

# T.C. Resmî Gazete

## Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğüne Yayınlanır

Kuruluş : 7 Ekim 1920

12 Temmuz 2001  
PERŞEMBE

Sayı : 24460

### Karar Sayısı : 2001/2643

6 Temmuz 2000 tarihinde Viyana'da imzalanan ekli "Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Andlaşmasına İlişkin Olarak Güvenlik Denetiminin Uygulanmasına Dair Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı Arasındaki Anlaşmaya Ek Protokol'un onaylanması; Dışişleri Bakanlığının 15/5/2001 tarihli ve ESGY-I-1361 sayılı yazısı üzerine, 31/5/1963 tarihli ve 244 sayılı Kanunun 3 üncü ve 5 inci maddelerine göre, Bakanlar Kurulu'nca 7/6/2001 tarihinde kararlaştırılmıştır.

**Ahmet Necdet SEZER**  
CUMHURBAŞKANI

Bülent ECEVİT  
Başbakan

D. BAHÇELİ  
Devlet Bak. ve Başb. Yrd.

Prof. Dr. T. TOSKAY  
Devlet Bakanı

Dr. Y. KARAKOYUNLU  
Devlet Bakanı

H. GEMİCİ  
Devlet Bakanı

Prof. Dr. R. MİRZAOĞLU  
Devlet Bakanı V.

R. K. YÜCELEN  
İçişleri Bakanı

K. AYDIN  
Bayındırlık ve İskân Bakanı

Y. OKUYAN  
Çalışma ve Sos. Güv. Bakanı

E. MUMCU  
Turizm Bakanı

H. H. ÖZKAN  
Devlet Bak. ve Başb. Yrd.

M. KEÇECİLER  
Devlet Bakanı

M. YILMAZ  
Devlet Bakanı

Prof. Dr. Ş. ÜŞENMEZ  
Devlet Bakanı

R. ÖNAL  
Devlet Bakanı

İ. CEM  
Dışişleri Bakanı

Doç. Dr. O. DURMUŞ  
Sağlık Bakanı

A. K. TANRIKULU  
Sanayi ve Ticaret Bakanı

Prof. Dr. N. ÇAĞAN  
Orman Bakanı

M. YILMAZ  
Devlet Bak. ve Başb. Yrd.

F. ÜNLÜ  
Devlet Bakanı V.

Prof. Dr. R. MİRZAOĞLU  
Devlet Bakanı

E. S. GAYDALI  
Devlet Bakanı

Prof. Dr. H. S. TÜRK  
Adalet Bakanı

S. ORAL  
Maliye Bakanı

Prof. Dr. E. ÖKSÜZ  
Ulaştırma Bakanı

R. K. YÜCELEN  
Enerji ve Tabii Kay. Bakanı V.

F. AYTEKİN  
Çevre Bakanı

K. DERVİŞ  
Devlet Bakanı

Prof. Dr. T. TOSKAY  
Devlet Bakanı V.

M. KEÇECİLER  
Devlet Bakanı V.

F. ÜNLÜ  
Devlet Bakanı

K. AYDIN  
Milli Savunma Bakanı V.

M. BOSTANCIOĞLU  
Milli Eğitim Bakanı

Prof. Dr. H. Y. GÖKALP  
Tarım ve Köyşleri Bakanı

M. İ. TALAY  
Kültür Bakanı

**Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Andlaşmasına İlişkin  
Olarak Güvenlik Denetiminin Uygulanmasına Dair Türkiye  
Cumhuriyeti Hükümeti ile Uluslararası Atom Enerjisi  
Ajansı Arasındaki Anlaşmaya Ek Protokol**

Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti'nin (bu andan itibaren "Türkiye" olarak anılacaktır) ve Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın (bu andan itibaren "Ajans" olarak anılacaktır), 1 Eylül 1981 tarihinde yürürlüğe girmiş olan Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Andlaşması'na İlişkin Güvenlik Denetiminin Uygulanmasına Dair Anlaşmaya (bu andan itibaren "Güvenlik Denetimi Anlaşması" olarak anılacaktır) taraf olmalarından HAREKETLE;

Ajans'ın güvenlik denetimi sisteminin etkinliğinin artırılması ve güçlendirilmesi yoluyla nükleer silahsızlanmanın daha da yaygınlaştırılması konusunda uluslararası toplumun arzusunun BİLİNCİNDE OLARAK;

Ajans'ın, güvenlik denetiminin uygulanması sırasında, Türkiye'nin ekonomik ve teknolojik gelişimine veya barışçıl nükleer faaliyetler alanında uluslararası işbirliğine zarar vermekten kaçınmak; sağlık, güvenlik, fiziksel korunma ve yürürlükte bulunan güvenlikle ilgili diğer hükümlere ve bireysel haklara saygılı olmak; ve ticari, teknolojik ve sanayi alanlarındaki gizli bilgilerin ve haberdar olduğu diğer tüm gizli bilgilerin korunması için her türlü tedbiri almak gibi ihtiyaçları göz önüne alması gerektiğini HATIRLATARAK;

Ajans'ın güvenlik denetiminin etkinliğinin güçlendirilmesi ve verimliliğinin geliştirilmesi amacı ile tutarlı olacak şekilde işbu Protokolde açıklanan faaliyetlerin sıklığının ve yoğunluğunun en az seviyede tutulması gerekliliğine DAYANARAK;

BUNDAN BÖYLE, Türkiye ve Ajans aşağıdaki konularda mutabakata varmıştır:

**PROTOKOL VE GÜVENLİK DENETİMİ ANLAŞMASI ARASINDAKİ İLİŞKİLER**

**Madde 1**

Güvenlik Denetimi Anlaşmasının hükümleri, işbu Protokolün hükümleri ile ilgili ve uyumlu olmaları durumunda, işbu Protokole uygulanacaktır. Güvenlik Denetimi Anlaşması ile işbu Protokolün hükümleri arasında çelişki olması halinde, işbu Protokolün hükümleri uygulanacaktır.

## BİLGİ TEMİNİ

### Madde 2

a. Türkiye Ajans'a aşağıdaki bilgileri içeren bir bildirim sunacaktır:

- (i) Türkiye tarafından finanse edilen, özellikle yetkilendirilen ve kontrol edilen ya da Türkiye adına yürütülen nükleer madde içermeyen nükleer yakıt çevrimi ile ilgili araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin nerede olursa olsun yerlerini belirleyen bilgiler ve bu yerlerin genel tanımı,
- (ii) Nükleer maddelerin mutata olduğu üzere kullanıldığı tesislerde ve tesis dışındaki yerlerde güvenlik denetimi ile ilgili işletme faaliyetlerinin etkinliği ve verimliliğinden umulan kazançlara dayanarak Ajans tarafından tespit edilen ve Türkiye tarafından kabul edilen bilgiler,
- (iii) Her bir sahada bulunan her bir binanın, kullanımını da içeren genel tanımı ve sözkonusu tanımın yetersiz olması halinde özellikleri hakkında genel bilgi. Tanımlamada sahanın haritası da yer alacaktır,
- (iv) İşbu Protokolün I sayılı Ekinde belirtilen faaliyetler ile iştilgal edilen her bir yer için işlem hacminin tanımı,
- (v) Uranyum madenlerinin, konsantrasyon tesislerinin ve toryum konsantrasyon tesislerinin yerleri, faaliyet durumu ve tahmini yıllık üretim kapasitesi hakkında ve sözkonusu madenlerin ve tesislerin Türkiye'nin tamamında mevcut yıllık üretimleri hakkında bilgi. Ajans tarafından talep edilmesi halinde Türkiye herhangi bir maden ya da konsantrasyon tesisinin mevcut yıllık üretim kapasitesi hakkında bilgi temin edecektir. Sözkonusu bilginin sağlanması, ayrıntılı nükleer madde sayımı gerektirmemektedir.
- (vi) Yakıt imalatı veya izotop olarak zenginleşme için yeterli bileşime ve saflığa ulaşmamış kaynak maddelere ilişkin bilgiler aşağıdaki şekilde olacaktır:
  - (a) Türkiye'de 10 metrik tonu aşan uranyumun ve/veya 20 metrik tonu aşan toryumun bulunduğu her bir yerdeki ve tüm Türkiye için toplam 10 metrik ton uranyumu veya 20 metrik ton toryumu aşıyorsa 1 metrik tondan fazla miktarlar bulunan diğer yerlerdeki nükleer veya nükleer olmayan kullanımdaki maddelerin miktarları, kimyasal bileşimleri, kullanımı veya planlanan kullanımı. Sözkonusu bilginin sağlanması ayrıntılı nükleer madde sayımı gerektirmemektedir.
  - (b) Aşağıdaki miktarları aşan ve özellikle nükleer olmayan amaçlarla kullanılacak olan Türkiye'den ihraç edilecek bu gibi maddelerin miktarı, kimyasal bileşimi ve varış noktası:
    - (1) 10 metrik ton uranyum ya da herbiri 10 metrik tondan az olmak üzere ancak toplamı bir yıl içinde 10 metrik tondan fazla olmak üzere Türkiye'den aynı devlete yapılacak müteakip ihracatlar.

(2) 20 metrik ton toryum ya da herbiri 20 metrik tondan az olmak üzere ancak toplamı bir yıl içinde 20 metrik tondan fazla olmak üzere Türkiye'den aynı devlete yapılacak müteakip ihracatlar.

(c) Aşağıdaki miktarları aşan ve özellikle nükleer olmayan amaçlarla kullanılacak olan Türkiye'ye ithal edilecek bu gibi maddelerin miktarı, kimyasal bileşimi, bulunduğu yer ve kullanımı veya planlanan kullanımı:

(1) 10 metrik ton uranyum ya da herbiri 10 metrik tondan az olmak üzere ancak toplamı bir yıl içinde 10 metrik tondan az olmamak üzere Türkiye'ye yapılacak müteakip ithalatlar

(2) 20 metrik ton toryum ya da herbiri 20 metrik tondan az olmak üzere ancak toplamı bir yıl içinde 20 metrik tondan fazla olmak üzere Türkiye'ye yapılacak müteakip ithalatlar.

Nükleer olmayan amaçlarla kullanılacak olan malzemenin nükleer olmayan nihai kullanım durumunda bulunması halinde sözkonusu madde hakkında bilgi temin edilmesine gerek bulunmamaktadır.

- (vii) (a) Güvenlik Denetimi Anlaşmasının 37. Maddesi uyarınca güvenlik denetiminden muaf tutulan nükleer maddelerin miktarları, kullanımları ve yerleri hakkında bilgi.
- (b) Güvenlik Denetimi Anlaşmasının 36 (b) Maddesi uyarınca güvenlik denetiminden muaf tutulan, ancak aynı Anlaşmanın 37. Maddesinde belirtilen miktarları aşan ve henüz nükleer olmayan nihai kullanım durumunda bulunmayan nükleer maddelerin buldukları her yerde miktarları (tahmini olabilir) ve kullanımları hakkında bilgi. Sözkonusu bilginin sağlanması ayrıntılı nükleer madde sayımı gerektirmemektedir.
- (viii) Güvenlik Denetimi Anlaşmasının 11. Maddesi uyarınca güvenlik denetimine son verilen plutonyum, yüksek zenginliğe sahip uranyum ya da uranyum 233 maddelerini içeren orta ya da yüksek seviyeli atıkların buldukları yerler ve bunlara ilave işlemler konusunda bilgi. Bu paragrafta sözü edilen "ilave işlemler" depolama ya da nihai depolama amacıyla atıkların yeniden paketlenmesini ya da elementlerine ayırma hariç bu amaçlara uygun hale getirilmesini içermemektedir.
- (ix) Ek II'de sıralanan belirli ekipman ve nükleer olmayan malzemeler ile ilgili aşağıdaki bilgiler:
- (a) Sözkonusu ekipman ve malzemenin Türkiye'den yapılacak her ihracatında: kimliği, miktarı, alıcı ülkedeki planlanan kullanım yeri ve ihracat tarihi veya mümkünse tahmini ihracat tarihi.

- (b) Ajans'ın özel isteği üzerine, Türkiye'ye ihraç edilen sözkonusu ekipman ve malzemeler hakkında diğer bir devlet tarafından Ajans'a sağlanan bilgilerin ithalatçı ülke olarak Türkiye tarafından teyidi.
- (x) Türkiye'deki ilgili yetkililer tarafından onaylandığında nükleer yakıt çevriminin gelişimi (planlanan nükleer yakıt çevrimine ilişkin araştırma ve geliştirme faaliyetleri dahil) ile ilgili takip eden on yıllık süre için genel planlar.
- b. Türkiye aşağıdaki bilgileri Ajans'a temin edebilmek için makul her çabayı sarf edecektir:
- (i) Nükleer yakıtın, Türkiye'nin herhangi bir yerinde yürütülen ancak Türkiye tarafından finanse edilmeyen, özellikle yetkilendirilmeyen veya kontrol edilmeyen zenginleştirilmesi, yeniden işlenmesi, plutonyum, yüksek zenginleştirilmiş uranyum veya uranyum 233 ihtiva eden orta veya yüksek seviyeli atığın işlenmesi ile özellikle ilgili nükleer madde içermeyen nükleer yakıt çevrimi ve geliştirme faaliyetlerinin yerini belirleyen genel tanım ve bilgi. Bu paragrafta sözü edilen orta veya yüksek seviyeli atık "işlenmesi" depolama ya da nihai depolama amacıyla atıkların yeniden paketlenmesini ya da elementlerine ayırma hariç bu amaçlara uygun hale getirilmesini içermemektedir.
- (ii) Ajans tarafından, belirli bir saha dışında kalan yerlerde belirlenen ve Ajans'ın bu sahada yürütülen faaliyetlerle işlevsel olarak ilgili olabileceğini düşündüğü kişi veya kuruluşun kimliği ve faaliyetlerinin genel tanımı. Bu bilginin temin edilmesi Ajans tarafından özel olarak talepte bulunulmasına bağlıdır. Bu bilgi Ajans ile müzakerede bulunularak zamanında temin edilecektir.
- c. Ajans'ın talebi olduğu takdirde, Türkiye, güvenlik denetiminin amacına uygun olduğu durumlarda işbu Madde kapsamında temin ettiği herhangi bir bilgiye ek bilgi ya da açıklama sağlayacaktır.

### Madde 3

- a. Türkiye, işbu Protokolün yürürlüğe girdiği tarihten itibaren 180 gün içinde Madde 2.a.(i), (iii), (iv), (v), (vi) (a) ve (x) ile Madde 2.b (i)'de belirtilen bilgileri Ajans'a temin edecektir.
- b. Her yılın Mayıs ayının 15. günü Türkiye, Ajans'a bir önceki takvim yılını içeren döneme ait olan ve yukarıdaki a paragrafında belirtilen bilgilerin güncelleştirilmiş hallerini temin edecektir. Önceden temin edilmiş bilgilerde herhangi bir değişiklik olmaması durumunda, Türkiye bunu belirtecektir.
- c. Her yılın Mayıs ayının 15. günü Türkiye, Ajans'a bir önceki takvim yılını içeren döneme ait olan ve Madde 2.a (vi) (b) ve (c)'de belirtilen bilgilerin güncelleştirilmiş hallerini temin edecektir.

- d. Türkiye Madde 2.a.(ix)(a)'da belirtilen bilgileri üç ayda bir Ajans'a temin edecektir. Söz konusu bilgiler her üç aylık dönemin sonundan itibaren 60 gün içerisinde temin edilecektir.
- e. Türkiye, Ajans'a Madde 2.a.(viii)'de belirtilen bilgileri ilave işlemler gerçekleştirilmeden önce 180 gün içerisinde sunacaktır ve her yılın 15 Mayıs tarihine kadar bir önceki takvim yılını içeren dönem için bu yerlerde meydana gelen değişiklikler ile ilgili bilgileri temin edecektir.
- f. Türkiye ve Ajans Madde 2.a.(ii)'de belirtilen bilgilerin temin edilme zamanlaması ve sıklığı üzerinde anlaşmaya varacaklardır.
- g. Türkiye, Ajans'a, Madde 2.a.(ix)(b)'de belirtilen bilgileri, Ajans'ın talebinden itibaren 60 gün içinde sağlayacaktır.

## EK ERİŞİM

### Madde 4

Aşağıdaki konular işbu Protokolün 5. Maddesi uyarınca ek erişim sağlanması durumlarında uygulanacaktır:

- a. Ajans, Madde 2'de gönderme yapılan bilgileri makineler ya da sistemler açısından doğrulamaya çalışmayacak ancak aşağıda belirtilen yerlere erişime sahip olacaktır:
- (i) Beyan edilmeyen nükleer madde ve faaliyetlerin bulunmadığından emin olmak amacıyla seçme esasına dayanarak Madde 5.a.(i) ya da (ii)'de belirtilen herhangi bir yer.
  - (ii) Madde 2 uyarınca temin edilen bilginin doğruluğu ve bütünlüğü ile ilgili herhangi bir sorunu çözmek ya da söz konusu bilgi ile ilgili tutarsızlığı çözüme kavuşturmak amacıyla Madde 5.b. ya da c.'de belirtilen herhangi bir yer.
  - (iii) Nükleer maddelerin mutad olduğu üzere kullanılmakta olduğu bir tesis veya tesisler dışındaki bir yerin işletmeden alındığına dair Ajans'ın Türkiye'nin beyanını, güvenlik denetiminin amaçları doğrultusunda teyit etmesinin gerekli olduğu ölçüde Madde 5.a.(iii)'de belirtilen herhangi bir yer.
- b. (i) Aşağıdaki (ii) paragrafında belirtilenlerin dışında, Ajans Türkiye'ye, erişimde bulunacağına dair en az 24 saat önce olacak şekilde ön bildirimde bulunacaktır.
- (ii) Sahadaki tasarım bilgisi doğrulama ziyaretleri ya da özel ya da rutin denetimlerde herhangi bir yere erişim için ön bildirim süresi - Ajans talep ettiği takdirde - en az iki saat olacaktır. Ancak istisnai durumlarda bu süre iki saatten az olabilir.
- c. Ön bildirim yazılı olarak yapılacak ve erişim nedenleri ve erişim sırasında gerçekleştirilecek faaliyetler belirtilecektir.

- d. Bir sorun ya da tutarsızlık olması durumunda, Ajans Türkiye'ye sorun ya da tutarsızlığın çözümünü belirleme ve kolaylaştırma fırsatı tanıyacaktır. Ajans'ın, erişimde gecikmenin erişim amacına zarar vereceği kanısında olmadığı durumlarda, bu fırsat bir erişim talebinden önce sağlanacaktır. Herhangi bir olayda, Türkiye'ye sözkonusu fırsat tanınmadan önce, Ajans sorun ya da tutarsızlık hakkında herhangi bir karara varmayacaktır.
- e. Türkiye tarafından aksi kararlaştırılmadıkça, erişim yalnızca düzenli çalışma saatleri sırasında gerçekleştirilecektir.
- f. Görevlerinin ifasında, müfettişlerin geciktirilmemesi ya da faaliyetlerini yerine getirmelerine engel olunmaması koşuluyla, Türkiye'nin Ajans müfettişlerine bölgelere erişimleri sırasında temsilcileri ile refakat etme hakkı bulunacaktır.

### Madde 5

Türkiye Ajans'ın aşağıdaki yerlere erişimini sağlayacaktır:

- a. (i) Bir sahadaki herhangi bir yer;  
(ii) Türkiye tarafından Madde 2.a.(v)-(viii) kapsamında Türkiye tarafından belirtilen herhangi bir yer;  
(iii) Nükleer maddelerin mutad olduğu üzere kullanılmakta olduğu işletmeden alınan herhangi bir tesis ya da işletmeden alınan tesisler dışındaki bir yer.
- b. Türkiye tarafından Madde 2.a.(i), Madde 2.a.(iv), Madde 2.a.(ix)(b) ya da Madde 2.b.'de belirlenen ve yukarıdaki a.(ii) paragrafı dışında kalan herhangi bir yer. Türkiye sözkonusu erişimi sağlayamadığı takdirde, gecikmeksizin Ajans'ın gerekliliklerini diğer yollardan sağlamak için makul her türlü çabayı gösterecektir.
- c. Yere özgü çevresel örneklemenin yapılabilmesi için, yukarıdaki a. ve b. paragrafları dışında kalan ve Ajans tarafından belirlenen herhangi bir yer. Türkiye sözkonusu erişimi sağlayamadığı takdirde, gecikmeksizin Ajans'ın gerekliliklerini bitişik yerlerde ya da diğer yollardan sağlamak için mümkün olan her türlü çabayı gösterecektir.

### Madde 6

5. maddenin uygulanması sırasında Ajans aşağıda belirtilen faaliyetleri yürütebilir:

- a. Madde 5.a.(i) ya da (iii) uyarınca erişim için: Gözlem; çevre numunelerinin toplanması; radyasyon tespit ve ölçüm cihazlarının kullanılması; tamamlayıcı düzenlemelerde belirtilen mühürlerin ve diğer belirleyici ve hasar tespit edici cihazların uygulanması ve kullanımı; ve İdareciler Meclisi (bu andan itibaren "Meclis" olarak anılacaktır) tarafından, Türkiye ile Ajans arasında yapılan görüşmeler sonrasında, kullanımı kabul edilen ve teknik açıdan uygun olduğu gösterilen diğer ilgili tedbirler.
- b. Madde 5.a.(ii) uyarınca erişimi için: Gözlem; nükleer maddelerin sayılması tahribatsız ölçümler ve örnekleme; radyasyon tespit ve ölçüm cihazlarının

kullanılması; nükleer maddelerin miktarı, menşei ve durumu ile ilgili kayıtların incelenmesi; çevre numunelerinin toplanması; ve Meclis tarafından Türkiye ile Ajans arasında yapılan görüşmeler sonrasında kullanımı kabul edilen ve teknik açıdan uygun olduğu gösterilen diğer ilgili tedbirler:

- c. Madde 5.b uyarınca erişim için: Gözlem; çevre numunelerinin toplanması; radyasyon tespit ve ölçüm cihazlarının kullanılması, güvenlik denetimine ilişkin üretim ve sevkiyat kayıtlarının incelenmesi; ve Meclis tarafından Türkiye ile Ajans arasında yapılan görüşmeler sonrasında kullanımı kabul edilen ve teknik açıdan uygun görülen diğer ilgili tedbirler.
- d. Madde 5.c uyarınca erişim için: Çevre numunelerinin toplanması ve neticelerin Madde 5.c uyarınca Ajans tarafından belirlenen yerdeki sorun ya da tutarsızlığı çözememesi durumunda, sözkonusu yerde gözlem yapılması, radyasyon tespit ve ölçüm cihazlarının kullanılması ve Türkiye ile Ajans tarafından mutabık kalınan diğer ilgili tedbirlerin alınması.

#### Madde 7

- a. Türkiye'nin talebi üzerine, Ajans ve Türkiye işbu Protokol kapsamında düzenlenen erişim sırasında, hassas bilgilerin yayılmasını engellemek, güvenlik veya fiziksel koruma gerekliliklerini karşılamak veya tescilli veya ticari açıdan hassas bilgileri korumak için düzenlemeler yapacaklardır. Bu tür düzenlemeler, Madde 2'de belirtilen bilginin doğruluğu ve bütünlüğü ilgili bir sorunun ya da sözkonusu bilgi ile ilgili tutarsızlığın çözümü de dahil olmak üzere, Ajans'ın sözkonusu yerde beyan edilmemiş olan nükleer madde ve faaliyetlerin yokluğundan emin olunması için gerekli olan faaliyetleri yürütmesine engel olmayacaktır.
- b. Türkiye, Madde 2'de belirtilen bilgileri temin ederken, Ajans'a, düzenli erişimin uygun olabileceği bir saha veya yer hakkında bilgi verebilir.
- c. Gerekli tamamlayıcı düzenlemelerden herhangi birinin yürürlüğe girmesine kadar, Türkiye yukarıdaki a. paragrafı hükümlerine uygun olacak şekilde düzenlenen erişime başvurabilir.

#### Madde 8

İşbu Protokolde yer alan hiçbir hüküm Türkiye'nin, Ajans'a, Madde 5 ve Madde 9'da belirtilen yerlere ek olarak başka yerlere de erişim imkanı tanımına ya da Ajans'dan herhangi belirli bir yerde doğrulama işlemleri yapmasını talep etmesine engel olmayacaktır. Ajans bu tür bir talep karşısında gecikmeden harekete geçmek için mümkün olan her türlü çabayı gösterecektir.

#### Madde 9

Türkiye, geniş çaplı çevresel örnekleme yapması için Ajans tarafından belirlenen yerlere Ajans'ın erişimini sağlayacaktır. Ancak Türkiye böyle bir erişimi



sağlayamadığı takdirde Ajans'ın gerekliliklerini alternatif yerlerde karşılamak üzere mümkün olan tüm çabayı gösterecektir. Ajans, kendisi ve Türkiye arasındaki görüşmelerin ardından geniş çaplı çevresel örnekleme kullanımı ve ilgili usüle ait düzenlemeler Meclis tarafından onaylanana kadar sözkonusu erişim talebinde bulunmayacaktır.

#### **Madde 10**

Ajans aşağıdaki hususlar ile ilgili olarak Türkiye'yi bilgilendirecektir:

- a. Ajans tarafından, faaliyetler icra edildikten itibaren 60 günlük bir süre içinde, Türkiye'nin dikkatine sunulan herhangi bir sorun ya da tutarsızlık ile ilgili olanlar da dahil olmak üzere, İşbu Protokol kapsamında gerçekleştirilen faaliyetler.
- b. Mümkün olan en kısa zamanda ama mutlaka Ajans tarafından sonuçların elde edilmesinden itibaren 30 gün içerisinde Ajans'ın Türkiye'nin dikkatine sunduğu herhangi bir sorun ya da tutarsızlıkla ilgili faaliyetlerin sonuçları.
- c. İşbu Protokol kapsamındaki faaliyetlerden çıkartılan sonuçlar. Sonuçlar yıllık olarak sunulacaktır.

### **AJANS MÜFETTİŞLERİNİN ATANMASI**

#### **Madde 11**

- a. (i) Umum Müdür, Meclis'in onayı ile Ajans'ın herhangi bir Ajans görevlisini güvenlik müfettişi olarak atadığını Türkiye'ye bildirecektir. Türkiye'nin, Meclis'in onayı ile ilgili bildirim almasından itibaren üç ay içerisinde sözkonusu görevliyi Türkiye için müfettiş olarak kabul etmediğini Umum Müdüre bildirmemesi durumunda, bildirilen müfettiş Türkiye için atanmış kabul edilecektir.
- (ii) Umum Müdür, Türkiye tarafından yapılan talebe cevaben ya da kendi inisiyatifinde olmak üzere Türkiye için müfettiş olarak atanan herhangi bir görevlinin görevden alındığını derhal Türkiye'ye bildirecektir.
- b. Yukarıdaki a. paragrafında ifade edilen bildirim, Ajans tarafından Türkiye'ye taahhütlü posta yoluyla gönderildiği tarihten itibaren yedi günün sonunda Türkiye tarafından alınmış olarak kabul edilecektir.

#### **VİZELER**

#### **Madde 12**

Bu konuyla ilgili talebin alınmasından itibaren bir ay içinde Türkiye talepte belirtilen atanan müfettişin görevlerini yerine getirmek üzere Türkiye sınırları içine girmesi ve burada bulunabilmesi için, gereken yerlerde, uygun çoklu giriş/çıkış ve/veya transit

vizeleri temin edecektir. Talep edilen tüm vizeler en az bir yıl geçerli olacak ve gerekli olması durumunda, müfettişin Türkiye'de bulunacağı süreyi kapsayacak şekilde yenilecektir.

## TAMAMLAYICI DÜZENLEMELER

### Madde 13

- a. Türkiye veya Ajans'ın işbu Protokolde belirtilen tedbirlerin nasıl uygulanacağını tamamlayıcı düzenlemelerde belirtilmesinin gerekli olduğunu ifade etmeleri durumunda, Türkiye ve Ajans işbu Protokolün yürürlüğe girmesinden itibaren 90 gün içerisinde veya sözkonusu tamamlayıcı düzenlemeler ihtiyacının işbu Protokolün yürürlüğe girmesinden sonra ifade edilmesi durumunda, sözkonusu ifadenin belirtildiği tarihten itibaren 90 gün içerisinde, tamamlayıcı düzenlemeler konusunda mutabakata varacaklardır.
- b. Herhangi bir gerekli tamamlayıcı düzenlemenin yürürlüğe girmesine kadar Ajans işbu Protokolde belirtilen tedbirleri uygulama yetkisine sahip olacaktır.

## İLETİŞİM SİSTEMLERİ

### Madde 14

- a. Türkiye, Ajans'ın koruma kabı ve/veya gözetim ya da ölçüm cihazlarından elde edilen bilgilerin müfettiş veya cihazlar tarafından aktarılması da dahil olmak üzere, Ajans'ın Türkiye'de bulunan müfettişleri ile Ajans'ın Merkezi ve/veya Bölge Büroları arasında resmi amaçlı yapılan serbest iletişime izin verecek ve bunu koruyacaktır. Ajans'ın Türkiye'ye danışarak, uydu sistemleri ve diğer telekomünikasyon sistemleri de dahil olmak üzere Türkiye'de kullanılmayan uluslararası olarak tesis edilmiş doğrudan iletişim sistemlerini kullanma hakkı bulunacaktır. Türkiye ya da Ajans tarafından talep edilmesi durumunda, Ajans'ın koruma kabı ve/veya gözetim ya da ölçüm cihazlarından elde edilen bilgilerin müfettiş veya cihazlar tarafından aktarılmasına ilişkin olarak bu paragrafın uygulanmasına dair ayrıntılar tamamlayıcı düzenlemelerde belirtilecektir.
- b. Yukarıdaki a. paragrafında bahsedilen iletişim ve bilgi aktarımında Türkiye'nin özel bir hassasiyete sahip olarak gördüğü üzerinde mülkiyet hakkı bulunan veya ticari hassasiyete sahip bilgileri ya da tasarım bilgisini koruma ihtiyacına gereken dikkat gösterilecektir.

## GİZLİ BİLGİLERİN KORUNMASI

### Madde 15

- a. Ajans, işbu Protokolün uygulanması sırasında kendisine gelen bilgiler de dahil olmak üzere, kendisine gelen ticari, teknolojik ve endüstriyel sırların ve diğer gizli bilgilerin ifşa edilmelerine karşı etkin bir koruma sağlamak için sıkı bir sistem uygulayacaktır.
- b. Yukarıdaki a paragrafında sözü edilen sistem, diğerlerinin yanında aşağıda belirtilen hususlar ile ilgili hükümleri içerecektir:
  - (i) Gizli bilgilerin bulundurulmasına ilişkin genel ilkeler ve ilgili önlemler;
  - (ii) Gizli bilgilerin korunması ile ilgili personel istihdamı koşulları;
  - (iv) Gizliliğin ihlal edildiği ya da edildiğinin iddia edildiği durumlardaki işlemler.
- c. Yukarıdaki a. paragrafında bahsedilen sistem Meclis tarafından onaylanacak ve periyodik olarak tekrar gözden geçirilecektir.

### EKLER

### Madde 16

- a. İşbu Protokolün Ekleri, Protokolün ayrılmaz bir parçasıdır. Eklerde değişiklik yapma amacı dışında, işbu belgede kullanılan "Protokol" terimi Protokol ve Ekleri anlamına gelir.
- b. Ek I'de belirtilen faaliyetler listesi ve Ek II'de belirtilen ekipman ve malzeme listesi, Meclis tarafından teşkil edilen uzmanlardan oluşan bir çalışma grubunun tavsiyesi üzerine Meclis tarafından değiştirilebilir. Söz konusu herhangi bir değişiklik Meclis tarafından kabul edilmesinin ardından dört ay sonra geçerlilik kazanacaktır.

### YÜRÜRLÜĞE GİRME

### Madde 17

- a. İşbu Protokol, Ajans'ın, işbu Protokolün yürürlüğe girmesi için Türkiye'nin hukuki ve/veya anayasal gereklerinin karşılandığına dair yazılı bildirimini aldığı tarihte yürürlüğe girecektir.
- b. Türkiye, işbu Protokol yürürlüğe girmeden önce herhangi bir tarihte, bu Protokolü geçici olarak uygulayacağını ilan edebilir.
- c. Umum Müdür, işbu Protokolün geçici olarak uygulanacağına dair herhangi bir bildirim ve yürürlüğe girmesini Ajans'ın tüm üye Ülkelerine derhal bildirecektir.

## TANIMLAR

### Madde 18

İşbu Protokolün amacı kapsamında,

- a. Nükleer yakıt çevrimi ile ilgili araştırma ve geliştirme faaliyetleri, özellikle aşağıdaki alanlarda herhangi bir işlem ya da sistem geliştirme ile ilgili faaliyetler anlamına gelecektir:

-nükleer maddenin dönüştürülmesi,  
-nükleer maddenin zenginleştirilmesi,  
-nükleer yakıt imalatı,  
-reaktörler,  
-kritiklik tesisleri,  
-nükleer yakıtların yeniden işlenmesi,  
-plutonyum, yüksek zenginliğe sahip uranyum ya da uranyum-233 içeren orta ya da yüksek seviyeli atıkların işlenmesi (depolama ya da nihai depolama amacıyla atıkların yeniden paketlenmesi ya da elementlerine ayırma hariç bu amaçlara uygun hale getirilmesi dahil değildir),

Fakat bunlar teorik ya da temel bilimsel araştırmaya veya endüstriyel radyoizotop uygulamalar, tıbbi, hidrolojik ve tarımsal uygulamalar, sağlık ve çevre etkileri ve geliştirilmiş bakım üzerine araştırma ve geliştirmeye ilişkin faaliyetleri içermemektedir.

- b. Saha, kapatılmış bir tesis de dahil olmak üzere bir tesis için ilgili tasarım bilgisinde ve nükleer maddelerin mutad olduğu üzere kullanılmış olduğu kapatılmış bir tesis dışı yer de dahil olmak üzere nükleer maddelerin mutad olduğu üzere kullanıldığı tesis dışı bir yer hakkındaki ilgili bilgide sınırları Türkiye tarafından belirlenmiş olan (sıcak hücrelerin bulunduğu ya da dönüştürme, zenginleştirme, yakıt imalatı veya yeniden işleme işlemlerinin gerçekleştirilmiş olduğu yerler ile sınırlıdır) alan anlamına gelmektedir. Aynı zamanda, nükleer madde içermeyen ışınlanmış maddelerin işlenmesi için sıcak hücreler, atıkların işlenmesi, depolanması ve nihai depolanması için donanımlar ve Türkiye tarafından Madde 2.a.(iv)'de tanımlanmış belirli faaliyetlerle ilgili binalar da dahil olmak üzere, temel gerekli hizmetlerin yerine getirilmesini sağlayan veya bu amaçla kullanılan, tesis ya da yerde yer alan tüm donanımları içermektedir.
- c. İşletmeden alınmış tesis ya da tesisler dışında işletmeden alınmış yer, kalan yapıların ve kendi kullanımı için gerekli ekipmanın nükleer madde depolamak için kullanılmayacak ve bir daha nükleer madde bulundurmamak, işlemek veya kullanmak için kullanılmayacak biçimde söküldüğü ya da çalışmaz hale getirildiği bir donanım veya yer anlamına gelmektedir.
- d. Kapatılmış tesis veya kapatılmış tesis dışı yer, faaliyetlerin durdurulduğu ve nükleer maddelerin çıkartıldığı ancak işletmeden alınmamış donanım veya yer anlamına gelmektedir.

- e. Yüksek zenginleştirilmiş uranyum, %20 veya daha fazla uranyum-235 izotopu içeren uranyum anlamına gelmektedir.
- f. Yere özgü çevresel örnekleme, Ajans'ın belli bir yerde beyan edilmemiş nükleer madde veya nükleer faaliyetlerin mevcut olmadığına ilişkin sonuç elde etmesine yardımcı olması amacıyla Ajans tarafından belirlenmiş olan yerde ve buranın yakın çevresinde çevre numunelerinin (örneğin; hava, su, bitki, toprak, kir) toplanması anlamına gelmektedir.
- g. Geniş çaplı çevresel örnekleme, Ajans'ın geniş bir alan üzerinde beyan edilmemiş nükleer madde veya nükleer faaliyetlerin mevcut olmadığına ilişkin sonuç elde etmesine yardımcı olması amacıyla Ajans tarafından belirlenmiş olan birden fazla yerde çevre numunelerinin (örneğin; hava, su, bitki, toprak, kir) toplanması anlamına gelmektedir.
- h. Nükleer madde, Tüzüğün XX. Maddesinde tanımlandığı şekilde herhangi bir kaynak ya da herhangi bir özel bölünebilir madde anlamına gelmektedir. Kaynak madde terimi, cevher ya da cevher artığı olarak anlaşılmayacaktır. İşbu Protokolün yürürlüğe girmesini müteakip, kaynak madde ya da özel bölünebilir madde olarak kabul edilen maddelere eklemek üzere Ajans Tüzüğü'nün XX. Maddesi uyarınca Meclis tarafından yapılan herhangi bir tespit işbu Protokol kapsamında ancak Türkiye tarafından kabul edilmesi halinde geçerlilik kazanacaktır.
- i. Tesis,
- (i) Reaktör, kritiklik tesisi, çevrim tesisi, üretim tesisi, yeniden işleme tesisi, izotop ayırma tesisi ya da ayrı depolama tesisi,
- veya
- (ii) Bir efektif kilogram'dan daha fazla miktarda miktarda nükleer maddenin mutad olduğu üzere kullanıldığı herhangi bir yer anlamına gelmektedir.
- j. Tesis dışı yer, bir tesis olmayan ancak bir efektif kilogram ya da daha az miktarlarda nükleer maddenin mutad olduğu üzere kullanıldığı herhangi bir donanım ya da yer anlamına gelmektedir.

Viyana'da 2000 yılının Temmuz ayının 6'ncı günü İngilizce dilinde iki nüsha olarak düzenlenmiştir.

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ HÜKÜMETİ**  
**ADINA**

(imza)

(mühür)

**ULUSLARARASI ATOM ENERJİSİ**  
**AJANSI ADINA**

(imza)

## EK I

### PROTOKOLÜN 2.a.(iv) SAYILI MADDESİNDE BAHSİDİLEN FAALİYETLERİN LİSTESİ

- (i) **Santrifüjlü rotor tüplerinin imalatı veya gaz santrifüjlerinin montajı.**  
**Santrifüjlü rotor tüpleri** Ek II'de Madde 5.1.1.(b)'de belirtilen ince duvarlı silindirlerdir.  
**Gaz santrifüjleri** Ek II'de Madde 5.1'in Açıklama Notunda belirtilen santrifüjler anlamına gelmektedir.
- (ii) **Difüzyon bariyerlerinin imalatı.**  
**Difüzyon bariyerleri** Ek II Madde 5.3.1.(a)'da belirtilen ince gözenekli filtrelerdir.
- (iii) **Lazer esaslı sistemlerin imalatı veya montajı**  
**Lazer esaslı sistemler** Ek II Madde 5.7'de belirtilen parçaları içeren sistemlerdir.
- (iv) **Elektromanyetik izotop ayırıcılarının imalatı veya montajı**  
**Elektromanyetik izotop ayırıcıları** Ek II Madde 5.9.1 (a)'da belirtilen iyon kaynaklarını içeren Ek II Madde 5.9.1'de bahsedilen kalemlerdir.
- (v) **Sütunların veya ekstraksiyon ekipmanının imalatı veya montajı**  
**Sütunlar** veya **ekstraksiyon ekipmanı** Ek II Madde 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3, 5.6.5, 5.6.6, 5.6.7 ve 5.6.8'de belirtilen kalemlerdir.
- (vi) **Aerodinamik ayrıştırma memeleri veya vortex tüplerinin imalatı**  
**Aerodinamik ayrıştırma memeleri** veya **vortex tüpleri** Ek II'de sırasıyla Madde 5.5.1 ve 5.5.2'de tanımlanan ayrıştırma memeleri ve vortex tüpleridir.
- (vii) **Uranyum plazma üretim sistemlerinin imalatı veya montajı**  
**Uranyum plazma üretim sistemleri** Ek II Madde 5.8.3'de belirtilen uranyum plazma üretim sistemleridir.

- (viii) **Zirkonyum tüplerinin imalatı**  
Zirkonyum tüpleri Ek II Madde 1.6'da tanımlanan tüplerdir.
- (ix) **Ağır su veya döteryum üretimi ya da iyileştirmesi**  
Ağır su veya döteryum döteryum atomlarının hidrojen atomlarına oranı 1:5000'den fazla olan döteryum, ağır su(döteryum oksit) ve herhangi diğer döteryum bileşikleri.
- (x) **Nükleer amaçlı grafit üretimi**  
Nükleer amaçlı grafit Boron eşdeğeri milyonda 5 parçadan daha iyi saflık seviyesine sahip ve yoğunluğu  $1.50 \text{ g/cm}^3$ 'den daha fazla olan grafitir.
- (xi) **Işınlanmış yakıt için kap üretimi**  
Işınlanmış yakıt için kap ışınlanmış yakıtların taşınmasında ve/veya depolanmasında kimyasal, termal ve radyolojik koruma sağlayan ve taşıma ve depolama sırasında artık ısının atılmasını sağlayan kaplardır.
- (xii) **Reaktör kontrol çubuklarının imalatı**  
Reaktör kontrol çubukları Ek II Madde 1.4'de bahsedilen çubuklardır.
- (xiii) **Kritiklik açısından güvenli tankların ve kapların imalatı**  
Kritiklik açısından güvenli tank ve kaplar Ek II Madde 3.2 ve 3.4'de tanımlanan kalemlerdir.
- (xiv) **Işınlanmış yakıt elemanlarını kesme makinesinin imalatı**  
Işınlanmış yakıt elemanları kesme makinesi Ek II Madde 3.1'de açıklanan ekipmandır.
- (xv) **Sıcak hücrelerin inşaatı**  
Sıcak hücreler yoğunluğu  $3.2 \text{ g/cm}^3$  ya da daha fazla, 0.5 m ya da daha fazla beton zırlama ile birlikte toplam olarak en az  $6 \text{ m}^3$  hacme sahip olan uzaktan kumanda ekipmanı ile donatılmış bölme ya da bağlantılı bölmelerdir.

## EK II

### 2.a.(ix) MADDESİ'NE GÖRE İTHALAT ve İHRACAT'TA RAPOR EDİLMESİ İÇİN BELİRLENMİŞ EKİPMAN VE NÜKLEER OLMAYAN MALZEMELERİN LİSTESİ

#### 1. Reaktörler ve Ekipmanlar

##### 1.1. Nükleer reaktörler

Sıfır enerjili reaktörler hariç, kendiliğinden devam eden fisyon zincirleme reaksiyonunu kontrollü bir şekilde devam ettirerek çalışan nükleer reaktörler. Maksimum Pu üretimi 100 gram/yıl'dan daha fazla olmayacak şekilde tasarlanmış reaktörler sıfır enerjili reaktörler olarak tanımlanır.

##### AÇIKLAYICI NOT

Bir "nükleer reaktör" temelde reaktör kabında bulunan veya ona direkt olarak bağlanmış elemanları, kordaki güç seviyesini kontrol eden ekipmanları ve normal olarak reaktör korunun birincil soğutucusunu kapsayan veya onunla direkt bağlantı halindeki veya onu kontrol eden bileşenleri kapsar.

100 gram/yıl'dan daha fazla Pu üretebilecek şekilde değiştirilebilen reaktörler "sıfır enerjili reaktör" tanımına dahil değildir. Önemli güç seviyelerinde devamlı çalışmak üzere tasarlanmış reaktörler, Pu üretme kapasitesine bakılmaksızın "sıfır enerjili reaktörler" olarak düşünülmezler.

##### 1.2. Nükleer reaktör kabı

Aşağıda 1.8 paragrafında tanımlandığı gibi reaktör iç aksamı ile beraber, yukarıda 1.1 paragrafında tanımlandığı gibi özel olarak nükleer reaktör korunu içermek üzere tasarlanmış veya hazırlanmış metal kap veya bu kabın ilgili parçaları.

##### AÇIKLAYICI NOT

Bir reaktör basınç kabının kapak bölümü, basınç kabının fabrikada üretilen belli başlı bir parçası olarak Madde 1.2'de yer almaktadır.

Reaktörün iç aksamı (örneğin kor destek kolonları ve plakaları ve basınç kabı diğer iç aksamının, kontrol çubuğu kılavuz tüpleri, termal zırhlar, deflektör plakaları, kor ızgara plakaları, yayıcı plakaları vs.) normal olarak reaktör tedarikçisi tarafından sağlanır. Bazı durumlarda, kimi iç destek bileşenleri basınç kabının imalatına dahil edilir. Bu malzemeler reaktörün güvenli ve emniyetli çalışması açısından (ve dolayısıyla, reaktör tedarikçisinin garanti ve güvenilirliği açısından) son derece kritiktir. Bu nedenle, reaktörün kendisi için gereken temel satın alma işlemleri haricinde, bu parçaların temin edilmesi pek sık rastlanan bir prosedür olmayacaktır. Dolayısıyla, bu tek olarak, özel tasarımı, özel olarak hazırlanmış, kritik önem arz eden, geniş ve pahalı malzemelerin ayrı olarak temini her ne kadar üzerinde düşünülmesi gereken konular olsa bile bu tür bir temin olmayacak gibi gözükmemektedir.

##### 1.3. Nükleer reaktör yakıtı yükleme ve boşaltma makinaları.

Yukarıda 1.1 paragrafında tanımlandığı gibi, özel olarak nükleer reaktörlere yakıt koymak veya almak için tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar. Bu ekipmanlar



yükte çalışma özelliğine sahiptirler, veya yükte değilken karmaşık yakıt yenileme işlemlerini (ki bunlar yakıtın direkt gözlemlenmesi veya yakıtı ulaştırılması gibi normal olarak mümkün olmayan işlemleri içerir) mümkün kılmak üzere teknik açıdan gelişkin pozisyon tespit etme veya ayarlama özellikleri ile donatılmışlardır.

#### 1.4. Reaktör kontrol çubukları

Yukarıda 1.1 paragrafında tanımlandığı üzere, özel olarak nükleer reaktörlerdeki fisyon işlemi kontrol etmek üzere tasarlanmış veya hazırlanmış çubuklardır.

#### AÇIKLAYICI NOT

Bu malzemelerin içinde, nötron emici parçaların yanı sıra, ayrıca temin edilmesi durumunda, destek veya askı sistemleri de mevcut olabilir.

#### 1.5. Reaktör basınç tüpleri

Yukarıda 1.1 paragrafında tanımlandığı gibi bir reaktörde 5.1 MPa (740 psi) üzerindeki çalışma basıncında yakıt elemanlarını ve birincil soğutucuyu kapsamak üzere özel olarak tasarlanmış tüplerdir.

#### 1.6. Zirkonyum tüpler

Yukarıda 1.1. paragrafında tanımlandığı gibi bir reaktörde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, hafniyum/zirkonyum oranı ağırlıkça 1:500'den az olan ve herhangi bir alıcı ülke için 12 aylık bir süre zarfında miktarları 500 kg'ı geçen tüp veya tüp demetleri şeklindeki zirkonyum metal ve alaşımları.

#### 1.7. Birincil devre soğutucu pompaları

Yukarıda 1.1. paragrafında tanımlandığı gibi özel olarak bir reaktör için birincil devre soğutucusunu dolaştırmak amacıyla tasarlanmış veya hazırlanmış pompalar.

#### AÇIKLAYICI NOT

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış pompalar, birincil devre soğutucunun sızıntısını önlemek için gerekli şekilde contalanmış sistemleri ve atalet kütle sistemli pompaları içerebilir. Bu tanım NC-1 veya eşdeğer standartlara göre onaylanmış pompaları da kapsar.

## 2. Nükleer olmayan reaktör malzemeleri

### 2.1. Döteryum ve ağır su

Yukarıda 1.1 paragrafında belirtildiği gibi bir nükleer reaktörde kullanılmak üzere, herhangi bir alıcı ülke için 12 aylık bir sürede 200 kg döteryum atomunu aşan miktarlardaki döteryum, ağır su (döteryum-oksit) ve döteryumun oksijene oranı 1:5000'i aşan bütün diğer döteryum bileşikleri.

## 2.2. Nükleer amaçlı grafit

Yukarıda 1.1 paragrafında belirtildiği gibi bir nükleer reaktörde kullanılmak üzere, herhangi bir Alıcı ülke için 12 aylık bir sürede 30 metrik tonu aşan miktarlarda, milyonda 5 boron (5 ppm) eşdeğerinden daha iyi saflığa ve 1.50 g/cm<sup>3</sup>'ten daha yüksek yoğunluğa sahip grafit.

### AÇIKLAYICI NOT

İhracat kontrolü açısından, yukarıdaki özelliklere sahip grafitin ihracatının nükleer reaktörlerde kullanılmak üzere olup olmadığını Hükümet belirleyecektir.

## 3. Işınlanmış yakıt elemanlarını yeniden işleme tesisleri ve bu amaç için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipmanlar.

### TANITICI NOT

Işınlanmış yakıtın yeniden işlenmesi ile plutonyum ve uranyum yüksek radyoaktifiteli fisyon ürünlerinden ve diğer transuranik elementlerden ayrılır. Farklı teknik işlemlerle bu ayırma yapılabilir, ancak Purex yıllardır en çok kullanılan ve kabul edilen işlem olmuştur. Purex, ışınlanmış nükleer yakıtın nitrik asitte çözülmesi işlemini ve bunu takiben bir organik madde ile seyreltilmiş TBP çözeltisi kullanarak solvent ekstraksiyonu yolu ile U, Pu ve fisyon ürünlerinin ayrılması işlemlerini içerir.

Purex tesisleri ışınlanmış yakıt elemanını doğrama, yakıt çözme, solvent ayırma, ve akışkan depolama dahil olmak üzere, birbirine benzer proses fonksiyonlarına sahiptir. Uranyum nitratın termal denitrasyonu, plutonyum nitratın oksit veya metale dönüştürülmesi, ve fisyon ürünü atıkların uzun dönem depolama veya gömme için uygun bir formda işlenmesi için gerekli ekipmanlar da Purex işleminde yer alabilir. Bununla birlikte, yeniden işlenecek ışınlanmış yakıtın tipi ve miktarı, geri kazanılan maddelerin nasıl kullanılacağı ve tesis tasarımıyla birleşen güvenlik ve bakım felsefesi dahil olmak üzere, çeşitli nedenlerle bu fonksiyonları yerine getiren ekipmanların özel tip ve konfigürasyonları tesisten tesise değişiklik gösterebilir.

"Işınlanmış yakıt elemanlarının yeniden işlenmesi tesisi", ışınlanmış yakıt, temel nükleer maddeler ve fisyon ürünü akımları ile normalde direkt temas halinde olan ve bunları direkt olarak kontrol eden ekipman ve bileşenleri içerir.

Plutonyum dönüşüm ve metal plutonyum üretimi sistemlerinin tamamı dahil olmak üzere, bu işlemler kritiklikten (mesela geometri ile), radyasyona maruz kalmaktan (mesela zırhlama ile) ve zehirlilik tehlikesinden (mesela koruma kabı ile) kaçınmak için alınan önlemler yoluyla tanımlanabilirler.

Işınlanmış yakıt elemanlarının yeniden işlenmesi için "ve özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış" ifadesi içinde düşünülen ekipman elemanları şunları içerir:

### 3.1. Işınlanmış yakıt elemanı kesme makinaları

#### TANITICI NOT

Bu ekipman ışınlanmış 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 belirtildiği üzere özel olarak bir yeniden işleme tesisinde kullanılmak üzere tasarlanmış veya hazırlanmış, ışınlanmış yakıt elemanı yığınlarını, demetlerini veya çubuklarını kesmek, doğramak, parçalamak üzere planlanmış uzaktan kumandalı ekipman.

### 3.2. Çözme Tankları

#### TANITICI NOT

Çözme tankları normal olarak kullanılmış yakıtları doğranmış halde kabul ederler. Kritiklik açısından güvenli bu kaplarda ışınlanmış nükleer yakıt maddesi nitrik asitte çözünür ve kalan kabuklar ve kırıntılar proses akışından atılır.

Yukarıda tanımlandığı gibi bir yeniden işleme tesisinde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, ışınlanmış nükleer yakıtı çözmek için kullanılan, sıcak ve korozyon etkisi yüksek sıvıya karşı dayanabilen ve uzaktan kumanda ile yüklenebilen ve bakımı yapılabilen, kritiklik açısından güvenli tanklar (mesela küçük çaplı halka veya dilim şeklinde tanklar).

### 3.3. Solvent ekstraksiyonu kontaktörleri ve ekipmanları

#### TANITICI NOT

Solvent ekstraksiyonu kontaktörleri hem çözme tanklarından gelen ışınlanmış yakıt çözeltisini hem de uranyum, plutonyum ve fisyon ürünlerini ayıran organik çözeltiyi alırlar. Solvent ekstraksiyonu ekipmanları normalde, bakım gerektirmeden veya kolay değiştirmeye uygun uzun çalışma ömrü, çalışma ve kontrol kolaylığı ve proses şartlarındaki değişimlere esneklik gibi çalışma parametrelerini karşılayacak şekilde tasarlanırlar.

Işınlanmış yakıtı yeniden işlemek için bir tesiste kullanılmak üzere, dolgu veya darbeli kolonlar, karıştırıcı-çöktürücü tanklar veya santrifüj kontaktörleri gibi özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış solvent ayırma ekipmanları. Solvent ekstraksiyonu kontaktörleri nitrik asitin korozyon etkisine dayanıklı olmalıdırlar. Solvent ekstraksiyonu kontaktörleri normal olarak düşük karbonlu paslanmaz çelik, titanyum, zirkonyum, veya diğer yüksek kaliteli malzemelerden, çok yüksek standartlarda, özel kaynak, denetim, kalite temini ve kalite kontrol teknikleri uygulanarak imal edilirler.

### 3.4. Kimyasal tutma veya depolama kapları

#### TANITICI NOT

Solvent ekstraksiyon adımından üç ana proses akımı ortaya çıkar. Bu üç akımı ileri seviyede işlemek için tutma veya depolama kapları aşağıdaki şekillerde kullanılırlar:

- Saf uranyum nitrat çözeltisi buharlaştırma ile konsantre edilir ve uranyum okside çevrilmek üzere denitrasyon işlemine gönderilir. Bu oksit, nükleer yakıt çevriminde yeniden kullanılır.
- Yüksek radyoaktifiteli fisyon ürünleri çözeltisi normalde buharlaştırma ile konsantre edilir ve sıvı olarak depolanır. Bu konsantre sıvı daha sonra buharlaştırılıp depolama veya gömme için uygun bir forma dönüştürülebilir.
- Saf plutonyum nitrat çözeltisi konsantre edilir ve daha sonraki işlem adımlarına transfer edilinceye kadar depolanır. Özellikle plutonyum çözeltileri için tutma veya depolama kapları, akımın konsantrasyonundaki ve yapısındaki değişikliklerden kaynaklanabilecek

kritiklik sorunundan kaçınılacak şekilde tasarırlanır.

İşlenmiş yakıtı yeniden işlemek için bir tesiste kullanılmak üzere özel olarak tasarılanmış veya hazırlanmış tutma veya depolama kapları. Tutma veya depolama kapları nitrik asitin korozyon etkisine dayanıklı olmalıdır. Tutma veya depolama Kapları normalde düşük karbonlu paslanmaz çelik, titanyum, zirkonyum, veya diğer yüksek kaliteli malzemelerden imal edilirler. Tutma veya Depolama Kapları uzaktan kumanda ile çalıştırmaya ve bakıma olanak sağlayacak şekilde tasarlanabilirler ve nükleer kritikliği kontrol etmek için aşağıdaki özelliklere sahip olabilirler:

- (1) En az yüzde iki boron eşdeğeri içeren duvarlar veya iç yapılar,
- (2) Silindirik kaplar için maksimum 175 mm (7 inç) çap, veya
- (3) Dilim veya halka biçimindeki kaplar için maksimum 75 mm (3 inç) genişlik.

### 3.5. Plutonyum nitratı plutonyum okside çevirme sistemi

#### TANITICI NOT

Birçok yeniden işleme tesisinde, son işlem plutonyum nitrat çözeltisinin plutonyum okside dönüştürülmesidir. Bu işlemin içerdiği temel fonksiyonlar şunlardır: depolama ve ayarlama, çöktürme ve katı/sıvı ayrımı, kalsinasyon, ürün işleme, havalandırma, atık yönetimi ve işlem kontrolü.

Kritikliği ve radyasyon etkisini önlemek ve zehirlilik tehlikesini en aza indirmek için gerekli özel donanıma sahip, plutonyum nitratı plutonyum okside çevirmek için özel olarak tasarılanmış veya hazırlanmış komple sistemler.

### 3.6 Plutonyum oksitten metal plutonyum elde etme sistemi

#### TANITICI NOT

Yeniden işleme tesisiyle bağlantılı olabilecek bu işlem, plutonyum oksidin normal olarak korozyon etkisi yüksek hidrojen florür ile fluorlanması yoluyla elde edilen plutonyum florürün yüksek saflıktaki kalsiyum metalle indirgenerek metalik plutonyum 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), cüruf eldesi, ürün işleme, havalandırma, atık yönetimi ve işlem kontrolü.

Bilhassa kritikliği ve radyasyon etkisini önlemek ve zehirlilik tehlikesini en aza indirmek için gerekli özel donanıma sahip, plutonyum metal üretmek için özel olarak tasarılanmış veya hazırlanmış komple sistemler.

## 4. Yakıt elemanı imalat tesisleri

#### AÇIKLAYICI NOT

"Yakıt elemanı imalat tesisi" aşağıdaki ekipmanları içerir:

- a. Normal olarak nükleer maddenin üretim akışı ile doğrudan temas halinde veya onu

direkt olarak işleyen veya kontrol eden ekipmanlar

b. Nükleer maddeyi zarf içine kaynaklamak için ekipmanlar.

**5. Uranyum izotoplarını ayırma tesisleri ve bunun için özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış analitik enstrümanlar dışındaki ekipmanlar**

Uranyum izotoplarını ayırmak için "analitik enstrümanlar dışında özel olarak tasarımlanmış ve hazırlanmış ekipman" ifadesinde yer alan ekipman elemanları şunlardır:

**5.1 Gaz santrifüjleri ve üniteleri ve gaz santrifüjleri için özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış bileşenler**

**AÇIKLAYICI NOT**

Gaz santrifüjü, normal olarak vakum ortamında bulunan, 75 mm (3 inç) ile 400 mm (16 inç) arasında çapa sahip, ince cidarlı ve 300 m/s civarında veya daha yüksek çevresel hızda dönen silindirlerden oluşur. Yüksek hız elde etmek için, dönen bileşenlerin yapı malzemeleri yüksek dayanım/yoğunluk oranına sahip olmalıdır 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 kepecelere bağlanmış en az üç ayrı kanalı taşıyan ( $UF_6$  gazını beslemek ve çekmek için) sabit bir tüp düzeni içermesiyle bilinir. 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, miktarlar son kullanımın önemli bir göstergesidir.

**5.1.1. Dönen bileşenler**

**(a) Bütün Rotor üniteleri:**

Bu bölümün AÇIKLAYICI NOT kısmında tarif edilen, dayanım/yoğunluk oranı yüksek malzemelerden imal edilen ince cidarlı silindirler veya bir kaç birbirine bağlı ince cidarlı silindirler. Silindirler birbirine bağlanacaksa, aşağıda 5.1.1.(c) bölümünde tarif edildiği gibi esnek körük veya halkalarla bağlanır. Rotor, aşağıda 5.1.1.(d) ve (e) bölümünde tarif edildiği gibi dahili deflektör plaka(lar) ve uç tıplarla donatılır.

**(b) Rotor tüpleri:**

Bu bölümün AÇIKLAYICI NOT kısmında tarif edilen, dayanım/yoğunluk oranı yüksek bir veya birden fazla malzemeden imal edilen ve kalınlığı 12 mm (0.5 inç) veya daha az, çapı 75 mm (3 inç) ile 400 mm(16 inç) arasında olan, özel olarak tasarımlanmış ve hazırlanmış İnce Cidarlı Silindir.

**(c) Halkalar veya körükler:**

Rotor tüpüne bölgesel destek vermek veya birkaç rotor tüpünü birbirine bağlamak üzere özel olarak tasarımlanmış veya hazırlanmış bileşenlerdir. Körük cidar kalınlığı 3mm (0.12 inç) veya daha az, çapı 75 mm (3 inç) ile 400mm (16 inç) arasında olan, bükümlere sahip ve bu bölümün AÇIKLAYICI NOT kısmında

tarif edilen dayanım/yoğunluk oranı yüksek malzemelerden imal edilmiş kısa silindir.

(d) Deflektör plakası:

Bu bölümün AÇIKLAYICI NOT kısmında tarif edilen dayanım/yoğunluk oranı yüksek malzemeden imal edilen, çapı 75 mm (3 inç) ile 400 mm (16 inç) arasında değişen, tahliye odasını ana ayırma odasından izole etmek ve bazı durumlarda UF<sub>6</sub> gazının rotor tüpünün ana ayırma odası içindeki sirkülasyonuna yardım etmek için kullanılan, santrifüj rotor tüpünün içine monte edilmek üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış disk şeklinde bileşenler.

(e) Üst başlıklar/Alt başlıklar:

Çapları 75 mm (3 inç) ile 400 mm (16 inç) arasında değişen, rotor tüp uçlarını bağlamak ve rotor tüp içerisinde UF<sub>6</sub> tutmak ve bazı durumlarda üst yatak (üst kapak) elementi yekpare olarak kapsamak, desteklemek veya tutmak veya motorların dönen elemanlarını ve alt yatağı (alt başlık) taşımak için bu bölümün AÇIKLAYICI NOT kısmında tarif edilen dayanım/yoğunluk oranı yüksek malzemeden imal edilen özel olarak tasarlanmış veya imal edilmiş disk şeklindeki Bileşenler.

AÇIKLAYICI NOT

Santrifüjün dönen bileşenleri için kullanılan malzemeler:

- En son gerilme mukavemeti  $2.05 \times 10^9 \text{ N/m}^2$  (300,000 psi) veya daha fazla olan düşük karbonlu çelik
- En son gerilme mukavemeti  $0.46 \times 10^9 \text{ N/m}^2$  (67,000 psi) veya daha fazla olan alüminyum alaşımlar
- Karma yapılarda kullanıma uygun  $12.3 \times 10^6$  m veya daha fazla özgül modüle ve  $0.3 \times 10^6$  m veya daha fazla özgül en son gerilme mukavemetine sahip yüksek dirençli malzemeler. (Özgül modül,  $(\text{N/m}^2)/\text{özgül ağırlık } (\text{N/m}^3)$  cinsinden Young Modülüdür. Özgül enson gerilme mukavemeti  $(\text{N/m}^2)/\text{özgül ağırlık } (\text{N/m}^3)$  cinsinden en son gerilme mukavemetidir.)

5.1.2. Statik bileşenler

(a) Manyetik askılı yataklar

Rutubetli ortam içeren odalar içinde asılmış halka şeklinde magnetten oluşan özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış Yatak Üniteleri. Oda UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı malzemeden imal edilecektir (Bölüm 5.2. AÇIKLAYICI NOT'a bak). Magnet çiftler Bölüm 5.1.1.(e)'de tanımlanan üst başlıklara bir kutup parçası veya ikinci bir magnet ile bağlanır. Magnet, dış çapının iç çapına oranı 1.6 veya daha küçük olan bir halka biçiminde olabilir. Magnet, ilk geçirgenliği 0.15 H/m (CGS biriminde 120,000) veya daha çok olan, veya manyetikliğin %98.5 veya daha fazlasını yitirmeme özelliğine sahip olan, veya enerji çarpımı  $80 \text{ kJ/m}^3$  (107 gauss-oersted) den yüksek olan bir yapıda olabilir. Genel malzeme özelliklerine ilave

olarak manyetik eksenin geometrik eksenden sapmasının çok küçük tolerans içinde sınırlandırılması (0.1 mm veya 0.004 inç'ten daha küçük) veya magnet malzemesinin homojenliğinin özellikle istenmesi bir ön şarttır.

(b) Yataklar/Damperler:

Damper üzerine monte edilmiş bir mil/kapsül ünitesinden oluşan özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış yataklardır. Pivot, normal olarak bir ucunda bir yarım küre, diğer ucunda 5.1.1.(e)'de tanımlanan alt başlığa bağlanma mekanizması taşıyan sertleştirilmiş çelik bir şafttır. Şafta bağlı hidrokinamik yatakları bulunabilir. Kapsül, bir yüzeyinde yarıküresel bir girinti olan pelet şeklindedir. Bu bileşenler daha çok damperlerden ayrı olarak temin edilir.

(c) Moleküler Pompalar:

İç kısmından işlenmiş veya preslenmiş sarmal yivlere ve deliklere sahip, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış silindirlerdir. Tipik boyutlar: 75 mm (3 inç) ile 400mm (16 inç) arası iç çap, 10 mm (0.4 inç) veya daha fazla cidar kalınlığı, çapına eşit veya daha büyük boy. Yivlerin kesiti tipik olarak dikdörtgendir ve derinliği 2 mm (0.08 inç) veya daha fazladır.

(d) Motor statorları:

Vakum ortamında, 600-2000 Hz frekans ve 50-1000 VA'lık bir güç aralığında, yüksek hızlı ve çok fazlı AC motorların senkronize çalışması için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış halka şeklinde statorlar. Statorlar, tipik olarak 2.0 mm (0.08 inç) veya daha az kalınlıkta ince tabakalardan oluşan katmanlı ve düşük kayıplı demir bir kor üzerindeki çok fazlı sargılardan oluşurlar.

(e) Santrifüj odası/alıcılar:

Gaz santrifüjün rotor tüp ünitesini muhafaza etmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış bileşenlerdir. Santrifüj odası, yatakları yerleştirmek için hassas yapılmış uçlar ve montaj için kullanılacak bir veya daha fazla flanşlar içeren ve cidar kalınlığı 30 mm'ye kadar olan bir sabit silindirden oluşur. İşlenmiş uçlar birbirine paralel ve silindirlerin dikey eksenlerine  $0.05^{\circ}$  veya daha az diktir. Oda pek çok rotor tüpünü muhafaza etmek üzere petek tipi bir yapıda olabilir. Odalar  $UF_6$  korozyonuna karşı dayanıklı malzemelerden yapılır veya bu malzemelerle korunur.

(f) Kepçeler:

Pitot tüp hareketiyle rotor tüp içinden  $UF_6$  gazını çekmek için iç çapı 12 mm'ye (0.5 inç) kadar olan özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış tüplerdir ve merkezi gaz atma sistemine bağlanabilirler. Tüpler  $UF_6$  korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılır veya bu malzemelerle korunur.

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, UF<sub>6</sub>'yı santrifüje beslemek, giderek yükselen zenginliklere imkan sağlamak için kademe (veya adım) oluşturmak amacıyla tek tek santrifüjleri birbirlerine bağlamak ve "artık" ve "ürün" UF<sub>6</sub>'yı santrifüjlerden çekmek için gereken tesis sistemleridir.

Normal olarak UF<sub>6</sub>, ısıtılmış otoklavları kullanarak katı fazdan buharlaştırılır ve kademe başı borusu kullanılarak santrifüjlere gaz halinde dağıtılır. Santrifüjlerden akan "ürün" ve "artık" UF<sub>6</sub> gazı, taşıma veya depolama için uygun kaplara transfer edilmeden önce yoğunlaştırıldığı (203 K civarında çalışan) soğuk tuzaklara da kademe başı borusu vasıtasıyla transfer edilir. Bir zenginleştirme tesisi kademeler halinde düzenlenmiş binlerce santrifüjden oluştuğundan, binlerce kaynak içeren kilometrelerce kademe başı borusu vardır ve tesis önemli ölçüde kendini tekrarlayan bir yerleşim düzenine sahiptir. Ekipman, bu ekipmanların bileşenleri ve pompalama sistemleri çok yüksek vakum ve temizlik standartlarına uygun imal edilir.

### 5.2.1. Besi sistemleri/ürün ve artık çekme sistemleri

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış proses sistemleri şunları içerir:

Santrifüj kademelerinden 100 kPa'a (15 psi) kadar ve 1 kg/saat veya daha yüksek debide UF<sub>6</sub> geçirmek için kullanılan besi otoklavları (veya istasyonları).

3 kPa (0.5 psi) basınca kadar kademelerden UF<sub>6</sub> çekmek için kullanılan katılaştırıcılar (desüblimleştiriciler veya soğuk tuzaklar). Katılaştırıcılar 203 K'e (-70°C) kadar soğutulabilme ve 343 K'e (70 °C ) kadar ısıtılabilme özelliğine sahiptir.

UF<sub>6</sub>'yı kaplar içine yakalamak için kullanılan "ürün" ve "artık" istasyonları.

Tesis, ekipman ve boru donanımı UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı malzemelerden yapılır (Bu bölümün Açıklama Notu'na bakınız) veya bu tip malzemelerle kaplanır ve çok yüksek vakum ve temizlik standartlarına uygun olarak imal edilir.

### 5.2.2. Makina başlık boru sistemleri

Santrifüj kademeleri içerisinde UF<sub>6</sub> nakli için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış boru ve başlık sistemleri. Boru şebekesi normalde başlıkların her birinin santrifüjünün bir birine bağlanmasından oluşan üç bölümlü başlık sistemidir. Sistemin tamamı UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı malzemelerden yapılır (Bu bölümün Açıklama Notu'na bakınız) ve çok yüksek vakum ve temizlik standartlarına uygun olarak imal edilir.

### 5.2.3. UF<sub>6</sub> kütle spektrometresi/iyon kaynakları

UF<sub>6</sub> gaz akışından besi, ürün veya artık örneklerini her an alabilme özelliğine ve ayrıca aşağıdaki özelliklere sahip olan, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış manyetik veya dört kutuplu ("quadropole") kütle spektrometreleridir.

1. 320'den büyük atomik kütle birimi için seçicilik ("resolution");



2. Nichrome veya monel ile astarlanmış veya nikel kaplanmış iyon kaynakları,
3. Elektron bombardıman iyonizasyon kaynakları;
4. İzotopik analiz için uygun bir toplayıcı sisteme sahip olma.

#### 5.2.4. Frekans değıştiriciler

Bölüm 5.1.2.(d)'de tanımlanan motor statorlarını beslemek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış frekans değıştiriciler, (aynı zamanda konvertör veya invertör olarak da bilinirler) veya parçalar, bileşenler. Bu tür frekans değıştiricilerinin alt üniteleri aşağıdaki özelliklere sahiptir:

1. 600 ile 2000 Hz arasında çok fazlı çıkış;
2. Yüksek kararlılık (frekans kontrolü %0.1 den daha iyi);
3. Düşük harmonik bozulum (%2 den az); ve
4. %80 den büyük verim.

#### AÇIKLAYICI NOT

Yukarıda listelenen parçalar ya doğrudan UF<sub>6</sub> proses gazı ile temasa girer ya da direkt olarak santrifujleri ve kademedan kademeye ve santrifujden santrifuje gaz geçişini kontrol eder.

UF<sub>6</sub> korozyonuna dayanıklı malzemeler arasında paslanmaz çelik, alüminyum, alüminyum alaşımları, nikel veya %60'dan daha fazla nikel içeren alaşımlar yer alır.

#### 5.3 Gaz difüzyonu ile zenginleştirmede kullanılmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış üniteler ve bileşenler.

##### TANITICI NOT

Uranyum izotop ayırma için gaz difüzyon metodundaki temel teknolojik üniteler özel gözenekli gaz difüzyon bariyeri, gazı (sıkıştırma işlemiyle ısınan) soğutmak için ısı değıştiriciler, conta vanaları, kontrol vanaları ve borulardır. Gaz difüzyon teknolojisi uranyum hekza florür (UF<sub>6</sub>) kullandığından, bütün ekipman, boru ve enstrümantasyon (gaz ile temas halinde olan) yüzeyleri UF<sub>6</sub> etkilerine dayanabilen malzemelerden yapılmalıdır. Bir santrifuj tesisinde bu bileşenlere çok sayıda gereksinim vardır; miktarlar son kullanımın önemli bir göstergesidir.

#### 5.3.1. Gaz difüzyon bariyerleri

- (a) UF<sub>6</sub> korozyonuna dayanıklı metalik, polimer veya seramik malzemeden yapılmış, 100-1000 Å arasında gözenek boyutu ve 5 mm (0.2 inç) veya daha az kalınlığı olan boru şeklinde ve özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ince gözenekli filtreler.
- (b) Bu tür filtrelerin imalatı için özel olarak hazırlanmış bileşikler ve toz halindeki maddeler. Bu bileşikler ve toz halindeki maddeler, gaz difüzyon engellerinin 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 UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı tümüyle fluorlanmış hidrokarbonlar (10 mikrondan az ve son derece birbirine yakın parçacık boyutuna sahip) içerir.

### 5.3.2. *Difüzyon odaları*

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, çapı 300 mm'den (12 inç) daha büyük ve boyu 900 mm'den (35 inç) daha uzun, tümüyle sızdırmaz silindir kaplar veya karşılaştırılabilir boyutlarda dikdörtgen kaplar. Bunlar, gaz difüzyon bariyerlerini ihtiva etmek için çapları 50 mm'den (2 inç) daha büyük bir giriş ve iki çıkış bağlantısına sahiptir, UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı malzemelerden yapılır ve yatay veya düşey olarak yerleştirilebilecek şekilde tasarlanırlar.

### 5.3.3. *Kompresörler ve gaz körükleri*

UF<sub>6</sub> emme kapasitesi 1 m<sup>3</sup>/dakika veya daha fazla, boşaltma basıncı bir kaç yüz kPa (100 psi) olan özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekstenel, santrifüj, veya pozitif deplasmanlı kompresörler veya gaz körükleri. UF<sub>6</sub> ortamında uygun güçte elektrik motorlu veya motorsuz mümkün olduğu kadar uzun zaman çalışmak üzere tasarlanmışlardır. Bu kompresör ve gaz körükleri 2:1 ve 6:1 arasında basınç oranına sahiptirler ve UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı malzemelerden yapılırlar.

### 5.3.4. *Rotor mil (şaft) contaları*

Kompresör veya gaz körüğü rotorunu sürücü motoruna bağlayan şaftın sızdırmazlığını sağlamak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış conta besleme ve conta eksoz bağlantıları ile beraber vakum contaları. Böylece UF<sub>6</sub> ile dolu kompresörün veya gaz körüğünün iç kısmına havanın sızmasına karşı güvenilir bir sızdırmazlık sağlanır. Bu tür contalar normalde tampon gazlar için 1000 cm<sup>3</sup>/dakika'dan daha az (60 inç<sup>3</sup>/dakika) bir sızma oranı için tasarlanırlar.

### 5.3.5. *UF<sub>6</sub> soğutma için ısı değiştiriciler*

UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı malzemelerden (paslanmaz çelik hariç) veya bakır veya bu metallerin bileşiminden yapılmış veya bunlarla kaplanmış ve 100 kPa (15 psi) basınç farkı altında 10 Pa (0.0015 psi)/saat'ten daha az kaçak basınç değişim oranı için planlanmış, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ısı değiştiriciler.

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

#### **TANITICI NOT**

Gaz difüzyon tipi zenginleştirme tesisleri için yardımcı sistemler, ekipmanlar ve bileşenler UF<sub>6</sub>'yı gaz difüzyon ünitelerine beslemek, giderek yükselen zenginliklere imkan sağlamak için kademe (veya adım) oluşturmak amacıyla tek tek üniteleri birbirlerine bağlamak ve "artık" ve "ürün" UF<sub>6</sub>'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 bir çok özel ölçme, düzenleme ve kontrol sistemleriyle teçhiz edilmesini gerektirir.

Normal olarak UF<sub>6</sub> otoklavlar içindeki silindirlerden buharlaştırılır ve kademe başı borusu

kullanılarak, giriş noktalarına gaz halinde dağıtılır. Çıkış noktalarından akan "ürün" ve "artık" UF<sub>6</sub> gaz akımı, taşıma veya depolama için uygun kaplara gönderilmeden önce, UF<sub>6</sub>'nın sıvılaştırıldığı soğuk tuzaklara veya sıkıştırma istasyonlarına kademe başı borusu vasıtasıyla transfer edilir. Bir gaz difüzyon zenginleştirme tesisi kademeler halinde düzenlenmiş binlerce gaz difüzyon ünitelerinden oluştuğundan, binlerce kaynak içeren kilometrelerce kademe başı 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. Besi 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:

1. UF<sub>6</sub>'yu gaz difüzyon kademelerine aktarmak için kullanılan besi otoklavları (veya sistemleri).
2. UF<sub>6</sub>'yu difüzyon kademelerinden almak için kullanılan desüblimleştiriciler (veya soğuk tuzaklar).
3. kademedeki UF<sub>6</sub> gazının sıkıştırılıp soğutularak sıvı UF<sub>6</sub> şekline dönüştürüldüğü sıvılaştırma istasyonları.
4. UF<sub>6</sub>'nın kaplara transferi için kullanılan "ürün" veya "artık" istasyonları.

#### 5.4.2. Ana boru sistemleri

Gaz difüzyonu kademelerindeki UF<sub>6</sub>'nın işleme tabi tutulması için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış boru sistemleri. Bu boru şebekesi normal olarak her hücrenin her ana boruya bağlandığı "çift" başlı sistem şeklindedir.

#### 5.4.3. Vakum sistemleri

- (a) Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış büyük vakum manifoldları, vakum başları ve 5 m<sup>3</sup>/dakika (175 ft<sup>3</sup>/dakika) veya daha fazla emme kapasitesine sahip Vakum Pompaları.
- (b) UF<sub>6</sub> 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 fluorokarbon contalar ihtiva edebilir ve işletim için özel akışkanlar gerektirebilir.

#### 5.4.4. Özel kapama ve kontrol vanaları

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, çapları 40 ile 1500 mm (1.5 ile 59 inç) arasında değişen, gaz difüzyon zenginleştirme tesislerinin ana ve yardımcı sistemlerine yerleştirilmek üzere UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı malzemelerden yapılmış, otomatik veya elle kumanda edilebilen kapama ve kontrol (körüklü) vanaları.

#### 5.4.5. UF<sub>6</sub> kütle spektrometreler/iyon kaynaklar

UF<sub>6</sub> gaz akışından besi, ürün veya artık örneklerini her an alabilme özelliğine ve ayrıca aşağıdaki özelliklere sahip olan özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış manyetik veya dört kutuplu ("quadropole") Kütle Spektrometreleri.

1. 320'den büyük atomik kütle birimi için seçicilik ("resolution");
2. Nichrome veya monelden yapılmış veya bunlarla astarlanmış veya nikel kaplanmış iyon kaynakları;
3. Elektron bombardıman iyonizasyon kaynakları;
4. İzotopik analiz için uygun bir toplayıcı sisteme sahip olma.

#### AÇIKLAYICI NOT

Bu bölümde listelenen parçalar ya UF<sub>6</sub> proses gazı ile doğrudan temas halindedir ya da direkt olarak kademeler içerisindeki akışı kontrol eder. Proses gazı ile doğrudan temas halinde olan bütün yüzeyler UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı malzemelerden yapılır veya bunlarla kaplanır. Gaz difüzyonu elemanları ile ilişkili olan kısımlar için, UF<sub>6</sub> korozyonuna dayanıklı malzemeler arasında paslanmaz çelik, alüminyum, alüminyum alaşımlar, nikel veya %60 veya daha fazla nikel içeren alaşımlar ve UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı tamamen fluorlanmış hidrokarbon polimerler sayılabilir.

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

##### TANITICI NOT

Aerodinamik zenginleştirme işlemlerinde, gaz UF<sub>6</sub> 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 proses başarılı bir şekilde geliştirilmiştir: ayırma memesi prosesi ve vorteks tüp prosesi. Her iki proses için ayırma adımının ana bileşenlerini, ayırma elemanlarını (memeler veya vorteks tüpler) yerleştirmek için kullanılan silindirik bir kap, gaz kompresörler ve sıkışma ısısını almak için kullanılan ısı değiştiricileri oluşturur. Bir aerodinamik tesiste bu kademelerden birden çok bulunmasına ihtiyaç vardır. Aerodinamik proseslerde UF<sub>6</sub> kullanıldığı için, ( gaz ile temasta bulunan) bütün ekipman, boru takımı ve enstrümantasyon yüzeyleri bu gazla temasa geçtiğinde kararlı kalmasını sağlayan malzemelerden yapılmalıdır.

##### AÇIKLAYICI NOT

Bu bölümde listelenen parçalar ya UF<sub>6</sub> proses gazı ile temas halindedir ya da direkt olarak kademeler içerisindeki akışı kontrol eder. Proses gazı ile doğrudan temas eden bütün yüzeyler UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı malzemelerden yapılır veya bunlarla kaplanır. Aerodinamik zenginleştirme elemanları ile ilişkili olan kısımlar için, UF<sub>6</sub> korozyonuna dayanıklı malzemelere, bakır, paslanmaz çelik, alüminyum, alüminyum alaşımlar, nikel veya %60 veya daha fazla nikel içeren alaşımlar ve UF<sub>6</sub>'ya dayanıklı tamamen fluorlanmış hidrokarbon polimerler dahildir.

#### 5.5.1. Ayırma memeleri

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ayırma memeleri ve ilgili üniteler. Ayırma memeleri, UF<sub>6</sub> korozyonuna dayanıklı, 1mm'den (tipik 0.1-0.05 mm) daha az eğrilik çapı olan ve meme arasından geçen gazı iki fraksiyona 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 ilgili üniteler. Vorteks tüpleri, 0.5 - 4 cm çapında, uzunluğun çapa oranı 20:1 veya daha az olan, bir veya daha fazla teğet girişe sahip olan, UF<sub>6</sub> korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bunlarla korunan silindirik veya sivri uçlu tüplerdir. Tüplerin herhangi bir veya her iki ucunda meme tipi ekler bulunabilir.

#### AÇIKLAYICI NOT

Besleme gazı, vorteks tüpe, teğetsel olarak bir uçundan ya da girdap kanatlardan ya da tüp çevresi boyunca dizilmiş birçok teğet pozisyonundan girer.

### 5.5.3. *Kompresörler ve gaz körükleri*

2 m<sup>3</sup>/dakika veya daha fazla UF<sub>6</sub> taşıyıcı gaz (hidrojen veya helyum) karışımı emme kapasitesine sahip ve UF<sub>6</sub> 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 şaftın sızdırmazlığı için conta beslemesi ve conta egzoz bağlantıları ile beraber, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış dönen şaft contaları. Böylece UF<sub>6</sub> /taşıyıcı gaz karışımı ile dolu kompresör veya gaz üfleyicinin iç odasındaki proses gazının dışarı veya havanın ve sızdırmazlık gazının içeri kaçmasına karşı güvenilir bir sızdırmazlık sağlanır.

### 5.5.5. *Gaz soğutma için ısı değiştiriciler*

UF<sub>6</sub> korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ısı değiştiriciler.

### 5.5.6. *Ayırma elemanı odaları*

UF<sub>6</sub> korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş, vorteks tüpleri veya ayırma memelerini muhafaza etmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ayırma elemanı odaları.

#### AÇIKLAYICI NOT

Dikey ya da yatay kurulmak üzere tasarlanmış olabilecek, çapı 300 mm'den (12 inç), boyu ise 900 mm'den (35 inç) daha büyük silindir şeklinde ya da benzer boyutlarda dikdörtgen şeklinde odalardır.

#### 5.5.7. Besi sistemleri/ürün ve artık çekme sistemleri

Zenginleştirme tesisleri için UF<sub>6</sub> korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış proses sistemleri veya ekipmanları. Bunlar aşağıdakileri içerir:

- (a) UF<sub>6</sub>'yu zenginleştirme işleminden geçirmek için kullanılan besi otoklavları, fırınlar, veya sistemler;
- (b) Sonraki transfer için zenginleştirme işleminden UF<sub>6</sub>'yu çıkarmada kullanılan desüblimleştiriciler (veya soğuk tuzaklar)
- (c) UF<sub>6</sub>'yu sıkıştırıp, daha sonra sıvı veya katı şekle dönüştürerek zenginleştirme işleminden almak için kullanılan katılaştırma veya sıvılaştırma istasyonları;
- (d) UF<sub>6</sub>'nın kaplara transferi için kullanılan "ürün" veya "artık" istasyonları.

#### 5.5.8. Ana boru sistemleri

Aerodinamik kademeler içerisinde UF<sub>6</sub>'yu işleme tabi tutmak için UF<sub>6</sub> korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş ve özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış boru sistemleri.

#### 5.5.9. Vakum sistemleri ve pompalar

- (a) 5 m<sup>3</sup>/dakika veya daha fazla emme kapasitesi olan vakum manifoldları, vakum başlıkları ve vakum pompalarından oluşan ve UF<sub>6</sub> taşıyan atmosferde hizmet için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış vakum sistemleri.
- (b) UF<sub>6</sub> taşıyan atmosferde hizmet görmek üzere ve UF<sub>6</sub> korozyonuna karşı dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış vakum pompaları. Bu pompalar fluorokarbon contalar kullanabilir ve işletim için özel akışkanlar gerektirebilir.

#### 5.5.10. Özel kapama ve kontrol vanaları

Aerodinamik zenginleştirme tesislerinin ana ve yardımcı sistemlerine yerleştirilmek üzere, 40-1500 mm çapında, UF<sub>6</sub> korozyonuna dayanıklı malzemelerden yapılmış veya bu malzemelerle korunmuş, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış otomatik kapama ve kontrol (körüklü) vanaları.

#### 5.5.11. UF<sub>6</sub> kütle spektrometreleri/iyon kaynakları

UF<sub>6</sub> gaz akışından besi, ürün veya artık örneklerini her an alabilme özelliğine ve ayrıca aşağıdaki özelliklere sahip olan, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış manyetik veya dört kutuplu ("quadropole") kütle spektrometreleri.

1. 320'den büyük atomik kütle birimi için seçicilik ("resolution");
2. Nichrome veya monelden yapılmış veya bunlarla astarlanmış veya nikel kaplanmış iyon kaynakları;

3. Elektron bombardıman iyonizasyon kaynakları,
4. İzotopik analiz için uygun bir toplayıcı sisteme sahip olma.

#### 5.5.12. $UF_6$ / taşıyıcı gaz ayırma sistemleri

Taşıyıcı gazdan (hidrojen veya helyum)  $UF_6$ 'yı ayırmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış proses sistemleri.

##### AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemler  $UF_6$ 'nın taşıyıcı gaz içerisindeki miktarını 1ppm veya daha aza indirmek için tasarlanırlar ve aşağıdaki ekipmanlardan oluşur.

- (a)  $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$  veya daha düşük sıcaklıklara kadar soğutabilen cryogenic ısı değıştiricileri ve soğuk ayırıcılar, veya
- (b)  $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$  veya daha düşük sıcaklıklara soğutabilen çalışabilen cryogenic soğutma birimleri,
- (c)  $UF_6$ 'yı taşıyıcı gazdan ayırmak için kullanılan ayırma memeleri veya vorteks tüpleri, veya
- (d)  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  veya daha düşük sıcaklıklara soğutabilen  $UF_6$  soğuk tuzakları.

- 5.6 Kimyasal değışim veya iyon değıştirme yolu ile zenginleştirme tesislerinde kullanılmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler, ekipmanlar ve bileşenler.

##### TANITICI NOT

Uranyum izotopları arasındaki ufak kütle farklılıkları bu izotopları birbirinden ayırmaya temel teşkil eden kimyasal reaksiyon dengesinde küçük değışikliklere sebep olur. Sıvı-sıvı kimyasal değışim ve katı-sıvı iyon değıştirme işlemleri başarıyla geliştirilmektedir.

Sıvı-sıvı kimyasal değışim işleminde, karışmayan sıvı fazlar (sulu ve organik), binlerce ayırma kademesinin zincirleme etkisini vermek üzere birbirleriyle ters yönde akarak etkileşirler. Sulu faz hidroklorik asit çözeltisi içindeki uranyum klorür'den oluşur, organik faz ise organik bir çözücü içinde uranyum klorür içeren ekstrakte edici kısımdan oluşur. Ayırma kademesinde kontaktör olarak sıvı-sıvı değışim kolonları veya sıvı santrifuj kontaktörleri kullanılabilir. Ayırma kademesinin her iki ucunda, geri akış gereksinimlerini karşılamak üzere kimyasal dönüşüm (oksidasyon ve indirgeme) işlemleri gerekmektedir.

Katı-sıvı iyon alış veriş işleminde zenginleştirme, özel çok hızlı tepkime veren iyon alış veriş reçinesi ya da adsorbanı üzerinden uranyumun adsorpsiyon/desorptiyona uğraması yoluyla gerçekleştirilmektedir. Hidrolik asit ya da diğer kimyasal solüsyonlar içindeki uranyum solüsyonu, toplu adsorban kümeleri içeren silindir şeklindeki zenginleştirme kolonlarından geçmektedir. İşlemin sürekli olmasını sağlamak için, uranyumu, adsorbanttan sıvı akışına geri salacak olan bir geri döndürme sistemine ihtiyaç duyulmaktadır ve böylelikle 'ürün' ve 'artıklar' toplanabilmektedir. Bu durum, tamamen ayrı dış devrelerde geliştirilmiş olan ve izotoplu ayırma kolonlarının içinde kısmen geliştirilebilen uygun indirgeme/oksidasyon kimyasal solüsyonların kullanımı ile gerçekleştirilmektedir. Proses içerisinde, sıcak konsantre hidrolik asit solüsyonlarının bulunması, ekipmanın özel, korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmasını ya da bu tür malzemeler ile korunmasını gerektirmektedir.

### 5.6.1 Sıvı-sıvı değişim kolonları (Kimyasal değişim)

Kimyasal değişim işlemi kullanarak uranyum zenginleştirmesi için özel olarak tasarımılanmış veya hazırlanmış, mekanik güç girişine sahip, ters akımlı sıvı-sıvı değişim kolonları. Konsantre hidroklorik asit çözeltilerinin korozyonuna karşı koruma için bu kolonlar ve içerleri uygun plastik maddelerle ya da camla kaplanır. Her bir aşama için kolonda kalma zamanı kısa (30 saniye ya da daha az) olacak şekilde tasarım yapılır.

### 5.6.2 Sıvı-sıvı santrifüj kontaktörleri (Kimyasal değişim)

Kimyasal değişim işlemi kullanarak uranyum zenginleştirmesi için özel olarak tasarımılanmış ya da hazırlanmış sıvı-sıvı santrifüj kontaktörleri. Bu kontaktörler organik ve sulu fazların karışmasını dönme hareketi ile ve sonra fazların ayrılmasını santrifüj kuvveti ile sağlar. Konsantre hidroklorik asit çözeltilerinin korozyonuna karşı, kontaktörler uygun plastik malzemelerden yapılır veya camla kaplanır. Santrifüj kontaktörlerin herhangi bir aşamada kalma zamanı kısa (30 saniye veya daha az) olacak şekilde tasarım yapılır.

### 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 tasarımılanmış veya hazırlanmış elektrokimyasal indirgeme hücreleri. Proses çözeltileriyle temas halinde olan hücre malzemeleri konsantre hidroklorik asit çözeltilerine karşı korozyona dayanıklı olmalıdır.

#### AÇIKLAYICI NOT

Katodik hücre bölmesi uranyumun daha üst değerliklere yükseltgenmesini önlemek için tasarımılanmalıdır. Uranyumu katodik bölmede tutmak için, hücre, özel katyon değişim maddesinden yapılan su geçirmez diyafram bir zara sahip olabilir. Katot grafit gibi uygun bir katı iletken oluşur.

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

#### AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemler, elektrokimyasal indirgeme hücrelerini beslemek amacıyla çözelti pH ayarı ve kontrolü ve pompaların ve transfer cihazlarının kontrolünü başarıyla sağlamak için diğer ekipman ve/veya buharlaşma ile  $U^{+4}$ ü organik sıvıdan sulu çözeltilere sıyırmak için çözücü sıyırtma ekipmanından oluşur. Sulu akımın belli metal iyonlarla kirlenmesinin önlenmesi ana tasarım konularından biridir. Sonuç olarak, proses akımıyla temas halindeki parçalar için sistem, uygun maddelerle (cam, fluorokarbon polimerleri, polipenil sülfat, poliyeter sülfon ve reçine-emdirilmiş grafit gibi) korunmuş ya da bunlardan yapılmış ekipmanlardan tesis edilir.

### 5.6.4 Besi hazırlama sistemleri (Kimyasal değişim)

Kimyasal değişim yolu ile uranyum izotop ayırma tesislerinde yüksek saflıkta



uranyum klorür besisi çözeltisi elde etmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler.

#### AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemler, saflaştırma için kullanılan çözüme, solvent ekstraksiyonu ve/veya iyon değiştirme teçhizatından ve  $U^{+6}$  veya  $U^{+4}$ 'ü  $U^{+3}$ 'e indirmek için kullanılan elektrolitik hücrelerden oluşur. Bu sistemler, krom, demir, vanadyum, molibden ve diğer iki veya daha yüksek değerlikli katyonlar gibi metalik gayrisafiyetleri yalnızca milyonda birkaç oranında içeren U klorür çözeltileri üretir. Sistemin yüksek saflıktaki  $U^{+3}$  ile işlem gören kısımları cam, fluorokarbon polimerleri, polifenil sülfat veya plastikte astarlanmış polieter sülfon ve reçineleştirilmiş grafit gibi maddelerden yapılır.

#### 5.6.5 Uranyum oksidasyon sistemleri (Kimyasal değişim)

Kimyasal değişim yolu ile zenginleştirme işleminde, izotop ayırma kademesine dönecek  $U$ 'un  $+3$ 'ten  $+4$ 'e yükseltgenmesini sağlamak üzere özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler.

#### AÇIKLAYICI NOT-

Bu sistemler aşağıdakileri içerir:

- (a) İzotop ayırma teçhizatından gelen sulu akım ile klor ve oksijeni temasa getirmek ve sonuçta oluşan  $U^{+4}$ 'ü ürün alma kademesinden gelen sıyrılmış organik akıma ekstrakte etmek için gereken ekipman.
- (b) Su ve konsantre hidroklorik asitin uygun yerlerde sisteme yeniden verilebilmesi için suyu hidroklorik asitten ayıran ekipman.

#### 5.6.6 Hızlı-reaksiyon veren iyon değiştirici reçineler/soğurucular (İyon değişimi)

İyon değiştirme yolu ile  $U$ 'u zenginleştirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış hızlı reaksiyon veren iyon değiştirici reçineler veya soğurucular. Gözenekli kılcal reçineler ve/veya aktif kimyasal değişim gruplarının aktif olmayan gözenekli bir destek yapının yüzeyine kaplı olduğu çok ince zar gibi tabakalardan oluşan yapılar ve parçacıkları ve fiberleri de kapsayan uygun şekilli kompozit yapılar bu gruba dahildir.

Bu iyon değiştirici reçineler/soğurucular, 0.2 mm veya daha küçük çapta olup, konsantre hidroklorik asit çözeltilerine karşı kimyasal açıdan dayanıklı ve aynı zamanda değişim kolonlarında bütünlük ve kalitelerini muhafaza etmeye yetecek fiziksel sağlamlığa 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 değiştirici kolonlar (İyon değiştirme)

İyon değiştirme işlemi kullanarak uranyum zenginleştirmesi için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış iyon değiştirici reçine/soğurucunun bulunduğu

doğulu yatakları barındıran ve destekleyen, çapı 1000 mm'den daha büyük silindirik kolonlar. Bu kolonlar konsantre hidroklorik asit çözeltilerinin korozyonuna karşı koruyucu malzemelerden (tityum veya fluorokarbon gibi) yapılmalı ve 100°C-200°C sıcaklık aralığı ile 0.7 MPa (102 psi) basıncın üstünde çalıştırılabilir.

#### 5.6.8 İyon değiştirme tekrar kullanım ("reflux") sistemleri (İyon değişimi)

- İyon değiştirme yolu ile zenginleştirme kademelerinde kullanılan kimyasal indirgeme ajanlarını tekrar elde etmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kimyasal veya elektrokimyasal indirgeme sistemleri.
- İyon değiştirme yolu ile U zenginleştirme kademelerinde kullanılan kimyasal yükseltgeme ajanlarını tekrar elde etmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış kimyasal veya elektrokimyasal yükseltgeme sistemleri.

#### AÇIKLAYICI NOT

İyon değiştirme 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.

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

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

#### TANITICI NOT

Halihazırda lazer kullanarak zenginleştirme yapan sistemler iki kategoriye ayrılır: İşlem ortamı atomik uranyum buharı olanlar ve işlem ortamı uranyum bileşik buharı olanlar. Bu işlemler yaygın olarak şu şekilde isimlendirilir: 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 uranyum bileşimi buharını besleyen cihazlar (fotod-ayırımı veya kimyasal aktivasyon için); (b) birinci kategori için, zenginleştirilmiş ve tüketilmiş uranyum metalini "ürün" ve "artık" olarak toplayan cihazlar ve ikinci kategori için, ayrılmış veya reaksiyona girmiş bileşikleri "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 bölümdeki elemanların bir çoğu, uranyum metal buharı veya  $UF_6$  veya  $UF_6$  gaz karışımı ve diğer gazlardan oluşan işlem gazı ya da sıvıyla direkt temas eder. Uranyum ile ya da  $UF_6$  ile temas eden bütün yüzeyler tamamiyle korozyona dayanıklı maddelerden yapılır ya da bunlarla korunur. Lazer esasına dayalı zenginleştirme ile ilgili olan kısımlar için korozyona dayanıklı uranyum bileşikleri, uranyum metal ve sıvısına yttria kaplı grafit ve tantalum dahildir ve  $UF_6$  korozyonuna dayanıklı maddelere bakır, paslanmaz çelik, alüminyum alüminyum bileşikleri, nikel veya 60 % ya da daha fazla nikel içeren nikel alaşımları ve  $UF_6$  'ya dayanıklı tam fluorlanmış hidrokarbonlar da dahildir.

#### 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 silahları içeren uranyum buharlaştırma sistemleri.

#### 5.7.2 *Sıvı uranyum metali işleme sistemleri (AVLIS)*

Metalik bileşiklerin ısıtıldığı potalardan ve bu potaları soğutan ekipmandan oluşan, eriyik uranyum ve uranyum alaşımları için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sıvı metal işleme sistemleridir.

##### AÇIKLAYICI NOT

Bu potalar ve bu sistemin diğer parçaları, uranyum eriyiği ve uranyum alaşımları ile temas edebileceğinden korozyon ve ısıya karşı dayanıklı maddelerle korunurlar. Bu maddelere tantalum, yttria kaplı grafit, grafit kaplı diğer nadir toprak oksitleri veya bunların bileşikleride dahil edilebilir.

#### 5.7.3 *Uranyum metal "ürün" ve "artık" toplama üniteleri (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 sıvısı(yttria kaplı grafit veya tantalum) gibi ısıya ve korozyona dayanıklı maddelerden yapılır ya da bunlarla korunur. Bu bileşenlere borular, vanalar, tertibatlar, oluklar, besiyolları, ısı değiştiricileri ve toplayıcı plakalar (manyetik, elektrostatik veya diğer ayırma metodları için) dahil edilebilir.

#### 5.7.4 *Ayırıcı modül odası (AVLIS)*

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

##### AÇIKLAYICI NOT

Bu odalar, lazer pencereleri, vakum pompa bağlantıları, tanı ve görüntüleme enstrümantasyonu ve elektrik ve su besleme yolları için çok sayıda istasyon ihtiva eder. İç bileşenlerin bakımına ve yenilenmesine izin vermek için gerekli açma ve kapama sistemleri mevcuttur.

#### 5.7.5 *Sesten hızlı genişleme memeleri (MLIS)*

UF<sub>6</sub> karışımlarını ve taşıyıcı gazı 150 K veya daha düşük sıcaklıklara kadar soğutan ve UF<sub>6</sub> korozyonuna karşı dayanıklı, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sestem hızlı genişleme memeleri.

#### 5.7.6 *Uranyum pentafluorür ürün toplayıcılar (MLIS)*

Filtre, darbe veya siklon tipi toplayıcılardan veya bunların kombinasyonlarından

oluşan ve  $UF_5/UF_6$  ortamında korozyona dayanıklı olan, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış uranyum pentafluorür ( $UF_5$ ) katı üretim toplayıcıları

#### 5.7.7 $UF_6$ /taşıyıcı gaz kompresörü (MLIS)

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış,  $UF_6$  ortamında uzun süre çalışabilecek  $UF_6$ /taşıyıcı gaz karışımları kompresörleri. Bu kompresörlerin proses gazı ile temasta bulunan bileşenleri  $UF_6$  korozyonuna dayanıklı maddelerden yapılmalı veya bu maddelerle korunmalıdır.

#### 5.7.8 Dönen şaft contaları (MLIS)

Kompresör rotorunu sürücü motoruna bağlayan şaftın sızdırmazlığı için conta beslemesi ve conta egzoz bağlantıları ile beraber, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış dönen şaft contaları. Böylece  $UF_6$ /taşıyıcı gaz karışımı ile dolu kompresörün iç odasındaki proses gazının dışarı veya havanın ve sızdırmazlık gazının içeri kaçmasına karşı güvenilir bir sızdırmazlık sağlanır.

#### 5.7.9 Fluorlama sistemleri (MLIS)

Özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış  $UF_5$ 'i (katı)  $UF_6$ 'ya (gaz) fluorlamak için gerekli sistemler.

#### AÇIKLAYICI NOT

Bu sistemler, toplanan  $UF_5$  tozunu  $UF_6$ 'ya fluorlamak daha sonra ürün kaplarında toplamak veya ilave zenginleştirme için MLIS ünitesine besi olarak transfer etmek üzere tasarlanmıştır. Bir yaklaşıma göre ürünü direkt olarak toplayıcılardan elde etmek üzere, fluorlama reaksiyonu izotop ayırma sistemi içinde gerçekleştirilebilir. Bir diğer yaklaşıma göre ise,  $UF_5$  tozu, fluorlama işlemi için "ürün" toplayıcılarından kolektörlerinden uygun reaksiyon kazanına (sıvı yataklı reaktör, pervaneli reaktör ya da alev kulesi) transfer edilir. Her iki yaklaşımda da fluorün (veya diğer uygun fluorlama ajanlarının) transferi ve depolanması için ve  $UF_6$ 'nın transferi ve toplanması için gerekli ekipman kullanılır.

#### 5.7.10 $UF_6$ kütle spektrometreleri/iyon kaynakları (MLIS)

$UF_6$  gaz akımlarından kesintisiz olarak "besi", "ürün" ve "artık" numunelerini çekebilen, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ve aşağıdaki karakteristiklere sahip manyetik veya dört kutuplu ("quadropole") kütle spektrometreleri:

1. 320'den büyük atomik kütle birimi için seçicilik ("resolution");
2. Nichrome veya monelden yapılmış veya bunlarla astarlanmış veya nikel kaplanmış iyon kaynakları;
3. Elektron bombardıman iyonizasyon kaynakları;
4. İzotopik analiz için uygun bir toplayıcı sisteme sahip olma.

#### 5.7.11 Besi sistemleri/ürün ve artık çekme sistemleri (MLIS)

UF<sub>6</sub> korozyonuna karşı dayanıklı malzemelerle korunmuş ya da bunlardan yapılmış, zenginleştirme tesisleri için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış proses sistemleri ve ekipmanlarıdır. Bunlar aşağıdakileri içerir:

- (a) UF<sub>6</sub>'yı zenginleştirme işlemine geçirmek için kullanılan besi otoklavları, tanklar, fırınlar veya sistemler,
- (b) Sonraki transfer için zenginleştirme işleminden UF<sub>6</sub>'yı çıkarmada kullanılan desüblimleştiriciler (veya soğuk tuzaklar),
- (c) UF<sub>6</sub>'yı sıkıştırıp, daha sonra sıvı veya katı şekle dönüştürerek zenginleştirme işleminden almak için kullanılan katılaştırma veya sıvılaştırma istasyonları
- (d) UF<sub>6</sub>'nın kaplara transferi için kullanılan "ürün" veya "artık" istasyonları.

#### 5.7.12 UF<sub>6</sub>/taşıyıcı gaz ayırma sistemleri (MLIS)

UF<sub>6</sub>'yı taşıyıcı gazdan ayırmak için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış işlem sistemleridir. Taşıyıcı gaz nitrojen, argon ya da diğer bir gaz olabilir.

##### AÇIKLAYICI NOT

Ekipmana müdahale eden bu sistemler:

- (a) -120 °C ya da daha düşük sıcaklıklara kadar soğutabilen cyrogenic ısı değıştiricileri ya da cyrojeneratör ayırıcılar
- (b) -120 °C veya daha düşük sıcaklıklara kadar soğutabilen cyrogenic soğutma birimleri
- (c) -20 °C veya daha düşük sıcaklıklara kadar soğutabilen UF<sub>6</sub> soğuk tuzaklarıdır.

#### 5.7.13 Lazer sistemleri(AVLIS, MLIS ve CRISLA)

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

##### AÇIKLAYICI NOT

AVLIS işlemi için lazer sistemi iki lazerden oluşur: bakır buhar lazeri ve boya lazeri. MLIS için lazer sistemi genellikle bir CO<sub>2</sub> veya "excimer" lazerden ve her iki ucunda da döner ayna bulunan çok geçirgenli bir optik hücreden oluşur. Her iki işlemde de 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 U<sup>235</sup> iyon rezonans frekansına ayarlı bir elektriksel alandan geçirilerek, tercihen U<sup>235</sup> iyonlarının enerji absorplaması ve helezona benzer yörüngelerinin çapının artırılması sağlanır. Büyük çaplı yolları izleyen iyonlar yakalayıp toplanarak U<sup>235</sup>'ce zenginleştirilmiş ürün elde edilir. U buharının iyonlaştırılması ile oluşturulan plazma süperiletken bir magnet tarafından üretilen yüksek manyetik alanlı bir vakum odasında muhafaza edilir. Bu işlemdeki ana teknolojik sistemler şunlardır: U plazma üretim sistemi, süperiletken magnet ile ayırıcı modülü ve "ürün" ve "artık"ları toplamak için

gereken sistemler.

#### **5.8.1 Mikrodalga güç kaynakları ve antenler**

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

#### **5.8.2 İyon uyarma bobinleri**

40 kW'dan yüksek ortalama güç ve 100 kHz'den yüksek frekanslar için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış radyo frekans iyon uyarma bobinleri.

#### **5.8.3 Uranyum plazma üretim sistemleri**

Özel olarak tasarlanmış 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 metali işleme sistemleri**

Metalik bileşiklerin ısıtıldığı potalardan ve bu potaları soğutan ekipmandan oluşan, eriyik uranyum veya uranyum alaşımları için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sıvı metal elde etme sistemleri.

##### **AÇIKLAYICI NOT**

Bu potalar ve bu sistemin diğer parçaları, uranyum eriyiği ve uranyum alaşımları ile temas edebileceğinden korozyon ve ısıya karşı dayanıklı maddelerle korunurlar. Bu maddelere tantalum, yttria kaplı grafit, grafit kaplı diğer nadir toprak oksitleri veya bunların karışımları dahil edilebilir.

#### **5.8.5 Uranyum metali "ürün" ve "artık" toplama üniteleri**

Katı haldeki uranyum metali için özel olarak tasarlanmış ve hazırlanmış "ürün" ve "artık" toplama üniteleri. Bu toplama üniteleri yttria kaplı grafit veya tantalum gibi uranyum metal buharı korozyonuna ve ısıya dayanıklı malzemelerden yapılır veya bunlarla korunur.

#### **5.8.6 Ayırıcı modül odası**

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

##### **AÇIKLAYICI NOT**

Bu odalar, difüzyon pompa bağlantıları, tanı ve görüntüleme enstrümantasyonu ve elektrik ve su besleme yolları için çok sayıda istasyon ihtiva eder. İç bileşenlerin bakımına ve yenilenmesine izin vermek için gerekli açma ve kapama sistemleri mevcuttur ve paslanmaz çelik gibi manyetik olmayan uygun bir malzemeden yapılırlar.

#### **5.9 Elektromanyetik zenginleştirme tesislerinde kullanım için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler, ekipmanlar ve bileşenler**

## TANITICI NOT

Elektromanyetik işleminde, tuz besisi maddesinin (tipik olarak  $UCl_4$ ) iyonizasyonu sonucu oluşan uranyum metal iyonları manyetik alandan geçirilir ve böylece farklı izotop iyonlarının farklı yollar izlemesi sağlanır. Elektromanyetik izotop ayırıcısının belli başlı bileşenleri: iyon demeti saptırma/ayırma için bir manyetik alan, hızlandırıcı sistemiyle birlikte bir iyon kaynağı ve ayrılmış iyonlar için toplama sistemidir. Bu işlemindeki yardımcı sistemler şunlardır: magnet güç sağlama sistemi, iyon kaynağı yüksek voltaj güç sağlama sistemi, vakum sistemi ve kapsamlı kimyasal muamele sistemleri (ürün eldesi ve bileşenlerin temizlenmesi ve geri beslenmesi için gerekli).

### 5.9.1 Elektromanyetik izotop ayırıcıları

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 iyon demet akımı sağlayabilen, grafit, paslanmaz çelik veya bakır gibi uygun malzemelerden imal edilen ışın hızlandırıcısından, iyonlaştırıcıdan ve bir buhar kaynağından oluşan, özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış tekli veya çoklu uranyum iyon kaynakları,

#### (b) İyon toplayıcıları

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

#### (c) Vakum odaları

0.1 Pa veya daha düşük basınçlarda çalışacak şekilde tasarılan ve paslanmaz çelik gibi manyetik olmayan uygun malzemelerden imal edilen, uranyum elektromanyetik ayırıcıları için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış vakum odaları,

## AÇIKLAYICI NOT

Odalar, iyon kaynaklarını, toplama plakaları ve su soğutmalı astarları içermek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ve bu elemanların odadan çıkarılması ve yeniden yerleştirilmesi için gerekli açma ve kapama sistemleri ve difüzyon pompası bağlantıları için gerekli teçhizat ile donatılmıştır.

#### (d) Magnet kutup parçaları

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

### 5.9.2 Yüksek voltaj güç kaynakları

8 saatlik bir süre boyunca 0.01 %'den daha iyi voltaj düzenine, 1 A ya da daha fazla çıkış akımına ve 20000 V ya da daha fazla çıkış voltajına sahip olan, sürekli işletim için uygun ve iyon kaynakları için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış yüksek voltaj güç kaynaklarıdır.

### 5.9.3 Magnet güç kaynakları

8 saatlik bir süre boyunca 0.01 %'den daha iyi voltaj düzenine sahip olan, sürekli olarak 500 A ya da daha fazla çıkış akımı ve 100 V ya da daha fazla voltaj üretebilen özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış yüksek-güç doğru-akım magnet güç kaynaklarıdır.

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

### TANITICI NOT

Ağır su çeşitli prosesler kullanılarak üretilebilir. Bu proseslerden 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 gazı aşağıdan yukarıya dolaşır. Su ve gazın iyi karışmasını sağlamak için bir seri delikli tabla kullanılır. Döteryum düşük sıcaklıklarda suya ve yüksek sıcaklıklarda hidrojene 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 döteryumu sentez gazından bir katalizör varlığında sıvı amonyak ile temasa getirerek çeker. Sentez gazı, değişim kulelerine ve amonyak dönüştürücüsüne gönderilir. Kulelerin içinde sıvı amonyak yukarıdan aşağıya doğru akarken gaz aşağıdan yukarıya doğru akar. Sentez gazının içindeki döteryum hidrojenden 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 elemanı ile kimya ve petrol endüstrisindeki muhtelif elemanlar aynıdır. Bu durum GS kullanan küçük tesisler için özellikle geçerlidir. Mamafih, ancak çok az sayıda elemanı hazır olarak temin etmek mümkün olabilir. 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 spesifikasyonlara 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 değişim kuleleri

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

#### 6.2 Üfleyiciler 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 H<sub>2</sub>S 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 m<sup>3</sup>/s veya daha yüksek kapasiteye ve ıslak hidrojen-sülfür (H<sub>2</sub>S) ortamında sızdırmazlık özelliğine sahiptirler.

#### 6.3 Amonyak-Hidrojen Değişim Kuleleri

Amonyak-hidrojen değişim işlemini kullanarak ağır su üretmek için özel olarak tasarlanmış 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 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 tasarlanmış veya hazırlanmış kuleler için kule iç parçaları ve kademe pompaları. Kule iç parçaları etkin gaz/sıvı temasını sağlamak üzere özel olarak tasarlanmış kontaktörleri içerir. Kademeli pompaları, bir temas kademesinin iç kısmındaki sıvı amonyağın kademe kulelerine sirkülasyonunu sağlamak için özel olarak tasarlanmış daldırılabilir pompaları içerir.

#### 6.5 Amonyak parçalayıcılar

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

#### 6.6 Kızılötesi absorpsiyon analizörleri

Döteryum konsantrasyonunun 90% ya da daha üst değerlerinde hidrojen/döteryum oranı analizini sürekli olarak yapabilmek yeteneğine sahip kızılötesi absorpsiyon analizörleri.

#### 6.7 Katalitik yarıcılar

Amonyak-hidrojen değişim işlemi kullanarak özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış, ağır su üretimde zenginleştirilmiş döteryum gazını ağır suya dönüştürmek için kullanılan katalitik yarıcılar.

#### 7. Uranyumu dönüştürmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipman ve tesisler

##### 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 oksitin  $UF_4$ 'e veya  $UF_6$ 'ya,  $UF_4$ 'ün  $UF_6$ 'ya,  $UF_6$ 'nın tekrar  $UF_4$ 'e,  $UF_4$ 'ün uranyum metaline ve uranyum florürün  $UO_2$ 'ye dönüşümü. Uranyum çevrimindeki bir çok anahtar ekipman kısımları kimyasal işlem endüstrisinin birçok parçalarıyla ortak. Örneğin, bu işlemlerde kullanılan ekipmanlar içinde fırınlar, döner fırınlar, alev kule reaktörleri, sıvı santrifüjler, damıtma kolonları, sıvı-sıvı çekme kolonları ve sıvı yataklı reaktörler bulunmaktadır. Bununla birlikte az sayıda ekipman hazır halde temin edilebilir, çoğu müşterinin ihtiyaçlarına ve isteklerine göre hazırlanmaktadır. Bazı durumlarda işleme işinde kullanılacak kimyasal maddelerin ( $HF$ ,  $F_2$ ,  $ClF_3$  ve uranyum florür gibi) korozyona yol açan özelliklerini bertaraf etmek için özel tasarım ve inşaat gereksinimleri ortaya çıkar. Son olarak, uranyum dönüştürme proseslerini hepsinde, aslında uranyumu dönüştürme işlemi için tasarlanmamış ya da hazırlanmamış ekipman kalemlerinin, uranyum dönüştürme işlemi için kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış sistemlere çevrilebileceği hususuna dikkat edilmelidir.

#### 7.1 Uranyum cevher konsantrelerini $UO_3$ 'e çevirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

##### AÇIKLAYICI NOT

Uranyum cevher konsantrelerinin  $UO_3$ 'e çevrimi önce cevherin nitrik asit içinde çözülmesi ve sonra da tributyl fosfat gibi çözücü kullanarak saflaştırılmış uranyum nitratin çekilmesi ile gerçekleştirilir. Uranyum nitrat, konsantrasyon, denitrasyon veya amonyak gazıyla nötralizasyon işlemi ile  $UO_3$ 'e dönüştürülür ve bundan sonra süzme, kurutma ve ısıtma işlemleriyle amonyum diuranit üretilir.

#### 7.2 $UO_3$ 'ü $UF_6$ 'ya çevirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

##### AÇIKLAYICI NOT

$UO_3$ 'ün  $UF_6$ 'ya dönüşümü direkt olarak florlama ile gerçekleşir. İşlem için flor gazına veya  $ClF_3$ 'a gereksinim vardır.

#### 7.3 $UO_3$ 'ü $UO_2$ 'ye çevirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler

##### AÇIKLAYICI NOT

UO<sub>3</sub>'ün UO<sub>2</sub>'ye çevrimi UO<sub>3</sub>'ün parçalanmış amonyak gazı veya hidrojen ile indirgenmesi sonucu gerçekleşir.

**7.4 UO<sub>2</sub>'yi UF<sub>4</sub>'e çevirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler**

**AÇIKLAYICI NOT**

UO<sub>2</sub>'nin UF<sub>4</sub>'e çevrimi 300-500°C'de UO<sub>2</sub>'nin hidrojen fluorür gazıyla etkileşmesi sonucu gerçekleşir.

**7.5 UF<sub>4</sub>'ü UF<sub>6</sub>'ya çevirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler**

**AÇIKLAYICI NOT**

UF<sub>4</sub>'ün UF<sub>6</sub>'ya dönüşümü bir kule-reaktörün içinde fluor ile ekzo-termik reaksiyonu sonucunda gerçekleşir. Atık akışının -10°C'ye soğutulmuş soğuk tuzaktan geçirilmesi sonucu sıcak atık gazlarındaki UF<sub>6</sub> yoğuşur. Bu işlemin fluor gaz kaynağına ihtiyacı vardır.

**7.6 UF<sub>4</sub>'ü Uranyum meteline çevirmek için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler**

**AÇIKLAYICI NOT**

UF<sub>4</sub>'ün U meteline dönüşümü magnezyum(geniş küme) veya kalsiyum(küçük küme) ile indirgenmesiyle gerçekleştirilir. Reaksiyon uranyumun ergime sıcaklığının (1130 °C) üstündeki sıcaklıklarda gerçekleşir.

**7.7 UF<sub>6</sub>'nın UO<sub>2</sub>'ye dönüşümü için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler**

**AÇIKLAYICI NOT**

UF<sub>6</sub> 'nın UO<sub>2</sub> 'ye çevrimi aşağıdaki üç işlemden biriyle gerçekleştirilir. Birinci işlemdeki UF<sub>6</sub> hidrojen ve buhar kullanarak UO<sub>2</sub> 'ye indirgenir ya da hidrolize edilir. İkinci işlemde, su içinde çözelti ile UF<sub>6</sub> hidrolize edilir, amonyum diuraniti çöktürmek için amonyak ilave edilir ve diuranit 820°C'de hidrojenle UO<sub>2</sub> 'ye indirgenir. Üçüncü işlemde, UF<sub>6</sub> gazı, CO<sub>2</sub> ve NH<sub>3</sub> su içinde birleşir ve amonyum uranyl karbonat çöker. Amonyum uranyl karbonat UO<sub>2</sub> ürünü eldesi için 500-600 °C 'de buhar ve hidrojen ile birleşir.

UF<sub>6</sub>'nın UO<sub>2</sub> 'ye çevrimi yakıt üretim tesislerinin ilk safhası olarak işlem görür.

**7.8 UF<sub>6</sub>'nın UF<sub>4</sub>'e dönüşümü için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış sistemler**

**AÇIKLAYICI NOT**

UF<sub>6</sub>'nın UF<sub>4</sub>'e çevrimi hidrojen ile indirgenmesi sonucu gerçekleşir.

**Protocol Additional To The Agreement Between The Government  
of The Republic of Turkey and The International Atomic Energy  
Agency For The Application of Safeguards in Connection  
With The Treaty on The Non-Proliferation of  
Nuclear Weapons**

WHEREAS the Government of the Republic of Turkey (hereinafter referred to as "Turkey") and the International Atomic Energy Agency (hereinafter referred to as the "Agency") are parties to an Agreement for the Application of Safeguards in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (hereinafter referred to as the "Safeguards Agreement"), which entered into force on 1 September 1981;

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

RECALLING that the Agency must take into account in the implementation of safeguards the need to: avoid hampering the economic and technological development of Turkey or international co-operation in the field of peaceful nuclear activities; respect health, safety, physical protection and other security provisions in force and the rights of individuals; and take every precaution to protect commercial, technological and industrial secrets as well as other confidential information coming to its knowledge;

WHEREAS the frequency and intensity of activities described in this Protocol shall be kept to the minimum consistent with the objective of strengthening the effectiveness and improving the efficiency of Agency safeguards;

NOW THEREFORE Turkey and the Agency have agreed as follows:

## RELATIONSHIP BETWEEN THE PROTOCOL AND THE SAFEGUARDS AGREEMENT

### Article 1

The provisions of the Safeguards Agreement shall apply to this Protocol to the extent that they are relevant to and compatible with the provisions of this Protocol. In case of conflict between the provisions of the Safeguards Agreement and those of this Protocol, the provisions of this Protocol shall apply.

## PROVISION OF INFORMATION

### Article 2

- a. Turkey shall provide the Agency with a declaration containing:
- (i) A general description of and information specifying the location of nuclear fuel cycle-related research and development activities not involving nuclear material carried out anywhere that are funded, specifically authorized or controlled by, or carried out on behalf of, Turkey.
  - (ii) Information identified by the Agency on the basis of expected gains in effectiveness or efficiency, and agreed to by Turkey, on operational activities of safeguards relevance at facilities and at locations outside facilities where nuclear material is customarily used.
  - (iii) A general description of each building on each site, including its use and, if not apparent from that description, its contents. The description shall include a map of the site.
  - (iv) A description of the scale of operations for each location engaged in the activities specified in Annex I to this Protocol.
  - (v) Information specifying the location, operational status and the estimated annual production capacity of uranium mines and concentration plants and thorium concentration plants, and the current annual production of such mines and concentration plants for Turkey as a whole. Turkey shall provide, upon request by the Agency, the current annual production of an individual mine or concentration plant. The provision of this information does not require detailed nuclear material accountancy.
  - (vi) Information regarding source material which has not reached the composition and purity suitable for fuel fabrication or for being isotopically enriched, as follows:

- T
- (a) The quantities, the chemical composition, the use or intended use of such material, whether in nuclear or non-nuclear use, for each location in Turkey at which the material is present in quantities exceeding ten metric tons of uranium and/or twenty metric tons of thorium, and for other locations with quantities of more than one metric ton, the aggregate for Turkey as a whole if the aggregate exceeds ten metric tons of uranium or twenty metric tons of thorium. The provision of this information does not require detailed nuclear material accountancy;
  - (b) The quantities, the chemical composition and the destination of each export out of Turkey, of such material for specifically non-nuclear purposes in quantities exceeding:
    - (1) Ten metric tons of uranium, or for successive exports of uranium from Turkey to the same State, each of less than ten metric tons, but exceeding a total of ten metric tons for the year;
    - (2) Twenty metric tons of thorium, or for successive exports of thorium from Turkey to the same State, each of less than twenty metric tons, but exceeding a total of twenty metric tons for the year;
  - (c) The quantities, chemical composition, current location and use or intended use of each import into Turkey of such material for specifically non-nuclear purposes in quantities exceeding:
    - (1) Ten metric tons of uranium, or for successive imports of uranium into Turkey each of less than ten metric tons, but exceeding a total of ten metric tons for the year;
    - (2) Twenty metric tons of thorium, or for successive imports of thorium into Turkey each of less than twenty metric tons, but exceeding a total of twenty metric tons for the year;

it being understood that there is no requirement to provide information on such material intended for a non-nuclear use once it is in its non-nuclear end-use form.

- (vii) (a) Information regarding the quantities, uses and locations of nuclear material exempted from safeguards pursuant to Article 37 of the Safeguards Agreement;
- (b) Information regarding the quantities (which may be in the form of estimates) and uses at each location, of nuclear material exempted from safeguards pursuant to Article 36(b) of the Safeguards Agreement but not yet in a non-nuclear end-use form, in quantities exceeding those set

out in Article 37 of the Safeguards Agreement. The provision of this information does not require detailed nuclear material accountancy.

- (viii) Information regarding the location or further processing of intermediate or high-level waste containing plutonium, high enriched uranium or uranium-233 on which safeguards have been terminated pursuant to Article 11 of the Safeguards Agreement. For the purpose of this paragraph, "further processing" does not include repackaging of the waste or its further conditioning not involving the separation of elements, for storage or disposal.
  - (ix) The following information regarding specified equipment and non-nuclear material listed in Annex II:
    - (a) For each export out of Turkey of such equipment and material: the identity, quantity, location of intended use in the receiving State and date or, as appropriate, expected date, of export;
    - (b) Upon specific request by the Agency, confirmation by Turkey, as importing State, of information provided to the Agency by another State concerning the export of such equipment and material to Turkey.
  - (x) General plans for the succeeding ten-year period relevant to the development of the nuclear fuel cycle (including planned nuclear fuel cycle-related research and development activities) when approved by the appropriate authorities in Turkey.
- b. Turkey shall make every reasonable effort to provide the Agency with the following information:
- (i) A general description of and information specifying the location of nuclear fuel cycle-related research and development activities not involving nuclear material which are specifically related to enrichment, reprocessing of nuclear fuel or the processing of intermediate or high-level waste containing plutonium, high enriched uranium or uranium-233 that are carried out anywhere in Turkey but which are not funded, specifically authorized or controlled by, or carried out on behalf of, Turkey. For the purpose of this paragraph, "processing" of intermediate or high-level waste does not include repackaging of the waste or its conditioning not involving the separation of elements, for storage or disposal.
  - (ii) A general description of activities and the identity of the person or entity carrying out such activities, at locations identified by the Agency outside a site which the Agency considers might be functionally related to the activities of that site. The provision of this information is subject to a specific request by the Agency. It shall be provided in consultation with the Agency and in a timely fashion.

- T
- c. Upon request by the Agency, Turkey shall provide amplifications or clarifications of any information it has provided under this Article, in so far as relevant for the purpose of safeguards.

### Article 3

- a. Turkey shall provide to the Agency the information identified in Article 2.a(i), (iii), (iv), (v), (vi)(a), (vii) and (x) and Article 2.b(i) within 180 days of the entry into force of this Protocol.
- b. Turkey shall provide to the Agency, by 15 May of each year, updates of the information referred to in paragraph a. above for the period covering the previous calendar year. If there has been no change to the information previously provided, Turkey shall so indicate.
- c. Turkey shall provide to the Agency, by 15 May of each year, the information identified in Article 2.a(vi)(b) and (c) for the period covering the previous calendar year.
- d. Turkey shall provide to the Agency on a quarterly basis the information identified in Article 2.a(ix)(a). This information shall be provided within sixty days of the end of each quarter.
- e. Turkey shall provide to the Agency the information identified in Article 2.a(viii) 180 days before further processing is carried out and, by 15 May of each year, information on changes in location for the period covering the previous calendar year.
- f. Turkey and the Agency shall agree on the timing and frequency of the provision of the information identified in Article 2.a(ii).
- g. Turkey shall provide to the Agency the information in Article 2.a(ix)(b) within sixty days of the Agency's request.



## COMPLEMENTARY ACCESS

### Article 4

The following shall apply in connection with the implementation of complementary access under Article 5 of this Protocol:

- a. The Agency shall not mechanistically or systematically seek to verify the information referred to in Article 2; however, the Agency shall have access to:
  - (i) Any location referred to in Article 5.a.(i) or (ii) on a selective basis in order to assure the absence of undeclared nuclear material and activities;
  - (ii) Any location referred to in Article 5.b. or c. to resolve a question relating to the correctness and completeness of the information provided pursuant to Article 2 or to resolve an inconsistency relating to that information;
  - (iii) Any location referred to in Article 5.a.(iii) to the extent necessary for the Agency to confirm, for safeguards purposes, Turkey's declaration of the decommissioned status of a facility or of a location outside facilities where nuclear material was customarily used.
- b.
  - (i) Except as provided in paragraph (ii) below, the Agency shall give Turkey advance notice of access of at least 24 hours;
  - (ii) For access to any place on a site that is sought in conjunction with design information verification visits or ad hoc or routine inspections on that site, the period of advance notice shall, if the Agency so requests, be at least two hours but, in exceptional circumstances, it may be less than two hours.
- c. Advance notice shall be in writing and shall specify the reasons for access and the activities to be carried out during such access.
- d. In the case of a question or inconsistency, the Agency shall provide Turkey with an opportunity to clarify and facilitate the resolution of the question or inconsistency. Such an opportunity will be provided before a request for access, unless the Agency considers that delay in access would prejudice the purpose for which the access is sought. In any event, the Agency shall not draw any conclusions about the question or inconsistency until Turkey has been provided with such an opportunity.
- e. Unless otherwise agreed to by Turkey, access shall only take place during regular working hours.
- f. Turkey shall have the right to have Agency inspectors accompanied during their access by representatives of Turkey, provided that the inspectors shall not thereby be delayed or otherwise impeded in the exercise of their functions.

## Article 5

Turkey shall provide the Agency with access to:

- a.
  - (i) Any place on a site;
  - (ii) Any location identified by Turkey under Article 2.a.(v)-(viii);
  - (iii) Any decommissioned facility or decommissioned location outside facilities where nuclear material was customarily used.
- b. Any location identified by Turkey under Article 2.a.(i), Article 2.a.(iv), Article 2.a.(ix)(b) or Article 2.b., other than those referred to in paragraph a.(i) above, provided that if Turkey is unable to provide such access, Turkey shall make every reasonable effort to satisfy Agency requirements, without delay, through other means.
- c. Any location specified by the Agency, other than locations referred to in paragraphs a. and b. above, to carry out location-specific environmental sampling, provided that if Turkey is unable to provide such access, Turkey shall make every reasonable effort to satisfy Agency requirements, without delay, at adjacent locations or through other means.

## Article 6

When implementing Article 5, the Agency may carry out the following activities:

- a. For access in accordance with Article 5.a.(i) or (iii): visual observation; collection of environmental samples; utilization of radiation detection and measurement devices; application of seals and other identifying and tamper indicating devices specified in Subsidiary Arrangements; and other objective measures which have been demonstrated to be technically feasible and the use of which has been agreed by the Board of Governors (hereinafter referred to as the "Board") and following consultations between the Agency and Turkey.)
- b. For access in accordance with Article 5.a.(ii): visual observation; item counting of nuclear material; non-destructive measurements and sampling; utilization of radiation detection and measurement devices; examination of records relevant to the quantities, origin and disposition of the material; collection of environmental samples; and other objective measures which have been demonstrated to be technically feasible and the use of which has been agreed by the Board and following consultations between the Agency and Turkey.
- c. For access in accordance with Article 5.b.: visual observation; collection of environmental samples; utilization of radiation detection and measurement devices; examination of safeguards relevant production and shipping records; and other objective measures which have been demonstrated to be technically feasible and the

use of which has been agreed by the Board and following consultations between the Agency and Turkey.

- d. For access in accordance with Article 5.c.: collection of environmental samples and, in the event the results do not resolve the question or inconsistency at the location specified by the Agency pursuant to Article 5.c., utilization at that location of visual observation, radiation detection and measurement devices, and, as agreed by Turkey and the Agency, other objective measures.

#### Article 7

- a. Upon request by Turkey, the Agency and Turkey shall make arrangements for managed access under this Protocol in order to prevent the dissemination of proliferation sensitive information, to meet safety or physical protection requirements, or to protect proprietary or commercially sensitive information. Such arrangements shall not preclude the Agency from conducting activities necessary to provide credible assurance of the absence of undeclared nuclear material and activities at the location in question, including the resolution of a question relating to the correctness and completeness of the information referred to in Article 2 or of an inconsistency relating to that information.
- b. Turkey may, when providing the information referred to in Article 2, inform the Agency of the places at a site or location at which managed access may be applicable.
- c. Pending the entry into force of any necessary Subsidiary Arrangements, Turkey may have recourse to managed access consistent with the provisions of paragraph a. above.

#### Article 8

Nothing in this Protocol shall preclude Turkey from offering the Agency access to locations in addition to those referred to in Articles 5 and 9 or from requesting the Agency to conduct verification activities at a particular location. The Agency shall, without delay, make every reasonable effort to act upon such a request.

#### Article 9

Turkey shall provide the Agency with access to locations specified by the Agency to carry out wide-area environmental sampling, provided that if Turkey is unable to provide such access it shall make every reasonable effort to satisfy Agency requirements at alternative locations. The Agency shall not seek such access until the use of wide-area environmental sampling and the procedural arrangements therefor have been approved by the Board and following consultations between the Agency and Turkey.

## Article 10

The Agency shall inform Turkey of:

- a. The activities carried out under this Protocol, including those in respect of any questions or inconsistencies the Agency had brought to the attention of Turkey, within sixty days of the activities being carried out by the Agency.
- b. The results of activities in respect of any questions or inconsistencies the Agency had brought to the attention of Turkey, as soon as possible but in any case within thirty days of the results being established by the Agency.
- c. The conclusions it has drawn from its activities under this Protocol. The conclusions shall be provided annually.

## DESIGNATION OF AGENCY INSPECTORS

### Article 11

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

## VISAS

### Article 12

Turkey shall, within one month of the receipt of a request therefor, provide the designated inspector specified in the request with appropriate multiple entry/exit and/or transit visas, where required, to enable the inspector to enter and remain on the territory of Turkey for the purpose of carrying out his/her functions. Any visas required shall be valid for at least one year and shall be renewed, as required, to cover the duration of the inspector's designation to Turkey.

## SUBSIDIARY ARRANGEMENTS

### Article 13

- a. Where Turkey or the Agency indicates that it is necessary to specify in Subsidiary Arrangements how measures laid down in this Protocol are to be applied, Turkey and the Agency shall agree on such Subsidiary Arrangements within ninety days of the entry into force of this Protocol or, where the indication of the need for such Subsidiary Arrangements is made after the entry into force of this Protocol, within ninety days of the date of such indication.
- b. Pending the entry into force of any necessary Subsidiary Arrangements, the Agency shall be entitled to apply the measures laid down in this Protocol.

## COMMUNICATIONS SYSTEMS

### Article 14

- a. Turkey shall permit and protect free communications by the Agency for official purposes between Agency inspectors in Turkey and Agency Headquarters and/or Regional Offices, including attended and unattended transmission of information generated by Agency containment and/or surveillance or measurement devices. The Agency shall have, in consultation with Turkey, the right to make use of internationally established systems of direct communications, including satellite systems and other forms of telecommunication, not in use in Turkey. At the request of Turkey or the Agency, details of the implementation of this paragraph with respect to the attended or unattended transmission of information generated by Agency containment and/or surveillance or measurement devices shall be specified in the Subsidiary Arrangements.
- b. Communication and transmission of information as provided for in paragraph a. above shall take due account of the need to protect proprietary or commercially sensitive information or design information which Turkey regards as being of particular sensitivity.

## PROTECTION OF CONFIDENTIAL INFORMATION

### Article 15

- a. The Agency shall maintain a stringent regime to ensure effective protection against disclosure of commercial, technological and industrial secrets and other confidential information coming to its knowledge, including such information coming to the Agency's knowledge in the implementation of this Protocol.
- b. The regime referred to in paragraph a. above shall include, among others, provisions relating to:

- T
- (i) General principles and associated measures for the handling of confidential information;
  - (ii) Conditions of staff employment relating to the protection of confidential information;
  - (iii) Procedures in cases of breaches or alleged breaches of confidentiality.
- c. The regime referred to in paragraph a. above shall be approved and periodically reviewed by the Board.

## ANNEXES

### Article 16

- a. The Annexes to this Protocol shall be an integral part thereof. Except for the purposes of amendment of the Annexes, the term "Protocol" as used in this instrument means the Protocol and the Annexes together.
- b. The list of activities specified in Annex I, and the list of equipment and material specified in Annex II, may be amended by the Board upon the advice of an open-ended working group of experts established by the Board. Any such amendment shall take effect four months after its adoption by the Board.

## ENTRY INTO FORCE

### Article 17

- a. This Protocol shall enter into force on the date on which the Agency receives from Turkey written notification that Turkey's statutory and/or constitutional requirements for entry into force have been met.
- b. Turkey may, at any date before this Protocol enters into force, declare that it will apply this Protocol provisionally.
- c. The Director General shall promptly inform all Member States of the Agency of any declaration of provisional application of, and of the entry into force of, this Protocol.

## DEFINITIONS

### Article 18

For the purpose of this Protocol:

- a. Nuclear fuel cycle-related research and development activities means those activities which are specifically related to any process or system development aspect of any of the following:
- conversion of nuclear material,
  - enrichment of nuclear material,
  - nuclear fuel fabrication,
  - reactors,
  - critical facilities,
  - reprocessing of nuclear fuel,
  - processing (not including repackaging or conditioning not involving the separation of elements, for storage or disposal) of intermediate or high-level waste containing plutonium, high enriched uranium or uranium-233,
- but do not include activities related to theoretical or basic scientific research or to research and development on industrial radioisotope applications, medical, hydrological and agricultural applications, health and environmental effects and improved maintenance.
- b. Site means that area delimited by Turkey in the relevant design information for a facility, including a closed-down facility, and in the relevant information on a location outside facilities where nuclear material is customarily used, including a closed-down location outside facilities where nuclear material was customarily used (this is limited to locations with hot cells or where activities related to conversion, enrichment, fuel fabrication or reprocessing were carried out). It shall also include all installations, co-located with the facility or location, for the provision or use of essential services, including: hot cells for processing irradiated materials not containing nuclear material; installations for the treatment, storage and disposal of waste; and buildings associated with specified activities identified by Turkey under Article 2.a.(iv) above.
- c. Decommissioned facility or decommissioned location outside facilities means an installation or location at which residual structures and equipment essential for its use have been removed or rendered inoperable so that it is not used to store and can no longer be used to handle, process or utilize nuclear material.

- d. Closed-down facility or closed-down location outside facilities means an installation or location where operations have been stopped and the nuclear material removed but which has not been decommissioned.
- e. High enriched uranium means uranium containing 20 percent or more of the isotope uranium-235.
- f. Location-specific environmental sampling means the collection of environmental samples (e.g., air, water, vegetation, soil, smears) at, and in the immediate vicinity of, a location specified by the Agency for the purpose of assisting the Agency to draw conclusions about the absence of undeclared nuclear material or nuclear activities at the specified location.
- g. Wide-area environmental sampling means the collection of environmental samples (e.g., air, water, vegetation, soil, smears) at a set of locations specified by the Agency for the purpose of assisting the Agency to draw conclusions about the absence of undeclared nuclear material or nuclear activities over a wide area.
- h. Nuclear material means any source or any special fissionable material as defined in Article XX of the Statute. The term source material shall not be interpreted as applying to ore or ore residue. Any determination by the Board under Article XX of the Statute of the Agency after the entry into force of this Protocol which adds to the materials considered to be source material or special fissionable material shall have effect under this Protocol only upon acceptance by Turkey.
- i. Facility means:
- (i) A reactor, a critical facility, a conversion plant, a fabrication plant, a reprocessing plant, an isotope separation plant or a separate storage installation; or
  - (ii) Any location where nuclear material in amounts greater than one effective kilogram is customarily used.
- j. Location outside facilities means any installation or location, which is not a facility, where nuclear material is customarily used in amounts of one effective kilogram or less.

DONE in Vienna on the 21<sup>st</sup> day of July 2000 in duplicate in the English language.

For the GOVERNMENT OF  
THE REPUBLIC OF TURKEY:

For the INTERNATIONAL ATOMIC  
ENERGY AGENCY:



ANNEX I

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

- (i) The manufacture of centrifuge rotor tubes or the assembly of gas centrifuges.
- Centrifuge rotor tubes means thin-walled cylinders as described in entry 5.1.1(b) of Annex II.
- Gas centrifuges means centrifuges as described in the Introductory Note to entry 5.1 of Annex II.
- (ii) The manufacture of diffusion barriers.
- Diffusion barriers means thin, porous filters as described in entry 5.3.1(a) of Annex II.
- (iii) The manufacture or assembly of laser-based systems.
- Laser-based systems means systems incorporating those items as described in entry 5.7 of Annex II.
- (iv) The manufacture or assembly of electromagnetic isotope separators.
- Electromagnetic isotope separators means those items referred to in entry 5.9.1 of Annex II containing ion sources as described in 5.9.1(a) of Annex II.
- (v) The manufacture or assembly of columns or extraction equipment.
- Columns or extraction equipment means those items as described in entries 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3, 5.6.5, 5.6.6, 5.6.7 and 5.6.8 of Annex II.
- (vi) The manufacture of aerodynamic separation nozzles or vortex tubes.
- Aerodynamic separation nozzles or vortex tubes means separation nozzles and vortex tubes as described respectively in entries 5.5.1 and 5.5.2 of Annex II.
- (vii) The manufacture or assembly of uranium plasma generation systems.
- Uranium plasma generation systems means systems for the generation of uranium plasma as described in entry 5.8.3 of Annex II.
- (viii) The manufacture of zirconium tubes.
- Zirconium tubes means tubes as described in entry 1.6 of Annex II.

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

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

- (x) The manufacture of nuclear grade graphite.

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

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

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

- (xii) The manufacture of reactor control rods.

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

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

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

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

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

- (xv) The construction of hot cells.

Hot cells means a cell or interconnected cells totalling at least 6 m<sup>3</sup> in volume with shielding equal to or greater than the equivalent of 0.5 m of concrete, with a density of 3.2 g/cm<sup>3</sup> or greater, outfitted with equipment for remote operations.

## ANNEX II

### LIST OF SPECIFIED EQUIPMENT AND NON-NUCLEAR MATERIAL FOR THE REPORTING OF EXPORTS AND IMPORTS ACCORDING TO ARTICLE 2.a.(ix)

#### **1. Reactors and equipment therefor**

##### **1.1. Complete nuclear reactors**

Nuclear reactors capable of operation so as to maintain a controlled self-sustaining fission chain reaction, excluding zero energy reactors, the latter being defined as reactors with a designed maximum rate of production of plutonium not exceeding 100 grams per year.

##### **EXPLANATORY NOTE**

A "nuclear reactor" basically includes the items within or attached directly to the reactor vessel, the equipment which controls the level of power in the core, and the components which normally contain or come in direct contact with or control the primary coolant of the reactor core.

It is not intended to exclude reactors which could reasonably be capable of modification to produce significantly more than 100 grams of plutonium per year. Reactors designed for sustained operation at significant power levels, regardless of their capacity for plutonium production, are not considered as "zero energy reactors".

##### **1.2. Reactor pressure vessels**

Metal vessels, as complete units or as major shop-fabricated parts therefor, which are especially designed or prepared to contain the core of a nuclear reactor as defined in paragraph 1.1. above and are capable of withstanding the operating pressure of the primary coolant.

##### **EXPLANATORY NOTE**

A top plate for a reactor pressure vessel is covered by item 1.2. as a major shop-fabricated part of a pressure vessel.

Reactor internals (e.g. support columns and plates for the core and other vessel internals, control rod guide tubes, thermal shields, baffles, core grid plates, diffuser plates, etc.) are normally supplied by the reactor supplier. In some cases, certain internal support components are included in the fabrication of the pressure vessel. These items are sufficiently critical to the safety and reliability of the operation of the reactor (and, therefore, to the guarantees and liability of the reactor supplier), so that their supply, outside the basic supply arrangement for the reactor itself, would not be common practice. Therefore, although the separate supply of these unique, especially designed and prepared, critical, large and expensive items would not necessarily be considered as falling outside the area of concern, such a mode of supply is considered unlikely.

**1.3. Reactor fuel charging and discharging machines**

Manipulative equipment especially designed or prepared for inserting or removing fuel in a nuclear reactor as defined in paragraph 1.1. above capable of on-load operation or employing technically sophisticated positioning or alignment features to allow complex off-load fuelling operations such as those in which direct viewing of or access to the fuel is not normally available.

**1.4. Reactor control rods**

Rods especially designed or prepared for the control of the reaction rate in a nuclear reactor as defined in paragraph 1.1. above.

**EXPLANATORY NOTE**

This item includes, in addition to the neutron absorbing part, the support or suspension structures therefor if supplied separately.

**1.5. Reactor pressure tubes**

Tubes which are especially designed or prepared to contain fuel elements and the primary coolant in a reactor as defined in paragraph 1.1. above at an operating pressure in excess of 5.1 MPa (740 psi).

**1.6. Zirconium tubes**

Zirconium metal and alloys in the form of tubes or assemblies of tubes, and in quantities exceeding 500 kg in any period of 12 months, especially designed or prepared for use in a reactor as defined in paragraph 1.1. above, and in which the relation of hafnium to zirconium is less than 1:500 parts by weight.

**1.7. Primary coolant pumps**

Pumps especially designed or prepared for circulating the primary coolant for nuclear reactors as defined in paragraph 1.1. above.

**EXPLANATORY NOTE**

Especially designed or prepared pumps may include elaborate sealed or multi-sealed systems to prevent leakage of primary coolant, canned-driven pumps, and pumps with inertial mass systems. This definition encompasses pumps certified to NC-1 or equivalent standards.

**2. Non-nuclear materials for reactors**

**2.1. Deuterium and heavy water**

Deuterium, heavy water (deuterium oxide) and any other deuterium compound in which the ratio of deuterium to hydrogen atoms exceeds 1:5000 for use in a nuclear reactor as defined in paragraph 1.1. above in quantities exceeding 200 kg of deuterium atoms for any one recipient country in any period of 12 months.

**2.2. Nuclear grade graphite**

Graphite having a purity level better than 5 parts per million boron equivalent and with a density greater than 1.50 g/cm<sup>3</sup> for use in a nuclear reactor as defined in paragraph 1.1. above in quantities exceeding 3 x 10<sup>4</sup> kg (30 metric tons) for any one recipient country in any period of 12 months.

**NOTE**

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

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

**INTRODUCTORY NOTE**

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

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

A "plant for the reprocessing of irradiated fuel elements" includes the equipment and components which normally come in direct contact with and directly control the irradiated fuel and the major nuclear material and fission product processing streams.

T

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

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

**3.1. Irradiated fuel element chopping machines**

**INTRODUCTORY NOTE**

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

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

**3.2. Dissolvers**

**INTRODUCTORY NOTE**

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

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

**3.3. Solvent extractors and solvent extraction equipment**

**INTRODUCTORY NOTE**

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

Especially designed or prepared solvent extractors such as packed or pulse columns, mixer settlers or centrifugal contactors for use in a plant for the reprocessing of irradiated fuel. Solvent extractors must be resistant to the corrosive effect of nitric acid. Solvent extractors are normally fabricated to extremely high standards

(including special welding and inspection and quality assurance and quality control techniques) out of low carbon stainless steels, titanium, zirconium, or other high quality materials.

#### 3.4. Chemical holding or storage vessels

##### INTRODUCTORY NOTE

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

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

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

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

#### 3.5. Plutonium nitrate to oxide conversion system

##### INTRODUCTORY NOTE

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

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

### **3.6. Plutonium oxide to metal production system**

#### **INTRODUCTORY NOTE**

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

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

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

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

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

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

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



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

**INTRODUCTORY NOTE**

The gas centrifuge normally consists of a thin-walled cylinder(s) of between 75 mm (3 in) and 400 mm (16 in) diameter contained in a vacuum environment and spun at high peripheral speed of the order of 300 m/s or more with its central axis vertical. In order to achieve high speed the materials of construction for the rotating components have to be of a high strength to density ratio and the rotor assembly, and hence its individual components, have to be manufactured to very close tolerances in order to minimize the unbalance. In contrast to other centrifuges, the gas centrifuge for uranium enrichment is characterized by having within the rotor chamber a rotating disc-shaped baffle(s) and a stationary tube arrangement for feeding and extracting the  $UF_6$  gas and featuring at least 3 separate channels, of which 2 are connected to scoops extending from the rotor axis towards the periphery of the rotor chamber. Also contained within the vacuum environment are a number of critical items which do not rotate and which although they are especially designed are not difficult to fabricate nor are they fabricated out of unique materials. A centrifuge facility however requires a large number of these components, so that quantities can provide an important indication of end use.

**5.1.1. Rotating components**

**(a) Complete rotor assemblies:**

Thin-walled cylinders, or a number of interconnected thin-walled cylinders, manufactured from one or more of the high strength to density ratio materials described in the EXPLANATORY NOTE to this Section. If interconnected, the cylinders are joined together by flexible bellows or rings as described in section 5.1.1.(c) following. The rotor is fitted with an internal baffle(s) and end caps, as described in section 5.1.1.(d) and (e) following, if in final form. However the complete assembly may be delivered only partly assembled.

**(b) Rotor tubes:**

Especially designed or prepared thin-walled cylinders with thickness of 12 mm (0.5 in) or less, a diameter of between 75 mm (3 in) and 400 mm (16 in), and manufactured from one or more of the high strength to density ratio materials described in the EXPLANATORY NOTE to this Section.

**(c) Rings or Bellows:**

Components especially designed or prepared to give localized support to the rotor tube or to join together a number of rotor tubes. The bellows is a short cylinder of wall thickness 3 mm (0.12 in) or less, a diameter of between 75 mm (3 in) and 400 mm (16 in), having a convolute, and manufactured from one of the high strength to density ratio materials described in the EXPLANATORY NOTE to this Section.

(d) Baffles:

Disc-shaped components of between 75 mm (3 in) and 400 mm (16 in) diameter especially designed or prepared to be mounted inside the centrifuge rotor tube, in order to isolate the take-off chamber from the main separation chamber and, in some cases, to assist the  $UF_6$  gas circulation within the main separation chamber of the rotor tube, and manufactured from one of the high strength to density ratio materials described in the EXPLANATORY NOTE to this Section.

(e) Top caps/Bottom caps:

Disc-shaped components of between 75 mm (3 in) and 400 mm (16 in) diameter especially designed or prepared to fit to the ends of the rotor tube, and so contain the  $UF_6$  within the rotor tube, and in some cases to support, retain or contain as an integrated part an element of the upper bearing (top cap) or to carry the rotating elements of the motor and lower bearing (bottom cap), and manufactured from one of the high strength to density ratio materials described in the EXPLANATORY NOTE to this Section.

#### EXPLANATORY NOTE

The materials used for centrifuge rotating components are:

- (a) Maraging steel capable of an ultimate tensile strength of  $2.05 \times 10^9$  N/m<sup>2</sup> (300,000 psi) or more;
- (b) Aluminium alloys capable of an ultimate tensile strength of  $0.46 \times 10^9$  N/m<sup>2</sup> (67,000 psi) or more;
- (c) Filamentary materials suitable for use in composite structures and having a specific modulus of  $12.3 \times 10^6$  m or greater and a specific ultimate tensile strength of  $0.3 \times 10^6$  m or greater ('Specific Modulus' is the Young's Modulus in N/m<sup>2</sup> divided by the specific weight in N/m<sup>3</sup>; 'Specific Ultimate Tensile Strength' is the ultimate tensile strength in N/m<sup>2</sup> divided by the specific weight in N/m<sup>3</sup>).

#### 5.1.2. Static components

(a) Magnetic suspension bearings:

Especially designed or prepared bearing assemblies consisting of an annular magnet suspended within a housing containing a damping medium. The housing will be manufactured from a  $UF_6$ -resistant material (see EXPLANATORY NOTE to Section 5.2.). The magnet couples with a pole piece or a second magnet fitted to the top cap described in Section 5.1.1.(e). The magnet may be ring-shaped with a relation between outer and inner diameter smaller or equal to 1.6:1. The magnet may be in a form having an initial permeability of 0.15 H/m (120,000 in CGS units) or more, or a remanence of 98.5% or more, or an energy product of greater than 80 kJ/m<sup>3</sup> ( $10^7$  gauss-oersteds). In addition to the usual material properties, it is a prerequisite

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

(b) Bearings/Dampers:

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

(c) Molecular pumps:

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

(d) Motor stators:

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

(e) Centrifuge housing/recipient:

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

(f) Scoops:

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

**5.2. Especially designed or prepared auxiliary systems, equipment and components for gas centrifuge enrichment plants**

**INTRODUCTORY NOTE**

The auxiliary systems, equipment and components for a gas centrifuge enrichment plant are the systems of plant needed to feed  $UF_6$  to the centrifuges, to link the individual centrifuges to each other to form cascades (or stages) to allow for progressively higher enrichments and to extract the 'product' and 'tails'  $UF_6$  from the centrifuges, together with the equipment required to drive the centrifuges or to control the plant.

Normally  $UF_6$  is evaporated from the solid using heated autoclaves and is distributed in gaseous form to the centrifuges by way of cascade header pipework. The 'product' and 'tails'  $UF_6$  gaseous streams flowing from the centrifuges are also passed by way of cascade header pipework to cold traps (operating at about 203 K (-70 °C)) where they are condensed prior to onward transfer into suitable containers for transportation or storage. Because an enrichment plant consists of many thousands of centrifuges arranged in cascades there are many kilometers of cascade header pipework, incorporating thousands of welds with a substantial amount of repetition of layout. The equipment, components and piping systems are fabricated to very high vacuum and cleanliness standards.

**5.2.1. Feed systems/product and tails withdrawal systems**

Especially designed or prepared process systems including:

Feed autoclaves (or stations), used for passing  $UF_6$  to the centrifuge cascades at up to 100 kPa (15 psi) and at a rate of 1 kg/h or more;

Desublimers (or cold traps) used to remove  $UF_6$  from the cascades at up to 3 kPa (0.5 psi) pressure. The desublimers are capable of being chilled to 203 K (-70 °C) and heated to 343 K (70 °C);

'Product' and 'Tails' stations used for trapping  $UF_6$  into containers.

This plant, equipment and pipework is wholly made of or lined with  $UF_6$ -resistant materials (see EXPLANATORY NOTE to this section) and is fabricated to very high vacuum and cleanliness standards.

**5.2.2. Machine header piping systems**

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

### 5.2.3. UF<sub>6</sub> mass spectrometers/ion sources

Especially designed or prepared magnetic or quadrupole mass spectrometers capable of taking 'on-line' samples of feed, product or tails, from UF<sub>6</sub> gas streams and having all of the following characteristics:

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

### 5.2.4. Frequency changers

Frequency changers (also known as converters or invertors) especially designed or prepared to supply motor stators as defined under 5.1.2.(d), or parts, components and sub-assemblies of such frequency changers having all of the following characteristics:

1. A multiphase output of 600 to 2000 Hz;
2. High stability (with frequency control better than 0.1%);
3. Low harmonic distortion (less than 2%); and
4. An efficiency of greater than 80%.

#### EXPLANATORY NOTE

The items listed above either come into direct contact with the UF<sub>6</sub> process gas or directly control the centrifuges and the passage of the gas from centrifuge to centrifuge and cascade to cascade.

Materials resistant to corrosion by UF<sub>6</sub> include stainless steel, aluminium, aluminium alloys, nickel or alloys containing 60% or more nickel.

### 5.3. Especially designed or prepared assemblies and components for use in gaseous diffusion enrichment

#### INTRODUCTORY NOTE

In the gaseous diffusion method of uranium isotope separation, the main technological assembly is a special porous gaseous diffusion barrier, heat exchanger for cooling the gas (which is heated by the process of compression), seal valves and control valves, and pipelines. Inasmuch as gaseous diffusion technology uses uranium hexafluoride (UF<sub>6</sub>), all equipment, pipeline and instrumentation surfaces (that come in contact with the gas) must be made of materials that remain stable in

contact with UF<sub>6</sub>. A gaseous diffusion facility requires a number of these assemblies, so that quantities can provide an important indication of end use.

#### 5.3.1. Gaseous diffusion barriers

(a) Especially designed or prepared thin, porous filters, with a pore size of 100 - 1,000 Å (angstroms), a thickness of 5 mm (0.2 in) or less, and for tubular forms, a diameter of 25 mm (1 in) or less, made of metallic, polymer or ceramic materials resistant to corrosion by UF<sub>6</sub>, and

(b) especially prepared compounds or powders for the manufacture of such filters. Such compounds and powders include nickel or alloys containing 60 per cent or more nickel, aluminium oxide, or UF<sub>6</sub>-resistant fully fluorinated hydrocarbon polymers having a purity of 99.9 per cent or more, a particle size less than 10 microns, and a high degree of particle size uniformity, which are especially prepared for the manufacture of gaseous diffusion barriers.

#### 5.3.2. Diffuser housings

Especially designed or prepared hermetically sealed cylindrical vessels greater than 300 mm (12 in) in diameter and greater than 900 mm (35 in) in length, or rectangular vessels of comparable dimensions, which have an inlet connection and two outlet connections all of which are greater than 50 mm (2 in) in diameter, for containing the gaseous diffusion barrier, made of or lined with UF<sub>6</sub>-resistant materials and designed for horizontal or vertical installation.

#### 5.3.3. Compressors and gas blowers

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

#### 5.3.4. Rotary shaft seals

Especially designed or prepared vacuum seals, with seal feed and seal exhaust connections, for sealing the shaft connecting the compressor or the gas blower rotor with the driver motor so as to ensure a reliable seal against in-leaking of air into the inner chamber of the compressor or gas blower which is filled with UF<sub>6</sub>. Such seals are normally designed for a buffer gas in-leakage rate of less than 1000 cm<sup>3</sup>/min (60 in<sup>3</sup>/min).

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

Especially designed or prepared heat exchangers made of or lined with UF<sub>6</sub>-resistant materials (except stainless steel) or with copper or any combination of those metals, and intended for a leakage pressure change rate of less than 10 Pa (0.0015 psi) per hour under a pressure difference of 100 kPa (15 psi).

### 5.4. Especially designed or prepared auxiliary systems, equipment and components for use in gaseous diffusion enrichment

#### INTRODUCTORY NOTE

The auxiliary systems, equipment and components for gaseous diffusion enrichment plants are the systems of plant needed to feed UF<sub>6</sub> to the gaseous diffusion assembly, to link the individual assemblies to each other to form cascades (or stages) to allow for progressively higher enrichments and to extract the 'product' and 'tails' UF<sub>6</sub> from the diffusion cascades. Because of the high inertial properties of diffusion cascades, any interruption in their operation, and especially their shut-down, leads to serious consequences. Therefore, a strict and constant maintenance of vacuum in all technological systems, automatic protection from accidents, and precise automated regulation of the gas flow is of importance in a gaseous diffusion plant. All this leads to a need to equip the plant with a large number of special measuring, regulating and controlling systems.

Normally UF<sub>6</sub> is evaporated from cylinders placed within autoclaves and is distributed in gaseous form to the entry point by way of cascade header pipework. The 'product' and 'tails' UF<sub>6</sub> gaseous streams flowing from exit points are passed by way of cascade header pipework to either cold traps or to compression stations where the UF<sub>6</sub> gas is liquefied prior to onward transfer into suitable containers for transportation or storage. Because a gaseous diffusion enrichment plant consists of a large number of gaseous diffusion assemblies arranged in cascades, there are many kilometers of cascade header pipework, incorporating thousands of welds with substantial amounts of repetition of layout. The equipment, components and piping systems are fabricated to very high vacuum and cleanliness standards.

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

Especially designed or prepared process systems, capable of operating at pressures of 300 kPa (45 psi) or less, including:

Feed autoclaves (or systems), used for passing UF<sub>6</sub> to the gaseous diffusion cascades;

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

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

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

#### 5.4.2. Header piping systems

Especially designed or prepared piping systems and header systems for handling  $UF_6$  within the gaseous diffusion cascades. This piping network is normally of the "double" header system with each cell connected to each of the headers.

#### 5.4.3. Vacuum systems

(a) Especially designed or prepared large vacuum manifolds, vacuum headers and vacuum pumps having a suction capacity of 5 m<sup>3</sup>/min (175 ft<sup>3</sup>/min) or more.

(b) Vacuum pumps especially designed for service in  $UF_6$ -bearing atmospheres made of, or lined with, aluminium, nickel, or alloys bearing more than 60% nickel. These pumps may be either rotary or positive, may have displacement and fluorocarbon seals, and may have special working fluids present.

#### 5.4.4. Special shut-off and control valves

Especially designed or prepared manual or automated shut-off and control bellows valves made of  $UF_6$ -resistant materials with a diameter of 40 to 1500 mm (1.5 to 59 in) for installation in main and auxiliary systems of gaseous diffusion enrichment plants.

#### 5.4.5. $UF_6$ mass spectrometers/ion sources

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

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

#### EXPLANATORY NOTE

The items listed above either come into direct contact with the  $UF_6$  process gas or directly control the flow within the cascade. All surfaces which come into contact with the process gas are wholly made of, or lined with,  $UF_6$ -resistant materials. For the purposes of the sections relating to gaseous diffusion items the materials resistant to corrosion by  $UF_6$  include stainless steel, aluminium, aluminium alloys, aluminium oxide, nickel or alloys containing 60% or more nickel and  $UF_6$ -resistant fully fluorinated hydrocarbon polymers.



**5.5. Especially designed or prepared systems, equipment and components for use in aerodynamic enrichment plants**

**INTRODUCTORY NOTE**

In aerodynamic enrichment processes, a mixture of gaseous  $UF_6$  and light gas (hydrogen or helium) is compressed and then passed through separating elements wherein isotopic separation is accomplished by the generation of high centrifugal forces over a curved-wall geometry. Two processes of this type have been successfully developed: the separation nozzle process and the vortex tube process. For both processes the main components of a separation stage include cylindrical vessels housing the special separation elements (nozzles or vortex tubes), gas compressors and heat exchangers to remove the heat of compression. An aerodynamic plant requires a number of these stages, so that quantities can provide an important indication of end use. Since aerodynamic processes use  $UF_6$ , all equipment, pipeline and instrumentation surfaces (that come in contact with the gas) must be made of materials that remain stable in contact with  $UF_6$ .

**EXPLANATORY NOTE**

The items listed in this section either come into direct contact with the  $UF_6$  process gas or directly control the flow within the cascade. All surfaces which come into contact with the process gas are wholly made of or protected by  $UF_6$ -resistant materials. For the purposes of the section relating to aerodynamic enrichment items, the materials resistant to corrosion by  $UF_6$  include copper, stainless steel, aluminium, aluminium alloys, nickel or alloys containing 60% or more nickel and  $UF_6$ -resistant fully fluorinated hydrocarbon polymers.

**5.5.1. Separation nozzles**

Especially designed or prepared separation nozzles and assemblies thereof. The separation nozzles consist of slit-shaped, curved channels having a radius of curvature less than 1 mm (typically 0.1 to 0.05 mm), resistant to corrosion by  $UF_6$  and having a knife-edge within the nozzle that separates the gas flowing through the nozzle into two fractions.

**5.5.2. Vortex tubes**

Especially designed or prepared vortex tubes and assemblies thereof. The vortex tubes are cylindrical or tapered, made of or protected by materials resistant to corrosion by  $UF_6$ , having a diameter of between 0.5 cm and 4 cm, a length to diameter ratio of 20:1 or less and with one or more tangential inlets. The tubes may be equipped with nozzle-type appendages at either or both ends.

**EXPLANATORY NOTE**

The feed gas enters the vortex tube tangentially at one end or through swirl vanes or at numerous tangential positions along the periphery of the tube.

### 5.5.3. Compressors and gas blowers

Especially designed or prepared axial, centrifugal or positive displacement compressors or gas blowers made of or protected by materials resistant to corrosion by  $UF_6$  and with a suction volume capacity of 2 m<sup>3</sup>/min or more of  $UF_6$ /carrier gas (hydrogen or helium) mixture.

#### EXPLANATORY NOTE

These compressors and gas blowers typically have a pressure ratio between 1.2:1 and 6:1.

### 5.5.4. Rotary shaft seals

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

### 5.5.5. Heat exchangers for gas cooling

Especially designed or prepared heat exchangers made of or protected by materials resistant to corrosion by  $UF_6$ .

### 5.5.6. Separation element housings

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

#### EXPLANATORY NOTE

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

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

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

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

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

#### 5.5.8. Header piping systems

Especially designed or prepared header piping systems, made of or protected by materials resistant to corrosion by  $UF_6$ , for handling  $UF_6$  within the aerodynamic cascades. This piping network is normally of the 'double' header design with each stage or group of stages connected to each of the headers.

#### 5.5.9. Vacuum systems and pumps

(a) Especially designed or prepared vacuum systems having a suction capacity of 5 m<sup>3</sup>/min or more, consisting of vacuum manifolds, vacuum headers and vacuum pumps, and designed for service in  $UF_6$ -bearing atmospheres,

(b) Vacuum pumps especially designed or prepared for service in  $UF_6$ -bearing atmospheres and made of or protected by materials resistant to corrosion by  $UF_6$ . These pumps may use fluorocarbon seals and special working fluids.

#### 5.5.10. Special shut-off and control valves

Especially designed or prepared manual or automated shut-off and control bellows valves made of or protected by materials resistant to corrosion by  $UF_6$  with a diameter of 40 to 1500 mm for installation in main and auxiliary systems of aerodynamic enrichment plants.

#### 5.5.11. $UF_6$ mass spectrometers/ion sources

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

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

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

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

## EXPLANATORY NOTE

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

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

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

## INTRODUCTORY NOTE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### EXPLANATORY NOTE

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

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

#### EXPLANATORY NOTE

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

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

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

##### EXPLANATORY NOTE

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

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

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

##### EXPLANATORY NOTE

These systems may incorporate equipment such as:

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

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

Fast-reacting ion-exchange resins or adsorbents especially designed or prepared for uranium enrichment using the ion exchange process, including porous macroreticular resins, and/or pellicular structures in which the active chemical exchange groups are limited to a coating on the surface of an inactive porous support structure, and other composite structures in any suitable form including particles or fibers. These ion exchange resins/adsorbents have diameters of 0.2 mm or less and must be chemically resistant to concentrated hydrochloric acid solutions as well as physically strong enough so as not to degrade in the exchange columns. The resins/adsorbents are especially designed to achieve very fast uranium isotope exchange kinetics (exchange rate half-time of less than 10 seconds) and are capable of operating at a temperature in the range of 100 °C to 200 °C.

#### 5.6.7. Ion exchange columns (Ion exchange)

Cylindrical columns greater than 1000 mm in diameter for containing and supporting packed beds of ion exchange resin/adsorbent, especially designed or prepared for uranium enrichment using the ion exchange process. These columns are made of or protected by materials (such as titanium or fluorocarbon plastics) resistant to corrosion by concentrated hydrochloric acid solutions and are capable of operating at a temperature in the range of 100 °C to 200 °C and pressures above 0.7 MPa (102 psia).

#### 5.6.8. Ion exchange reflux systems (Ion exchange)

- (a) Especially designed or prepared chemical or electrochemical reduction systems for regeneration of the chemical reducing agent(s) used in ion exchange uranium enrichment cascades.
- (b) Especially designed or prepared chemical or electrochemical oxidation systems for regeneration of the chemical oxidizing agent(s) used in ion exchange uranium enrichment cascades.

#### EXPLANATORY NOTE

The ion exchange enrichment process may use, for example, trivalent titanium ( $Ti^{3+}$ ) as a reducing cation in which case the reduction system would regenerate  $Ti^{3+}$  by reducing  $Ti^{4+}$ .

The process may use, for example, trivalent iron ( $Fe^{3+}$ ) as an oxidant in which case the oxidation system would regenerate  $Fe^{3+}$  by oxidizing  $Fe^{2+}$ .

#### 5.7. Especially designed or prepared systems, equipment and components for use in laser-based enrichment plants

#### INTRODUCTORY NOTE

Present systems for enrichment processes using lasers fall into two categories: those in which the process medium is atomic uranium vapor and those in which the process medium is the vapor of a uranium compound. Common nomenclature for such processes include: first category - atomic vapor laser isotope separation (AVLIS or SILVA); second category - molecular laser isotope separation (MLIS or MOLIS) and chemical reaction by isotope selective laser activation (CRISLA). The systems, equipment and components for laser enrichment plants embrace: (a) devices to feed uranium-metal vapor (for selective photo-ionization) or devices to feed the vapor of a uranium compound (for photo-dissociation or chemical activation); (b) devices to collect enriched and depleted uranium metal as 'product' and 'tails' in the first category, and devices to collect dissociated or reacted compounds as 'product' and unaffected material as 'tails' in the second category; (c) process laser systems to selectively excite the uranium-235 species; and (d) feed preparation and product conversion equipment. The complexity of the spectroscopy of uranium atoms and

compounds may require incorporation of any of a number of available laser technologies.

#### EXPLANATORY NOTE

Many of the items listed in this section come into direct contact with uranium metal vapor or liquid or with process gas consisting of  $UF_6$  or a mixture of  $UF_6$  and other gases. All surfaces that come into contact with the uranium or  $UF_6$  are wholly made of or protected by corrosion-resistant materials. For the purposes of the section relating to laser-based enrichment items, the materials resistant to corrosion by the vapor or liquid of uranium metal or uranium alloys include yttria-coated graphite and tantalum; and the materials resistant to corrosion by  $UF_6$  include copper, stainless steel, aluminium, aluminium alloys, nickel or alloys containing 60 % or more nickel and  $UF_6$ -resistant fully fluorinated hydrocarbon polymers.

##### 5.7.1. Uranium vaporization systems (AVLIS)

Especially designed or prepared uranium vaporization systems which contain high-power strip or scanning electron beam guns with a delivered power on the target of more than 2.5 kW/cm.

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

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

#### EXPLANATORY NOTE

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

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

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

#### EXPLANATORY NOTE

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



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

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

#### EXPLANATORY NOTE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 5.7.9. Fluorination systems (MLIS)

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

#### EXPLANATORY NOTE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**EXPLANATORY NOTE**

These systems may incorporate equipment such as:

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

(c) UF<sub>6</sub> cold traps capable of temperatures of -20 °C or less.

**5.7.13. Laser systems (AVLIS, MLIS and CRISLA)**

Lasers or laser systems especially designed or prepared for the separation of uranium isotopes.

**EXPLANATORY NOTE**

The laser system for the AVLIS process usually consists of two lasers: a copper vapor laser and a dye laser. The laser system for MLIS usually consists of a CO<sub>2</sub> or excimer laser and a multi-pass optical cell with revolving mirrors at both ends. Lasers or laser systems for both processes require a spectrum frequency stabilizer for operation over extended periods of time.

**5.8. Especially designed or prepared systems, equipment and components for use in plasma separation enrichment plants**

**INTRODUCTORY NOTE**

In the plasma separation process, a plasma of uranium ions passes through an electric field tuned to the U-235 ion resonance frequency so that they preferentially absorb energy and increase the diameter of their corkscrew-like orbits. Ions with a large-diameter path are trapped to produce a product enriched in U-235. The plasma, which is made by ionizing uranium vapor, is contained in a vacuum chamber with a high-strength magnetic field produced by a superconducting magnet. The main technological systems of the process include the uranium plasma generation system, the separator module with superconducting magnet and metal removal systems for the collection of 'product' and 'tails'.

**5.8.1. Microwave power sources and antennae**

Especially designed or prepared microwave power sources and antennae for producing or accelerating ions and having the following characteristics: greater than 30 GHz frequency and greater than 50 kW mean power output for ion production.

**5.8.2. Ion excitation coils**

Especially designed or prepared radio frequency ion excitation coils for frequencies of more than 100 kHz and capable of handling more than 40 kW mean power.

**5.8.3. Uranium plasma generation systems**

Especially designed or prepared systems for the generation of uranium plasma, which may contain high-power strip or scanning electron beam guns with a delivered power on the target of more than 2.5 kW/cm.

**5.8.4. Liquid uranium metal handling systems**

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

**EXPLANATORY NOTE**

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

**5.8.5. Uranium metal 'product' and 'tails' collector assemblies**

Especially designed or prepared 'product' and 'tails' collector assemblies for uranium metal in solid form. These collector assemblies are made of or protected by materials resistant to the heat and corrosion of uranium metal vapor, such as yttria-coated graphite or tantalum.

**5.8.6. Separator module housings**

Cylindrical vessels especially designed or prepared for use in plasma separation enrichment plants for containing the uranium plasma source, radio-frequency drive coil and the 'product' and 'tails' collectors.

**EXPLANATORY NOTE**

These housings have a multiplicity of ports for electrical feed-throughs, diffusion pump connections and instrumentation diagnostics and monitoring. They have provisions for opening and closure to allow for refurbishment of internal components and are constructed of a suitable non-magnetic material such as stainless steel.

**5.9. Especially designed or prepared systems, equipment and components for use in electromagnetic enrichment plants**

**INTRODUCTORY NOTE**

In the electromagnetic process, uranium metal ions produced by ionization of a salt feed material (typically  $UCl_4$ ) are accelerated and passed through a magnetic field that has the effect of causing the ions of different isotopes to follow different paths. The major components of an electromagnetic isotope separator include: a magnetic field for ion-beam diversion/separation of the isotopes, an ion source with its acceleration system, and a collection system for the separated ions. Auxiliary systems for the process include the magnet power supply system, the ion source high-voltage power supply system, the vacuum system, and extensive chemical handling systems for recovery of product and cleaning/recycling of components.

### 5.9.1. Electromagnetic isotope separators

Electromagnetic isotope separators especially designed or prepared for the separation of uranium isotopes, and equipment and components therefor, including:

#### (a) Ion sources

Especially designed or prepared single or multiple uranium ion sources consisting of a vapor source, ionizer, and beam accelerator, constructed of suitable materials such as graphite, stainless steel, or copper, and capable of providing a total ion beam current of 50 mA or greater.

#### (b) Ion collectors

Collector plates consisting of two or more slits and pockets especially designed or prepared for collection of enriched and depleted uranium ion beams and constructed of suitable materials such as graphite or stainless steel.

#### (c) Vacuum housings

Especially designed or prepared vacuum housings for uranium electromagnetic separators, constructed of suitable non-magnetic materials such as stainless steel and designed for operation at pressures of 0.1 Pa or lower.

#### EXPLANATORY NOTE

The housings are specially designed to contain the ion sources, collector plates and water-cooled liners and have provision for diffusion pump connections and opening and closure for removal and reinstallation of these components.

#### (d) Magnet pole pieces

Especially designed or prepared magnet pole pieces having a diameter greater than 2 m used to maintain a constant magnetic field within an electromagnetic isotope separator and to transfer the magnetic field between adjoining separators.

### 5.9.2. High voltage power supplies

Especially designed or prepared high-voltage power supplies for ion sources, having all of the following characteristics: capable of continuous operation, output voltage of 20,000 V or greater, output current of 1 A or greater, and voltage regulation of better than 0.01% over a time period of 8 hours.

### 5.9.3. Magnet power supplies

Especially designed or prepared high-power, direct current magnet power supplies having all of the following characteristics: capable of continuously producing a

current output of 500 A or greater at a voltage of 100 V or greater and with a current or voltage regulation better than 0.01% over a period of 8 hours.

6. **Plants for the production of heavy water, deuterium and deuterium compounds and equipment especially designed or prepared therefor**

#### INTRODUCTORY NOTE

Heavy water can be produced by a variety of processes. However, the two processes that have proven to be commercially viable are the water-hydrogen sulphide exchange process (GS process) and the ammonia-hydrogen exchange process.

The GS process is based upon the exchange of hydrogen and deuterium between water and hydrogen sulphide within a series of towers which are operated with the top section cold and the bottom section hot. Water flows down the towers while the hydrogen sulphide gas circulates from the bottom to the top of the towers. A series of perforated trays are used to promote mixing between the gas and the water. Deuterium migrates to the water at low temperatures and to the hydrogen sulphide at high temperatures. Gas or water, enriched in deuterium, is removed from the first stage towers at the junction of the hot and cold sections and the process is repeated in subsequent stage towers. The product of the last stage, water enriched up to 30% in deuterium, is sent to a distillation unit to produce reactor grade heavy water, i.e., 99.75% deuterium oxide.

The ammonia-hydrogen exchange process can extract deuterium from synthesis gas through contact with liquid ammonia in the presence of a catalyst. The synthesis gas is fed into exchange towers and to an ammonia converter. Inside the towers the gas flows from the bottom to the top while the liquid ammonia flows from the top to the bottom. The deuterium is stripped from the hydrogen in the synthesis gas and concentrated in the ammonia. The ammonia then flows into an ammonia cracker at the bottom of the tower while the gas flows into an ammonia converter at the top. Further enrichment takes place in subsequent stages and reactor grade heavy water is produced through final distillation. The synthesis gas feed can be provided by an ammonia plant that, in turn, can be constructed in association with a heavy water ammonia-hydrogen exchange plant. The ammonia-hydrogen exchange process can also use ordinary water as a feed source of deuterium.

Many of the key equipment items for heavy water production plants using GS or the ammonia-hydrogen exchange processes are common to several segments of the chemical and petroleum industries. This is particularly so for small plants using the GS process. However, few of the items are available "off-the-shelf". The GS and ammonia-hydrogen processes require the handling of large quantities of flammable, corrosive and toxic fluids at elevated pressures. Accordingly, in establishing the design and operating standards for plants and equipment using these processes, careful attention to the materials selection and specifications is required to ensure long service life with high safety and reliability factors. The choice of scale is primarily a function of economics and need. Thus, most of the equipment items would be prepared according to the requirements of the customer.

Finally, it should be noted that, in both the GS and the ammonia-hydrogen exchange processes, items of equipment which individually are not especially designed or prepared for heavy water production can be assembled into systems which are especially designed or prepared for producing heavy water. The catalyst production system used in the ammonia-hydrogen exchange process and water distillation systems used for the final concentration of heavy water to reactor-grade in either process are examples of such systems.

The items of equipment which are especially designed or prepared for the production of heavy water utilizing either the water-hydrogen sulphide exchange process or the ammonia-hydrogen exchange process include the following:

**6.1. Water - Hydrogen Sulphide Exchange Towers**

Exchange towers fabricated from fine carbon steel (such as ASTM A516) with diameters of 6 m (20 ft) to 9 m (30 ft), capable of operating at pressures greater than or equal to 2 MPa (300 psi) and with a corrosion allowance of 6 mm or greater, especially designed or prepared for heavy water production utilizing the water-hydrogen sulphide exchange process.

**6.2. Blowers and Compressors**

Single stage, low head (i.e., 0.2 MPa or 30 psi) centrifugal blowers or compressors for hydrogen-sulphide gas circulation (i.e., gas containing more than 70% H<sub>2</sub>S) especially designed or prepared for heavy water production utilizing the water-hydrogen sulphide exchange process. These blowers or compressors have a throughput capacity greater than or equal to 56 m<sup>3</sup>/second (120,000 SCFM) while operating at pressures greater than or equal to 1.8 MPa (260 psi) suction and have seals designed for wet H<sub>2</sub>S service.

**6.3. Ammonia-Hydrogen Exchange Towers**

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

**6.4. Tower Internals and Stage Pumps**

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

**6.5. Ammonia Crackers**

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

**6.6. Infrared Absorption Analyzers**

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

**6.7. Catalytic Burners**

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

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

**INTRODUCTORY NOTE**

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

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

**EXPLANATORY NOTE**

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



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

- 7.2. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $UO_3$  to  $UF_4$**

**EXPLANATORY NOTE**

Conversion of  $UO_3$  to  $UF_4$  can be performed directly by fluorination. The process requires a source of fluorine gas or chlorine trifluoride.

- 7.3. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $UO_3$  to  $UO_2$**

**EXPLANATORY NOTE**

Conversion of  $UO_3$  to  $UO_2$  can be performed through reduction of  $UO_3$  with cracked ammonia gas or hydrogen.

- 7.4. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $UO_2$  to  $UF_4$**

**EXPLANATORY NOTE**

Conversion of  $UO_2$  to  $UF_4$  can be performed by reacting  $UO_2$  with hydrogen fluoride gas (HF) at 300-500 °C.

- 7.5. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $UF_4$  to  $UF_6$**

**EXPLANATORY NOTE**

Conversion of  $UF_4$  to  $UF_6$  is performed by exothermic reaction with fluorine in a tower reactor.  $UF_6$  is condensed from the hot effluent gases by passing the effluent stream through a cold trap cooled to -10 °C. The process requires a source of fluorine gas.

- 7.6. Especially designed or prepared systems for the conversion of  $UF_4$  to U metal**

**EXPLANATORY NOTE**

Conversion of  $UF_4$  to U metal is performed by reduction with magnesium (large batches) or calcium (small batches). The reaction is carried out at temperatures above the melting point of uranium (1130 °C).

**7.7. Especially designed or prepared systems for the conversion of UF<sub>6</sub> to UO<sub>2</sub>**

**EXPLANATORY NOTE**

Conversion of UF<sub>6</sub> to UO<sub>2</sub> can be performed by one of three processes. In the first, UF<sub>6</sub> is reduced and hydrolyzed to UO<sub>2</sub> using hydrogen and steam. In the second, UF<sub>6</sub> is hydrolyzed by solution in water, ammonia is added to precipitate ammonium diuranate, and the diuranate is reduced to UO<sub>2</sub> with hydrogen at 820 °C. In the third process, gaseous UF<sub>6</sub>, CO<sub>2</sub>, and NH<sub>3</sub> are combined in water, precipitating ammonium uranyl carbonate. The ammonium uranyl carbonate is combined with steam and hydrogen at 500-600 °C to yield UO<sub>2</sub>.

UF<sub>6</sub> to UO<sub>2</sub> conversion is often performed as the first stage of a fuel fabrication plant.

**7.8. Especially designed or prepared systems for the conversion of UF<sub>6</sub> to UF<sub>4</sub>**

**EXPLANATORY NOTE**

Conversion of UF<sub>6</sub> to UF<sub>4</sub> is performed by reduction with hydrogen.

— • —