

## Harutyunyan A.K., Vygovskiy S.B., Khachatryan A.G.

National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow  
aramharutyunyan@bk.ru

**Abstract** – This work presents the results of numerical studies on the possibility of increasing the maximum safe pathway CV for sodium-cooled BN reactors. An indicator of reliable and safe operation of nuclear power plants in the case under consideration is SVRE (sodium void reactivity effect). Achieving high values of this value leads to a decrease in the secure operation of NPPs and forces us not only to find ways to increase the RF, but also ways that result in minimal values for SVRE with maximum RF. In the calculations aimed at the reduction of SVRE it is assumed that the minimum value of KV ( $KV \geq 0.95$ ). The paper examines the effects of several important factors on reactor performance and economic performance. These factors include the use of different fuels and fuel combinations, the geometric dimensions of the reactor, the distribution of enriched fuel in the core, and the change in specific fuel volume within allowable limits. The influence of geometrical dimensions on the SVRE was considered, the size of the core was changed due to a change in the specific heat release and the volume fraction of the fuel. In the core fuel is introduced, whose nuclei have no spectral dependence on the amount of sodium.

*Keywords:* reproduction coefficient, irregularity coefficient, fuel cycle, active zone, sodium void reactivity effect.

УДК 621.039.5 : 658.58 : 004

### Особенности ремонтных технологий на этапе проведения ремонтных компаний

В.Н. Никифоров\*, Е.В. Арженовская\*, Н.Н. Подрезов\*, А.С. Галкин\*,  
А.Г. Крупский\*\*

\*НИИ АЭМ ВИТИ НИЯУ МИФИ, Волгодонск, Ростовская обл.

\*\*АО «Концерн Росэнергоатом», Москва

В работе рассмотрены вопросы обеспечения документацией систем технического обслуживания и ремонта (ТОиР) в условиях реализации направления «Цифровая АЭС» Программы цифровизации Электроэнергетического дивизиона ГК «Росатом». Для отраслевого уровня востребована разработка нормативно-технических документов, обучающих и конструкторско-технологических ремонтных комплектов, отвечающих коммуникационным возможностям и потенциалу внедряемых современных цифровых IT-технологий.

*Ключевые слова:* техническое обслуживание и ремонт (ТОиР), цифровая технология, нормативно-техническая документация (НТД), планово-предупредительный ремонт (ППР).

Нормативное обеспечение управляющих воздействий в процессе эксплуатации и ТОиР является важным элементом сохранности ресурса оборудования и систем при эксплуатации энергоблоков. Как известно, поддержание ресурсных характеристик (согласно ГОСТ 27.002-89) на допустимом уровне является основной идеей управления физическими активами (рис. 1) АЭС российских проектов [1].



Рисунок 1 – Схема управления физическими активами АЭС

Для поддержания работоспособности, обеспечения исправности оборудования, зданий и сооружений АЭС и готовности их к выполнению заданных функций применяется система технического обслуживания. Основой профилактического восстановления объектов ремонта в атомной энергетике продолжает оставаться система превентивных планово-предупредительных ремонтов (ППР). Обе эти системы начинают восприниматься как устаревшие, поскольку рациональная организации обслуживания оборудования в современных условиях невозможна без применения информационных технологий [2].

В СТО 1.1.1.01.0069-2017 «Правила эксплуатации, ТОиР систем и оборудования АС» указана необходимость использования при ТОиР «...современных информационных технологий, ...включая применение мобильных устройств и облачных технологий». Действительно, огромные возможности в плане анализа данных и принятия управляющих воздействий предоставляют современные стационарные АСУТП проекта, переносные диагностические комплексы, информационно-программные модули [3]. Таким образом, единая информационная среда, цифровые технологии, информатизационные процессы будут все в большей мере утверждаться в роли необходимых элементов обеспечения систем ТОиР.

По мнению авторов, основным сдерживающим фактором процесса цифровизации ТОиР является недостаток или полное отсутствие НТД отраслевого уровня для проектирования и реализации технической ремонтных и обслуживающих комплексов технологических процессов, регламентов в увязке с активно внедряемыми информационно-коммуникационными технологиями, ГОСТ 34.003-90. Фактически «белым пятном» является правовое и нормативное обеспечение требований к составу и содержанию подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов в области ТОиР с учетом инновационного развития отрасли, что не способствует снижению рисков, связанных с влиянием человеческого фактора на управляемость ресурсом физических активов АЭС.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТО 1.1.1.01.007.0281-2010. Управление ресурсными характеристиками элементов энергоблоков атомных станций.
2. Кац, Б.А. Из истории создания планово-предупредительных ремонтов [Текст] / Б.А. Кац // Главный механик. – 2013. – № 11. – С. 19-26.
3. Никифоров, В.Н. Разработка информационно-программных модулей для персонала АЭС [Текст] / В.Н. Никифоров, Н.Н. Подрезов О.Ю. Пугачева, А.Г. Крупский // Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики: тез. докл. XI Междунар. науч.-практ конф., Москва, 23-23 мая 2018 г. – Москва, 2018. – С. 258-259.

### Features of Repair Technology at the Stage of the Repair Companies

V.N. Nikiforov\*, E.V. Arzhenovskaya\*, N.N. Podrezov\*, A.S. Galkin\*,  
A.G. Krupsky\*\*

\*Research Institute AEM VITI NRNU «MEPhI», Volgodonsk, Rostov Region

**Abstract** – The paper addressed the issues of providing documentation of maintenance and repair systems (MRO) under the conditions of the implementation of the Digital NPP direction of the Digitalization Program of the Electric Power Division of the State Corporation Rosatom. For the industry level, the development of normative-technical documents, training and design-technological repair kits that meet the communication capabilities and potential of modern digital IT-technologies being implemented are in demand.

*Keywords:* maintenance and repair (MRO), digital technology, regulatory and technical documentation (NTD), Planned Preventive Maintenance (PPM).

УДК 621.039.53: 620.179.118 (075)

## **Разработка автоматизированных систем электрофизического неразрушающего контроля**

**З.С. Волкова, В.А. Гошкодеров, Е.А. Гошкодерова, В.И. Сурин**

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва*

Для проведения электрофизического неразрушающего контроля в условиях действующего заводского производства лабораторией *ElphysLAB* НИЯУ МИФИ разработана автоматизированная система для работы с широким ассортиментом электрофизических преобразователей. Системы контроля предназначены как для ручного контроля, так и для полностью автоматизированных измерений. В докладе представлены результаты контроля, полученные с помощью разработанных приборов и устройств, а также процесс обработки сигналов электрофизической диагностики. Приведено описание информационно-измерительных систем и использующихся программных пакетов.

*Ключевые слова:* сканирующая контактная потенциометрия, неразрушающий контроль, электрофизическая диагностика, методы интегральных преобразований.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Диагностика и неразрушающий контроль материалов и изделий связаны с решением ряда сложных задач по выявлению и идентификации дефектов структуры на разных стадиях испытаний и эксплуатации с целью определения прочностных свойств материала и предсказания его поведения. Одно из главных преимуществ электрофизического контроля заключается в том, что датчики, имеющие малые линейные размеры (порядка нескольких миллиметров), могут быть размещены, практически, в любом труднодоступном месте. Они также размещаются непосредственно на тех участках технологического оборудования где ожидается появление опасных дефектов (например, трещин) с высокой вероятностью. Электрофизический неразрушающий контроль дает возможность получить информацию о начальных стадиях зарождения и развития трещин в рабочих условиях. Работа по созданию средств и методов обработки сигналов электрофизической диагностики преследует цель достижения надежных результатов идентификации стадий накопления повреждений, приводящих к разрушению материалов для более ясного понимания происходящих процессов и возможности внешнего влияния на их развитие.

В основе электрофизической диагностики и контроля лежит метод сканирующей контактной потенциометрии (*СКП*) [1]. Высокая надежность работы измерительной системы позволяют вести непрерывный мониторинг за выделенным участком объекта контроля, в том числе на сварных швах стыковых соединений, на оборудовании, находящемся в рабочих помещениях с повышенным радиационным фоном и в других особых случаях.