



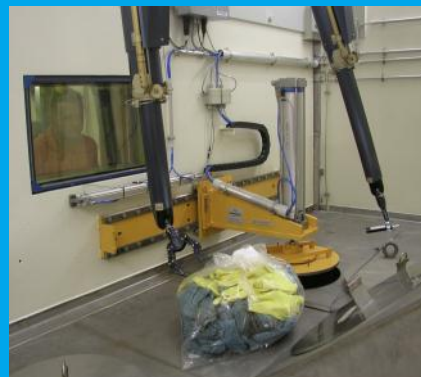
**Siempelkamp**

Nukleartechnik

# SIEMPELKAMP

**Международный Форум АТОМЭКСПО 2014**  
**Контейнеры для окончательного удаления разных**  
**ТИПОВ радиоактивных отходов**

Д-р Вольфганг Штайнварц



# Варианты использования контейнеров

**Вариант  
Использования:**

Контейнер  
хранения

Транспортный  
контейнер

Многоцелевой  
контейнер

**Назначение:**

Промежуточное  
хранение/  
Окончательное  
удаление

Транспортировка

Промежуточное  
хранение  
Транспортировка  
Окончательное  
удаление

**Основные  
требования:**

Герметичность  
Коррозионная стойкость  
Соблюдение  
условий хранения

Целостность  
Сценарии инцидентов

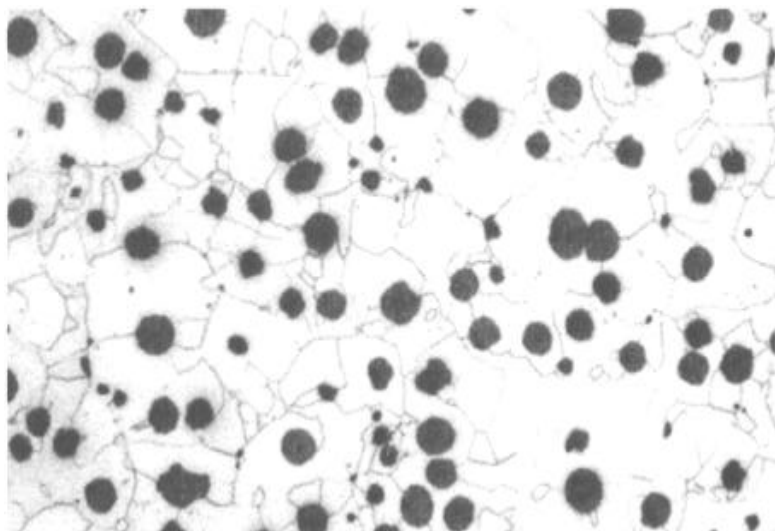
Герметичность  
Коррозионная стойкость  
Соблюдение  
условий хранения  
Сценарии инцидентов



**Соответствующие конструкции контейнеров из ВЧШГ полностью отвечают всем основным требованиям по обоим назначениям**



# Материал: чугун с шаровидным графитом



Микроструктура ферритного чугуна с шаровидным графитом GJS-400

Чугун с шаровидным графитом определен по DIN EN 1563 как GJS-400 в Европе и в ASTM A A 874 M-89 в США

Характеристики чугуна с шаровидным графитом (= чугун с шаровидными включениями графита)

- **Матрица:** ферритный чугун
- **углерод:** 3.3 – 3.8 масс%, в матрице представлен преимущественно шаровидными включениями графита

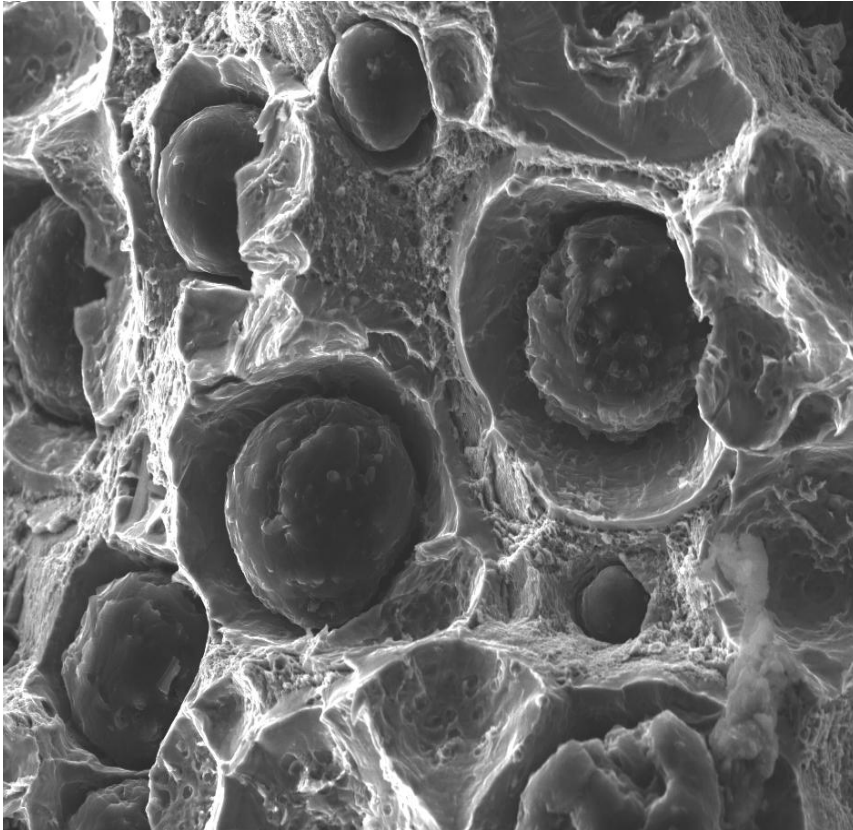
Характеристики при комнатной температуре

- **предел текучести:**  $\geq 230$  МПа
- **Предел прочности:**  $\geq 330$  МПа
- **Относительное удлинение:**  $\geq 8\%$
- **Вязкость разрушения:**  $\geq 50$  МПа $\sqrt{м}$  (при - 40°C)
- **Плотность:**  $\geq 7.1$  г/см<sup>3</sup>
- **Коррозия:** образует первичную плотную, вязкую, защитную оксидную пленку



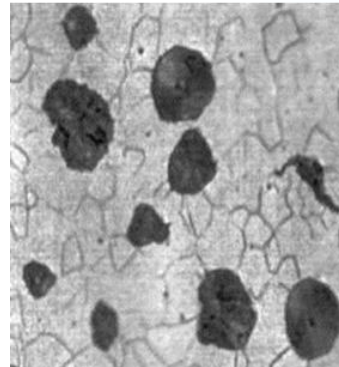
Устойчивость при деформации

# Материал: чугун с шаровидным графитом



шаровидные включения графита  
на поверхности отливки из  
высокопрочного чугуна

Высокопрочный чугун:  
низкие угловые напряжения



Серый чугун:  
высокие угловые напряжения





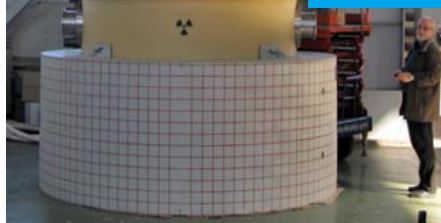
## Отливка контейнеров

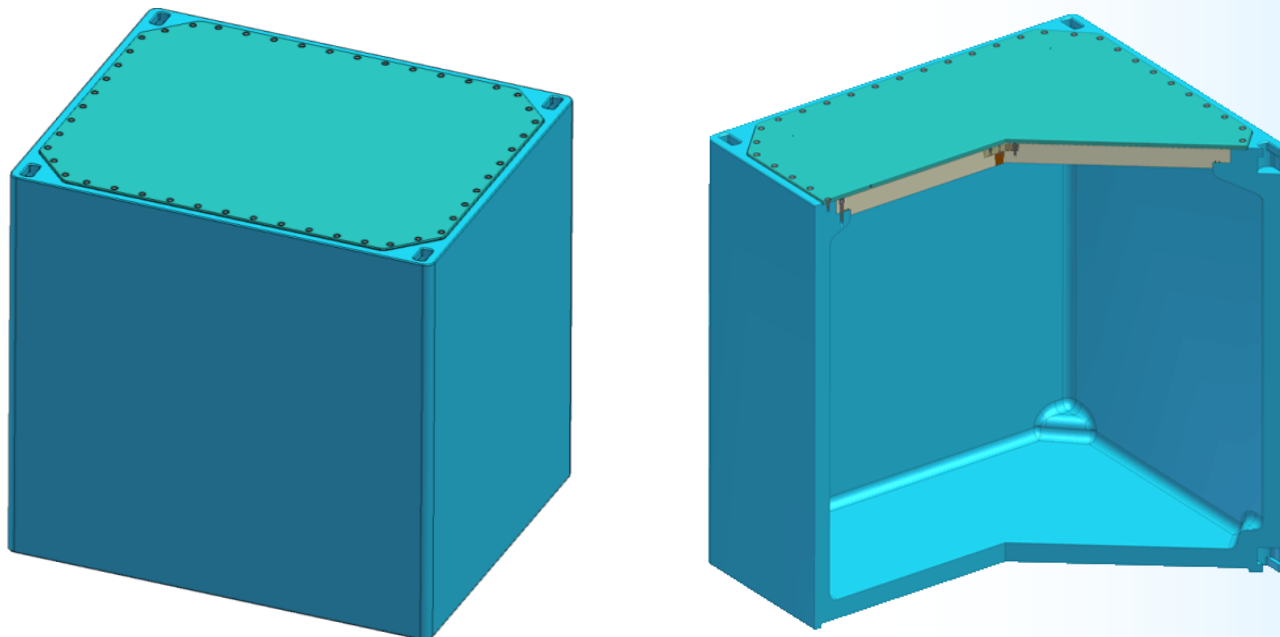
- **выбранные исходные материалы и присадки наряду с хим. анализом обеспечивают безопасное изготовление в электрических печах**
- **процесс отливки занимает менее 120 секунд**
- **используемая изложница гарантирует быструю кристаллизацию, что обеспечивает оптимальную микроструктуру**
- **объем расплавленного чугуна достигает 165 метрических тонн**
- **монолитный корпус контейнера из одной отливки без сварных швов**

# Изготовление контейнеров



## Транспортировка и хранение радиоактивных отходов



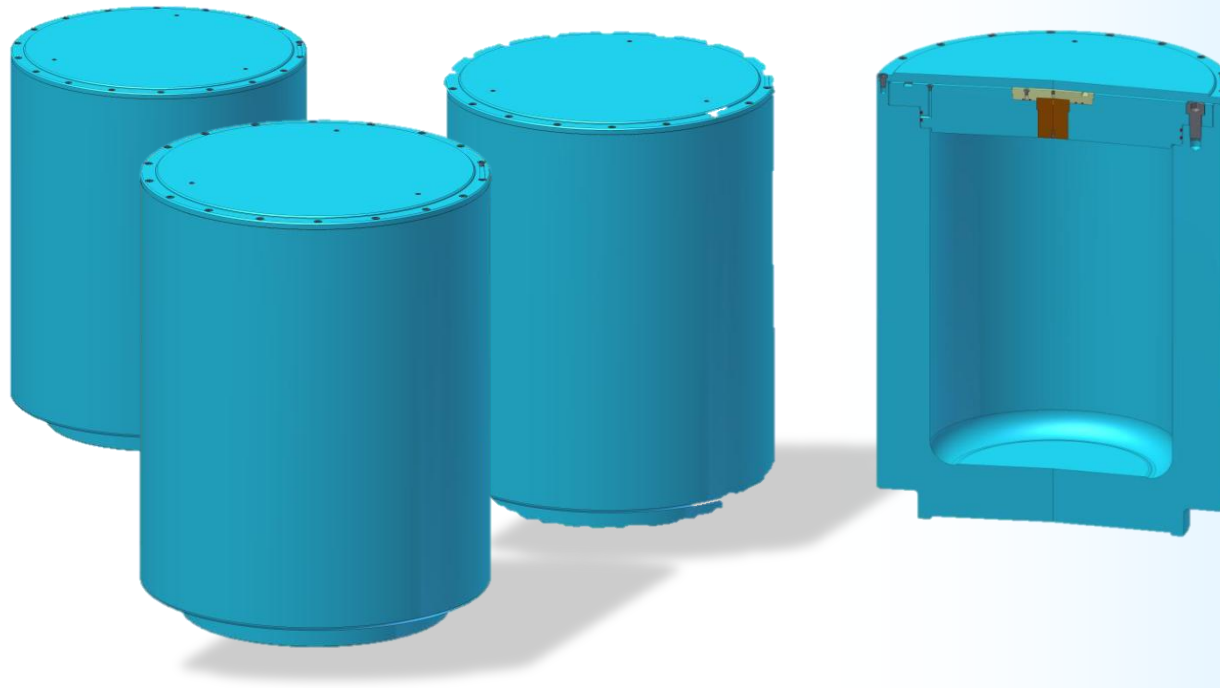


## BlueBox®

Габариты (Д x Ш x В):	2000 x 1600 x 1700 мм
Толщина стенки (min.-max.):	80 мм - 200 мм
Вес контейнера:	ок. 12.6 т
Полезная нагрузка (при 25 т общего веса):	до 12.3 т



# BlueBarrel



## BlueBarrel®

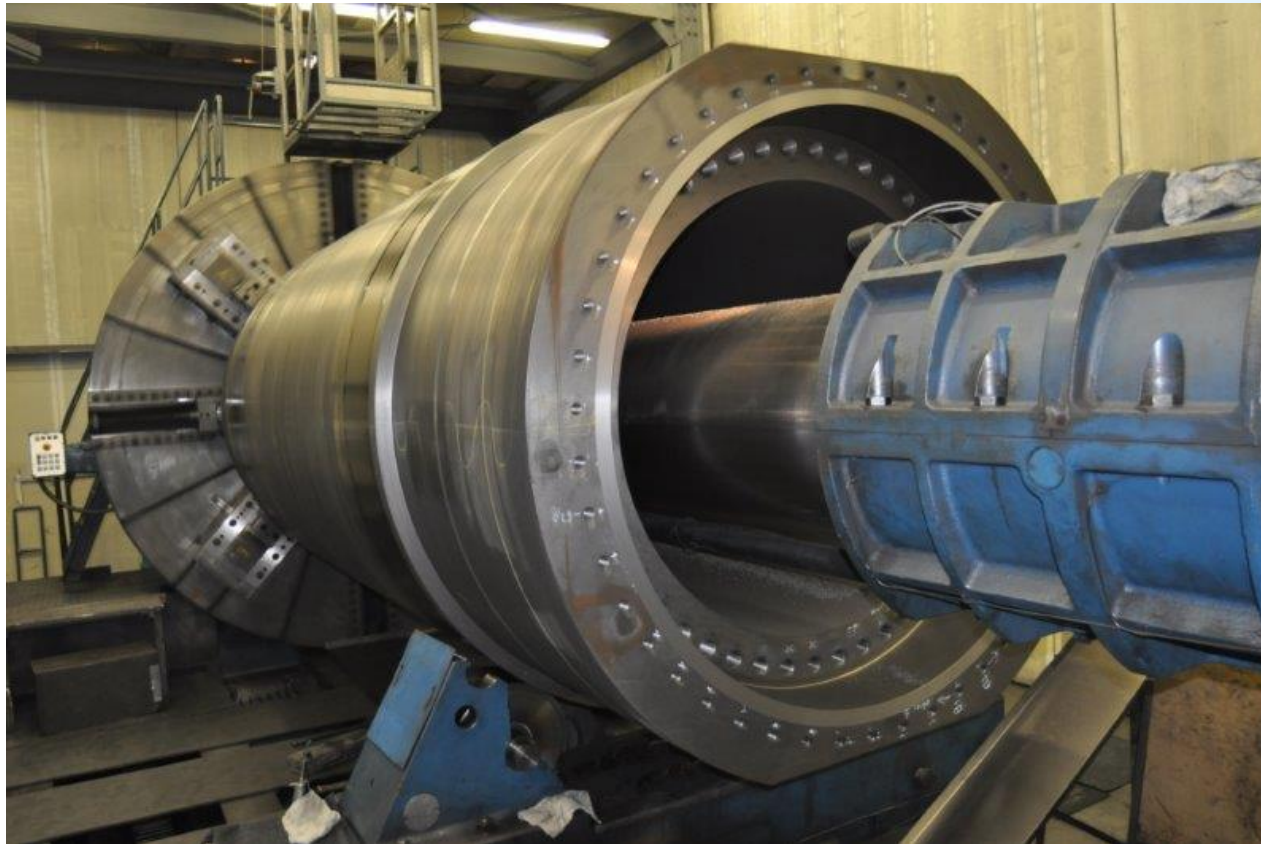
Габариты (Д x В):	1200 x 1700 мм
Толщина стенки:	200 мм
Общий вес контейнера:	ок. 8.89 т
Полезная нагрузка (при 14 т общего веса):	ок. 5.11 т





Отливка контейнера ТУК  
(129.0 т – 156.5 т расплава)

## Механическая обработка контейнера ТУК-153



# Правила МАГАТЭ

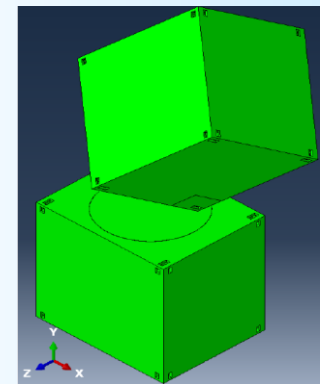
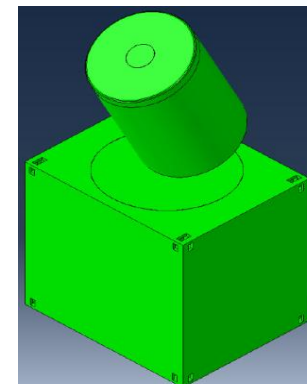
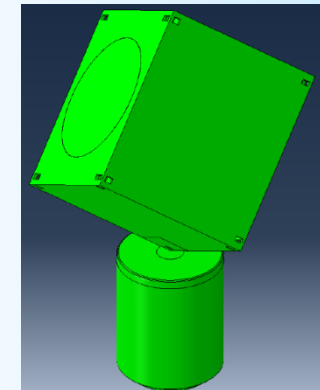
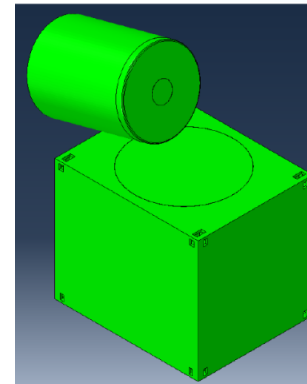
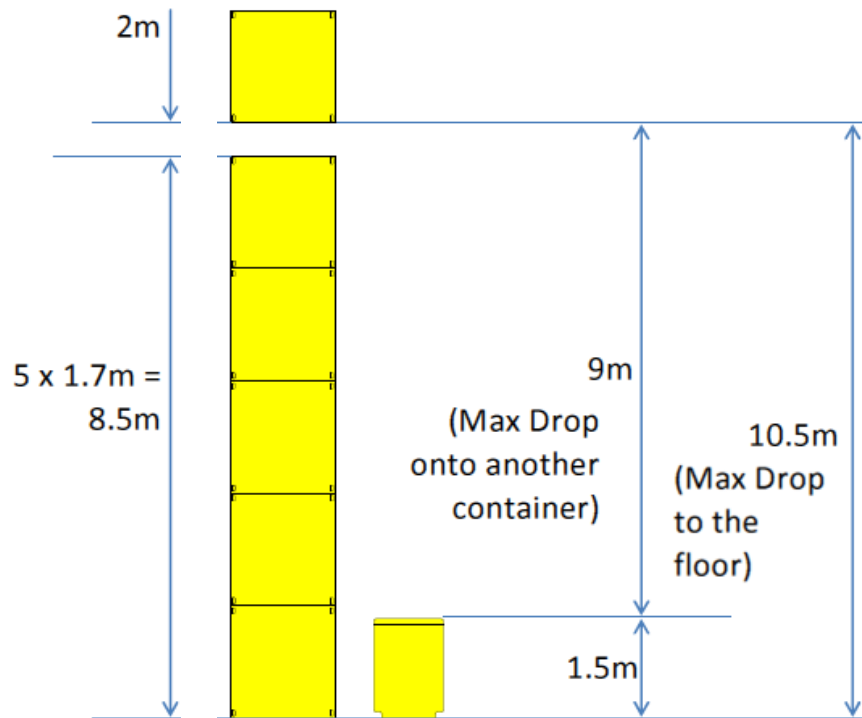
## Требования к конструкции и испытаниям для транспортировки РАО

Требования к перевозке радиоактивных материалов	Общая упаковка	Промышленная упаковка				
		ПУ-1	ПУ-2	ПУ-3	тип А	тип В
<b>Тип контейнера</b>						
<b>Общие условия:</b> подъем, тряска, хранение, упаковка материалов	•	•	•	•	•	•
<b>Дополнительные требования для перевозки воздушным путем:</b> температура, давление		•	•	•	•	•
<b>Нормальные условия транспортирования</b>						
Бросковые испытания 0.3 – 1.2 м			•	•	•	•
Испытания нагрузкой			•	•	•	•
Испытание обрызгиванием						
Испытание на ударпрочность:						
1.0 м				•	•	
1.7 м					жидкость/ газ	
<b>Аварийные условия</b>						
Бросковые испытания 9.0 м					жидкость/ газ	Тяжелая упаковка.
Испытания на ударпрочность 1.0 м						•
Испытания на смятие 9.0 м						Легкая упаковка
Огневые испытания						•
Испытание на водопроницаемость:						
15 м						•
200 м						nuclear fuels
<b>Испытания на водопроницаемость во время критичности</b>		<b>В случае делящихся материалов</b>				



# Требования к конструкции для окончательных могильников

## Пример: сценарии при аварийных условиях (Великобритания)



Source: Nuclear Decommissioning Authority

# Бросковые испытания прототипов



Броское испытания BlueBox® с 5.2 м



Бросковые испытания контейнера ТЦК-140 с 9 м

# Опыт



## Перечень выполненных работ (на 31/12/2013)

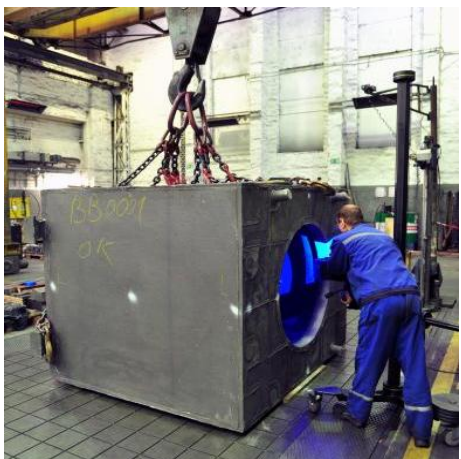
Тип	Кол-во штук
CASTOR®	653
MOSAİK®	6,846
Чугунные контейнеры (включая BlueBox™)	405
Бетонные контейнеры из гранулята	2,802
Особые контейнеры	208
ТУК-140, ТУК-153	7
<b>Всего</b>	<b>10921</b>

# Выводы

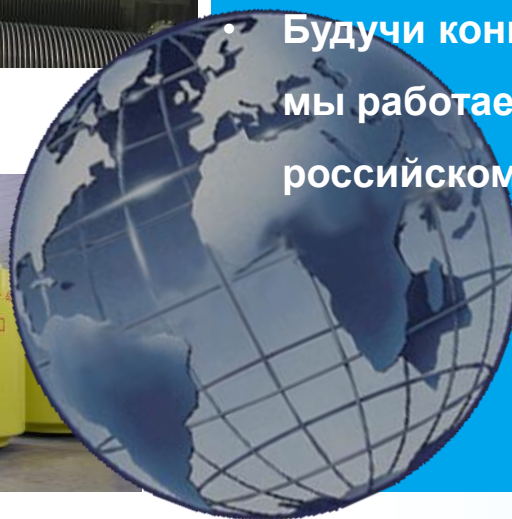
Изготовлено при сотрудничестве с ОАО «ИЦЯК»



Изготовлено для GNS



- Контейнеры Siempelkamp представляют отработанную технологию для безопасной транспортировки и хранения радиоактивных отходов
- Успешное сотрудничество с «ИЦЯК» началось несколько лет назад на базе лицензии на проектирование линейки ТУК
- Будучи конкурентоспособной командой мы работаем над важными проектами на российском и международном рынках



[www.siempelkamp.com](http://www.siempelkamp.com)



**Спасибо за Ваше внимание!**

