



РОСАТОМ

НИАЭП

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

ГИБКАЯ АДАПТИРУЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЕЗАКТИВАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

А.В. Зинин, главный технолог

В.А. Максимец, зам. начальника отдела

Эксплуатационная проблема – накопление на внутренних поверхностях оборудования отложений, содержащих нерастворимые соединения и радионуклиды.

Последствия:

- снижение эффективности теплообменного оборудования и, в конечном счете, КИУМ АЭС;
- увеличение дозозатрат при ремонте оборудования.

Проблема при выводе из эксплуатации – накопление на внутренних поверхностях оборудования и помещений отложений, содержащих радионуклиды.

Последствия:

Значительное количество радиоактивных отходов, образующихся при демонтаже оборудования и строительных конструкций;

Повышенные дозозатраты персонала при демонтаже

Дезактивация оборудования и
строительных конструкций – обязательная
процедура обоих периодов жизненного
цикла ОИАЭ

Используемые сегодня методы и технологии реагентной дезактивации достигли своего технологического предела и **несовершенны с точки зрения**

- **эффективности**
- **возникновения вторичных отходов**

Механический

Физическое удаление
загрязнений



Химический

Химическое удаление
реагенты –кислоты,
щелочь



НКТ

Физико-химическая
кавитация



Ограничение применения :

- Условие доступности пространства
- Требуется фрагментации оборудования



Ограничение применения :

- ✓Применим для мелкогабаритного МРАО
- ✓Необходимы модули-установки
- ✓Использование растворов минеральных реагентов, переходящих во вторичные РАО

Модуль для дезактивации

НО-145



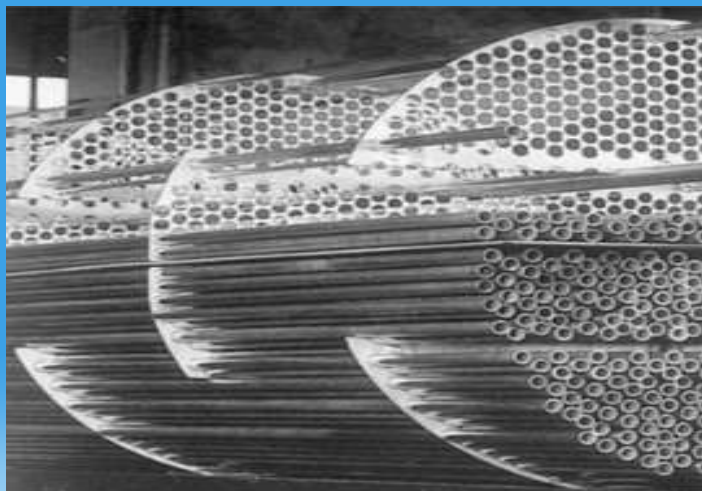
Ограничение применения :

- ✓ Значительное количество используемых растворов минеральных реагентов (вторичные РАО)
- ✓ Воздействие на материал оборудования

ПРОБЛЕМЫ ДЕЗАКТИВАЦИИ И ОЧИСТКИ ОТ ОТЛОЖЕНИЙ

1

Оборудование
сложноконфигурировано



Труднодоступность
поверхностей

2

Химически инертны к
действию кислот



Свойства
загрязнений

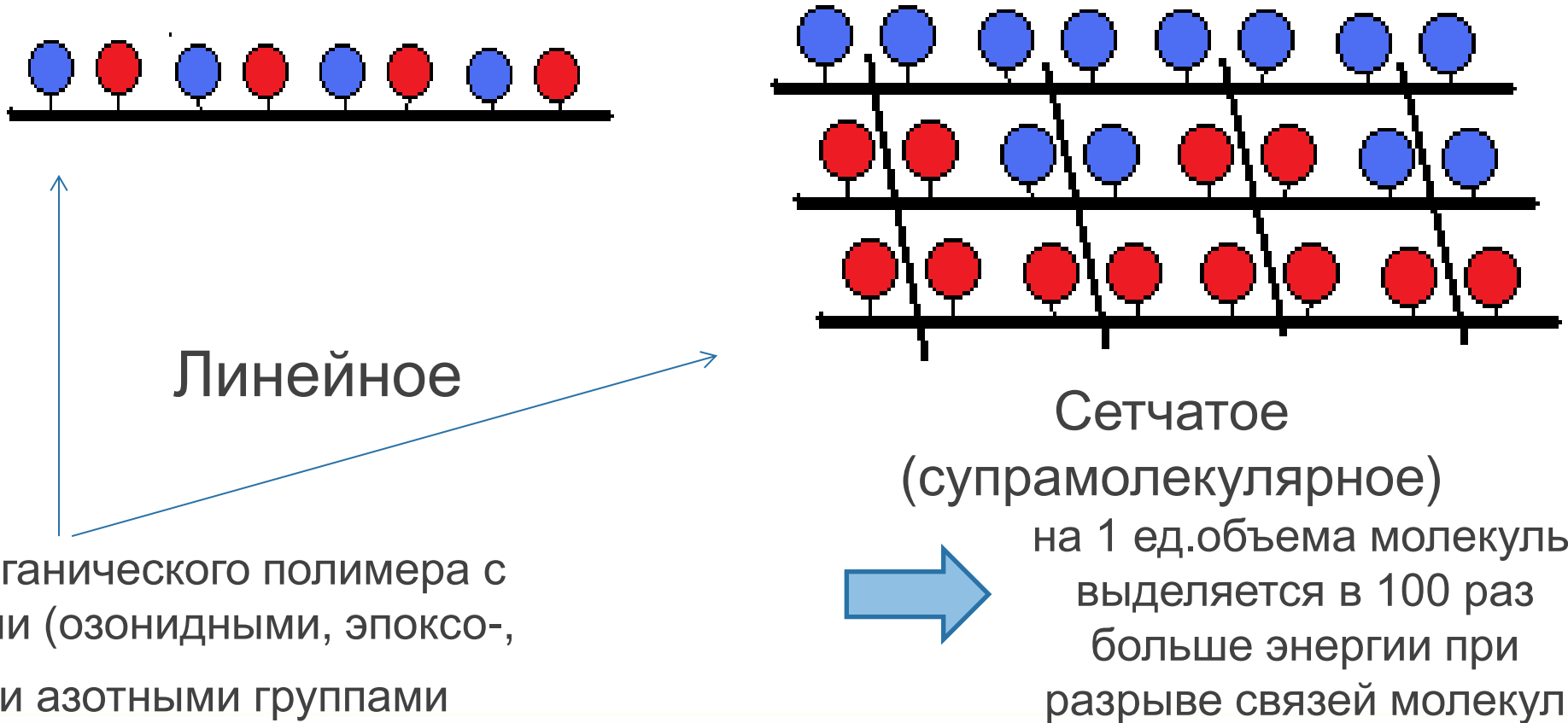
Существует более эффективный и технологичный метод дезактивации и снятия нерастворимых (карбонатных) отложений – условно именуемый **нанокавитационная технология (НКТ)**, который сегодня находится в стадии внедрения в промышленное производство и применение

КРИТЕРИИ СРАВНЕНИЯ МЕТОДОВ



Нанокавитант (НК)

Синтетические высокомолекулярные органические соединения



Кавитация



Отложения:



НК

CaCO_3 MgSO_4 MgCO_3

Действие НК: разложение НК с разрывом молекулярных связей и формированием зон гидроударов (**кавитации**), в зоне которых давление достигает нескольких тысяч атмосфер, за счет которого происходит механическое разрушение отложений

ПРЕИМУЩЕСТВА

- Дробление нереакционных отложений на труднодоступных и недоступных поверхностях с использованием химически инициируемой кавитации на границе раздела жидкой (нанокавитант) и твердой фазы.
- 100% распад продуктов реакции (H_2O , O_2 , CO_2 , N_2).
- Не требуется дополнительных воздействий (температура, катализаторы).

Результаты

Достигнутые коэффициенты дезактивации и очистки		Процент разложения препаратов при упаривании	Технические решения по корректировке рН ЖРО, осаждение растворившихся солей	Стойкость металлов по отношению к препаратам) по ГОСТ 9.308-85	Возможности интенсификации процессов и достигнутый коэффициент
Использование нанокавитантов в отношении недиффундированных радиоактивных отложений на реальных образцах МРАО (концевые детали ТК, межтрубное пространство ТОСОС)	<p>КД=250</p> 	99,9%	Фильтрация или центрифугирование осадка. Безреагентная электрохимическая корректировка рН и электрохимическое безреагентное осаждение растворенных примесей	1-2 класс (перлитная и аустенитная сталь)	Ультразвуковая установка (в 2 раза) 
Использование нанопрооксидантов в отношении тестовых фиксированных образцов	<p>КД=160</p> 			5-6 (пониженно стойкие аустенитная сталь)	Электрохимическая установка (в 5-10 раз) 
Использование нанокавитантов для очистки от отложений сложноконфигурированного оборудования	<p>КО 100%</p> 	100%		1-2 класс (перлитная и аустенитная сталь)	Не требуется

ПРЕИМУЩЕСТВА

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТОИМОСТИ ЗАМЕНЫ КРУПНОГАБАРИТНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТОДОМ КАВИТАЦИОННОЙ ВНУТРИКОРПУСНОЙ ОЧИСТКИ

(анализ проведенных тендеров с сайта Госзакупок <http://zakupki.gov.ru>)

Очищаемое пространство	№ конкурсной заявки	Цена, млн. руб.	Общий объем пространства, м ³	Цена 1 м ³ , млн. руб.
Замена (вывод из эксплуатации) теплообменного оборудования (демонтаж-фрагментация-деактивация химическая и/или механическая, хранение)				
1. Вскрытие, демонтаж, монтаж и пуско-наладка нового	31300646309	6,24	10,0	0,62
2. Цена нового	31502006766	8,27	8,5	0,95
3. Химическая очистка ТО АЭС. Трубное пространство	ИТОГОВАЯ Средняя величина очистки, в т.ч.:			2,12
	31502240741	5,6	3,245	1,73
	31502762298	6,75	2,571	2,63
4. Фрагментация и переработка (уровень активности не выше НАО)	По данным Экомет-С	5,0	12,0	0,42
5. Захоронение 1 м ³ МРАО 4 класса национальным оператором (на 2016 год)	По данным Минприроды			0,037
ИТОГО стоимость замены теплообменного оборудования в пересчете на 1 м³ (без учета транспортировки МРАО)				4,1
Химико-кавитационная очистка (механическая очистка генерированием эффекта кавитации химическими препаратами)				
Трубное и межтрубное пространство без вскрытия, демонтажа	Предложения	Для толщины отложений до 3 мм		0,05-0,85 (от 1 до 3 мм)
	Предложения	Для толщины отложений более 3 мм		1,0-1,5 (3-10 мм)
СРЕДНЯЯ стоимость химико-кавитационной очистки на 1 м³ очищаемого пространства				0,75 (0,05-1,5)

Примечание. Стоимость приведена без учета количества образования и последующей переработке ЖРО и степени «запущенности» проблемы

Выводы

- 1. Потребность в новых технологиях дезактивации существует и она востребована**
- 2. Традиционные технологии дезактивации могут быть заменены более эффективным методом НКТ**
- 3. Необходимо решить задачу перехода к новым технологиям дезактивации в масштабе отрасли**



НИКИМТ-АТОМСТРОЙ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



НИКИМТ-АТОМСТРОЙ

ПРОДЛЖЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО КонтРАКТА

ПРИЛОЖЕНИЕ

Этапы программы:

I.	Формирование базы данных оборудования объектов отечественной атомной отрасли: По предприятиям : АЭС «Концерн Росэнергоатом», НПО «МАЯК», «ТВЭЛ», ФГУП «РосРАО», ФГУП «РАДОН», ЯОК.
II.	Формирование требований, критериев и ТЭО применения НК по различным направлениям использования
III.	Адаптация НКТ по направлениям использования

IV.	Аттестация технологий
V.	Проведение работ на объектах отрасли
VI.	Создание научно-исследовательской базы для проведения испытаний и разработки регламентов применения НКТ
VII.	Реализация стратегии продвижения технологий: <ul style="list-style-type: none">• на действующих объектах• на новых строящихся объектах• на зарубежном рынке

Состав базы по оборудованию

Крупногабаритное

- Парогенераторы
- Конденсаторы пара
- Подогреватели воды и котлы
- Выпарные аппараты

Теплообменники

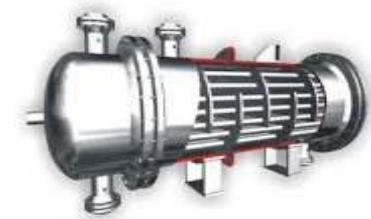
Насосно-компрессорное оборудование

Емкостное оборудование

Оборудование систем вентиляции и пылегазоочистки

Накопленные МРО

- Арматура
- Трубопроводы
- Инструменты и т.д.



Группы НК

Группа НК	Назначение и основные свойства
С ослабленным эффектом	Разрушение малостойких биопленок, отсутствие воздействия на конструкционные материалы (дезинфектанты, средства борьбы с биообрастаниям).
Средней активности	Разрушение стойких отложений, удаление оксидных (коррозионных) окислов (дезактивирующие средства для оборудования и МРО со свойствами разрушения поверхностных радиоактивных слоев металла).
Высокоактивные	Разрушение особо стойких отложений (пирококсов, окаменевших нефтешламов - битумов).
Сверхактивные	В гражданской сфере не находят применения (отсутствуют задачи). Используются для уничтожения боеприпасов. Относятся к нелетальному оружию.

1. «Акт **внедрения** НК способа водоподготовки систем оборотного водоснабжения» от 12 октября 2010 года, заказчик ОАО «ТАТНЕФТЬ». Объект испытаний- система оборотного водоснабжения газоперерабатывающего завода г.Альметьевск.
2. «Акт **лабораторных испытаний** по договору № 2/1-08» от 20 апреля 2008 года, заказчик ОАО «ТАТНЕФТЬ». Объект испытаний – пилотная установка заказчика (цех № 5) с 6-ю типами НК на заборной и технологических водах.
3. «Контрольный акт **испытаний и внедрения** НК способа подготовки оборотной воды» заказчик ОАО «ТАТНЕФТЬ». Объект испытаний -система оборотного водоснабжения 9/10 в период с апреля по июль 2009 г. с использованием препаратов «Нанокавитант -1П» и «Нанокавитант – 2 ТМ».
4. «Акт **испытаний** (сводный) химикокавитационной технологии очистки типового теплообменного оборудования ТЭЦ и ГПЗ от отложений, коррозии и биообрастаний» от 2014 года. Объект испытаний – тестовые образцы элементов технологического оборудования (отрезки стальных труб с котла ТЭЦ КВТ-139 Республики Казахстан и с ГПЗ Республики Узбекистан).

5. «Акт **испытаний** нанокавитационного способа очистки (дезактивации) трубчатки конденсатора турбины от нереакционных отложений» от 30 мая 2011 года, лабораторные испытания на Курской АЭС, заказчик ОАО «ВНИИАЭС».
6. «Акт производственных **испытаний** нанокавитационной технологии очистки и дезактивации оборудования АЭС» от 4 ноября 2010 года , заказчик Курская АЭС. Объект испытаний- трубки с радиоактивным отложением.
5. «Акт **результатов проведения очистки** теплообменника ОВРД-21 энергоблока №1 с применением малореагентной технологии с использованием нанокавитантов» от 18 апреля 2014 года, заказчик Курская АЭС.
5. «Акт **проведения опытно-промышленной дезактивации** МРО с использованием малореагентной нанокавитационной технологии и дезактивирующих нанокавитационных рецептур» от 25 июля 2014 года, заказчик – Смоленская АЭС. Объект испытаний-образцы МРО-фрагменты технологических каналов- отрезки труб с наличием радиоактивности.

ПЕРЕЧЕНЬ НКТ ПРЕДПРИЯТИЯ

Наименование	Назначение
1. ДЕЗАКТИВАЦИЯ ВНУТРИКОРПУСНАЯ крупногабаритного оборудования выводимого из эксплуатации	Малореагентная (условно безреагентная) дезактивация оборудования выводимого из эксплуатации перед фрагментацией
2. ДЕЗАКТИВАЦИЯ ВНУТРИКОРПУСНАЯ крупногабаритного действующего оборудования	Предремонтная малореагентная (условно безреагентная) дезактивация действующего оборудования в циклическом или циркуляционном режиме
3. ДЕЗАКТИВАЦИЯ ПОГРУЖНАЯ МРО	Дезактивация МРО (малореагентная, условно безреагентная)
4. ДЕЗАКТИВАЦИЯ ПОГРУЖНАЯ возвратного мелкогабаритного оборудования, приборов	Дезактивация возвратного оборудования малореагентная (условно безреагентная)
5. ОЧИСТКА ВНУТРИКОРПУСНАЯ крупногабаритного оборудования действующего	Очистка от отложений действующего оборудования в циклическом или циркуляционном режиме в ремонтный период малореагентная (условно безреагентная)
6. ДЕЗАКТИВАЦИЯ ОБЪЕМНАЯ поверхностей помещений и оборудования в ремонтный и послеремонтный период и при выводе из эксплуатации	ДЕЗАКТИВАЦИЯ ОБЪЕМНАЯ поверхностей помещений, оборудования и ФВС в ремонтный и послеремонтный период и при выводе из эксплуатации
7. НАНОТРАНЗИТНАЯ ВОДОПОДГОТОВКА	В разработке. Возможно, для систем спецканализации, замкнутых систем и циклов паро- и водоснабжения, выпарных систем
8. Гибкие адаптируемые системы биологической защиты и санитарно-гигиенического обеспечения промышленных объектов (ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ)	Обеспечение санитарно- гигиенического режима на объекте в период эксплуатации, ремонта и вывода из эксплуатации

- Впервые метод изучен и использован российскими военными микробиологами как эффективное средство разрушения биопленок и инкапсулятов возбудителей инфекционных заболеваний.
 - 2005 г.- НАНОБИОЦИДЫ с кавитационным эффектом производство «АБАК Боиперит» фирмы НПК «Биоэкопром». (для биологической защиты от инфекционных заболеваний человека, животных, растений)
 - 2008 г.- реализация технологии для очистки систем тех. водоснабжения и теплообменного оборудования в нефтехимической промышленности (ОАО «Татнефть» газоперегонный завод г.Альметьевск). До этого системы не очищались, только заменялись.
 - С 2011 г. применение препарата на АЭС для безразборной очистки теплообменного оборудования. (единичные заказы)
 - 2014 г. создание отдела «Дезактивации и очистки оборудования» на базе АО «НИКИМТ-Атомстрой»
- ✓ Акт проведения первого этапа опытно-промышленной дезактивации МРО с использованием малореагентной нанокавитационной технологии и дезактивирующих нанокавитационных рецептур. ОАО Концерн «Росэнергоатом» Смоленская атомная станция 2014 год.
- ✓ Акт испытаний нанокавитационного способа очистки трубчатки конденсатора турбины от нереакционных отложений 2014.

Ультразвуковая установка



Ультразвуковая установка

