

Отметим следующее, если на стадии эксплуатации, выполняется испытание оболочки, а это возможно при полной замене системы преднапряжения ЗГО, тогда величина  $\delta_1$  будет определена в результате натуральных измерений на объекте.

Реализация изложенных предложений позволяет восстановить и выполнять на неограниченном временном интервале эксплуатации объективный мониторинг технического состояния защитных герметичных оболочек с реактором ВВЭ-1000, построенных в 1980-2010 годах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пимшин, Ю.И. Диагностика технического состояния защитных оболочек АЭС. [Текст] / Ю.И. Пимшин [и др.] // Известия высших учебных заведений «Геодезия и Аэрофотосъемка» – 2016. – № 4. – С.55.
2. Пимшин, Ю.И. Оценка напряженно-деформированного состояния защитных герметичных оболочек на примере блоков Ростовской АЭС. [Текст] / Ю.И. Пимшин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, –2017. – № 3 – С .36-42.
3. Пат. 2546990 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> G01 М 99/00. Способ определения деформационных характеристик защитной герметичной оболочки [Текст] / Пимшин Ю.И., Забазнов Ю.С., Губеладзе О.А., Пимшин П.Ю.; опубл. 10.04.2015, Бюл. №10. <http://www.fips.ru>
4. Пат. 2577555 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> G01 М 99/00. Способ оценки эксплуатационной надежности защитной герметичной оболочки реакторного отделения АЭС [Текст] / Пимшин Ю. И., Ключин Е. Б., Забазнов Ю. С., Губеладзе О. А., Пимшин П. Ю.; опубл. 20.03.2016, Бюл. №8. <http://www.fips.ru>

### **Restoration of Monitoring of the NPP Protective Containment Assessing its Operational Reliability after a Long Period of Unit Operation** **Yu.S. Zabaznov**

*\*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University “MEPhI”,  
Volgodonsk, Rostov region  
YSzabaznov@mephi.ru*

**Abstract** – The paper deals with the theory of assessing the technical condition of protective containment units of nuclear power plants. The possible initial conditions of work performance are considered and suggestions are made for the this methodology implementation in the conditions under consideration. The stated proposals provide an objective control of protective shells for an unlimited period of their operation.

**Keywords:** protective containment, technical condition, prestress, testing, control, mobile geodetic diagnostic system, evaluation of the stress-strain state.

УДК 681.51-192

### **Эффективное повышение уровня надежности АЭС за счет введения шестого защитного барьера**

**А.А.Землянский, К.А.Землянский, Р.Р.Шарипов**

*Балаковский инженерно-технологический институт (филиал) НИЯУ «МИФИ»,  
Балаково, Московская обл.*

В работе рассматривается вопрос эффективного повышения уровня эксплуатационной надежности энергогенерирующих ядерных объектов на примере АЭС с реакторами ВВР-1000 за счет введения в систему управления надежностью АЭС шестого защитного барьера.

*Ключевые слова:* защитные барьеры, надежность, магнитометрические датчики, остаточные напряжения.

Во всем мире безопасность атомных станций независимо от технологических особенностей АЭС базируется на концепции глубоко эшелонированной защиты. Такая концепция предусматривает создание ряда последовательных физических защитных барьеров на пути распространения радио-активных веществ в окружающую среду в результате возникновения на АЭС какой-либо внештатной или аварийной ситуации на первом или втором контуре действующей АЭС.

В настоящее время на всех АЭС Российской Федерации имеется 5 классических защитных барьеров в состав которых входит: - топливная матрица; рабочая оболочка ТВЭлов; рабочая граница первого контура; защитная преднапряженная железобетонная оболочка реакторного отделения и наконец - система биологической защиты.

Однако учитывая то, что все объекты атомной энергетики относятся к уникальным сооружениям и одновременно идентифицируются согласно СТО 1.1.1.02.009.0873-2012 «Обеспечение безопасности при эксплуатации зданий и сооружений атомных станций» как – опасные производственные объекты с повышенным уровнем ответственности. Поэтому по мнению авторов и мнению многих международных и отечественных экспертов вышеотмеченный факт свидетельствует о том, что в существующую систему безопасности АЭС следует незамедлительно ввести шестой защитный барьер в виде системы активного мониторинга НДС незаменяемых несущих и ограждающих конструкций РО и МО, которая будет контролировать напряженно-деформированное состояние наиболее ответственных элементов АЭС активно влияющих на общий уровень безопасности энергетических объектов.

В работе отмечено что все существующие на сегодняшний день системы мониторинга НДС несущих конструкций ядерных объектов, например в виде струнных датчиков, не позволяют надежно и эффективно оценить уровень НДС указанных конструкций как в статическом, так и в динамических режимах. Кроме того традиционные системы мониторинга не позволяют оценить уровень «остаточных» напряжений в материале высокоответственных конструкций АЭС наличие которых на практике может также приводит к предаварийным и аварийным ситуациям.

Для решения указанной проблемы автор настоящей статьи разработал инновационную системы мониторинга НДС как для металлических несущих конструкций, так и для железобетонных элементов, которая полностью лишена недостатков традиционных систем мониторинга НДС рабочих элементов и имеет ряд неоспоримых преимуществ, в частности несопоставимо более высокую чувствительность и разрешающую способность. А также очень высокую надежность и способность измерять уровень действующих и остаточных напряжений в материале с одновременным измерением и динамических характеристик объекта.

Предлагаемая система мониторинга разработана на основе использования эффекта Форстера в основу которой положена зависимость относительной магнитной проницаемости ферромагнитных сред от уровня действующих в материале напряжений.

На разработанную систему мониторинга автором получен патент № 2295118, который свидетельствует об уровне эффективности инновационного решения данной проблемы.

В целом использование предлагаемой системы мониторинга позволит на практике предупредить и не допустить любую внештатную – предаварийную, либо аварийную ситуацию на АЭС с одновременным повышением уровня безопасности и надежности эксплуатации АЭС после продления срока эксплуатации объекта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная программа «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года» Постановление Правительства РФ №1715 от 13.11.2009 г.
2. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений ФЗ №384-ФЗ от 30.12.2009 г.
3. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. ГОСТ 31937-2011. – Москва : МИТКС 2012. – 68 с.
4. Методика оценки технического состояния и остаточного ресурса строительных конструкций атомных станций. РД ЭО 1.1.2.99.0867-2012. – Москва : ОАО «Концерн Росэнергоатом» 2012. – 30 с.
5. Мониторинг строительных конструкций атомных станций. РД ЭО 1.1.2.99. 624-2011 Москва : ОАО «Концерн Росэнергоатом». – 2012. – 68 с.
6. Пат. № 2295118 С1 БИ №1 Магнитоупругий датчик. [Текст] / К.А. Землянский, А.А. Землянский Москва, 2007.
7. Землянский, А.А. Мониторинг и управление надежностью зданий и сооружений различного назначения [Текст] // А.А. Землянский // Промышленное и гражданское строительство. – Москва, 2004. – № 9. – С. 39.
8. Forster F.Z. fur Metallkunde. №43. 1952.
9. Землянский, К.А. Инновационная система активного мониторинга НДС несущих и ограждающих конструкций энергогенерирующих объектов [Текст] / К.А. Землянский, А.А. Землянский // Материалы X Межд. науч.-прак. конф. «Безопасность ядерной энергетики». – Волгоград : ВИТИ (филиал) НИЯУ МИФИ, 2014. – С.41-45.
10. Землянский, К.А. Инновационная система НДС несущих конструкций и силового оборудования гидротехнических сооружений [Текст] / К.А. Землянский, А.А. Землянский // Сб. статей. II Межд. науч.-прак. конф. Балаково : БИТИ (филиал) НИЯУ «МИФИ», 2016 – С. 81-90.

## Effective Increase of NPP Reliability by Introducing the Sixth Protective Barrier

A.A.Zemlyansky<sup>1</sup>, K.A.Zemlyansky<sup>2</sup>, R.R.Sharipov<sup>3</sup>

Balakovo Engineering Technological Institute (branch) of the National Research Nuclear University MEPhI, Moscow

<sup>1</sup>zempl\_aa@mail.ru

<sup>2</sup>zeko.macos@gmail.com

<sup>3</sup>scharipovrustam140796@yandex.ru

**Abstract** – The paper addresses the issue of effectively increasing the level of operational reliability of energy generating nuclear facilities on the example of NPPs with WWR-1000 reactors due to the introduction of the sixth protective barrier into the NPP reliability control system.

**Keywords:** protective barriers, reliability, magnetometric sensors, residual voltage.

УДК 621.874: 621.311.25

## Наладка ходовой части крана кругового действия На предприятии заказчика

С.М. Бурдаков\*, А.Н. Гейдарова\*, А.С. Демиденко\*\*, И.Ю. Пимшин\*\*

\*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета (МИФИ), Волгоград, Ростовская обл.

\*\*Донской государственный технический университет (ДГТУ), Ростов-на-Дону

В работе рассмотрены вопросы наладки кранов кругового действия на объекте заказчика. Показано, что определяющими характеристиками при наладке движения крана по окружности являются геометрические параметры ходовой части. При этом отмечено, что ремонтпригодная