

IDM UID <b>FUMUHR</b>
VERSION CREATED ON / VERSION / STATUS <b>27 May 2013 / 1.1 / Approved</b>
EXTERNAL REFERENCE

**Technical Specification  
Grade 660 for Blanket**

This specification covers the supply of bars of Grade 660 (UNS Number S66286) for use for the ITER Blanket System.

<i>Approval Process</i>			
	<i>Name</i>	<i>Action</i>	<i>Affiliation</i>
<i>Author</i>	Eaton R.	27-May-2013:signed	IO/DG/DIP/TKM/INC/BKT
<i>Co-Authors</i>	Barabash V.	27-May-2013:signed	IO/DG/DIP/CIE/PEI/SEAS
<i>Reviewers</i>	Chappuis P.	05-Jun-2013:recommended	IO/DG/DIP/TKM/INC/BKT
	Jung C. Y.	06-Jun-2013:recommended	IO/DG/SQS/QA
	Raffray R.	06-Jun-2013:recommended	IO/DG/DIP/TKM/INC/BKT
<i>Approver</i>	Merola M.	06-Jun-2013:approved	IO/DG/DIP/TKM/INC
<i>Document Security: level 1 (IQ unclassified)</i>			
<i>RO: Barabash Vladimir</i>			
<i>Read Access</i>	RO, project administrator, LG: Blanket add right persons, LG: Blanket Materials, AD: ITER, AD: External Collaborators, AD: Auditors		

<i>Change Log</i>				
<i>Title (Uid)</i>	<i>Version</i>	<i>Latest Status</i>	<i>Issue Date</i>	<i>Description of Change</i>
Grade 660 for Blanket (FUMUHR_v1_1)	v1.1	Approved	27 May 2013	Reference to ASTM E45 removed
Grade 660 for Blanket (FUMUHR_v1_0)	v1.0	In Work	24 May 2013	1st Issue of specification for Blanket PA
Grade 660 for Blanket (FUMUHR_v0_0)	v0.0	In Work	29 Apr 2013	

DISCLAIMER: THIS DOCUMENT IS UNCLASSIFIED. PLEASE CHECK THE STATUS OF THE DOCUMENT IN DDM.

### Table of Contents

- 1 Scope.....2**
- 2 Referenced Documents.....2**
  - 2.1 ASME Code:.....2**
  - 2.2 ASTM Standards: .....2**
  - 2.3 EN Standard:.....2**
- 3 Definition, manufacture, heat treatment and delivery condition.....3**
  - 3.1 Definitions .....3**
  - 3.2 Manufacture, heat treatment and delivery requirements .....3**
- 4 Chemical Composition.....3**
- 5 Grain size, microstructure and inclusions requirements .....4**
- 6 Mechanical Properties.....4**
  - 6.1 Tensile Properties and hardness .....4**
- 7 Dimensions and Permissible Variations .....5**
- 8 Non-destructive examination .....5**
  - 8.1 Visual Examination.....5**
- 9 Acceptance .....5**
- 10 Summary and Frequency of Required Tests .....5**
- 11 Documentation.....5**
- 12 Marking and Packaging .....6**
- 13 Quality Assurance Requirements.....6**

## 1 Scope

This specification covers the supply of bars of Grade 660 (UNS Number S66286) for application on the ITER Blanket System where threading is not required.

This specification is based on ASTM standard A638/A638M - 10 and includes additional requirements. The used terminology and definitions are as per A638/A638M -10 and A484/A484M-10.

The quantity of the material to be procured shall be specified by the concerned Domestic Agency (DA) and shall include appropriate contingency to face unexpected difficulties, to remake rejected parts and to repair parts with insufficient quality.

The supply covers the following items:

- a) Manufacture of total quantity of bars
- b) Organisation of quality at works. Elaboration of all procedures required for the manufacturing, inspection (including analyses), packaging, storage and delivery. Time schedules and documentation;
- c) To perform all the inspections and tests during and after manufacturing envisaged in this specification;
- d) Storage, packaging and delivery.

## 2 Referenced Documents

The following Codes and Standards shall be referred:

### 2.1 ASME Code:

Section V, Article 9                      Visual Examination,

### 2.2 ASTM Standards:

A638/A638M - 10	Standard Specification for Precipitation Hardening Iron Base Superalloy Bars, Forgings and Forging Stock for High-Temperature Service
A484/A484M - 10	Specification for General Requirements for Stainless Steel Bars, Billets, and Forgings
A751 - 08	Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products
E112 - 10	Standard Test Methods for Determining Average Grain Size
E21 - 09	Standard Test Methods for Elevated Temperature Tension Tests of Metallic Materials

Including all relevant standards in ASTM A484/A484M - 10.

### 2.3 EN Standard:

EN 10204:2004                      Metallic products: Type of inspection documents

Other equivalent national or international standards and codes may be acceptable subject to written approval by the ITER Organisation (IO), after demonstration that all the prescribed requirements are satisfied.

### 3 Definition, manufacture, heat treatment and delivery condition

#### 3.1 Definitions

A heat is a single melt of material used to cast one or several ingots.

*Definition of lot* – see ASTM A484/A 484M: A lot for product analysis shall consist of all bars, shapes, or forgings made from the one heat with the same manufacturing process and the same applied heat treatment. For other tests required by the product specification, a lot shall consist of all bar products of the same size, with total weighing less than 500 kg and produced under the same processing conditions.

#### 3.2 Manufacture, heat treatment and delivery requirements

The steel shall be made using electric furnace or by any other technically equivalent process.

Purchaser shall specify in the purchase order required product forms as described in Section 3 (Ordering Information) of ASTM A638/638M.

Final part in design shall be in solution and precipitation treated condition, Purchaser may select material only in solution treated, but it shall be demonstrated that after final precipitation treatment mechanical properties of this specification will be met

Samples cut from bars shall conform to the mechanical properties of Table 2 (section 6 of this specification) when heat treated.

Type 2 heat treatment in accordance with ASTM A638/A638M is selected:

- Solution treatment - 980 ± 15°C, hold 2 h, oil or water quench
- Precipitation hardening treatment - 705 to 760°C, hold 16 h, air cool or furnace cool

### 4 Chemical Composition

The material shall conform to the chemical composition requirements prescribed in Table 1. Chemical analysis shall be in accordance with Test Methods, Practices, and Terminology A751.

One sample per heat shall be selected for chemical analysis.  
For the product analysis, one sample per lot shall be taken.

**Table 1 Chemical composition requirements**

Element	Content in wt.%
Fe	balance
C	0.08 max
Mn	2.00 max
P	0.040 max
S	0.030 max
Si	1.00 max
Ni	24.00 – 27.00
Cr	13.50 – 16.00
Mo	1.00 – 1.50
Ti	1.90 – 2.35
Al	0.35 max
V	0.10 – 0.50
B	0.001 – 0.010
Nb#	0.10
Ta#	0.05
Co#	0.20

# Radiation protection requirements

## 5 Grain size, microstructure and inclusions requirements

The microstructural examination to determine grain size is to be in accordance with ASTM E112. The grain size number shall be equal or greater than 2. Micrographic examination with photograph shall be performed and reported.

## 6 Mechanical Properties

### 6.1 Tensile Properties and hardness

The material shall conform to the mechanical property requirements specified in Table 2 after heat treatment as described in Section 3 of this specification.

**Table 2 Requirement for tensile properties\***

Temperature, C	Tensile Strength, min MPa	Yield Strength, 0.2% min MPa	Elongation in 4D, min, %	Reduction of Area, min, %	Brinell Hardness
20	895	585	15	18	248 min
250	803	549			

\* Heat treatment Type 2: solution annealing + precipitation hardening treatment (Section 3 of this specification).

Two tensile tests at ambient and elevated temperatures and one hardness measurement shall be made if the lot consists of parts of the same nominal diameter.

## 7 Dimensions and Permissible Variations

The material shall conform to the permissible tolerances indicated in Purchaser's order and in compliance with A484/A484M -10.

## 8 Non-destructive examination

### 8.1 Visual Examination

All external surfaces shall be examined by a visual examination in accordance with ASME Section V, Article 9. The surfaces shall be plane, uniform and free from wrinkles, buckles, blowholes, tears, cracks and inclusions.

## 9 Acceptance

Material Test Reports have to be provided to the Purchaser prior to delivery. Material and certification shall be in compliance with this specification. Material cannot be accepted if it does not comply with this specification.

## 10 Summary and Frequency of Required Tests

Table 3 Frequency of tests

Test	Frequency of test	Comments
Chemical composition	1 test per lot	
Grain size and micrograph	1 test per lot	Samples taken close to mechanical test specimens
Tensile properties	2 test per lot	2 specimens at 2 testing temperature
Hardness	1 tests per lot	
Dimensional check	Per each bar	In accordance with purchase drawing
Visual examination	Per each bar	-

## 11 Documentation

The Supplier shall provide the Inspection Certificate type 3.1 in accordance with EN 10204:2004, which include at least the following information:

- Material designation and marking
- Melting process method
- Heat number
- Identification of Supplier
- Identification of order
- Result of chemical analysis
- Record of heat treatment

## **ITER\_D\_FUMUHR v1.1**

- Records of microstructure examination, and grain size
- Results of mechanical property tests (tensile, hardness)
- Records of visual examination
- Packaging data

All documents shall be in the English language and all measures shall be given in the metric system SI. Each document shall be provided as an electronic file in PDF format.

### **12 Marking and Packaging**

See ASTM A638 requirements:

Each bundle shall be properly tagged with metal tags showing the purchase order number, heat number, name of alloy (or grade).

Bars 25 mm and over in diameter, or in 25 mm and over in thickness between parallel sides, shall be stamped with the heat number, within approximately 50 mm of one end. Smaller sizes shall be boxed or bundled and identified with metal tags as described in above.

Additionally the following shall be reported:

- Specification number,
- Heat number,
- heat treatment condition,
- Dimensions: diameter and length, total weight, type of finish
- Product number or unique identification number related to quality history

The supplier shall ensure that consignments comply with regulatory requirements applicable to transport and to the country of destination.

### **13 Quality Assurance Requirements**

The quality organisation shall comply with the requirements defined in Annex A of the Procurement Arrangement.

**Техническая спецификация**  
**Сталь 660 для изготовления blankets**

Настоящая спецификация относится к поставке прутков из стали 660 (UNS S66286) для использования в системе blankets ИТЭР.

## Содержание

1	Область применения	3
2	Документы для ссылок	3
	2.1 Нормы и правила ASME:	3
	2.2 Стандарты ASTM:	3
	2.3 Стандарт EN:	3
3	Определения, изготовление, термическая обработка и условия поставки	4
	3.1 Определения	4
	3.2 Изготовление, термическая обработка и требования по поставке	4
4	Химический состав	4
5	Требования по размеру зерна, микроструктуре и включениям	5
6	Механические свойства	5
	6.1 Требования по прочности на растяжение и твердости	5
7	Размеры и допустимые изменения	6
8	Неразрушающий контроль	6
	9.1 Визуальный контроль	6
9	Приемка	6
10	Общая информация о необходимых испытаниях и их периодичность	6
11	Документация	6
12	Упаковка и маркировка	7
13	Требования по обеспечению качества	7

## 1 Область применения

Настоящая спецификация относится к поставке прутков из стали 660 (UNS S66286) для применения в системе blanket ИТЭР, где не требуются резьбовые соединения.

Настоящая спецификация разработана на основе стандарта A638/A638M-10 Американского общества по испытаниям материалов (ASTM) и включает в себя дополнительные требования. Применяемая терминология и определения соответствуют стандартам ASTM A638/A638M-10 и A484/A484M-10.

Количество закупаемого материала определяется соответствующей Национальной организацией (НО) с учетом непредвиденных обстоятельств, вызванных неожиданно возникшими сложностями, повторным изготовлением отбракованных изделий и ремонтом деталей неудовлетворительного качества.

Поставка включает в себя следующие виды деятельности:

- a) Изготовление полного количества прутков;
- b) Организацию обеспечения качества при выполнении работ; разработку всех процедур, необходимых для этапов изготовления, контроля (включая анализы), упаковки, хранения и доставки.
- c) Проведение всех необходимых инспекций и испытаний во время и после изготовления, предусматриваемых настоящими техническими условиями.
- d) Хранение, упаковку и доставку.

## 2 Документы для ссылок

Делаются ссылки на следующие нормы, правила и стандарты:

### 2.1 Нормы и правила ASME:

Раздел V, статья 9 Визуальный контроль

### 2.2 Стандарты ASTM:

A638/A638-10	Типовая спецификация на прутки, поковки и кованные заготовки из дисперсионно упроченного суперсплава на основе железа для работы в условиях высокой температуры
A484/A484M-10	Спецификация по общим требованиям к пруткам, кованным заготовкам и поковкам из нержавеющей стали
A751-08	Методы испытания, методики и терминология по химическому анализу изделий из стали
E112-10	Типовые методы испытаний для определения среднего размера зерна
E21-09	Типовые методы испытаний металлических материалов на растяжение при повышенных температурах

А также все релевантные стандарты, указанные в стандарте ASTM A484/A484M-10.

### 2.3 Стандарт EN:

EN 10204:2004 Металлические изделия: Тип документов по проведению контроля.

Могут использоваться другие равноценные национальные или международные стандарты, нормы и правила при наличии соответствующего письменного согласия Организации ИТЭР (ОИ) и после подтверждения выполнения всех предписанных требований.

### **3 Определения, изготовление, термическая обработка и условия поставки**

#### **3.1 Определения**

Плавка – единичный акт плавления материала, используемого для отливки одного или нескольких слитков.

*Определение термина «партия»* см. в стандарте ASTM A484/A484M: Одна партия для анализа изделий состоит из всех прутков, профилей или поковок, изготовленных из одной плавки по одной и той же технологии и подвергнутых одному и тому же виду термообработки. Применительно ко всем другим видам испытаний, требуемых по техническим условиям на изделие, партия включает в себя всю прутковую арматуру одного и того же размера общим весом менее 500 кг, изготовленную при одних и тех же технологических режимах.

#### **3.2 Изготовление, термическая обработка и требования по поставке**

Сталь изготавливается с использованием электропечи либо любым другим равноценным с технической точки зрения способом.

Покупателем в заказе на закупку должны быть указаны необходимые формы изделий в соответствии с разделом 3 («Информация по оформлению заказа») стандарта ASTM A638/638M.

На заключительном этапе материал подвергается термообработке на твердый раствор и дисперсионному упрочнению, при этом Покупатель может выбрать материал, подвергнутый только термообработке на твердый раствор, однако должно быть продемонстрировано, что после конечного дисперсионного упрочнения механические свойства материала будут соответствовать требованиям настоящей спецификации.

При обработке механические свойства образцов, вырезаемых из прутков, должны соответствовать значениям из таблицы 2 (раздел 6 настоящей спецификации).

Выбирается термообработка типа 2 по стандарту ASTM A638/A638M:

- Термообработка на твердый раствор –  $980 \pm 15^{\circ}\text{C}$ , выдержка 2 ч, закалка в масле или воде
- Дисперсионное упрочнение –  $705 - 760^{\circ}\text{C}$ , выдержка 16 ч, охлаждение на воздухе или охлаждение в печи.

### **4 Химический состав**

Материал должен соответствовать требованиям по химическому составу из таблицы 1. Химические анализы проводятся в соответствии со стандартом A751 «Методы испытаний, методики и терминология».

Для химических анализов отбирается один образец на плавку.

Для анализа качества продукции берется один образец на партию.

**Таблица 1 Требования к химическому составу**

Элемент	Содержание, вес. %
Fe	остальное
C	0.08 макс.
Mn	2.00 макс.
P	0.040 макс.
S	0.30 макс.
Si	1.00 макс.
Ni	24.00 – 27.00
Cr	13.50 – 16.00
Mo	1.00 – 1.50
Ti	1.90 – 2.35
Al	0.35 макс.
V	0.10 – 0.50
B	0.001 – 0.010
Nb#	0.10
Co #	0.05
Ta #	0.20

# Требования по радиационной защите.

#### 5 Требования по размеру зерна, микроструктуре и включениям

Контроль микроструктуры для определения размера зерна проводится по стандарту ASTM E112. Размер зерна должен быть не менее 2. Выполняется с составлением отчета микрографический контроль с фотоснимками.

#### 6 Механические свойства

##### 6.1 Требования по прочности на растяжение и твердости

После термообработки в соответствии с разделом 3 настоящей спецификации материал должен соответствовать требованиям по механическим свойствам из таблицы 2.

**Таблица 2 Требования по прочности на растяжение\***

Температура, °С	Предел прочности на растяжение, МПа	Предел текучести, 0,2%, мин. МПа	Удлинение в 4D, мин., %	Относительное сужение, мин., %	Твердость по Бринеллю
20	895	585	15	18	248 мин.
250	803	549			

\* Термообработка типа 2: отпуск на твердый раствор + дисперсионное упрочнение (раздел 3 настоящей спецификации).

Если партия состоит из элементов одного и того же номинального диаметра, то проводятся два испытания на растяжение при температуре окружающей среды и при повышенной температуре, и выполняется одно измерение твердости.

## 7 Размеры и допустимые изменения

Материал должен соответствовать размерам и разрешенным допускам, указанным в заказе Покупателя и по стандарту A484/A484M-10.

## 8 Неразрушающий контроль

### 8.1 Визуальный контроль

Контроль всех внешних поверхностей проводится визуально по стандарту ASME (раздел V, статья 9). Поверхности должны быть плоскими и однородными и не должны иметь морщин, выпуклостей, раковин, разрывов, трещин и включений.

## 9 Приемка

Покупателю должны быть предоставлены отчеты об испытаниях материала в соответствии с нормами и правилами ASME (раздел V, статья 9). Материал и его аттестация должны соответствовать настоящей спецификации. Материал не подлежит приемке, если он не соответствует настоящей спецификации.

## 10 Общая информация о необходимых испытаниях и их периодичность

Таблица 3 Периодичность испытаний

Испытание	Периодичность испытания	Замечания
Химический состав	Одно испытание на партию	
Размер зерна и микрография	Одно испытание на партию	Образцы берутся близко к месту отбора образцов для механических испытаний
Свойства прочности на растяжение	Два испытания на партию	Два образца при двух температурах испытания
Твердость	Одно испытание на партию	-
Контроль размеров	По каждому прутку	В соответствии с закупочным чертежом
Визуальный контроль	По каждому прутку	-

## 11 Документация

Поставщиком должен быть представлен акт проведения контроля типа 3.1 по стандарту EN 10204:2004 с включением в него как минимум следующей информации:

- Обозначение и маркировка материала
- Метод плавки
- Номер плавки
- Информация о Поставщике
- Номер заказа
- Результаты химического анализа
- Данные термообработки
- Данные контроля микроструктуры и размера зерна
- Результаты испытаний на механические свойства (прочность на растяжение, твердость)
- Результаты визуального контроля
- Сведения об упаковке

Все документы должны быть на английском языке, а все единицы измерения указываются в метрической системе СИ. Каждый документ представляется в электронном виде в формате PDF.

## **12 Упаковка и маркировка**

См. требования стандарта ASTM A638:

К каждому пакету должна быть прикреплена металлическая бирка с указанием номера заказа на закупку, номера плавки и названия сплава (или марки).

На прутках диаметром 25 мм и более либо толщиной 25 мм и более между параллельными сторонами должен быть проштампован номер плавки (примерно на расстоянии 50 мм от одного из концов). Прутки меньшего размера упаковываются в коробки или пакеты с прикреплением к ним металлических бирок (см. выше).

Дополнительно предоставляется следующая информация:

- Номер спецификации,
- Номер плавки,
- Режимы термообработки,
- Размеры: диаметр и длина, общий вес, вид чистовой обработки
- Номер изделия или уникальный идентификационный номер, связанный с информацией о картине изменения качества изделия во времени.

Поставщиком должно быть обеспечено соответствие товарных партий нормативным требованиям применительно к транспортировке и стране назначения.

## **13 Требования по обеспечению качества**

Служба контроля качества должна быть организована в соответствии с требованиями, представленными в Приложении А Соглашения о поставке.