



# INF

INFCIRC/254/Rev.4/Part 1  
27 March 2000

GENERAL Distr.

RUSSIAN  
Original: ENGLISH

Международное агентство по атомной энергии  
**ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦИРКУЛЯР**

---

## **СООБЩЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ ОТ НЕКОТОРЫХ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ ОТНОСИТЕЛЬНО РУКОВОДЯЩИХ ПРИНЦИПОВ ЭКСПОРТА ЯДЕРНОГО МАТЕРИАЛА, ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ**

1. Генеральный директор Международного агентства по атомной энергии получил вербальные ноты от 1 февраля 2000 года относительно экспорта ядерного материала, оборудования и технологии от следующих постоянных представителей при Агентстве: Австрии, Аргентины, Бельгии, Болгарии, Бразилии, Венгрии, Германии, Ирландии, Испании, Италии, Канады, Республики Корея, Латвии, Нидерландов, Норвегии, Польши, Португалии, Румынии, Словацкой Республики, Соединенного Королевства, Соединенных Штатов Америки, Украины, Чешской Республики, Швейцарии, Южной Африки и Японии.
2. Цель этих вербальных нот состоит в предоставлении дополнительной информации о применяемых правительствами этих стран Руководящих принципах ядерного экспорта.
3. В свете пожелания, выраженного в конце каждой вербальной ноты, к настоящему документу прилагается текст этих вербальных нот. Дополнение к этим вербальным нотам также воспроизводится полностью<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> В документе INFCIRC/254/Part 2 с внесенными поправками содержатся Руководящие принципы экспорта имеющих отношение к ядерной деятельности оборудования, материалов, программного обеспечения и соответствующей технологии двойного использования.

По соображениям экономии настоящий документ отпечатан ограниченным тиражом.

## ВЕРБАЛЬНАЯ НОТА

Постоянное представительство [государства-члена] свидетельствует свое уважение Генеральному директору Международного агентства по атомной энергии и имеет честь предоставить дополнительную информацию о политике и практике своего правительства в отношении ядерного экспорта.

Правительство [государства-члена] приняло решение о том, что основополагающие принципы гарантий и экспортного контроля Руководящих принципов ядерного экспорта, изложенных в документе INFCIRC/254/Rev.3/Part.1, с внесенными поправками должны включать установки для конверсии плутония и специально предназначенное или подготовленное для этого оборудование с учетом развития ядерной технологии.

В этой связи в текст Приложений были внесены следующие изменения:

- Приложение А к Руководящим принципам включает поправки к пункту 2.7.

- Приложение В к Руководящим принципам включает:

- 1) новые пункты 7., 7.1.9. и 7.2.;
- 2) поправки к пункту 7, включая изменение нумерации пункта на 7.1.;
- 3) изменение нумерации последующих пунктов;
- 4) перевод пунктов 3.5 и 3.6 в пункт 7.2, включая поправки и изменение нумерации пунктов на 7.2.1 и 7.2.2., соответственно.

Правительство [государства-члена] приняло решение изменить описания со ссылкой на документ INFCIRC/254/Part 2 во избежание возникновения несоответствия в ссылках в будущем при пересмотре соответствующих пунктов документа INFCIRC/254/Part 2.

В этой связи в текст Приложения В были внесены следующие изменения:

- В пояснительные замечания к пунктам 5.7.2., 5.7.13., 5.8., и 5.8.4. были внесены поправки.

В целях исключения неясностей полный текст Руководящих принципов, включая Приложения с внесенными изменениями, воспроизводится в дополнении.

Правительство [государства-члена] приняло решение действовать в соответствии с пересмотренными таким образом Руководящими принципами ядерного экспорта.

Принимая это решение, правительство [государства-члена] полностью осознает необходимость содействия экономическому развитию, избегая одновременно увеличения каким-либо образом опасности распространения ядерного оружия или других ядерных

- 2 -

взрывных устройств, а также необходимость того, чтобы соображения коммерческой конкуренции не влияли на обеспечение гарантий нераспространения.

[В том, что касается торговли в рамках Европейского союза, правительство (государства-члена) будет выполнять это решение в свете взятых на себя обязательств в качестве государства - члена этого Союза.]<sup>1</sup>.

Правительство [государства-члена] будет признательно, если Генеральный директор доведет содержание настоящей ноты и дополнения к ней до сведения государств - членов МАГАТЭ.

Постоянное представительство [государства-члена] пользуется случаем, чтобы возобновить Генеральному директору Международного агентства по атомной энергии уверения в своем самом высоком уважении.

---

<sup>1</sup> Этот абзац включен только в вербальные ноты членов Европейского союза.

## РУКОВОДЯЩИЕ ПРИНЦИПЫ ЯДЕРНОГО ЭКСПОРТА

1. К ядерным передачам для мирных целей в любое государство, не обладающее ядерным оружием, и, в случае контроля за последующими передачами, к передачам в любое государство должны применяться следующие основополагающие принципы гарантий и экспортного контроля. В этой связи поставщики определили экспортный исходный список.

### Запрещение ядерных взрывных устройств

2. Поставщики должны разрешать передачу указанных в исходном списке предметов или соответствующей технологии только при наличии официальных правительственных заверений со стороны получателя, явно исключающих использование, которое может привести к созданию какого-либо ядерного взрывного устройства.

### Физическая защита

3. а) Ко всем ядерным материалам и установкам, указанным в согласованном исходном списке, должны применяться эффективные меры физической защиты для предотвращения их несанкционированного использования и обращения с ними. Уровни физической защиты, которые должны быть обеспечены в отношении такого рода материалов, оборудования и установок, были согласованы между поставщиками с учетом международных рекомендаций.  
б) Ответственность за осуществление мер физической защиты в стране-получателе несет правительство этой страны. Однако для выполнения условий, согласованных между поставщиками, уровни физической защиты, на которых следует основывать эти меры, должны быть предметом соглашения между поставщиком и получателем.  
с) В каждом случае в отношении четкого определения ответственности при перевозке предметов, включенных в исходный список, должны оговариваться специальные условия.

### Гарантии

4. а) Поставщики должны передавать включенные в исходный список предметы или соответствующую технологию государствам, не обладающим ядерным оружием, только в том случае, когда получающее государство имеет действующее соглашение с МАГАТЭ, требующее применения гарантий ко всему исходному и специальному расщепляющемуся материалу в его текущей и будущей мирной деятельности.  
б) Предусматриваемые в пункте 4 а) передачи государствам, не обладающим ядерным оружием, которые не имеют такого соглашения о гарантиях,

должны разрешаться лишь в исключительных случаях, когда они считаются необходимыми для безопасной эксплуатации существующих установок и если к этим установкам применяются гарантии. Поставщики должны сообщать и, если необходимо, консультироваться в случае, когда они намерены разрешить такие передачи или отказать в них.

- c) Политика, упомянутая в пунктах 4 а) и 4 б), не применяется к соглашениям или контрактам, заключенным 3 апреля 1992 года или до этой даты. В случае стран, которые присоединились или присоединятся к документу INFCIRC/254/Rev.1/Part 1 после 3 апреля 1992 года, эта политика применяется только к соглашениям, которые (должны быть) заключены после даты их присоединения.
  - d) В рамках соглашений, к которым не применяется упомянутая в пункте 4 а) политика (см. пункты 4 б) и с)), поставщики должны передавать включенные в исходный список предметы или соответствующую технологию только при применении гарантий МАГАТЭ и при наличии положений о сроке действия и сфере применения в соответствии с требованиями документа МАГАТЭ GOV/1621. Однако поставщики обязуются стремиться к тому, чтобы к таким соглашениям как можно скорее применялась политика, упомянутая в пункте 4 а).
  - e) Поставщики резервируют право устанавливать дополнительные условия поставки в соответствии с требованиями национальной политики.
5. Поставщики в необходимых случаях совместно пересматривают свои общие требования в отношении гарантий.

#### **Применение гарантий, обусловленное передачей определенной технологии**

- 6. а) Требования вышеприведенных пунктов 2, 3 и 4 должны также применяться к установкам для переработки, обогащения или производства тяжелой воды, использующим технологию, непосредственно переданную поставщиком или полученную на основе переданных установок или их основных определяющих компонентов.
- б) Передача таких установок или их основных определяющих компонентов или связанной с этим технологии должна повлечь за собой обязательства в том 1) чтобы гарантии МАГАТЭ применялись к любым установкам такого же типа (т.е. если конструкция, сооружение или процесс эксплуатации основаны на тех же или сходных физических или химических процессах, как это определено в исходном списке), построенным в стране-получателе в течение согласованного периода, и 2) чтобы все время действовало соглашение о гарантиях, позволяющее МАГАТЭ применять гарантии Агентства в отношении таких установок, определенных получателем или поставщиком в консультации с получателем в качестве установок, на которых используется переданная технология.

**Специальный контроль в отношении экспорта чувствительных установок, технологий и материалов**

7. Поставщики должны проявлять сдержанность при передаче чувствительных установок, технологии и материалов, пригодных для производства оружия. В случае передачи установок, оборудования или технологии для обогащения или переработки поставщики должны содействовать тому, чтобы получатели согласились, в качестве альтернативы национальным заводам, на участие поставщика и/или на другое подходящее многонациональное участие в связи с такого рода установками. Поставщики должны также содействовать международной деятельности (включая деятельность МАГАТЭ), связанной с многонациональными региональными центрами топливного цикла.

**Специальный контроль в отношении экспорта установок, оборудования и технологии для обогащения**

8. При передаче установок или технологии для обогащения страна-получатель должна дать согласие на то, что ни передаваемая установка, ни любая установка, основанная на такой технологии, не будет проектироваться или использоваться для производства урана с обогащением свыше 20% без согласия страны-поставщика, о чем должно быть уведомлено МАГАТЭ.

**Контроль в отношении поставленного или произведенного материала, пригодного для производства оружия**

9. Для содействия достижению целей настоящих Руководящих принципов и обеспечения возможностей для дальнейшего уменьшения риска распространения поставщики признают важность включения в соглашения о поставке ядерных материалов или установок, производящих ядерные материалы, пригодные для производства оружия, положений, требующих взаимного согласия поставщика и получателя в отношении порядка переработки, хранения, изменения, использования, передачи или последующей передачи любого пригодного для производства оружия ядерного материала. Поставщики должны стремиться к включению таких положений, когда это целесообразно и практически осуществимо.

**Контроль в отношении последующих передач**

10. а) Поставщики должны передавать включенные в исходный список предметы или соответствующую технологию, в том числе технологию, определенную в пункте 6, только при наличии заверения со стороны получателя, что в случае:
  - 1) последующей передачи таких предметов  
или

- 2) передачи включенных в исходный список предметов, произведенных на установках, первоначально переданных поставщиком, или с помощью оборудования или технологии, первоначально переданных поставщиком, получатель последующей передачи или передачи представит те же самые заверения, которые поставщик требует при первоначальной передаче.
- b) В дополнение к этому должно требоваться согласие поставщика на: 1) любую последующую передачу включенных в исходный список предметов или соответствующую технологию и любую передачу, упомянутую в пункте 10 а) 2), из любого государства, которое не требует применения полномасштабных гарантий в соответствии с пунктом 4 а) настоящих Руководящих принципов в качестве условия поставки; 2) любую последующую передачу установок, основных определяющих компонентов, основанных на технологии, изложенной в пункте 6; 3) любую передачу установок или основных определяющих компонентов, произведенных из этих предметов; 4) любую последующую передачу тяжелой воды или пригодного для производства оружия материала.
- c) Для обеспечения права на согласие, определенное в пункте 10 b), требуются заверения одного правительства другому правительству в отношении каждой соответствующей первоначальной передачи.

### **Принцип нераспространения**

11. Несмотря на другие положения настоящих Руководящих принципов, поставщики должны давать разрешение на передачу определенных в исходном списке предметов или соответствующей технологии только в том случае, когда будут убеждены в том, что такие передачи не будут способствовать распространению ядерного оружия или других ядерных взрывных устройств.

## **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

### **Физическая безопасность**

12. Поставщики должны содействовать международному сотрудничеству в обмене информацией по физической безопасности, охране ядерных материалов при перевозках и возврату похищенных ядерных материалов и оборудования.

### **Содействие эффективным гарантиям МАГАТЭ**

13. Поставщики должны прилагать особые усилия в поддержку эффективного осуществления гарантий МАГАТЭ. Поставщики должны также поддерживать усилия Агентства по оказанию государствам-членам содействия в улучшении их национальных систем учета и контроля ядерных материалов и повышению технической эффективности гарантий.

Они должны также прилагать все усилия для поддержки Агентства в дальнейшем повышении адекватности гарантий в свете технического развития и быстрого роста числа ядерных установок и поддерживать соответствующие инициативы, направленные на повышение эффективности гарантий МАГАТЭ.

#### **Особенности конструкции чувствительных установок**

14. Поставщики должны поощрять проектировщиков и изготовителей чувствительного оборудования конструировать его таким образом, чтобы облегчалось применение гарантий.

#### **Консультации**

15.
  - a) Поставщики должны поддерживать контакты и консультироваться, пользуясь обычными каналами, по вопросам, связанным с осуществлением настоящих Руководящих принципов.
  - b) Поставщики должны проводить консультации, когда любой из них сочтет это целесообразным, с другими заинтересованными правительствами в отношении особых чувствительных случаев для обеспечения того, чтобы любая передача не способствовала риску возникновения конфликта или нестабильности.
  - c) В случае, если один или несколько поставщиков полагают, что имело место нарушение договоренностей между поставщиком и получателем, вытекающих из настоящих Руководящих принципов, особенно в случае взрыва ядерного устройства или незаконного прекращения применения или нарушения получателем гарантий МАГАТЭ, поставщики должны немедленно провести консультации по дипломатическим каналам, с тем чтобы определить и оценить действительность и объем возможного нарушения.

В ожидании исхода таких консультаций поставщики не будут действовать так, чтобы это могло нанести ущерб любой мере, которая может быть принята другими поставщиками в отношении их действующих контактов с этим получателем.

Исходя из результатов таких консультаций, поставщики, принимая во внимание статью XII Устава МАГАТЭ, должны договориться о соответствующей реакции и возможных действиях, которые могли бы включать прекращение ядерных передач данному получателю.

16. Для внесения любых изменений в настоящие Руководящие принципы, включая любые изменения, которые могут возникнуть в результате пересмотра, упомянутого в пункте 5, необходимо единодушное согласие.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ИСХОДНЫЙ СПИСОК, ПРЕДУСМОТРЕННЫЙ В РУКОВОДЯЩИХ ПРИНЦИПАХ

#### ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Цель контроля не должна быть обойдена путем передачи составных частей. Каждое правительство по возможности предпримет такие действия, которые обеспечивают достижение данной цели, и продолжит поиск рабочего определения составных частей, которое могло бы использоваться всеми поставщиками.

#### КОНТРОЛЬ ЗА ПЕРЕДАЧЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

Передача "технологии", непосредственно связанной с любым предметом в списке, в такой же степени подлежит строгому рассмотрению и контролю в пределах, установленных национальным законодательством, как и сам предмет.

Контроль за передачей "технологии" не применяется к информации, находящейся "в общественном владении", или к "фундаментальным научным исследованиям".

#### ОПРЕДЕЛЕНИЯ

"Технология" - специальная информация, которая требуется для "разработки", "производства" или "использования" любого включенного в список предмета. Эта информация может передаваться в виде "технических данных" или "технической помощи".

"Фундаментальные научные исследования" - экспериментальные или теоретические работы, ведущиеся главным образом с целью получения новых знаний об основополагающих принципах явлений и наблюдаемых фактах, не направленные в первую очередь на достижение конкретной практической цели или решение конкретной задачи.

"Разработка" относится ко всем стадиям, предшествующим "производству", таким, как:

- проектирование
- проектные исследования
- анализ проектных вариантов
- выработка концепций проектирования
- сборка и испытания прототипов (опытных образцов)
- схемы опытного производства
- проектно-техническая документация
- процесс реализации проектных данных в изделие
- структурное проектирование
- комплексное проектирование
- компоновочная схема

"В общественном владении" - понятие "находящаяся в общественном владении" в настоящем документе означает технологию, предоставляемую без ограничений на ее дальнейшее распространение. (Ограничения, связанные с авторскими правами, не исключают технологию из разряда находящейся в общественном владении.)

"Производство" означает все стадии производства, такие, как:

- сооружение
- технология производства
- изготовление
- интеграция
- монтаж (сборка)
- контроль
- испытания
- обеспечение качества

"Техническая помощь" - "Техническая помощь" может принимать такие формы, как обучение, повышение квалификации, практическая подготовка кадров, предоставление рабочей информации, консультативные услуги.

Примечание: "Техническая помощь" может включать в себя передачу "технических данных".

"Технические данные" - "Технические данные" могут быть представлены в таких формах, как чертежи, схемы, диаграммы, модели, формулы, технические проекты и спецификации, справочные материалы и инструкции в письменном виде или записанные на других носителях или устройствах, таких, как диск, магнитная лента, постоянные запоминающие устройства.

"Использование" - эксплуатация, установка (включая установку на площадке), техническое обслуживание (проверка), текущий ремонт, капитальный ремонт и модернизация.

## РАЗДЕЛ А. Материалы и оборудование

### **1. Исходный и специальный расщепляющийся материал**

Как это определено в статье XX Устава Международного агентства по атомной энергии:

#### **1.1. "Исходный материал"**

Термин "исходный материал" означает уран с содержанием изотопов в том отношении, в каком они находятся в природном уране; уран, обедненный изотопом 235; торий; любое из вышеуказанных веществ в форме металла, сплава, химического соединения или концентрата; какой бы то ни было другой материал, содержащий одно или несколько из вышеуказанных веществ такой концентрации, которая время от времени будет определяться Советом управляющих; и такой другой материал, какой время от времени будет определяться Советом управляющих.

#### **1.2. "Специальный расщепляющийся материал"**

- i) Термин "специальный расщепляющийся материал" означает плутоний-239; уран-233; уран, обогащенный изотопом 235 или 233; любой материал, содержащий одно или несколько из вышеуказанных веществ; и такой другой расщепляющийся материал, который время от времени будет определяться Советом управляющих; однако термин "специальный расщепляющийся материал" не включает исходного материала.
- ii) Термин "уран, обогащенный изотопом 235 или 233", означает уран, содержащий изотоп 235 или 233, или тот и другой вместе, в таком количестве, чтобы отношение суммы этих изотопов к изотопу 238 было больше отношения изотопа 235 к изотопу 238 в природном уране.

Однако для целей Руководящих принципов не будут включаться предметы, указанные в подпункте а) ниже, и экспорт исходного или специального расщепляющегося материала в данную страну-получатель в течение 12 месяцев в объеме менее пределов, определяемых в подпункте b) ниже.

- a) Плутоний с изотопной концентрацией плутония-238 свыше 80%.

Специальный расщепляющийся материал при использовании в граммовых количествах или менее в качестве чувствительного элемента в приборах; и

Исходный материал, в отношении которого правительство удостоверится, что он предназначен только для использования в неядерной деятельности, например при производстве сплавов или керамики.

b)	Специальный расщепляющийся материал	50 эффективных граммов;
	Природный уран	500 килограммов;
	Обедненный уран	1000 килограммов; и
	Торий	1000 килограммов

## **2. Оборудование и неядерные материалы**

Описание предметов оборудования и неядерных материалов, принятое правительством, следует ниже (количества, не превышающие уровней, указанных в Приложении В, рассматриваются как несущественные для практических целей):

- 2.1. Ядерные реакторы и специально предназначенные или подготовленные для них оборудование и компоненты (см. Приложение В, раздел 1.);**
- 2.2. Неядерные материалы для реакторов (см. Приложение В, раздел 2.);**
- 2.3. Установки для переработки облученных топливных элементов и специально предназначенное или подготовленное для этого оборудование (см. Приложение В, раздел 3);**
- 2.4. Установки для изготовления топливных элементов ядерных реакторов и специально предназначенное или подготовленное для этого оборудование (см. Приложение В, раздел 4.);**
- 2.5. Установки для разделения изотопов урана и специально предназначенное или подготовленное для этого оборудование, кроме аналитических приборов, (см. Приложение В, раздел 5.);**
- 2.6. Установки для производства или концентрирования тяжелой воды, дейтерия и дейтериевых соединений и специально предназначенное или подготовленное для этого оборудование (см. Приложение В, раздел 6.);**
- 2.7. Установки для конверсии урана и плутония, используемые при изготовлении топливных элементов и разделении изотопов урана, согласно определениям, содержащимся в разделах 4 и 5, соответственно, а также специально предназначенное или подготовленное для этого оборудование (см. Приложение В, раздел 7.).**

**РАЗДЕЛ В. Общие критерии передач технологии в соответствии  
с пунктом 6 Руководящих принципов**

- 1) "Основными определяющими компонентами" являются:
- a) в случае установки для разделения изотопов газоцентрифужного типа: сборки газовых центрифуг, коррозиестойких к UF<sub>6</sub>;
  - b) в случае установки для разделения изотопов газодиффузионного типа: диффузионный барьер;
  - c) в случае установки для разделения изотопов соплового типа: сопловые элементы;
  - d) в случае установки для разделения изотопов вихревого типа: вихревые элементы.
- 2) Для установок, предусмотренных в пункте 6 Руководящих принципов, для которых в пункте 2 выше не указаны основные определяющие компоненты, в случае, когда страна-поставщик передаст в комплекте значительную часть предметов, существенных для работы такой установки, совместно с "ноу-хау" по сооружению и эксплуатации этой установки, такая передача должна рассматриваться как передача "установки или ее основных определяющих компонентов".
- 3) Для целей осуществления пункта 6 Руководящих принципов установками "такого же типа (т.е. если их конструкция, процессы сооружения или эксплуатации основаны на тех же или сходных физических или химических процессах)" должны считаться следующие установки:

Когда переданная технология такова, что она позволяет создать в стране-получателе следующие типы установок или их основные определяющие компоненты:

- a) установка для разделения изотопов газодиффузионного типа.....
- b) установка для разделения изотопов газоцентрифужного типа.....

Установками такого же типа будут считаться следующие установки:

- любая другая установка для разделения изотопов, использующая процесс газовой диффузии.
- любая другая установка для разделения изотопов, использующая газоцентрифужный процесс.

- c) установка для разделения изотопов соплового типа..... любая другая установка для разделения изотопов, использующая сопловой процесс.
- d) установка для разделения изотопов вихревого типа..... любая другая установка для разделения изотопов, использующая вихревой процесс.
- e) установка для переработки топлива с использованием процесса экстракции растворителем..... любая другая установка для переработки топлива, использующая процесс экстракции растворителем.
- f) установка для производства тяжелой воды, использующая обменный процесс..... любая другая установка для производства тяжелой воды, использующая обменный процесс.
- g) установка для производства тяжелой воды, использующая электролитический процесс..... любая другая установка для производства тяжелой воды, использующая электролитический процесс.
- h) установка для производства тяжелой воды, использующая водородный дистилляционный процесс..... любая другая установка для производства тяжелой воды, использующая водородный дистилляционный процесс.

Примечание: В случае установок для переработки, обогащения и производства тяжелой воды конструкция, процессы сооружения или эксплуатации которых основаны на иных чем перечисленные выше физических или химических процессах, для определения установок "такого же типа" будет применяться аналогичный подход; при этом может возникнуть необходимость определения основных определяющих компонентов таких установок.

- 4) Подразумевается, что ссылка в пункте 6 b) Руководящих принципов на "любые установки такого же типа, построенные в стране-получателе в течение согласованного периода", относится к таким установкам (или их основным определяющим компонентам), первый пуск которых производится в течение периода по меньшей мере в 20 лет с момента первого пуска 1) установки, которая была передана или которая включает переданные основные определяющие

компоненты или 2) установки такого же типа, построенной после передачи технологии. Подразумевается, что в течение этого периода будет однозначно признаваться то, что любая установка такого же типа использует переданную технологию. Но согласованный период не предназначен для ограничения срока действия гарантий или срока права определять установки, как установки, построенные или работающие на основе или с использованием переданной технологии в соответствии с пунктом 6 b) 2) Руководящих принципов.

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**ПОЯСНЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ, ВКЛЮЧЕННЫХ В ИСХОДНЫЙ СПИСОК**  
(по описанию в разделе 2 части А Приложения А)

**1. Реакторы и специально предназначенные или подготовленные для них оборудование и компоненты**

**1.1. Комплектные ядерные реакторы**

Ядерные реакторы, способные работать в режиме контролируемой самоподдерживающейся цепной реакции деления, исключая реакторы нулевой мощности, которые определяются как реакторы с проектным максимальным уровнем производства плутония, не превышающим 100 граммов в год.

**ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

"Ядерный реактор" в основном включает узлы, находящиеся внутри корпуса реактора или непосредственно примыкающие к нему, оборудование, которое контролирует уровень мощности в активной зоне, и компоненты, которые обычно содержат теплоноситель первого контура активной зоны реактора, или вступают с ним в непосредственный контакт или управляют им.

Не предполагается исключение реакторов, которые надлежащим образом могли бы подвергнуться модификации для производства значительно большего количества, чем 100 граммов плутония в год. Реакторы, предназначенные для длительной эксплуатации на значительных уровнях мощности, независимо от степени их возможностей производства плутония, не рассматриваются как "реакторы нулевой мощности".

**ЭКСПОРТ**

Экспорт полного комплекта основных предметов в рамках этой границы будет происходить только в соответствии с процедурами Руководящих принципов. Отдельные предметы в рамках этой функционально определенной границы, которые будут экспортироваться только в соответствии с процедурами Руководящих принципов, перечислены в пунктах 1.2 - 1.10. Правительство оставляет за собой право применять процедуры Руководящих принципов к другим предметам в рамках функционально определенной границы.

**1.2. Корпуса ядерных реакторов**

Металлические корпуса или их основные части заводского изготовления, которые специально предназначены или подготовлены для размещения в них активной зоны ядерных реакторов, как они определены в пункте 1.1. выше, а также соответствующие внутрикорпусные устройства реакторов, как они определены в пункте 1.8 ниже.

## ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Крышка корпуса реактора охватывается пунктом 1.2 как основная, заводского изготовления, часть корпуса реактора.

### **1.3. Машины для загрузки и выгрузки топлива ядерных реакторов**

Манипуляторное оборудование, специально предназначенное или подготовленное для загрузки или извлечения топлива из ядерных реакторов, как они определены в пункте 1.1. выше.

## ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Предметы, указанные выше, способны производить операции по перегрузке на мощности или обладают техническими возможностями для точного позиционирования или ориентирования, позволяющими проводить на остановленном реакторе сложные работы по перегрузке топлива, при которых обычно невозможны непосредственное наблюдение или прямой доступ к топливу.

### **1.4. Управляющие стержни ядерных реакторов и соответствующее оборудование**

Специально предназначенные или подготовленные стержни, опорные или подвесные конструкции для них, механизмы привода стержней или направляющие трубы стержней для управления процессом деления в ядерных реакторах, как они определены в пункте 1.1. выше.

### **1.5. Трубы высокого давления ядерных реакторов**

Трубы, которые специально предназначены или подготовлены для размещения в них топливных элементов и теплоносителя первого контура в реакторах, как они определены в пункте 1.1. выше, при рабочем давлении, превышающем 50 атмосфер.

### **1.6. Циркониевые трубы**

Трубы или сборки труб из металлического циркония или его сплавов, по весу превышающие 500 кг для любой страны-получателя в течение любого 12-месячного периода, которые специально предназначены или подготовлены для использования в реакторах, как они определены в пункте 1.1. выше, и в которых отношение по весу гафния к цирконию меньше чем 1:500.

### **1.7. Насосы первого контура теплоносителя**

Насосы, специально предназначенные или подготовленные для поддержания циркуляции теплоносителя первого контура ядерных реакторов, как они определены в пункте 1.1. выше.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Специально предназначенные или подготовленные насосы могут включать сложные, уплотненные или многократно уплотненные системы для предотвращения утечки теплоносителя первого контура, герметичные насосы и насосы с системами инерциальной массы. Это определение касается насосов, аттестованных по классу NC-1 или эквивалентным стандартам.

#### 1.8. Внутрикорпусные устройства ядерных реакторов

"Внутрикорпусные устройства ядерных реакторов", специально предназначенные или подготовленные для использования в ядерных реакторах, как они определены в пункте 1.1. выше, включая опорные колонны активной зоны, топливные каналы, тепловые экраны, отражатели, опорные решетки активной зоны и пластины диффузора.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

"Внутрикорпусные устройства ядерных реакторов" являются основными конструкциями внутри корпуса реактора, которые выполняют одну или несколько функций, таких, как обеспечение опоры для активной зоны, размещения и дистанционирования топлива, подачи и регулирования потока теплоносителя первого контура, радиационной защиты корпуса реактора и ввода внутризонных датчиков.

#### 1.9. Теплообменники

Теплообменники (парогенераторы), специально предназначенные или подготовленные для использования в первом контуре теплоносителя ядерных реакторов, как они определены в пункте 1.1. выше.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Парогенераторы специально предназначены или подготовлены для переноса тепла, выработанного в реакторе (первый контур), к питательной воде (второй контур) для производства пара. В случае быстрых реакторов-размножителей с жидкометаллическим теплоносителем, в которых также присутствует промежуточный контур жидкометаллического теплоносителя, понимается, что теплообменники для переноса тепла с первого контура на промежуточный контур охлаждения находятся под контролем в дополнение к парогенераторам. В сферу действия контроля по этому наименованию не включены теплообменники для систем аварийного охлаждения или систем отвода остаточного тепловыделения.

#### 1.10. Детекторы нейтронного потока

Специально предназначенные или подготовленные датчики нейтронного потока для определения уровней нейтронного потока в пределах активной зоны реакторов, как они определены в пункте 1.1. выше.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

В сферу охвата данного наименования входят внутризонные и внезонные измерительные приборы, которые измеряют уровни потока в широком диапазоне, обычно от  $10^4$  нейтронов на  $\text{см}^2$  в секунду до  $10^{10}$  нейтронов на  $\text{см}^2$  в секунду или более. К внезонным относятся те измерительные приборы за пределами активной зоны реакторов, как они определены в пункте 1.1. выше, которые расположены внутри биологической защиты.

## 2. Неядерные материалы для реакторов

### 2.1. Дейтерий и тяжелая вода

Дейтерий, тяжелая вода (окись дейтерия) и любое другое соединение дейтерия, в котором отношение дейтерия к атомам водорода превышает 1:5000, предназначенные для использования в ядерных реакторах, как они определены в пункте 1.1. выше, в количествах, превышающих 200 кг атомов дейтерия для любой одной страны-получателя в течение любого 12-месячного периода.

### 2.2. Ядерно-чистый графит

Графит, имеющий степень чистоты выше 5-миллионных борного эквивалента, с плотностью больше чем  $1,50 \text{ г/см}^3$ , предназначенный для использования в ядерных реакторах, как они определены в пункте 1.1 выше, в количествах, превышающих 30 метрических тонн для любой одной страны-получателя в течение любого 12-месячного периода.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Для целей экспортного контроля правительство определяет, будут ли экспортные партии соответствующего вышеуказанным характеристикам графита использоваться в ядерных реакторах.

Борный эквивалент (ВЕ) может быть определен экспериментальным путем или рассчитан как сумма  $BE_Z$  для примесей (за исключением  $BE_{\text{углерод}}$ , поскольку углерод не считается примесью), включая бор, где:

$$BE_Z (10^{-4}) = CF \times \text{концентрацию элемента } Z (10^{-4});$$

CF - коэффициент пересчета:  $(\sigma_Z \times A_B)$  деленное на  $(\sigma_B \times A_Z)$ ;

$\sigma_B$  и  $\sigma_Z$  - сечения захвата тепловых нейтронов (в барнах) для природного бора и элемента Z, соответственно; а  $A_B$  и  $A_Z$  - атомные массы природного бора и элемента Z, соответственно.

**3. Установки для переработки облученных топливных элементов и оборудование, специально предназначенное или подготовленное для этого**

**ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

При переработке облученного ядерного топлива плутоний и уран отделяются от высокоактивных продуктов деления и других трансурановых элементов. Для такого разделения могут использоваться различные технологические процессы. Однако со временем процесс "Пурекс" стал наиболее распространенным и приемлемым. Этот процесс включает растворение облученного ядерного топлива в азотной кислоте с последующим выделением урана, плутония и продуктов деления экстракцией растворителем с помощью трибутилфосфата в органическом разбавителе.

Технологические процессы на различных установках типа "Пурекс" аналогичны и включают: измельчение облученных топливных элементов, растворение топлива, экстракцию растворителем и хранение технологической жидкости. Может иметься также оборудование для тепловой денитрации нитрата урана, конверсии нитрата плутония в окись или металл, а также для обработки жидких отходов, содержащих продукты деления, до получения формы, пригодной для продолжительного хранения или захоронения. Однако конкретные типы и конфигурация оборудования, выполняющего эти функции, могут различаться на различных установках типа "Пурекс" по нескольким причинам, включая типы и количество облученного ядерного топлива, подлежащего переработке, и предполагаемый процесс осаждения извлекаемых материалов, а также принципы обеспечения безопасности и технического обслуживания, присущие конструкции данной обстановки.

"Установка для переработки облученных топливных элементов" включает оборудование и компоненты, которые обычно находятся в прямом контакте с облученным топливом и основными технологическими потоками ядерного материала и продуктов деления, и непосредственно управляют ими.

Эти процессы, включая полные системы для конверсии плутония и производства металлического плутония, могут быть идентифицированы по мерам, принимаемым для предотвращения опасностей в связи с критичностью (например, мерами, связанными с геометрией), облучением (например, путем защиты от облучения) и токсичностью (например, мерами по удержанию).

**ЭКСПОРТ**

Экспорт полного комплекта основных предметов в рамках этой границы осуществляется только в соответствии с процедурами Руководящих принципов.

Правительство оставляет за собой право применять процедуры Руководящих принципов к другим перечисленным ниже предметам в рамках функционально определенной границы.

Предметы оборудования, на которые, как считается, распространяется значение фразы "и оборудование, специально предназначенное или подготовленное" для переработки облученных топливных элементов, включают:

### **3.1. Машины для рубки облученных топливных элементов**

#### **ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Это оборудование используется для вскрытия оболочки топлива с целью последующего растворения облученного ядерного материала. Как правило, используются специально предназначенные, сконструированные для рубки металла устройства, хотя может использоваться и более совершенное оборудование, например лазеры.

Дистанционно управляемое оборудование, специально предназначенное или подготовленное для использования на установке по переработке, как она определена выше, для резки, рубки или нарезки сборок, пучков или стержней облученного ядерного топлива.

### **3.2. Диссольтеры**

#### **ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

В диссольтеры обычно поступает измельченное отработавшее топливо. В этих безопасных с точки зрения критичности резервуарах облученный ядерный материал растворяется в азотной кислоте, и остающиеся обрезки оболочек выводятся из технологического потока.

Безопасные с точки зрения критичности резервуары (например, малого диаметра, кольцевые или прямоугольные резервуары), специально предназначенные или подготовленные для использования на установке по переработке, как они определены выше, для растворения облученного ядерного топлива, которые способны выдерживать горячую, высококоррозионную жидкость и могут дистанционно загружаться и технически обслуживаться.

### **3.3. Экстракторы и оборудование для экстракции растворителем**

#### **ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

В экстракторы с растворителем поступает как раствор облученного топлива из диссольтеров, так и органический раствор, с помощью которого разделяются уран, плутоний и продукты деления. Оборудование для экстракции растворителем обычно конструируется таким образом, чтобы оно удовлетворяло жестким эксплуатационным требованиям, таким, как длительный срок службы без технического обслуживания или легкая заменяемость, простота в эксплуатации и управлении, а также гибкость в отношении изменения параметров процесса.

Специально предназначенные или подготовленные экстракторы с растворителем, такие, как насадочные или пульсационные колонны, смесительно-отстойные

аппараты или центробежные контактные аппараты для использования на установке по обработке облученного топлива. Экстракторы с растворителем должны быть устойчивы к коррозионному воздействию азотной кислоты. Экстракторы с растворителем обычно изготавливаются с соблюдением чрезвычайно высоких требований (включая применение специальных методов сварки, инспекций, обеспечение и контроль качества) из малоуглеродистых нержавеющей сталей, титана, циркония или других высококачественных материалов.

### 3.4. Химические резервуары для выдерживания или хранения

#### ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

На этапе экстракции растворителем образуются три основных технологических потока жидкости. Резервуары для выдерживания или хранения используются в дальнейшей обработке всех трех потоков следующим образом:

- a) раствор чистого азотнокислого урана концентрируется выпариванием и происходит процесс денитрации, где он превращается в оксид урана. Этот оксид повторно используется в ядерном топливном цикле;
- b) раствор высокоактивных продуктов деления обычно концентрируется выпариванием и хранится в виде концентрированной жидкости. Этот концентрат может впоследствии пройти выпаривание или быть преобразован в форму, пригодную для хранения или захоронения;
- c) раствор чистого нитрата плутония концентрируется и хранится до поступления на дальнейшие этапы технологического процесса. В частности, резервуары для выдерживания или хранения растворов плутония конструируются таким образом, чтобы избежать связанных с критичностью проблем, возникающих в результате изменений в концентрации или форме данного потока.

Специально предназначенные или подготовленные резервуары для выдерживания или хранения для использования на установке по переработке облученного топлива. Резервуары для выдерживания или хранения должны быть устойчивы к коррозионному воздействию азотной кислоты. Резервуары для выдерживания или хранения обычно изготавливаются из таких материалов, как малоуглеродистые нержавеющей стали, титан или цирконий или другие высококачественные материалы. Резервуары для выдерживания или хранения могут быть сконструированы таким образом, чтобы их эксплуатация и техническое обслуживание производились дистанционно, и могут иметь следующие особенности с точки зрения контроля за ядерной критичностью:

- 1) борный эквивалент стенок или внутренних конструкций равен по меньшей мере 2%, либо

- 2) цилиндрические резервуары имеют максимальный диаметр 175 мм (7 дюймов), либо
- 3) прямоугольный или кольцевой резервуар имеет максимальную ширину 75 мм (3 дюйма).

**4. Установки для изготовления топливных элементов ядерных реакторов и специально предназначенное или подготовленное оборудование**

**ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Топливные элементы ядерных реакторов изготавливаются из одного или более исходных или специальных расщепляющихся материалов, упомянутых в части А настоящего приложения. Для изготовления оксидного топлива, наиболее распространенного типа топлива, имеется оборудование для прессования таблеток, спекания, шлифования и сортировки. Операции со смешанным оксидным топливом производятся в перчаточных боксах (или эквивалентных камерах) до момента их герметизации в оболочку. Во всех случаях топливо герметизируется внутри соответствующей оболочки, которая предназначена выполнять роль первичного барьера, с тем чтобы во время эксплуатации реактора обеспечивались приемлемые рабочие характеристики и безопасность топлива. Также во всех случаях в целях обеспечения предсказуемого и безопасного поведения топлива необходим точный, до исключительно высоких стандартов, контроль технологических процессов, операций и оборудования.

**ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Предметы оборудования, которые, как считается, подпадают под значение фразы "и специально предназначенное или подготовленное оборудование" для изготовления топливных элементов, включают оборудование, которое:

- a. обычно вступает в непосредственный контакт с потоком обрабатываемого ядерного материала или непосредственно обрабатывает его, или же управляет им;
- b. герметизирует ядерный материал внутри оболочки;
- c. производит проверку герметичности оболочки или сварного шва; или
- d. производит проверку окончательной обработки герметизированного топлива.

Такое оборудование или системы оборудования могут включать, например:

- 1) полностью автоматизированные посты контроля таблеток, специально предназначенные или подготовленные для проверки окончательных размеров и поверхностных дефектов топливных таблеток;
- 2) автоматические сварочные аппараты, специально предназначенные или подготовленные для приваривания концевых заглушек твэлов;
- 3) посты автоматического испытания и контроля, специально предназначенные или подготовленные для проверки герметичности готовых твэлов.

В наименование 3 обычно входит оборудование для: а) рентгеновского контроля сварных швов концевых заглушек твэлов, б) обнаружения утечек гелия из заполненных под давлением твэлов, и с) гамма-сканирования твэлов для проверки сплошности топливного столба (правильности загрузки топливных таблеток внутрь).

**5. Установки для разделения изотопов урана и оборудование, кроме аналитических приборов, специально предназначенное или подготовленное для этого**

Предметы оборудования, на которые, как считается, распространяется значение фразы "оборудование, кроме аналитических приборов, специально предназначенное или подготовленное" для разделения изотопов урана, включают в себя:

**5.1. Газовые центрифуги и узлы и компоненты, специально предназначенные или подготовленные для использования в газовых центрифугах**

**ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Газовая центрифуга обычно состоит из тонкостенного(ых) цилиндра(ов) диаметром от 75 мм (3 дюйма) до 400 мм (16 дюймов) с вертикальной центральной осью, который(е) помещен(ы) в вакуум и вращается(ются) с высокой окружной скоростью порядка 300 м/сек или более. Для достижения большой скорости конструкционные материалы вращающихся компонентов должны иметь высокое значение отношения прочности к плотности, а роторная сборка и, следовательно, отдельные ее компоненты должны изготавливаться с высокой степенью точности, чтобы разбаланс был минимальным. В отличие от других центрифуг газовая центрифуга для обогащения урана имеет внутри роторной камеры вращающуюся(иеся) перегородку(и) в форме диска и неподвижную систему подачи и отвода газа  $UF_6$ , состоящую по меньшей мере из трех отдельных каналов, два из которых соединены с лопатками, отходящими от оси ротора к периферийной части роторной камеры. В вакууме находится также ряд важных невращающихся элементов, которые, хотя и имеют особую конструкцию, не сложны в изготовлении и не изготавливаются из уникальных материалов. Центрифужная установка, однако, требует большого числа этих компонентов, так что их количество может служить важным индикатором конечного использования.

**5.1.1. Вращающиеся компоненты**

**а) Полные роторные сборки:**

Тонкостенные цилиндры или ряд соединенных между собой тонкостенных цилиндров, изготовленных из одного или более материалов с высоким значением отношения прочности к плотности, указанных в ПОЯСНИТЕЛЬНОМ ЗАМЕЧАНИИ к настоящему разделу. Соединение цилиндров между собой осуществляется при помощи гибких сильфонов или колец, описанных в части 5.1.1. с) ниже. Собраный ротор имеет внутреннюю(ие) перегородку(и) и концевые узлы, описанные в частях 5.1.1.d) и e) ниже. Однако полная сборка может быть поставлена заказчику в частично собранном виде.

b) Роторные трубы:

Специально предназначенные или подготовленные тонкостенные цилиндры с толщиной стенки 12 мм (0,50 дюйма) или менее, диаметром от 75 мм (3 дюйма) до 400 мм (16 дюймов), изготовленные из одного или более материалов, имеющих высокое значение отношения прочности к плотности, указанных в ПОЯСНИТЕЛЬНОМ ЗАМЕЧАНИИ к настоящему разделу.

c) Кольца или сильфоны:

Компоненты, специально предназначенные или подготовленные для создания местной опоры для роторной трубы или соединения ряда роторных труб. Сильфоны представляют собой короткие цилиндры с толщиной стенки 3 мм (0,125 дюйма) или менее, диаметром от 75 мм (3 дюйма) до 400 мм (16 дюймов), имеющих один гофр и изготовленные из одного из материалов, имеющих высокое значение отношения прочности к плотности, указанных в ПОЯСНИТЕЛЬНОМ ЗАМЕЧАНИИ к настоящему разделу.

d) Перегородки:

Компоненты в форме диска диаметром от 75 мм до 400 мм (от 3 до 16 дюймов), специально предназначенные или подготовленные для установки внутри роторной трубы центрифуги с целью изолировать выпускную камеру от главной разделительной камеры и в некоторых случаях для улучшения циркуляции газа  $UF_6$  внутри главной разделительной камеры роторной трубы и изготовленные из одного из материалов, имеющих высокое значение отношения прочности к плотности, указанных в ПОЯСНИТЕЛЬНОМ ЗАМЕЧАНИИ к настоящему разделу.

e) Верхние/нижние крышки:

Компоненты в форме диска диаметром от 75 мм (3 дюйма) до 400 мм (16 дюймов), специально предназначенные или подготовленные таким образом, чтобы точно соответствовать диаметру концов роторной трубы и благодаря этому удерживать  $UF_6$  внутри ее. Эти компоненты используются для того, чтобы поддерживать, удерживать или содержать в себе как составную часть элементы верхнего подшипника (верхняя крышка) или служить в качестве несущей части вращающихся элементов электродвигателя и элементов нижнего подшипника (нижняя крышка), и изготавливаются из одного из материалов, имеющих высокое значение отношения прочности к плотности, указанных в ПОЯСНИТЕЛЬНОМ ЗАМЕЧАНИИ к настоящему разделу.

## ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Для вращающихся компонентов центрифуг используются следующие материалы:

- a) мартенситностареющие стали, имеющие максимальный предел прочности на растяжение  $2,05 \times 10^9$  Н/м<sup>2</sup> (300 000 фунт/кв. дюйм) или более;
- b) алюминиевые сплавы, имеющие максимальный предел прочности на растяжение  $0,46 \times 10^9$  Н/м<sup>2</sup> (67 000 фунт/кв. дюйм) или более;
- c) волокнистые (нитеподобные) материалы, пригодные для использования в композитных структурах и имеющие значения удельного модуля упругости  $12,3 \times 10^6$  м или более и максимального удельного предела прочности на растяжение  $0,3 \times 10^6$  или более и максимального удельного предела прочности на растяжение  $0,3 \times 10^6$  м или более ("удельный модуль упругости" - это модуль Юнга в Н/м<sup>2</sup>, деленный на удельный вес в Н/м<sup>3</sup>; "максимальный удельный предел прочности на растяжение" - это максимальный предел прочности на растяжение в Н/м<sup>2</sup>, деленный на удельный вес в Н/м<sup>3</sup>).

### 5.1.2. Статические компоненты

- a) Подшипники с магнитной подвеской:

Специально предназначенные или подготовленные подшипниковые узлы, состоящие из кольцевого магнита, подвешенного в обойме, содержащей демпфирующую среду. Обойма изготавливается из стойкого к UF<sub>6</sub> материала (см. ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ к разделу 5.2.). Магнит соединяется с полюсным наконечником или вторым магнитом, установленным на верхней крышке, описанной в разделе 5.1.1. е). Магнит может иметь форму кольца с соотношением между внешним и внутренним диаметрами, меньшим или равным 1,6:1. Магнит может иметь форму, обеспечивающую начальную проницаемость  $0,15$  Гн/м ( $120\,000$  единиц СГС) или более, или остаточную намагниченность  $98,5\%$  или более, или произведение индукции на максимальную напряженность поля более  $80$  кДж/м<sup>3</sup> ( $107$  Гс.Э). Кроме обычных свойств материала, необходимым предварительным условием является ограничение очень малыми допусками (менее  $0,1$  мм или  $0,004$  дюйма), отклонения магнитных осей от геометрических осей или обеспечение особой гомогенности материала магнита.

- b) Подшипники/демпферы:

Специально предназначенные или подготовленные подшипники, содержащие узел ось/уплотнительное кольцо, смонтированный на демпфере. Ось обычно представляет собой вал из закаленной стали с одним концом в форме полусферы, и со средствами подсоединения к нижней крышке, описанной в разделе 5.1.1. е), на другом. Вал, однако, может быть соединен с гидродинамическим подшипником. Кольцо имеет форму

таблетки с полусферическим углублением на одной поверхности. Эти компоненты часто поставляются отдельно от демпфера.

c) Молекулярные насосы:

Специально предназначенные или подготовленные цилиндры с выточенными или выдавленными внутри спиральными канавками и с высверленными внутри отверстиями. Типовыми размерами являются следующие: внутренний диаметр от 75 мм (3 дюйма) до 400 мм (16 дюймов), толщина стенки 10 мм (0,4 дюйма) или более, с длиной, равной диаметру или больше. Канавки обычно имеют прямоугольное поперечное сечение и глубину 2 мм (0,08 дюйма) или более.

d) Статоры двигателей:

Специально предназначенные или подготовленные статоры кольцевой формы для высокоскоростных многофазных гистерезисных (или реактивных) электродвигателей переменного тока для синхронной работы в условиях вакуума в диапазоне частот 600-2000 Гц и в диапазоне мощностей 50-1000 ВА. Статоры состоят из многофазных обмоток на многослойном железном сердечнике с низкими потерями, составленном из тонких пластин, обычно толщиной 2,0 мм (0,08 дюйма) или менее.

e) Корпуса/приемники центрифуги

Компоненты, специально предназначенные или подготовленные для размещения в них сборки роторной трубы газовой центрифуги. Корпус состоит из жесткого цилиндра с толщиной стенки до 30 мм (1,2 дюйма) с прецизионно обработанными концами для установки подшипников и с одним или несколькими фланцами для монтажа. Обработанные концы параллельны друг другу и перпендикулярны продольной оси цилиндра в пределах 0,05 градуса или менее. Корпус может также представлять собой конструкцию ячеистого типа для размещения в нем нескольких роторных труб. Корпуса изготавливаются из материалов, коррозиестойких к UF<sub>6</sub>, или защищаются покрытием из таких материалов.

f) Ловушки:

Специально предназначенные или подготовленные трубки внутренним диаметром до 12 мм (0,5 дюйма) для извлечения газа UF<sub>6</sub> из роторной трубы по методу трубки Пито (т.е. с отверстием, направленным на круговой поток газа в роторной трубе, к примеру, посредством изгиба конца радиально расположенной трубки), которые можно прикрепить к центральной системе извлечения газа. Трубки изготовлены из материалов, коррозиестойких к UF<sub>6</sub>, или защищаются покрытием из таких материалов.

## 5.2. Специально предназначенные или подготовленные вспомогательные системы, оборудование и компоненты для использования на газодиффузионной установке по обогащению

### ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Вспомогательные системы, оборудование и компоненты газодиффузионной установки по обогащению представляют собой системы установки, необходимые для подачи  $UF_6$  в центрифуги, для связи отдельных центрифуг между собой с целью образования каскадов (или ступеней), чтобы достичь более высокого обогащения и извлечь "продукт" и "хвосты"  $UF_6$  из центрифуг, а также оборудование, необходимое для приведения в действие центрифуг или для управления установкой. Обычно  $UF_6$  испаряется из твердых веществ, помещенных внутри подогреваемых автоклавов, и подается в газообразной форме к центрифугам через систему коллекторных трубопроводов каскада. "Продукт" и "хвосты"  $UF_6$ , поступающие из центрифуг в виде газообразных потоков, также проходят через систему коллекторных трубопроводов каскада к холодным ловушкам (работающим при температуре около  $203^\circ K (-70^\circ C)$ ), где они конденсируются и затем помещаются в соответствующие контейнеры для транспортировки или хранения. Так как установка по обогащению состоит из многих тысяч центрифуг, собранных в каскады, создаются многокилометровые коллекторные трубопроводы каскадов с тысячами сварных швов, причем схема основной части их соединений многократно повторяется. Оборудование, компоненты и системы трубопроводов изготавливаются с соблюдением высоких требований к вакуум-плотности и чистоте обработки.

### 5.2.1. Системы подачи/системы отвода "продукта" и "хвостов"

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы, включающие:

питающие автоклавы (или станции), используемые для подачи  $UF_6$  в каскады центрифуг при давлении до 100 кПа (15 фунт/кв. дюйм) и при скорости 1 кг/ч или более;

десублиматоры (или холодные ловушки), используемые для выведения  $UF_6$  из каскадов при давлении до 3 кПа (0,5 фунт/кв.дюйм). Десублиматоры способны охлаждаться до  $203^\circ K (-70^\circ C)$  и нагреваться до  $343^\circ K (70^\circ C)$ ;

Станции "продукта" и "хвостов", используемые для перемещения  $UF_6$  в контейнеры.

Эта установка, оборудование и трубопроводы полностью изготавливаются из стойких к  $UF_6$  материалов или защищаются покрытием из них (см. ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ к данному разделу) с соблюдением высоких требований к вакуум-плотности и чистоте обработки.

### 5.2.2. Машинные системы коллекторных трубопроводов

Специально предназначенные или подготовленные системы трубопроводов и коллекторов для удержания  $UF_6$  внутри центрифужных каскадов. Эта сеть трубопроводов обычно представляет собой систему с "тройным" коллектором, и каждая центрифуга соединена с каждым из коллекторов. Следовательно, схема основной части их соединения многократно повторяется. Она полностью изготавливается из стойких к  $UF_6$  материалов (см. ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ к настоящему разделу) с соблюдением высоких требований к вакуум-плотности и чистоте обработки.

### 5.2.3. Масс-спектрометры/источники ионов для $UF_6$

Специально предназначенные или подготовленные магнитные или квадрупольные масс-спектрометры, способные производить прямой отбор проб подаваемой массы, "продукта" или "хвостов" из газовых потоков  $UF_6$  и обладающие полным набором следующих характеристик:

1. удельная разрешающая способность по массе свыше 320;
2. содержат источники ионов, изготовленные из нихрома или монеля или защищенные покрытием из них, или никелированные;
3. содержат ионизационные источники с бомбардировкой электронами;
4. содержат коллекторную систему, пригодную для изотопного анализа.

### 5.2.4. Преобразователи частоты

Преобразователи частоты (также известные как конверторы или инверторы), специально предназначенные или подготовленные для питания статоров двигателей, определенных в подпункте 5.1.2. d), или части, компоненты и подборки таких преобразователей частоты, обладающие полным набором следующих характеристик:

1. многофазный выход в диапазоне от 600 до 2000 Гц;
2. высокая стабильность (со стабилизацией частоты лучше 0,1%);
3. низкие нелинейные искажения (менее 2%);
4. коэффициент полезного действия свыше 80%.

**ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Перечисленное выше оборудование вступает в непосредственный контакт с технологическим газом  $UF_6$  или непосредственно управляет работой центрифуг и прохождением газа от центрифуги к центрифуге и из каскада в каскад.

Коррозионностойкие к  $UF_6$  материалы включают нержавеющую сталь, алюминий, алюминиевые сплавы, никель или сплавы, содержащие 60% и более никеля.

### 5.3. Специально предназначенные или подготовленные сборки и компоненты для использования при газодиффузионном обогащении

#### ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

При газодиффузионном методе разделения изотопов урана основной технологической сборкой является специальный пористый газодиффузионный барьер, теплообменник для охлаждения газа (который нагревается в процессе сжатия), уплотнительные клапаны и регулирующие клапаны, а также трубопроводы. Поскольку в газодиффузионной технологии используется шестифтористый уран ( $UF_6$ ), все оборудование, трубопроводы и поверхности измерительных приборов (которые вступают в контакт с газом) должны изготавливаться из материалов, сохраняющих стабильность при контакте с  $UF_6$ . Газодиффузионная установка состоит из ряда таких сборок, так что их количество может быть важным показателем конечного предназначения.

#### 5.3.1. Газодиффузионные барьеры

- a) Специально предназначенные или подготовленные тонкие, пористые фильтры с размером пор 100-1000-А (ангстрем), толщиной 5 мм (0,2 дюйма) или меньше, а для трубчатых форм диаметром 25 мм (1 дюйм) или меньше, изготовленные из металлических, полимерных или керамических материалов, коррозиестойких к  $UF_6$ , и
- b) специально подготовленные соединения или порошки для изготовления таких фильтров. Такие соединения и порошки включают никель или сплавы, содержащие 60% или более никеля, оксид алюминия или стойкие к  $UF_6$  полностью фторированные углеводородные полимеры с чистотой 99,9% или более, размером частиц менее 10 мкм и высокой однородностью частиц по крупности, которые специально подготовлены для изготовления газодиффузионных барьеров.

#### 5.3.2. Камеры диффузоров

Специально предназначенные или подготовленные герметичные цилиндрические сосуды диаметром более 300 мм (12 дюймов) и длиной более 900 мм (35 дюймов), или прямоугольные сосуды сравнимых размеров, имеющие один впускной и два выпускных патрубка, диаметр каждого из которых более 50 мм (2 дюйма), для помещения в них газодиффузионных барьеров, изготовленные из стойких к  $UF_6$  материалов или защищенные покрытием из них, и предназначенные для установки в горизонтальном или вертикальном положении.

#### 5.3.3. Компрессоры и газодувки

Специально предназначенные или подготовленные осевые, центробежные или объемные компрессоры, или газодувки с производительностью на всосе 1 м<sup>3</sup>/мин или более  $UF_6$  и с давлением на выходе до нескольких сотен кПа (100 фунт/кв. дюйм), предназначенные для долговременной эксплуатации в среде  $UF_6$  с

электродвигателем соответствующей мощности или без него, а также отдельные сборки таких компрессоров и газодувки. Эти компрессоры и газодувки имеют перепад давления от 2:1 до 6:1 и изготавливаются из стойких к UF<sub>6</sub> материалов или покрываются ими.

#### **5.3.4. Уплотнения вращающихся валов**

Специально предназначенные или подготовленные вакуумные уплотнения, установленные на стороне подачи и на стороне выхода для уплотнения вала, соединяющего ротор компрессора или газодувки с приводным двигателем, с тем чтобы обеспечить надежную герметизацию, предотвращающую натекание воздуха во внутреннюю камеру компрессора или газодувки, которая наполнена UF<sub>6</sub>. Такие уплотнения обычно проектируются на скорость натекания буферного газа менее 1000 см<sup>3</sup>/мин. (60 дюйм<sup>3</sup>/мин.).

#### **5.3.5. Теплообменники для охлаждения UF<sub>6</sub>**

Специально предназначенные или подготовленные теплообменники, изготовленные из стойких к UF<sub>6</sub> материалов или покрытые ими (за исключением нержавеющей стали), или медью, или любым сочетанием этих металлов и рассчитанные на скорость изменения давления, определяющего утечку, менее 10 Па (0,0015 фунт/кв. дюйм) в час при перепаде давления 100 кПа (15 фунт/кв. дюйм).

#### **5.4. Специально предназначенные или подготовленные вспомогательные системы, оборудование и компоненты для использования при газодиффузионном обогащении**

##### **ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Вспомогательные системы, оборудование и компоненты для газодиффузионных установок по обогащению представляют собой системы установки, необходимые для подачи  $UF_6$  в газодиффузионную сборку, для связи отдельныхборок между собой и образования каскадов (или ступеней) с целью постепенного достижения более высокого обогащения и извлечения "продукта" и "хвостов"  $UF_6$  из диффузионных каскадов. Ввиду высокоинерционных характеристик диффузионных каскадов любое прерывание их работы, особенно их остановка, приводят к серьезным последствиям. Следовательно, на газодиффузионной установке важное значение имеют строгое и постоянное поддержание вакуума во всех технологических системах, автоматическая защита от аварий и точное автоматическое регулирование потока газа. Все это приводит к необходимости оснащения установки большим количеством специальных измерительных, регулирующих и управляющих систем.

Обычно  $UF_6$  испаряется из цилиндров, помещенных внутри автоклавов, и подается в газообразной форме к входным точкам через систему коллекторных трубопроводов каскада. "Продукт" и "хвосты"  $UF_6$ , поступающие из выходных точек в виде газообразных потоков, проходят через систему коллекторных трубопроводов каскада либо к холодным ловушкам, либо к компрессорным станциям, где газообразный поток  $UF_6$  сжимается и затем помещается в соответствующие контейнеры для транспортировки или хранения. Поскольку газодиффузионная установка по обогащению имеет большое количество газодиффузионныхборок, собранных в каскады, создаются многокилометровые коллекторные трубопроводы каскадов с тысячами сварных швов, причем схема основной части их соединений многократно повторяется. Оборудование, компоненты и системы трубопроводов изготавливаются с соблюдением высоких требований к вакуум-плотности и чистоте обработки.

##### **5.4.1. Системы подачи/системы отвода "продукта" и "хвостов"**

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы, способные работать при давлении 300 кПа (45 фунт/кв. дюйм) или менее, включая:

питающие автоклавы (или системы), используемые для подачи  $UF_6$  в газодиффузионные каскады;

десублиматоры (или холодные ловушки), используемые для выведения  $UF_6$  из газодиффузионных каскадов;

станции ожижения, где  $UF_6$  в газообразной форме из каскада сжимается и охлаждается до жидкого состояния;

станции "продукта" или "хвостов", используемые для перемещения  $UF_6$  в контейнеры.

#### 5.4.2. Системы коллекторных трубопроводов

Специально предназначенные или подготовленные системы трубопроводов и системы коллекторов для удержания  $UF_6$  внутри газодиффузионных каскадов. Эта сеть трубопроводов обычно представляет собой систему с "двойным" коллектором, где каждая ячейка соединена с каждым из коллекторов.

#### 5.4.3. Вакуумные системы

- a) Специально предназначенные или подготовленные крупные вакуумные магистрали, вакуумные коллекторы и вакуумные насосы производительностью  $5 \text{ м}^3/\text{мин.}$  ( $175 \text{ фут}^3/\text{мин.}$ ) или более.
- b) Вакуумные насосы, специально предназначенные для работы в содержащей  $UF_6$  атмосфере и изготовленные из алюминия, никеля или сплавов, содержащих более 60% никеля или покрытые ими. Эти насосы могут быть или ротационными, или поршневыми, могут иметь вытесняющие и фтористоуглеродные уплотнения, а также в них могут присутствовать специальные рабочие жидкости.

#### 5.4.4. Специальные стопорные и регулирующие клапаны

Специально предназначенные или подготовленные ручные или автоматические стопорные и регулирующие клапаны сильфонного типа, изготовленные из стойких к  $UF_6$  материалов, диаметром от 40 до 1500 мм (1,5 до 59 дюймов) для установки в основных и вспомогательных системах газодиффузионных установок по обогащению.

#### 5.4.5. Масс-спектрометры/источники ионов для $UF_6$

Специально предназначенные или подготовленные магнитные или квадрупольные масс-спектрометры, способные производить прямой отбор проб подаваемой массы, "продукта" или "хвостов" из газовых потоков  $UF_6$  и обладающие полным набором следующих характеристик:

1. удельная разрешающая способность по массе свыше 320;
2. содержат источники ионов, изготовленные из нихрома или монеля или защищенные покрытием из них, или никелированные;
3. содержат ионизационные источники с бомбардировкой электронами;
4. содержат коллекторную систему, пригодную для изотопного анализа.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Перечисленное выше оборудование вступает в непосредственный контакт с технологическим газом  $UF_6$ , либо непосредственно регулирует поток в пределах каскада. Все поверхности, которые вступают в контакт с технологическим газом, целиком изготавливаются из стойких к  $UF_6$  материалов или покрываются ими. Для целей разделов, относящихся к газодиффузионным устройствам, материалы, коррозиестойкие к  $UF_6$ , включают нержавеющую сталь, алюминий, алюминиевые сплавы, оксид алюминия, никель или сплавы, содержащие 60% или более никеля, а также стойкие к  $UF_6$  полностью фторированные углеводородные полимеры.

## **5.5. Специально предназначенные или подготовленные системы, оборудование и компоненты для использования на установках аэродинамического обогащения.**

### **ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

В процессах аэродинамического обогащения смесь газообразного  $UF_6$  и легкого газа (водород или гелий) сжимается и затем пропускается через разделяющие элементы, в которых изотопное разделение завершается посредством получения больших центробежных сил по геометрии криволинейной стенки. Успешно разработаны два процесса этого типа: процесс соплового разделения и процесс вихревой трубки. Для обоих процессов основными компонентами каскада разделения являются цилиндрические корпуса, в которых размещены специальные разделительные элементы (сопла или вихревые трубки), газовые компрессоры и теплообменники для удаления образующегося при сжатии тепла. Для аэродинамических установок требуется целый ряд таких каскадов, так что их количество может служить важным указателем конечного использования. Поскольку в аэродинамическом процессе используется  $UF_6$ , поверхности всего оборудования, трубопроводов и измерительных приборов (которые вступают в контакт с газом) должны изготавливаться из материалов, сохраняющих устойчивость при контакте с  $UF_6$ .

### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Перечисленные в настоящем разделе элементы вступают в непосредственный контакт с технологическим газом  $UF_6$  либо непосредственно регулируют поток в пределах каскада. Все поверхности, которые вступают в контакт с технологическим газом, целиком изготавливаются из стойких к  $UF_6$  материалов, или защищены покрытием из таких материалов. Для целей раздела, относящегося к элементам аэродинамического обогащения, коррозиестойкие к  $UF_6$  материалы, включают медь, нержавеющую сталь, алюминий, алюминиевые сплавы, никель или сплавы, содержащие 60% или более никеля, а также стойкие к  $UF_6$  полностью фторированные углеводородные полимеры.

#### **5.5.1. Разделительные сопла**

Специально предназначенные или подготовленные разделительные сопла и их сборки. Разделительные сопла состоят из щелевидных изогнутых каналов с радиусом изгиба менее 1 мм (обычно от 0,1 до 0,05 мм), коррозиестойких к  $UF_6$ , и имеющих внутреннюю режущую кромку, которая разделяет протекающий через сопло газ на две фракции.

#### **5.5.2. Вихревые трубки**

Специально предназначенные или подготовленные вихревые трубки и их сборки. Вихревые трубки имеют цилиндрическую или конусообразную форму, изготовлены из коррозиестойких к  $UF_6$  материалов или защищены покрытием из таких материалов и имеют диаметр от 0,5 см до 4 см при отношении длины к

диаметру 20:1 или менее, а также одно или более тангенциальное входное отверстие. Трубки могут быть оснащены отводами соплового типа на одном или на обоих концах.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Питательный газ поступает в вихревую трубку по касательной с одного конца или через закручивающие лопатки или через многочисленные тангенциальные входные отверстия вдоль трубки.

#### 5.5.3. Компрессоры и газодувки

Специально предназначенные или подготовленные осевые, центрифужные или объемные компрессоры или газодувки, изготовленные из коррозионностойких к  $UF_6$  материалов, или защищенные покрытием из таких материалов, производительностью на входе 2 м<sup>3</sup>/мин. или более смеси  $UF_6$  и несущего газа (водород или гелий).

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Такие компрессоры и газодувки обычно имеют перепад давления от 1,2:1 до 6:1.

#### 5.5.4. Уплотнения вращающихся валов

Специально предназначенные или подготовленные уплотнения вращающихся валов, установленные на стороне подачи и на стороне выхода для уплотнения вала, соединяющего ротор компрессора или ротор газодувки с приводным двигателем, с тем чтобы обеспечить надежную герметизацию, предотвращающую выход технологического газа или натекание воздуха или уплотняющего газа во внутреннюю камеру компрессора или газодувки, которая заполнена смесью  $UF_6$  и несущего газа.

#### 5.5.5. Теплообменники для охлаждения газа

Специально предназначенные или подготовленные теплообменники, изготовленные из коррозионностойких к  $UF_6$  материалов или защищенные покрытием из таких материалов.

#### 5.5.6. Кожухи разделяющих элементов

Специально предназначенные или подготовленные кожухи разделяющих элементов, изготовленные из коррозионностойких к  $UF_6$  материалов или защищенных покрытием из таких материалов, для помещения в них вихревых трубок или разделительных сопел.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти кожухи могут представлять собой цилиндрические камеры диаметром более 300 мм и длиной более 900 мм или прямоугольные камеры сравнимых размеров и

могут быть предназначены для установки в горизонтальном или вертикальном положении.

#### **5.5.7. Системы подачи/системы отвода "продукта" и "хвостов"**

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы или оборудование для обогатительных установок, изготовленные из коррозиестойких к  $UF_6$  материалов или защищенных покрытием из таких материалов, включающие:

- a) питающие автоклавы, печи или системы, используемые для подачи  $UF_6$  для процесса обогащения;
- b) десублиматоры (или холодные ловушки), используемые для выведения нагретого  $UF_6$  из процесса обогащения для последующего перемещения;
- c) станции отверждения или ожигения, используемые для выведения  $UF_6$  из процесса обогащения путем сжатия и перевода  $UF_6$  в жидкую или твердую форму;
- d) станции "продукта" или "хвостов", используемые для перемещения  $UF_6$  в контейнеры.

#### **5.5.8. Системы коллекторных трубопроводов**

Специально предназначенные или подготовленные системы коллекторных трубопроводов, изготовленные из коррозиестойких к  $UF_6$  материалов или защищенные покрытием из таких материалов, для удержания  $UF_6$  внутри аэродинамических каскадов. Эта сеть трубопроводов обычно представляет собой систему с "двойным" коллектором, где каждый каскад или группа каскадов соединены с каждым из коллекторов.

#### **5.5.9. Вакуумные системы и насосы**

- a) Специально предназначенные или подготовленные вакуумные системы, производительностью на входе  $5 \text{ м}^3/\text{мин.}$  или более, состоящие из вакуумных магистралей, вакуумных коллекторов и вакуумных насосов, и предназначенные для работы в содержащих  $UF_6$  газовых средах.
- b) Вакуумные насосы, специально предназначенные или подготовленные для работы в содержащих  $UF_6$  газовых средах и изготовленные из коррозиестойких к  $UF_6$  материалов или защищенных покрытием из таких материалов. В этих насосах могут использоваться фтористо-углеродные уплотнения и специальные рабочие жидкости.

#### 5.5.10. Специальные стопорные и регулирующие клапаны

Специальные предназначенные или подготовленные ручные или автоматические стопорные и регулирующие клапаны сильфонного типа, изготовленные из коррозиестойких к  $UF_6$  материалов или защищенные покрытием из таких материалов, диаметром от 40 до 1500 мм для монтажа в основных и вспомогательных системах установок аэродинамического обогащения.

#### 5.5.11. Масс-спектрометры/источники ионов для $UF_6$

Специально предназначенные или подготовленные магнитные или квадрупольные масс-спектрометры, способные производить прямой отбор проб подаваемой массы, "продукта" или "хвостов" из газовых потоков  $UF_6$  и обладающие полным набором следующих характеристик:

1. удельная разрешающая способность по массе свыше 320;
2. содержат источники ионов, изготовленные из нихрома или монеля или защищенные покрытием из них, или никелированные;
3. содержат ионизационные источники с бомбардировкой электронами;
4. содержат коллекторную систему, пригодную для изотопного анализа.

#### 5.5.12. Системы отделения $UF_6$ от несущего газа

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы для отделения  $UF_6$  от несущего газа (водорода или гелия).

##### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы предназначены для сокращения содержания  $UF_6$  в несущем газе до одной части на миллион или менее и могут включать такое оборудование, как:

- a) криогенные теплообменники и криосепараторы, способные создавать температуры  $-120^{\circ}C$  или менее, или
- b) блоки криогенного охлаждения, способные создавать температуры  $-20^{\circ}C$  или менее, или
- c) блоки разделительных сопел или вихревых трубок для отделения  $UF_6$  от несущего газа, или
- d) холодные ловушки  $UF_6$ , способные создавать температуры  $-20^{\circ}C$  или менее.

**5.6. Специально предназначенные или подготовленные системы, оборудование и компоненты для использования на установках химического обмена или ионообменного обогащения**

**ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Незначительное различие изотопов урана по массе приводит к небольшим изменениям в равновесии химических реакций, которые могут использоваться в качестве основы для разделения изотопов. Успешно разработано два процесса: жидкостно-жидкостный химический обмен и твердо-жидкостный ионный обмен.

В процессе жидкостно-жидкостного химического обмена в противотоке происходит взаимодействие несмешивающихся жидких фаз (водных или органических), что приводит к эффекту каскадирования тысяч стадий разделения. Водная фаза состоит из хлорида урана в растворе соляной кислоты; органическая фаза состоит из экстрагента, содержащего хлорид урана в органическом растворителе. Контактными фильтрами в разделительном каскаде могут являться жидкостно-жидкостные обменные колонны (такие, как импульсные колонны с сетчатыми тарелками) или жидкостные центрифужные контактные фильтры. На обоих концах разделительного каскада в целях обеспечения рефлюкса на каждом конце необходимы химические превращения (окисление и восстановление). Главная задача конструкции состоит в том, чтобы не допустить загрязнения технологических потоков некоторыми ионами металлов. В связи с этим используются пластиковые, покрытые пластиком (включая применение фторированных углеводородных полимеров) и/или покрытые стеклом колонны и трубопроводы.

В твердо-жидкостном ионообменном процессе обогащение достигается посредством адсорбции/десорбции урана на специальной, очень быстро действующей ионообменной смоле или адсорбенте. Раствор урана в соляной кислоте и другие химические реагенты пропускаются через цилиндрические обогатительные колонны, содержащие уплотненные слои адсорбента. Для поддержания непрерывности процесса необходима система рефлюкса в целях высвобождения урана из адсорбента обратно в жидкий поток, с тем чтобы можно было собрать "продукт" и "хвосты". Это достигается путем использования подходящих химических реагентов восстановления/окисления, которые полностью регенерируются в отдельных внешних петлях и которые могут частично регенерироваться в самих изотопных разделительных колоннах. Присутствие в процессе горячих концентрированных растворов соляной кислоты требует, чтобы оборудование было изготовлено из специальных коррозионноустойчивых материалов или защищено покрытием из таких материалов.

**5.6.1. Жидкостно-жидкостные обменные колонны (химический обмен)**

Противоточные жидкостно-жидкостные обменные колонны, имеющие механический силовой ввод (т.е. импульсные колонны с сетчатыми тарелками, колонны с тарелками, совершающими возвратно поступательные движения, и

колонны с внутренними турбинными смесителями), специально предназначенные или подготовленные для обогащения урана с использованием процесса химического обмена. Для коррозионной устойчивости к концентрированным растворам соляной кислоты эти колонны и их внутренние компоненты изготовлены из подходящих пластиковых материалов (таких, как фторированные углеводородные полимеры) или стекла или защищены покрытием из таких материалов. Колонны спроектированы на короткое (30 секунд или менее) время прохождения в каскаде.

#### **5.6.2. Центрифужные жидкостно-жидкостные контактные фильтры (химический обмен)**

Центрифужные жидкостно-жидкостные контактные фильтры, специально предназначенные или подготовленные для обогащения урана с использованием процесса химического обмена. В таких контактных фильтрах используется вращение для получения органических и жидких потоков, а затем центробежная сила для разделения фаз. Для коррозионной стойкости к концентрированным растворам соляной кислоты контактные фильтры изготавливаются из соответствующих пластиковых материалов (таких, как фторированные углеводородные полимеры) или покрываются ими или стеклом. Центрифужные контактные фильтры спроектированы на короткое (30 секунд или менее) время прохождения в каскаде.

#### **5.6.3. Системы и оборудование для восстановления урана (химический обмен)**

- a) Специально предназначенные или подготовленные ячейки электрохимического восстановления для восстановления урана из одного валентного состояния в другое для обогащения урана с использованием процесса химического обмена. Материалы ячеек, находящиеся в контакте с технологическими растворами, должны быть коррозиестойкими к концентрированным растворам соляной кислоты.

#### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Катодный отсек ячейки должен быть спроектирован таким образом, чтобы предотвратить повторное окисление урана до более высокого валентного состояния. Для удержания урана в катодном отсеке ячейка может иметь непроницаемую диафрагменную мембрану, изготовленную из специального катионно-обменного материала. Катод состоит из соответствующего твердого проводника, такого, как графит.

- b) Специально предназначенные или подготовленные системы для извлечения  $U^{+4}$  из органического потока, регулирования концентрации кислоты и для заполнения ячеек электрохимического восстановления на производственном выходе каскада.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы состоят из оборудования экстракции растворителем для отгонки  $U^{+4}$  из органического потока в жидкий раствор, оборудования выпаривания и/или другого оборудования для достижения регулировки и контроля водородного показателя, и насосов или других устройств переноса для заполнения ячеек электрохимического восстановления. Основная задача конструкции состоит в том, чтобы избежать загрязнения потока жидкости ионами некоторых металлов. Следовательно, те части оборудования системы, которые находятся в контакте с технологическим потоком, изготавливаются из соответствующих материалов (таких, как стекло, фторированные углеводородные полимеры, сульфат полифенила, сульфон полиэфира и пропитанный смолой графит), или защищены покрытием из таких материалов.

#### 5.6.4. Системы подготовки питания (химический обмен)

Специально предназначенные или подготовленные системы для производства питательных растворов хлорида урана высокой чистоты для установок по разделению изотопов урана методом химического обмена.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы состоят из оборудования для растворения, экстракции растворителем и/или ионообменного оборудования для очистки, а также электролитических ячеек для восстановления  $U^{+6}$  или  $U^{+4}$  в  $U^{+3}$ . В этих системах производятся растворы хлорида урана, в которых содержится лишь несколько частей на миллион металлических включений, таких, как хром, железо, ванадий, молибден и других двухвалентных их катионов или катионов с большей валентностью. Конструкционные материалы для элементов системы, в которой обрабатывается  $U^{+3}$  высокой чистоты, включают стекло, фторированные углеводородные полимеры, графит, покрытый поливинил-сульфатным или полиэфир-сульфонным пластиком и пропитанный смолой.

#### 5.6.5. Системы окисления урана (химический обмен)

Специально предназначенные или подготовленные системы для окисления  $U^{+3}$  в  $U^{+4}$  для возвращения в каскад разделения изотопов урана в процессе обогащения методом химического обмена.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы могут включать такие элементы, как:

- а) оборудование для контактирования хлора и кислорода с водными эффлюентами из оборудования разделения изотопов и экстракции образовавшегося  $U^{+4}$  в обедненный органический поток, возвращающийся из производственного выхода каскада;

- b) оборудование, которое отделяет воду от соляной кислоты, чтобы вода и концентрированная соляная кислота могли бы быть вновь введены в процесс в нужных местах.

#### **5.6.6. Быстро реагирующие ионообменные смолы/адсорбенты (ионный обмен)**

Быстро реагирующие ионообменные смолы или адсорбенты, специально предназначенные или подготовленные для обогащения урана с использованием процесса ионного обмена, включая пористые смолы макросетчатой структуры и/или мембранные структуры, в которых активные группы химического обмена ограничены покрытием на поверхности неактивной пористой вспомогательной структуры, и другие композитные структуры в любой приемлемой форме, включая частицы волокон. Эти ионообменные смолы/адсорбенты имеют диаметры 0,2 мм или менее и должны быть химически стойкими по отношению к растворам концентрированной соляной кислоты, а также достаточно прочны физически, с тем чтобы их свойства не ухудшались в обменных колоннах. Смолы/адсорбенты специально предназначены для получения кинетики очень быстрого обмена изотопов урана (длительность полуобмена менее 10 секунд) и обладают возможностью работать при температуре в диапазоне от 100°C до 200°C.

#### **5.6.7. Ионообменные колонны (ионный обмен)**

Цилиндрические колонны диаметром более 1000 мм для удержания и поддержания заполненных слоев ионообменных смол/адсорбентов, специально предназначенные или подготовленные для обогащения урана с использованием ионообменного процесса. Эти колонны изготовлены из материалов (таких, как титан или фторированные углеводородные полимеры), стойких к коррозии, вызываемой растворами концентрированной соляной кислоты, или защищены покрытием из таких материалов и способны работать при температуре в диапазоне от 100°C до 200°C и давлении выше 0,7 МПа (102 фунт/кв. дюйм).

#### **5.6.8. Ионообменные системы рефлюкса (ионный обмен)**

- a) Специально предназначенные или подготовленные системы химического или электрохимического восстановления для регенерации реагента(ов) химического восстановления, используемого(ых) в каскадах ионообменного обогащения урана.
- b) Специально предназначенные или подготовленные системы химического или электрохимического окисления для регенерации реагента(ов) химического окисления, используемого(ых) в каскадах ионообменного обогащения урана.

#### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

В процессе ионообменного обогащения в качестве восстанавливающего катиона может использоваться, например, трехвалентный титан ( $Ti^{+3}$ ), и в этом случае

восстановительная система будет вырабатывать  $Ti^{+3}$  посредством восстановления  $Ti^{+4}$ .

В процессе в качестве окислителя может использоваться, например, трехвалентное железо ( $Fe^{+3}$ ), и в этом случае система окисления будет вырабатывать  $Fe^{+3}$  посредством окисления  $Fe^{+2}$ .

## 5.7. Специально предназначенные или подготовленные системы, оборудование и компоненты для использования в лазерных обогатительных установках

### ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Существующие системы для обогатительных процессов с использованием лазеров делятся на две категории: те, в которых рабочей средой являются пары атомарного урана, и те, в которых рабочей средой являются пары уранового соединения. Общими названиями для таких процессов являются: первая категория - лазерное разделение изотопов по методу атомарных паров (ALVIS или SILVA); вторая категория - молекулярный метод лазерного разделения изотопов (MLIS или MOLIS) и химическая реакция посредством избирательной по изотопам лазерной активации (CRISLA). Системы, оборудование и компоненты для установок лазерного обогащения включают: а) устройства для подачи паров металлического урана (для избирательной фотоионизации) или устройства для подачи паров уранового соединения (для фотодиссоциации или химической активации); б) устройства для сбора обогащенного и обедненного металлического урана в качестве "продукта" и "хвостов" в первой категории и устройства для сбора разложенных или вышедших из реакции соединений в качестве "продукта" и необработанного материала в качестве "хвостов" во второй категории; в) рабочие лазерные системы для избирательного возбуждения изотопов урана-235; и г) оборудование для подготовки подачи и конверсии продукта. Вследствие сложности спектроскопии атомов и соединений урана может потребоваться использование любой из ряда имеющихся лазерных технологий.

### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Многие из компонентов, перечисленных в этом разделе, вступают в непосредственный контакт с парами металлического урана или с жидкостью, или с технологическим газом, состоящим из  $UF_6$  или смеси из  $UF_6$  и других газов. Все поверхности, которые вступают в контакт с ураном или  $UF_6$ , полностью изготовлены из коррозионноустойчивых материалов или защищены покрытием из таких материалов. Для целей раздела, относящегося к компонентам оборудования для лазерного обогащения, материалы, стойкие к коррозии, вызываемой парами или жидкостями, содержащими металлический уран или урановые сплавы, включают покрытый оксидом иттрия графит и тантал; и материалы, стойкие к коррозии, вызываемой  $UF_6$ , включают медь, нержавеющую сталь, алюминий, алюминиевые сплавы, никель или сплавы, содержащие 60% никеля и более, и стойкие к  $UF_6$  полностью фторированные углеводородные полимеры.

#### 5.7.1. Системы выпаривания урана (ALVIS)

Специально предназначенные или подготовленные системы выпаривания урана, которые содержат высокомогущные полосовые или растровые электронно-лучевые пушки с передаваемой мощностью на мишень более 2,5 кВт/см.

### **5.7.2. Системы для обработки жидкометаллического урана (ALVIS)**

Специально предназначенные или подготовленные системы для обработки жидкого металла для расплавленного урана или урановых сплавов, состоящие из тиглей и охлаждающего оборудования для тиглей.

#### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Тигли и другие компоненты этой системы, которые вступают в контакт с расплавленным ураном или урановыми сплавами, изготовлены из коррозиестойких и термостойких материалов или защищенных покрытием из таких материалов. Приемлемые материалы включают тантал, покрытый оксидом иттрия графит, графит, покрытый окислами других редкоземельных элементов (см. документ INFCIRC/254/ Part 2 - (с внесенными поправками)) или их смесями.

### **5.7.3. Агрегаты для сбора "продукта" и "хвостов" металлического урана (ALVIS)**

Специально предназначенные или подготовленные агрегаты для сбора "продукта" и "хвостов" металлического урана в жидкой или твердой форме.

#### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Компоненты этих агрегатов изготовлены из материалов, стойких к нагреву и коррозии, вызываемой парами металлического урана или жидкостью, или защищены покрытием из таких материалов (таких, как покрытый оксидом иттрия графит или тантал) и могут включать в себя трубопроводы, клапаны, штуцера, "желоба", вводы, теплообменники и коллекторные пластины для магнитного, электростатического или других методов разделения.

### **5.7.4. Кожухи разделительного модуля (ALVIS)**

Специально предназначенные или подготовленные цилиндрические или прямоугольные камеры для помещения в них источника паров металлического урана, электронно-лучевой пушки и коллекторов "продукта" и "хвостов".

#### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Эти кожухи имеют множество входных отверстий для подачи электропитания и воды, окна для лазерных пучков, соединений вакуумных насосов, а также для диагностики и контроля контрольно-измерительных приборов. Они имеют приспособления для открытия и закрытия, чтобы обеспечить обслуживание внутренних компонентов.

### **5.7.5. Сверхзвуковые расширительные сопла (MLIS)**

Специально предназначенные или подготовленные сверхзвуковые расширительные сопла для охлаждения смесей  $UF_6$  и несущего газа до  $150^\circ K$  или ниже и коррозиестойкие к  $UF_6$ .

#### 5.7.6. Коллекторы продукта пentaфтористого урана (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные коллекторы твердого продукта пentaфтористого урана ( $UF_5$ ), состоящие из фильтра, коллекторов ударного или циклонного типа или их сочетаний и коррозионностойкие к среде  $UF_5/UF_6$ .

#### 5.7.7. Компрессоры $UF_6$ /несущего газа (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные компрессоры для смесей  $UF_6$  и несущего газа для длительной эксплуатации в среде  $UF_6$ . Компоненты этих компрессоров, которые вступают в контакт с несущим газом, изготовлены из коррозионностойких к  $UF_6$  материалов или защищены покрытием из таких материалов.

#### 5.7.8. Уплотнения вращающихся валов (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные уплотнения вращающихся валов, установленные на стороне подачи и на стороне выхода для уплотнения вала, соединяющего ротор компрессора с приводным двигателем, с тем чтобы обеспечить надежную герметизацию, предотвращающую выход технологического газа или натекание воздуха или уплотняющего газа во внутреннюю камеру компрессора, которая заполнена смесью  $UF_6$  и несущего газа.

#### 5.7.9. Системы фторирования (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные системы для фторирования  $UF_5$  (в твердом состоянии) в  $UF_6$  (газ).

##### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы предназначены для фторирования собранного порошка  $UF_5$  в  $UF_6$  в целях последующего сбора в контейнерах продукта или для подачи в блоки MLIS для дополнительного обогащения. При применении одного подхода реакция фторирования может быть завершена в пределах системы разделения изотопов, где идет реакция и непосредственное извлечение из коллекторов "продукта". При применении другого подхода порошок  $UF_5$  может быть извлечен/перемещен из коллекторов "продукта" в подходящий реактор (например, реактор с псевдооживленным слоем катали-затора, геликоидальный реактор или жаровая башня) в целях фторирования. В обоих случаях используется оборудование для хранения и переноса фтора (или других приемлемых фторирующих реагентов) и для сбора и переноса  $UF_6$ .

#### 5.7.10. Масс-спектрометры/источники ионов $UF_6$ (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные магнитные или квадрупольные масс-спектрометры, способные производить прямой отбор проб подаваемой массы, "продукта" или "хвостов" из газовых потоков  $UF_6$  и обладающие полным набором следующих характеристик:

1. удельная разрешающая способность по массе свыше 320;
2. содержат источники ионов, изготовленные из нихрома или монеля или защищенные покрытием из них, или никелированные;
3. содержат ионизационные источники с бомбардировкой электронами;
4. содержат коллекторную систему, пригодную для изотопного анализа.

#### 5.7.11. Системы подачи/системы отвода "продукта" и "хвостов" (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы или оборудование для обогатительных установок, изготовленные из коррозионностойких к  $UF_6$  материалов, или защищенных покрытием из таких материалов, включающие:

- a) питающие автоклавы, печи или системы, используемые для подачи  $UF_6$  для процесса обогащения;
- b) десублиматоры (или холодные ловушки), используемые для выведения нагретого  $UF_6$  из процесса обогащения для последующего перемещения;
- c) станции отверждения или ожижения, используемые для выведения  $UF_6$  из процесса обогащения путем сжатия и перевода  $UF_6$  в жидкую или твердую форму;
- d) станции "продукта" или "хвостов", используемые для перемещения  $UF_6$  в контейнеры.

#### 5.7.12. Системы отделения $UF_6$ от несущего газа (MLIS)

Специально предназначенные или подготовленные технологические системы для отделения  $UF_6$  от несущего газа. Несущим газом может быть азот, аргон или другой газ.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти системы могут включать такое оборудование, как:

- a) криогенные теплообменники или криосепараторы, способные создавать температуры  $-120^{\circ}C$  или менее, или
- b) блоки криогенного охлаждения, способные создавать температуры  $-120^{\circ}C$  или менее, или
- c) холодные ловушки  $UF_6$ , способные создавать температуры  $-20^{\circ}C$  или менее.

### 5.7.13. Лазерные системы (ALVIS, MLIS и CRISLA)

Лазеры или лазерные системы, специально предназначенные или подготовленные для разделения изотопов урана.

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Лазеры и важные компоненты лазеров при лазерном процессе обогащения включают те, которые определены в документе INFCIRC/254/Part 2 - (с внесенными поправками). Лазерная система процесса ALVIS обычно состоит из двух лазеров: лазера на парах меди и лазера на красителях. Лазерная система для MLIS обычно состоит из лазера, работающего на CO<sub>2</sub> или эксимерного лазера и многоходовой оптической ячейки с вращающимися зеркалами на обеих сторонах. Для лазеров или лазерных систем при обоих процессах требуется стабилизатор спектральной частоты для работы в течение длительных периодов времени.

**5.8. Специально предназначенные или подготовленные системы, оборудование и компоненты для использования на обогатительных установках с плазменным разделением**

**ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

При процессе плазменного разделения плазма, состоящая из ионов урана, проходит через электрическое поле, настроенное на частоту ионного резонанса  $U^{235}$ , с тем чтобы они в первую очередь поглощали энергию и увеличивался диаметр их штопорообразных орбит. Ионы с прохождением по большему диаметру захватываются для образования продукта, обогащенного  $U^{235}$ . Плазма, которая образована посредством ионизации уранового пара, содержится в вакуумной камере с магнитным полем высокой напряженности, образованным с помощью сверхпроводящего магнита. Основные технологические системы процесса включают систему генерации урановой плазмы, разделительный модуль со сверхпроводящим магнитом (см. документ INFCIRC/254/Part 2 - (с внесенными поправками)) и системы извлечения металла для сбора "продукта" и "хвостов".

**5.8.1. Микроволновые источники энергии и антенны**

Специально предназначенные или подготовленные микроволновые источники энергии и антенны для генерации или ускорения ионов и обладающие следующими характеристиками: частота выше 30 ГГц и средняя выходная мощность для генерации ионов более 50 кВт.

**5.8.2. Соленоиды для возбуждения ионов**

Специально предназначенные или подготовленные соленоиды для радиочастотного возбуждения ионов в диапазоне частот более 100 кГц и способные работать при средней мощности более 40 кВт.

**5.8.3. Системы генерации урановой плазмы**

Специально предназначенные или подготовленные системы генерации урановой плазмы, которые могут содержать высокомошные полосовые или растровые электронно-лучевые пушки с передаваемой мощностью на мишень более 2,5 кВт/см.

**5.8.4. Системы для обработки жидкометаллического урана**

Специально предназначенные или подготовленные системы для обработки жидкого металла для расплавленного урана или урановых сплавов, состоящие из тиглей и охлаждающего оборудования для тиглей.

**ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Тигли и другие компоненты этой системы, которые вступают в контакт с расплавленным ураном или урановыми сплавами, изготовлены из

коррозиестойких и термостойких материалов или защищены покрытием из таких материалов. Приемлемые материалы включают тантал, покрытый оксидом иттрия графит, графит, покрытый окислами других редкоземельных элементов (см. документ INFCIRC/254/Part 2 - (с внесенными поправками)) или их смесями.

#### **5.8.5. Агрегаты для сбора "продукта" и "хвостов" металлического урана**

Специально предназначенные или подготовленные агрегаты для сбора "продукта" и "хвостов" для металлического урана в твердой форме. Эти агрегаты для сбора изготовлены из материалов, стойких к нагреву и коррозии, вызываемой парами металлического урана, таких, как графит, покрытый оксидом иттрия, или тантал, или защищены покрытием из таких материалов.

#### **5.8.6. Кожухи разделительного модуля**

Цилиндрические камеры, специально предназначенные или подготовленные для использования на обогатительных установках с плазменным разделением, для помещения в них источника урановой плазмы, энергетического соленоида радиочастоты и коллекторов "продукта" и "хвостов".

#### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Эти кожухи имеют множество входных отверстий для подачи электропитания, соединений диффузионных насосов, а также для диагностики и контроля контрольно-измерительных приборов. Они имеют приспособления для открытия и закрытия, чтобы обеспечить обслуживание внутренних компонентов и изготовлены из соответствующих немагнитных материалов, таких, как нержавеющая сталь.

**5.9. Специально предназначенные или подготовленные системы, оборудование и компоненты для использования на установках электромагнитного обогащения.**

**ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

При электромагнитном процессе ионы металлического урана, полученные посредством ионизации питающего материала из солей (обычно  $UCl_4$ ), ускоряются и проходят через магнитное поле, которое заставляет ионы различных изотопов проходить по различным направлениям. Основными компонентами электромагнитного изотопного сепаратора являются: магнитное поле для отклонения/разделения изотопов ионного пучка, источника ионов с его системой ускорения, и системы сбора отделенных ионов. Вспомогательные системы для этого процесса включают систему снабжения магнитной энергией, системы высоковольтного питания источника ионов, вакуумную систему и обширные системы химической обработки для восстановления продукта и очистки/регенерации компонентов.

**5.9.1. Электромагнитные сепараторы изотопов**

Электромагнитные сепараторы изотопов, специально предназначенные или подготовленные для разделения изотопов урана, и оборудование и компоненты для этого, включая:

a) Источники ионов

Специально предназначенные или подготовленные отдельные или многочисленные источники ионов урана, состоящие из источника пара, ионизатора и ускорителя пучка, изготовленные из соответствующих материалов, таких, как графит, нержавеющая сталь или медь, и способных обеспечивать общий ток в пучке ионов 50 мА или более.

b) Коллекторы ионов

Коллекторные пластины, имеющие две или более щели и паза, специально предназначенные или подготовленные для сбора пучков ионов обогащенного и обедненного урана и изготовленные из соответствующих материалов, таких, как графит или нержавеющая сталь.

c) Вакуумные кожухи

Специально предназначенные или подготовленные вакуумные кожухи для электромагнитных сепараторов урана, изготовленные из соответствующих немагнитных материалов, таких, как нержавеющая сталь, и предназначенные для работы при давлении 0,1 Па или ниже.

## ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Эти кожухи специально предназначены для помещения в них источников ионов, коллекторных пластин и водоохлаждаемых вкладышей и имеют приспособления для соединений диффузионных насосов и приспособления для открытия и закрытия в целях извлечения и замены этих компонентов.

### d) Магнитные полюсные наконечники

Специально предназначенные или подготовленные магнитные полюсные наконечники, имеющие диаметр более 2 м, используемые для обеспечения постоянного магнитного поля в электромагнитном сепараторе изотопов и для переноса магнитного поля между расположенными рядом сепараторами.

### 5.9.2. Высоковольтные источники питания

Специально предназначенные или подготовленные высоковольтные источники питания для источников ионов, обладающие полным набором следующих характеристик: могут работать в непрерывном режиме, выходное напряжение 20 000 В или более, выходной ток 1 А или более и стабилизация напряжения менее 0,01% в течение 8 часов.

### 5.9.3. Источники питания электромагнитов

Специально предназначенные или подготовленные мощные источники питания постоянного тока для электромагнитов, обладающие полным набором следующих характеристик: выходной ток в непрерывном режиме 500 А или более при напряжении 100 В или более, при стабилизации по току или напряжению менее 0,01% в течение 8 часов.

**6. Установки для производства тяжелой воды, дейтерия и дейтериевых соединений и оборудование, специально предназначенное или подготовленное для этого**

**ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Тяжелую воду можно производить, используя различные процессы. Однако коммерчески выгодными являются два процесса: процесс изотопного обмена воды и сероводорода (процесс GC) и процесс изотопного обмена аммиака и водорода.

Процесс GC основан на обмене водорода и дейтерия между водой и сероводородом в системе колонн, которые эксплуатируются с холодной верхней секцией и горячей нижней секцией. Вода течет вниз по колоннам, в то время как сероводородный газ циркулирует от дна к вершине колонн. Для содействия смешиванию газа и воды используется ряд дырчатых лотков. Дейтерий перемещается в воду при низких температурах и в сероводород при высоких температурах. Обогащенные дейтерием газ или вода удаляются из колонн первой ступени на стыке горячих и холодных секций, и процесс повторяется в колоннах следующей ступени. Продукт последней фазы - вода, обогащенная дейтерием до 30%, направляется в дистилляционную установку для производства реакторно-чистой тяжелой воды, т.е. 99,75% окиси дейтерия.

В процессе обмена между аммиаком и водородом можно извлекать дейтерий из синтез-газа посредством контакта с жидким аммиаком в присутствии катализатора. Синтез-газ подается в обменные колонны и затем в аммиачный конвертер. Внутри колонн газ поднимается от дна к вершине, в то время как жидкий аммиак течет от вершины ко дну. Дейтерий в синтез-газе лишается водорода и концентрируется в аммиаке. Аммиак поступает затем в установку для крекинга аммиака на дне колонны, тогда как газ собирается в аммиачном конвертере на вершине. На последующих ступенях происходит дальнейшее обогащение, и путем окончательной дистилляции производится реакторно-чистая тяжелая вода. Подача синтез-газа может быть обеспечена аммиачной установкой, которая в свою очередь может быть сооружена вместе с установкой для производства тяжелой воды путем изотопного обмена аммиака и водорода. В процессе аммиачно-водородного обмена в качестве источника исходного дейтерия может также использоваться обычная вода.

Многие предметы ключевого оборудования для установок по производству тяжелой воды, использующих процессы GC или аммиачно-водородного обмена, широко распространены в некоторых отраслях нефтехимической промышленности. Особенно это касается небольших установок, использующих процесс GC. Однако немногие предметы оборудования являются стандартными. Процессы GC и аммиачно-водородного обмена требуют обработки больших количеств воспламеняющихся, коррозионных и токсичных жидкостей при повышенном давлении. Соответственно при разработке стандартов по проектированию и эксплуатации для установок и оборудования, использующих

эти процессы, следует уделять большое внимание подбору материалов и их характеристикам с тем, чтобы обеспечить длительный срок службы при сохранении высокой безопасности и надежности. Определение масштабов обусловливается главным образом соображениями экономики и необходимости. Таким образом, большая часть предметов оборудования изготавливается в соответствии с требованиями заказчика.

Наконец, следует отметить, что как в процессе GC, так и в процессе аммиачно-водородного обмена, предметы оборудования, которые по отдельности не предназначены или подготовлены специально для производства тяжелой воды, могут собираться в системы, специально предназначенные или подготовленные для производства тяжелой воды. Примерами таких систем, применяемых в обоих процессах, являются система каталитического крекинга, используемая в процессе обмена аммиака и водорода, и дистилляционные системы, используемые в процессе окончательного концентрирования тяжелой воды, доводящей ее до уровня реакторного качества.

Предметы оборудования, которые специально предназначены или подготовлены для производства тяжелой воды путем использования либо процесса обмена воды и сероводорода, либо процесса обмена аммиака и водорода, включают:

#### **6.1. Водно-сероводородные обменные колонны**

Обменные колонны, изготавливаемые из мелкозернистой углеродистой стали (например, ASTM A516), диаметром от 6 м (20 футов) до 9 м (30 футов), которые могут эксплуатироваться при давлении свыше или равном 2 МПа (300 фунт/кв. дюйм) и имеют коррозионный допуск в 6 мм или больше, специально предназначены или подготовлены для производства тяжелой воды путем использования процесса изотопного обмена воды и сероводорода.

#### **6.2. Газодувки и компрессоры**

Одноступенчатые, малонапорные (т.е. 0,2 МПа или 30 фунт/кв. дюйм) центробежные газодувки или компрессоры для циркуляции сероводородного газа (т.е. газа, содержащего более 70%  $H_2S$ ), специально предназначенные или подготовленные для производства тяжелой воды путем использования процесса обмена воды и сероводорода. Эти газодувки или компрессоры имеют производительность, превышающую или равную 56 м<sup>3</sup>/с. (120 000 SSFM) при эксплуатации под давлением, превышающим или равным 1,8 МПа (260 фунт/кв. дюйм) на входе, и снабжены сальниками, устойчивыми к воздействию  $H_2S$ .

#### **6.3. Аммиачно-водородные обменные колонны**

Аммиачно-водородные обменные колонны высотой более или равной 35 м (114,3 футов) диаметром от 1,5 м (4,9 футов) до 2,5 м (8,2 футов), которые могут эксплуатироваться под давлением, превышающим 15 МПа (2225 фунт/кв. дюйм), специально предназначенные или подготовленные для производства тяжелой воды путем использования процесса обмена аммиака и водорода. Эти колонны

имеют также по меньшей мере одно отбортованное осевое отверстие того же диаметра, что и цилиндрическая часть, через которую могут вставляться или выниматься внутренние части колонны.

#### **6.4. Внутренние части колонны и ступенчатые насосы**

Внутренние части колонны и ступенчатые насосы, специально предназначенные или подготовленные для колонн для производства тяжелой воды путем использования процесса аммиачно-водородного обмена. Внутренние части колонны включают специально предназначенные контакторы между ступенями, содействующие тесному контакту газа и жидкости. Ступенчатые насосы включают специально предназначенные погружаемые в жидкость насосы для циркуляции жидкого аммиака в пределах объема контакторов, находящихся внутри ступеней колонн.

#### **6.5. Установки для крекинга аммиака**

Установки для крекинга аммиака, эксплуатируемые под давлением, превышающим или равным 3 МПа (450 фунт/кв. дюйм), специально предназначенные или подготовленные для производства тяжелой воды путем использования процесса изотопного обмена аммиака и водорода.

#### **6.6. Инфракрасные анализаторы поглощения**

Инфракрасные анализаторы поглощения, способные осуществлять анализ соотношения между водородом и дейтерием в реальном масштабе времени, когда концентрации дейтерия равны или превышают 90%.

#### **6.7. Каталитические печи**

Каталитические печи для переработки обогащенного дейтериевого газа в тяжелую воду, специально предназначенные или подготовленные для производства тяжелой воды путем использования процесса изотопного обмена аммиака и водорода.

#### **6.8. Полные системы для восстановления тяжелой воды или колонны для этого**

Полные системы восстановления тяжелой воды или колонны для этого, специально предназначенные или подготовленные для восстановления тяжелой воды до концентрации дейтерия реакторного качества.

#### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Эти системы, в которых для отделения тяжелой воды от легкой воды обычно используется процесс водной дистилляции, специально предназначены или подготовлены для производства тяжелой воды реакторного качества (т.е. обычно 99,75% окиси дейтерия) из запасов тяжелой воды меньшей концентрации.

7. Установки для конверсии урана и плутония, используемые при изготовлении топливных элементов и разделении изотопов урана, согласно определениям, содержащимся в разделах 4 и 5, соответственно, а также специально предназначенное или подготовленное для этого оборудование.

#### ЭКСПОРТ

Экспорт полного комплекта основных предметов в рамках этой границы будет происходить только в соответствии с процедурами Руководящих принципов. Все установки, системы и специально предназначенное или подготовленное оборудование в рамках этой границы могут использоваться для переработки, производства или использования специального расщепляющегося материала.

- 7.1. Установки для конверсии урана и специально предназначенное или подготовленное для этого оборудование.

#### ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

В установках и системах для конверсии урана может осуществляться одно или несколько превращений из одного химического изотопа урана в другой, включая: конверсию концентратов урановой руды в  $UO_3$ , конверсию  $UO_3$  в  $UO_2$ , конверсию окисей урана в  $UF_4$  или  $UF_6$ , конверсию  $UF_4$  в  $UF_6$ , конверсию  $UF_6$  в  $UF_4$ , конверсию  $UF_4$  в металлический уран и конверсию фторидов урана в  $UO_2$ . Многие ключевые компоненты оборудования установок для конверсии урана характерны для некоторых секторов химической обрабатывающей промышленности. Например, виды оборудования, используемого в этих процессах, могут включать: печи, карусельные печи, реакторы с псевдооживленным слоем катализатора, жаровые реакторные башни, жидкостные центрифуги, дистилляционные колонны и жидкостно-жидкостные экстракционные колонны. Однако не многие компоненты оборудования имеются в "готовом виде"; большинство из них должны быть подготовлены согласно требованиям и спецификациям заказчика. В некоторых случаях требуется учитывать специальные проектные и конструкторские особенности для защиты от агрессивных свойств некоторых из обрабатываемых химических веществ ( $HF$ ,  $F_2$ ,  $ClF_3$  и фториды урана), а также опасения, связанные с ядерной критичностью. Наконец, следует отметить, что во всех процессах конверсии урана компоненты оборудования, которые отдельно специально не предназначены или подготовлены для конверсии урана, могут быть объединены в системы, которые специально предназначены или подготовлены для использования в целях конверсии урана.

- 7.1.1. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии концентратов урановой руды в  $UO_3$

#### ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Конверсия концентратов урановой руды в  $UO_3$  может осуществляться сначала посредством растворения руды в азотной кислоте и экстракции очищенного

гексагидрата уранилдинитрата с помощью такого растворителя, как трибутил фосфат. Затем гексагидрат уранилдинитрата преобразуется в  $UO_3$  либо посредством концентрации и денитрации, либо посредством нейтрализации газообразным аммиаком для получения диураната аммония с последующей фильтрацией, сушкой и кальцинированием.

#### **7.1.2. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии $UO_3$ в $UF_6$**

##### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Конверсия  $UO_3$  в  $UF_6$  может осуществляться непосредственно фторированием. Для процесса требуется источник газообразного фтора или трехфтористого хлора.

#### **7.1.3. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии $UO_3$ в $UO_2$**

##### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Конверсия  $UO_3$  в  $UO_2$  может осуществляться посредством восстановления  $UO_3$  газообразным крекинг-аммиаком или водородом.

#### **7.1.4. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии $UO_2$ в $UF_4$**

##### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Конверсия  $UO_2$  в  $UF_4$  может осуществляться посредством реакции  $UO_2$  с газообразным фтористым водородом (HF) при температуре 300-500°C.

#### **7.1.5. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии $UF_4$ в $UF_6$**

##### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Конверсия  $UF_4$  в  $UF_6$  осуществляется посредством экзотермической реакции с фтором в реакторной башне.  $UF_6$  конденсируется из горячих летучих газов посредством пропускания потока газа через холодную ловушку, охлажденную до -10°C. Для процесса требуется источник газообразного фтора.

#### **7.1.6. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии $UF_4$ в металлический уран**

##### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Конверсия  $UF_4$  в металлический уран осуществляется посредством его восстановления магнием (крупные партии) или кальцием (малые партии). Реакция осуществляется при температурах выше точки плавления урана (1130°C).

**7.1.7. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии  $UF_6$  в  $UO_2$**

**ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Конверсия  $UF_6$  в  $UO_2$  может осуществляться посредством одного из трех процессов. В первом процессе  $UF_6$  восстанавливается и гидролизуется в  $UO_2$  с использованием водорода и пара. Во втором процессе  $UF_6$  гидролизуется растворением в воде, для осаждения диураната аммония добавляется аммиак, а диуранат восстанавливается в  $UO_2$  водородом при температуре  $820^\circ C$ . При третьем процессе газообразные  $UF_6$ ,  $CO_2$  и  $NH_3$  смешиваются в воде, осажая уранилкарбонат аммония. Уранилкарбонат аммония смешивается с паром и водородом при температуре  $500-600^\circ C$  для производства  $UO_2$ .

Конверсия  $UF_6$  в  $UO_2$  часто осуществляется на первой ступени установки по изготовлению топлива.

**7.1.8. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии  $UF_6$  в  $UF_4$**

**ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Конверсия  $UF_6$  в  $UF_4$  осуществляется посредством восстановления водородом.

**7.1.9. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии  $UO_2$  в  $UCl_4$**

**ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Конверсия  $UO_2$  в  $UCl_4$  может осуществляться посредством одного из двух процессов. В первом процессе  $UO_2$  реагирует с четыреххлористым углеродом ( $CCl_4$ ) приблизительно при температуре  $400^\circ C$ . Во втором процессе  $UO_2$  реагирует приблизительно при температуре  $700^\circ C$  в присутствии газовой сажи (CAS 1333-86-4), окиси углерода и хлора для производства  $UCl_4$ .

**7.2. Установки для конверсии плутония и специально предназначенное или подготовленное для этого оборудование**

**ВВОДНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

В установках и системах для конверсии плутония осуществляется одно или несколько превращений из одного химического изотопа плутония в другой, включая: конверсию нитрата плутония в  $PuO_2$ , конверсию  $PuO_2$  в  $PuF_4$ , и конверсию  $PuF_4$  в металлический плутоний. Установки для конверсии плутония обычно ассоциируются с перерабатывающими установками, но могут также ассоциироваться с установками для изготовления плутониевого топлива. Многие ключевые компоненты оборудования установок для конверсии плутония характерны для некоторых секторов химической обрабатывающей

промышленности. Например, виды оборудования, используемого в этих процессах, могут включать: печи, карусельные печи, реакторы с псевдооживленным слоем катализатора, жаровые реакторные башни, жидкостные центрифуги, дистилляционные колонны и жидкостно-жидкостные экстракционные колонны. Могут потребоваться также "горячие камеры", перчаточные боксы и дистанционные манипуляторы. Однако не многие компоненты оборудования имеются в "готовом виде"; большинство из них должны быть подготовлены согласно требованиям и спецификациям заказчика. При проектировании необходимо уделять пристальное внимание особым опасностям радиационного воздействия, токсичности и критичности, связанным с плутонием. В некоторых случаях требуется учитывать специальные проектные и конструкторские особенности для защиты от агрессивных свойств некоторых из обрабатываемых химических веществ (например HF). Наконец, следует отметить, что для всех процессов конверсии плутония компоненты оборудования, которые отдельно специально не предназначены или подготовлены для конверсии плутония, могут быть объединены в системы, которые специально предназначены или подготовлены для использования в целях конверсии плутония.

#### **7.2.1. Специально предназначенные или подготовленные системы для конверсии нитрата плутония в оксид**

##### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

В число основных операций этого процесса входят: хранение и корректировка исходного технологического материала, осаждение и разделение твердой и жидкой фазы, прокаливание, обращение с продуктом, вентиляция, обращение с отходами и управление процессом. Технологические системы, в частности, оборудуются таким образом, чтобы избежать достижения критичности и радиационных эффектов, а также свести к минимуму опасности, связанные с токсичностью. На большинстве установок по переработке этот процесс включает конверсию нитрата плутония в двуокись плутония. Другие процессы могут включать осаждение оксалата плутония или перекиси плутония.

#### **7.2.2. Специально предназначенные или подготовленные системы для производства металлического плутония**

##### **ПОЯСНИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ**

Этот процесс обычно включает фторирование двуокиси плутония, как правило с применением высокоактивного фтористого водорода, с целью производства фторида плутония, который впоследствии восстанавливается с помощью металлического кальция высокой чистоты для получения металлического плутония и фторида кальция в виде шлака. В число основных операций данного процесса входят: фторирование (например, с применением оборудования, содержащего благородные металлы или защищенного покрытием из них), восстановление металла (например, с применением керамических тиглей),

регенерация шлака, обращение с продуктом, вентиляция, обращение с отходами и управление процессом. Технологические системы, в частности, оборудуются таким образом, чтобы избежать достижения критичности и радиационных эффектов, а также свести к минимуму опасности, связанные с токсичностью. Другие процессы включают фторирование оксалата плутония или перекиси плутония с последующим восстановлением металла.

## ПРИЛОЖЕНИЕ С

### КРИТЕРИИ УРОВНЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

1. Целью физической защиты ядерных материалов является предотвращение несанкционированного использования этих материалов и обращения с ними. Пункт 3 а) Руководящих принципов предусматривает согласование между поставщиками уровней защиты, которые должны быть обеспечены в зависимости от типа материалов, оборудования и установок, на которых находятся эти материалы, с учетом международных рекомендаций.
2. Пункт 3 б) Руководящих принципов предусматривает, что осуществление мер по физической защите в стране-получателе является обязанностью правительства этой страны. Однако уровни физической защиты, на которых должны быть основаны эти меры, должны быть предметом соглашения между поставщиком и получателем. В этом контексте такие требования должны применяться ко всем государствам.
3. Документ Международного агентства по атомной энергии INFCIRC/225, озаглавленный "Физическая защита ядерных материалов", и аналогичные документы, которые время от времени подготавливаются международными группами экспертов и дополняются по мере необходимости, чтобы учесть изменение положения в этой области и уровень знаний в отношении физической защиты ядерного материала, являются полезной основой для руководства государств-получателей при разработке системы мер и процедур по физической защите.
4. Классификация ядерного материала по категориям, представленная в прилагаемой таблице, или в том виде, как она может изменяться время от времени по взаимной договоренности между поставщиками, служит согласованной основой для определения конкретных уровней физической защиты в зависимости от типа материалов, оборудования и установок, на которых находятся такие материалы, согласно пунктам 3 а) и 3 б) Руководящих принципов.
5. Согласованные уровни физической защиты, которые должны быть обеспечены компетентными национальными органами при использовании, хранении и перевозке материалов, перечисленных в прилагаемой таблице, как минимум, включают следующие меры защиты:

#### **КАТЕГОРИЯ III**

**Использование и хранение** в пределах зоны, доступ в которую контролируется.

**Перевозка** со специальными мерами предосторожности, включая предварительную договоренность между отправителем, получателем и перевозчиком, и предвари-тельное соглашение между организациями, находящимися под юрисдикцией и руководствующимися нормами регулирования

государств-поставщиков и государств-получателей, соответственно, предусматривающие в случае международной перевозки время, место и процедуры передачи ответственности за перевозку.

## **КАТЕГОРИЯ II**

**Использование и хранение** в пределах защищенной зоны, доступ в которую контролируется, т.е. зоны, находящейся под постоянным наблюдением охраны или электронных устройств, обнесенной физическим барьером с ограниченным числом пропускных пунктов, под соответствующим контролем, или любой зоны с эквивалентным уровнем физической защиты.

Перевозка со специальными мерами предосторожности, включая предварительную договоренность между отправителем, получателем и перевозчиком, и предварительное соглашение между организациями, находящимися под юрисдикцией и руководствующимися нормами регулирования государств-поставщиков и государств-получателей, соответственно, предусматривающие в случае международной перевозки время, место и процедуры передачи ответственности за транспортировку.

## **КАТЕГОРИЯ I**

Материалы этой категории должны быть защищены наиболее надежными системами против несанкционированного использования следующим образом:

**Использование и хранение** в пределах усиленно защищенной зоны, т.е. защищенной зоны, как она определена для категории II выше, доступ в которую дополнительно ограничен лицами, надежность которых была проверена, и под наблюдением охраны, тесно связанной с соответствующими системами реагирования. Специальные меры, принятые в этой связи, должны иметь своей целью обнаружение и предотвращение любого нападения, несанкционированного доступа или несанкционированного изъятия материала.

**Перевозка** со специальными мерами предосторожности, как она определена выше для перевозки материалов категориям II и III, и в дополнение к этому, под постоянным наблюдением конвоя и при условиях, которые обеспечивают тесную связь с соответствующими силами реагирования.

6. Поставщики должны требовать от получателей идентификации тех организаций или органов, которые несут ответственность за обеспечение того, чтобы уровни защиты были достаточными, и за внутреннюю координацию мер по реагированию/возвращению материалов в случае несанкционированного использования защищенных материалов или обращения с ними. Поставщики и получатели должны также определить ответственных в своих национальных органах за осуществление контактов и сотрудничества по вопросам перевозки за пределы страны и другим вопросам, представляющим взаимный интерес.

ТАБЛИЦА: КАТЕГОРИИ ЯДЕРНОГО МАТЕРИАЛА

Материал	Форма	Категории		
		I	II	III
1. Плутоний*[a]	Необлученный*[b]	2 кг или более	менее 2 кг, но более 500 г	500 г или менее*[c]
2. Уран-235	Необлученный*[b]	5 кг или более	менее 5 кг, но более 1 кг	1 кг или менее*[c]
	- уран с обогащением по урану-235 от 20% и выше			
	- уран с обогащением по урану-235 от 10% до 20%			
	- уран с обогащением по урану-235 выше природного, но меньше 10%*[d]			
3. Уран-233	Необлученный*[b]	2 кг или более	менее 2 кг, но более 500 г	500 г или менее*[c]
4. Облученное топливо			Обедненный или природный уран, торий или низкообогащенное топливо (с содержанием менее 10% делящегося материала)*[e][f]	

[a] Как это определено в Исходном списке.

[b] Материал, не облученный в реакторе, или материал, облученный в реакторе, но с уровнем излучения, равным или меньше 100 рад/ч на расстоянии одного метра без защиты (биологической).

[c] Количество, меньшее, чем радиологически значимое количество, должно исключаться из данной категории.

[d] Защита природного урана, обедненного урана и тория, а также количеств урана, обогащенных менее чем до 10% и не подпадающих под категорию III, должна обеспечиваться, исходя из соображений практической целесообразности.

[f] Другое топливо, которое по своему первоначальному содержанию делящегося материала классифицируется по категории I или II перед облучением, может быть понижено на одну категорию, если уровень излучения этого топлива превышает 100 рад/ч на расстоянии одного метра без защиты (биологической).