

| | | |
|------------|--------------|------------|
| ЗМС42Z | | |
| 07.12.2010 | Редакция 1.2 | Утверждена |

Техническая Спецификация

Спецификация на материал для поставки заготовок из бериллия для применения в Первой Стенке реактора ИТЭР

В данной спецификации определены требования, предъявляемые к поставке заготовок из бериллия, которые будут использованы для изготовления бериллиевых плиток для Первой Стенки реактора ИТЭР.

| Процесс утверждения | | | |
|------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| | ФИО | Дата | Должность |
| Разработал | Barabash V. | 07.12.2010: подписан | IO/DG/DIP/CIE/PI/SYSA |
| | Eaton R. | 07.12.2010: подписан | IO/DG/DIP/TKM/INC/BKT |
| Проверил | Chen J. | 10.12.2010: одобрен | |
| | Hirai T. | 07.12.2010: одобрен | IO/DG/DIP/TKM/INC/DIV |
| | Lorenzetto P. | 13.12.2010: одобрен | |
| | Mazul I. | 07.12.2010: одобрен | |
| | Park S. | 08.12.2010: одобрен | IO/DG/SAS/QA |
| | Raffray R. | 08.12.2010: одобрен | IO/DG/DIP/TKM/INC/BKT |
| | Taylor N. | 07.12.2010: одобрен | IO/DG/DIP/CIE/NSE |
| Утвердил | Merola M. | 13.12.2010: утвержден | IO/DG/DIP/TKM/INC |
| Защита документа: Уровень 1 (несекретная информация) | | | |
| Ведущий инженер: Raffray Rene | | | |
| Доступ чтения | для | LG: Blanket приглашенные сотрудники, LG: Blanket Materials, AD: ITER, AD: Сторонние участники, Руководитель проекта, Ведущий инженер | |

Редактирование

| № редакции | Статус | Дата | Описание изменений |
|------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| v1.2 | Утвержден | 07.12.2010 | Раздел 1, абзац 6: Из предложения «Весь поставляемый бериллий должен полностью соответствовать требованиям данной спецификации...» изъято слово «весь», поскольку оно подразумевает, что весь бериллий будет поставлен в рамках данной спецификации, тогда как для поставки бериллия будут применяться две спецификации ОИ. |
| v1.1 | Подписан | 12.11.2010 | В Раздел 1 добавлено положение о требованиях предварительной квалификации. В Раздел 4 добавлено определение заготовки. Более подробно описан рентгенографический контроль (Раздел 7.2). Определено количество испытаний на растяжение (Разделы 6.1 и 9). Внесены изменения в Раздел 11. |
| v1.0 | Подписан | 13.09.2010 | |

1. Область действия документа

В данном документе определены требования, предъявляемые к поставке заготовок из бериллия, которые будут использованы для изготовления бериллиевых плиток для Первой Стенки реактора ИТЭР.

Обозначение материала – Ве, подвергнутый горячему прессованию в вакууме, – поставка по Программе ИТЭР.

Количество бериллиевых заготовок, подлежащих поставке, определяется заинтересованными Домашними Агентствами (ДА). Это количество должно быть достаточным на случай возникновения непредвиденных обстоятельств для того, чтобы можно было изготовить дополнительные изделия взамен забракованных или отремонтировать изделия неподобающего качества.

К объему поставки относятся:

- a) Изготовление полного количества бериллиевых заготовок.
- b) Организация системы качества на заводе. Разработка всех процедур изготовления, контроля (включая исследования), упаковки, хранения и поставки. Графики выполнения работ и документация.
- c) Проведение всех видов контроля и испытаний в процессе и после изготовления, определенных в данной спецификации.
- d) Хранение, упаковка и поставка.

В данной спецификации не рассматривается вопрос безопасности, связанный с производством бериллия. Пользователи данной спецификации несут ответственность за проведение мероприятий по обеспечению безопасности и охране здоровья, а также за определение применимости регулирующих ограничений перед их применением.

Поставляемый бериллий должен полностью соответствовать требованиям данной спецификации и должен прослеживаться по официальному описанию и программе квалификационных испытаний высокими тепловыми потоками, утвержденной в письменном виде Организацией ИТЭР (ОИ). Следующие марки бериллия соответствуют требованиям описания и квалификационных испытаний:

- 1) S-65
- 2) TGP-56FW
- 3) CN-G01

Поставляемый материал должен прослеживаться в соответствии с утвержденными результатами определения свойств и квалификационной программы, т.е. нельзя вносить существенные изменения в свойства материалов, которые прошли квалификационные испытания.

2. Применяющаяся документация

Должны применяться следующие Стандарты. Применяющейся редакцией документа является самая последняя из выпущенных на 01.01.2007, если между ОИ и ДА нет иных договоренностей.

| | |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ASTM E439-04 | Стандартные методы испытаний для химического анализа бериллия |
| ASTM B311-93 (2002)e1 | Метод испытания для определения плотности для материалов порошковой металлургии, пористость которых составляет менее 2% |
| ASTM E-112-96 (2004)e2 | Стандартные методы испытаний для определения среднего размера зерна |
| ASTM E8/E8M-04 | Стандартные методы испытаний для испытания на растяжение металлических материалов |
| ASTM E1742 – 06 | Стандартные методы рентгенографического контроля |

Если это необходимо, могут применяться дополнительные национальные стандарты и/или методики поставщика материалов. ОИ и ДА должны быть проинформированы об этих документах.

После согласования между ОИ и ДА можно применять другие эквивалентные национальные и международные стандарты при условии, что соблюдены критерии эквивалентности.

3. Информация о заказе

ДА несет ответственность за определение требований, предъявляемых к заказу на поставку материала.

4. Изготовление

Основной металл должен быть изготовлен путем горячего прессования в вакууме (ГПВ). Схема, по которой заказанные бериллиевые заготовки отрезаются от исходной заготовки, изготовленной путем ГПВ, должна быть согласована между Изготовителем и Заказчиком. Поставщик должен указать на заготовке или в документации продольные и поперечные направления.

Определения:

- Партия: целая исходная заготовка, изготовленная путем горячего прессования за одну операцию;
- Порция: несколько заготовок одного и того же размера, отрезанных от одной исходной заготовки;
- Заготовка: одна единица материала, отрезанная от исходной заготовки, имеющая предписанные размеры (несколько единиц составляют порцию);
- Направления:
 - o Продольное – направление, параллельное давлению при прессовании;
 - o Поперечное – направление, перпендикулярное давлению при прессовании.

5. Требования к химическим свойствам и физические характеристики

5.1. Химический состав

Химический состав, полученный в соответствии с ASTM E439 и другими применяющимися стандартами, должен соответствовать требованиям, указанным в Таблице 1. Химический анализ должен быть выполнен для каждой исходной заготовки, изготовленной путем ГПВ.

Таблица 1. Химический состав

| Химический элемент | Приемлемый стандарт % от массы |
|------------------------------------------|-----------------------------------|
| Проба бериллия, минимум* | 99.0 |
| Оксид бериллия, максимум | 1.0 |
| Алюминий, максимум | 0.06 |
| Углерод, максимум | 0.10 |
| Железо, максимум | 0.08 |
| Магний, максимум | 0.06 |
| Кремний, максимум** | 0.0030 |
| Другие металлические включения, максимум | 0.04 |

* Перепад (т.е. 100% - другие элементы)

** Изготовитель материала должен предложить надежный метод измерения содержания урана, который согласовывается с ДА и ОИ.

*** Содержание других элементов (например, Cr, Ni, Cu, Ti, Zr, Zn, Mn, Ag, Co, Pb, Ca и Mo) должно быть указано для информации.

5.2. Плотность

Объемная плотность должна составлять 99.0% от теоретической плотности.

Теоретическая плотность определяется следующим образом:

$$\frac{100}{\frac{100 - \%BeO}{1.8477} + \frac{\%BeO}{3.009}} \text{ г/см}^3$$

Метод испытания – ASTM B311. Испытание должно быть выполнено для каждой партии.

Образец для испытания должен быть отобран рядом с местом, откуда берутся образцы для механических испытаний.

5.3. Размер зерна

Исследование микроструктуры для определения размера зерна должно быть выполнено в соответствии с ASTM E112 при помощи метода секущих при увеличении 500. Данный размер зерна определяется на образце для испытаний, отобранном рядом с образцами для механических испытаний. Средний размер зерна не должен превышать 0.020мм. Требуется выполнить одно измерение на партию.

6. Механические свойства

Четыре образца – 2 в продольном и 2 в поперечном направлении – из расчета на каждую партию должны быть испытаны при температуре окружающей среды.

6.1. Механические свойства при растяжении

Испытание на растяжение должно быть выполнено в соответствии с ASTM E 8/E8M.

Материал должен соответствовать требованиям, предъявляемым к механическим свойствам, определенным в Таблице 2.

Таблица 2. Требования к механическим свойствам при растяжении

| Свойство | Значение |
|---------------------------------------------------|----------|
| Пределная прочность при растяжении, МПа, минимум | 290 |
| Пределная текучесть (0.2% смещение), МПа, минимум | 205 |
| Удлинение (в 4 диаметрах), %, минимум | 3.0 |

В случае, если это требование не соблюдается и образец для испытаний имеет физический дефект, или в случае, если неудовлетворительные результаты испытаний являются следствием неправильного монтажа образца или неисправности испытательной установки, испытание необходимо повторить, используя другой образец. В случае удовлетворительных результатов повторного испытания партия должна быть принята, в случае неудовлетворительных результатов применяются положения следующего абзаца.

В тех случаях, когда неудовлетворительные результаты нельзя истолковать исходя из вышеперечисленных причин, можно выполнить вплоть до двух повторных испытаний из расчета на каждый из этих результатов. Такие повторные испытания должны проводиться на втором комплекте образцов для испытаний, которые должны быть отобраны рядом с местом

отбора образцов, которые оказались дефективными. В случае удовлетворительных результатов повторного испытания партия должна быть принята, в случае неудовлетворительных результатов партия бракуется.

6.2. Расположение образца

Образцы для испытаний должны отрезаться от оставшейся части исходной заготовки, изготовленной путем ГПВ, которая была использована для поставки заказанных заготовок. Образцы должны быть соответствующим образом маркированы. Образцы отрезаются в поперечном и продольном направлениях. Об идентификации направления необходимо уведомить вместе с результатами испытаний.

В основе подробной схемы изготовления образцов должны лежать действующие методы изготовления. Эта схема должна быть представлена в ДА и ОИ.

7. Неразрушающий контроль

7.1. Визуальный контроль

Все наружные поверхности подвергаются визуальному контролю в соответствии с ASME, Раздел V, Статья 9. Трещины не допускаются.

7.2. Рентгенографический контроль

Рентгенографический контроль, используя пенетрометр с чувствительностью 2%, должен проводиться в соответствии с ASTM E-1742, однако применяются исключения в части требования контрастности пенетрометра и применяющейся области диапазона оптических плотностей пенетрометра 30% или -15% от плотности в месте расположения пенетрометра. Если не определено иначе, при принятии решения о приемке или браковке должны учитываться участки, находящиеся прямо под пенетрометром.

Материал должен соответствовать следующим требованиям:

| Максимальный размер | Максимальный средний размер | Полные совокупные дефекты в объеме 25.4x25.4x25.4мм ³ |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 0.75мм | 0.50мм | Диаметр сферы 1.25мм |

Подробная программа рентгенографического контроля должна быть согласована с ДА и ОИ. ДА может принять несколько заготовок с дефектами, обнаруженными путем рентгенографического контроля, при условии, что плитки отрезаются за пределами дефектного участка. В этом случае необходимо оформить отчет о несоответствии.

8. Размеры, допустимые отклонения и обработка поверхности

Заготовки должны соответствовать размерам и размерным допускам, установленным в заказе на поставку, а также применяющимся поставочным чертежам. Необходимо зафиксировать основные размеры.

Нужно указать продольное и поперечное направления заготовок.

Материал должен иметь обработанную поверхность. Способ обработки поверхности должен быть указан в заказе на поставку или предложен поставщиком материала.

9. Общий обзор и частота проведения испытаний

Каждая заготовка должна отрезаться от исходной заготовки, которая полностью определена с точки зрения ее химического состава, размера зерна, механических свойств.

Таблица 3. Частота проведения испытаний

| Предмет испытания | Частота проведения | Комментарии |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Химический состав | 1 испытание на партию | |
| Плотность | 1 испытание на партию | |
| Размер зерна | 1 испытание на партию | |
| Механические свойства при растяжении | 4 испытания на партию | 2 – продольного направления, 2 – поперечного направления С каждого конца прессовки нужно отобрать по одному комплекту (продольного + поперечного направления) |
| Визуальный контроль поверхности | Каждая заготовка | |
| Рентгенографический контроль | Каждая заготовка | |
| Размерный контроль | Каждая заготовка | |

10. Приемка

До поставки Заказчику должны быть предоставлены Протоколы испытаний материала. Материал и сертификация должны соответствовать данной спецификации. Материал не может быть принят, если он не соответствует данной спецификации.

11. Сертификация

Необходимо предоставить Свидетельство о проверке типа 3.1 в соответствии с EN10204:2004. В свидетельстве должно быть указано, что материал был изготовлен, отобран, испытан и проверен в соответствии со спецификацией на материал. Документ утверждается уполномоченным представителем службы контроля изготовителя, не являющимся сотрудником производственного отдела.

12. Упаковка и маркировка

Каждая заготовка должна иметь четкую маркировку, содержащую нижеследующую информацию. Маркировка наносится приемлемым способом, определенным Заказчиком.

- Наименование или иное обозначение изготовителя;
- Номер партии и порции;
- Серийный номер заготовки в порции;
- Номер спецификации;
- Рентгеновский номер;
- Номер заказа на поставку;
- Предупреждающий знак о наличии бериллия.

Предупреждающие знаки (которые должны быть переведены на английский язык) должны быть нанесены на каждую упаковку. Поставщик должен гарантировать, что партии груза соответствуют обязательным требованиям, применяющимся к транспортировке бериллия по стране происхождения и до страны назначения.

13. Протокол испытаний материала

В Протоколе должна содержаться следующая информация:

- Обозначение и маркировка материала;
- Номер партии (исходной заготовки);
- Номер порции;
- Обозначение заказа;
- Результат химического анализа;
- Данные измерения плотности;
- Данные исследования микроструктуры и данные о размере зерна;
- Результаты испытаний механических свойств;
- Указание места, из которого были отобраны образцы для всех требующихся испытаний и проверок;
- Результаты визуального контроля;
- Данные относительно упаковки.

14. Требования обеспечения качества

Требования обеспечения качества, предъявляемые к поставке бериллия, должны соответствовать положениям документа ITER Procurement Quality Requirements (22MFG4).

15. Доступ инспекторов

Представители ОИ, ДА и/или инспектор от третьей стороны, предварительно отправив уведомление, должны иметь право посещать предприятие Поставщика или предприятие его субподрядчика с целью проверки хода выполнения и статуса работ, составляющих предмет поставки, а также присутствовать при проведении испытаний.

Поставщик, через соответствующее ДА, должен предоставлять в распоряжение ОИ и инспектора от третьей стороны информацию и документы, необходимые для определения хода выполнения и статуса работ.