

Восстановление ресурсных характеристик графитовой кладки реактора энергоблока № 1 Ленинградской АЭС

Главный инженер
Кудрявцев
Константин Германович

Март 2014 года

Содержание доклада

1. Механизм формоизменения ГК и элементов РУ.....3
2. Организация работ по ВРХ.....7
3. Технологический процесс выполнения работ.....15
4. Результаты выполнения работ по ВРХ.....23

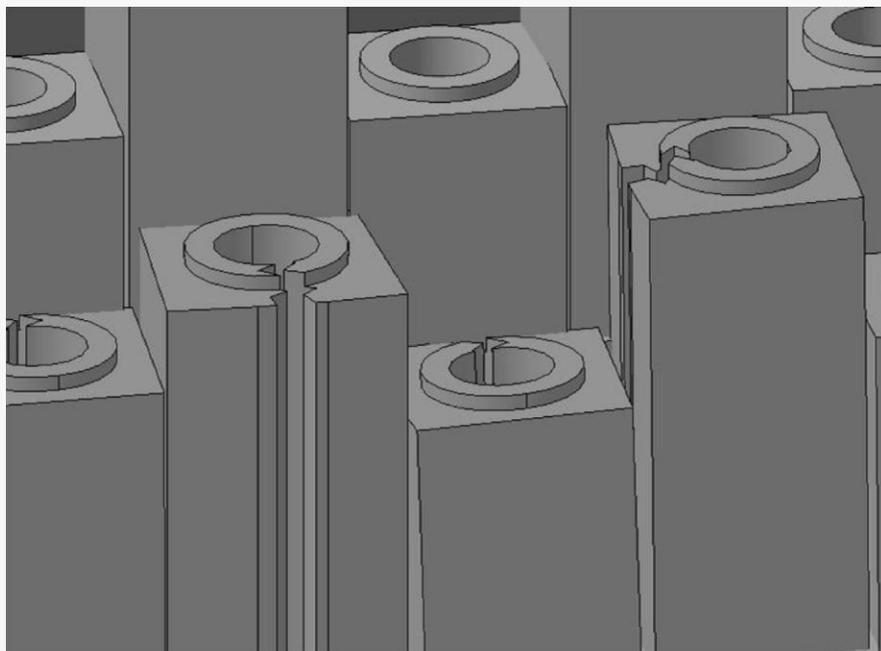
1. Механизм формоизменения ГК и элементов РУ

- Искривление графитовой кладки – следствие растрескивания графитовых блоков
- Появление трещин связано с переходом графита в стадию вторичного распухания
- Трещины образуются в ячейках с $E > 18500$ МВт·сут.
- Наибольшее количество треснувших блоков располагается в центральной (по высоте) части колонны
- В основном, графитовые блоки имеет одну трещину (максимум две)

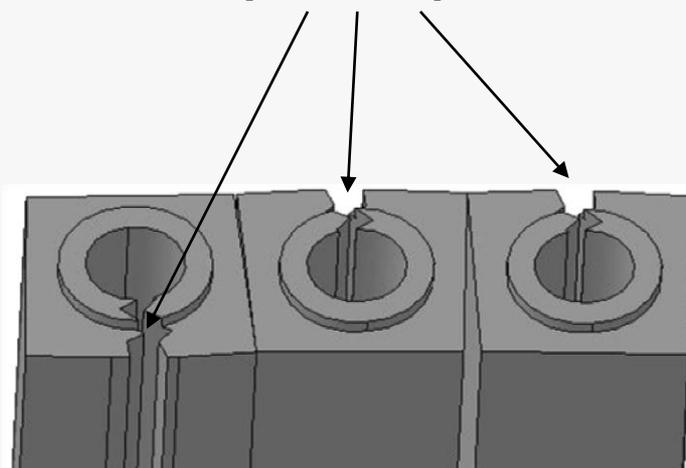
Фрагментации и потери несущей способности графитовых блоков не обнаружено

Механизм формоизменения ГК и элементов РУ

Деформация колонн



Раскрытие трещин



Механизм формоизменения ГК и элементов РУ

Направление прогиба ТК



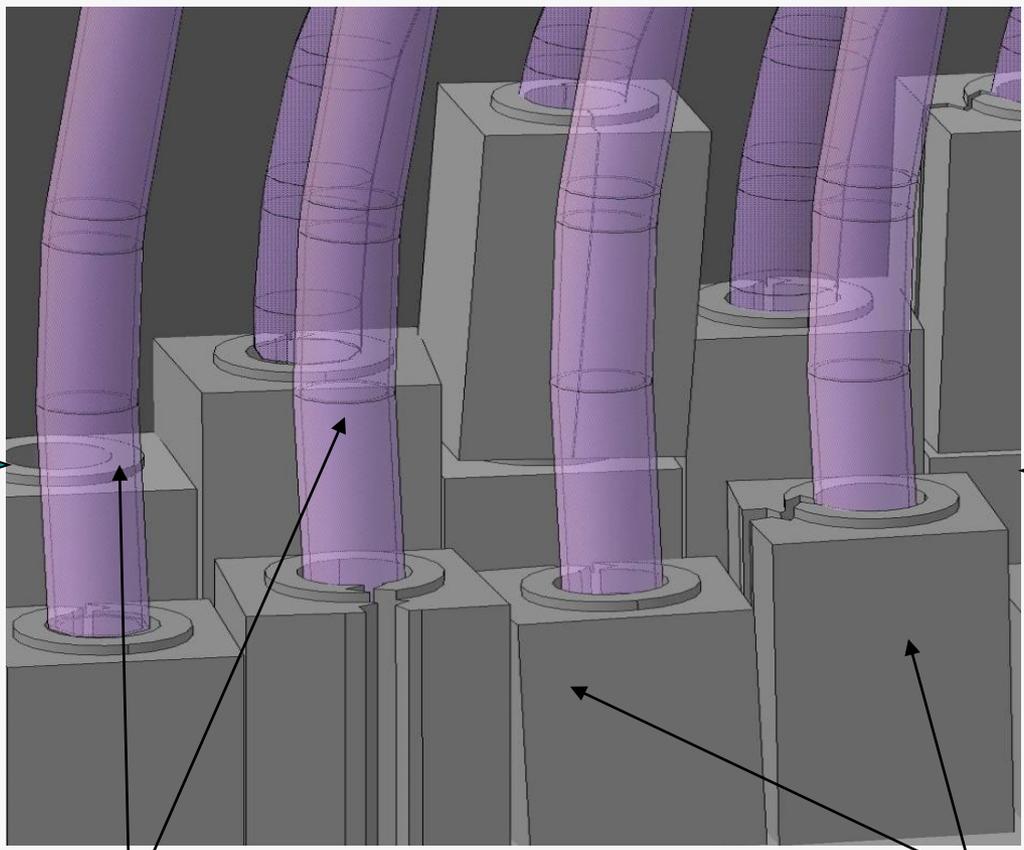
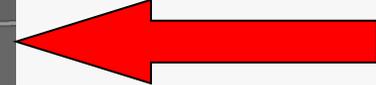
Периферия

Центр активной зоны

Сила противодействия периферии



Деформирующая сила центральной области



Технологические каналы

Графитовые блоки

2. Организация работ по ВРХ

Цель работ по ВРХ

- Достижение значений стрел прогиба топливных каналов (ТК) и рабочих каналов системы управления и защиты (РК СУЗ) менее 50 мм.
- Снижение скорости нарастания стрелы прогиба при эксплуатации до 15 мм/год.

Организация работ по ВРХ

Организационно-распорядительные документы

- Поручения генерального директора ГК «Росатом» №1-1-8/57-ПП
- План мероприятий, утвержденный 1-м заместителем гендиректора ГК «Росатом» А.М. Локшиным от 24.08.2012 № АЭСРБМК1000ПМ-192Р(04-07)2012
- План мероприятий (детализированный), утвержденный 1-м заместителем гендиректора ОАО «Концерн Росэнергоатом» В.Г. Асмоловым от 21.08.12 № АЭСРБМК1000ПМ-188К(04-07)2012
- Приказ «Об образовании координационного штаба по организации и обеспечению выполнения мероприятий по восстановлению ресурсных характеристик РУ РБМК-1000» № 9/710-П
- Приказ «Об организации работ по восстановлению ресурсных характеристик элементов РУ энергоблока № 1» № 9/27-Ф09

Организация работ по ВРХ

Разработка и поставка оборудования для ВРХ

ЗАО «Диаконт»; ОАО «НИКИМТ-Атомстрой» и ООО «Пролог» в соответствии с договорами разработаны и поставлены на Ленинградскую АЭС следующие комплексы оснастки и систем измерения:

- **Устройство резки графитовых блоков (УГР)**
- **Устройство подъема графитовых блоков (УПБ)**
- **Устройство силового воздействия (натяжитель)**
- **Система удаления графитовой пыли (СУПР)**
- **Устройство дезактивации (УДЗ)**
- **Комплекс телевизионного контроля ГК (КТК-ГК-М)**
- **Система измерения кривизны (СИПИ-М, ИСТК-5М, ИПО-45)**

Организация работ по ВРХ

Подготовка РУ к проведению работ по ВРХ

- Подготовка к выгрузке ТВС из ячеек, предназначенных под осмотр и резку ГК
- Выгрузка ТВС в БВ
- Измерение пространственного искривления ТК системой СИПИ
- Демонтаж обойм, калачей, сильфонов и ТК на ячейках под продольную резку
- Проведение телевизионного осмотра ГК системой СТС-40
- Определение состояния графитовых блоков, положения Сб.07, наличия трещин, сколов в графитовых блоках, величины раскрытия трещин и их азимутального положения (КТК-ГК)
- Перевод на уплотненное хранение ОТВС и ТК в БВК
- Вывоз ТРО и демонтированных сборок

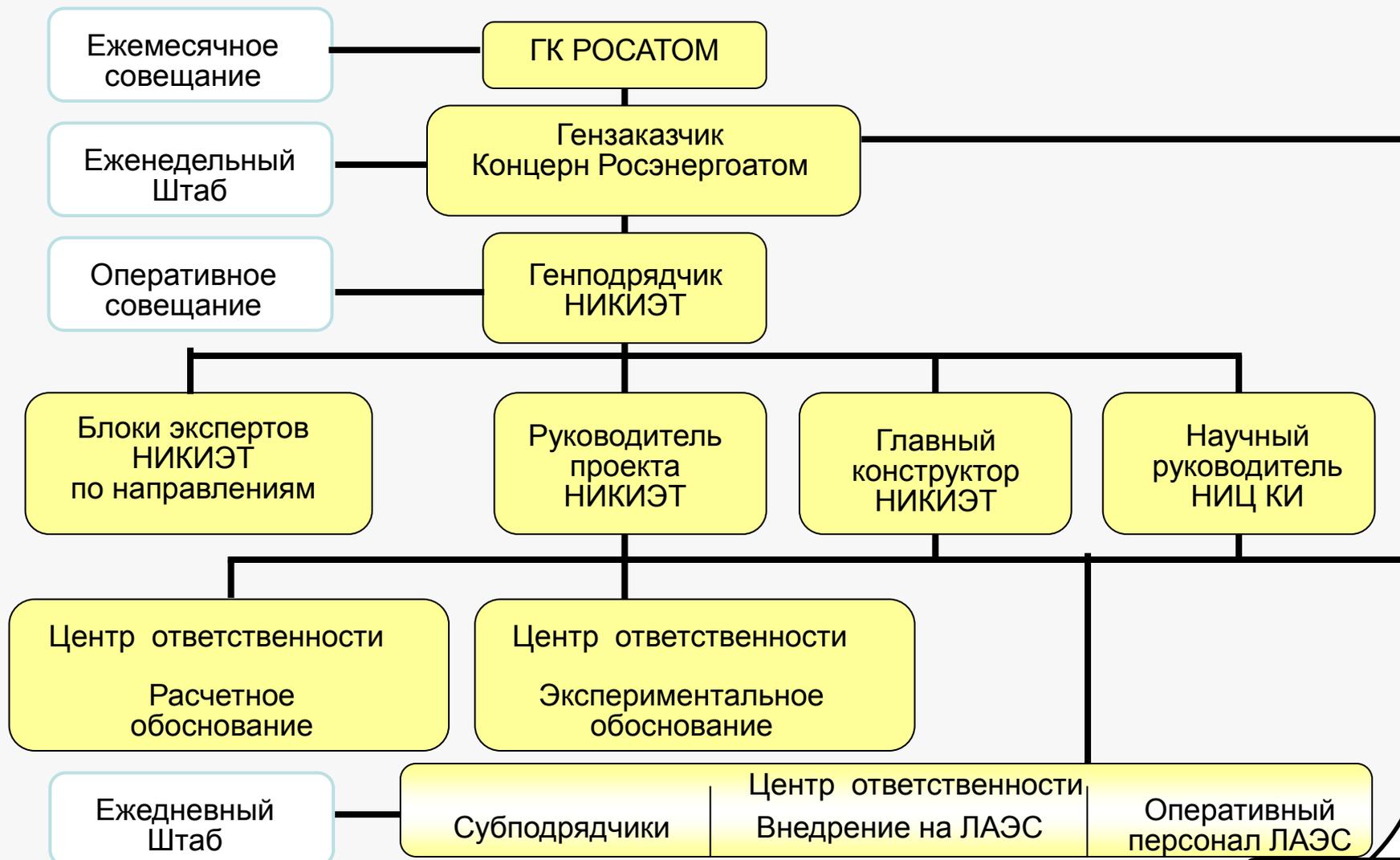
Организация работ по ВРХ

Обеспечение безопасности работ по ВРХ

- Разработан технологический процесс «Восстановления ресурсных характеристик элементов РУ энергоблока №1 Ленинградской АЭС» ТР 12.157.00.00
- Разработано обоснование безопасности проведения 1-го этапа ремонтно-восстановительных работ на э/блоке № 1 (Отчет НИКИЭТ 411.240 От)
- Разработана «Рабочая программа ядерно-опасных работ по восстановлению ресурсных характеристик реакторной установки энергоблока № 1 Ленинградской АЭС» инв. № Пр-8534-13
- Получено разрешение Ростехнадзора (изменение УДЛ № 12) на выполнение 1-го этапа ремонтно-восстановительных работ на энергоблоке №1

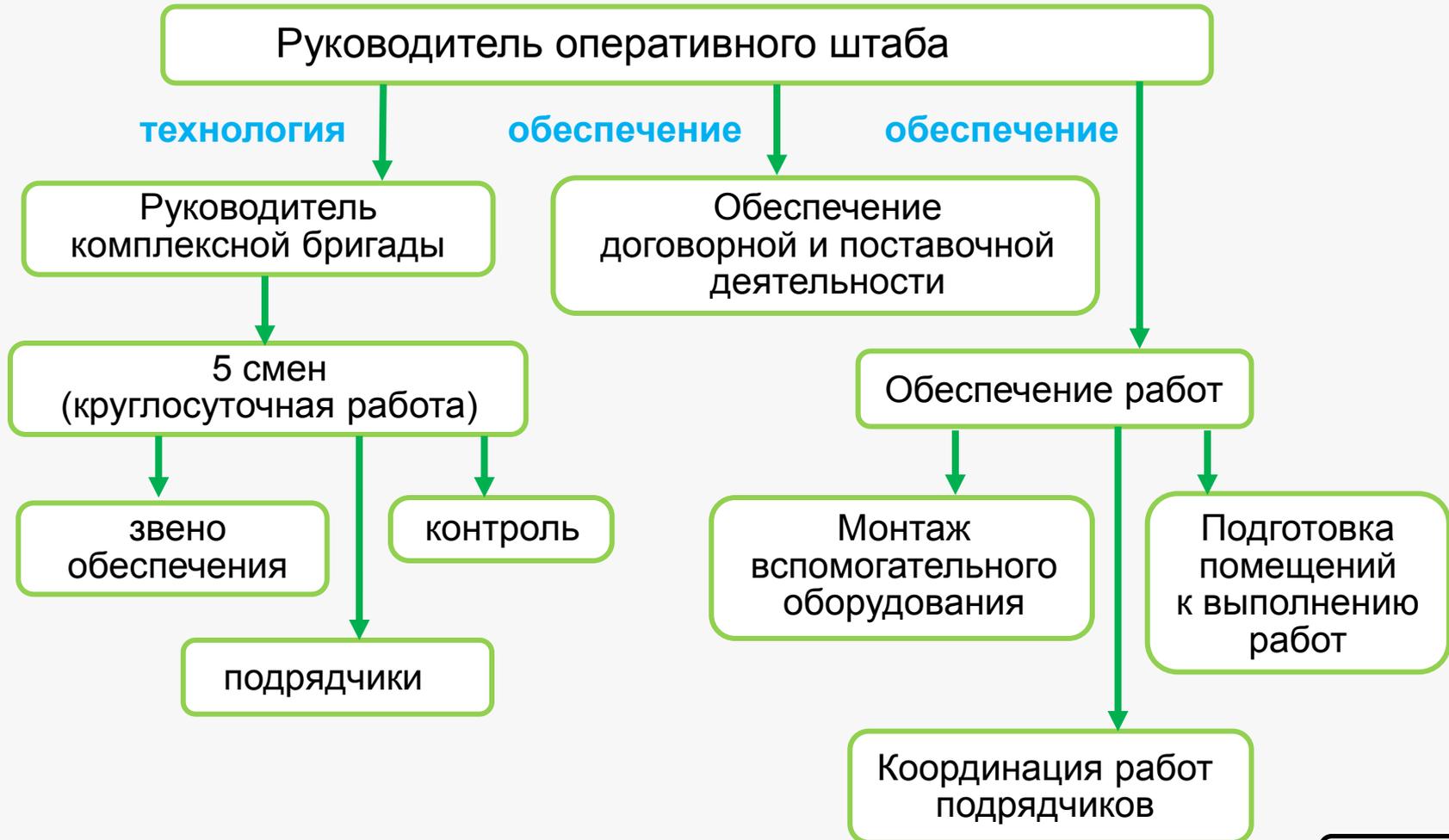
Организация работ по ВРХ

Организационная структура управления проектом



Организация работ по ВРХ

Организационная структура управления проектом на Ленинградской атомной станции

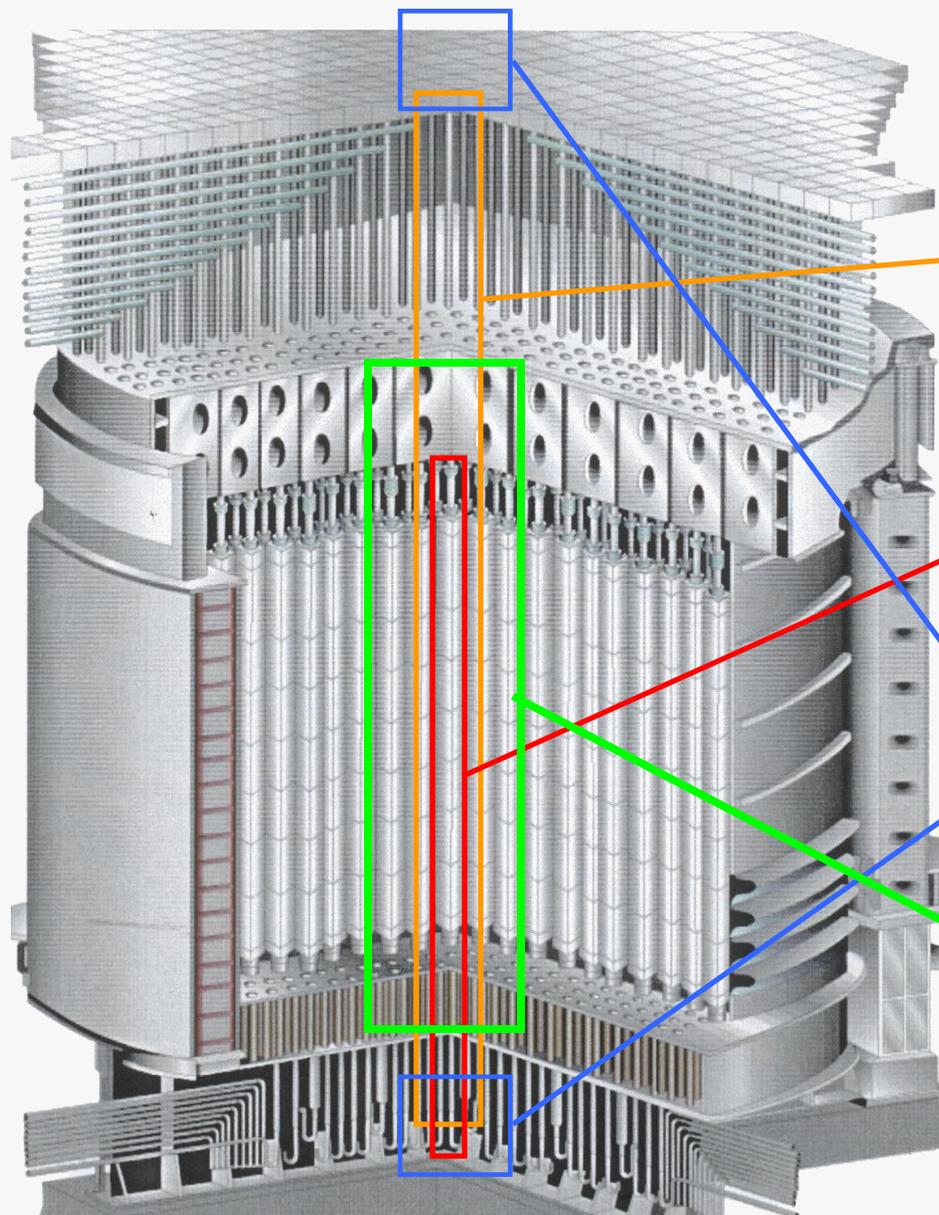


Организация работ по ВРХ

Выводы по организации работ

- **Создана организационная структура управления проектом на уровне ГК Росатом и Ленинградской АЭС**
- **Разработана и утверждена технология проведения восстановительных работ**
- **Разработано и поставлено на Ленинградскую АЭС оборудование для выполнения работ по ВРХ**
- **Выполнен подбор персонала, участвующего в работах по ВРХ, проведено его обучение и аттестация**
- **Обеспечены ядерная, радиационная безопасность и охрана труда при производстве работ по ВРХ**

3. Технологический процесс выполнения работ



1. Выгрузка топлива,
демонтаж обоймы,
демонтаж калача

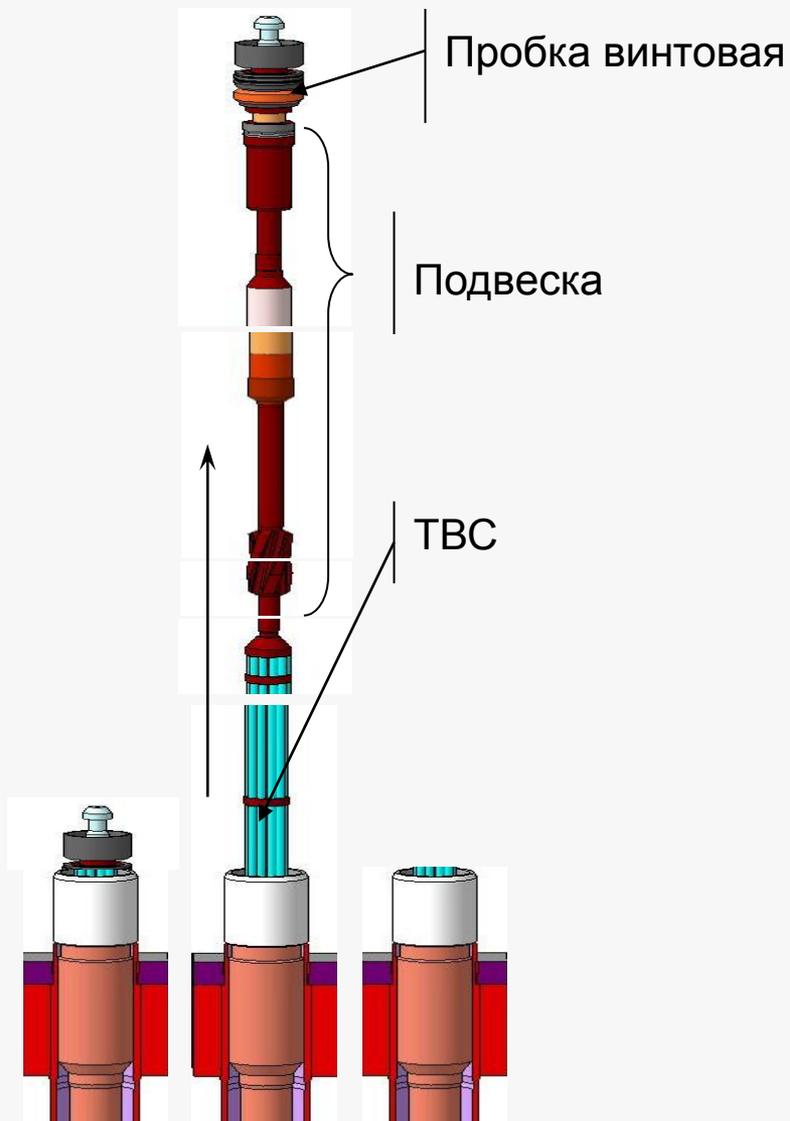
2. Демонтаж технологического
канала в ячейках продольной
оппозитной резки

3. Монтаж систем удаления
графитовой пыли

4. Работы по восстановлению
ресурсных характеристик РУ

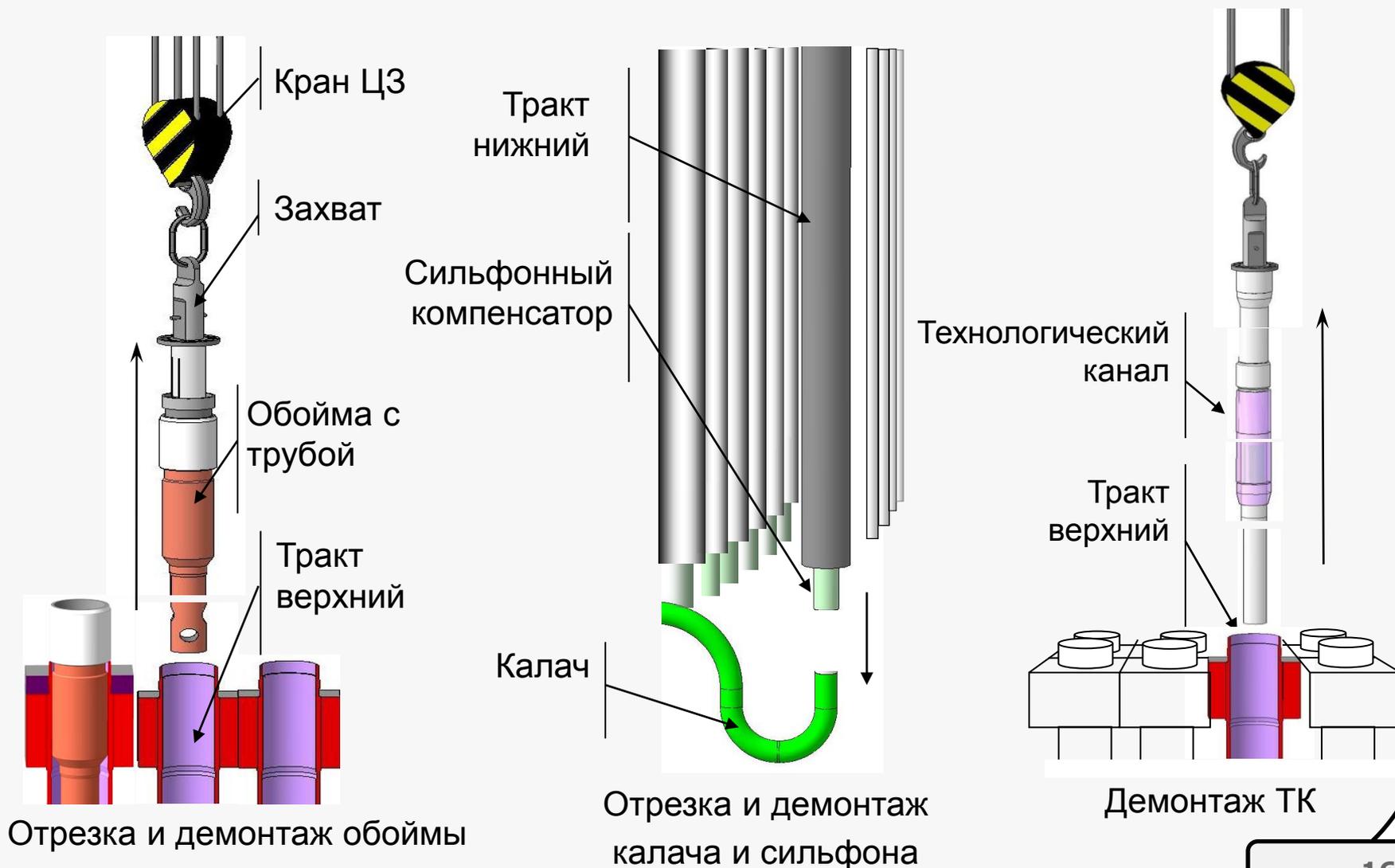
Технологический процесс выполнения работ

Выгрузка ТВС и специзделий



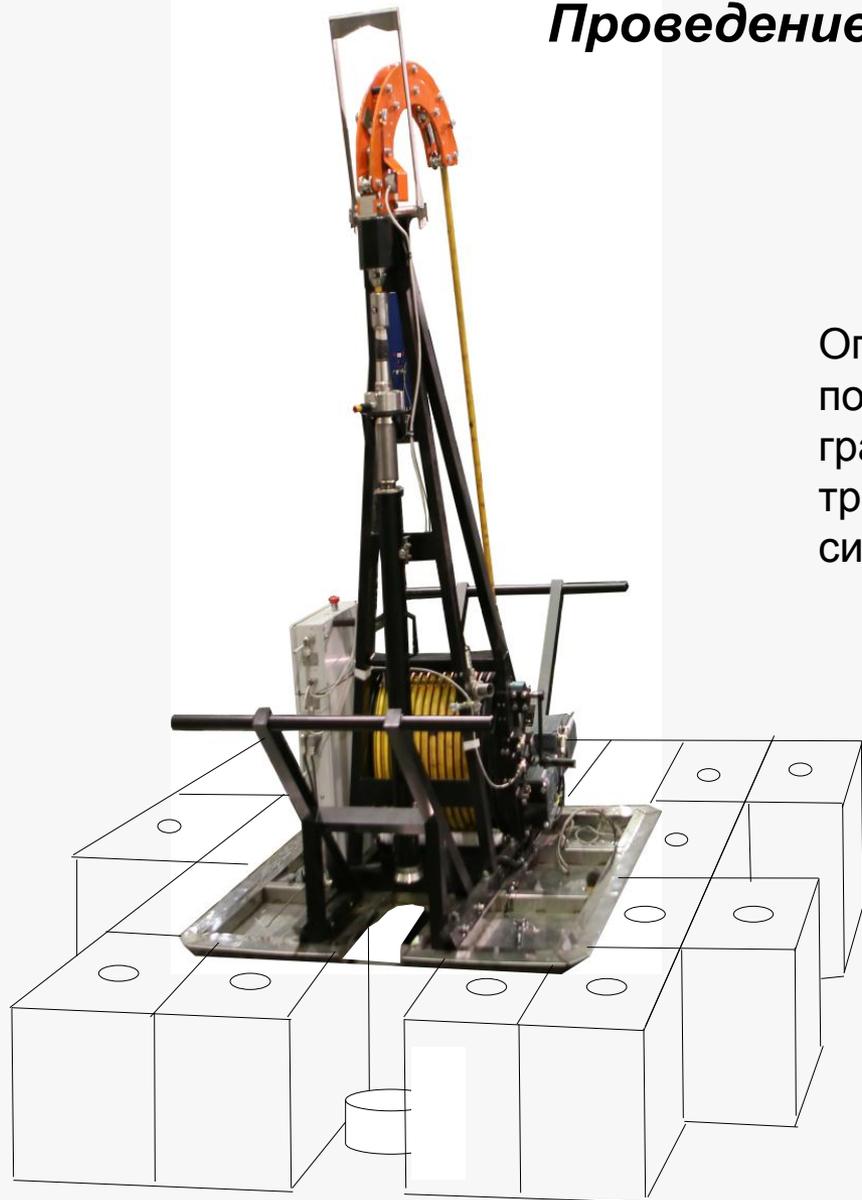
Технологический процесс выполнения работ

Демонтаж оборудования



Технологический процесс выполнения работ

Проведение осмотра ГК



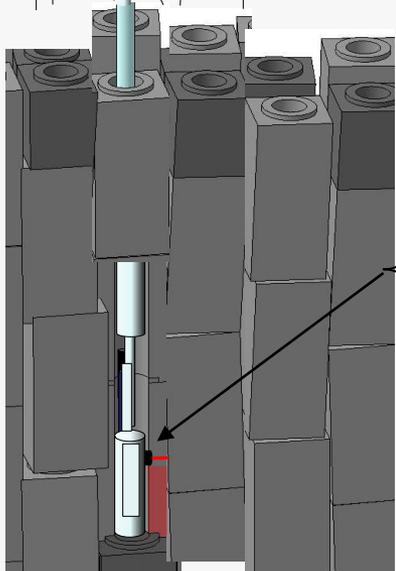
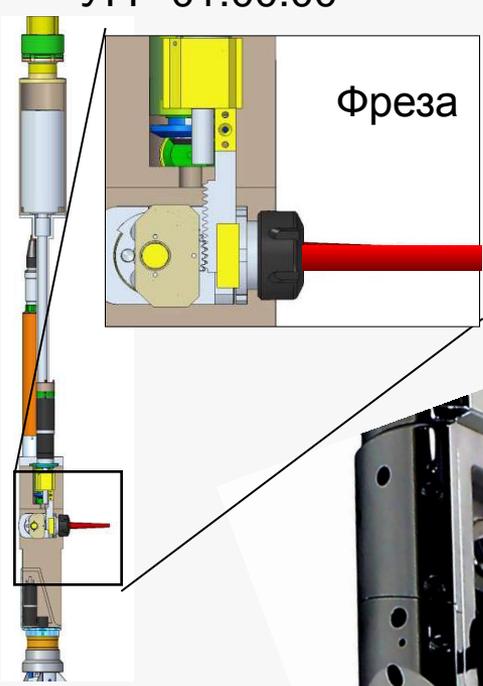
Определение состояния графитовых блоков, положения Сб.07, наличия трещин, сколов в графитовых блоках, величины раскрытия трещин и их азимутального положения системой КТК-ГК ИТЦЯ.463439.118

Технологический процесс выполнения работ

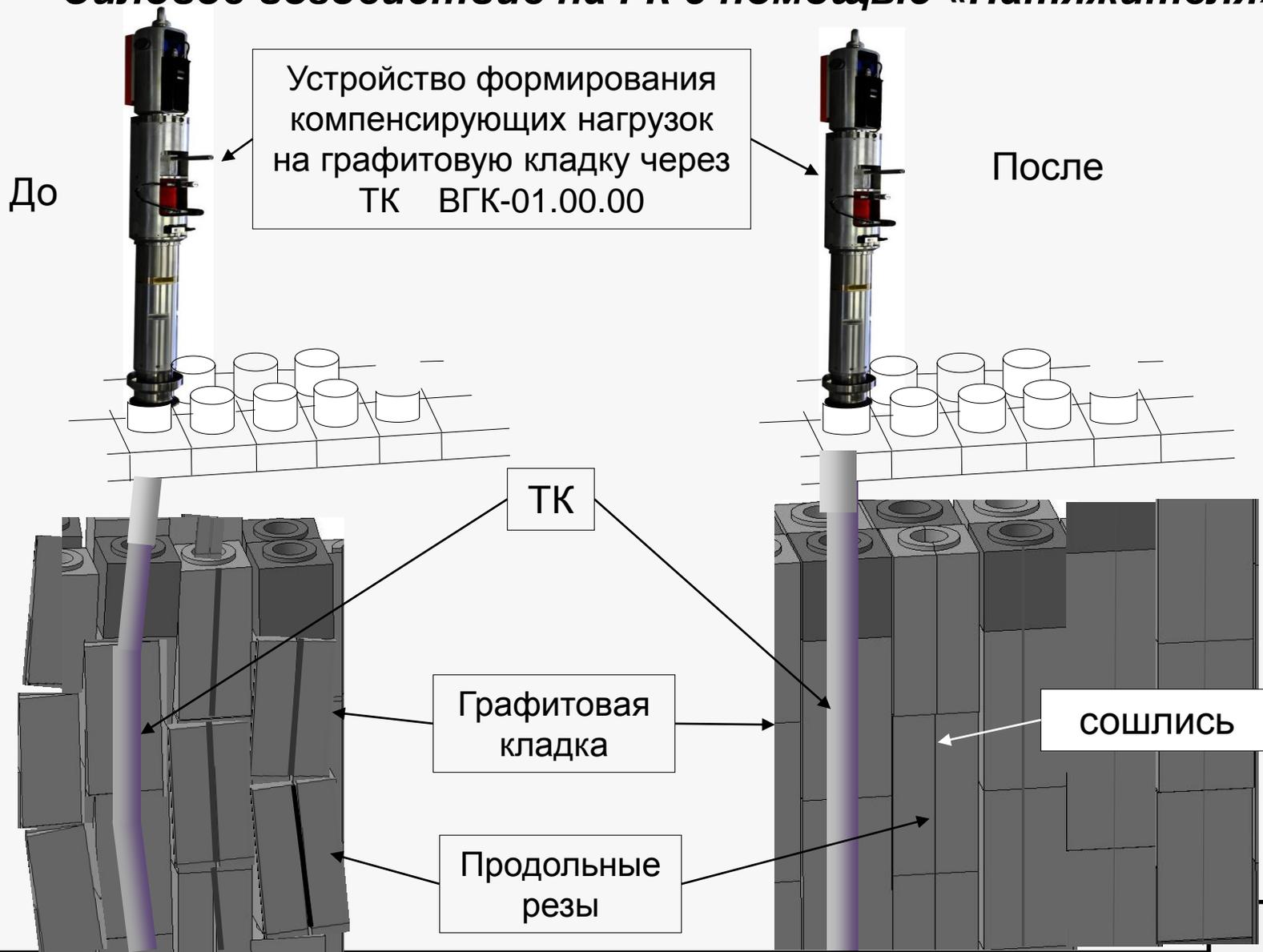
Продольная резка графитовой кладки с удалением клиньев



Устройство для горизонтальной резки графитовых блоков УГР-01.00.00

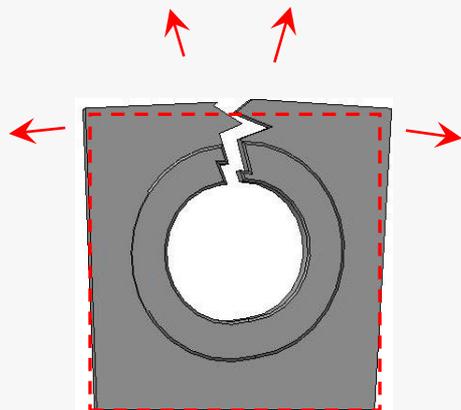


Технологический процесс выполнения работ Силовое воздействие на ГК с помощью «Натяжителя»

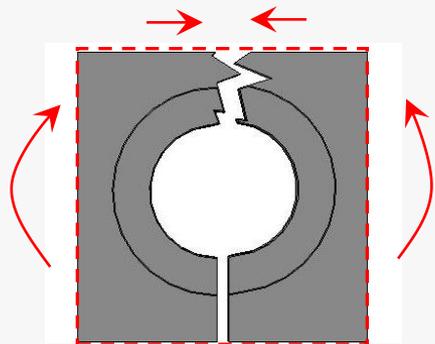


Технологический процесс выполнения работ

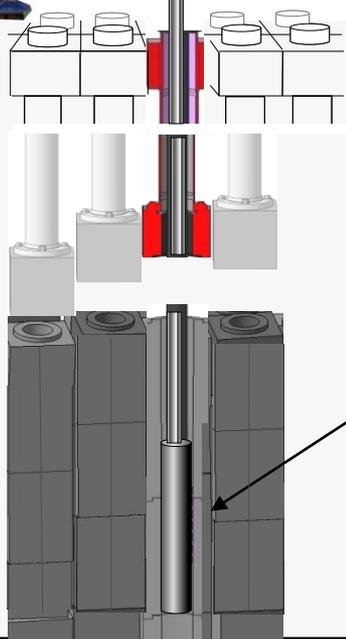
Калибровка отверстий графитовой колонны



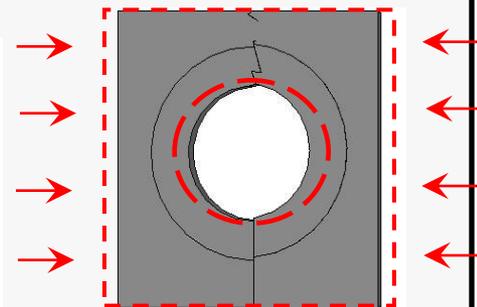
Раскрытие трещины



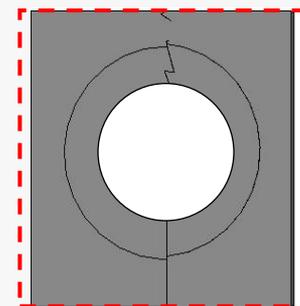
После продольной
опозитной резки



Фреза



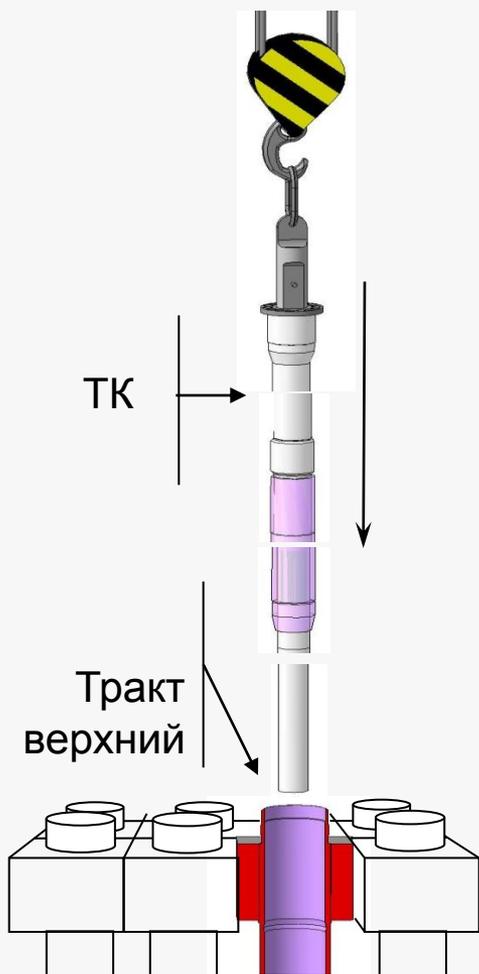
После силового
воздействия



После калибровки
графитовой колонны

Технологический процесс выполнения работ

Установка ТК, проведение гелиевых испытаний, монтаж калача и обоймы

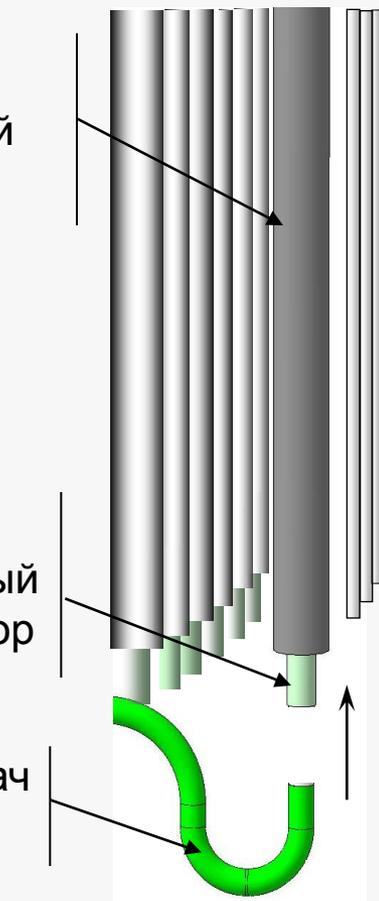


Монтаж ТК

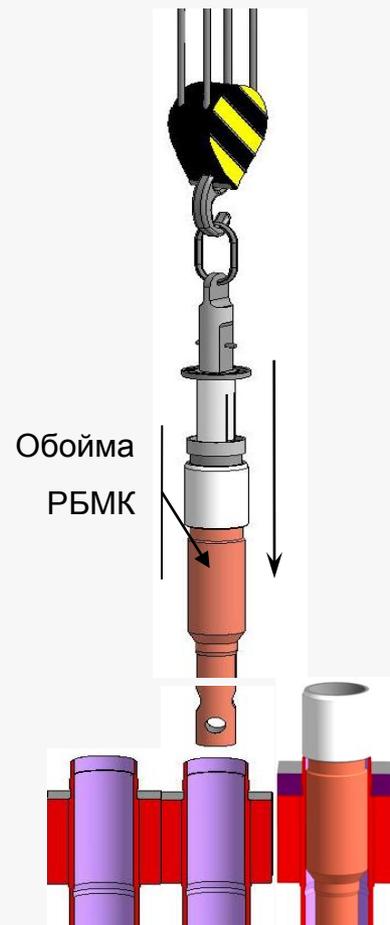
Тракт
нижний

Сильфонный
компенсатор

Калач



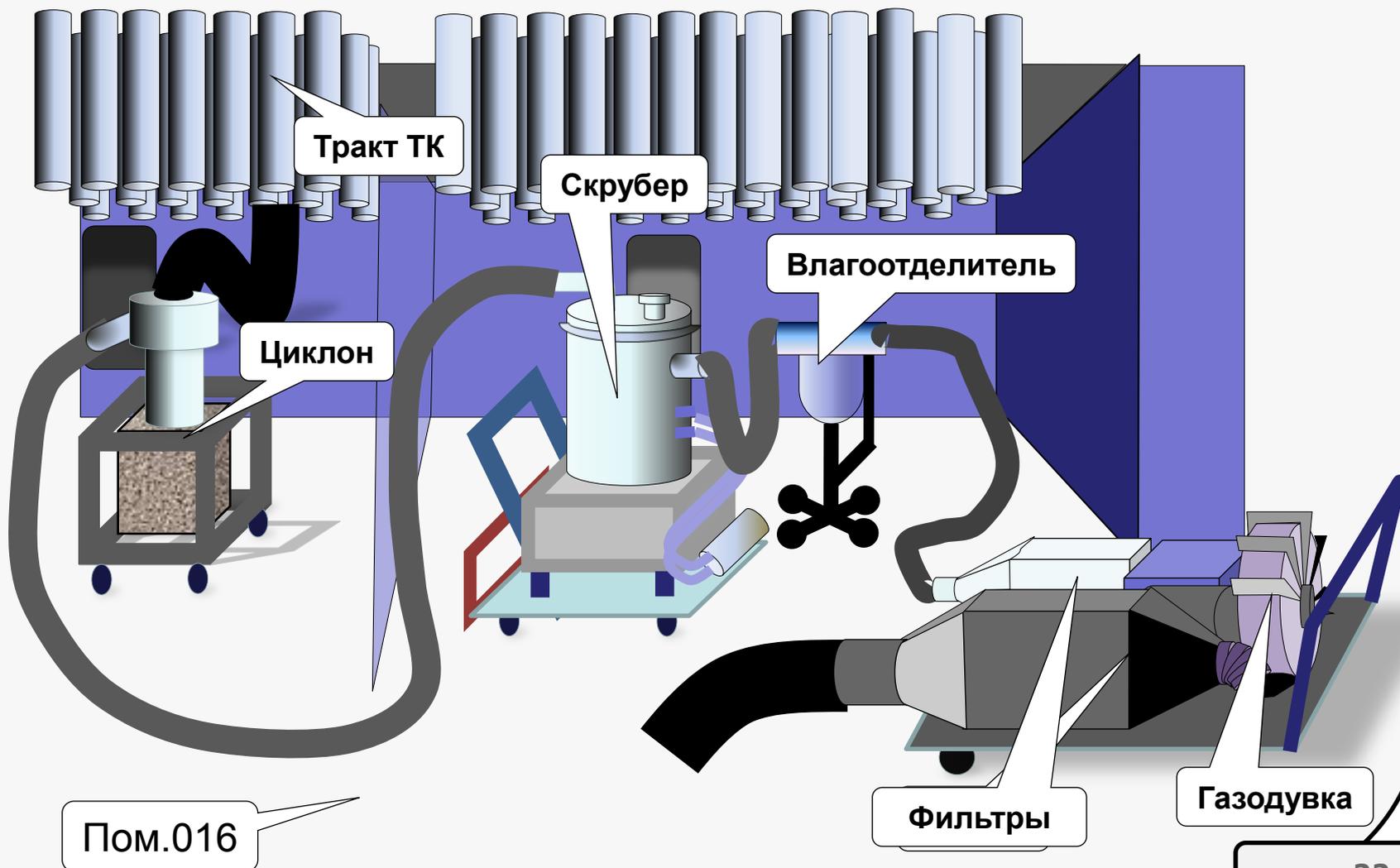
Монтаж калача



Монтаж обоймы

Технологический процесс выполнения работ

Система сбора и подготовки к утилизации продуктов резки графитовых блоков СПР-01.00.00 в пом.016/1

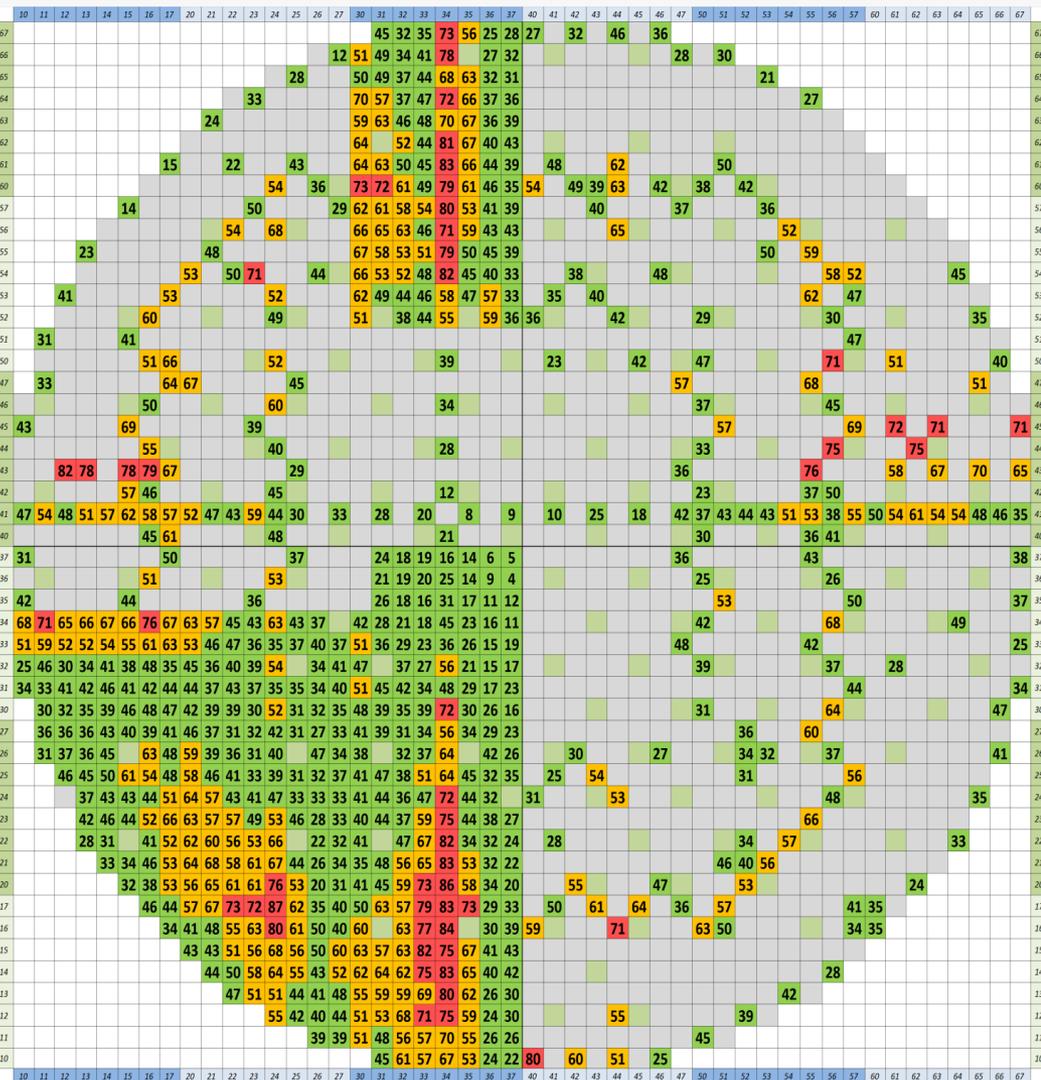


4. Результаты выполнения работ по ВРХ

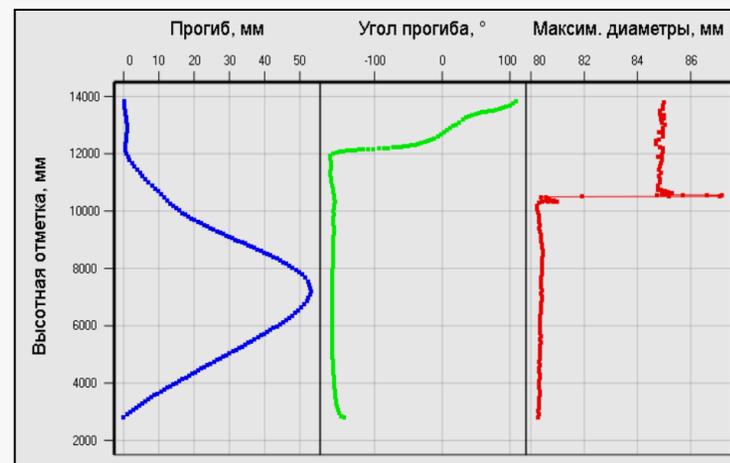
- Получено разрешение Ростехнадзора (изменение УДЛ № 12) на выполнение 1-го этапа ремонтно-восстановительных работ на э/блоке №1.**
- В период с 29.01.13 по 01.05.13 проведена отработка технологии и оснастки на I и II зонах работ. Выполнено восстановление 42 ячеек.**
- Получено разрешение Ростехнадзора (изменение УДЛ № 17) на выполнение 2-го этапа ремонтно-восстановительных работ на э/блоке №1.**
- С 01.06.2013 по 18.10.2013 выполнено восстановление всей графитовой кладки РУ.**

Результаты выполнения работ по ВРХ

Картограмма стрел прогибов каналов перед проведением ВРХ



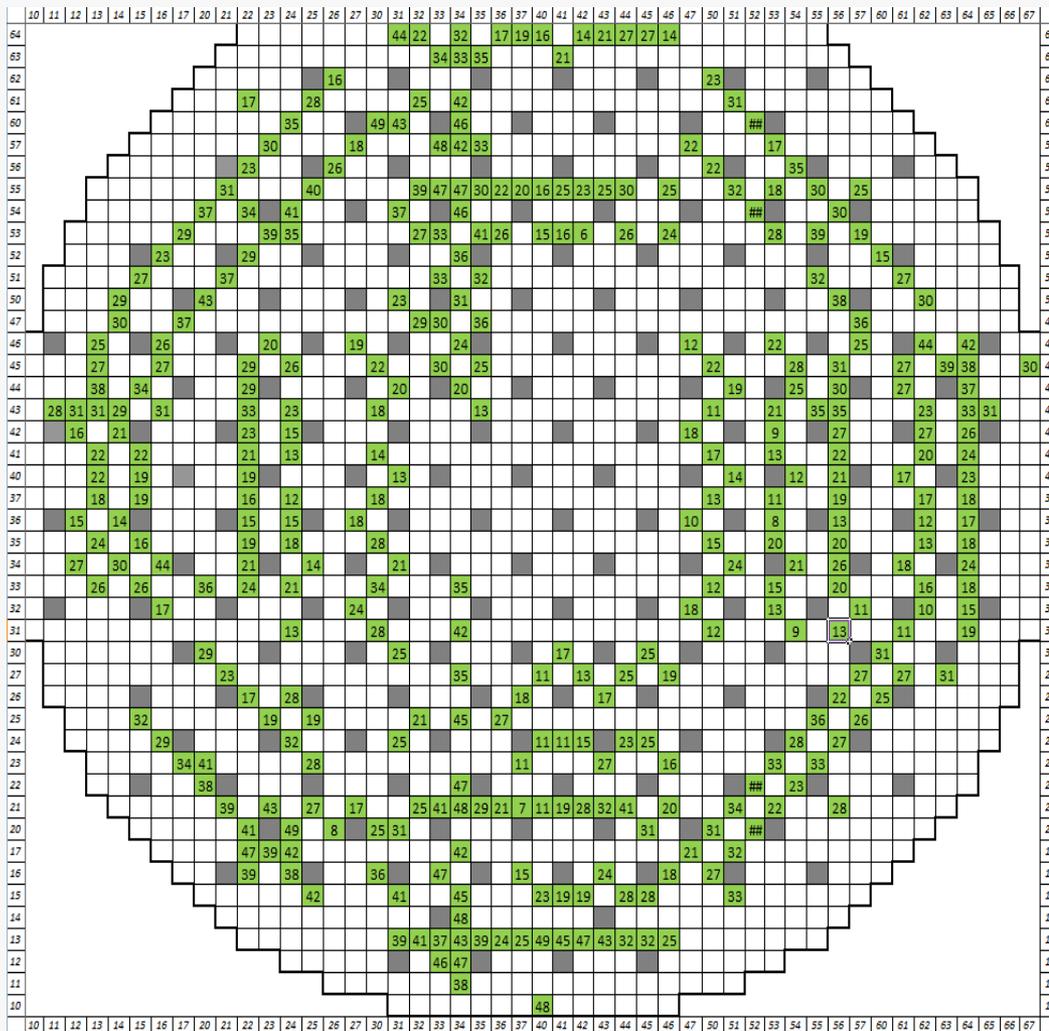
- величина прогиба < 50 мм
- 50 мм ≤ величина прогиба < 70 мм
- величина прогиба ≥ 70 мм



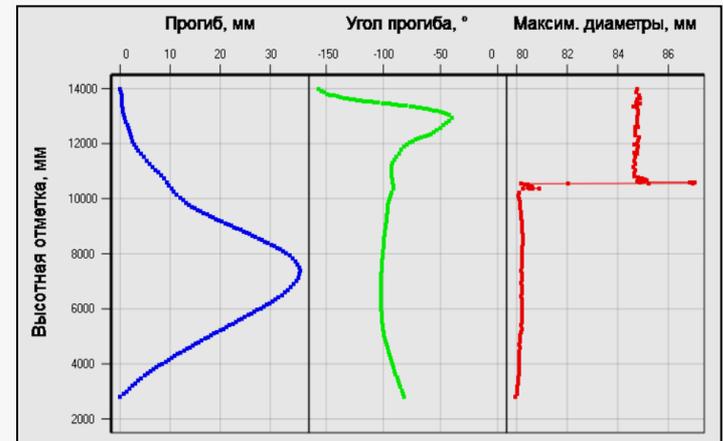
Ячейка 33-20 (система СИПИ)

Результаты выполнения работ по ВРХ на

Картограмма стрел прогибов каналов после проведения ВРХ



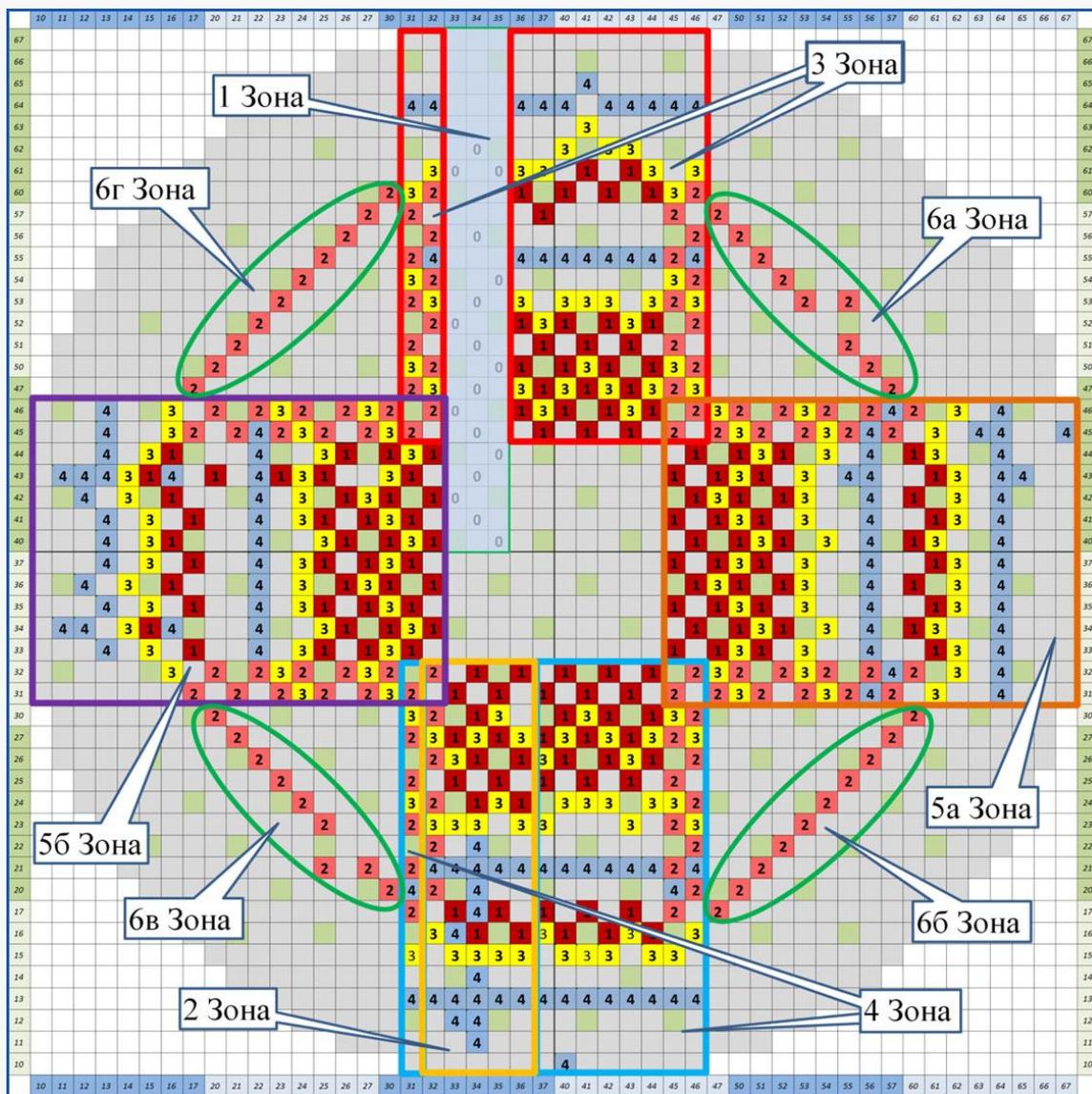
 - величина прогиба <math>< 50 \text{ мм}</math>



Ячейка 33-20 мм (система СИПИ)

Результаты выполнения работ по ВРХ

Объем выполненных работ по ВРХ на энергоблоке №1



150

ячейки с разрезами
перпендикулярно
главному прогибу

126

ячейки с разрезами
на 4 части

158

ячейки
под натяжение
и контроль

117

ячейки
под контроль

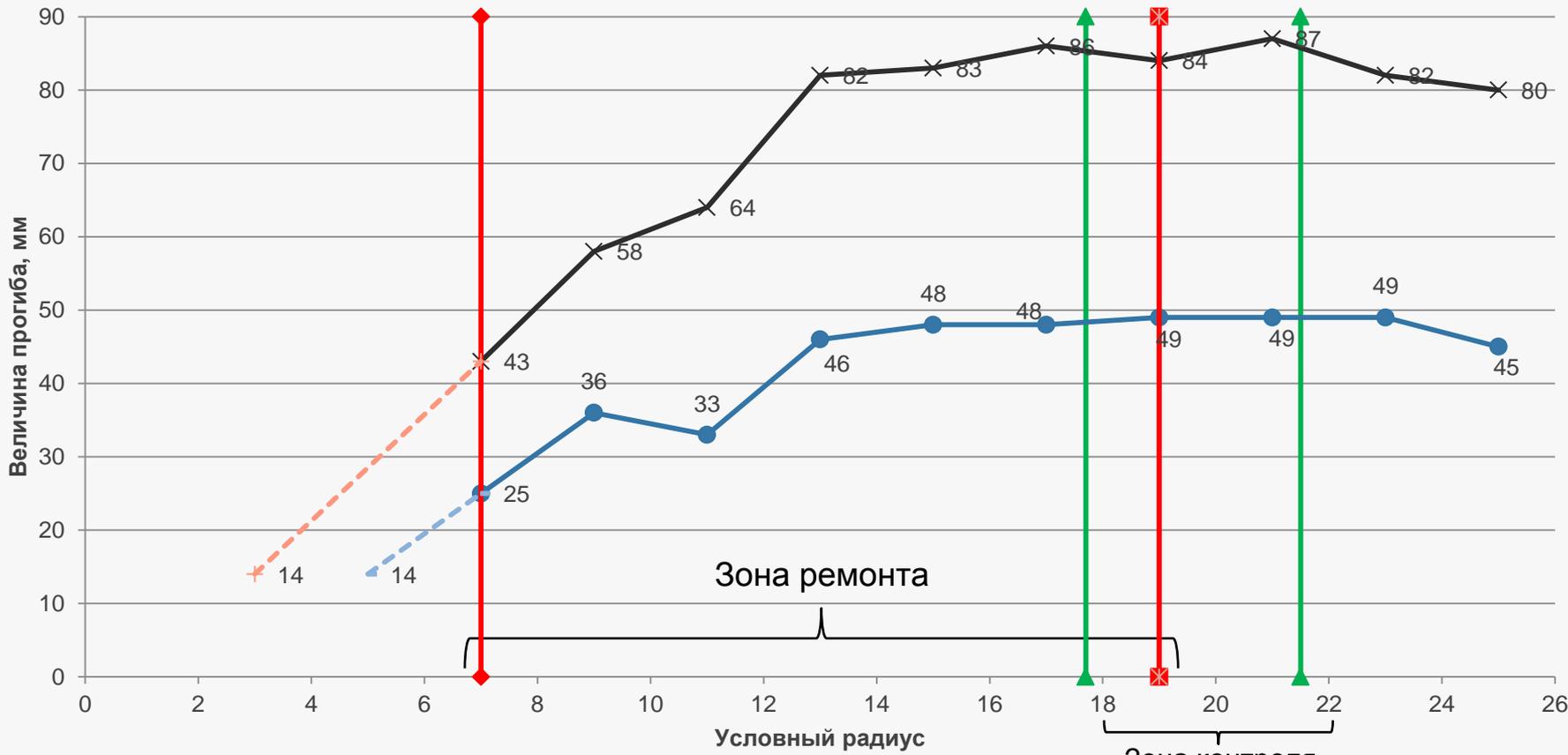
Результаты выполнения работ по ВРХ

<i>Критерий формоизменения</i>	<i>Контролируемая величина</i>		
	<i>Предельное значение значения</i>	<i>Значение на момент окончания ВХР</i>	<i>Прогнозируемая величина на ближайшие 3 года эксплуатации</i>
Прогиб каналов	Стрела прогиба ТК – 107/119* мм Стрела прогиба канала СУЗ – 107/119* мм	Максимальная стрела прогиба ТК – менее 50 мм Максимальная стрела прогиба канала СУЗ – менее 50 мм	Обеспечивается возможность эксплуатации в течение 3 лет
Радиальная деформация ТК	Внутренний диаметр ТК - 84,0 мм	Максимальный внутренний диаметр ТК – 82,65 мм	Единичные каналы с внутренним диаметром 83-83,2 мм

*Примечание. Значения приведены для «холодного»/«горячего» состояния.

Результаты выполнения работ по ВРХ

Сравнение величин прогиба ТК до и после ВРХ



- ▲ Нижнее значение радиуса зоны контроля
- ▲ Верхнее значение радиуса зоны контроля
- × Max. значения прогибов до ремонта
- Максимальные значения текущего состояния
- ◆ Начало зоны ремонта
- ⊠ Конец зоны ремонта
- + - - - Значения прогибов в центральной зоне
- - - Значения прогибов в центральной зоне после ремонта

Результаты выполнения работ по ВРХ

- Достигнуты целевые значения стрел прогиба топливных каналов (ТК) и рабочих каналов системы управления и защиты (РК СУЗ) установленные «Регламентом (типовой программой) эксплуатационного контроля технологических каналов, каналов СУЗ и графитовой кладки реакторов РБМК-1000 4.064 ПМ (с изменением № 4) инв. № 28121
- Реализация комплекса мероприятий по восстановлению ресурсных характеристик реакторной установки позволяет продолжить эксплуатацию энергоблока №1 Ленинградской АЭС



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ