

Decommissioning of LMRs (Liquid metal cooled reactors) in France

Prepared by P. MICHAILLE (CEA/DAM/DPN) from a presentation by G. Rodriguez (CEA/DEN/DER/STR) "operational & decommissioning experience with fast reactors"

IAEA Technical Meeting, Cadarache, 11-15 March 2002

Plan

- **Decommissioning of RAPSODIE**
 - **Application to SUPERPHENIX**
 - **Application to other projects**
- Decommissioning of LMRs in France
Decommissioning of RAPSODIE reactor

History of the reactor

- Located at Cadarache centre
- Start of construction in 1962
- Loop type with two cooling circuits
- First criticality the 28th of January 1967
- Power : 24 MWth, then Fortissimo : 40 MWth
- 1978 and 1982 : detection of two small leaks in the primary system
- 13th October 1982 : Final shutdown
- **April 1983 : First operation in decommissioning**
- Dec 93 – March 94 : Treatment of the primary sodium

Вывод из эксплуатации LMRS (Жидкий металл охлажденные реакторы) во Франции

Подготавливается Р. MICHAILLE (CEA/DAM/DPN) от представления G. Rodriguez (CEA/DEN/DER/STR) " Действующий и выводящий из эксплуатации опыт с реакторами на быстрых нейтронах "

Техническое совещание МАГАТЭ - Cadarache, 11-15 марта 2002

План

- Вывод из эксплуатации RAPSODIE
 - Применение к SUPERPHENIX
 - Применение к другим проектам
- Вывод из эксплуатации LMRS во Франции
Вывод из эксплуатации RAPSODIE реактора

Хронология реактора

- Размещенный при Cadarache центре
- Начало конструкции в 1962
- тип с петлями (с двумя охлаждающими цепями)
- Первая критичность 28-ого января 1967
- Мощность: 24 MWTH, затем Fortissimo: 40 MWTH
- 1978 и 1982: детектирование двух малых утечек в основной системе
- 13-ого октября 1982: Последнее закрытие системы
- апрель 1983: Первая операция в выводе из эксплуатации
- декабрь 93 - март 94: Обработка основного натрия

Description of the sequential phases

- Phase 1 : **Defueling**

Phase 2 :

Removal of irradiated equipment (reflectors)

Sodium draining and **decontamination**

- **Cleaning of the big components**

Cleaning & decontamination of the primary circuit pipes and tanks

- **Dismantling of the primary circuit**

- Containment of the reactor vessel

- **Treatment of the primary sodium**

- Decommissioning of the secondary loops

-

- **Phase 3 : General sanitizing**

Defueling

- **April to November 1983 : Defueling of all the sub-assemblies**

S/A are cleaned in a specific cleaning pit, then stored in a water pool.

Preparation of Phase 2

- The primary sodium of the reactor was maintained in temperature first with the residual power of the fuel elements, then with the preheating nitrogen circuit and the safety cooling circuit.

- In 1987, all the reflectors (468) were removed (2 years work)

Описание последовательных фаз

- Фаза 1: выгрузка топлива

Фаза 2:

Удаление освещенного рефлекторы

Слив Натрия и деконтаминация

- Очистка больших компонентов

Очистка и деконтаминация основных труб, цепи и баков

- Демонтаж первого контура

- Удерживание бака реактора

- Обработка первого натрия

- Вывод из эксплуатации вторичных петель

-

- Фаза 3: Общая очистка

Выгрузка ТВЕЛОВ

- апрель к ноября 1983: Выгрузка всех ТВЕЛОВ

ТВЕЛы очищены в специфическом углублении очистки,

Затем сохраненный в водном пруде.

Подготовка Фазы 2

- основной натрий реактора поддерживался в температуре сначала с остаточной мощностью ТВЭЛОВ, затем со цепью азота подогрева и безопасностью, охлаждающей цепь.

- В 1987, все рефлекторы (468) были удалены (работа 2 года)

Cleaning of components

- All the components were removed then cleaned in a pit
- **Process : water mist in N₂ – CO₂ gas**
- NB : Primary cold traps, caesium traps and secondary sodium have not yet been treated : a special "ATENA" facility is designed for that purpose

Cleaning and decontamination of the primary circuit components (pipes & tanks)

- the primary circuit components were separated and isolated from the primary vessel

(dose burden : 117 mSv = 50% of the total from 1987 to 1994)

- Cleaning in 1988 (in situ circulation of 4200 L of ethylcarbitol)
- Decontamination using 3 baths :
alkaline washing (Cs removal)
Sulpho-nitric acid decontamination with CeIV (Co removal)
phosphatation rinsing

Contamination decreased from 5500 Bq/cm² to < 10 Bq/cm²

Dismantling of the primary circuit

- Pipes and tanks were cut with plasma torch
- Exceptional or difficult cuttings were done with chain saw
- The cutting of the primary pipes produced
512 elements < 1 m long
= 13 472 kg of active stainless steel

Очистка компонентов

- Все компоненты были удалены затем очищенный в яме (углублении)
- Процесс: поливают туман в N₂ - CO₂ газ
- NB: Основные холодные ловушки, цезиевые ловушки и вторичный натрий еще не обработались: специальное "ATENA" объект разработано для той цели

Очистка и деcontаминация основных схемных элементов (трубы и баки)

- основные схемные элементы отделялись и изолированы из основной баки

(Дози бремя: 117 mSv = 50 % суммарных с 1987 до 1994)

- Очищающий в 1988 (на месте работ циркуляция 4200 L ethylcarbitol)
- Деcontаминация,использующая 3 ванны:
Щелочное мытье (Cs удаление)
Sulpho-nitric кислотная деcontаминация с CeIV (удаление Кобалт)
Phosphatation промывание
Загрязнение уменьшалось из
5500 Bq/cm² к < 10 Bq/cm²

Демонтаж основной цепи

- трубы и баки были сокращены с плазменной горелкой
- Исключительная или трудная стружка были выполнены с цепной пилой
- сокращение основных произведенных труб
512 элементов < 1 м длинный
= 13 472 кг активной нержавеющей стали

Primary sodium treatment

- CEA "NOAH" process (1985 --1989)
: direct Na-water attack in a tank (40 kg/s)
- Applied on the DESORA facility (Framatome design)
- Treatment of the 37 tons in 3 months (Dec'93 -- March'94)

NB : The RAPSODIE accident occurred when cleaning the residual sodium in the vessel with ethyl carbitol (31st of March 1994)

Present situation and future

The removed activity is estimated to around 4800 TBq.

600 TBq (mainly ⁶⁰Co) in 1990 still contained in 1st vessel

The dose burden from 1987 to 1994 was 224 mSv.

RAPSODIE will reach IAEA level 2 of decomm⁹ in 2005
stage 3 is planned in 2020
a cost-benefit study is being performed to

reduce the duration of the surveillance phase.

Основная обработка натрия

- CEA "NOAH" процесс (1985 - 1989):
прямое Na-воду решение в баке (40 kg/s)
- Прикладной на DESORA средстве (Framatome конструкция)
- Обработка 37 тонн через 3 месяца (декабрь '93 - март '94)

NB: RAPSODIE авария произошла при очистке остаточного натрия в камере с этилом carbitol (31-ого марта 1994)

Представьте ситуацию и будущее

Удаленное действие оценено к вокруг 4800 TBQ.

600 TBQ (главным образом ⁶⁰Co) в 1990 все еще содержащийся в 1гу камера

Бремя дозы с 1987 до 1994 было 224 mSv.

RAPSODIE достигнет МАГАТЭ уровень 2 демонтажа в 2005
Ступень 3 запланирована в 2020
Исследование финансовый прибыль делается к

Уменьшите продолжительность фазы наблюдения.

Application of the experience of Rapsodie to Super Phénix

SPX Defuelling

- Fuel elements (+ breeder elements 'g' & 'h' : 125 BE) cleaned using standard process : **Water mist in CO₂ flowrate**
- Control rods (nb=50, **containing residual Na**) cleaned with a **special process (no immersion)**
- One family of the breeder elements ('i' : 104 BE) were cleaned with a new CEA process : **Slow water immersion**

Use of the CEA expertise for other projects

- **SILOE reactor** : large amount of oxidised active NaK
 - 6 processes were developed by CEA and applied on site in 4 years → all the NaK has been processed

For foreign projects, CEA experts support the engineering performed by the AREVA/SGN company :

- **Dounreay Fast Reactor** Fuel Removal project
 - #100 fuel elements blocked in the main vessel under inert gas
 - + residual amount of NaK coolant

MOL : Na (500 kg) and NaK waste treatment (managed by Belgatom)

Применение опыта Rapsodie к Супер Феникс

SPX вывоз топлива

- ТВЭЛы (+ элементы рефлектора 'g' и 'h': 125)
Очищенный процесс стандарта использования: Водный туман в Оксид углерода (CO₂) потоке
- стержни Управления (число = 50, содержа остаток Na) очищенный со специальной технологией (никакое погружение)
- Одна семья элементов бридера ('i': число =104) были очищены с новым процессом CEA: Медленное водное погружение

Использование CEA экспертизы для других проектов

- **SILOE реактор**: большое количество окисленного активного NaK
 - 6 процессов были разработаны CEA и применялись на месте через 4 года и, весь NaK обрабатываемый

Для иностранных проектов, CEA эксперты поддерживают технику, сделанную AREVA/SGN компанией:

- **Dounreay проект Удаления Топлива Реактора на быстрых нейтронах**
 - * 100 ТВЭЛов, заблокированные в основной баке под инертным газом
 - + остаточное количество охладителя NaK

МОЛЬ: Na (500 кг) и переработка отходов NaK (управляемый Belgatom)