. Bunlar iç bileşenlerin bakımına ve yenilenmesine izin vermek için gerekli açma ve kapama olanaklarına sahiptir ve paslanmaz çelik gibi manyetik olmayan uygun bir malzemeden yapılırlar.

5.9. Elektromanyetik zenginleştirme tesislerinde kullanım için özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış sistemler, ekipmanlar ve bileşenler

TANITICI NOT

Elektromanyetik işlemde, tuz besleme maddesinin (tipik olarak UCI_4) iyonizasyonu sonucu oluşan uranyum metal iyonları hızlandırılır ve farklı izotop iyonlarının farklı yollar izlemesine neden olan manyetik alandan geçirilir. Elektromanyetik izotop ayırıcısının belli başlı bileşenleri şunları içerir: iyon demeti saptırma/ayırma için bir manyetik alan, hızlandırıcı sistemiyle birlikte bir iyon kaynağı ve ayrılmış iyonlar için toplama sistemidir. Bu işlem için yardımcı sistemler şunları içerir: mıknatıs güç sağlama sistemi, iyon kaynağı yüksek voltaj güç sağlama sistemi, vakum sistemi ve ürün eldesi ve bileşenlerin temizlenmesi ve geri beslenmesi için gerekli kapsamlı kimyasal işleme sistemleri.

5.9.1. Elektromanyetik izotop ayırıcılar

Uranyum izotoplarını ayırmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış elektromanyetik izotop ayırıcılar, ekipman ve bileşenler. Bunlar aşağıdakileri içerir:

(a) İyon kaynakları

50 mA'lık veya daha büyük toplam iyon demet akımı sağlayabilen, grafit, paslanmaz çelik veya bakır uygun malzemelerle yapılan, bir buhar kaynağı, iyonlaştırıcı ve demet hızlandırıcısından oluşan, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış tekli veya çoklu uranyum iyon kaynakları.

(b) İyon kollektörleri

Grafit veya paslanmaz çelik gibi uygun malzemelerden imal edilen, zenginleştirilmiş ve fakirleştirilmiş uranyum iyon demetlerinin toplanması için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, iki veya daha fazla yarıktan ve oyuktan oluşan toplama plakaları.

(c) Vakum odaları

0,1 Pa veya daha düşük basınçlarda çalışacak şekilde tasarımılanan ve paslanmaz çelik gibi manyetik olmayan uygun malzemelerden yapılan, uranyum elektromanyetik ayırıcıları için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış vakum odaları.

AÇIKLAYICI NOT: Odalar, iyon kaynaklarını, toplama plakaları ve su soğutmalı astarları içermek üzere özel olarak tasarımılanmıştır, difüzyon pompası bağlantıları ve bu bileşenlerin çıkarılması ve yeniden yerleştirilmesi için açma ve kapama olanaklarına sahiptir.

(d) Mıknatıs kutup parçaları

Bir elektromanyetik izotop ayırıcı içinde sabit bir manyetik alan temin etmek ve birbiriyle irtibatlı ayırıcılar arasında manyetik alan transferi sağlamak için kullanılan, 2 m'den daha büyük çapa sahip, özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış manyetik kutup parçalarıdır.

5.9.2. Yüksek voltaj güçkaynakları

8 saatlik bir süre boyunca % 0,01'den daha iyi voltaj düzenine, 1 A ya da daha fazla çıkış akımına ve 20.000 V ya da daha fazla çıkış voltajına ve sürekli çalışabilir özelliklerinin tamamına sahip olan, iyon kaynakları için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış yüksek voltaj güç kaynaklarıdır.

5.9.3. Mıknatıs güç kaynakları

8 saatlik bir süre boyunca % 0,01'den daha iyi bir akım veya voltaj düzeni ile 100 V veya daha fazla voltajda 500 A ya da daha fazla bir çıkış akımı sürekli üretebilme özelliklerine sahip, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış yüksek-güç, doğru-akım mıknatıs güç kaynaklarıdır.

6. Ağır su, döteryum ve döteryum bileşiklerinin üretimi veya konsantrasyonu için tesisler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar

TANITICI NOT

Ağır su çeşitli işlemler kullanılarak üretilir. Bu işlemlerden ticari olarak vazgeçilmez olan ikisi: su-hidrojen sülfür değişim işlemi (GS işlemi) ve amonyak-hidrojen değişim işlemi.

GS işlemi, üst kısmı soğuk alt kısmı sıcak olan seri olarak bağlantılı kuleler içinde su ve hidrojen sülfür arasında hidrojen ve döteryumun değişimi esasına dayanır. Su, kulenin üst kısmından aşağıya doğru akarken hidrojen sülfür gazı aşağıdan yukarıya dolaşır. Su ve gazın iyi karışmasını sağlamak için bir seri delikli tabla kullanılır. Döteryum düşük sıcaklıklarda suya ve yüksek sıcaklıklarda hidrojen sülfüre geçer. Döteryum yönünden zengin gaz veya su, sıcak ve soğuk kısımların bulunduğu yerdeki birinci aşama kulelerden alınır ve bu işlem sonraki aşamalarda tekrar edilir. Son aşamanın ürünü olan döteryumca % 30 zenginleştirilmiş su, reaktörde kullanıma uygun ağır su üretmek üzere (% 99,75) damıtma birimine gönderilir.

Amonyak-hidrojen değişim işlemi bir katalizörün bulunduğu ortamda sentez gazının sıvı amonyakla teması vasıtasıyla sentez gazından döteryum çıkartabilir. Sentez gazı değişim kulelerinin ve bir amonyak dönüştürücüsünün içine beslenir. Kulelerin içinde sıvı amonyak yukarıdan aşağıya doğru akarken gaz aşağıdan yukarıya doğru akar. Sentez gazının içindeki döteryum hidrojeninden ayrılır ve amonyak içinde konsantre edilir. Burada, amonyak kulenin alt kısmındaki amonyak parçalayıcıya akarken, gaz üst kısımdaki amonyak dönüştürücüye akar. İlave zenginleştirme sonraki aşamalarda sağlanır ve reaktörde kullanıma uygun ağır su son damıtma ile elde edilir. Besi olarak kullanılacak sentez gazı bir amonyak tesisinden sağlanır. Bu tesis

ağır su amonyak hidrojen değişim tesisi ile bağlantılı olarak inşa edilebilir. Amonyak hidrojen değişim işleminde döteryum kaynağı olarak normal su da kullanılabilir.

GS veya amonyak-hidrojen değişim işlemlerini kullanarak ağır su üreten tesislerdeki bir çok önemli ekipman elamanı ile kimya ve petrol endüstrisindeki muhtelif elemanlar aynıdır. Bu durum GS kullanan küçük tesisler için özellikle geçerlidir. Bununla beraber, bu bileşenlerden çok azını piyasadan hazır olarak temin etmek mümkündür. GS ve amonyak-hidrojen işlemlerinde, yüksek basınçlarda yanıcı, korozyona yol açıcı ve toksik akışkanların büyük miktarlarını işleme tabi tutmak gerekir. Bu yüzden, bu işlemleri kullanan tesis ve ekipmanlar için tasarım ve işletme standartlarını belirlerken, yüksek güvenlik ve güvenilirlik faktörleri ile birlikte uzun servis ömrünü temin etmek için malzeme seçimine ve özelliklerine dikkat etmek gerekir.

Hem GS hem de amonyak-hidrojen değişim işlemlerinde, sadece ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış olmayan ekipman parçaları, ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler içine monte edilebilirler. Amonyak-hidrojen değişim işleminde kullanılan katalizör üretim sistemi ve reaktörde kullanıma uygun konsantrasyonda ağır su üretimi için kullanılan su damıtma sistemleri bunlara örnek olarak gösterilebilir.

Su-hidrojen sülfür değişim işlemini veya amonyak-hidrojen değişim işlemini kullanarak ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipman kısımları şunlardır:

6.1. Su-hidrojen sülfür değiştirme kuleleri

Su-hidrojen sülfür değişim işlemini kullanarak ağır su üretmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, 2 MPa (300 psi) veya daha fazla basınçta çalıştırılabilen, 6 m (20 ft) - 9 m (30 ft) arasında çapa ve 6 mm veya daha fazla korozyon sınırına sahip olan saf karbon çelikten (ASTM A516 gibi) imal edilmiş değişim kuleleri.

6.2. Körükler ve kompresörler

Su-hidrojen sülfür değişim işlemini kullanarak ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, hidrojen sülfür gaz dolaşımını sağlamak (%70'den fazla H₂S içeren) için kullanılan tek aşamalı (0,2 MPa veya 30 psi) santrifüj üfleyiciler veya kompresörler. Bu üfleyiciler veya kompresörler, 1,8 MPa (260 psi) veya daha yüksek emme basınçlarında çalıştırılırken, 56 m³/s veya daha yüksek kapasiteye ve ıslak hidrojen-sülfür (H₂S) ortamında sızdırmazlık özelliğine sahiptirler.

6.3. Amonyak-hidrojen değiştirme kuleleri

Amonyak-hidrojen değişim işlemini kullanarak ağır su üretmek için özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış, yüksekliği 35 m (114,3 ft) ve daha uzun, 1,5 m (4,9 ft) ile 2,5 m (8,2 ft) arasında çapa sahip ve 15 MPa'dan (2.225 psi) daha büyük basınçlarda çalıştırılabilen amonyak-hidrojen değişim kuleleri. Bu kuleler, iç parçaların yerleştirilebilmesi ve dışarı alınabilmesi için en azından bir tane, flanşlı, eksenel ve uygun çapta açıklığa sahiptirler.

6.4. Kule iç parçaları ve kademe pompaları

Amonyak-hidrojen değişim işlemi kullanarak ağır su elde etmek amacıyla özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış kuleler için kule iç parçaları ve kademe pompaları.

Kule iç parçaları etkin gaz/sıvı temasını sağlamak üzere özel olarak tasarımılanmış kontaktörleri içerir. Kademeli pompaları, bir temas kademesinin iç kısmındaki sıvı amonyağın kademe kulelerine sirkülasyonunu sağlamak için özel olarak tasarımılanmış daldırılabilir pompaları içerir.

6.5. Amonyak parçalayıcılar

Amonyak-hidrojen değişim işlemini kullanarak ağır su üretmek için özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış, 3 MPa (450 psi) veya daha yüksek basınçlarda çalıştırılan amonyak parçalayıcılar.

6.6. Kızılötesi absorpsiyon analizörleri

Döteryum konsantrasyonunun %90'a eşit veya daha büyük değerlerinde hidrojen/döteryum oranı analizini çevrimiçi olarak yapabilme yeteneğine sahip kızılötesi absorpsiyon analizörleri.

6.7. Katalitik brülörler

Amonyak-hidrojen değişim işlemi kullanarak özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış, ağır su üretmede zenginleştirilmiş döteryum gazını ağır suya dönüştürmek için kullanılan katalitik brülörler.

6.8. Komple ağır su iyileştirme sistemleri veya bunların kolonları

Ağır suyu, reaktörde kullanıma uygun döteryum konsantrasyonuna sahip olacak şekilde iyileştirmek için özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış ağır su iyileştirme sistemleri veya kolonları.

AÇIKLAYICI NOT: Genellikle hafif suyu ağır sudan ayırmada kullanılan bu sistemler, daha az konsantrasyonlu ağır sudan reaktörde kullanıma uygun ağır su (tipik olarak % 99,75 döteryum oksit) üretmek için özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmıştır.

7. Sırasıyla bölüm 4 ve 5'te tanımlanan yakıt elemanlarının imalatında ve uranyum izotoplarının ayrılmasında kullanılan uranyum ve plütonyumu dönüştürmek için tesisler ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar

İHRACAT

Bu sınırlar içerisindeki önemli eşya kalemlerinin bütün setinin ihracatı, sadece mevzuatta yer alan prosedürlere uygun olması halinde yapılabilir. Bu sınırlar içerisine giren bütün tesisler, sistemler, özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar, özel bölünebilir maddelerin işlenmesinde, üretiminde veya tüketilmesinde kullanılabilir.

7.1. Uranyum dönüştürme tesisleri ve bunlar için tasarlanmış veya hazırlanmış özel ekipmanlar

TANITICI NOT: Uranyum dönüşüm tesisleri ve sistemleri, bir uranyum kimyasal formundan diğer bir veya daha fazla kimyasal forma dönüşümü gerçekleştirir. Bunlar: uranyum cevherinin UO_3 'e, UO_3 'ün UO_2 'ye, uranyum oksitlerin UF_4 'e, UF_6 'ya veya UCl_4 'e, UF_4 'ün UF_6 'ya, UF_6 'nın UF_4 'e, UF_4 'ün uranyum metaline ve uranyum florürlerinin UO_2 'ye dönüşümüdür. Uranyum çevrimindeki bir çok önemli ekipman kısımları kimyasal işlem endüstrisinin birçok parçalarıyla ortaktır. Örneğin, bu

işlemlerde kullanılan ekipmanlar içinde fırınlar, döner fırınlar, alev kule reaktörleri, sıvı santrifüjler, damıtma kolonları, sıvı-sıvı çekme kolonları ve akışkan yataklı reaktörler bulunmaktadır. Bununla birlikte az sayıda ekipman hazır halde temin edilebilir, çoğu müşterinin ihtiyaçlarına ve isteklerine göre hazırlanmaktadır. Nükleer kritiklikle ilgili olduğu gibi bazı durumlarda işleme işinde kullanılacak kimyasal maddelerin (HF , F_2 , ClF_3 ve uranyum florürler gibi) korozyona yol açan özelliklerini bertaraf etmek için özel tasarım ve inşaat gereksinimleri ortaya çıkar. Sonuç olarak, tek başına uranyum dönüştürmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış olmayan ekipman kalemlerinin, uranyum dönüştürme için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemlere monte edilerek kullanılabilmesi not edilmelidir.

7.1.1. Uranyum cevher konsantrelerini UO_3 'e çevirmek için özel olarak tasarlanmış ve hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT: Uranyum cevher konsantrelerinin UO_3 'e çevrimi önce cevherin nitrik asitle çözülmesi ve sonra da tribütil fosfat gibi bir çözücü kullanarak saflaştırılmış uranyum nitratın çekilmesi ile gerçekleştirilir. Sonra, uranil nitrat, konsantrasyon ve nitrat giderme veya amonyak gazıyla nötralizasyon işlemlerinden herhangi biri ile UO_3 'e dönüştürülür ve bundan sonra süzme, kurutma ve ısıtma işlemleriyle amonyum diuranat üretilir.

7.1.2. UO_3 'ü UF_6 'ya çevirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT: UO_3 'ün UF_6 'ya dönüşümü doğrudan florlama ile gerçekleştirilir. İşlem için flor gazına veya klor triflorüre gereksinim vardır.

7.1.3. UO_3 'ü UO_2 'ye çevirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT: UO_3 'ün UO_2 'ye çevrimi UO_3 'ün parçalanmış amonyak gazı veya hidrojen ile indirgenmesi sonucu gerçekleşir.

7.1.4. UO_2 'yi UF_4 'e çevirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT: UO_2 'nin UF_4 'e çevrimi 300-500 °C'de UO_2 'nin hidrojen florür gazıyla (HF) etkileşmesi sonucu gerçekleştirilir.

7.1.5. UF_4 'ü UF_6 'ya çevirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT: UF_4 'ün UF_6 'ya dönüşümü bir kule-reaktörün içinde flor ile ekzotermik reaksiyonu sonucunda gerçekleşir. Atık akışının -100°C'ye soğutulmuş

soğuk tuzaktan geçirilmesi sonucu sıcak atık gazlarından UF_6 yoğunlaştırılır. Bu işlemin flor gaz kaynağına ihtiyacı vardır.

7.1.6. UF_4 'ün uranyum metale çevirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT: UF_4 'ün uranyum metale dönüşümü magnezyum (büyük miktarda) veya kalsiyum (küçük miktarda) ile indirgenmesiyle gerçekleştirilir. Reaksiyon uranyumun ergime sıcaklığının ($1.130^{\circ}C$) üstündeki sıcaklıklarda gerçekleşir.

7.1.7. UF_6 'nın UO_2 'ye dönüşümü için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT: UF_6 'nın UO_2 'ye çevrimi aşağıdaki üç işlemde biriyle gerçekleştirilir. Birinci işlemde UF_6 , hidrojen ve buhar kullanarak UO_2 'ye indirgenir ve hidrolize edilir. İkinci işlemde, su içinde çözelti ile UF_6 hidrolize edilir, amonyum diuranatı çöktürmek için amonyak ilave edilir ve bu diuranat $820^{\circ}C$ 'de hidrojenle UO_2 'ye indirgenir. Üçüncü işlemde, UF_6 gazı, CO_2 ve NH_3 su içinde birleşir ve amonyum uranil karbonat çöker. UO_2 elde etmek için amonyumuranil karbonat $500-600^{\circ}C$ 'de buhar ve hidrojen ile birleştirilir.

UF_6 'nın UO_2 'ye çevrimi yakıt üretim tesislerinin ilk safhası olarak işlem görür.

7.1.8. UF_6 'nın UF_4 'e dönüşümü için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT: UF_6 'nın UF_4 'e çevrimi hidrojen ile indirgenmesi sonucu gerçekleşir.

7.1.9. UO_2 'nin UCl_4 'e dönüşümü için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT: UO_2 'nin UCl_4 'e dönüşümü aşağıdaki iki işlemde biriyle gerçekleştirilir. Birinci işlemde UO_2 , yaklaşık $400^{\circ}C$ 'de karbon tetraklorür (CCl_4) ile reaksiyona sokulur. İkinci işlemde UO_2 , yaklaşık $700^{\circ}C$ 'de karbon siyahı (CAS 1333-86-4), karbon monoksit (CO) ve klor (Cl) ile reaksiyona sokularak UCl_4 elde edilir.

7.2. Plütonyum dönüştürme tesisleri ve bunlar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar

TANITICI NOT: Plütonyum dönüşüm tesisleri ve sistemleri bir plütonyum kimyasal formunu diğer bir veya daha fazla kimyasal forma dönüştürme işlemini gerçekleştirir. Bunlar; plütonyum nitratin PuO_2 'ye, PuO_2 'nin PuF_4 'e ve PuF_4 'ün plütonyum metaline dönüşümüdür. Plütonyum dönüşüm tesisleri genellikle yeniden işleme tesisleriyle ilişkilidirler. Ancak plütonyum yakıt fabrikasyon tesisleriyle de ilişkili olabilirler. Plütonyum çevrimindeki bir çok anahtar önemdeki ekipman kalemleri kimyasal işlem endüstrisinin birçok parçalarıyla ortaktır. Örneğin, bu işlemlerde kullanılan ekipmanlar içinde fırınlar, döner fırınlar, alev kule reaktörleri, sıvı santrifüjler, damıtma kolonları, sıvı-sıvı çekme kolonları ve akışkan yataklı reaktörler bulunmaktadır. Ayrıca sıcak hücreler, eldiven kutuları ve uzaktan elle hareket ettirici mekanizmalar gerekli olabilmektedir. Bununla birlikte az sayıda ekipman hazır halde temin edilebilir, çoğu müşterinin ihtiyaçlarına ve isteklerine göre hazırlanmaktadır. Plütonyum ile ilgili radyolojik, zehirlilik ve kritiklik zararları tasarımda dikkate alınmalıdır. Bazı durumlarda işleme işinde kullanılacak kimyasal maddelerin (HF gibi) korozyona yol açan özelliklerini bertaraf etmek için özel tasarım ve inşaat gereksinimleri ortaya çıkar. Sonuç olarak, plütonyum dönüştürme işlemlerinin tamamındaki ekipman kalemlerinin plütonyum dönüştürmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış olmadığı, plütonyum dönüştürme için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemlere monte edilerek kullanılabileceği not edilmelidir.

7.2.1. Plütonyum nitrati plütonyum oksite dönüştürmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT: Bu işlemin içerdiği temel fonksiyonlar şunlardır: besleme işleminin depolama ve ayarlaması, çöktürme ve katı/sıvı ayrımı, kalsinasyon, ürün tutma, havalandırma, atık yönetimi ve işlem kontrolü. İşlem sistemleri kritiklikten kaçınmak, radyasyon etkisini önlemek ve zehirlilik zararlarını en aza indirmek üzere özellikle uyarlanmıştır. Birçok yeniden işleme tesisinde plütonyum nitratin plütonyum dioksite dönüştürülmesi işlemi de yer almaktadır. Diğer işlemler plütonyum okzalatin veya plütonyum peroksitin çöktürülmesini içerebilir.

7.2.2. Plütonyum metali üretimi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

AÇIKLAYICI NOT: Bu işlem, plütonyum dioksidin normal olarak korozyon etkisi yüksek hidrojen florür ile florlanması yoluyla elde edilen plütonyum florürün yüksek saflıktaki kalsiyum metalle indirgenerek metalik plütonyum ve kalsiyum florür cürufu üretmesini içerir. Bu işlemde yer alan temel fonksiyonlar şunlardır: florlama (mesela değerli bir metalden yapılmış veya onunla kaplanmış ekipmanlar kullanılarak), metal indirgenmesi (mesela seramik kaplar kullanılarak), cüruftan geri kazanım, ürün işleme, havalandırma, atık yönetimi ve işlem kontrolü. İşleme sistemleri kritikliği ve radyasyon etkisini önleyecek ve zehirlilik tehlikesini en aza indirecek şekilde özel olarak adapte edilmelidir (uyarlanmalıdır). Diğer işlemler plütonyum okzalatin veya plütonyum peroksidin florlama yoluyla metale indirgenmesini içerir.

EK-2

NÜKLEER ÇİFT KULLANIM LİSTESİ

(Nükleer Çift Kullanımlı Malzeme, Ekipman, Bileşenler ve İlgili Teknolojinin Listesi)

İÇİNDEKİLER

1. ENDÜSTRİYEL EKİPMANLAR

1.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

- 1.A.1. Yüksek yoğunluklu radyasyondan koruma pencereleri
- 1.A.2. Radyasyonla sertleştirilmiş TV kameraları ve bunların lensleri
- 1.A.3. "Robotlar", manipölatör uçları ve kontrol üniteleri
- 1.A.4. Uzaktan kumandalı manipölatörler

1.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

- 1.B.1. Akış biçimlendirme makinaları, akış biçimlendirme özelliğine sahip dönüş biçimlendirme makinaları ve mandreller
- 1.B.2. Makina tezgahları
- 1.B.3. Boyut kontrol makinaları, aletleri veya sistemleri
- 1.B.4. Atmosfer kontrollü endüksiyon fırınları ve bunların güç kaynakları
- 1.B.5. İzostatik (eş basınçlı) presler ve bunlarla ilgili ekipmanlar
- 1.B.6. Titreşim test sistemleri, ekipmanları ve bileşenleri
- 1.B.7. Vakum veya atmosfer kontrollü diğer metalürjik ergitme ve döküm fırınları ile bunlara ilişkin ekipmanlar

1.C. MALZEMELER

1.D. YAZILIMLAR

1.E. TEKNOLOJİ

2. MALZEMELER

2.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

- 2.A.1. Sıvı aktinit metallere dayanıklı malzemeden yapılmış potalar

2.A.2. Platinlenmiş katalizörler

2.A.3. Tüp formlarındaki kompozit yapılar

2.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

2.B.1. Trityum tesisleri ve bunlarla ilgili ekipmanlar

2.B.2. Lityum izotop ayırma tesisleri ve bunlarla ilgili ekipmanlar

2.C. MALZEMELER

2.C.1. Alüminyum

2.C.2. Berilyum

2.C.3 Bizmut

2.C.4. Boron

2.C.5. Kalsiyum

2.C.6. Klortriflorür

2.C.7. Lifli veya filamanlı malzemeler ve sentetik reçine içeren döküm malzemeleri

2.C.8. Hafniyum

2.C.9. Lityum

2.C.10. Magnezyum

2.C.11. Maryaşılama çelikler

2.C.12. Radyum-226

2.C.13. Titanyum

2.C.14. Tungsten

2.C.15. Zirkonyum

2.C.16. Nikel tozu ve gözenekli nikel metal

2.C.17. Trityum

2.C.18. Helyum-3

2.C.19. Alfa aktif radyonüklidler

2.D. YAZILIMLAR

2.E. TEKNOLOJİ

3. URANYUM İZOTOP AYIRMA EKİPMAN VE BİLEŞENLERİ

(Nükleer Transfer Uyarı Listesinde yer almayanlar)

3.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

- 3.A.1. Frekans değıştircileri veya jeneratörleri
- 3.A.2. Lazerler, lazer yükselticileri ve osilatörler
- 3.A.3. Vanalar
- 3.A.4. Süper iletken solenoit elektromıknatıslar
- 3.A.5. Yüksek güç doğru akım güç kaynakları
- 3.A.6. Yüksek voltaj doğru akım güç kaynakları
- 3.A.7. Basınç dönüştürücüler (transdüsörler)
- 3.A.8. Vakum pompaları

3.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

- 3.B.1. Flor üretimi için elektrolitik hücreler
- 3.B.2. Rotor fabrikasyon veya montaj ekipmanları, rotor doğrultma ekipmanları, körük oluşturma mandrelleri ve kalıpları
- 3.B.3. Santrifüjlü çok düzlemlı balans makineleri
- 3.B.4. Filaman sargı makineleri ve bunlarla ilgili ekipmanlar
- 3.B.5. Elektromanyetik izotop ayırıcılar
- 3.B.6. Kütle spektrometreleri

3.C. MALZEMELER

3.D. YAZILIMLAR

3.E. TEKNOLOJİ

4. AĞIR SU ÜRETİM TESİSLERİYLE İLGİLİ EKİPMANLAR

(Nükleer Transfer Uyarı Listesinde yer almayanlar)

4.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

- 4.A.1. Özel paketler
- 4.A.2. Pompalar
- 4.A.3. Turbo genleştirciler veya turbo genleştirci-kompresör setleri

4.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

4.B.1. Su-hidrojen sülfür değiştirme tabla kolonları ve dahili kontaktörler

4.B.2. Hidrojen kriyogenik damıtma kolonları

4.B.3. Amonyak sentezleme dönüştürücüleri veya sentezleme üniteleri

4.C. MALZEMELER

4.D. YAZILIMLAR

4.E. TEKNOLOJİ

5. NÜKLEER PATLAYICI CİHAZLARI GELİŞTİRMEK İÇİN TEST VE ÖLÇÜM EKİPMANLARI

5.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

5.A.1. Fotoçoğaltıcı (fotomultiplikatör) tüpler

5.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

5.B.1. Flaş X-ışını jeneratörleri veya darbeli elektron hızlandırıcılar

5.B.2. Çok kademeli hafif gaz silahları veya diğer yüksek hızlı silah sistemleri

5.B.3. Mekanik döner aynalı kameralar

5.B.4. Elektronik hat kameraları, elektronik kareleme kameraları, tüpleri ve cihazları

5.B.5. Hidrodinamik deneyleri için özel cihazlar

5.B.6. Yüksek hız darbe jeneratörleri

5.C. MALZEMELER

5.D. YAZILIMLAR

5.E. TEKNOLOJİ

6. NÜKLEER PATLAYICI CİHAZLAR İÇİN BİLEŞENLER

6.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

6.A.1. Detonatörler (fünye) ve çok noktalı başlatma sistemleri

6.A.2. Ateşleme setleri ve eşdeğer yüksek akım darbe jeneratörleri

6.A.3. Anahtarlama cihazları

6.A.4. Darbe deşarj kapasitörleri

6.A.5. Nötron jeneratör sistemleri

6.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

6.C. MALZEMELER

6.C.1. Yüksek patlayıcı maddeler veya karışımlar

6.D. YAZILIMLAR

6.E. TEKNOLOJİ

NÜKLEER ÇİFT KULLANIM UYARI LİSTESİ

(Nükleer Çift Kullanımlı Malzeme, Ekipman, Bileşenler, Yazılımlar ve İlgili Teknolojinin Listesi)

1. ENDÜSTRİYEL EKİPMANLAR

1.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

1.A.1. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip yüksek yoğunluklu (kurşunlu cam veya diğer) "radyasyondan korunma pencereleri" ile bunlar için özel olarak tasarlanmış çerçeveler:

- a. "soğuk alan"ı $0,09 \text{ m}^2$ 'den daha büyük,
- b. yoğunluğu 3 g/cm^3 'den daha büyük, ve
- c. kalınlığı 100 mm veya daha büyük.

Teknik not: 1.A.1.a'da bahsedilen "soğuk alan" terimi, tasarım uygulamalarında en düşük düzeydeki radyasyona maruz kalan pencere görüş alanıdır.

1.A.2. Fonksiyonlarını kaybetmeksizin $5 \times 10^4 \text{ Gy}$ (silikon) ve daha yüksek radyasyon dozuna dayanabilecek şekilde özel olarak tasarlanmış veya bu şekilde sınıflandırılmış radyasyonla sertleştirilmiş TV kameraları veya bunlar için lensler

Teknik not: Gy (silikon) terimi, koruyucu zırhlama yapılmadan iyonlaştırıcı radyasyona maruz bırakılan silikon örneğinin soğurduğu Joule/kg cinsinden enerjiyi tanımlar.

1.A.3. Aşağıdaki gibi olan "robotlar", "manipülatör uçları" ve kontrol üniteleri;

- a. Aşağıdaki özelliklerin herhangi birine sahip "robotlar" veya "manipülatör uçları":
 - 1. Yüksek patlayıcıları *tutma taşıma* işlerinde kullanılmak üzere ulusal güvenlik standartlarına (örn. yüksek patlayıcılar için elektriksel kod sınıflandırmasına) uyacak şekilde özel olarak tasarlanmış olanlar veya
 - 2. Fonksiyonlarını kaybetmeksizin $5 \times 10^4 \text{ Gy}$ (silikon) ve daha yüksek toplam radyasyon dozuna dayanacak şekilde özel olarak tasarlanmış veya bu şekilde sınıflandırılmış olanlar.

Teknik not: Gy (silikon) terimi, koruyucu zırhlama yapılmadan iyonlaştırıcı radyasyona maruz bırakılan silikon örneğinin soğurduğu Joule/kg cinsinden enerjiyi tanımlar.

- b. 1.A.3.a maddesinde tanımlanan "robotlar" veya "manipülatör uçları"ndan herhangi biri için özel olarak tasarlanmış kontrol üniteleri.

Not: 1.A.3. maddesi, nükleer dışı endüstriyel uygulamalar (otomobil boyamada kullanılanlar vb.) için özel olarak tasarlanmış "robot"ları kapsamaz.

Teknik not: 1. "Robotlar"

1.A.3. maddesinde geçen " robot" terimi, sürekli bir hat boyunca veya noktadan noktaya türünden olabilen, algılayıcı kullanabilen ve aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan bir manipülasyon mekanizmasıdır.

(a) Çok fonksiyonlu,

(b) Malzeme, parça, alet veya özel cihazları üç boyutlu uzayda değişken hareketlerle konumlandırabilen veya yönlendirebilen,

(c) Üç veya daha fazla kapalı veya açık döngülü, step motorları da içerebilen servo-aygıtlara sahip olan,

(d) Mekanik müdahale olmaksızın, eğit/uygula metodu veya programlanabilir mantıksal kontrol da dahil elektronik bilgisayar aracılığıyla "kullanıcı tarafından programlanabilir olma" özelliğine sahip olan.

Önemli Not.1: Yukarıda adı geçen "algılayıcılar", çıktısı bir kontrol birimi tarafından kullanılabilen sinyallere dönüştürüldükten sonra "program" üretebilen veya programlanmış komutlar veya sayısal "program" verilerini değiştirebilen, fiziksel bir olguyu saptayan cihazlardır. Bunlar makine görüşlü, dokunma duyarlı, kızılötesi veya akustik görüntü alma özelliği olanlar ile pozisyon ölçen veya optik ya da akustik yöntemle uzaklık ölçen veya kuvvet veya tork ölçebilen "algılayıcıları" içermektedir.

Önemli Not.2: Yukarıda geçen "kullanıcı tarafından programlanabilir olma" deyimini,

(a) Kablolarda veya bağlantılarında fiziksel bir değişiklik veya,

(b) Parametre girişi de dahil olmak üzere fonksiyon kontrollerini ayarlamak

dışında, kullanıcının program eklemesine, modifiye etmesine veya değiştirmesine imkan sağlayan anlamına gelmektedir.

Önemli Not.3: Yukarıdaki açıklama aşağıdaki cihazları içermez:

(a) Sadece elle veya teleoperatörle kontrol edilebilen manipülasyon mekanizmaları,

(b) Mekanik olarak sabitlenmiş programlı hareketlere göre çalışan hareket kabiliyeti sınırlı ve sabit manipülasyon mekanizmaları. Bu "program" mekanik olarak pin ve kam gibi sabit durdurucularla sınırlandırılmıştır. Hareketler serisi ve yol veya açıların seçimi değişken ya da mekanik, elektrik veya elektronik yöntemlerle değiştirilebilme özelliğine sahip değildir.

(c) Mekanik olarak sabitlenmiş programlı hareketlere göre çalışan ve mekanik olarak kontrol edilebilen hareket kabiliyeti değişken manipölasyon mekanizmaları. Bu "program" mekanik olarak pin ve kam gibi sabit ama ayarlanabilir durdurucularla sınırlandırılmıştır. Hareketler serisi ve yol veya açıların seçimi belirli bir program şablonu içinde değişkendir. Bir veya daha fazla hareketli eksende program şablonunun değiştirilmesi (örneğin pinlerin değişmesi veya kamların karşılıklı değişimi) sadece mekanik işlemlerle yapılır.

(d) Mekanik olarak sabitlenmiş programlı hareketlere göre çalışan servo-olmayan kontrollü ve hareket kabiliyeti değişken manipölasyon mekanizmaları. Bu "program" değişken olmasına karşın süreç sadece mekanik olarak sabitlenmiş elektrikli ikili aygıtlar veya ayarlanabilir durduruculardan ikili sinyal gelmesi ile devam edebilir.

(e) Dikey depolama birimlerinin tümleşik bir parçası olarak imal edilmiş ve depolama veya geri alma için birimlerin içeriğine ulaşacak şekilde tasarlanmış kartezyen koordinatlı manipölator sistemler olarak tanımlanan istifleyici vinçler.

2. "Manipölator uçları"

1.A.3. maddesinde geçen "manipölator uçları" tutucular, "aktif işleme üniteleri" ve "robot"un manipölator kolunun sonundaki ana tablaya tutturulmuş diğer aletleri kapsar.

Önemli Not: Burada geçen "aktif işleme üniteleri", iş parçasının algılanmasını, hareket ettirilmesini veya işlem enerjisi verilmesini sağlayan cihazlardır.

1.A.4. Radyokimyasal ayırma işlemlerinde veya sıcak hücrelerde uzaktan hareket sağlamak amacıyla kullanılabilen ve aşağıdaki özelliklerden herhangi birine sahip uzaktan kumandalı manipölatorler:

- a. Duvar içinden çalışabilenler arasından 0,6 m veya daha fazla kalınlıktaki sıcak hücre duvarına girebilme kabiliyeti olanlar veya
- b. Duvar üzerinden çalışabilenler arasından 0,6 m veya daha fazla kalınlıktaki sıcak hücre duvarı üzerinden köprüleme yapabilme kabiliyeti olanlar.

Teknik not: *Uzaktan kumandalı manipölatorler, insan-operatör hareketlerini uzaktan operasyon koluna ve terminal fikstürüne dönüştürmeyi sağlarlar.*

1.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

1.B.1. Akış biçimlendirme makineleri, akış biçimlendirme özelliğine sahip dönüş biçimlendirme makineleri ve mandreller

- a. Aşağıda belirtilen özelliklerin hepsine birden sahip olan makineler:

- 1. Üç veya daha fazla merdanesi olanlar (aktif veya kılavuz olarak) ve

2. İmalatçının teknik şartnamesine göre, "sayısal kontrol" üniteleri veya bilgisayar kontrolü eklenebilenler

b. 75-400 mm arasında iç çapa sahip silindirik rotor yapmak için tasarlanmış, rotor şekillendirici mandreller.

Not: 1.B.1.a maddesi, sadece bir merdanesi metal deformasyonu için tasarlanmış ve mandreli destekleyici fakat deformasyon işlemine doğrudan katılmayan iki yardımcı merdanesi olan makineleri içerir.

1.B.2. Metal, seramik veya kompozit malzemeleri kesme ve talaşlı işlemede kullanılan, imalatçının teknik şartnamesine göre, iki ya da daha fazla eksenle eşzamanlı kontur kontrolü yapan elektronik cihazlar eklenebilen makine tezgahları ve bunların herhangi bir birleşimi:

Önemli Not: İlgili yazılım tarafından kontrol edilen "sayısal kontrol" üniteleri için 1.D.3. maddesine bakınız.

a. 35 mm'den daha büyük çapları işleyebilme özelliğine sahip olan, her türlü düzeltme dahil herhangi bir doğrusal eksenle (genel konumlandırma) "konumlandırma duyarlılığı" ISO 230/2 (1988) uyarınca 6 mm'den daha az olan torna tezgahları.

Not: 1.B.2.a. maddesi, maksimum çubuk çapı 42 mm veya daha az olmak ve ayna bağlanabilme özelliği olmamak koşuluyla sadece çubuk besleyerek işlem yapan bar makinelerini (Swissturn) kontrol etmez. Makineler çapı 42 mm'den az olan iş parçaları için delme ve/veya frezeleme kapasitesine sahip olabilirler.

b. Aşağıdaki özelliklerden herhangi birine sahip freze tezgahları:

1. Her türlü düzeltme dahil herhangi bir doğrusal eksenle (genel konumlandırma) "konumlandırma duyarlılığı" ISO 230/2 (1988) uyarınca 6 mm'den daha az olan,

2. İki ya da daha fazla konturlama dönme eksenine sahip olan veya

3. Kontur kontrolü yapmak için eşzamanlı koordine edilebilen 5 veya daha fazla eksenli olan.

Not: 1.B.2.b. maddesi aşağıdaki özelliklerin ikisine birden sahip olan freze tezgahlarını kontrol etmez.

1. X eksenli boyunca 2 m'den fazla hareket edebilenler ve

2. X eksenli üzerinde genel "konumlandırma duyarlılığı" ISO 230/2 (1988) uyarınca 30 mm'den daha fazla olanlar

c. Aşağıdaki özelliklerden herhangi birine sahip taşlama tezgahları:

1. Her türlü düzeltme dahil herhangi bir doğrusal eksenle (genel konumlandırma) "konumlandırma duyarlılığı" ISO 230/2 (1988) uyarınca 4 mm'den daha az olanlar,

2. İki ya da daha fazla konturlama dönme eksenine sahip olanlar veya

3. Kontur kontrolü yapmak için eşzamanlı koordine edilebilen 5 veya daha fazla eksenli olanlar.

Not: 1.B.2.c. maddesi aşağıdaki taşlama tezgahlarını kontrol etmez.

1. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan silindirik dış, iç, iç dış taşlama makineleri:

- a. Uzunluğu veya dış çapı maksimum 150 mm olan parçaları işleyebilmekle sınırlandırılmış olanlar ve

- b. Eksenleri x, z ve c ile sınırlandırılmış olanlar.

2. Genel konumlandırma duyarlılığı 4 µm'den daha az olan ve z eksenli veya w eksenli olmayan jig taşlama makineleri. Konumlandırma duyarlılığı ISO 230/2 (1988)'e göredir.

d. Tel olmayan tipte Elektriksel Boşaltma Makineleri (EDM, Electrical Discharge Machine)

Not: 1. Belirtilen "konumlandırma duyarlılığı" seviyeleri ISO 230/2 (1988)'e veya her bir tezgahı test etmek yerine varsa her bir tezgah modeli için kullanılan ulusal eşdeğer standarda göre yapılan ölçümlere dayanarak aşağıdaki prosedürler uyarınca türetilir.

Belirtilen "konumlandırma duyarlılığı" seviyelerini hesaplamak için:

- a. İncelenmek üzere bir modelden 5 tane makine seçilir.

- b. Makinelerin doğrusal eksen kesinliği ISO 230/2 (1988)'e göre ölçülür.

- c. Her makinenin her eksenli için kesinlik değerleri (A) hesaplanır. Hesaplama metodu ISO 230/2 (1988) standardında verilmektedir.

- d. Her eksen için ortalama kesinlik değeri belirlenir. Bu ortalama değeri modelin her bir eksenli için ($\hat{A}_x, \hat{A}_y, \dots$) "konumlandırma duyarlılığı" olacaktır.

- e. 1.B.2. maddesi her bir doğrusal eksene karşılık geldiği için, ne kadar doğrusal eksen varsa o kadar "konumlandırma duyarlılığı" değerleri olacaktır.

- f. 1.B.2.a, 1.B.2.b. veya 1.B.2.c. maddeleri uyarınca kontrol edilmeyen makine tezgahlarının herhangi bir eksenli, ISO 230/2 (1988)'e uyarınca, frezeler için 6mm veya daha az veya torna tezgahları için 8mm veya daha az belirtilmiş "konumlandırma duyarlılığı"na sahipse, üretici her 18 ayda bir hassasiyet seviyesini yeniden beyan etmek zorundadır.

Not 2. 1.B.2. maddesi aşağıdaki parçaları işlemekle sınırlandırılmış özel amaçlı makine takımlarını kontrol etmez:

- a. Dişliler,

- b. Krank milleri veya kam milleri,

- c. Aletler veya kesiciler,
- d. Çekme burguları.

Teknik not: 1. Eksenler Uluslararası Standard ISO 841 uyarınca, "Sayısal Kontrol Makineleri- Eksen ve Hareket Terminolojisi"ne göre adlandırılacaktır.

2. İkincil paralel konturlama eksenleri toplam konturlama eksenleri arasında sayılmazlar. (örn. yatay delik işlemede w eksenı veya merkez eksenı ana dönme eksenine paralel olan ikincil dönme eksenı)

3. Dönme eksenlerinin 360 derece dönme zorunluluğu yoktur. Dönme eksenı bir doğrusal cihaz tarafından sürülebilir. (örn. vida veya krameyer dişli)

4. 1.B.2. için, "kontur kontrolü" için eşzamanlı koordine edilebilen eksen sayısı, işleme sırasında parça ile alet arasında bir eksen boyunca veya etrafında gerçekleşen eşzamanlı ve bağlantılı hareketlerin gerçekleştirilebildiği eksen sayısıdır. Bu eksenler, makinenin çalışması esnasında, makinede diğer bir eksen boyunca veya etrafında bağıl hareketlerin gerçekleştirildiği eksenleri içermez. Örneğin;

- a. Taşlama tezgahlarının bileme sistemleri,
- b. Ayrı ayrı iş parçalarının yerleştirilmesi için tasarlanmış paralel dönme eksenleri,
- c. Aynı iş parçasının farklı uçlarından aynaya bağlanmasını sağlamak için tasarlanmış ortak doğrultulu dönme eksenleri.

5. Torna, freze veya taşlama özelliklerinden en az ikisine sahip olan iş tezgahlarında (örneğin freze özelliğine sahip torna makinesi), her özellik kendi türüne göre, 1.B.2.a, 1.B.2.b. ve 1.B.2.c. uyarınca değerlendirilmelidir.

6. 1.B.2.b.3 ve 1.B.2.c.3 maddeleri, hiçbirı dönme eksenı olmayan 5 veya daha fazla eksenli paralel doğrusal kinematik tasarıma dayalı (örn. hexapod) makineleri kapsar.

1.B.3. Boyut kontrol makineleri, aletleri veya sistemleri:

a. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip bilgisayar veya sayısal kontrollü koordinat ölçüm makineleri (Coordinate Measuring Machines-CMM)

1. İki veya daha fazla eksenli olan ve

2. ISO 10360-2(2009) standardına göre test edilmiş olan, maksimum kabul edilebilir (tek boyutlu) uzunluk ölçüm hatası ($E_{0,MPE}$; MPE: Maximum Permissible Error) makinenin işletim aralığı içindeki herhangi bir noktada herhangi bir eksen boyunca (E_{0x} , E_{0y} ya da E_{0z}) $(1,25+L/1000)$ μm 'ye eşit veya daha az (daha iyi) olan koordinat ölçüm makinaları (L, mm cinsinden ölçülmüş uzunluktur).

b. Aşağıda yer alan "doğrusal uzaklık" ölçüm aletleri:

1. 0,2 mm'ye kadar olan ölçme aralığında hassasiyeti 0,2 mm'ye eşit veya daha az temassız ölçme sistemleri,

2. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan doğrusal değişken diferansiyel dönüştürücü (LVDT) sistemler:

a. 5 mm'ye kadar olan ölçme aralığında "doğrusallığı" % 0,1'e eşit veya daha az olan,

b. ± 1 K'lık standart test oda sıcaklığında sapması günde % 0,1'e eşit veya daha iyi (daha az) olan.

3. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan ölçme sistemleri:

a. Lazer içerenler ve

b. Standart sıcaklık ve standart basınçta, ± 1 K sıcaklık aralığı içinde, en az 12 saat çalışma süresince

1. Tam ölçekte 0,1 mm veya daha iyi çözünürlüğü ve

2. $(0,2+L/2000)$ mm'ye eşit veya daha az "ölçme belirsizliği"ni koruyan.

Not: 1.B.3.b.3. maddesi, makine takımları, boyut kontrol makineleri ve benzeri ekipmanlardaki kayma hareketinden doğan hataları ölçen lazer kullanan ve kapalı veya açık döngü geri beslemesi olmayan interferometre ölçüm sistemlerini kontrol etmez.

Teknik Not: 1.B.3.b. maddesinde geçen "doğrusal uzaklık" terimi, ölçüm probu ile ölçülen nesne arasındaki mesafe değişimini tanımlar.

c. "Açısal pozisyon sapması" 0,00025°'ye eşit veya daha az olan açısal deplasman ölçüm aletleri;

Not: 1.B.3.c. maddesi, bir aynanın açısal hareketini saptayan doğrusallaştırılmış (lazer ışığı gibi) ışık kullanan oto-kolimatörler türünden optik aletleri kontrol etmez.

d. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip olan, yarı kabukların eşzamanlı doğrusal açısal tespitini yapan sistemler;

1. Herhangi bir doğrusal eksen boyunca "ölçme belirsizliği" her 5 mm için 3.5 mm'ye eşit veya daha az olan ve

2. "Açısal pozisyon sapması" 0,02°'ye eşit veya daha az olan.

Notlar: 1. 1.B.3. maddesi, ölçme makinesi fonksiyonu için tanımlanmış kriterlere uyan veya bu kriteri aşmak koşuluyla, ölçme makinesi olarak kullanılan makine takımlarını içermektedir.

2. 1.B.3. maddesinde tanımlanan makineler, işletme aralığı içerisinde herhangi bir konumda tanımlanan sınır değeri aşıyorlarsa kontrole tabidirler.

Teknik notlar:

Bu maddedeki bütün ölçüm değerlerinin parametreleri toplam bandı değil, artı/eksi aralığı temsil eder.

1.B.4. Atmosfer kontrollü (vakum veya soygaz) endüksiyon fırınları ve bunların güç kaynakları:

a. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip fırınlar:

1. 1.123 K (850 °C)'den daha yüksek sıcaklıklarda çalışabilen,
2. Endüksiyon bobini 600 mm veya daha küçük çapa sahip olan ve
3. 5 kW veya daha yüksek güç girişi için tasarlanmış olan.

Not: 1.B.4.a. maddesi yarı iletken plakaları işlemek için tasarlanmış fırınları kontrol etmez.

b. 1.B.4.a maddesinde tanımlanan ocaklar için özel olarak tasarlanmış, 5kW veya daha yüksek güç çıkışı veren güç kaynakları.

1.B.5. "İzostatik/Eşbasıncılı presler" ve bunlarla ilgili ekipmanlar:

a. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan "eş basıncılı presler";

1. 69 MPa veya daha yüksek maksimum çalışma basıncına ulaşabilenler ve
2. İç çapı 152 mm'yi geçen boşluğa sahip olanlar.

b. 1.B.5.a. maddesinde belirtilen "eşbasıncılı presler" için özel olarak tasarlanmış dökme kalıplar, maçalar ve kontroller

Teknik notlar: 1. 1.B.5. maddesinde geçen "eşbasıncılı presler", kapalı bir boşluktaki bir malzeme üzerinde bütün yönlerden eşit basınç uygulayabilmek amacıyla çeşitli ortamlar (gaz, sıvı, katı parçacıklar, vb.) yardımıyla kapalı bir boşlukta basınç sağlayabilen ekipmanlardır.

2. 1.B.5. maddesinde geçen boşluk boyutu, çalışma sıcaklığı ve çalışma basıncına ulaşılan ve aksesuar parçaları içermeyen boşluğun boyutudur. Bu boyut, iki boşluktan hangisinin diğerinin içinde olduğuna bağlı olarak, basınç odasının iç çapı veya yalıtılmış fırın odasının iç çapından küçük olmalıdır.

1.B.6. Titreşim test sistemleri, ekipmanları ve bileşenleri:

- a. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan elektrodinamik titreşim test sistemleri:
1. Geri besleme veya kapalı döngü kontrol teknikleri kullanan ve dijital kontrol ünitesi de içeren,
 2. 20 Hz ve 2000 Hz aralığında 10 g RMS veya daha yüksek titreşim kabiliyeti olan ve
 3. "Boş tabla" ile ölçüldüğünde 50 kN veya daha büyük kuvvet yaratabilen.
- b. 1.B.6.a. maddesinde belirtilen sistemler için özel olarak tasarlanmış, titreşim testi için özel olarak hazırlanmış yazılım ile birleşik, gerçek zaman bant genişliği 5 kHz'den daha büyük olan dijital kontrol üniteleri,
- c. 1.B.6.a. maddesinde belirtilen sistemler için kullanılabilen, yükselticili veya yükselticisiz ve "boş tabla" ile ölçüldüğünde 50 kN veya daha büyük kuvvetler oluşturabilen titreştirme üniteleri,
- d. 1.B.6.a. maddesinde belirtilen sistemler için kullanılabilen, birden çok titreşim ünitelerini, "boş tabla" ile ölçüldüğünde yaratabildiği etkin birleşik kuvvet 50 kN veya daha fazlasına ulaşabilen tek bir titreşim sisteminde birleştirmek için tasarımılanan test parçası destek yapıları ve elektronik üniteler.

Teknik not: 1.B.6. maddesinde geçen "boş tabla", sabitleyici veya tutucuları bulunmayan düz tabla veya yüzeylerdir.

1.B.7. Vakum veya atmosfer kontrollü diğer metalürjik ergitme ve döküm fırınları ile bunlara ilişkin ekipmanlar:

- a. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan ark yeniden ergitme ve döküm fırınları;
1. Kullanılabilir elektrot kapasiteleri 1.000 cm³ ve 20.000 cm³ arasında olan ve
 2. 1.700 °C (1.973 K)'nin üzerindeki erime sıcaklıklarında çalışabilenler.
- b. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan elektron demeti ergitme fırınları ile plazma atomizasyon ve ergitme fırınları:
1. Gücü 50 kW veya daha fazla olan ve
 2. 1.200 °C (1.473 K)'nin üzerindeki erime sıcaklıklarında çalışabilenler.
- c. 1.B.7.a. veya 1.B.7.b. maddelerinde tanımlanan fırınlar için özel olarak hazırlanmış bilgisayar kontrol ve izleme sistemleri

1.C. MALZEMELER

Yok.

1.D. YAZILIMLAR

1.D.1. 1.A.3., 1.B.1., 1.B.3., 1.B.5., 1.B.6.a., 1.B.6.b., 1.B.6.d. veya 1.B.7. maddelerinde tanımlanan ekipmanların kullanımı için özel olarak tasarlanmış yazılımlar.

Not: 1.B.3.d. maddesinde tanımlanan sistemler için özel olarak tasarlanmış olan "yazılımlar", eşzamanlı olarak duvar kalınlığı ve kontur ölçme "yazılımları"nı da kapsar.

1.D.2. 1.B.2. maddesinde tanımlanan ekipmanların "geliştirilmesi", "üretimi" veya "kullanımı" için özel olarak tasarlanmış veya geliştirilmiş "yazılımlar".

1.D.3. Elektronik cihazların veya bu cihazları "kontur kontrolü" için eşzamanlı olarak koordine edilebilen beş veya daha fazla interpolasyon eksenini kontrol edebilen "sayısal kontrol" ünitesi fonksiyonuna dönüştürebilen sistemlerin herhangi bir kombinasyonu için olan "yazılımlar".

Notlar: 1. "Yazılımlar", ayrı olarak veya herhangi bir "sayısal kontrol" ünitesinin veya elektronik cihazın veya sistemin herhangi bir parçası olarak ihraç edilse de ihracat kontrolüne tabidir.

2. 1.D.3. maddesi, 1.B.2. maddesinde tanımlanmayan makine tezgahlarını işleten kontrol üniteleri veya makine takımları için imalatçı tarafından özel olarak tasarlanmış veya geliştirilmiş olan "yazılımlar"ı kontrol etmez.

1.E. TEKNOLOJİ

1.E.1. Teknoloji Kontrolleri uyarınca, 1.A. maddesinden 1.D. maddesine kadar tanımlanmış olan ekipman, malzeme veya yazılımların "geliştirilmesi", "üretimi" veya "kullanımı" ile ilgili "teknoloji" kontrole tabidir.

2. MALZEMELER

2.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

2.A.1. Sıvı aktinit metallere dayanıklı malzemeden yapılmış maden ergitme potaları:

a. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan maden ergitme potaları

1. Hacmi 150 cm^3 (150 ml) ve 8.000 cm^3 (8 litre) arasında olanlar ve
2. Ağırlıkça saflık oranı % 98 veya daha fazla olacak şekilde aşağıda belirtilen malzemelerden herhangi biriyle yapılmış veya kaplanmış olanlar
 - a. Kalsiyum florür (CaF_2)
 - b. Kalsiyum zirkonat (metazirkonat) (CaZrO_3)
 - c. Seryum sülfür (Ce_2S_3)
 - d. Erbiyum oksit (erbia) (Er_2O_3)

- e. Hafniyum oksit (hafnia) (HfO_2)
- f. Magnezyum oksit (MgO)
- g. Nitr lenmiş niyobyum-titanyum-tungsten alaşımı (yaklaşık % 50 Nb, % 30 Ti, % 20 W)
- h. İttriyum oksit (yttria) (Y_2O_3)
- i. Zirkonyum oksit (ZrO_2)

b. Aşağıdaki  zelliklerin her ikisine birden sahip olan maden ergitme potaları;

1. Hacmi 50 cm^3 (50 ml) ve 2.000 cm^3 (2 litre) arasında olanlar ve
2. Ağırlıkça saflık oranı %99,9 veya daha fazla olan tantaldan yapılmış veya tantal ile astarlanmış olanlar.

c. Aşağıdaki  zelliklerin hepsine birden sahip olan maden ergitme potaları

1. Hacmi 50 cm^3 (50 ml) ve 2.000 cm^3 (2 litre) arasında olanlar,
2. Ağırlıkça saflık oranı %98 veya daha fazla olan tantaldan yapılmış veya tantal ile astarlanmış olanlar; ve
3. Tantal karbür, nitrür, borit veya bunların herhangi bir kombinasyonu ile kaplanmış olanlar.

2.A.2. Ağır su üretmek veya ağır sudan trityum kazanmak için hidrojen ve su arasındaki hidrojen izotop değişim reaksiyonunu teşvik amacıyla özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış platinlenmiş katalizörler.

2.A.3. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip olan t p formundaki kompozit yapılar:

a. İ   apı 75 – 400 mm arasında olanlar, ve

- b. 2.C.7.a maddesinde tanımlanan “lifli veya filamanlı” malzemelerden veya 2.C.7.c. maddesinde tanımlanan karbondan üretilmiş reçine içeren döküm malzemelerinden yapılmış olanlar.

2.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

2.B.1. Trityum tesisleri ve bunlarla ilgili ekipmanlar:

a. Trityum  retme, kazanma, çıkarma, konsantre etme veya işleme tesisleri,

b. Trityum tesislerinde kullanılan ekipmanlar;

1. 150 W’dan daha yüksek ısı atma kapasitesine sahip olan, -250°C (23 K) veya daha düşük sıcaklıklarda soğutma yapabilen hidrojen veya helyum soğutma  niteleri,

2. Saklama ve saflaştırma ortamı olarak metal hidrürleri kullanan hidrojen izotop saklama ve saflaştırma sistemleri.

2.B.2. Lityum izotop ayırma tesisleri ve bunlarla ilgili ekipmanlar:

- a. Lityum izotoplarını ayırma tesisleri,
- b. Aşağıda belirtilen lityum izotoplarını ayırma ekipmanları;
 1. Lityum amalgamı için özel olarak tasarımlanmış sıvı sıvı değiştirme kolonları,
 2. Cıva veya lityum amalgam pompaları,
 3. Lityum amalgam elektroliz hücreleri,
 4. Yoğunlaştırılmış lityum hidroksit çözeltisi için buharlaştırıcılar.

2.C. MALZEMELER

2.C.1. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip alüminyum alaşımları:

- a. 20 °C (293 K) sıcaklıktaki son gerilme dayanım kabiliyeti 460 MPa veya üzeri olan ve
- b. Dış çapı 75 mm'den büyük tüp şeklinde veya katı silindirik formda (dövme işlemi dahil) olanlar.

Teknik not: 2.C.1.a. maddesinde geçen "kabiliyeti" deyimini alüminyum alaşımlarının ısıtılma işlem öncesi ve sonrası hallerini kapsar.

2.C.2. Berilyum metal, ağırlıkça %50'den fazla berilyum içeren alaşımlar, berilyum bileşikler, bunlardan yapılmış berilyum mamulleri ile bunların atık veya hurdaları,

Not: 2.C.2. maddesi aşağıdakileri kontrol etmez.

- a. X-ışını makineleri veya sondaj deliği açma cihazları için metal pencereler,
- b. Özellikle elektronik bileşen parçaları için tasarımlanmış veya elektronik devreler için substrat formundaki mamul veya yarı mamul oksitler,
- c. Zümrüt veya akuamarin formundaki beril (berilyum ve alüminyum silikatları)

2.C.3. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip bizmut

- a. Ağırlıkça % 99,9 veya daha yüksek saflıkta olan ve
- b. Ağırlıkça 10 ppm (milyon tanede 10 tane)'den daha az gümüş içeren.

2.C.4. Doğal izotopik zenginliğinden daha fazla olacak şekilde Boron-10 (¹⁰B) izotopuna zenginleştirilmiş olan element halindeki boron, boron bileşikler, boron içeren karışımlar, bunlardan yapılmış ürünler, bunların atık veya hurdaları.

Not: 2.C.4. maddesinde geçen "boron içeren karışımlar" boron yüklü malzemeleri de içerir.

Teknik not: Boron-10'un doğal izotopik zenginliği: Ağırlıkça %18,5 (%20 atomik yüzde)

2.C.5. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip kalsiyum

a. Magnezyum dışındaki metalik safsızlık miktarı ağırlıkça 1.000 ppm'den (milyon tanede 1.000 tane) az olan ve

b. Ağırlıkça 10 ppm'den (milyon tanede 10 tane) az boron içeren.

2.C.6. Klortriflorür (ClF_3)

2.C.7. Aşağıda tanımlanan "lifli veya filamanlı malzemeler" ve reçine içerikli döküm malzemeleri:

a. Aşağıdaki özelliklerden herhangi birine sahip olan karbon veya aramidden yapılmış "lifli veya filamanlı malzemeler":

1. "Özgül modül" $12,7 \times 10^6$ m veya daha fazla olan veya

2. "Özgül gerilme dayanımı" $23,5 \times 10^4$ veya daha fazla olan.

Not: 2.C.7.a. maddesi, ağırlıkça % 0,25 veya daha fazla ester bazlı lif yüzey iyileştirici içeren aramid "lifli veya filamanlı malzemeler"i kontrol etmez.

b. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan cam "lifli veya filamanlı malzemeler" :

1. "Özgül modül" $3,18 \times 10^6$ m veya daha büyük olanlar ve

2. "Özgül gerilme dayanımı" $7,62 \times 10^4$ m veya daha büyük olanlar.

c. 2.C.7.a. veya 2.C.7.b. maddesinde tanımlanan karbon veya cam "lifli veya filamanlı malzemeler"den yapılmış, termoset reçine emdirilmiş 15 mm veya daha az genişliği olan sürekli "iplikler", "fitiller", "kıtıklar" veya "şeritler".

Teknik not: Kompozitin matrisini reçine şekillendirmektedir.

Teknik notlar: 1. "Özgül modül", N/m^2 cinsinden Young's modülünün $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($296 \pm 2\text{K}$)'de ve $\%50 \pm 5$ bağıl nem oranında ölçülen N/m^3 cinsinden özgül ağırlığa bölümüdür.

2. "Özgül gerilme dayanımı", N/m^2 cinsinden "son gerilme dayanımının" $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($296 \pm 2\text{K}$)'de ve $\%50 \pm 5$ bağıl nem oranında ölçülen N/m^3 cinsinden özgül ağırlığa bölümüdür.

2.C.8. Hafniyum metali, ağırlıkça %60'tan fazla hafniyum içeren alaşımlar, ağırlıkça %60'tan fazla hafniyum içeren bileşikler, bunlardan yapılmış ürünler ve bunların atık veya hurdaları.

2.C.9. Doğal izotopik zenginliğinden daha fazla olacak şekilde Lityum-6 izotopuna (^6Li) zenginleştirilmiş lityum ve zenginleştirilmiş lityum içeren ürünler veya cihazlar: element halindeki lityum, alaşımlar, bileşikler, lityum içeren karışımlar ile bunların atık veya hurdaları.

Not: 2.C.9. maddesi termoluminesans dozimetreleri kontrol etmez.

Teknik not: Lityum-6'nın doğal izotopik zenginliği: Ağırlıkça %6,5 (%7,5 atomik yüzde)

2.C.10. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip magnezyum:

- a. Kalsiyum dışındaki metalik safsızlık miktarı ağırlıkça 200 ppm'den (ağırlıkça milyon tanede 200 tane) daha az olan ve
- b. Ağırlıkça 10 ppm'den (ağırlıkça milyon tanede 10 tane) daha az boron içeren.

2.C.11. 20°C (293 K) sıcaklıkta 2.050 MPa veya üzeri "son gerilme dayanımı" "kabiliyetinde" olan maryaşlama çelikler.

Not: 2.C.11. maddesi, tüm doğrusal ebatları 75 mm veya daha az olan formları kontrol etmez.

Teknik not: 2.C.11. maddesinde geçen "kabiliyetinde" deyiimi maryaşlama çeliklerinin ısıt işlemleri öncesi veya sonrası hallerini kapsar.

2.C.12. Radyum-226 (^{226}Ra), Radyum-226 alaşımları, Radyum-226 bileşikler, Radyum-226 içeren karışımlar, bunlardan herhangi birini içeren ürünler veya cihazlar.

Not: 2.C.12. maddesi aşağıdakileri kontrol etmez:

- a. Tıbbi aplikatörler,
- b. 0,37 GBq'den (10 miliküri) az Radyum-226 içeren ürün veya cihazlar.

2.C.13. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip titanyum alaşımları:

- a. 20°C (293 K) sıcaklıkta 900 MPa veya üzeri son gerilme dayanımı "kabiliyetinde" olan ve
- b. Dış çapı 75 mm'den büyük olan tüp şeklinde veya katı silindirik formda (dövme işlemi dahil) olanlar.

Teknik not: 2.C.13.maddesinde geçen "kabiliyetinde" deyiimi titanyum alaşımlarının ısıt işlemleri öncesi veya sonrası hallerini kapsar.

2.C.14. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip olan tungsten, tungstenkarbür ve ağırlıkça % 90'dan fazla Tungsten içeren alaşımlar:

- a. İç çapı 100-300 mm arasında değişen içi boş silindirik simetriye sahip formlarda olan (silindir segmentler de dahil) ve
- b. Kütlesi 20 kg'dan fazla olanlar.

Not: 2.C.14. maddesi, tartma ağırlığı veya gama ışını kolimatörleri için özel olarak tasarlanmış mamulleri kontrol etmez.

2.C.15. Ağırlıkça hafniyum içeriği 1 parça hafniyuma 500 parça zirkonyumdan daha az olan zirkonyum(Ağırlıkça hafniyum/zirkonyum oranı: 1/500): Zirkonyum metal, ağırlıkça %50'den fazla zirkonyum içeren alaşımlar, bileşikler, bunlardan yapılmış ürünler ve bunların atık veya hurdaları.

Not: 2.C.15. maddesi, 0,10 mm veya daha az kalınlıktaki folyo formundaki zirkonyumu kontrol etmez.

2.C.16. Nikel tozu ve gözenekli nikel metal:

Önemli Not: Gaz difüzyon bariyerlerinin üretimi için özel olarak hazırlanan nikel tozları için **EK-1**'e bakınız.

a. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip nikel tozu:

1. Nikel saflığı ağırlıkça %99 veya üzeri olan ve

2. ASTM B 330 standardına göre ölçüldüğünde ortalama parçacık boyutu 10 mm'den daha az olanlar.

b. 2.C.16.a. maddesinde tanımlanan malzemeden üretilen gözenekli nikel metal.

Not: 2.C.16 maddesi aşağıdakileri kontrol etmez:

a. Filamanlı nikel tozlar,

b. Plaka başına alanı 1.000 cm²'yi geçmeyen tek kat gözenekli nikel metal plakalar.

Teknik not: 2.C.16.b. maddesinde tanımlanan "gözenekli metal", 2.C.16.a. maddesinde tanımlanan metal malzemenin yapı boyunca birbiri ile bağlantılı gözenekler oluşturacak şekilde sıkıştırılıp sinterlenmesi yoluyla imal edilir.

2.C.17. Trityum, trityum bileşikler, trityum/hidrojen atomu oranı 1/1.000'den daha fazla olacak şekilde trityum içeren karışımlar ve bunları içeren ürünler veya cihazlar.

Not: 2.C.17. maddesi, 1,48x10³ GBq'den daha az trityum içeren ürünleri veya cihazları kontrol etmez.

2.C.18. Helyum-3 (³He), Helyum-3 içeren karışımlar ve bunlardan herhangi birini içeren ürünler veya cihazlar.

Not: 2.C.18. maddesi, 1 g'dan daha az Helyum-3 içeren ürünleri veya cihazları kontrol etmez.

2.C.19. Alfa yarı ömrü 10 gün veya daha fazla ve 200 yıldan daha az olan, aşağıda tanımlanan formlardaki alfa aktif radyonüklidler :

a. Element halinde,

b. Kilogram başına 37 GBq veya daha fazla toplam alfa aktivitesine sahip bileşikler,

c. Kilogram başına 37 GBq veya daha fazla toplam alfa aktivitesine sahip karışımlar,

d.Yukarıda tanımlanan formlardaki malzemelerin herhangi birini içeren ürün veya cihazlar.

Not: 2.C.19. maddesi, 3.7 GBq'den daha az alfa aktivitesi içeren ürün veya cihazları kontrol etmez.

2.D. YAZILIMLAR

Yok.

2.E. TEKNOLOJİ

2.E.1. Teknoloji kontrolleri uyarınca, 2.A. maddesinden 2.D. maddesine kadar tanımlanmış olan ekipman, malzeme veya yazılımların "geliştirilmesi", "üretimi" veya "kullanımı" ile ilgili olan teknoloji kontrole tabidir.

3. URANYUM İZOTOP AYIRMA EKİPMAN VE BİLEŞENLERİ

(Nükleer Transfer Uyarı Listesinde yer almayanlar)

3.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

3.A.1. Aşağıdaki özelliklerden hepsine birden sahip olan frekans değiştiricileri veya jeneratörler:

Önemli Not: Gaz santrifüj işlemi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış frekans değiştiricileri ve jeneratörler **EK-1**'in altında kontrole tabidir.

- a. 40 W veya daha fazla güç sağlayabilen çok faz çıkışlı olan
- b. 600 – 2.000 Hz frekans aralığında çalışabilme kabiliyetinde olan
- c. Toplam harmonik bozunumu %10'dan daha iyi (daha az) olan ve
- d. Frekans kontrolü % 0,1'den daha iyi (daha az) olan

Teknik not: 3.A.1. maddesinde tanımlanan frekans değiştiricileri aynı zamanda

"konvertör" veya "invertör" adlarıyla da bilinirler.

3.A.2. Lazerler, lazer yükselticileri ve osilatörler :

a. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan bakır buhar lazerleri:

1. 500 nm - 600 nm dalga boyu aralığında çalışan ve
2. Ortalama çıkış gücü 40 W veya daha yüksek olan.

b. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan argon iyon lazerleri :

1. 400 nm - 515 nm dalga boyu aralığında çalışan ve
2. Ortalama çıkış gücü 40 W'dan daha yüksek olan.

c. Aşağıdaki özelliklerden herhangi birine sahip olan, çıkış dalga boyu 1.000 nm – 1.100 nm aralığında olan neodim katkılı (camlar dışında) lazerler :

1. Aşağıdaki özelliklerin herhangi birine sahip, darbe zamanı 1 ns veya daha yüksek olan darbe tahrikli ve Q-anahtarlamalı olanlar :

a. Ortalama çıkış gücü 40 W'dan daha yüksek, tekli çapraz mod çıkışlı olan veya

b. Ortalama çıkış gücü 50 W'dan daha yüksek, çoklu çapraz mod çıkışlı olan veya

2. 40W'dan daha yüksek ortalama çıkış gücü ile 500 nm – 550 nm arasında çıkış dalga boyu vermek üzere frekans katlamasını içine alan.

d. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan ayarlanabilir darbeli tek modlu boya lazer osilatörler:

1. 300 nm - 800nm dalga boyu aralığında çalışan,
2. Ortalama çıkış gücü 1 W'dan daha büyük olan,
3. Yineleme hızı 1 kHz'den daha fazla olan ve,
4. Darbe genişliği 100 ns'den daha az olan.

e. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan ayarlanabilir darbeli boya lazer yükselticileri ve osilatörler:

1. 300 nm – 800nm dalga boyu aralığında çalışan,
2. Ortalama çıkış gücü 30 W'dan daha büyük olan,
3. Yineleme hızı 1 kHz'den daha fazla olan ve,
4. Darbe genişliği 100 ns'den az olan,

Not: 3.A.2.e. maddesi tek modlu osilatörleri kontrol etmez.

f. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan aleksandrit lazerleri:

1. 720 nm – 800 nm dalga boyu aralığında çalışan,
2. Bant genişliği 0,005 nm veya daha az olan,
3. Yineleme hızı 125 Hz'den daha fazla olan ve,
4. Ortalama çıkış gücü 30 W'dan daha büyük olan.

g. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan darbeli karbondioksit lazerleri:

1. 9.000 nm – 11.000 nm dalga boyu aralığında çalışan,
2. Yineleme hızı 250 Hz'den daha fazla olan,
3. Ortalama çıkış gücü 500 W'dan daha büyük olan ve,
4. Darbe genişliği 200 ns'den az olan.

Not: 3.A.2.g. maddesi, kesme ve kaynak yapma gibi uygulamalarda kullanılan, yüksek güçlü (tipik olarak 1kW - 5kW) endüstri tipi CO₂ lazerleri (bu lazerler sürekli veya darbe genişliği 200 ns'den daha yüksek darbeli de olsa) kontrol etmez.

h. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan darbeli excimer lazerler (XeF, XeCl, KrF):

1. 240nm – 360 nm dalga boyu aralığında çalışan,
2. Yineleme hızı 250 Hz'den daha fazla olan ve,
3. Ortalama çıkış gücü 500 W'dan daha büyük olan.

- i. 16 mm çıkış dalga boyunda ve 250 Hz'den daha yüksek yinleme hızında çalışmak üzere tasarlanmış para-hidrojen Raman değıştiriciler.

3.A.3. Aşığıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan vanalar:

- a. Nominal boyutu 5mm veya daha büyük olan,
b. Körük contalı olan ve,
c. Alüminyum, alüminyum alaşımı, nikel veya ağırlıkça %60'dan fazla nikel içeren nikel alaşımından yapılmış veya kaplanmış olan.

Teknik not: Çeşitli giriş ve çıkış çaplarına sahip vanalar için 3.A.3.a. maddesinde geçen "nominal boyut" parametresi, en küçük çapı işaret etmektedir.

3.A.4. Aşığıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan süper iletken solenoit elektromıknatıslar:

- a. 2 T (Tesla)'dan daha fazla manyetik alan oluşturma kapasitesine sahip olan,
b. Uzunluğun iç çapa oranı 2'den daha büyük olan,
c. İç çapı 300 mm'den daha büyük olan ve,
d. Manyetik alanı, iç hacminin merkezi % 50'sinde % 1'den daha düzgün olan.

Not: 3.A.4. maddesi, tıbbi nükleer manyetik rezonans (NMR) görüntüleme sistemlerinin "bir parçası olmak üzere" özel olarak tasarımılanan ve ihraç edilen mıknatısları kontrol etmez.

Önemli Not: "Bir parçası olmak üzere" deyimini, sadece aynı kargoda tek bir fiziksel parça olarak anlaşılmamalıdır. "Bir parçası olmak üzere" ilişkisinin tanımı ilgili ihracat dokümanlarında açık ve net olarak ortaya konulmak şartıyla, farklı kaynaklardan ayrı ayrı kargolar şeklinde izin verilebilir.

3.A.5. Aşığıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip olan yüksek güç doğru akım güç kaynakları:

- a. 8 saatlik bir zaman periyodu boyunca, 500 A veya daha büyük akım çıkışlı, 100 V veya daha fazla sürekli gerilim üretme özelliğine sahip olan ve
- b. 8 saatlik bir zaman periyodu boyunca, %0,1'den daha iyi akım veya voltaj kararlılığı olan.

3.A.6. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip olan yüksek-voltaj doğru akım güç kaynakları :

- a. 8 saatlik bir zaman periyodu boyunca, 1 A veya daha büyük akım çıkışlı, 20 kV veya daha fazla sürekli gerilim üretme özelliğine sahip olan; ve
- b. 8 saatlik bir zaman periyodu boyunca, % 0.1'den daha iyi akım veya voltaj kararlılığı olan.

3.A.7. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip olan, 0 kPa - 13 kPa aralığındaki herhangi bir noktada mutlak basıncı ölçebilen basınç dönüştürücüler (transdüörler):

- a. Basınç algılama elemanları alüminyum, alüminyum alaşımı, nikel veya ağırlıkça % 60 veya üzeri nikel içeren nikel alaşımından yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş olan ve,

b. Aşağıdaki özelliklerden herhangi birine sahip olan:

- 1. Tam ölçeği 13 kPa'dan daha küçük olan ve "doğruluk"u tam ölçeğin $\pm$ %1'inden daha iyi olan; veya
- 2. Tam ölçeği 13 kPa ve daha büyük olan ve "doğruluk"u ± 130 Pa'dan daha iyi olan.

Teknik not: 1. 3.A.7. maddesinde tanımlanan basınç dönüştürücüleri, basınç ölçümlerini elektrik sinyallerine çeviren cihazlardır.

2. 3.A.7. maddesinde geçen "doğruluk" terimi, ortam sıcaklığındaki histerezis, yinelenebilirlik ve doğrusalsızlığı (non-linearity) içerir.

3.A.8. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan vakum pompaları:

- a. Giriş boğaz boyutu 380 mm veya daha fazla olan,
- b. Pompalama hızı $15 \text{ m}^3/\text{s}$ veya daha yüksek olan ve,
- c. Nihai vakum üretebilme kabiliyeti 13,3 mPa'dan daha iyi olan.

Teknik not: 1. Pompalama hızı, ölçüm noktasında azot gazı veya hava ile belirlenir.

2. Nihai vakum, pompa girişinde pompa girişi bloke edilerek belirlenir.

3.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

3.B.1. Flor üretiminde kullanılan, saat başına 250 g'dan daha fazla flor üretim çıkış kapasitesine sahip elektrolitik hücreler.

3.B.2. Aşağıda tanımlanan rotor fabrikasyon veya montaj ekipmanı, rotor doğrultma ekipmanı, körük oluşturma mandrel ve kalıpları:

a. Gaz santrifüj tüp bölümlerinin, deflektör plakalarının, uç kapaklarının montajı için rotor montaj ekipmanı.

Not: 3.B.2.a. maddesi, hassas mandrelleri, mengeneleri ve sıkı geçme makinelerini kapsar.

b. Gaz santrifüj rotor tüp bölümlerini ortak bir eksene hizalamak için kullanılan rotor doğrultma ekipmanı

Teknik not: 3.B.2.b. maddesinde geçen ekipmanlar, normalde bilgisayara bağlı hassas ölçüm problemlerini içermektedir. Bu sayede, örneğin, rotor tüp bölümlerini hizalamada kullanılan pnömatik tokmakların hareketleri kontrol edilmektedir.

c. Tek kıvrımlı körüklerin üretimi için körük oluşturma mandrelleri ve kalıplar.

Teknik not: 3.B.2.c. maddesinde işaret edilen körükler, aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahiptir:

1. İç çapı 75 mm - 400 mm arasındadır.

2. Uzunluğu 12,7 mm veya üzeridir.

3. Tek-kıvrım derinliği 2 mm'den daha fazladır ve,

4. Yüksek dayanımlı alüminyum alaşımları, maryaşlama çelik veya yüksek dayanımlı "lifli veya filamanlı" malzemelerden yapılmışlardır.

3.B.3. Sabit veya hareketli, yatay veya düşey santrifüjlü çok düzlemlı balans makineleri:

a. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan, 600 mm veya daha büyük uzunluklardaki esnek rotorları balans amacıyla tasarımlanmış santrifüjlü balans makineleri:

1. Sallanma veya gezinme çapı 75 mm'den fazla olan,
2. Kütle kapasitesi 0,9 kg – 23 kg arasında olan ve,
3. 5.000 rpm'den (dakikadaki dönme sayısı) daha büyük dönme hızlarını balans edebilen.

b. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan, içi boş silindirik rotor bileşenlerini balans ayarı yapmak amacıyla tasarımlanmış santrifüjlü balans makineleri:

1. Gezinme çapı 75 mm'den daha büyük olan,
2. Kütle kapasitesi 0,9 kg – 23 kg arasında olan,
3. Düzlem başına 0,01 kg x mm/ kg veya daha az bir "artık dengesizliğe" kadar dengeleyebilen ve,
4. Kayış sürücü tipte olan.

3.B.4. Filaman sargı makineleri ve ilgili ekipmanlar;

a. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan filaman sargı makineleri

1. Lifleri konumlandırma, sarma ve dolama hareketleri iki veya daha fazla eksenle düzenlenmiş ve programlanmış olan,
2. "Lifli veya filamanlı malzemelerden" kompozit yapılar veya laminatlar imal etmek için özel olarak tasarımlanmış olan ve,
3. Çapları 75 mm- 400 mm arasında, uzunluğu 600 mm'den fazla olan silindirik rotorları döndürebilen,

b. 3.B.4.a. maddesinde tanımlanan filaman sargı makineleri için koordinasyon ve programlama kontrolleri yapan,

c. 3.B.4.a. maddesinde tanımlanan filaman sargı makineleri için hassas mandreller.

3.B.5. 50 mA veya daha büyük toplam iyon demeti akımı sağlayabilen, tekli veya çoklu iyon kaynakları için tasarımlanmış veya donatılmış elektromanyetik izotop ayırıcılar.

Notlar: 1. 3.B.5. maddesi, uranyumun yanı sıra kararlı izotopları da zenginleştirebilen ayırıcıları kapsar.

Önemli Not: Kurşun izotoplarını bir kütle birimi farklılıkla ayırabilme kabiliyetine sahip olan ayırıcılar, uranyum izotoplarını üç birim kütle farklılıkla ayırabilme kabiliyetine sahiptirler.

2. 3.B.5. maddesi, iyon kaynakları ve kolektörleri manyetik alan içinde veya dışında olan iki tip ayırıcıyı da kapsar.

Teknik not: Bir 50 mA iyon kaynağı, doğal zenginlikteki besleme ile yılda 3 g ayrıştırılmış "Yüksek Zenginlikli Uranyum"dan (HEU) daha fazlasını üretmez.

3.B.6. Atomik kütle birimi 230 veya daha büyük iyonları ölçebilen ve 230'da 2 parçadan daha iyi bir çözünürlüğe sahip kütle spektrometreleri ve bunların iyon kaynakları:

Önemli Not: Uranyum hekzaflorürün örneklerini çevrimiçi analiz etmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kütle spektrometreleri EK-1'in kontrolü altındadır.

- a. İndüktif olarak birleştirilmiş plazma kütle spektrometreleri (ICP/MS),
- b. Işıl deşarj (glow discharge) kütle spektrometreleri (GDMS),
- c. Termal iyonizasyon kütle spektrometreleri (TIMS),
- d. UF_6 'ya dayanıklı malzeme ile yapılmış, kaplanmış veya astarlanmış kaynak bölümüne sahip elektron bombardıman kütle spektrometreleri,
- e. Aşağıdaki özelliklerden herhangi birine sahip olan moleküler demet kütle spektrometreleri:
 1. Kaynak bölümü paslanmaz çelik veya molibden ile yapılmış, kaplanmış veya astarlanmış ve $-80^{\circ}C$ 'ye (193 K) veya daha aşağısına kadar soğutabilen bir soğuk kapan ile donatılmış olan,
 2. Kaynak bölümü UF_6 'ya dayanıklı malzeme ile yapılmış, kaplanmış veya astarlanmış olan,
- f. Aktinitler veya aktinit florürleri için tasarlanmış mikroflorlaştırma iyon kaynağı ile donatılmış olan kütle spektrometreleri.

3.C. MALZEMELER

Yok.

3.D. YAZILIMLAR

3.D.1. 3.B.3. veya 3.B.4. maddelerinde tanımlanan ekipmanların "kullanımı" için özel olarak tasarlanmış "yazılımlar".

3.E. TEKNOLOJİ

3.E.1. Teknoloji kontrolleri uyarınca, 3.A. maddesinden 3.D. maddesine kadar tanımlanmış olan ekipman, malzeme veya yazılımların "geliştirilmesi", "üretimi" veya "kullanımı" ile ilgili teknoloji kontrole tabidir.

4. AĞIR SU ÜRETİM TESİSİ İLE İLGİLİ EKİPMANLAR

(Nükleer Transfer Uyarı Listesindekilerde yer almayanlar)

4.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

4.A.1. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan, ağır suyu normal sudan ayırmakta kullanılan özel paketler:

- a. Nemlendirilebilirliği/ıslanabilirliği iyileştirmek için kimyasal işlemden geçirilmiş fosfor bronz ızgaradan yapılmış olan ve
- b. Vakum damıtma kulelerinde kullanılmak için tasarlanmış olan.

4.A.2. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan, konsantre veya seyreltik potasyum amid katalizör solüsyonlarının sıvı amonyak (KHN_2/NH_3) içerisinde dolaşımını sağlayabilen pompalar:

- a. Hava geçirmez (hermetik olarak contalanmış) olan,
- b. Kapasitesi $8,5 \text{ m}^3/\text{saat}$ 'dan daha fazla olan ve,
- c. Aşağıdaki özelliklerden herhangi birine sahip olan:
 1. Konsantre potasyum amid solüsyonları (%1 veya üzeri) için çalışma basıncı $1,5 \text{ MPa} - 60 \text{ MPa}$ arasında olan veya
 2. Seyreltik potasyum amid solüsyonları (%1'den az) için çalışma basıncı $20 \text{ MPa} - 60 \text{ MPa}$ arasında olan.

4.A.3. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan turbo genleştiriciler veya turbo genleştirici kompresör setleri:

- a. -238°C (35 K) veya altındaki çıkış sıcaklığında çalışmak için tasarlanmış olan ve,
- b. 1.000 kg/saat veya üzeri hidrojen gazı işlem hacmi için tasarlanmış olan.

4.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

4.B.1. Aşağıda belirtilen, su hidrojen sülfür değiştirme tabla kolonları ve dahili kontaktörler:

Önemli Not: Ağır su üretimi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kolonlar için EK-1'e bakınız.

a. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan su hidrojen sülfür değiştirme tabla kolonları:

1. 2 MPa veya üzeri basınçlarda çalışabilen,
2. Östenitik ASTM (veya eşdeğer standartta) tanecik boyut numarası 5 veya üzeri olan karbon çelikten yapılmış olan ve,
3. Çapı 1,8 m veya üzeri olan.

b. 4.B.1.a. maddesinde tanımlanan su hidrojen sülfür değiştirme tabla kolonları için dahili kontaktörler.

Teknik not: Kolonların dahili kontaktörleri, 1,8 m veya üzeri etkin demet çapına sahip, karbon içeriği % 0,03 veya daha az olan paslanmaz çeliklerden yapılmış ve ters akım kontağını kolaylaştırmak için tasarlanmış olan bölmeler halinde tablalardır. Bunlar elek tablaları, vana tablaları, baloncuk kapak tablaları veya turbo ızgara tablalar olabilirler.

4.B.2. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan hidrojen kriyojenik damıtma kolonları:

- a. -238°C (35 K) veya daha düşük iç sıcaklıklarda çalışmak üzere tasarlanmış olan,
- b. 0,5 MPa – 5 MPa aralığındaki iç basınçlarda çalışmak üzere tasarlanmış olan,
- c. Aşağıdakilerden herhangi biriyle yapılmış olan;

1. Östenitik ASTM (veya eşdeğer standartta) tanecik boyut numarası 5 veya üzeri olan, düşük kükürt içeriğine sahip 300 serisi paslanmaz çelikten yapılmış olan veya
2. Hem kriyojenik hem de H₂ uyumlu eşdeğer bir malzemeden yapılmış olan ve
- d. İç çapı 1 m veya üzeri ve etkin uzunluğu 5 m veya üzeri olan.

4.B.3. Sentez gazlarının (azot ve hidrojen) amonyak/hidrojen yüksek basınç değiştirme kolonlarından çekildiği ve sentezlenmiş amonyağın adı geçen kolona döndürüldüğü amonyak sentezleme dönüştürücüleri veya sentezleme üniteleri.

4.C. MALZEMELER

Yok.

4.D. YAZILIMLAR

Yok.

4.E. TEKNOLOJİ

4.E.1. Teknoloji kontrolleri uyarınca, 4.A. maddesinden 4.D. maddesine kadar tanımlanmış olan ekipman, malzeme veya yazılımların "geliştirilmesi", "üretimi" veya "kullanımı" ile ilgili teknoloji kontrole tabidir.

5. NÜKLEER PATLAYICI CİHAZLARI GELİŞTİRMEK İÇİN TEST VE ÖLÇÜM EKİPMANLARI

5.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

5.A.1. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan foto çoğaltıcı (fotomultiplikatör) tüpler:

- a. Fotokatot alanı 20 cm²'den daha büyük olan ve
- b. Anot darbe yükselme zamanı 1 ns'den daha az olan.

5.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

5.B.1. Aşağıdaki özellik setlerinden herhangi birine sahip olan flaş X-ışını jeneratörleri veya darbeli elektron hızlandırıcıları:

a. 1. Hızlandırıcı pik elektron enerjisi 500 keV veya daha fazla fakat 25 MeV'den daha az olan ve

2. Nitelik katsayısı (K) 0,25 veya daha büyük olan veya,

b. 1. Hızlandırıcı pik elektron enerjisi 25 MeV veya daha fazla olan ve

2. Pik gücü 50 MW'dan daha yüksek olan.

Not: 5.B.1. maddesi, elektron demeti veya X-ışını radyasyon (örn. elektron mikroskobu) amaçları dışında tasarımlanmış cihazların bileşen parçaları olan veya tıbbi amaçlar için tasarımlanmış olan hızlandırıcıları kontrol etmez.

Teknik not: 1. "Nitelik katsayısı" (K) : $K=1,7 \times 10^3 V^{2.65} Q$ olarak tanımlanır. V, milyon elektron Volt içindeki pik elektron enerjisidir. Eğer hızlandırıcı demet darbe süresi 1ms'ye eşit veya daha az ise, bu durumda Q Coulombs cinsinden toplam hızlandırılmış yük olacaktır. Eğer hızlandırıcı demet darbe süresi 1 ms'den daha büyük ise, Q ms içindeki maksimum hızlandırılmış yük olacaktır. $Q = \int i dt$, i = Amper cinsinden demet akımı, t = saniye cinsinden zamandır.

2. Pik güç = (Volt cinsinden pik potansiyeli) x (Amper cinsinden pik demet akımı)

3. Mikrodalga hızlandırıcı boşluklara dayalı makinelerde demet darbe süresi, 1ms'den veya bir mikrodalga modülatör darbesi sonucu oluşan toplam demet destesinin demet darbe süresinden daha azdır.

4. Mikrodalga hızlandırıcı boşluklara dayalı makinelerde pik demet akımı, toplam demet destesinin demet darbe süresindeki ortalama akımıdır.

5.B.2. Mermileri 2 km/s veya daha fazlasına hızlandırabilen çok kademeli hafif gaz silahları veya diğer yüksek hızlı silah sistemleri (bobin, elektromanyetik ve elektrotermal tipte olanlar ile diğer gelişmiş sistemler).

5.B.3. Aşağıda belirtilen mekanik döner aynalı kameralar ve bunlar için özel olarak tasarımlanmış bileşenler:

a. Saniyede 225.000 kareden daha fazla kayıt hızı olan kareleme kameralar (framing cameras)

b. 0.5 mm/ μ s'den daha büyük yazma hızına sahip hat kameralar (streak cameras).

Not: 5.B.3. maddesinde geçen kameralar için özel olarak tasarlanmış bileşenler, bu bileşenlerin türbinler, aynalar ve rulmanlar içeren rotor demetlerini ve senkronizasyon elektronik ünitelerini içerir.

5.B.4. Aşağıda belirtilen elektronik hat kameraları, elektronik kareleme kameraları, tüpler ve cihazlar:

a. 50 ns veya daha az zaman çözünürlük yeteneğine sahip olan elektronik hat kameraları,

b. 5.B.4.a. maddesinde tanımlanan kameralar için hat tüpleri,

c. 50 ns veya daha az pozlama süresi olan elektronik (veya elektronik olarak poz süresi ayarlayan kareleme kameraları,

d. 5.B.4.c. maddesinde tanımlanan kameralarla kullanılan kareleme tüpleri ve katı hal görüntüleme cihazları:

1. Fotokatot levhası direncini azaltmak için bir saydam iletken kaplama üzerine kaplanmış fotokatoda sahip, yaklaşım odaklamalı görüntü yoğunlaştırıcı tüpler,
2. Fotoelektronların SIT plakasına çarpmadan fotokatoddan çıkışını sağlayan hızlı bir sistem olan hedef silikon odaklayıcı (SIT) vidikon tüpler,
3. Kerr veya Pockel hücre elektro-optik pozlama süresi,
4. 5.B.4.c. maddesinde tanımlanan kameralar için özel olarak tasarlanmış, 50ns'den daha kısa hızlı görüntü tetikleme zamanına sahip diğer kareleme tüpleri ve katı hal görüntüleme cihazları.

5.B.5. Hidrodinamik deneyler için özel cihazlar;

a. 10 ms'den daha az zaman aralıklarında 1 km/s'yi geçen hızları ölçen hız interferometreleri,

b. 10 GPa'dan daha yüksek basınçlar için kullanılan manganin ölçücüler,

c. 10 GPa'dan daha büyük basınçlar için kuvars basınç dönüştürücüleri.

Not: 5.B.5.a. maddesi, VISAR'ları (Herhangi bir reflektör için hız interferometre sistemleri) ve DLI'ları (Dopler Lazer İnterferometreleri) içermektedir.

5.B.6. Aşağıdaki özelliklerden her ikisine birden sahip yüksek hız darbe jeneratörleri:

- a. 55 ohm'dan daha az rezistif yüke 6 V'dan daha fazla çıkış voltajı olan ve
- b. "Darbe geçiş süresi" 500 ps'den az olan.

Teknik Not: 5.B.6.b. maddesinde geçen "darbe geçiş süresi", %10 - %90 arası voltaj genliğindeki zaman aralığıdır.

5.C. MALZEMELER

Yok.

5.D. YAZILIMLAR

Yok.

5.E. TEKNOLOJİ

5.E.1. Teknoloji kontrolleri uyarınca, 5.A. maddesinden 5.D. maddesine kadar tanımlanmış olan ekipman, malzeme veya yazılımların "geliştirilmesi", "üretimi" veya "kullanımı" ile ilgili "teknoloji" kontrole tabidir.

6. NÜKLEER PATLAYICI CİHAZLAR İÇİN BİLEŞENLER

6.A. EKİPMANLAR, DÜZENEKLER VE BİLEŞENLER

6.A.1. Aşağıda belirtilen detonatörler (fünye) ve çok noktalı başlatma sistemleri:

a. Elektrik güdümlü patlayıcı detonatörler aşağıdaki gibidir:

- 1. Patlatma köprüsü (EB),
- 2. Patlatma köprüsü teli (EBW),
- 3. Çarpıcı (slapper),
- 4. Patlatma folyosu başlatıcısı (EFI).

- b. 5.000 mm²'den daha büyük alanda 2,5 ms'den daha az başlatma zaman yayılımı ile tek bir ateşleme sinyalinden neredeyse eşzamanlı olarak patlayıcı yüzey başlatmak için tasarlanmış tekli veya çoklu detonatörlerde kullanan düzenekler.

Not: 6.A.1. maddesi, kurşun azit gibi birincil patlayıcılar kullanan detonatörleri kontrol etmez.

Teknik not: 6.A.1. maddesinde belirtilen detonatörlerin hepsi, üzerinden hızlı ve yüksek akımlı bir elektrik sinyali geçtiği zaman patlayarak buharlaşan küçük bir elektrik iletkeni (köprü, köprü teli veya folyo) kullanırlar. Çarpma tipi olmayan detonatörler (nonslapper), yüksek patlama özelliğine sahip iletken bir madde ile (örn. PETN, pentaerythritoltetranitrate) kimyasal patlamayı başlatır. Çarpma (slapper) tipi detonatörlerde, iletkenin patlayıcı bir şekilde buharlaşması ve cihaz içerisinde iletkenin tutturulduğu uçlar arasındaki boşlukta meydana gelen patlama sonucu kimyasal patlama oluşur. Bazı tasarımlarda çarpma manyetik alanla sağlanabilmektedir. "Patlatma folyosu detonatörü" terimi ya EB'ye ya da çarpma tipi detonatör terimine karşılık gelmektedir. "Başlatıcı" kelimesi bazen "detonatör" kelimesi yerine de kullanılabilmektedir.

6.A.2. Aşağıda belirtilen ateşleme setleri ve eşdeğer yüksek akımlı darbe jeneratörleri;

- a. 6.A.1. maddesinde tanımlanan çoklu kontrollü detonatörleri harekete geçirmek için tasarlanmış patlayıcı detonatör ateşleme setleri,

- b. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip modüler elektrikli darbe jeneratörleri:

1. Portatif, mobil veya dayanıklılık gerektiren kullanımlar için tasarlanmış olan,
2. Toz geçirmez şekilde kapatılmış olan,
3. Enerjisini 15 ms'den daha kısa sürede aktarabilme kabiliyeti olan,
4. Çıkışı 100 A'dan fazla olan,
5. 40 ohm'dan daha az yüke, "yükselme zamanı" 10 ms'den daha az olan,
6. 25,4 cm'den daha büyük boyutu olmayan,
7. Ağırlığı 25 kg'dan az olan ve,
8. -50°C ile 100°C (223 K - 373 K) sıcaklık aralığında çalışır olduğu veya havacılık uygulamaları için uygun olduğu belirlenmiş olan.

Not: 6.A.2.b. maddesi ksenon flaş lamba sürücüsünü içerir.

Teknik not: 6.A.2.b.5. maddesinde geçen "yükselme zamanı rezistif bir yük sürülürken akım genliğinin %10'dan %90'a çıkması için gereken süredir.

6.A.3. Aşağıda belirtilen anahtarlama cihazları:

a. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan kıvılcım boşluk benzeri çalışan, gaz dolu olan veya olmayan soğuk katot tüpleri:

1. 3 veya daha fazla elektrot içeren,
2. Anot pik voltajı 2,5 kV veya daha büyük olan,
3. Anot pik akımı 100 A veya daha fazla olan ve,
4. Anot gecikme zamanı 10 ms veya daha az olan.

Not: 6.A.3.a. maddesi gaz kritron tüpleri ve vakum spritron tüplerini içerir.

b. Aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan tetikli kıvılcım boşlukları düzenekleri:

1. Anot gecikme zamanı 15 ms veya daha az olan ve,
2. Pik akımı 500 A veya daha fazlasına ayarlanmış olan,

c. Aşağıdaki özelliklerin hepsine birden sahip olan hızlı anahtarlama fonksiyonlu modüller veya düzenekler:

1. Anot pik voltaj ayarı 2 kV'dan daha büyük olan,
2. Anot pik akım ayarı 500 A veya daha fazla olan ve,
3. Açma süresi 1 ms veya daha az olan.

6.A.4. Aşağıdaki özellik setlerinden herhangi birine sahip olan darbe deşarj kapasitörleri:

- a. 1. Çalışma gerilimi 1,4 kV'dan daha büyük olan,
2. Enerji depolaması 10 J'dan daha büyük olan,
3. Sığası 0,5 mF'dan daha büyük olan ve,

4. Seri indüktansı 50 nH'den az olan.

veya

b. 1. Çalışma gerilimi 750 V'dan daha büyük olan,

2. Sığası 0,25 mF'dan daha büyük olan ve,

3. Seri indüktansı 10 nH'den az olan.

6.A.5. Tüpler de dahil olmak üzere aşağıdaki özelliklerin her ikisine birden sahip olan nötron jeneratör sistemleri:

a. Dışarıdan vakum sistemi olmadan çalışacak şekilde tasarımlanmış olan ve

b. Trityum-döteryum nükleer reaksiyonunu tetiklemek için elektrostatik hızlandırma kullanan.

6.B. TEST VE ÜRETİM EKİPMANLARI

Yok.

6.C. MALZEMELER

6.C.1 Ağırlıkça oranı % 2'den daha fazla olacak şekilde aşağıdakilerden herhangi birini içeren yüksek patlayıcı maddeler veya karışımlar:

a. Cyclotetramethylenetetranitramine (HMX) (CAS 2691-41-0),

b. Cyclotrimethylenetrinitramine (RDX) (CAS 121-82-4),

c. Triaminotrinitrobenzene (TATB) (CAS 3058-38-6),

d. Hexanitrostilbene (HNS) (CAS 20062-22-0),

e. Kristal yoğunluğu 1,8 g/cm³'den daha fazla ve patlama hızı 8.000 m/s'den daha yüksek olan herhangi bir patlayıcı.

6.D. YAZILIMLAR

Yok.

6.E. TEKNOLOJİ

6.E.1. Teknoloji kontrolleri uyarınca, 6.A. maddesinden 6.D. maddesine kadar tanımlanmış olan ekipman, malzeme veya yazılımların "geliştirilmesi", "üretimi" veya "kullanımı" ile ilgili "teknoloji" kontrole tabidir.

KISALTMALAR

A	Amper
Bq	Becquerel
°C	Derece Celcius
CAS	Chemical Abstracts Service
Ci	Curie
dB	desibel
g	gram
GBq	gigaBecquerel
GHz	gigaHertz
GPa	gigaPascal
Gy	Gray
Hz	Hertz
hs	saniye
J	Joule
K	Kelvin
keV	kilo elektron volt
kHz	kiloHertz
kN	kiloNewton
kPa	kiloPascal
kV	kiloVolt
kW	kiloWatt
m	metre
mA	miliamper
MeV	milyon elektron volt

MHz	megaHertz
ml	mililitre
mm	milimetre
Mpa	megaPascal
mPa	miliPascal
MW	megaWatt
μF	mikroFarad
μm	mikrometre
μs	mikrosaniye
N	Newton
nm	nanometre
ns	nanosaniye
nH	nanoHenry
ps	pikosaniye
rpm	dakikadaki devir sayısı
T	Tesla
V	Volt
W	Watt