

ISSN 2305-414X

ГЛОБАЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



Научно-практический журнал

№ 1 (10) 2014

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИФИ»

ГЛОБАЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

№ 1(10) 2014

Основан в ноябре 2011 г.
Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» – 10647
Выходит 4 раза в год
ISSN 2305-414X

Главный редактор:

М.Н. Стриханов, доктор физико-математических наук, профессор

Редакционный совет:

М.Н. Стриханов (главный редактор, д-р физ.-мат. наук, проф.),
В.А. Руденко (заместитель главного редактора, д-р соц. наук, проф.),
А.М. Агапов (д-р техн. наук, проф.), В.В. Кривин (д-р техн. наук, проф.),
А.В. Паламарчук (к-т техн. наук), И.А. Бубликова (к-т техн. наук, доц.)

Редакционная коллегия:

М.Н. Стриханов (главный редактор, д-р физ.-мат. наук, проф.),
В.А. Руденко (заместитель главного редактора, д-р соц. наук, проф.),
А.М. Агапов (д-р техн. наук, проф.), А.В. Чернов (д-р техн. наук, проф.),
Ю.И. Пимшин (д-р техн. наук, проф.), Ю.П. Муха (д-р техн. наук, проф.),
В.В. Кривин (д-р техн. наук, проф.), В.И. Ратушный (д-р физ.-мат. наук, проф.),
Ю.С. Сысоев (д-р физ.-мат. наук, проф.), А.В. Паламарчук (к-т техн. наук),
В.Е. Шукшунов (д-р техн. наук, проф.), В.П. Поваров (к-т физ.-мат. наук),
А.В. Жук (к-т ист. наук, доц.)

Учредитель:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»

Адрес редакции: 115409, Россия, г. Москва, Каширское шоссе, 31; 347360, Россия, Ростовская обл.,
г. Волгодонск, ул. Ленина, 73/94, тел. (8639) 222717, E-mail: oni-viti@mephi.ru
Адрес типографии: 347360, Россия, Ростовская обл., г. Волгодонск, ул. Ленина, 73/94.

Москва
ВИТИ(ф) НИЯУ МИФИ

СОДЕРЖАНИЕ

Номер 1, 2014

ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Методология и методы оценки состояния водных экосистем <i>О.И. Бейсуг, Л.М. Предеина</i>	5
Расчетное моделирование работы и оценка эффективности системы пассивного отвода тепла от гермообъема (СПОТ ГО) при разрыве паропровода острого пара с неизоляцией аварийного ПГ по питводу на АЭС с ВВЭР-1000 <i>Х.М. Наффаа, Д.В. Шевелев, А.С. Балашевский</i>	10
Особенности керамики, синтезированной на основе наноструктурных порошков Al_2O_3 , подвергнутых ультразвуковой обработке <i>И.А. Приб, Ю.С. Зуев</i>	16

ИЗЫСКАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

Анализ и представление среды действия в системе проектирования технологии демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации блока АЭС <i>А.И. Берела, Б.К. Былкин, С.А. Томилин, А.Г. Федотов</i>	25
Анализ прочностных характеристик и устойчивости элементов конструкции траверсы шестилучевой для монтажа закладной опоры фермы опорной корпуса реактора <i>А.Н. Дудченко, С.А. Томилин, М.Э. Пинчук, Э.В. Пинчук</i>	32
Проектирование наукоемких изделий при помощи САД систем <i>Д.С. Горюшкин, Ю.С. Зуев</i>	40
Рандомизация нестохастических исходных данных <i>В.В. Мякушко</i>	54

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АЭС

Исследование комплексной диэлектрической проницаемости обводненных турбинных масел агрегатов АЭС <i>В.В. Шапошников, К.С. Сидоров</i>	59
Защита полюснопереключаемого электродвигателя от внутренних повреждений <i>С.Л. Кузнецов, И.А. Шихкеримов, И.В. Барчева</i>	63

СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС

Разработка профессионального стандарта для специалистов по обслуживанию и ремонту механического оборудования АЭС <i>В.А. Руденко, С.А. Томилин, А.Г. Федотов, В.Г. Бекетов</i>	68
Профессионально-личностная самореализация студентов в контексте формирования культуры безопасности <i>В.В. Ягодкина</i>	73
Разработка профессионального стандарта для специалистов в области производственно-технологической комплектации в атомной энергетике <i>В.А. Руденко, В.Г. Бекетов, С.А. Томилин, А.Г. Федотов, В.А. Дзюбак</i>	77
Введение в ядерное право Российской Федерации <i>В.Т. Корниенко</i>	82
Разработка профессиональных стандартов для атомной отрасли <i>В.А. Руденко, Н.П. Василенко, Г.А. Доблер, С.А. Томилин, В.Г. Бекетов, А.Г. Федотов</i>	87

Авторский указатель номера 1, 2014

CONTENTS

Number 1, 2014

THE PROBLEMS OF NUCLEAR, RADIATION AND ECOLOGICAL SAFETY

Methodology and Methods of Aquatic Ecosystems Assessment <i>O.I. Beisug, L.M. Predeina</i>	5
Calculation Modeling and Assessment of Containment Heat Removal Passive System Effectiveness in Case of Break Steam Pipe of the Steam Generator on NPP with WWER-1000 <i>Kh.M. Naffaa, D.V. Shevielov, A.S. Balashevskyi</i>	10
Features of Synthesized Ceramic based on Nanostructural Al ₂ O ₃ Powders, Exposed to Ultrasonic Treatment <i>I.A. Prib, Y.S. Zuyev</i>	16

SEARCH, PROJECTING, CONSTRUCTION AND ASSEMBLY OF NPP MANUFACTURING EQUIPMENT

Analysis and Presentation of Environment Activity in the System of Projecting of Equipment Dismantling Technology in Withdrawal from Exploitation of NPP Block <i>A.I. Berela, B.K. Bilkin, S.A. Tomilin, A.G. Fedotov</i>	25
Analysis of Strengthening Characteristic Construction and Components Steadiness of Hexactinal Cross Arm for Bearing Framework Mounting of Support Reactor Carcass <i>A.N. Dydchenko, S.A. Tomilin, M.E. Pinchuk, E.V. Pinchuk</i>	32
Science-Intensive Products Designing by Means of Modern Computer-Aided Design Systems <i>D.S. Goriushkin, Y.S. Zuyev</i>	40
Randomization of Non-stochastic Basic Data <i>V.V. Myakushko</i>	54

NPP EXPLOITATION

Complex Dielectric Transmittivity Research of Watered Turbine Oils of NPP Aggregates <i>V.V. Shaposhnicov, K.S. Sidorov</i>	59
Pole-switching Windings Protection From Internal Damages <i>S.L. Kuzhekov, I.A. Shihkerimov, I.V. Barcheva</i>	63

SOCIO-LEGAL ASPECTS OF DEVELOPMENT OF NPP TERRITORIES

Professional Standard Design for Specialists of Service and Repair of NPP Mechanical Equipment <i>V.A. Roudenko, S.A. Tomilin, A.G. Fedotov, B.G. Bekhetov</i>	68
Students Professional-Personal Self-Realisation in the Context of Security Culture Formation <i>V.V. Jagodkina</i>	73
Professional Standard Design for Specialists of Industrial Technological Packaging Arrangement Sphere in Nuclear Industry <i>V.A. Roudenko, B.G. Bekhetov, S.A. Tomilin, A.G. Fedotov, V.A. Dzjubak</i>	77
Introduction into Nuclear Law of the Russian Federation <i>V.T. Kornienko</i>	82
Professional Standards Design for Nuclear Industry <i>V.A. Roudenko, N.P. Vasilenko, G.A. Dobler, S.A. Tomilin, B.G. Bekhetov, A.G. Fedotov</i>	87

Author Index of vol. 1, 2014.....

**ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК 556.012:574

**МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ
ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

© 2014 г. О.И. Бейсуг*, Л.М. Предеина**

** Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

*** Гидрохимический институт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Ростов-на-Дону, Ростовская обл.*

Поступила в редакцию 10.03.2014 г.

В данной работе приведён критический анализ методологии и методов оценки состояния водных экосистем. Сделан вывод, что показатели активности щелочной фосфатазы и внеклеточных эстераз показывают интенсивность метаболизма гидробиоценозов, отличаются высокой информативностью и простотой определения и могут быть использованы для оценки интенсивности метаболизма биоценозов.

Ключевые слова: активность щелочной фосфатазы, активность внеклеточных эстераз, метаболизм, гидробиоценозы, интенсивность метаболизма биоценозов, методология, методы оценки, экологический мониторинг, биоиндикация, экологическое состояние, системы контроля, загрязняющие вещества, водные экосистемы, гидробиологический контроль, ПДК (предельно допустимая концентрация).

Поступила в редакцию 14.03.2014 г.

Методы биоиндикации имеют чрезвычайно важное значение для оценки комбинированного влияния загрязняющих веществ на состояние гидробиоценозов с учетом региональных и экологических особенностей водных экосистем. В настоящее время для биоиндикации водных экосистем предлагается использовать показатели активности ферментов, которые продуцируются одноклеточными водорослями и бактериопланктоном. Эти ферменты участвуют в трансформации органических соединений, осуществляя, таким образом, биогеохимический круговорот веществ.

Под термином «состояние» в широком смысле этого слова понимают положение объекта в выбранной системе координат, охватывающей всю область существования данного объекта (или их совокупности), полную амплитуду его изменчивости без разрушения структуры. Оценка состояния экосистем подразумевает оценку нарушенности или трансформированности экосистем, как степень отклонения состояния экосистем от исходного, принятого за «нормальное», за счет разрушения (трансформации) структуры и функций фитоценоза, зооценоза, атмосферы, гидросферы, педосферы, литосферы [5]. Таким образом, при описании состояния экосистем учитываются все образующие ее элементы.

В методологии оценки состояния экосистем существуют два подхода – экосистемный и популяционный. Экосистемный подход связан, в основном, с оценкой роли организмов – продуцентов, консументов и редуцентов, в процессе трансформации вещества и энергии в природе. Популяционный подход заключается в изучении популяций отдельных видов: популяционной организации вида, пространственной структуры и генетического состава популяций, механизмов иерархии и

группообразования, внутривидовых средств сигнализации и связи, консолидирующих популяцию в единое целое [11]. По мнению О.М. Кожовой с соавторами [5], степень нарушенности экосистем под влиянием антропогенного воздействия определяется, прежде всего, глубиной трансформации их структурных компонентов: функциональные расстройства чаще являются следствием изменения структуры, т.е. преимущественно вторичны. В то же время, Г.Г. Винберг [3] писал, что жизнь необычайно многообразна по своим формам и структурному выражению, но сравнительно однообразна по своим биогеохимическим функциям. Поэтому, видовой состав особей, входящих в состав биоценоза, может существенно меняться без изменения характеристик его биогеохимического цикла. Такой же вывод находим и в более ранних работах Н.В. Тимофеева-Ресовского [10]: «... одну и ту же биогеохимическую работу выполняют особи разных видов». В этой связи, по-видимому, следует считать первичными именно функциональные изменения, а структурные – их следствием. Очевидно, что наиболее полная и корректная оценка состояния экосистемы может быть дана при комплексном подходе с учетом характеристики как структурных, так и функциональных показателей.

Состояние экосистемы, как и любого другого объекта, достаточно сложно определить произвольным описанием бесконечного множества ее признаков. Для оценки состояния экосистемы необходимо использовать наиболее существенные признаки, такие как состав, строение, способность достаточно долго функционировать и самовосстанавливаться. Кроме того, «состояние» буквально означает сравнение с чем-то, сопоставление с идеалом, нормой или эталоном. Каждая экосистема, как тип, имеет свою норму. Сравнение реально наблюдаемых экосистем с «нормой» позволяет установить степень их отклонения от этой «нормы».

На практике, в обстановке повсеместной нарушенности природных экосистем, реализация этого, в целом не вызывающего сомнений, подхода представляется весьма проблематичной. Иначе говоря, нужна реконструкция коренного или хотя бы исходного состояния на определенную дату, после которой происходили различные изменения, приведшие к современному состоянию, либо необходимо устанавливать фоновые участки для разных экосистем, испытывающие наименьшее антропогенное воздействие.

В практике мониторинга водных объектов оценка их состояния осуществляется по гидрохимическим и гидробиологическим показателям. Состояние водного объекта определяется как его характеристика по совокупности количественных и качественных показателей применительно к видам водопользования [9, 12]. Исходя из этого определения, для характеристики состояния водной экосистемы необходимы оценки, дающие полную всестороннюю информацию не только о составе и свойствах воды, но и о протекающих в водном объекте процессах, которые создают среду обитания для гидробионтов. Ввиду отсутствия экологических нормативов (предельно допустимых экологических нагрузок) комплексное оценивание состояния экосистем на сегодняшний день невозможно. Поэтому на практике применяется подход, при котором составляющие экосистему биотическая и абиотическая компоненты, а также характеризующие их показатели рассматриваются и оцениваются отдельно и совокупно с использованием существующих критериев (предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ – ПДК) и классификаций для различных видов водопользования.

Абиотическая составляющая водных экосистем контролируется с помощью гидрохимических показателей, которые оценивают качество поверхностных вод. В зависимости от состава и количества аналитических данных выделяется несколько основных видов оценки: единичные, косвенные и комплексные.

Первые два вида используются давно и стали традиционными. Появление нового вида оценок – комплексных – было связано с необходимостью иметь четкое представление о степени и характере загрязненности вод, обусловленной антропогенным воздействием.

При оценке качества воды по гидрохимическим показателям для комплексного оценивания применяют коэффициенты загрязненности воды, коэффициенты комплексной загрязненности воды, модульный коэффициент выноса загрязняющих веществ, показатели относительной продолжительности и относительных объемов загрязненного и чистого водного стока и др., которые учитывают небольшое число элементов сложного объекта. При оценке качества воды применяют так же формализованные показатели, которые обеспечивают более разностороннюю и адекватную оценку качества воды. К ним относятся индекс качества воды [4], комбинаторный индекс загрязненности воды [9], общесанитарный индекс качества воды [8], гидрохимический индекс качества воды [6], комплексная оценка степени загрязнения водоемов токсичными веществами [7] и др.

В настоящее время еще нет единого, общепринятого метода комплексной оценки загрязненности поверхностных вод. Однако, комплексная оценка, разработанная в Гидрохимическом институте (РД 52.24.643-2002) [9], уже внедрена в систему мониторинга России и некоторых стран СНГ.

Серьезным недостатком системы контроля, основанной на сравнении концентраций загрязняющих веществ с ПДК, является то, что загрязненность вод оценивают лишь по тем показателям, для которых есть такие критерии. Положение усугубляется еще и тем, что лишь для 10% регламентируемых веществ существуют методы, позволяющие определять их концентрации на уровне ПДК. Кроме того, в водных экосистемах образуются сложные комплексы различных антропогенных химических соединений, которые воздействуют на организмы принципиально иначе, чем отдельные составляющие, для которых разрабатываются ПДК [2].

Систематический контроль биотической составляющей водных объектов в России начался лишь с 1974 г. Программа гидробиологического мониторинга пресноводных экосистем предусматривает наблюдения по всем основным подсистемам: фитопланктону, макрофитам, зоопланктону, зообентосу, перифитону, микрофлоре. Гидробиологический контроль в России в настоящее время охватывает лишь около 20% пунктов наблюдений гидрохимической сети Росгидромета, что, несомненно, сказывается на адекватности оценок экологического состояния водных объектов.

Оценка экологического состояния водных экосистем в нашей стране осуществляется по классификации, разработанной В.А. Абакумовым [1]. Теоретической базой для этой классификации послужил основной кибернетический закон Винера-Шеннона-Эшби. В соответствии с этим законом увеличение внутреннего разнообразия биоценоза позволяет ему стабильно поддерживать высокий уровень метаболизма в широком диапазоне флуктуаций тех или иных факторов внешней среды в соответствии с обеспеченностью важнейшими жизненными ресурсами [2].

При загрязнении окружающей среды может происходить как увеличение интенсивности метаболизма биоценозов – метаболический прогресс, так и ее уменьшение – метаболический регресс. Метаболический прогресс связан с тремя путями изменения структуры биоценоза: с усложнением структуры – экологическим прогрессом, с упрощением структуры – с экологическим регрессом и с перестройкой структуры, не ведущей к ее упрощению или усложнению – экологической модуляцией. В соответствии с этой теорией при фоновом состоянии экосистем не происходит существенных изменений интенсивности метаболизма биоценозов. Состояния антропогенного экологического напряжения и регресса характеризуются

прогрессирующим повышением интенсивности метаболизма. Структурные показатели при состоянии экологического напряжения характеризуются увеличением видового разнообразия биоценозов и усложнении межвидовых отношений. Состояние экологического регресса, напротив, выражается в снижении разнообразия биоценозов и упрощении межвидовых отношений. Снижение интенсивности метаболизма биоценозов, вызванное высоким загрязнением водных объектов токсичными веществами, соответствует состоянию антропогенного метаболического регресса. Таким образом, наиболее адекватную оценку экологического состояния гидробиоценозов можно получить, контролируя одновременно структурные и функциональные показатели.

В настоящее время гидробиологический мониторинг в системе Росгидромета осуществляется преимущественно по структурным показателям. Оценка интенсивности метаболизма биоценозов связана с определенными трудностями. Реализация на практике наиболее изученного обобщенного показателя интенсивности метаболизма – продукции и деструкции органического вещества, связана с методическими сложностями: необходимостью экспонирования проб в месте отбора в течение нескольких часов, что при современном материальном обеспечении сети наблюдений невозможно. В этой связи необходим поиск показателей интенсивности метаболизма гидробиоценозов, которые бы отличались высокой информативностью и простотой определения. Таким требованиям, по нашему мнению, отвечают показатели активности ферментов, участвующих в трансформации жизненно важных веществ в водных экосистемах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абакумов, В.А.* Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем [Текст] / под ред. В.А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.
2. *Абакумов, В.А. и др.* Гидробиологический мониторинг пресноводных экосистем и пути его совершенствования [Текст] / В.А. Абакумов, Л.М. Сушеня // Экологические модификации и критерии экологического нормирования : тр. междунар. симпозиума, Нальчик, 1-12 июня 1990 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 41–51.
3. *Винберг, Г.Г.* Многообразие и единство жизненных явлений и количественные методы в биологии [Текст] / Г.Г. Винберг // Журн. общ. биологии. – 1981. – Т.42. – № 1. – С. 5–8.
4. *Гурарий, В.И. и др.* Индекс качества воды [Текст] / В.И. Гурарий, А.С. Шайн // Проблемы охраны вод. – Харьков, 1973. – Вып. 4. – С. 105–114.
5. *Кожова, О.М. и др.* Методология оценки состояния экосистем : учебное пособие [Текст] / О.М. Кожова, Л.Р. Измestyева, Б.К. Павлов, В.И. Воронин и др. – Ростов-на-Дону: ООО «ЦВВР», 2000. – 128 с.
6. Комплексные оценки качества поверхностных вод [Текст] / под ред. А.М. Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 138 с.
7. *Никаноров, А.М. и др.* Мониторинг качества вод: оценка токсичности [Текст] / А.М. Никаноров, Т.А. Хоружая, Л.В. Бражникова, А.В. Жулидов. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 160 с.
8. *Новиков, Ю.В. и др.* Использование комплексных показателей при разработке гигиенической классификации водоемов по степени их загрязнения [Текст] / Ю.В. Новиков, С.И. Плитман, К.О. Ласточкина, Р.М. Хвастунов // Гигиена и санитария – 1984. – №6. – С. 11–13.
9. РД 52.24.633-2002 «Методические указания. Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем» [Текст]. – Гидрометеиздат, 2002.
10. *Тимофеев-Ресовский, Н.В.* О некоторых принципах классификации биохорологических единиц: вопросы классификации растительности [Текст] / Н.В. Тимофеев-Ресовский // Тр. Ин-та биологии УФ АН СССР. – 1961. – Вып. 27. – С. 23–28.
11. *Шварц, С.С.* Эволюция биоценозов и экологическое прогнозирование [Текст] / С.С. Шварц // Материалы сов.-амер. симпозиума. по биосфер. заповедникам, 1976. (докл. сов. участников). – М., 1976. – Ч. 2. – С. 327–332.

12. Бакаева, Е.Н. Качество вод приплотинной части Цимлянского водохранилища в условиях цветения сине-зеленых микроводорослей [Текст] / Е.Н. Бакаева, Н.А. Игнатова // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №1(6). – с.26.

Methodology and Methods of Aquatic Ecosystems Assessment

O.I. Beisug*, L.M. Predeina**

** Volgodonsk Engineering Technical Institute
the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360
e-mail: beisug@rambler.ru*

*** Hydro-chemical Institute of Federal Service on Hydrometeorology and Environment Monitoring,
198 Stachki av., Rostov-on-Don, Rostov region, Russia 344090
e-mail: ghi7@aanet.ru*

Abstract – This work presents a critical analysis of methodologies and methods of aquatic ecosystems assessment. The result of this research shows that the indicators of alkaline phosphatase and extracellular esterases activity indicate on the intensity of hydrobiocenoses metabolism. They are highly informative and can be easily identified and can be used for assessment of the biocenoses metabolism intensity.

Keywords: alkaline phosphatase activity, extracellular esterases activity, metabolism, hydrobiocenosis, the biocenoses metabolism intensity, methodology, evaluation methods, ecological monitoring, bioindication, ecological condition, control system, pollutant, aquatic ecosystems, biological control, MAC (maximum allowable concentration).

**ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК 621.311.25:532.529

**РАСЧЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ И ОЦЕНКА
ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ПАССИВНОГО ОТВОДА ТЕПЛА
ОТ ГЕРМООБЪЕМА (СПОТ ГО) ПРИ РАЗРЫВЕ ПАРОПРОВОДА
ОСТРОГО ПАРА С НЕИЗОЛЯЦИЕЙ АВАРИЙНОГО ПГ
ПО ПИТВОДЕ НА АЭС С ВВЭР-1000**

© 2014 г. Х.М. Наффаа*, Д.В. Шевелев**, А.С. Балашевский **

** Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности,
Севастополь, Украина (с 18.03.2014 – Российская Федерация (См. №6-ФКЗ от 21.03.2014)*

*** Служба научно-технической поддержки ОП «Научно-технический центр»
ГП НАЭК «Энергоатом», Севастополь, Украина (с 18.03.2014 – Российская Федерация)*

Поступила в редакцию 24.01.2014 г.

В статье представлены результаты расчетного моделирования системы пассивного отвода тепла при запроектной аварии, вызванной разрывом паропровода одного из ПГ в неотсекаемой части в пределах ГО, с изоляцией аварийного ПГ по питательной воде и незапуском спринклерной системы. Проведена оценка эффективности системы пассивного теплоотвода гермообъема при развитии аварии на АЭС с ВВЭР. Расчеты проводились с использованием кода MELCOR 1.8.5.

Ключевые слова: система пассивного отвода тепла, гермообъем, парогенератор, атомная электрическая станция, аварийная питательная вода, реакторная установка; водо-водяной энергетический реактор, запроектная авария, двухфазный термосифон.

Одним из классов запроектных аварий (ЗПА) на АЭС, представляющих угрозу целостности гермообъема (ГО), являются аварии, вызванные разрывом паропровода острого пара в неотсекаемой от парогенератора (ПГ) части внутри ГО, с наложением внешнего обесточивания. В качестве дополнительного отказа можно рассматривать изоляцию аварийного ПГ по питательной воде, или же ошибочное решение оперативного персонала станции подавать аварийную питательную воду (АПВ) в поврежденный ПГ. В случае если спринклерная система неработоспособна, это приводит к выходу пара в ГО и росту параметров в нем (давления и температуры). При превышении предельно допустимых параметров это может привести к катастрофическому отказу ГО.

На эксплуатируемых сегодня АЭС с ВВЭР–1000 технические средства для предотвращения повреждения ГО в условиях аварий с полным длительным отказом активных систем снижения параметров (спринклерная система) не предусмотрены. В эволюционных проектах РУ с ВВЭР, а также в новых проектах зарубежных АЭС, предусмотрены пассивные системы снижения параметров в ГО при таких авариях, но все эти системы обладают рядом недостатков. Основные из них – это ограниченное время работы указанных систем, а также возможность байпасирования ГО при отказах [1, 2]. Поэтому актуальной является задача создания систем пассивного отвода остаточных тепловыделений (СПОТ) ГО и внедрение ее на действующих энергоблоках АЭС, а также в проектах перспективных РУ, которые были бы свободны от указанных недостатков [3, 4].

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СПОТ ГО

При некоторых авариях, например, течах первого или второго контура в пределах ГО, происходит выход теплоносителя с высокими параметрами в ГО. Это приводит к росту температуры и давления в ГО.

Для ГО АЭС с ВВЭР–1000 предельные проектные величины давления и температуры равны $5,0 \text{ кгс/см}^2$ (абс.) и $+150 \text{ }^\circ\text{C}$. При превышении любого из этих значений, особенно предельного давления, сохранение плотности и целостности ГО не гарантируется. Это означает потерю локализирующей способности ГО. При наличии высокой активности внутри ГО, например, за счет выхода активности теплоносителя первого контура, потеря локализирующей способности означает аварийный выброс активности за пределы ГО и промплощадки АЭС, превышающий предельно-допустимые значения.

Для сохранения целостности ГО, СПОТ ГО при проектных и запроектных авариях должна отводить в окружающую среду мощность, по крайней мере, не ниже, чем мощность остаточных энерговыделений в топливе. В условиях тяжелых аварий (ТА) эта мощность ещё выше, за счет дополнительных энерговыделений при парациркониевой реакции в активной зоне и окислении образовавшегося водорода в пассивных автокаталитических рекомбинаторах (ПАР).

Для решения указанных задач предлагается схема СПОТ ГО с использованием испарительно-конденсационных устройств замкнутого типа – низкотемпературных кольцевых двухфазных термосифонов (ДТС). Конструктивные особенности, компоновка и характеристики СПОТ ГО на основе ДТС подробно рассмотрены в [5, 6]. Кроме того, в [6] рассмотрено протекание ТА при изначально плотном первом контуре РУ.

Ниже подробно анализируется влияние СПОТ ГО на протекание запроектной аварии: разрыв паропровода острого пара в неотсекаемой от ПГ части с внешним обесточиванием энергоблока, неизоляцией поврежденного ПГ по аварийной питательной воде и наложением отказа спринклерной системы.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОТ ГО В УСЛОВИЯХ ЗПА «РАЗРЫВ ПАРОПРОВОДА ОСТРОГО ПАРА В НЕОТСЕКАЕМОЙ ОТ ПГ ЧАСТИ С ВНЕШНИМ ОБЕСТОЧИВАНИЕМ ЭНЕРГОБЛОКА, НЕИЗОЛЯЦИЕЙ ПОВРЕЖДЕННОГО ПГ ПО АВАРИЙНОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЕ И НАЛОЖЕНИЕМ ОТКАЗА СПРИНКЛЕРНОЙ СИСТЕМЫ»

Для выполнения расчетного анализа выбран наихудший сценарий – полный гильотинный разрыв паропровода на выходе ПГ с двусторонним истечением острого пара в ГО. Это обеспечивает наибольший рост давления в ГО как на начальном этапе аварии, так и в дальнейшем, поскольку остаточные энерговыделения активной зоны в условиях естественной циркуляции теплоносителя отводятся через поврежденный ПГ с паром в ГО. Срабатывание аварийной защиты.

В условиях внешнего обесточивания энергоблока, формируется сигнал на запуск трех дизель-генераторов (ДГ), от каждого из которых запитано по одному каналу каждой из активных систем безопасности (СБ). Возможна ситуация, когда на момент возникновения исходного события аварии (ИС) один из ДГ находился в ремонте, а второй не запустился по требованию. В этом случае в работе находится один из трех ДГ. Предположим также, что канал спринклерной системы, запитанный от рабочего ДГ, находится в отказе. Поскольку в данном случае принцип единичного отказа не выполнен, авария относится к запроектным (ЗПА). Предположим также, что от

рабочего ДГ запитан канал системы аварийной питательной воды, способный подавать воду либо во все четыре ПГ, либо в любые 2 из 4-х, включая аварийный [7]. В этих условиях, несмотря на наличие сигнала «разрывной защиты» по второму контуру, на ряде энергоблоков Украины оперативный персонал блочного щита управления (БЩУ) имеет возможность снять блокировку на закрытие отсечных арматур и подать воду в поврежденный ПГ. При этом регулятор подачи АПВ поддерживает постоянный уровень котловой воды в поврежденном ПГ.

Поскольку давление в поврежденном ПГ близко к атмосферному и основной расход теплоносителя первого контура идет через него, параметры теплоносителя первого контура оказываются ниже, чем параметры котловой воды в неповрежденных ПГ. Паросбросные устройства на паропроводах этих ПГ закрыты. Таким образом, теплоотвод не только от активной зоны, но и от котловой воды неповрежденных ПГ через первый контур, осуществляется в ГО. В соответствии с проектом, запаса АПВ в баках каждого канала достаточно для подпитки ПГ в течение не менее суток.

В результате отказа спринклерной системы, теплоотвод активными системами из ГО отсутствует.

Действия оперативного персонала по принудительному расхолаживанию РУ через неповрежденные ПГ не учитываются.

На рисунках 1–5 приведено сравнение динамики рассматриваемой аварии как в отсутствии, так и при наличии СПОТ ГО. Приведенные результаты позволяют судить о влиянии СПОТ ГО на развитие данной ЗПА.

Далее всюду на графиках кривые, полученные без учета СПОТ ГО, обозначены как «Base», а кривые, соответствующие работе СПОТ ГО, обозначены как «PHRS».

В «базовом» сценарии без работы СПОТ ГО, давление в ГО растет как за счет нагрева, так и за счет поступления водяного пара из поврежденного ПГ (рис. 1). В результате, уже через ~10 часов после начала аварии, давление в ГО превышает проектное и продолжает расти. К концу первых суток аварии, при условии, что ГО сохраняет плотность, давление внутри него превысило бы 7 кгс/см^2 (абс.), в реальных же условиях с высокой вероятностью произойдет отказ ГО.

В варианте со СПОТ ГО, напротив, после кратковременного роста давления до $\sim 2 \text{ кгс/см}^2$ (абс.), на первой минуте аварии, происходит его устойчивое снижение по мере того, как снижается мощность остаточных энерговыделений в активной зоне. К концу первых суток аварии давление в ГО практически стабилизируется на уровне $\sim 1,3 \text{ кгс/см}^2$ (абс.).

Аналогичные отличия наблюдаются и в динамике температуры атмосферы в подкупольной части ГО. В базовом расчете без СПОТ ГО наблюдается ее непрерывный рост, и к концу первых суток она достигает величины $\sim 160^\circ\text{C}$ (рис. 2), что превышает максимальное проектное значение $+150^\circ\text{C}$. В варианте со СПОТ ГО, температура снижается и к концу первых суток аварии составляет $\sim 65^\circ\text{C}$.

Столь же принципиальные отличия наблюдаются и в изменении состава парогазовой смеси в центральном зале реакторного отделения внутри ГО (рис. 3–5).

Необходимо также отметить следующее. Рассмотренная ЗПА является наиболее «жесткой» с точки зрения послеаварийного роста параметров в ГО при значительных временах после наступления ИС. Поскольку, даже при гильотинном разрыве главного циркуляционного трубопровода на выходе из реактора, после запуска САОЗ значительная часть теплоты из ГО будет отводиться через теплообменники аварийного расхолаживания (ТОАР), а остальная часть поглощаться оборудованием, расположенным в ГО. В результате послеаварийный рост давления на поздней стадии аварии, даже без учета работы спринклерной системы, будет менее интенсивным. В условиях же рассмотренной ЗПА, теплота через ТОАР не отводится.

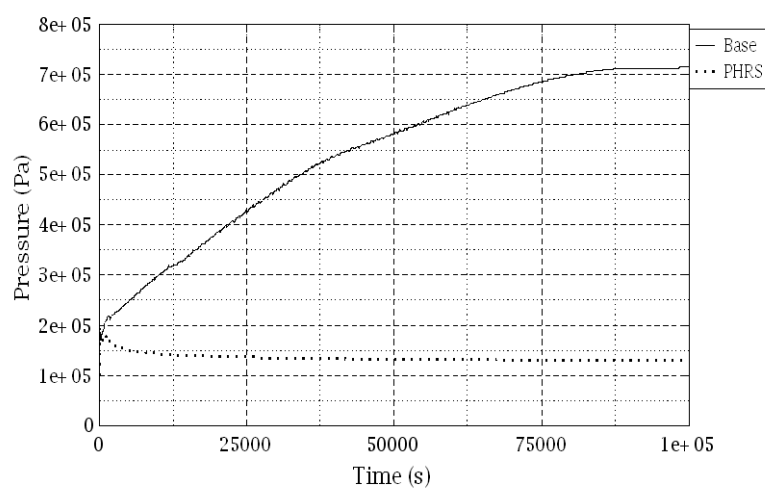


Рис. 1. Давление парогазовой смеси в купольной части ГО

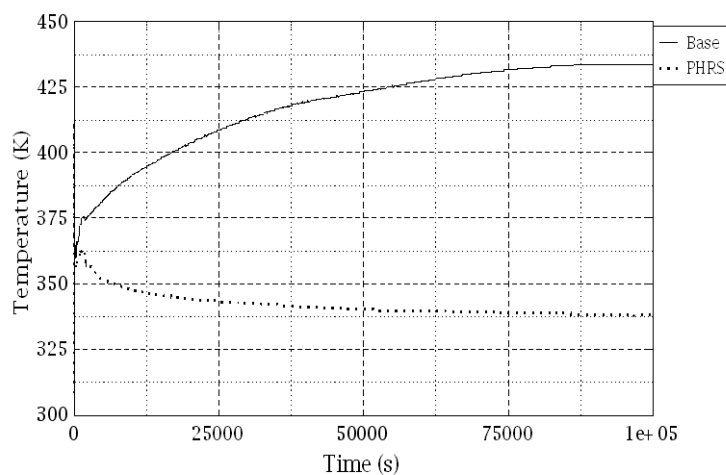


Рис. 2. Температура парогазовой смеси в купольной части ГО

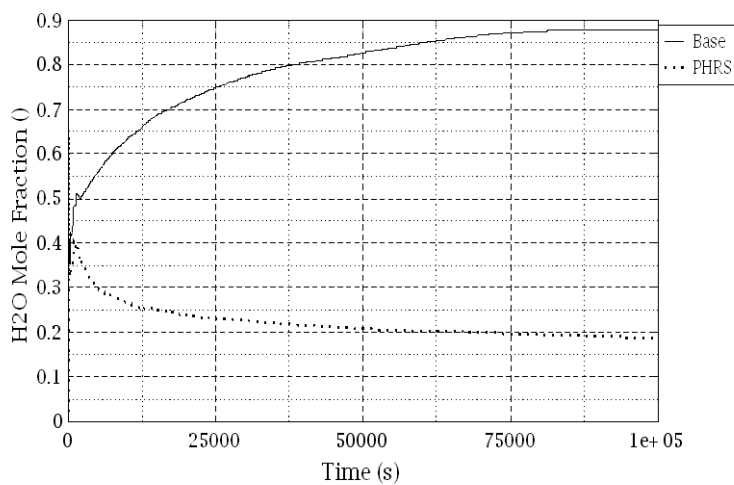


Рис. 3. Молярная концентрация водяного пара в ЦЗ ГО

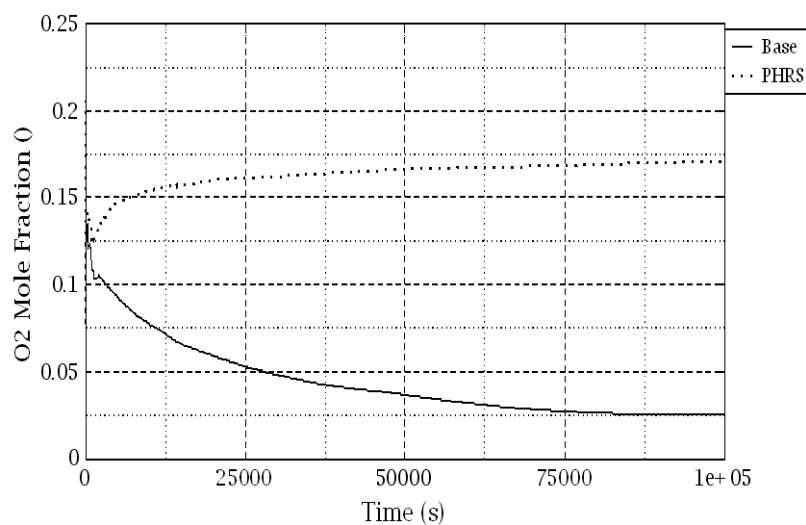


Рис. 4. Молярная концентрация кислорода в ЦЗ ГО

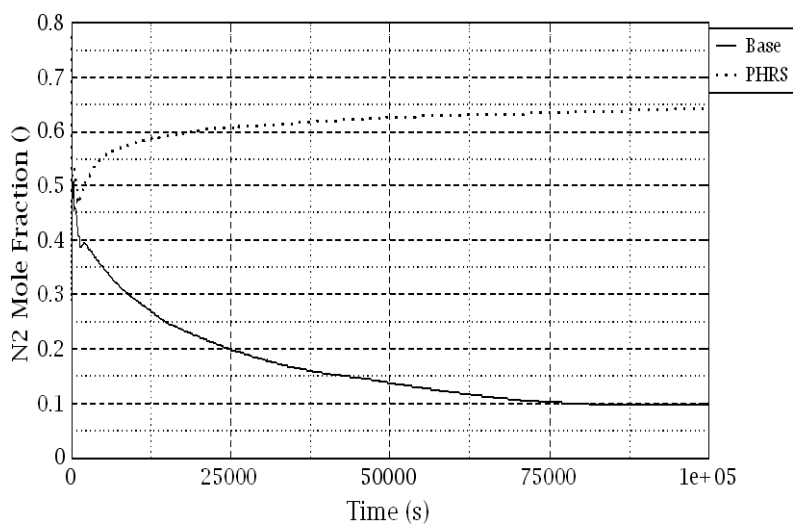


Рис. 5. Молярная концентрация азота в ЦЗ ГО

ВЫВОД

Внедрение СПОТ ГО в состав систем безопасности РУ позволит исключить возможность повреждения ГО в условиях проектных, запроектных и на начальной фазе тяжелых аварий вне зависимости от состояния источников внешнего и аварийного электроснабжения энергоблока.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что наличие СПОТ ГО позволяет, в условиях проектных и запроектных аварий вывести спринклерную систему из состава систем безопасности. Кроме того, в силу особенностей своего функционирования, работа только СПОТ ГО позволяет исключить возможность создания недопустимого послеаварийного разрежения в ГО. В этом также заключается ещё одно ее существенное преимущество перед традиционной спринклерной системой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Наффаа, Х.М. и др.* Пассивные системы охлаждения защитных оболочек реакторных установок [Текст] / Х.М. Наффаа, И.И. Свириденко, Д.В. Шевелев // 36. наук. пр. СКУЯЭИП. – Севастополь: СКУЯЭИП, 2012. – Вып. 2(42). – С. 46–55.
2. Design of Reactor Containment Systems for Nuclear Power Plants / IAEA safety standards series. No. NS-G-1.10. – 2004. – 127 p.
3. Lee S.-W. Assessment of Passive Containment Cooling Concepts for Advanced Pressurized Water Reactors / S.-W. Lee [et al.] // Ann. Nucl. Energy, 1997. – Vol. 24, No. 6. – P. 467–475.
4. Passive Safety system and Natural Circulation in Water Cooled Nuclear Power Plants. IAEA-TECDOC-1624. – Vienna: IAEA, 2009. – 159 p.
5. *Наффаа, Х.М. и др.* Оценка эффективности системы пассивного отвода тепла от защитной оболочки РУ с ВВЭР в условиях длительного обесточивания [Текст] / Х.М. Наффаа, В.А. Герлига, Д.В. Шевелев, А.С. Балашевский // Ядерная и радиационная безопасность. – Киев, №2(58). – С. 27–31.
6. *Наффаа, Х.М. и др.* Расчетное моделирование работы и оценка эффективности системы пассивного отвода теплоты от гермообъема (СПОТ) при тяжелых авариях на АЭС с ВВЭР-1000 [Текст] / Х.М. Наффаа, Д.В. Шевелев, А.С. Балашевский // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №3(8). – С. 9–18.
7. Запорожская АЭС. Энергоблок № 5. База данных по ЯППУ для целей АЗПА. ЕР37-2006.310.ОД (2) [Текст]. – Киев, 2008.

Calculation Modeling and Assessment of Containment Heat Removal Passive System Effectiveness in Case of Break Steam Pipe of the Steam Generator on NPP with WWER-1000

Kh.M. Naffaa*, D.V. Shevielov **, A.S. Balashevskiy**

** Sevastopol National University of Nuclear Energy and Industry,
7 Kurchatova St., Sevastopol, Ukraine (since 21.03.2014 – Russian Federation) 99015
e-mail: khaledmnf@mail.ru*

*** Sevastopol Branch of Scientific and Technical Support SE STC of SE NNEGC “Energoatom”,
7 Kurchatova St., Sevastopol, Ukraine (since 21.03.2014 – Russian Federation) 99015
e-mail: ontps@i.ua*

The article considers the results of the passive system modeling of heat removal for beyond design basis accident in the break steam pipe case of the steam generator inside the containment with the loss of station power. It is shown the passive system effectiveness of heat removal from containment for analyzing of beyond design basis accident at NPP with WWER-1000. The calculations were performed using MELCOR 1.8.5 code.

Keywords: passive system of heat removal (PSHR), containment, steam generator (SG), nuclear power plant (NPP), emergency feedwater (EFW), reactor facility (RF), water-water energetic reactor (WWER), beyond design basis accident (BDBA), two-phase thermosyphon (TPT).

**ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК 621.762.04

**ОСОБЕННОСТИ КЕРАМИКИ, СИНТЕЗИРОВАННОЙ НА ОСНОВЕ
НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОРОШКОВ Al_2O_3 , ПОДВЕРГНУТЫХ
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКЕ**

© 2014 г. И.А. Приб, Ю.С. Зуев

*Снежинский физико-технический институт –
Филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»,
Снежинск, Челябинская обл.*

Предлагается способ обработки порошков оксида алюминия перед прессованием, повышающий прочностные характеристики и снижающий пористость получаемой на основе указанных порошков керамики.

Ключевые слова: оксид алюминия, ультразвуковая обработка, прочность, защитные свойства.

Поступила в редакцию 11.03.2014 г.

По своей природе керамические материалы являются хрупкими. Однако при высокой скорости нагружения, например, в случае взрывного удара, когда эта скорость превышает скорость движения дислокаций в металле, пластические свойства металлов не будут играть никакой роли и металл будет таким же хрупким, как и керамика. В этом конкретном случае керамика существенно прочнее металла.

Важными свойствами керамических материалов, обусловивших их применение в качестве брони от разного вида излучений (типа лазерного, электронного, рентгеновского и т.д.) и механических динамических воздействий, являются высокие твердость, модуль упругости, температура плавления (разложения) при в 2–3 раза меньшей плотности. Сохранение прочности при нагреве позволяет использовать керамику для защиты от бронепрожигающих снарядов.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОБРАБОТКА СЫРЬЕВЫХ ПОРОШКОВ

Для улучшения свойств керамик, получаемых различными методами и, тем самым, увеличения ее броневой стойкости используется предварительная обработка ультразвуком исходных порошков. Ультразвуковая обработка является эффективным средством микродиспергирования и размола частиц в жидкой среде.

В частности, при изготовлении сверхтонких глинистых суспензий ультразвуковая обработка имеет множество преимуществ над таким обычным измельчающим оборудованием, как, например, коллоидные измельчители (грануляторы, шаровые мельницы), дисковые мельницы, струйные мельницы, роторно-статорные мешалки или гомогенизаторы высокого давления. Ультразвук способен обрабатывать суспензии высокой степени концентрации и вязкости, тем самым уменьшая объем обрабатываемого вещества. Ультразвуковое измельчение особенно подходит для обработки микро- и наноматериалов, таких как керамика (от 30 мкм до 2 мкм), тригидрат оксида алюминия (от 150 мкм до 10 мкм), сульфат бария, карбонат кальция и металлические оксиды. [1]

Технологии получения нанопорошков должны позволять синтезировать высококачественные порошки с требуемой морфологией и размерной однородностью при сохранении чистоты и гомогенности состава. Перечисленные характеристики в значительной степени определяют последующие стадии технологического процесса, и в конечном итоге – микроструктуру керамики. Однородная форма частиц и узкое распределение их по размерам позволяет кардинально уменьшить дефектность микроструктуры керамики благодаря улучшению текучести нанопорошка, и как результат – улучшить качество упаковки частиц в процессе прессования.

В межчастичных контактных зонах при повторном растворении – осаждении в процессе синтеза, последующей обработки и во время высокотемпературной кальцинации образуются шейки, в результате которых образуются жесткие агломераты.

Как только нанопорошок агломерировался, прочные агломераты с размерами от сотен нанометров до десятков микрометров не позволяют использовать основное преимущество наноразмерных первичных кристаллитов – хорошую формуемость и низкотемпературную спекаемость. Такие порошки по удельной поверхности можно отнести к нанопорошкам, однако, их наноструктурность можно использовать лишь в катализе, поскольку реальные размеры этих агломератов значительно превышают средний размер нанокристаллитов. Поэтому большой интерес представляет исследование диспергирования порошков с помощью ультразвука в кавитирующей среде. [2]

По результатам анализа гранулометрического состава, измельчавшегося в ультразвуковой ванне, установлено, что наиболее интенсивно диспергирование происходит в течение первых 5 минут. При дальнейшем увеличении времени размолла повышение дисперсности было незначительным. Установлено, что при ультразвуковом диспергировании как пластичных, так и хрупких материалов, намола примесей (например, железа) из стенок ванны практически нет. Это играет большую роль при размоле чистых материалов, где посторонние примеси недопустимы.

Исследованиями установлено, что эффективность ультразвукового воздействия резко увеличивается с повышением статистического давления и при одновременном возрастании амплитуды звукового давления.

Эффективно использование ультразвуковых волн и при диспергировании суспензий субмикронных оксида алюминия, титаната бария и диоксида циркония, используемых в шликерном литье. В жидкости ультразвуковые волны генерируют кавитационные пузырьки. Размер этих пузырьков возрастает, и при повышении давления они взрываются с высвобождением большого количества энергии. Установлено, что ультразвуковая обработка достаточно эффективна для деагломерации порошка и минимизации размеров агрегатов после синтеза и кальцинации. [2]

При ультразвуковой обработке порошка оксида алюминия наибольшая степень диспергации достигается в среде дистиллированной воды. Диспергирование методом УЗИ традиционного оксида алюминия происходит менее интенсивно благодаря более совершенной кристаллической структуре в отличие от оксида алюминия с высокой пористостью, полученной по криохимической технологии. [3]

Разработанная методика позволяет избежать агломерирования керамических порошков и получить порошки, состоящие (по необходимости) из плотных или пористых наноагрегатов с очень однородной морфологией и узким распределением по размерам. [2] Плотность после спекания образцов, полученных из обработанных ультразвуком порошков, возрастает на 3–7%, причем, наиболее сильно она возрастает для образцов плазмохимического синтеза.

Ультразвуковая обработка в этиловом спирте увеличивает насыпную плотность электровзрывных порошков алюминия в 1,4–6,4 раза, а плазмохимических в 2,7 раза.

После ультразвукового воздействия прессуемость для порошков незначительно возрастает. Предполагается, что такой эффект связан с дроблением ультразвуковой кавитацией частиц в виде полых сфер и крупных агломератов частиц.

Ультразвуковая обработка порошка оксида алюминия, показала, что наибольшую степень диспергирования была достигнута в среде дистиллированной воды (удельная поверхность увеличилась в 2-2,5 раза) в течение 1 ч. При дальнейшей УЗО проявляется тенденция к значительному снижению интенсивности измельчения порошка. Удельная поверхность его после этого практически не меняется. Наибольшая интенсивность измельчения обеспечивается в среде с высокой эрозионной активностью жидкости. На процесс диспергирования влияет и поверхностное натяжение, а потому, для его уменьшения добавляют поверхностно-активные вещества с целью создания на поверхности твердой фазы чрезвычайно тонких адсорбционных слоев, которые способствуют процессу кавитации. Введение ПАВ до 1% позволяет частично предотвратить восстановление агломератов к исходным размерам после сушки суспензии [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для получения исследуемых образцов использовали четыре вида порошков оксида алюминия: глинозем, полученный традиционным методом термического разложения гидроокиси алюминия, неотожженный и отожженный при 1200°C и ультрадисперсный порошок (УДП) Al_2O_3 , полученный путём термического разложения водного раствора азотнокислой соли алюминия в плазме высокочастотного разряда, неотожженный и отожженный при 1200°C.

Водные суспензии порошков с добавлением 3%-го поливинилового спирта подвергали воздействию ультразвука при помощи ультразвукового аппарата УЗТА 0.4/22 мощностью 400ВА. Через 30 минут, а затем через 2 и 6 часов отбирали часть суспензии для последующей сушки и прессования. Образцы цилиндрической формы из исходных порошков, подвергнутые ультразвуковой обработке, прессовали на гидравлическом прессе с давлением прессования 250 МПа и спекали в электропечи сопротивления при температуре 1650°C с продолжительностью изотермической выдержки при максимальной температуре в течение часа.

Плотность измеряли методом гидростатического взвешивания, из значений которой рассчитана остаточная пористость. Усадку рассчитывали из геометрических изменений образцов до и после спекания. На установке для механических испытаний «Instron – 1185» определен предел прочности на сжатие. Исследования морфологического строения полученных образцов керамики проводились на основе снимков с растрового электронного микроскопа Quanta 200-3D, распределения пор и зерен по размерам рассчитывались по методу случайных секущих с количеством измерений не менее 200.

ВЛИЯНИЕ УЗО НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИКИ

Исследование плотности алюмооксидной керамики в зависимости от продолжительности ультразвуковой обработки (УЗО) порошков глинозема показало, что плотность образцов из отожженного порошка выше плотности образцов из неотожженного на 9%, что связано с тем, что отжиг способствует сглаживанию рельефа поверхности частиц, их срастанию и устранению несовершенств кристаллического строения, [4] что в свою очередь приводит к более плотному компактированию при прессовании и спекании. Продолжительность УЗО

неотожженного глинозема оказывает незначительное влияние на плотность после спекания.

В образцах из отожденного глинозема, подвергнутого УЗО, плотность увеличивается в 1,3 раза. По-видимому это связано с тем, что УЗО отожденного порошка в течение 6 часов полностью видоизменяет поверхность частиц и агломератов (рис. 1) (поверхность частиц из однородной переходит в рыхлую, состоящую из множества более мелких кристаллитов), что способствует активации диффузионных процессов при спекании, и тем самым увеличению плотности полученной керамики.

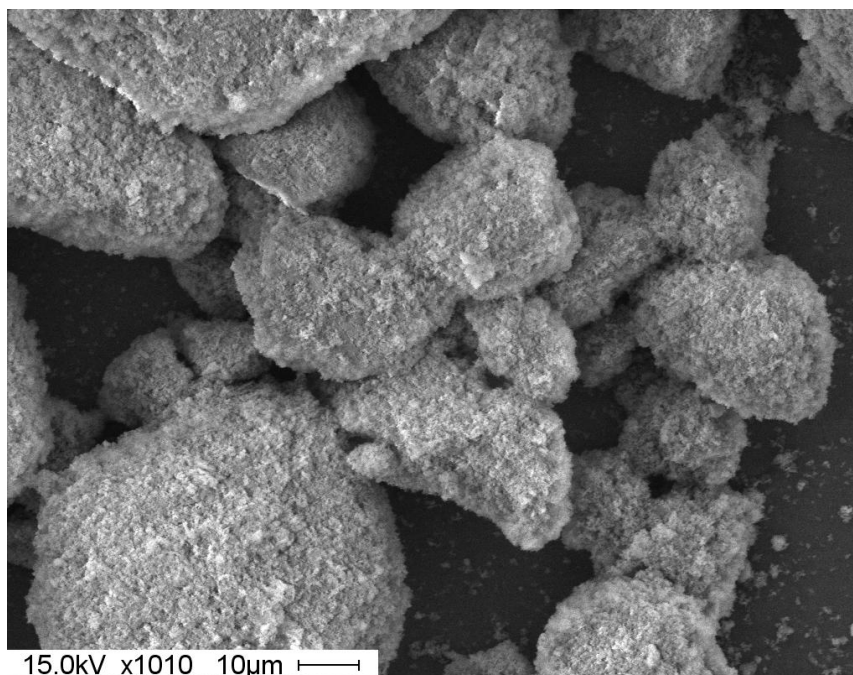


Рис. 1. Морфология частиц глинозема отожденного при температуре 1200°C и обработанного ультразвуком в течении 6 часов

Плотность образцов из неотожженного плазмохимического оксида алюминия, подвергнутого УЗО в течение 1 часа, заметно выше, чем плотность керамики из порошка, неподвергнутого УЗО, что связано с разрушением пенообразных агломератов и, как следствие, более плотной укладкой зерен при прессовании и спекании. Плотность керамики из неотожженного УДП, подвергнутого 6-ти часовой УЗО, в 1,5 раза выше по сравнению с образцами из необработанного ультразвуком порошка. Плотность керамики из отожденного УДП с течением времени обработки порошка изменяется незначительно.

До УЗО исходных порошков образцы из крупнокристаллического порошка плотнее, чем из УДП. Плотность образцов из плазмохимического порошка, подвергнутого УЗО в течение 30 минут, превышает плотность глинозема, и к 6 часам УЗО исходного порошка достигает 2,6 г/см³ по сравнению с 2,2 г/см³ для глинозема, что связано с более мелкозернистой структурой УДП и более плотной ее укладкой после прессования и спекания.

Плотность образцов из отоженного глинозема ниже плотности образцов из ультрадисперсного порошка. После 2 часов УЗО глинозема плотность керамики из такого порошка выше плотности керамики из УДП. После шести часов УЗО исходного порошка плотность образцов из отоженного глинозема составляет 3 г/см³.

Расчет пористости показал, что со временем УЗО исходного порошка пористость

образцов как из неотожженного, так и из отожженного глинозема снижается. Но образцы из неотожженного порошка более пористые по сравнению с образцами из отожженного. Это связано с тем, что отжиг способствует сглаживанию рельефа поверхности частиц, их срастанию и устранению несовершенств кристаллического строения [4], ультразвук активизирует диффузионные процессы массопереноса, что приводит к более плотному компактированию при прессовании и спекании, и снижению пористости образцов на 20%.

Пористость образцов из неотожженного ультрадисперсного порошка, не подвергнутого УЗО, значительно выше, чем из отожженного. По мере увеличения продолжительности УЗО исходных порошков соответственно уменьшается пористость спеченных из них образцов. Пористость керамики из неотожженного УДП, подвергнутого 6-ти часовой УЗО на 30% ниже пористости образцов из исходного порошка.

Результаты исследования усадки полученных образцов показали, что предварительная УЗО исходных порошков способствует увеличению усадки образцов из отожженного УДП (на 3%) и глинозема, как отожженного (на 8%) при 1200° С, так и неотожженного (на 5%). В образцах из неотожженного УДП наблюдается уменьшение усадки.

Увеличение времени ультразвуковой обработки порошков приводит к росту прочности керамики на их основе. Однако, в керамике, спеченной из отожженных при температуре 1200°С порошков прочность выше, чем в керамике из неотожженных порошков, и в большей степени зависит от времени ультразвуковой обработки этих порошков. Так в керамике на основе отожженного глинозема при 1200°С, при ультразвуковой обработке свыше двух часов, происходит резкий рост прочности спеченной керамики в среднем в 8 раз, относительно керамики из необработанного порошка. При этих же условиях в керамике на основе отожженного плазмохимического порошка с увеличением времени ультразвуковой обработки выше двух часов, происходит рост прочности в среднем в 3,5 раза.

В таблице представлены сравнительные данные пористости и прочности для исследуемых образцов до и после УЗО. Видно, что чем выше пористость, тем ниже прочность керамики из соответствующего порошка. Также очевидно, что у образцов из исходных порошков пористость выше, а прочность меньше по сравнению с образцами из порошков, подвергнутых УЗО, пористость которых значительно уменьшилась, а прочность выросла.

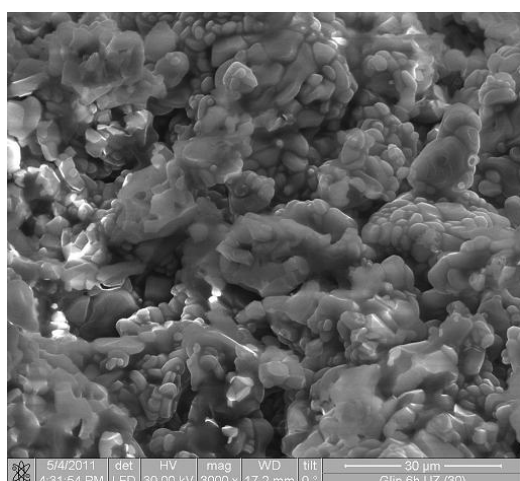
Таблица 1. – Сравнительные данные пористости и прочности для исследуемых образцов до и после УЗО

Вид порошка оксида алюминия	Пористость керамики, %		Прочность керамики, МПа	
	Исходный	После 6ч УЗО	Исходный	После 6ч УЗО
Крупнокрист. неотожженный	38	26	25	39
Крупнокрист. отожженный	31	7,5	60	901
Нанокрист. неотожженный	38	6,5	99	187
Нанокрист. отожженный	19	10	248	930

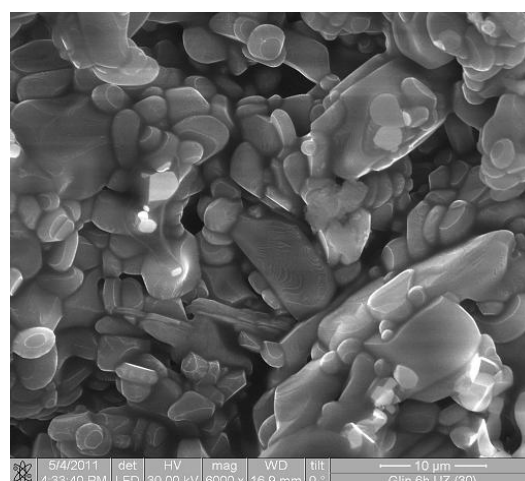
Исследование морфологического строения на основе снимков с растрового

электронного микроскопа полученных образцов показало, что образцы из неотожженного глинозема состоят из рыхлых агломератов и крупных взаимопроникающих пор, вследствие чего такие образцы очень хрупкие ($\sigma=25$ МПа).

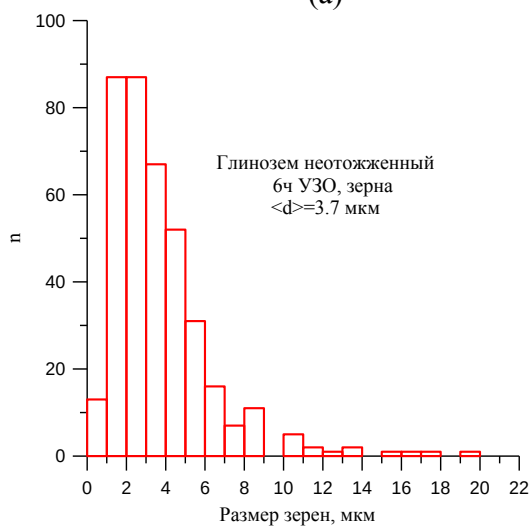
На рисунке 2 представлена микроструктура керамики из неотожженного глинозема, подвергнутого УЗО в течение 6 часов, при увеличениях в 3 (а) и в 6 (б) тысяч раз, и распределение пор и зерен по размерам (в, г). Видно, что образцы из неотожженного глинозема, подвергнутого 6-тичасовой УЗО, состоят из зерен произвольной формы, средний размер которых составляет 3,7 мкм, взаимопроникающих и сообщающихся каналообразующих пор, но гораздо меньших размеров ($\langle d \rangle = 4,4$ мкм), чем в образцах из глинозема, не обработанного предварительно ультразвуком.



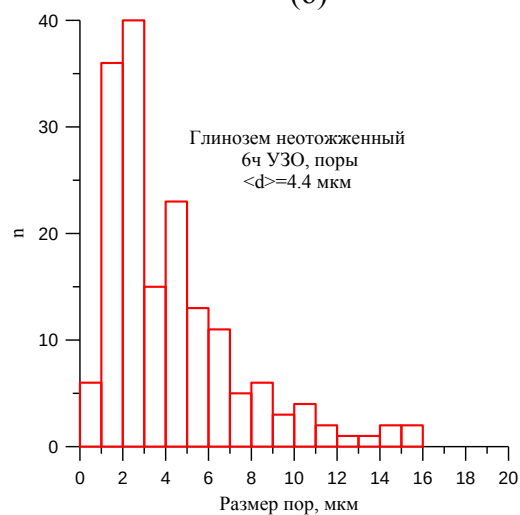
(а)



(б)



(в)



(г)

Рис. 2. Влияние УЗО на морфологическое строение спеченной керамики из глинозема

Исследование морфологии керамики из оксида алюминия, полученного плазмохимическим способом, не подвергнутого предварительной УЗО, показало, что образцы очень пористые, керамический каркас, состоящий из очень мелких зерен, средний размер которых – 3,2 мкм, пронизан сообщающимися каналообразующими порами со средним размером 4,5 мкм.

Образцы, спеченные из плазмохимического оксида алюминия, подвергнутого УЗО продолжительностью 2 часа, состоят из множества мелких спеченных зерен,

средний размер которых меньше, чем в образцах из порошка, не подвергнутого УЗО (2,0 мкм). Размер пор также заметно меньше, их строение приобретает замкнутую форму, снижается количество сообщающихся каналообразующих пор.

Микроструктура образцов из отожженного плазмохимического оксида алюминия состоит из мелких частиц, образуемых ими пенообразных агломератов, изолированных пор и сообщающихся каналообразующих пор, размер которых меньше (2,3 мкм), чем в образцах из неотожженного УДП.

Предварительная ультразвуковая обработка отожженного УДП в течение 2 часов не приводит к значительным изменениям распределения зерен по размерам, по сравнению с образцами из порошка, не подвергнутого УЗО. Средний размер пор также изменяется незначительно.

В образцах из отожженного УДП, подвергнутого УЗО в течение 6 часов наблюдается явное увеличение среднего размера зерен (рис. 3в). Наблюдается увеличение среднего размера пор, уменьшается доля мелких (до 1 мкм) пор по сравнению с образцами из порошка, подвергнутого 2-х часовому воздействию ультразвука (рис. 3г), что вероятно связано с активацией процесса массопереноса, исчезновением мелких пор и ростом крупных.

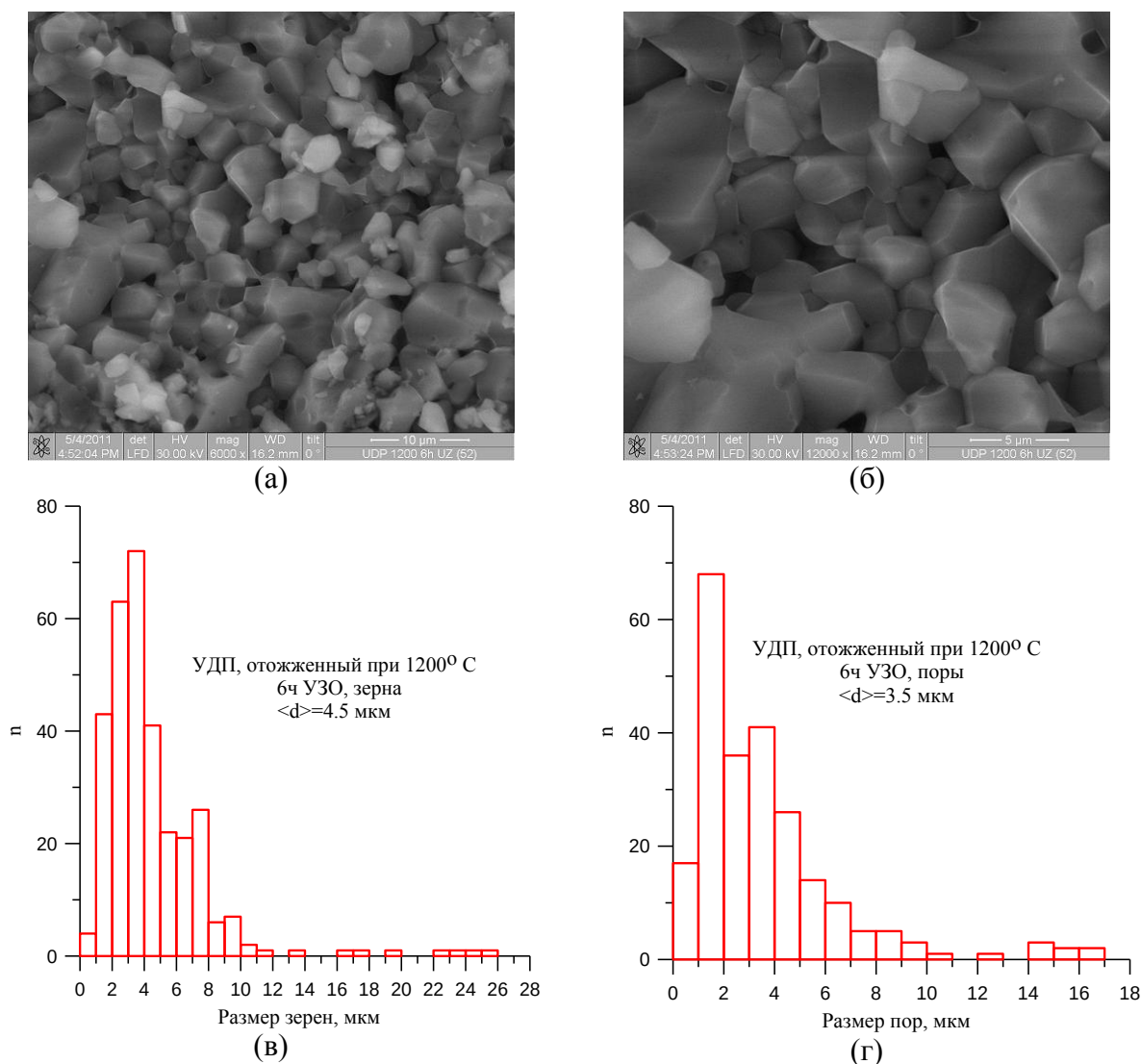


Рис. 3. Морфологическое строение спеченной керамики из отожженного УДП, подвергнутого УЗО в течение 6 часов

ВЫВОД

Модификация поверхности частиц промышленного глинозема отжигом при температуре 1200°C с последующей ультразвуковой обработкой способствует активации диффузионных процессов при спекании керамики на его основе, что приводит к росту плотности в 1.5 раза, усадки в 1.7 раза и прочности в 8 раз.

Разрушение пенообразных агломератов плазмохимического порошка оксида алюминия за счет ультразвуковой обработки и кристаллизация аморфной фазы за счет отжига при температуре 1200°C приводит к увеличению плотности полученной на его основе керамики в 1.5 раза, на усадку при этом влияния не оказывается, а прочность керамики увеличивается в 3.5 раза.

Ультразвуковая обработка совместно с предварительным отжигом порошков приводит к смене характера поровой структуры корундовой керамики от керамического каркаса и большого порового пространства к замкнутой пористости.

Из вышесказанного следует, что УЗО отожженных порошков глинозема и плазмохимического оксида алюминия значительно улучшает физико-механические свойства полученной из них керамики, а, следовательно, и ее бронезащитные характеристики.

Оксид алюминия наиболее перспективен и сравнительно дешевый для массового производства керамики. Керамики на его основе используют для защиты живой силы, сухопутной и морской военной техники, а также могут быть использованы для изготовления контейнеров для перевозки, хранения и утилизации разного рода оружия, в том числе и ядерного.

По данным фирмы «Morgan M. Ltd» (США), пластина из оксида алюминия толщиной 8 мм останавливает пулю калибром 7,62 мм, летящую со скоростью более 800 м/с при выстреле в упор. Для достижения того же эффекта стальная броня должна иметь толщину 10 мм, при этом масса ее будет в 4 раза больше, чем у керамической [15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ультразвуковой размол в жидкой среде и ультразвуковое измельчение [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «БиоДМ». – 2009. – Режим доступа: URL: <http://bio-dm.ru> – 10.10.2013.
2. Палисадова, В.В. Ультразвуковое и коллекторное компактирование [Текст] / В.В. Палисадова. – Томск, 2009. – 175 с.
3. Руденький, С.О. Исследование влияния ультразвуковой обработки на процесс диспергирования оксида алюминия и его свойства, полученного криохимическим способом [Текст] / С.О. Руденький // Вести науки. – 2008. – №5. – С. 78.
4. Анциферов, В.Н. и др. Порошковая металлургия [Текст] / В.Н. Анциферов, Г.В. Бобров. – М., 1987. – 792 с.
5. Лукин, Е.С. и др. Оксидная керамика нового поколения [Текст] / Е.С. Лукин, Н.А. Макаров // Стекло и керамика. – 2008. – №10. – С. 27.
6. Лукин, Е.С. и др. Прочная и особопрочная керамика на основе оксида алюминия и частично-стабилизированного диоксида циркония [Текст] / Е.С. Лукин, Н.А. Макаров, Н.А. Попова, А.Л. Кутейникова, Е.В. Ануфриева, Р.В. Жирнов // Стекло и керамика. – 2003. – №9. – С. 32.
7. Microstructure development of Al_2O_3 -13 wt% TiO_2 plasma sprayed coating derived from nanocrystalline powders [Text] / D. Goberman, Y.H. Sohn, L. Shaw et al // Acta. Material. – 2002. – V. 50. – P. 1141.
8. Неввонен, О.В. Плотная безусадочная керамика системы Al_2O_3 – ZrO_2 [Текст] / О.В. Неввонен // Огнеупоры и техническая керамика. – 2006. – №3. – С. 23–27.
9. Будников, П.П. и др. Новая керамика [Текст] / П.П. Будников. – М., 1969. – 435 с.
10. Суздаев, И.П. и др. Дискретность наноструктур и критические размеры нанокластеров

- [Текст] / И.П. Суздалев, П.И. Суздалев // Успехи химии. – 2006. – Т. 75. – №8. – С. 715.
11. *Андреевский, Р.А. и др.* Размерные эффекты в нанокристаллических материалах. II. Механические и физические свойства [Текст] / Р.А. Андреевский, А.М. Глезер // Физика металлов и металловедение. – 2000. – Т. 89. – №1. – С. 91.
 12. *Палацкий, А.* Техническая керамика [Текст] / А. Палацкий. – М., 1959. – 259 с.
 13. *Матренин, С.В.* Техническая керамика [Текст] / С.В. Матренин. – Томск, 2004. – 76 с.
 14. *Глезер, А.М.* Аморфные и нанокристаллические структуры: сходства, различия, взаимные переходы [Текст] / А.М. Глезер // Российский химический журнал. – 2002. – Т. XLVI. – №5. – С. 57.
 15. *Зборщик, А.М.* Новые материалы в металлургии [Текст] / А.М. Зборщик. – ДонНТУ, 2008. – 253 с.

Features of Synthesized Ceramic based on Nanostructural Al_2O_3 Powders, Exposed to Ultrasonic Treatment

I.A. Prib*, Y.S. Zuyev**

*Snezhinsk Physisc-Technical Institute the Branch of National Nuclear Research University MEPHI
8 Komsomolsk st., Snezhinsk city, Cheliabinsk reg. 456776
*e-mail: tinyman87@mail.ru; **e-mail: YSZuyev@mephi.ru*

Abstract – This work suggests the method of processing alumina powders prior to compression, which increases the strength characteristics and reduces the porosity obtained on the basis of said ceramic powders.

Keywords: alumina, ultrasonic treatment, strength, protective properties.

**ИЗЫСКАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
СТРОИТЕЛЬСТВО И МОНТАЖ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС**

УДК 621.311.25.004.7

**АНАЛИЗ И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СРЕДЫ ДЕЙСТВИЯ
В СИСТЕМЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДЕМОНТАЖА
ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ
БЛОКА АЭС**

© 2014 г. А.И. Берела*, Б.К. Былкин**, С.А. Томилин*, А.Г. Федотов*

* Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.

** Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва

Рассмотрены анализ, систематизация и представление данных среды действия технологических процессов демонтажа оборудования блоков атомных электрических станций (АЭС), используемых в системе проектирования технологии демонтажных работ при выводе из эксплуатации блоков АЭС.

Ключевые слова: блок АЭС, демонтаж оборудования, информационно-методическая поддержка принятия решений, технологический процесс, среда действия демонтажных работ, инженерно-радиационное обследование, множества, таблицы отношений, реляционная алгебра.

Поступила в редакцию 13.03.2014 г.

В России прекращена эксплуатация четырех блоков первой очереди Белоярской АЭС и Нововоронежской АЭС. В этом и последующем десятилетии в связи с выработкой проектного и уже продленного срока службы, предстоит остановить эксплуатацию еще 28 блоков АЭС, построенных в советское время. В связи с этим становится актуальной необходимость технологической подготовки фронта работ по демонтажу систем, оборудования и металлоконструкций (далее по тексту – оборудования) этих блоков.

К такой подготовке должны привлекаться специалисты-технологи (эксперты), обладающие с одной стороны достаточной компетенцией в этой специфической области деятельности, а с другой – имеющие необходимую информационно-методическую поддержку для принятия решений, соответствующих специфическим условиям и задачам ведения работ.

Информационная поддержка в значительной мере связана с анализом и представлением в удобной для использования форме данных среды действия демонтажных работ. Группировка данных среды действия, определяющих технические решения при проектировании технологических процессов демонтажа оборудования, разработана авторами [1–3] и представлена ниже.

1) *Объем демонтажных работ.* Принципы действия технологических процессов в целом определяются масштабами работ. Объем предстоящих в ближайшем будущем демонтажных работ на типовых блоках АЭС (без оборудования внешних сооружений и коммуникаций и блока БН-600 Белоярской АЭС) по оценке авторов составляет 600000 – 650000 тоннооборудования. В этот объем не включен отложенный демонтаж высокоактивного реакторного оборудования. Для выполнения такого объема

работ необходимо применение механизированной и производительной технологии с дистанционным управлением в радиационно-опасных условиях [1–6].

2) *Размещение демонтируемого оборудования.* Технологический процесс демонтажа строится с учетом условий размещения на блоке демонтируемого оборудования, которое располагается в зданиях блока практически на всех строительных отметках, а на них – по всей площади и в значительном количестве помещений. В результате необходимо разработать технологические решения по последовательности демонтажа оборудования и выполнению операций перемещения демонтированного оборудования и/или его фрагментов к основным транспортным коридорам с выбором рациональных маршрутов. Для этих операций требуются подготовительные работы по разделке проемов и оснащению грузоподъемными и транспортными средствами трасс перемещения [7, 8].

3) *Конструкция демонтируемого оборудования.* В технологии демонтажа существенное значение имеет конструкция демонтируемых объектов [1–4], каждый типовой вид оборудования требует разработки технологического процесса демонтажа, учитывающего присущие ему конструктивные особенности, например, применение коррозионно-стойкой стали, толщина базовых элементов, жесткость части элементов конструкций, плотность расположения внутренних элементов конструкций (в теплообменниках и др.), а также его установку и положение в помещении.

4) *Радиационные параметры среды действия.* Главным условием функционирования технологии демонтажа является соблюдение радиационной безопасности для персонала, населения и окружающей среды [9, 10]. Оно же определяет объемы подготовительных и вспомогательных работ, связанных с предварительной дезактивацией оборудования и помещений, применением специальных средств и барьеров радиационной защиты. Поэтому в системе проектирования демонтажной технологии радиационные параметры среды ее действия имеют определяющее значение.

5) *Системы энерго- и жизнеобеспечения блока.* Для функционирования технологического процесса демонтажа необходимо использование систем энерго- и жизнеобеспечения блока (электрической, сжатого воздуха, вентиляционной, канализационной и др.). Параметры этих систем, распределение систем по помещениям блока должны учитываться при проектировании демонтажной технологии, так как с этими факторами связаны решения по подготовительным работам, условиям труда, применению средств технологического оснащения (СТО), обеспечению радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды.

С информационной точки зрения проектирование технологии демонтажа можно рассматривать как процесс направленного преобразования исходной информации для формирования информационной модели пространства проектирования, а на конечном этапе с использованием данной модели – в выходную информацию в виде проектно-технологической документации заданной формы, состава и детализации [1–4].

При обработке информации используется инвариант обработки – смысл информации, заключенный в сообщении и пригодный для использования при проектировании. Содержание смысла и прагматики информации оценивается специалистами-разработчиками технологии (экспертами) в соответствии с потребностями проектирования и ситуацией, в которой осуществляется проектирование и исполнение технологии демонтажных работ.

Настоящая работа расширяет представления [1–4] по вопросам формирования и применения информационного массива по объектам воздействия и среде действия демонтажной технологии на выводимом из эксплуатации блоке АЭС.

Основным документальным источником соответствующей исходной информации

по приведенной группировке данных является отчет по комплексному инженерно-радиационному обследованию (КИРО) блока АЭС, результаты которого являются основой для обоснования программы вывода из эксплуатации блока и разработки соответствующего проекта вывода из эксплуатации [10, 11]. Поэтому содержание КИРО должно быть согласовано с экспертами в области демонтажных технологий.

Из инженерной части обследования должна быть получена информация:

- о техническом состоянии систем, оборудования и конструкций блока АЭС на предмет обоснования возможности их использования в течение всего периода вывода из эксплуатации блока;
- по данным, характеризующим помещения (геометрические размеры, категория, класс взрыво- и пожароопасности, класс электробезопасности, кратность воздухообмена, материал строительных конструкций и покрытий типы и размеры проемов);
- по техническим и массогабаритным характеристикам оборудования, систем и коммуникаций, находящихся в помещениях или проходящих транзитом через помещения, планировке их размещения и способам установки (закрепления) с оценкой их фактического состояния и остаточного ресурса на момент проведения обследования;
- по характеристикам подъемно-транспортного оборудования;
- по характеристикам систем вентиляции, дренажа и спецканализации;
- по характеристике противопожарных систем;
- о возможности размещения необходимого технологического и вспомогательного оборудования для проведения демонтажных работ;
- о необходимости и возможности образования дополнительных проемов для проведения демонтажных работ.

Из радиационной части обследования для разработки технологии демонтажных работ необходима информация:

- по строительным элементам, подвергшимся радиоактивному загрязнению, с указанием площади, вида поверхностей (например, полов, стен) и покрытий, состава радионуклидов и других параметров;
- по уровням и радионуклидному составу поверхностного загрязнения оборудования, установок и систем (элементов), в т.ч. и внутренних поверхностей;
- по дозовым и потоковым полям в зонах производства работ и распределения радиоактивного загрязнения (поверхностной активности) по поверхностям помещений (в виде картограмм);
- по перечням и расположению источников, создающих поля излучения в помещениях.

Обработка массива информационных данных и формирование информационной модели проектирования технологических процессов демонтажа оборудования выполняется по предложенной авторами в работе [1] методике.

Этап 1. В исходном виде информационной модели данный массив представляют множества $M\{t_g\}$ и $M\{t_i\}$ с внутренними $Am_{g1}, Am_{g2} \dots Am_{gk}$ и $Am_{i1}, Am_{i2} \dots Am_{il}$ отношениями их элементов, существующими и выявляемыми в рамках документации. Множества связаны между собой $A_1, A_2, \dots A_N$ отношениями, определяемыми причастностью к проблеме разработки технологии демонтажа.

$$\left[M \left\{ \begin{array}{l} (M\{t_g | t_g - \text{данные и сообщения документации} \\ \text{по ВЭ}, Am_{g1}, Am_{g2}, \dots, Am_{gk}); \\ (M\{t_i | t_i - \text{данные и сообщения документации} \\ \text{по блоку}, Am_{i1}, Am_{i2}, \dots, Am_{il}); \end{array} \right\}, A_1, A_2, \dots, A_N \right] .$$

Этап 2. Данный массив преобразуется в вид, сжатый и адаптированный к специфике проектирования демонстрационной технологии с ее множеством факторов действия. При преобразовании часть данных и сообщений, распределенных по множествам $M\{m_g\}, M\{m_i\}$, организуется во множество $M\{m_a\}$ исходных данных по среде действия и объектам воздействия с отношениями $Am_{a1}, Am_{a2}, \dots, Am_{af}$. Используются правила обработки θ данных и сообщений, действующие по инварианту обработки в объединении множеств $M\{m_g\} \cup M\{m_i\}$.

$$(M\{m_g\}, Am_{g1}, Am_{g2}, \dots, Am_{gk}) \cup (M\{m_i\}, Am_{i1}, Am_{i2}, \dots, Am_{il}) \xRightarrow{\theta} (M\{m_a\}, Am_{a1}, Am_{a2}, \dots, Am_{af}).$$

Множество $M\{m_a\}$ может непосредственно входить в структуру информационной модели пространства проектирования и применяться экспертом в проектировании.

Этап 3. Для построения более совершенной модели пространства проектирования множество $M\{m_a\}$ преобразуется по правилу φ интерпретации обработанных сообщений и правилам построения таблиц экземпляров отношений во множество БД (реляционную базу данных) с отношениями $A_{БД1}, A_{БД2}, \dots, A_{БДa}$.

$$(M\{m_a\}, Am_{a1}, Am_{a2}, \dots, Am_{af}) \xRightarrow{\varphi} (БД, A_{БД1}, A_{БД2}, \dots, A_{БДa}).$$

Правила обработки и интерпретации θ, φ не имеют математического представления, они осуществляются на основе представлений и умозаключений специалиста-разработчика технологии о смысле и прагматике обрабатываемых сообщений (информации) и знании правил и положений построения информационной реляционной модели. Использование данной модели реализовано в прикладных компьютерных программах систем управления базами данных, например таких, как ACCESS.

Этап 4. В преобразованном информационном пространстве, следуя основным положениям разработки реляционных моделей [12, 13], следует выделить и идентифицировать объекты с совокупностью наборов (доменов) значений свойств (атрибутов) A_j со схемой отношений $R_n (A_1, A_2, \dots, A_j, \dots, A_n)$, где число n – степень отношения. Объекты классифицируют и представляются в виде таблицы экземпляров отношений, содержащей соответственно n столбцов (по количеству атрибутов) и количество строк, соответствующее числу включенных объектов. Индивидуальный объект $r \in R$ описывается набором (кортежем) значений своих атрибутов $(a_1, a_2, \dots, a_n)$, размещенных в принадлежащей ему строке. Число кортежей – мощность отношения. Структура таблицы экземпляров отношений степени n и мощностью m представлена на рисунке 1.

	A_1	...	A_i	...	A_n
r_1	a_{11}	...	a_{1i}	...	a_{1n}
...	...	...	...	...	...
r_j	a_{j1}	...	a_{ji}	...	a_{jn}
...	...	...	...	...	...
r_m	a_{m1}	...	a_{mi}	...	a_{mn}

Рис. 1. Структурная схема таблицы экземпляров отношений

Фрагмент одной из таблиц экземпляров отношений, использованный при проектировании демонтажа оборудования блока №1 Белоярской АЭС показан в таблице 1.

Таблица 1. Форма представления таблиц экземпляров отношений (данные по демонтируемому оборудованию (R9))

Наименование, обозначение оборудования	Помещение	Количество	Масса, кг, единичная	Масса, кг, общая	Длина, мм	Ширина/диаметр, мм	Высота, мм	Толщина стенки, мм	Материал (сталь)
Подогреватель I ступени ЭП-Б 1, 2	71Б	2	10700	21400	5560	1170/900	1480	80	1X18H9 Т
Подогреватель I ступени ИП-Б 1, 2	71Б	2	10200	20400	-	1300/900	6000	80	1X18H9 Т

Этап 5. При технологическом проектировании таблицы экземпляров отношений подвергаются преобразованиям, необходимым для целевой информационной поддержки. Преобразования в разработанной реляционной модели при ее использовании осуществляются на основе реляционной алгебры (α – алгебры) с применением теоретико-множественных операций и дополнительных операций – проекции (Пр), соединения (Сд) и выбора (Вб).

В таблице 2 представлены некоторые классы объектов со схемами и отражающими их таблицами экземпляров отношений данных среды действия технологии демонтажа, полученные путем операции *Пр* над интегральной схемой отношений, составленной для соответствующего объекта при обработке исходной информации. Всего разработано 9 классов объектов с 24 таблицами, содержащими в целом 145 доменов, именуемых по названию атрибутов. Приведенные в таблице 1 данные демонтируемого оборудования относятся к классу 22000 с кодом таблицы экземпляров отношений 22100 и степенью отношения (R9).

Таблица 2. Классы объектов и таблицы экземпляров отношений в классах

Код и класс объекта	Код и таблица экземпляров отношений	Степень отношения
1	2	3
21000 Помещения блока АС	21100 Компоновка помещения в блоке	10
	21200 Строительные данные помещения	10
	21300 Теплоизоляция помещения	7
22000 Демонтируемое оборудование	22100 Данные оборудования	9
	22200 Способ установки	8
	22300 Расположение в помещении	6
	22400 Составляющие сборочные единицы	6
	22500 Теплоизоляция оборудования	7
.....		
26000 Радиационная обстановка	26100 Данные помещений	7
	26200 Данные оборудования	8
	26300 Данные трубопроводов	8
	26400 Данные металлоконструкций	5
	26500 Данные электрической компоненты	5
.....		

Продолжение таблицы 2

1	2	3
29000 Средства перемещения	29100 Данные и техническое состояние средств перемещения в помещениях	10

Заключение. С учетом значительного объема требуемой разнообразной информации, новизны и многообразия возникающих технологических задач, необходимости обеспечения высокого технического уровня их решения при соблюдении требований безопасности становится актуальной системная и информационная поддержка эксперта-разработчика технологии. Такая поддержка может быть реализована на основе информационной модели пространства проектирования, частью которой является структурированная и адаптированная к условиям технологического проектирования информация по среде действия демонстрационной технологии, методика создания которой представлена в настоящей работе. Основным источником наполнения модели – отчет по комплексному инженерно-радиационному обследованию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берела, А.И. и др. Оптимизационные аспекты проектирования технологического процесса демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации блока атомной станции [Текст] / А.И. Берела, Б.К. Былкин, В.А. Шапошников // Тяжелое машиностроение. – 2004. – №6. – С. 9–14.
2. Берела, А.И. и др. Разработка технологических процессов демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации атомных станций [Электронный ресурс] / А.И. Берела, А.Г. Федотов, С.А. Томилин, Б.К. Былкин // Инженерный вестник Дона. – 2013. – №2 (25). – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1734-10.03.2014>.
3. Berela A.I., Bylkin B.K. Problem-oriented system for designing a technology for disassembling the power-generating units of nuclear power plants // Atomic Energy. – 2000. – Т. 89. – Nu. 3. – P. 189–196.
4. Берела, А.И. и др. Выбор значений параметров технологического процесса демонтажа оборудования блоков АЭС, выводимых из эксплуатации [Текст] / А.И. Берела, Б.К. Былкин, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №3(8). – С. 60–64.
5. Берела, А.И. и др. Технологическое оборудование, применяемое в работах по выводу из эксплуатации блоков АЭС [Текст] / А.И. Берела, А.Г. Федотов, С.А. Томилин // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №1(6). – С. 58–66.
6. Былкин, Б.К. и др. Технологические аспекты демонтажа тепломеханического оборудования блока №1 и машзала 1 очереди Белоярской АЭС [Текст] / Б.К. Былкин, А. И. Берела, А. А. Этинген, В. А. Махов // Энергетическое строительство. – 1994. – №10. – С.7–11.
7. Былкин, Б.К. и др. Стратегия вывода из эксплуатации первого энергоблока Ленинградской АЭС [Текст] / Б.К. Былкин, А.И. Берела, Ю.В. Гарусов [и др.] // Изв. Академии пром. экологии. – 2001. – №1. – С. 67–84.
8. Былкин, Б.К. и др. К разработке в проекте АС вопросов демонтажа оборудования на стадии вывода из эксплуатации блока [Текст] / Б.К. Былкин, А.И. Берела, И.И. Копытов // Теплоэнергетика. – 2006. – №6. – С. 68–72.
9. Былкин, Б.К. и др. Радиационная безопасность демонтажа при снятии с эксплуатации АЭС [Текст] / Б.К. Былкин, С.Г. Цыпин, А.А. Хрулев // Атомная техника за рубежом. – 1995. – №5. – С. 9–22.
10. НП-012-99. Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции [Текст]. – Госатомнадзор России. – М., 1999.
11. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Структура и содержание отчета по результатам комплексного инженерного и радиационного обследования для вывода из эксплуатации блока атомной станции». Госатомнадзор РФ [Текст]. – М., 2013.
12. Куликовский, Л.Ф. и др. Теоретические основы информационных процессов: учеб. пособие для вузов [Текст] / Л.Ф. Куликовский, В.В. Мотов. – М.: Высш. шк., 1987. – 248 с.
13. Иванов, Ю.Н. Теория информационных объектов и системы управления базами данных [Текст] / Ю.Н. Иванов. – М.: Наука/ Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 232 с.

Analysis and Presentation of Environment Activity in the System of Projecting of Equipment Dismantling Technology in Withdrawal from Exploitation of NPP Block

A.I. Berela*¹, B.K. Bylkin², S.A. Tomilin¹, A.G. Fedotov***¹**

¹ *Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360,*

e-mail: berelaleks@yandex.ru ; **e-mail: SATomilin@mephi.ru ; *e-mail: AGFedotov@mephi.ru*

² *National Research Centre “Kurchatov’s Institute”, 1 AkademikaKurchatova St., Moscow, 123182
e-mail: bbylkin@rambler.ru*

Abstract – This article is devoted to analysis, systematization and presentation of environment activity data of technological process of equipment dismantling of nuclear power plants blocks, used in the system of dismantling technology process projecting in withdrawal from exploitation of NPP blocks.

Keywords: NPP block, equipment dismantling, informational-systematic support of decisions acceptance, technological process, environment activity of dismantling process, engineering-radiation survey, multitude, tables of relations, relational algebra.

**ИЗЫСКАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
СТРОИТЕЛЬСТВО И МОНТАЖ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС**

УДК 539.4:621.039.5

**АНАЛИЗ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И УСТОЙЧИВОСТИ
ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ
ТРАВЕРСЫ ШЕСТИЛУЧЕВОЙ ДЛЯ МОНТАЖА ЗАКЛАДНОЙ
ОПОРЫ ФЕРМЫ ОПОРНОЙ КОРПУСА РЕАКТОРА**

© 2014 г. А.Н. Дудченко, С.А. Томилин, М.Э. Пинчук, Э.В. Пинчук

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

В работе представлен проверочный расчет и предложены на его основе рекомендации по дальнейшей оптимизации конструкции траверсы шестилучевой грузоподъемностью 120 т для монтажа закладной опоры фермы опорной корпуса реактора.

Ключевые слова: прочность и устойчивость элементов конструкции, траверса шестилучевая; оптимизация конструкции.

Поступила в редакцию 20.03.2014 г.

В соответствии с планом строительства новых энергоблоков атомных электростанций (АЭС), директивным графиком сооружения блоков №3 и №4 Ростовской АЭС предусмотрен их физический пуск и выход на проектную мощность в 2014 и 2016 годах соответственно. Столь высокие темпы строительства предполагают внедрение новых и прогрессивных методов сооружения зданий и монтажа оборудования. Применение принципа «Open top» («Открытого монтажа») с параллельным сочетанием максимального блочного укрупнения строительных и технологических конструкций, позволяет добиться поточности строительства, оптимального использования трудовых и технических ресурсов. Укрупнение монтажных блоков в условиях цеха и укрупнительных площадок позволяет поддерживать необходимые темпы строительства и уложиться в требуемые сроки пуска и ввода в эксплуатацию блоков АЭС.

Одним из основных элементов здания реакторного отделения является бетонная шахта реактора (рис. 1). Шахта выполняет две основные функции: крепление и удержание в проектном положении корпуса реактора, а также защищает элементы конструкций здания от нейтронного излучения в процессе работы реакторной установки. Для удобства монтажа и с учетом грузоподъемности башенного крана, равной 220 т, шахта реактора разбита на несколько монтажных частей, которые собираются на укрупнительной площадке рядом с блоком и подаются в зону монтажа уже в укрупненном – блочном виде. После установки в проектные положения каждого из блоков производится их поэтапное бетонирование.

В соответствии с правилами монтажа крупногабаритных и тяжеловесных элементов необходимо применение дополнительных такелажных конструкций, обеспечивающих безопасное выполнение монтажных операций. Для монтажа закладной опоры фермы опорной корпуса реактора, исходя из конструктивной особенности и массы блока 120 т, необходимо применение сложной пространственной конструкции – шестилучевой траверсы (рис. 2). Она была задействована на блоке №3

Ростовской АЭС, что вызвало ряд проблем, обусловленных тем, что ее конструкция отличается сложностью, громоздкостью и высокой металлоемкостью. Поэтому при подготовке работ на блоке №4 Ростовской АЭС возникла необходимость пересчета использованной конструкции с целью ее дальнейшей оптимизации или предложения более приемлемого конструктивного варианта, что и было сделано авторами настоящей работы.

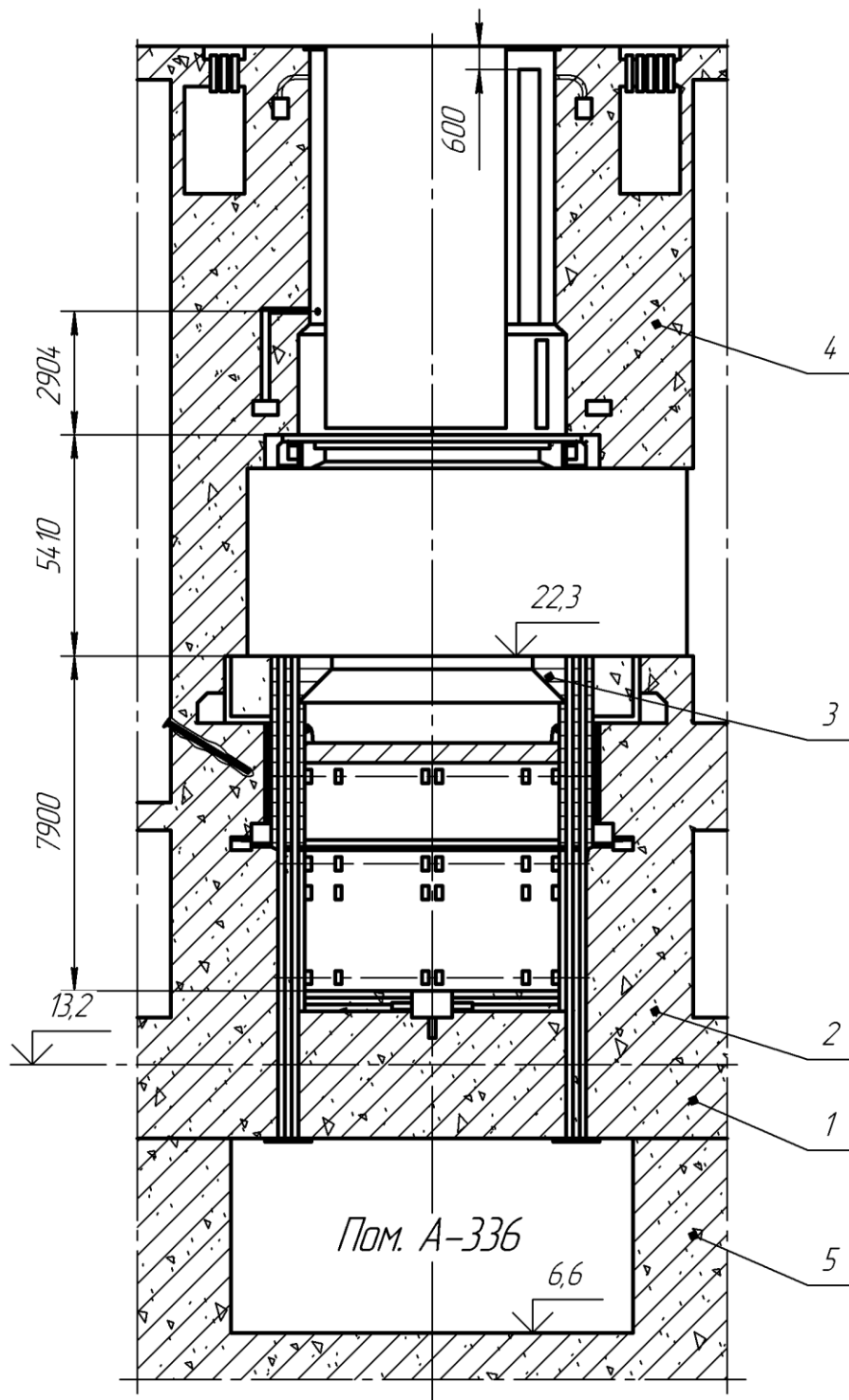


Рис. 1. Бетонная шахта реактора ВВЭР-1000

1 – несущая плита гермозоны реакторного отделения; 2 – закладная опора опорной фермы корпуса реактора; 3 – опорная ферма корпуса реактора; 4 – верхняя конструкция бетонной шахты реактора с кольцом упорным; 5 – фундаментная часть здания реакторного отделения.

Конструкция траверсы шестилучевой показана на рисунке 2. К основным несущим элементам траверсы относятся стойки 1, проушины 2, оси 3 и балки 4. Конструктивную роль играют стойка 5, раскосы 6, связи 7, обечайка 8, кольцо 9 и накладка 10.

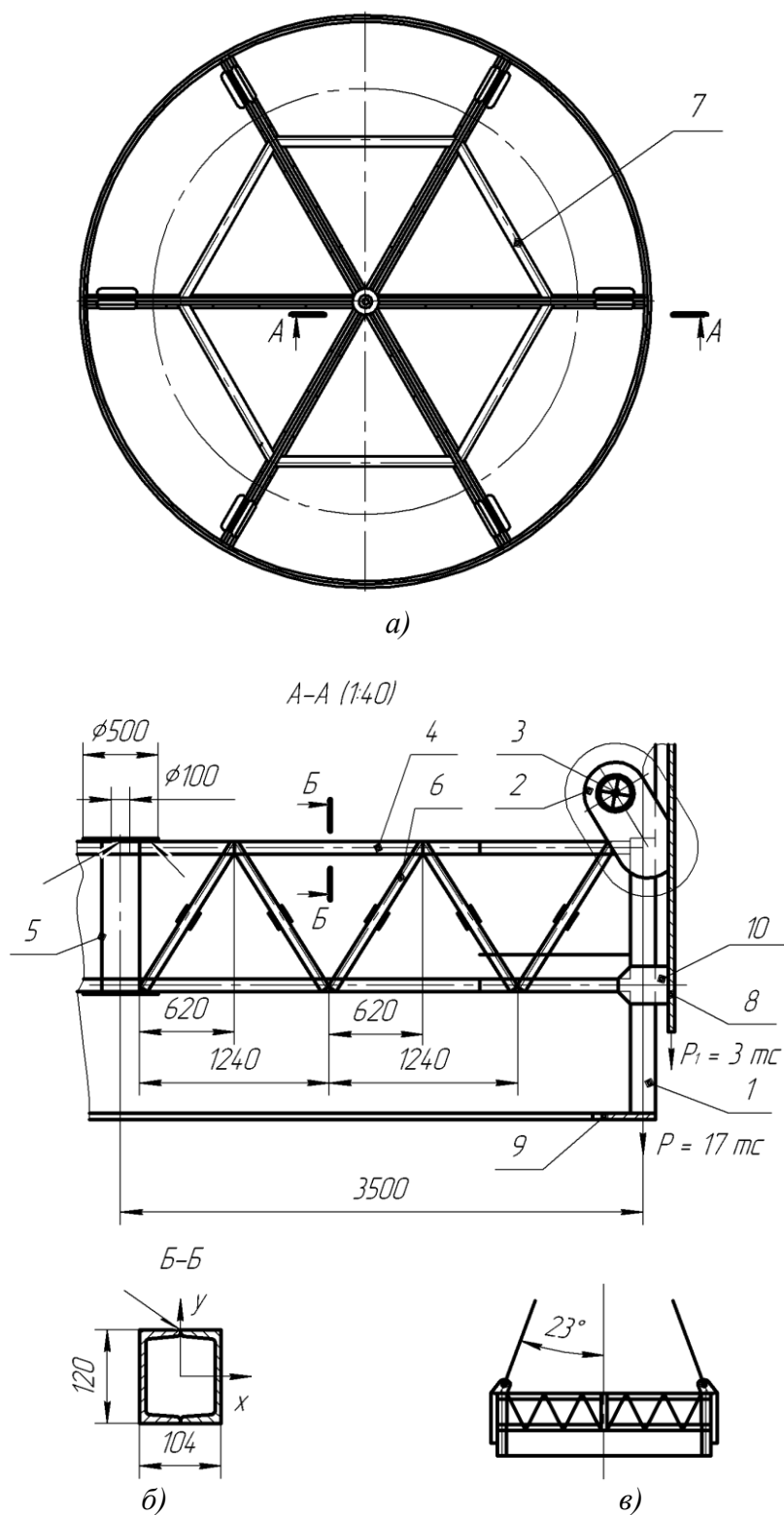


Рис. 2. Конструкция траверсы шестилучевой
а – вид сверху; б – профиль луча; в – схема строповки.

Переносим вес обечайки с арматурой на оси стоек 1 и учитывая конструктивно-силовую симметрию траверсы, рассмотрим следующую расчетную схему луча (рис. 3).

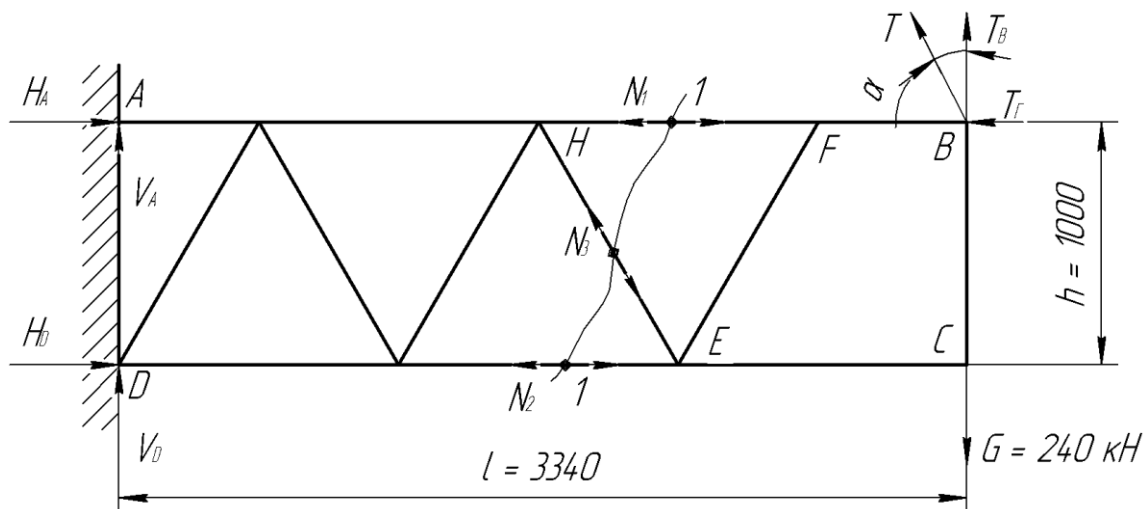


Рис. 3. Расчетная силовая схема фермы луча траверсы

Конструкция представляет собой плоскую ферму, геометрическую неизменяемость отсека $FBCE$ которой обеспечивают проушины 2 и накладки 10 (рис. 2, б). Нормативная нагрузка на ферму составляет $G_n = P + P_1 = 20$ тс. Расчетная нагрузка равна:

$$G = G_n \gamma_n \gamma_o = 24,4 \text{ тс} \approx 240 \text{ кН},$$

где $\gamma_n = 1,1$ – коэффициент перегрузки;

$\gamma_o = 1,1$ – динамический коэффициент.

Из условий равновесия стойки BC находим:

– усилие в строповочном канате

$$T = \frac{G}{\cos \alpha} = 261 \text{ кН};$$

– вертикальная составляющая усилия $T_B = G = 240$ кН;

– горизонтальная составляющая усилия

$$T_F = G \cdot \tan \alpha = 102 \text{ кН}.$$

Для сечения 1 – 1 (рис. 3) получаем усилия в элементах фермы

$$\sum m_E = 0; \quad N_1 = -T_F = -102 \text{ кН} \text{ – верхний ригель сжат};$$

$$\sum m_H = 0; \quad N_2 = 0 \text{ – нижний ригель не нагружен};$$

$$\sum y = 0; \quad N_3 = 0 \text{ – раскос не нагружен}.$$

Таким образом, нижний пояс и раскосы фермы не работают под нагрузкой, выполняя только конструктивную роль.

Проверим на устойчивость верхний ригель фермы. Из конструкции траверсы (рис. 2, а, б) следует, что более опасным является случай потери устойчивости ригеля из плоскости нагружения. С учетом расстановки связей 7 (рис. 2, а) получаем следующую расчетную схему (рис. 4).

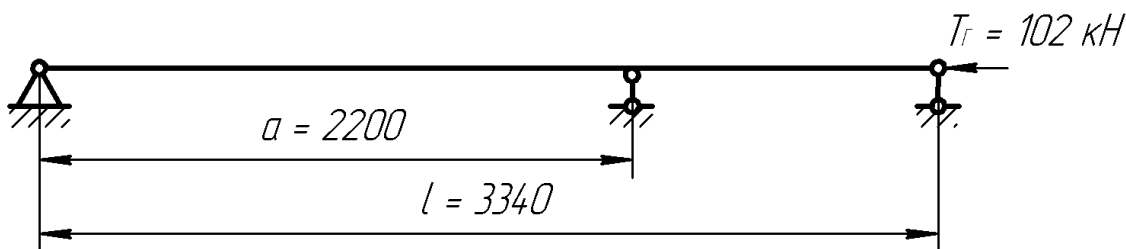


Рис. 4. Расчетная схема продольного изгиба ригеля

Расчет на устойчивость сплошностенчатых элементов (рис. 2, а, сечение $B - B$), подверженных центральному сжатию (рис. 4), выполняем по формуле [1]:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \gamma_c, \quad (1)$$

где N – сжимающая сила;
 φ – коэффициент продольного изгиба;
 A – площадь сечения;
 R_y – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию и изгибу по пределу текучести;
 γ_c – коэффициент условий работы.

Значение коэффициента φ зависит от приведенной гибкости $\bar{\lambda}$

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad (2)$$

где $\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i}$ – гибкость стержня;
 μ – коэффициент приведения длины, зависящий от схемы нагружения;
 l – длина стержня;
 $i = \sqrt{\frac{J}{A}}$ – радиус инерции сечения;
 J – момент инерции сечения относительно оси, перпендикулярной направлению выпучивания;
 E – модуль Юнга.

Для схемы (рис. 4) согласно [2, табл. 45] находим путем линейной интерполяции при отношении $a/l = 0,66$

$$\mu_{0,66} = \mu_{0,6} + 0,6 \cdot (\mu_{0,7} - \mu_{0,6}) = 0,542.$$

Вычисляем момент инерции относительно вертикальной оси y составного сечения из двух швеллеров № 12 (рис. 2, б, сечение $B - B$)

$$J = J_{yc} = 2(J_{y, I} + A_I (b - z_0)^2) = 419 \text{ см}^4.$$

$$\text{Радиус инерции } i = \sqrt{\frac{J}{A}} = 4 \text{ см; гибкость ригеля } \lambda = \frac{\mu \cdot l}{i} = 45.$$

Приведенная гибкость определяется по формуле (2) и при $R_y = 215 \text{ МПа}$ и $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ равна $\bar{\lambda} = 1,48$.

Находим коэффициент продольного изгиба при $0 < \bar{\lambda} < 2,5$ [1]:

$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 0,88$$

Проверяем прочность верхнего пояса по формуле (1):

$$44 < 183 - \text{четырёхкратный запас прочности.}$$

Рассмотрим теперь проверочный расчет проушины 2 (рис. 2). Схема проушины показана на рисунке 5.

Условие прочности на разрыв по сечению II – II имеет вид:

$$\frac{T}{2A_n} \leq R_y \gamma_c, \quad (3)$$

где $A_n = 1984 \text{ мм}^2$ – площадь сечения при разрыве.

Проверяем прочность на разрыв по формуле (3):

$$66 < 183 - \text{трехкратный запас прочности.}$$

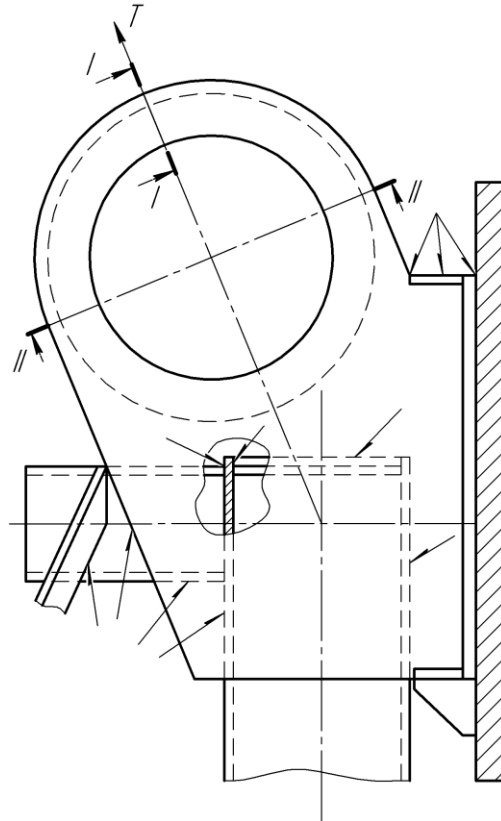


Рис. 5. Схема проушины

Условие прочности на условный срез по сечению I – I имеет вид:

$$\frac{T}{2A_s} \leq 0,58 R_y \gamma_c, \quad (4)$$

где $A_s = \frac{1}{2} A_n = 992 \text{ мм}^2$ – площадь сечения при срезе.

Проверяем прочность на условный срез по формуле (4):

$$132 < 183 - \text{выполняется.}$$

Условие прочности на смятие

$$\frac{T}{2A_p} \leq R_p \gamma_c, \quad (5)$$

где $A_p = 4416 \text{ мм}^2$ – площадь смятия;

$$R_p = \frac{R_{un}}{\gamma_m} = 336 \text{ МПа} \text{ – расчетное сопротивление.}$$

Проверяем прочность на смятие по формуле (5):

$$30 < 287 \text{ – десятикратный запас прочности.}$$

Перейдем теперь к рассмотрению оси 3 (рис. 2). Ось работает на поперечный изгиб. Ее конструкция показана на рисунке 6, а. Схема нагружения от усилия в строповочном канате – на рисунке 6, б. Пролет балки принимаем равным расстоянию между центрами проушин $l = 120 \text{ мм}$.

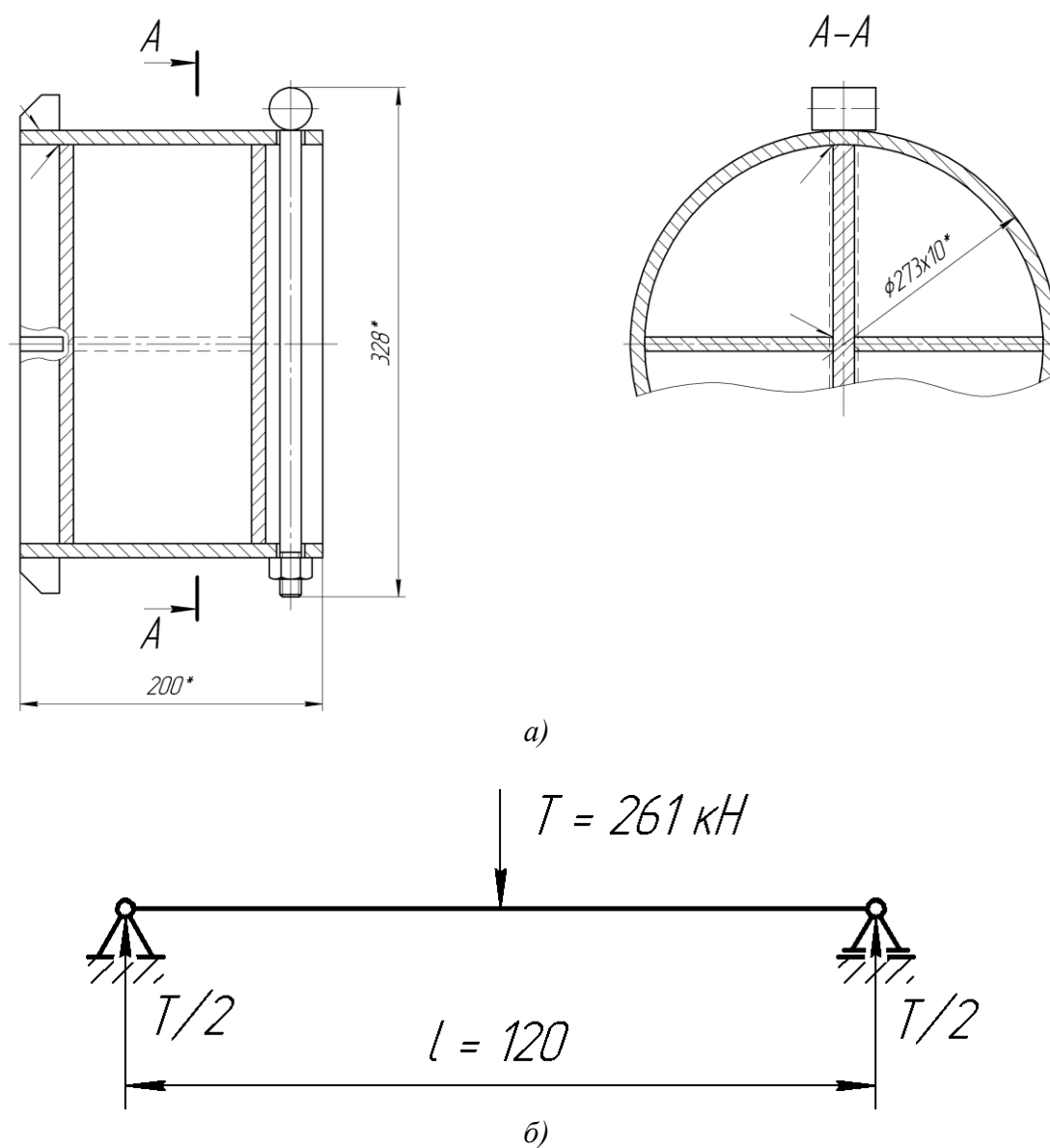


Рис. 6. Строповочная ось
а – конструкция; б – схема нагружения.

Расчетная поперечная сила

$$Q = \frac{T}{2} = 130 \text{ кН.}$$

Расчетный изгибающий момент

$$M = \frac{Ql}{4} = 7,83 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Условие прочности по нормальным напряжениям имеет вид:

$$\frac{M}{W} \leq R_y \gamma_c. \quad (6)$$

Учитывая, что момент сопротивления для трубы 273×10 равен $W = 525 \text{ см}^3$, по формуле (6) получаем:

$$15 < 183 - \text{двенадцатикратный запас прочности.}$$

Условие прочности на условный срез имеет вид:

$$\frac{Q}{A} \leq 0,55 R_y \gamma_c. \quad (7)$$

Проверяем прочность на условный срез по формуле (7):

$$16 < 100 - \text{шестикратный запас прочности.}$$

На основании приведенных расчетов анализ напряжённого состояния элементов шестилучевой траверсы показывает, что траверса спроектирована и изготовлена с избыточным запасом прочности, и, следовательно, неэкономична. Вес траверсы можно значительно снизить, произведя конструктивный расчет на прочность по требованиям СНиП [1]. Конструктивную схему траверсы можно оптимизировать, используя, например, оболочечную модель со шпангоутами, как наиболее рациональную форму по расходу материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции [Текст]. – М.: ФГУП ЦПП. 2005. – 90 с.
2. Справочник по сопротивлению материалов [Текст] / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев; Отв. ред. Г.С. Писаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наукова думка, 1988. — 736 с.

Analysis of Strengthening Characteristic Construction and Components Steadiness of Hexactinal Cross Arm for Bearing Framework Mounting of Support Reactor Carcass

A.N. Dydchenko*, S.A. Tomilin**, M.E. Pinchuk***, E.V. Pinchuk****

*Volgodonsk Engineering Technical Institute
the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360*

** e-mail: VITikafMPM@mephi.ru ; ** e-mail: SATomilin@mephi.ru*

**** e-mail: VITikafTEO@mephi.ru ; **** e-mail: VITikafMPM@mephi.ru*

Abstract – This work is devoted to testing calculation and it also suggests on this basis the recommendations for further optimization of construction of hexactinal cross arm with 120 t. load-carrying ability for bearing framework mounting of support reactor carcass.

Keywords: durability and steadiness of construction, hexactinal cross arm, optimization of construction.

**ИЗЫСКАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
СТРОИТЕЛЬСТВО И МОНТАЖ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС**

УДК 623.454.8

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАУКОЕМКИХ ИЗДЕЛИЙ
ПРИ ПОМОЩИ СОВРЕМЕННЫХ САД СИСТЕМ**

© 2014 г. Д.С. Горюшкин, Ю.С. Зув

*Снежинский физико-технический институт –
Филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»,
Снежинск, Челябинская обл.*

Рассматриваются вопросы обоснования применимости методики проектирования наукоемких изделий при действии на них механических нагрузок. Исследуется возможность переноса результатов расчетов на масштабные модели с целью обоснования и корректировки критериальных параметров.

Ключевые слова: механические и тепловые нагрузки, масштабные модели, экспериментальное обоснование, критериальные параметры.

Поступила в редакцию 02.03.2014 г.

Обеспечение безопасности при обращении с опасными грузами (ОГ), которые могут содержать вредные и другие опасные вещества является актуальной задачей. Во время транспортировки опасных грузов в форме сферы в специальных контейнерах возможны аварийные ситуации (пожар, падение). В данных ситуациях возникает опасность внедрения опор (в частности полых цилиндрических опор, усеченных конусов) в транспортированный груз, что приводит к нарушению его геометрической целостности и снижению работоспособности всей конструкции при совместном действии температурных и инерционных воздействий.

Проведение исследований по представленной теме было направлено на решение следующих задач:

- Исследование критериев внедрения при температурных и инерционных воздействиях расчетными методами с использованием экспериментальных данных.
- Анализ результатов внедрения и определение критериальных параметров.
- Обоснование применимости современных систем 3-х мерного моделирования в проектировании наукоемких изделий.

Для решения поставленных задач необходимо:

- Провести комплекс исследований процессов внедрения с использованием различных случаев.
- Определить основные параметры внедрения по результатам проведенных экспериментов.
- Провести анализ экспериментов на основе современных численных методов.
- Провести верификацию результатов по разным методам решения с выражением критериальных параметров.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВНЕДРЕНИЯ
В ОБРАЗЦЫ ИССЛЕДУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Схемы исследования образцов материалов представлены на рисунке 1. Материал исследуемых образцов – свинец, кадмий, медь. Физико-механические характеристики

исследуемых материалов представлены в таблице 1. Экспериментальные исследования проводились на прессе. Исследуемые образцы нагружали статически при комнатной температуре.

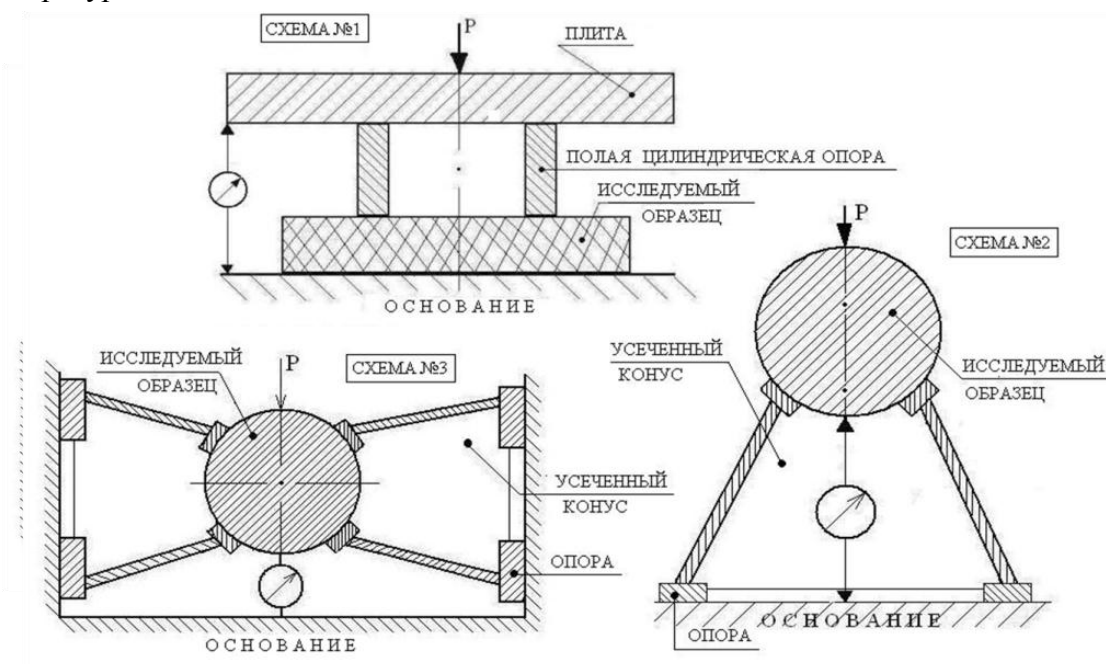


Рис. 1. Схемы испытания исследуемых образцов

Таблица 1. Физико-механические характеристики образцов

Материалы	Свинец СЗ	Кадмий Кд-0	Медь МЗ	Сталь 40Х	Литература
Модуль упругости, МПа	16600	50000	117720	217000	[1, 2]
Предел прочности, МПа	14 – 16	63	190,7	981	
Предел текучести на растяжение, МПа	4,5 – 7	24	60	784,8	
Предел текучести на сжатие, МПа	4,33	18,05	43,3	—	
Относительное удлинение, %	50	20	38	10	
Модуль упрочнения, МПа	15 – 17	160	294,57	1943	
Коэффициент Пуассона	0,44	0,3	0,35	0,28	

Испытания по схеме №1 были проведены:

- на образцах из свинца при действии нагрузки P в интервале от 0 до 30 кН;
- на образцах из кадмия при действии нагрузки P в интервале от 0 до 40 кН;
- на образцах из меди при действии нагрузки P в интервале от 0 до 50 кН.

Испытания по схеме №2 были проведены:

- с образцом из свинца при действии нагрузки P в интервале от 0 до 27,5 кН;
- с образцом из кадмия при действии нагрузки P в интервале от 0 до 125,5 кН;
- с образцом из меди при нагрузке P в интервале от 0 до 188,5 кН.

Испытания по схеме №3 были проведены:

- с образцом из свинца при действии нагрузки P в интервале от 0 до 14 кН;
- с образцом из кадмия при действии нагрузки P в интервале от 0 до 47,5 кН;
- с образцом из меди при нагрузке P в интервале от 0 до 50 кН.

При обработке экспериментальных и численных результатов расчета для разных схем нагружения для каждого исследуемого материала определялись параметры внедрения: контактные напряжения σ , перемещения U , безразмерная величина ξ , безразмерный параметр K [3].

Контактные напряжения σ для схемы №1 определялись следующим образом:

$$\sigma = \frac{P}{F} \quad (1)$$

где P – прикладываемая нагрузка, Н;
 F – площадь области контакта, равная площади поперечного сечения цилиндрической опоры, мм².

Площадь поперечного сечения полый цилиндрической опоры вычисляется:

$$F = \pi (R^2 - r^2) \quad (2)$$

где R – внешний радиус опоры, мм;
 r – внутренний радиус опоры, мм.

Контактные напряжения σ для схемы №2 определялись следующим образом:

$$\sigma = \frac{P}{\pi L \sin 2\theta_0} \quad (3)$$

где P – прикладываемая нагрузка, Н;
 r – радиус образца, мм;
 L – ширина верхней опоры усеченного конуса, мм;
 θ_0 – угол полураствора усеченного конуса, градус.

Контактные напряжения σ для схемы №3 определялись следующим образом:

$$\sigma = \frac{P}{\pi L \sin^2 \theta_0} \quad (4)$$

где P – прикладываемая нагрузка, Н;
 r – радиус образца, мм;
 L – ширина верхней опоры усеченного конуса, мм;
 θ_0 – угол полураствора усеченного конуса, градус.

Безразмерный параметр K характеризует отношение контактного напряжения, реализованного в опыте, к пределу текучести исследуемого материала:

$$K = \frac{\sigma}{\sigma_T} \quad (5)$$

Безразмерная величина ξ , определяется как произведение перемещения, реализованного в исследовании, на модуль упругости исследуемого материала к произведению предела текучести исследуемого материала на сжатие на высоту образца или радиуса образца в зависимости от схемы испытаний.

- для схемы 1 безразмерная величина

$$\xi = \frac{UE}{L\sigma_{сж}^T} \quad (6)$$

– для схемы 2, 3 безразмерная величина

$$\xi = \frac{UE}{R\sigma_{сж}^T} \quad (7)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

На рисунке 2 представлены результаты перемещений, полученные в экспериментах по схеме №1.

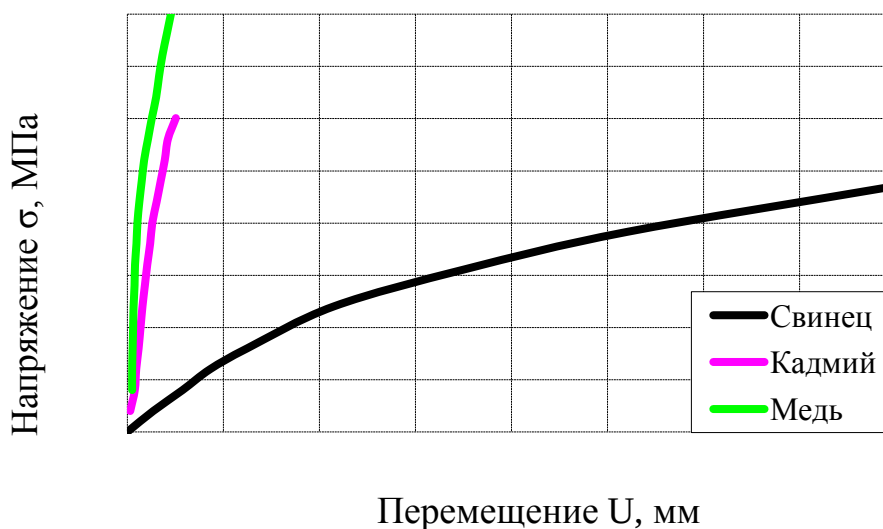


Рис. 2. Зависимость контактных напряжений σ от перемещений U

На рисунке 3 представлены результаты перемещений, полученные в экспериментах по схеме №2.

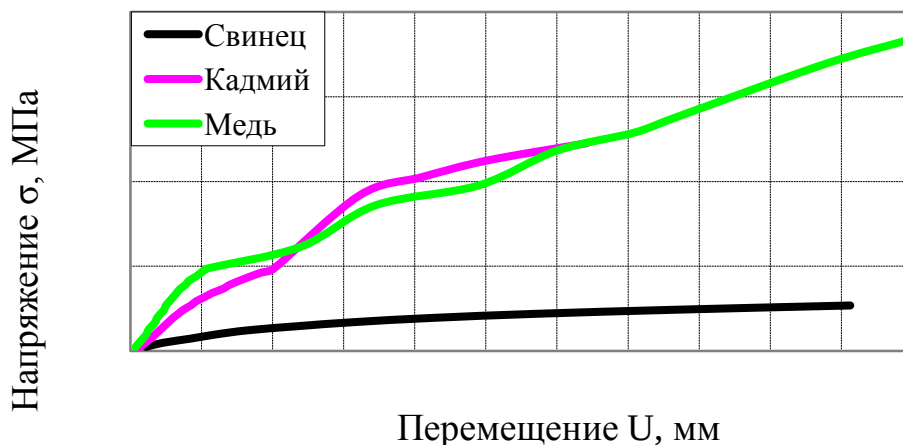


Рис. 3. Зависимость контактных напряжений σ от перемещений U

На рисунке 4 представлены результаты перемещений, полученные в экспериментах по схеме №3.

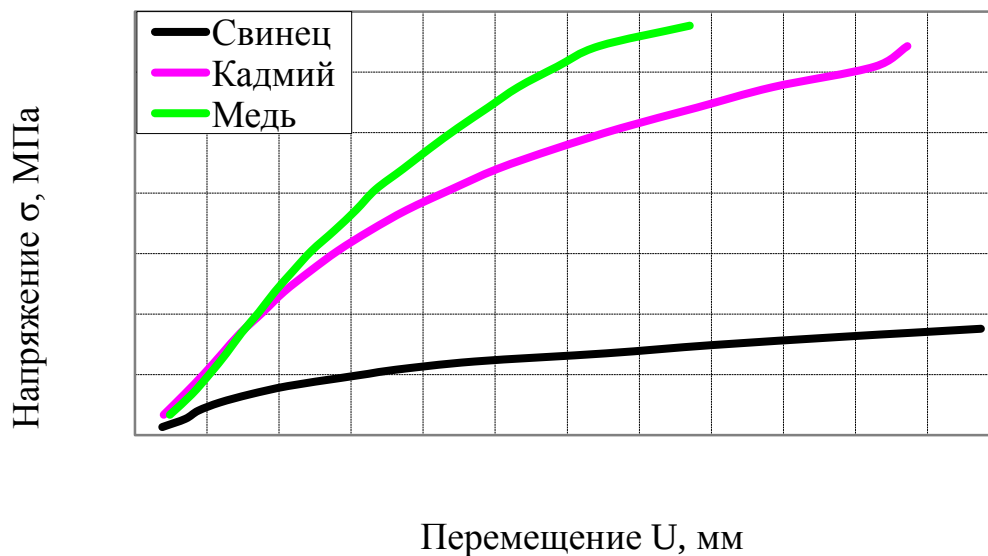


Рис. 4. Зависимость контактных напряжений σ от перемещений U

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

По полученным экспериментальным результатам вычислим параметр K , безразмерную величину ξ для каждого образца пластического материала по формулам (5–7) соответственно. Построим графики зависимости параметра K от безразмерной величины ξ .

На рисунке 5 представлены графики зависимости параметра K от безразмерной величины ξ для каждого образца материала испытанного по схеме №1.

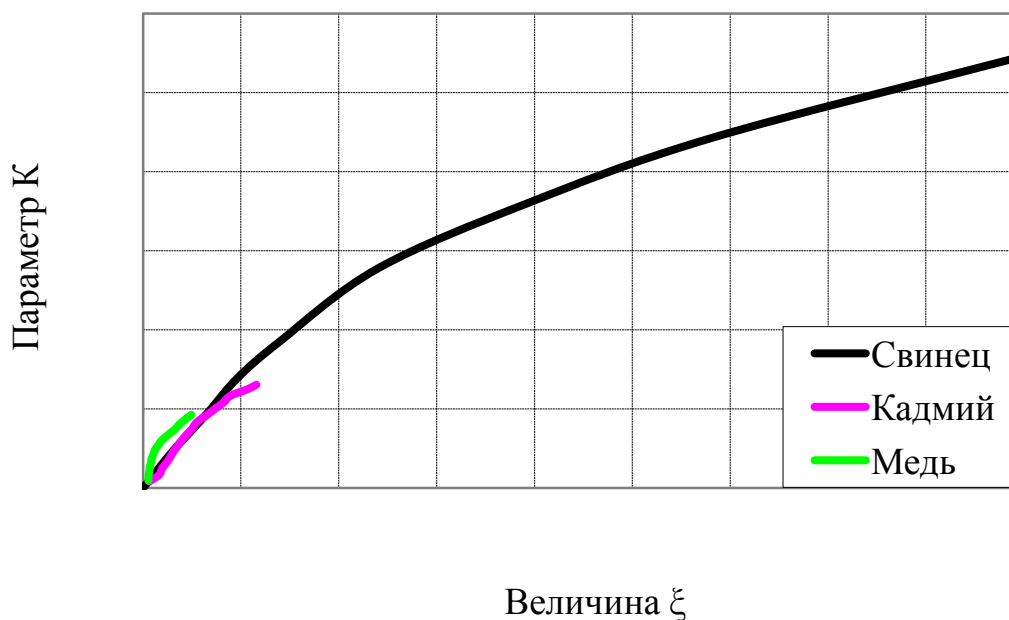
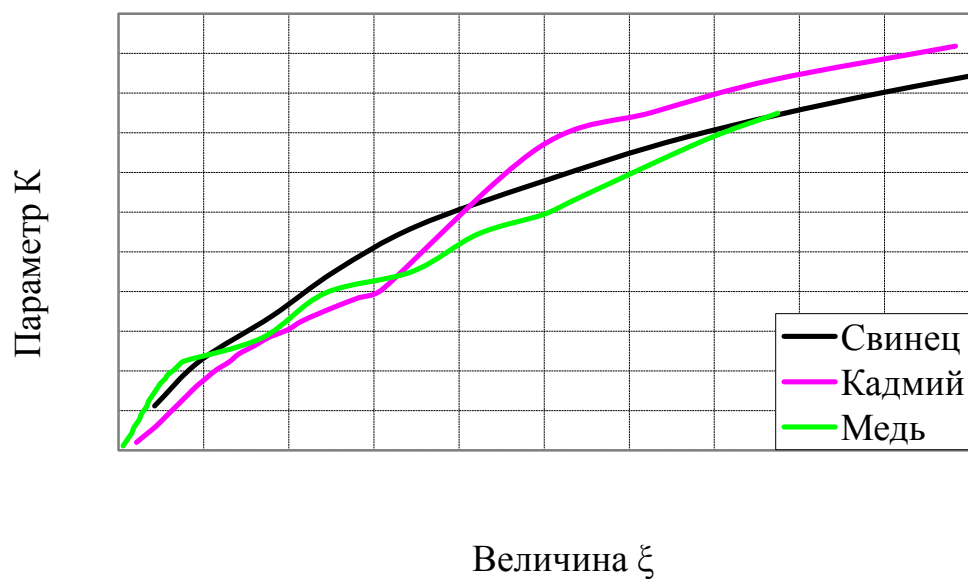
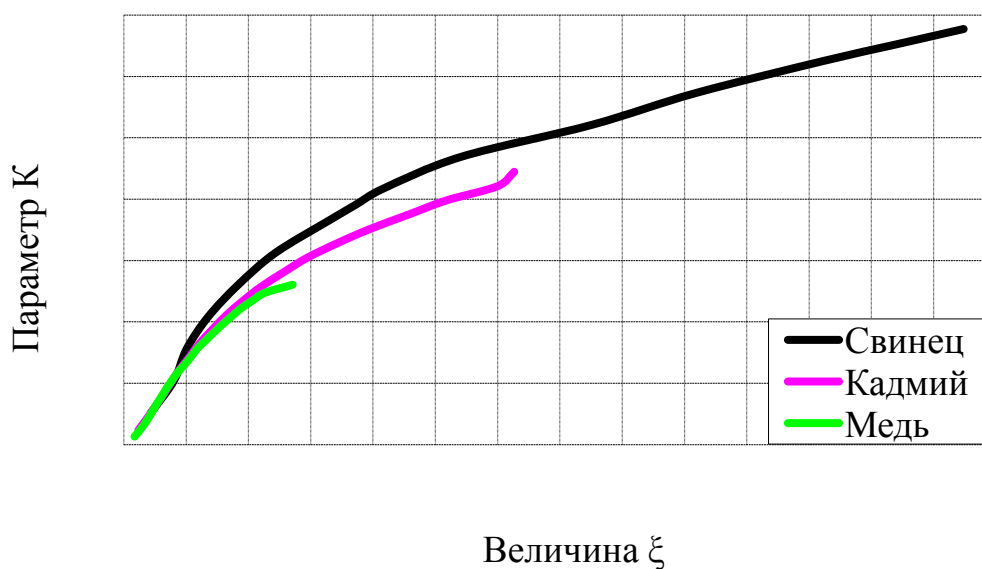


Рис. 5. Зависимость параметра K от величины ξ

На рисунке 6 представлены графики зависимости параметра K от безразмерной величины ξ для каждого образца материала испытанного по схеме №2.

Рис. 6. Зависимость параметра K от величины ξ

На рисунке 7 представлены графики зависимости параметра K от безразмерной величины ξ для каждого образца материала испытанного по схеме №3.

Рис. 7. Зависимость параметра K от величины ξ

В качестве характеристики внедрения в материал может быть принят параметр $K_{\text{вн}}$. Как видно из экспериментальных диаграмм характер кривых для разных схем испытаний и для различных образцов пластических материалов аналогичен. Значение параметров внедрения для каждой схемы испытаний определяем графически. В качестве предельного значения перемещения принята величина $U_{\text{пр}}$, значение которой для всех образцов пластических материалов возьмем равное $\approx 0,1\text{мм}$. Параметры внедрения $K_{\text{вн}}$ определяются точкой пересечения зависимости $K(\xi)$ с секущей прямой, параллельной линейному (упругому) участку зависимости $K(\xi)$ и проходящей через точку $\xi_{\text{пр}}$. Определим точку $\xi_{\text{пр}}$ для каждого образца материала и схемы испытаний в отдельности.

- 1) Испытания пластического материала по схеме №1. Для данной схемы

испытаний точка $\xi_{пр}$ находится по формуле (6) для каждого образца материала:

- Образец из свинца

$$\xi_{pb} = \frac{U_{np} E}{L \sigma_{сж}^T} = \frac{0,1 \times 16600}{30 \times 4,33} = 12,2 ;$$

- Образец из кадмия

$$\xi_{cd} = \frac{U_{np} E}{L \sigma_{сж}^T} = \frac{0,1 \times 50000}{30 \times 18,05} = 9,3 ;$$

- Образец из меди

$$\xi_{cu} = \frac{U_{np} E}{L \sigma_{сж}^T} = \frac{0,1 \times 117720}{30 \times 43,3} = 9,1$$

2) Испытания пластического материала по схеме №2-3. Для данных схем испытаний точка $\xi_{пр}$ находится по формуле (7) для каждого образца материалов.

- Образец из свинца

$$\xi_{pb} = \frac{U_{np} E}{R \sigma_{сж}^T} = \frac{0,1 \times 16600}{36,2 \times 4,33} = 10,6 ;$$

- Образец из кадмия

$$\xi_{cd} = \frac{U_{np} E}{R \sigma_{сж}^T} = \frac{0,1 \times 50000}{36,2 \times 18,05} = 7,7 ;$$

- Образец из меди

$$\xi_{cu} = \frac{U_{np} E}{R \sigma_{сж}^T} = \frac{0,1 \times 117720}{36,2 \times 43,3} = 7,5 .$$

Полученные безразмерные величины $\xi_{пр}$ близки по значениям, примем, что безразмерная величина $\xi_{пр}$ в малой степени зависит от материала. Для вычисленных значений $\xi_{пр}$ найдем ее средние значения для каждой схемы испытания. Для этого воспользуемся формулой математического ожидания [4].

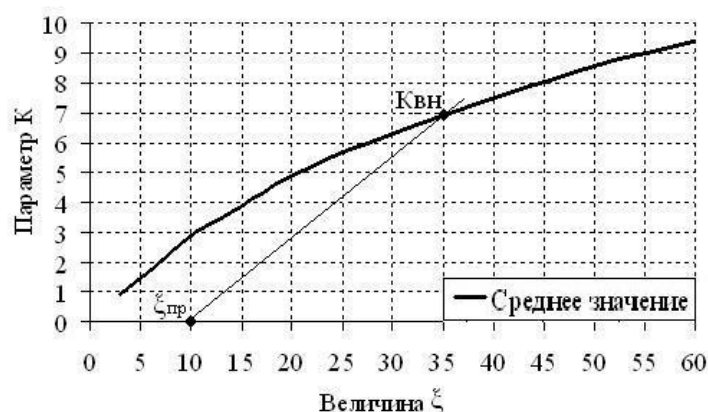
Испытания по схеме №1:

$$\xi_{np} = \frac{\xi_{pb} + \xi_{cd} + \xi_{cu}}{3} = \frac{12,2 + 9,3 + 9,1}{3} = 10,2$$

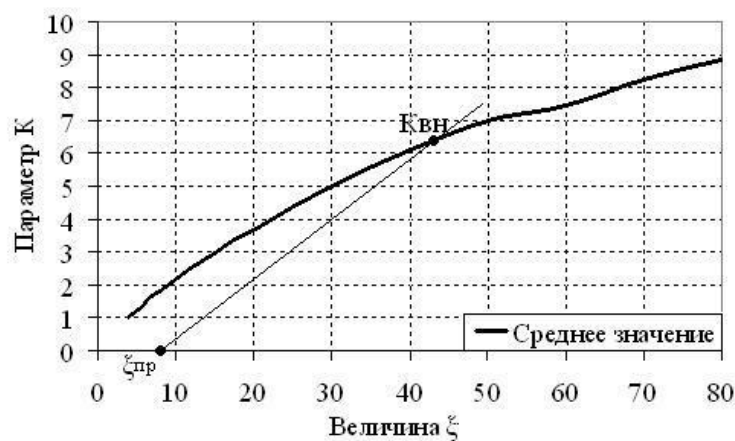
Испытания по схемам №2 и №3:

$$\xi_{np} = \frac{\xi_{pb} + \xi_{cd} + \xi_{cu}}{3} = \frac{10,6 + 7,7 + 7,5}{3} = 8,6$$

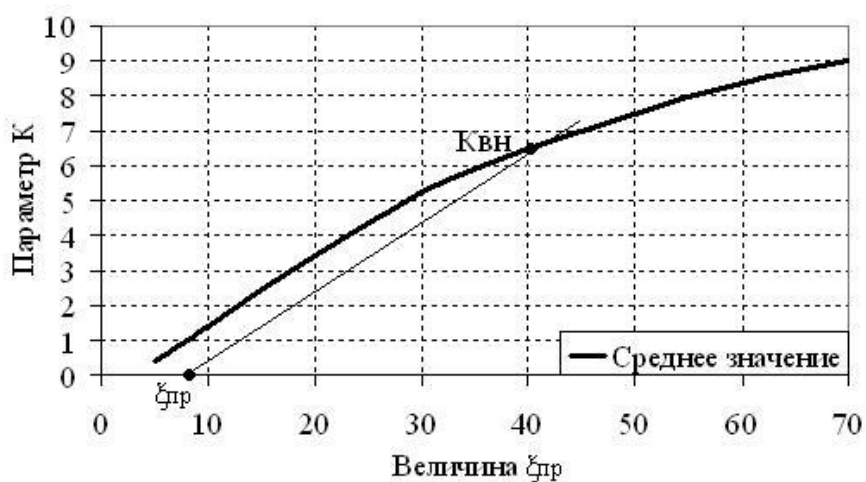
На рисунке 8 представлена средняя зависимость $K(\xi)$ для испытаний по схеме №1 пластических материалов.

Рис. 8. Зависимость параметра K от величины ξ

На рисунке 9 представлена средняя зависимость $K(\xi)$ для испытаний по схеме №2 пластических материалов.

Рис. 9. Зависимость параметра K от величины ξ

На рисунке 10 представлена средняя зависимость $K(\xi)$ для испытаний по схеме №3 пластических материалов.

Рис. 10. Зависимость параметра K от величины ξ

Графически определенные значения параметра $K_{вн}$ для отдельных схем испытаний:

- Схема №1: $K_{BH} \approx 7,0$
- Схема №2: $K_{BH\chi} \approx 6,4$
- Схема №3: $K_{BH\gamma} \approx 6,2$

При близких значениях параметров K для различных образцов материалов можно говорить об идентичности процессов внедрения.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВНЕДРЕНИЯ В ОБРАЗЦЫ ИССЛЕДУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Численное исследование процессов внедрения проводилось методом конечно-элементного (МКЭ) анализа. В дальнейшем для верификации полученных результатов будет проведен расчет в модуле «механика» пакета программ «CREO».

Расчеты проведены в нелинейной статической постановке с использованием двумерной осесимметричной конечно-элементной модели. В созданных моделях (рисунок 11), представляющих собой половину сборки (разделение сборки производилось по оси симметрии), на узлы, попадающие в плоскость симметрии, накладывались соответствующие ограничения по перемещениям по оси OX . Свойство осесимметричности использованное в расчетных моделях, позволило снизить количество конечных элементов и время счета упругопластических задач. Условия, ограничивающие перемещения по оси OY имитировали закрепление сборки при испытаниях. Расчеты были проведены по схемам 1 и 2, зазоры отсутствуют. Физико-механические свойства образцов материалов, применяемых в исследовании, представлены в таблице 1. В расчетах была применена мультилинейная модель материалов, позволяющая более точно описывать экспериментальные диаграммы, полученные в испытаниях на растяжение и сжатие. При генерации конечно-элементной сетки был выбран двумерный восьмиузловой элемент – PLANE 183. Контакт между деталями задан элементами типа “поверхность – поверхность” CONTA 172 и TARGE 169. Коэффициент трения для контактирующих деталей “пластичный образец – индентор” задавался равным 0,3 [5].

На рисунке 11 приведены расчетные двумерные осесимметричные модели, имитирующие нагружение по схемам №1 и №2.

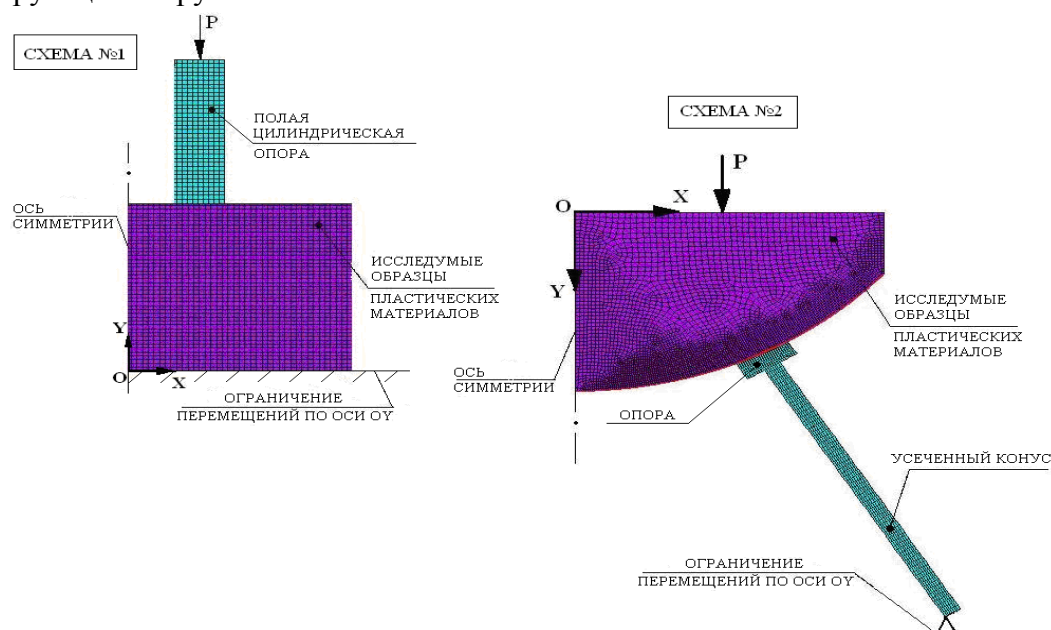


Рис. 11. Модели испытаний образцов пластических материалов

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

На рисунке 12 представлены результаты перемещений, полученные в численном расчете по схеме №1.

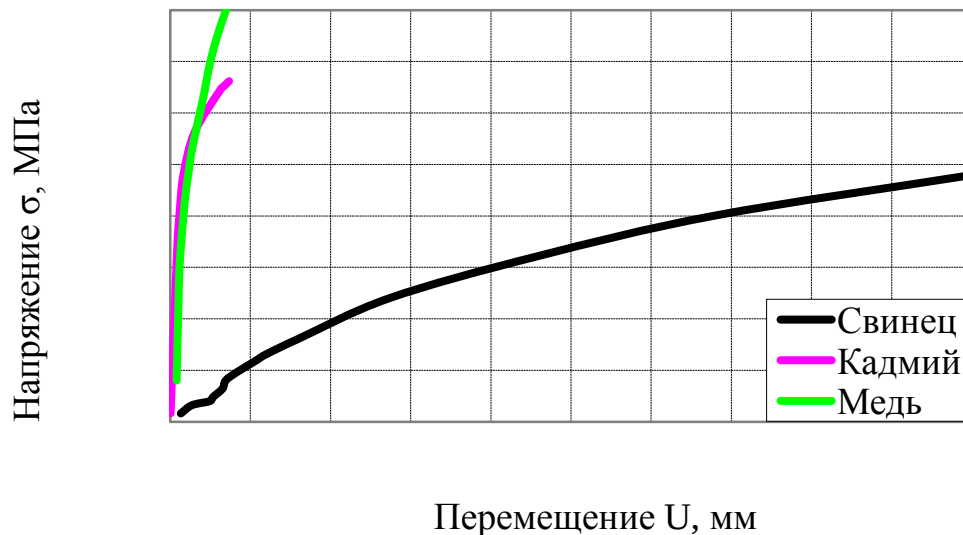


Рис. 12. Зависимость контактных напряжений σ от перемещений U

На рисунке 13 представлены результаты перемещений, полученные в численном расчете по схеме №2.

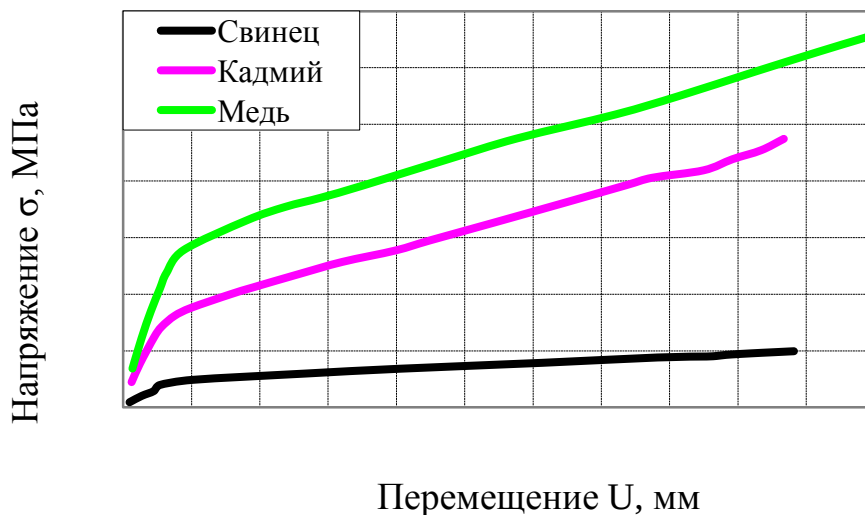
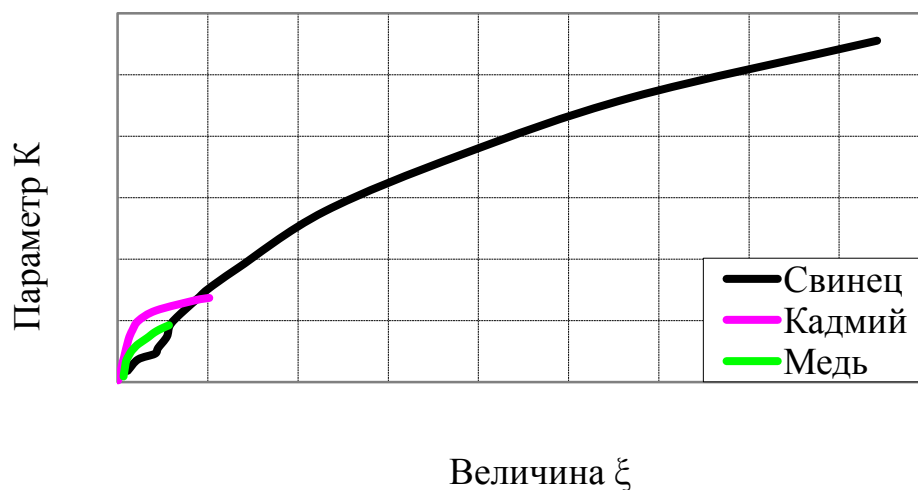


Рис. 13. Зависимость контактных напряжений σ от перемещений U

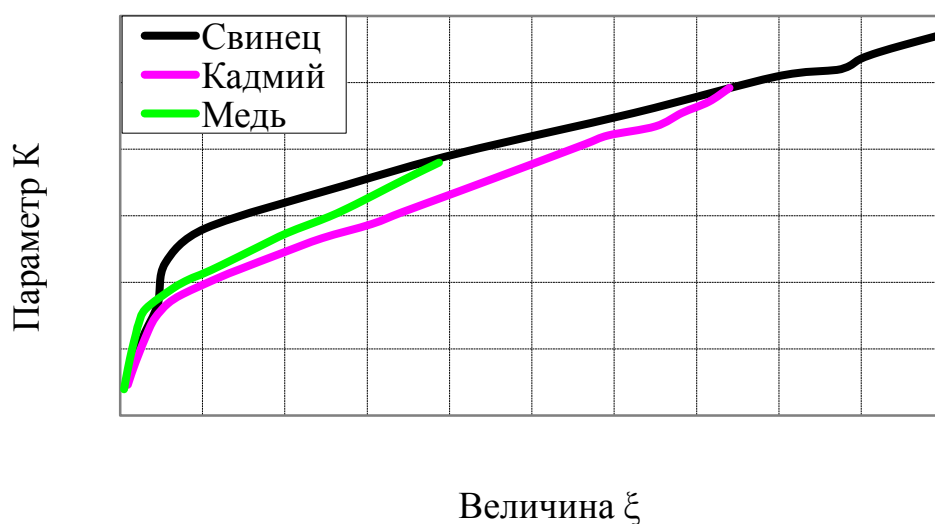
ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

По полученным численным результатам вычислим параметр K , безразмерную величину ξ для каждого образца пластического материала по формулам (5-7) соответственно. Построим графики зависимости параметра K от безразмерной величины ξ .

На рисунке 14 представлены графики зависимости параметра K от безразмерной величины ξ для каждого образца материала испытанного по схеме №1.

Рис. 14. Зависимость параметра К от величины ξ

На рисунке 15 представлены графики зависимости параметра К от безразмерной величины ξ для каждого образца материала испытанного по схеме №2.

Рис. 15. Зависимость параметра К от величины ξ

Обработка численных результатов проводилась аналогично обработке экспериментальных. Физико-механические свойства образцов пластических материалов, применяемых как в эксперименте, так и в расчетных моделях, идентичны, можно утверждать, что безразмерная величина ξ_{np} будет равна экспериментальным значениям:

- Схема №1: $\xi_{np} = 10,2$
- Схема №2 и №3: $\xi_{np} = 8,6$

При обработке результатов испытаний пластических материалов по схеме №1 не будем учитывать результаты перемещений, полученные для образцов из кадмия и меди, так как полученные для них значения перемещений не влияют на вид кривой. Параметры внедрения для образцов трех материалов будем находить по зависимости $K(\xi)$, полученной для образца из свинца.

На рисунке 16 средняя зависимость $K(\xi)$ для испытаний по схеме №1

пластических материалов.

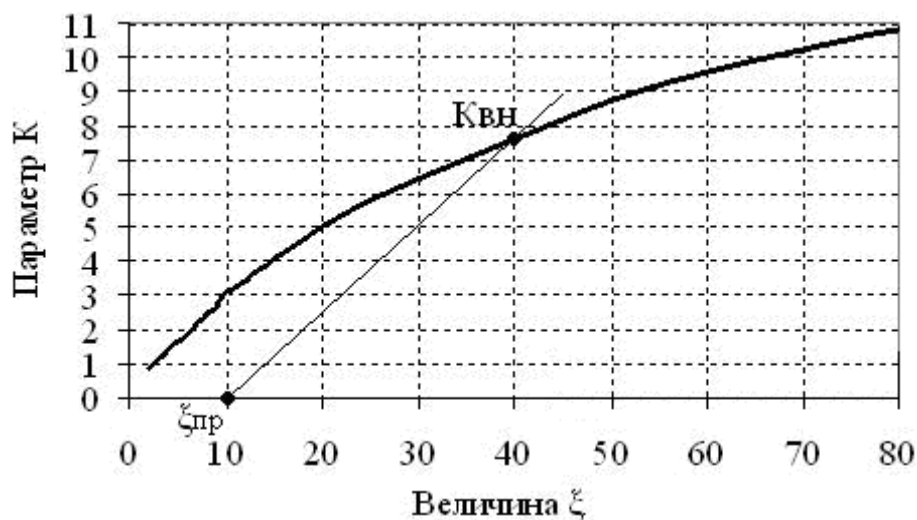


Рис. 16. Зависимость параметра K от величины ξ

На рисунке 17 представлена средняя зависимость $K(\xi)$ для испытаний по схеме №2 пластических материалов.

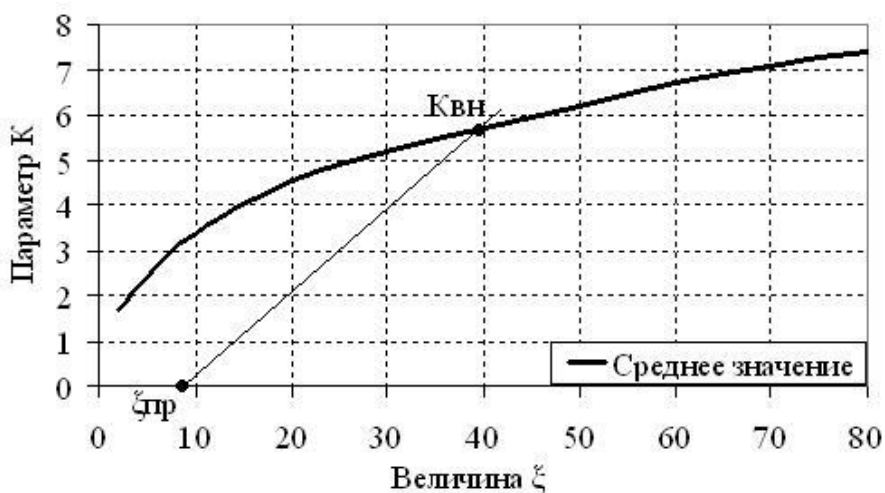


Рис. 17. Зависимость параметра K от величины ξ

Графически определенные значения параметра K_{BH} для отдельных схем испытаний:

- Схема №1: $K_{BH} \approx 7,4$
- Схема №2: $K_{BH} \approx 5,8$

СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

По результатам экспериментальных испытаний и по результатам численных исследований по программе конечно-элементного (МКЭ) анализа проведем сравнение. Для сравнения результатов построим графики средних зависимостей $K(\xi)$ для каждой схемы в отдельности.

На рисунке 18 представлено сравнение зависимостей $K(\xi)$, полученных после обработки экспериментальных результатов и результатов расчета по МКЭ для схемы №1.

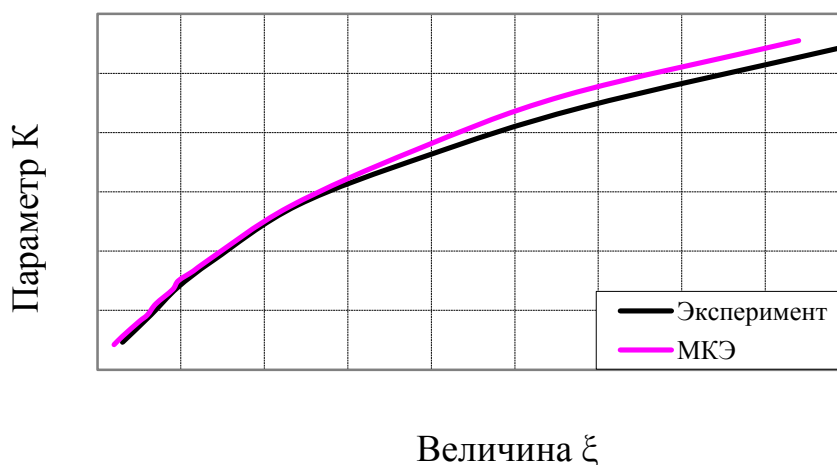


Рис. 18. Зависимость параметра К от величины ξ

На рисунке 19 представлено сравнение зависимостей $K(\xi)$, полученных после обработки экспериментальных результатов и результатов расчета по МКЭ, для схемы №2.

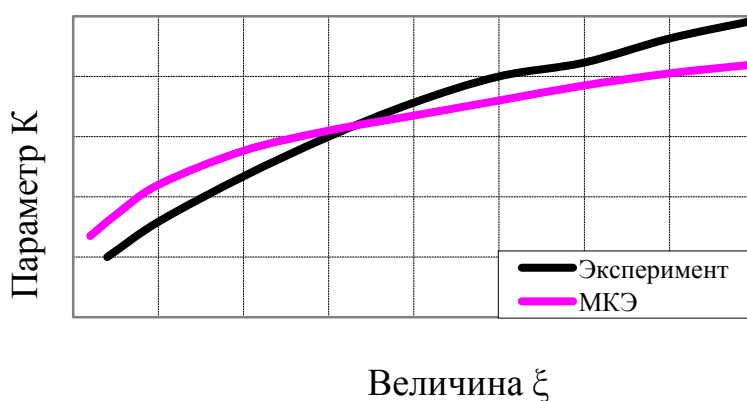


Рис. 19. Зависимость параметра К от величины ξ

При обработке экспериментальных результатов и результатов, полученных численными исследованиями, были получены параметры внедрения при различных статических схемах нагружения.

Как видно из экспериментальных диаграмм и диаграмм, полученных численным методом, характер кривых для разных схем испытаний и для различных образцов пластических материалов идентичен.

В качестве характеристики внедрения в материал был принят параметр $K_{вн}$. Параметры $K_{вн}$ найденные по экспериментальным результатам, так и по результатам программы МКЭ, сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Значение параметров $K_{вн}$.

Схема нагружения	Методы		Погрешность, %
	Эксперимент	МКЭ	
Схема №1	7,0	7,4	5,6
Схема №2	6,4	5,8	9,4
Схема №3	6,2	—	—

При сравнении результатов параметров $K_{вн}$ полученных экспериментально и по программе конечно-элементного анализа были вычислены погрешности. Для обработки вычисленных погрешностей найдем общую погрешность результатов между методами:

- Схема №1 $\approx 5,6\%$;
- Схема №2 $\approx 9,4\%$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты экспериментальных исследований и результаты расчета по программе конечно-элементного анализа МКЭ удовлетворительно согласуются. Согласование двух методов решений говорит о корректных расчетных моделях, правильно подобранных физико-механических свойствах материалов, применяемых в программе МКЭ, что позволяет решать аналогичные задачи численным методом конечно-элементного анализа.

В результате проведенных исследований было теоретически и расчетно обосновано применение параметра внедрения $K_{вн}$ для различных материалов, независимо от физико-механических свойств. При расчетах действия нагрузки в произвольном направлении предельной кривой внедрения можно принять эллипс с главными осями $K_{внX}$, $K_{внY}$.

Данная методика может быть использована в расчетах стойкости конструкций при действии механических и тепловых нагрузок.

Полученные значения параметра $K_{вн}$ позволят на стадии расчета, зная физико-механические свойства элементов конструкции, выявить ее критическое формоизменение, влияющее на работоспособность всей системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Рахштадт, А.Г. и др.* Справочник металлиста [Текст] / А.Г. Рахштадт, В.А. Брострем. – М.: Машиностроение, 1976.
2. *Бернштейн, М.Л.* Механические свойства металлов [Текст] / М.Л. Бернштейн. – М.: Металлургия, 1979.
3. *Смирнов-Аляев, Г.А.* Сопротивление материалов пластическому деформированию [Текст] / Г.А. Смирнов-Аляев – М.: Машгиз, 1978.
4. *Вентцель, Е.С.* Теория вероятности [Текст] / Е.С. Вентцель – М.: Наука, Физматгиз, 1969.
5. *Басов, К.А.* ANSYS. Справочник пользователя [Текст] / К.А. Басов – М.: ДМК, 2005.

Science-Intensive Products Designing by Means of Modern Computer-Aided Design Systems

D.S. Goriushkin*, Y.S. Zuyev**

*Snezhinsk Physics-Technical Institute the Branch of National Nuclear Research University MEPhI
8 Komsomolsk st., Snezhinsk city, Cheliabinsk reg. 456776*

** email: goruh@bk.ru, ** email: YSZuyev@mephi.ru*

Abstract – The article is devoted to substantiation applicability of the methodology for calculation of structures when subjected to mechanical and thermal loads. The authors consider the possibility of transferring results based on scale models for experimental study of criteria and adjusting parameters.

Keywords: mechanical and thermal loads, scale models, experimental substantiation, criterial parameters.

ИЗЫСКАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
СТРОИТЕЛЬСТВО И МОНТАЖ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

УДК 519.248

РАНДОМИЗАЦИЯ НЕСТОХАСТИЧЕСКИХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

© 2014 г. В.В. Мякушко

Снежинский физико-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Снежинск, Челябинская обл.

Приведены сопоставление характеристик функции вероятностей случайной величины и нестохастических исходных данных, представленных в терминах математической теории нечётких множеств, рандомизация нечётких данных.

Ключевые слова: рандомизация, вероятность, случайные функции, нечеткие множества.

Поступила в редакцию 10.03.2014 г.

При решении задач оценки надёжности с исходными данными, представленными в виде случайных функций с соответствующими статистическими характеристиками, и нечёткими данными нестохастического характера, появляющимися в силу недостаточной информации и изученности явлений, что свойственно созданию новых изделий j , и субъективных экспертных оценках, возникает проблема их сопряжения (сочетания) при расчётах. Неопределённости нестохастической природы в этом случае целесообразно переводить в разряд случайных факторов с помощью процедуры рандомизации (рисунок 1) [1]. В связи с расширяющимся использованием в прикладных задачах математической теории нечётких множеств решение подобных задач становится всё более актуальным.

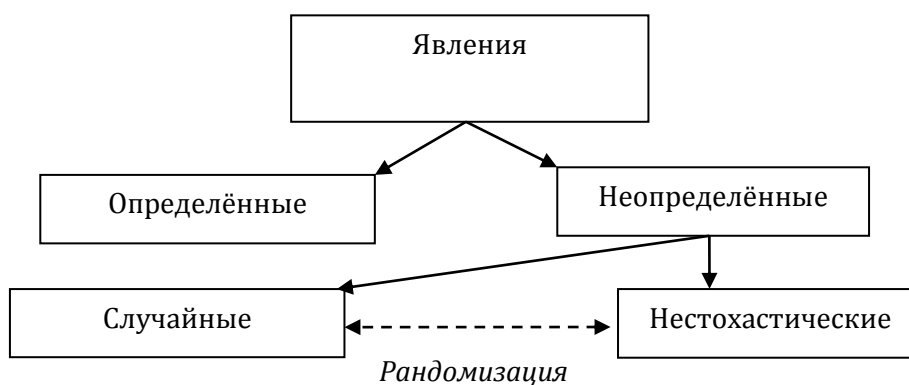


Рис. 1. Процедура рандомизации

Пример такого преобразования для применяемых при расчёте надёжности случаев [2]:

- для вероятностей событий $P_X = \prod P_i(x)$ – как произведения соответствующих нечётких чисел $\mu(x) = \max(\min(\mu_A(x); \mu_B(x)));$
- для вероятности события «не А» - $Q_A = 1 - P_A$ как $\mu(x) = (\mu_A(1 - A));$
- и т.д.

Таким образом, возникает проблема расчёта надёжности при разнородных данных (рисунок 2) и при расчётах необходимо осуществить переход в одну из областей – теорию вероятностей или теорию нечётких множеств.

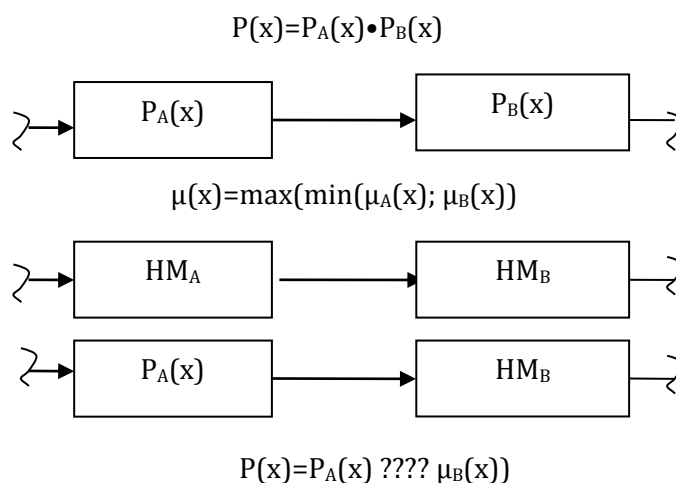


Рис. 2. Расчёт надёжности при разнородных данных (постановка проблемы)

Для нормального закона распределения случайной величины плотность вероятности (рисунок 3):

$$P(x) = 1 / \sigma_x \sqrt{2\pi} * \exp[-|X_i - MO_x|^2 / 2\sigma_x^2] \quad (1)$$

где σ_x – среднеквадратическое отклонение (СКО);

MO_x – математическое ожидание.

Это соответствует вертикальной форме представления НМ колоколообразной формы в виде множества пар – элемент X_i (как носитель множества, определённый в области $X = X_{MIN} \dots X_{MAX}$) и его функция принадлежности – $\mu_A(x) \in [0, 1]$. То есть значения X_i , рассматриваемые как элементы множества A , и частоту их реализации (вероятность), определённые в подобласти $X_{MIN} \leq A \leq X_{MAX}$, можно представить как множество пар, где для каждого элемента определена степень принадлежности рассматриваемой области, функции принадлежности элементов которого соответствуют кривой $P(x)$, а MO_x – ядру нечёткого множества [3]:

$$\mu_A(x) = \exp\{-(x - MO_x)^2 / 2a^2\} \quad (2)$$

где a – значение элементов НМ, задающее его ширину на уровне $\alpha = 0.36788$.

Характеристиками множества A является также α -уровни, которым можно поставить в соответствие интервалы вероятности реализации случайной функции. Значения α -срезков, соответствующие интервальным оценкам вероятности для ряда значений σ_x , соответствуют и интервальным оценкам надёжности:

$$P_x = \int_{X_{min}}^{X_{max}} P(x) dx = S_x \leq 1.0 \quad (3)$$

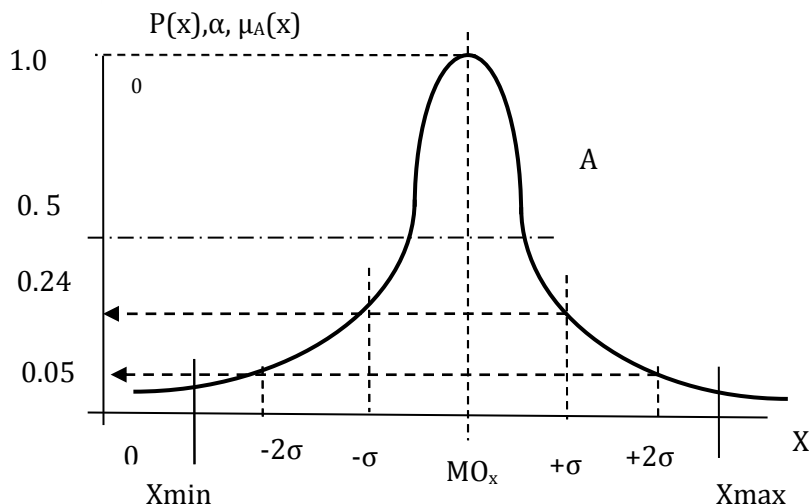


Рис. 3. Плотность вероятности для нормального закона распределения случайной величины

ПРИМЕЧАНИЕ: Нормированное (нормальное) НМ в значительной степени представляет случайную величину с близкой к нормальному закону распределения. В действительности чаще реализуется усечённое нормальное распределение случайной величины, и представление случайной функции, как нечёткой, оправдано.

Для интервальной оценки надёжности в терминах НМ предлагается ввести дополнительную координату $\mu_B(\alpha)$ и построить кривую $B1$, соответствующую интервальной оценке вероятностей (и противоположную ей кривую $B2$), рассчитанную по формуле (3) для ряда значений отношения $|X_i - MO_X|/\sigma_X$ (в таблица 1) [3]. Введены и соответствующие лингвистические оценки вероятности двумя терминами: $M1 = \text{«вероятно»}$ и $M2 = \text{«невероятно»}$ (рисунок 4) НМ сигмоидной формы.

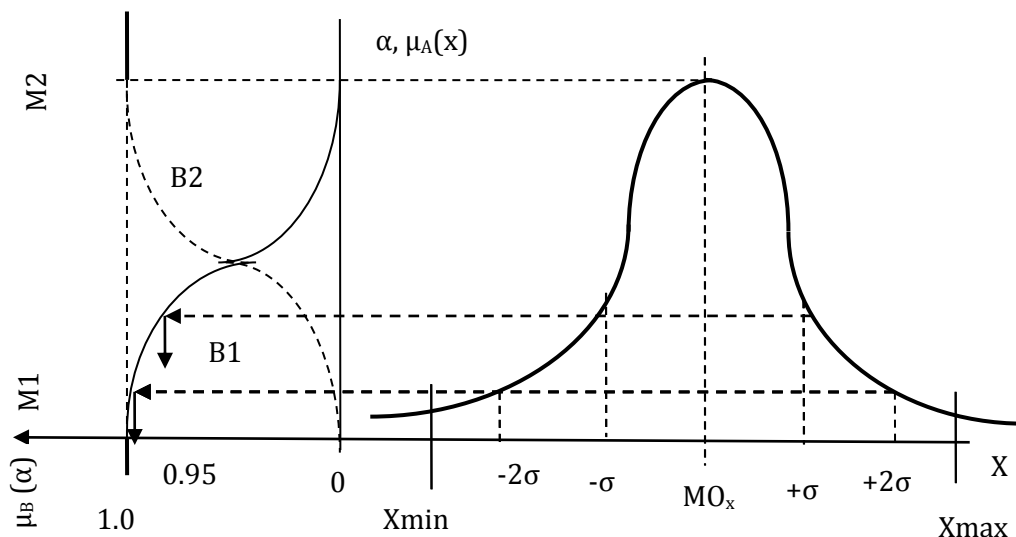


Рис. 4. Интервальная оценка надёжности с лингвистическими оценками вероятности

Значения X_i , соответствующие подмножеству значений в интервале A , и соответствующие α -срезы нечёткого множества $A^{>\alpha} = \{x: X_i \in X, \mu_A(x) > \alpha\}$, можно определить по вытекающей из формулы (1) зависимости. Значения α -срезов, соответствующие интервальным оценкам вероятности для ряда значений СКО,

рассчитываемых по формуле (4), также приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры вероятностных и НМ характеристик

	$Z= X_i-MO_x /\sigma_x$						
	0.1	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$P(x) \equiv a$	0.3970	0.3521	0.2420	0.1295	0.0540	0.0175	0.0044
$P_x \equiv \mu_{M1}(\alpha)$	0.0796	0.3829	0.6827	0.8664	0.9545	0.9876	0.9986

Представление вероятности нечётким числом по ряду значений α -уровня:

$$P(x) = (X_{min} \dots X_{max})_0 U(MO_x - 2\sigma, MO_x + 2\sigma)_{0.05} U(MO_x - \sigma, MO_x + \sigma)_{0.24}$$

Или:

$$P = (0.99)_0 U(0.95)_{0.05} U(0.68)_{0.24}$$

Очевидно однозначное соответствие интервальных оценок надёжности и оценки надёжности по соответствующим α -срезам для данного вида плотности распределения случайной величины. То есть переход к нечётким множествам может быть осуществлен и фаззификацией интервалов вероятности по α -срезам.

Для представления интервальной функции принадлежности $\mu_B(\alpha)$ с большим разрешением можно применить большее число термов (до семи). При этом также можно применить и линейно-кусочную функцию фаззификации (рисунок 5).

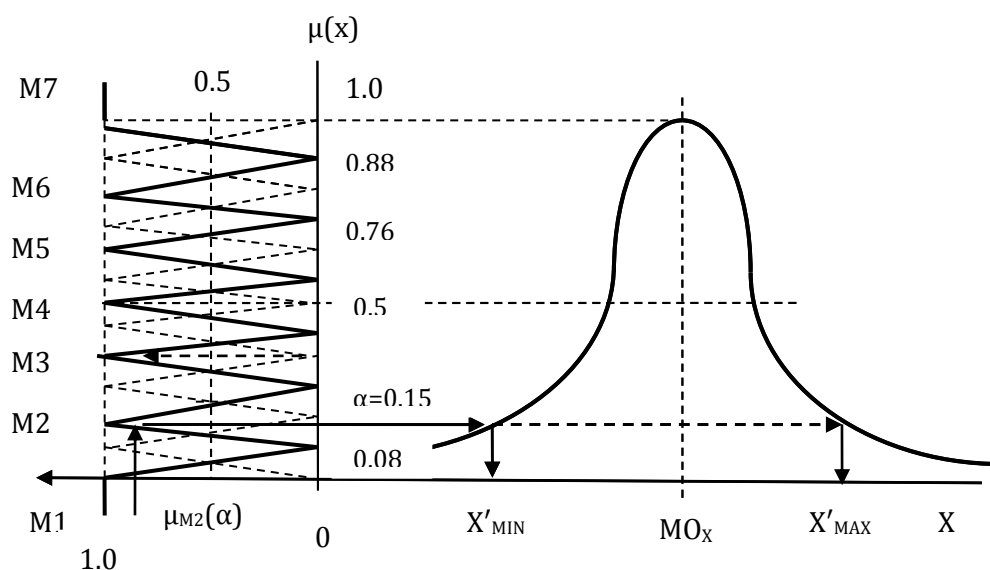


Рис. 5. Применение линейно-кусочной функции фаззификации для представления интервальной функции принадлежности $\mu_B(\alpha)$

Рандомизация нестохастической величины, представленной лингвистической оценкой или функцией принадлежности, взятой в качестве исходной или полученной при формировании логического вывода методами нечёткой логики, фактически является процедурой дефаззификации по установленным выше зависимостям. Для интервальной оценки вероятности, представленной нечётким множеством, необходимо сопоставить соответствующим вероятностям α -срезы нечёткого числа. Так, например, имеется лингвистическая оценка M2 и $\mu_{M2}(\alpha)$ (рисунок 5), которым соответствует α -срез уровня $\alpha \approx 0.15$. Далее по известным характеристикам определяется $z=1.4$,

интервал $X'_{MIN}...X'_{MAX}=MOx\pm 1.4\sigma$, и соответствующая интервальная вероятность реализации случайной величины $P(x)=0.8384$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надёжность и эффективность в технике. Справочник в 10 томах [Текст] / Под ред. В.А. Мельникова. Т.2. – М.: Машиностроение, 1987. – 280 с., ил.
2. Билык, Н.А. и др. Использование нечётких множеств для оценки вероятности возникновения аварии при транспортировке опасных грузов [Текст] / Н.А. Билык, А.К. Криницкий // Госстандарт России. Методы менеджмента качества. – 2001. – №2. – С. 31–35.
3. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление [Текст] / А. Пегат, пер. с англ. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. – 798 с., ил.

Randomization of Non-stochastic Basic Data

V.V. Myakushko

*Snezhinsk Physisc-Technical Institute the Branch of National Nuclear Research University MEPhI
8 Komsomolsk st., Snezhinsk city, Cheliabinsk reg. 456776
e-mail: valery.myakushko@yandex.ru*

Abstract – This article deals with the comparison of probability characteristic data in accidental function and fuzzy sets forms.

Keywords: randomization, probability, accidental function, fuzzy sets.

УДК 621.039

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ОБВОДНЕННЫХ ТУРБИННЫХ МАСЕЛ АГРЕГАТОВ АЭС

© 2014 г. В.В. Шапошников, К.С. Сидоров

*Снежинский физико-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Снежинск, Челябинская обл.*

В данной работе рассмотрены методы расчета комплексной диэлектрической проницаемости. Предложен метод аналитического определения приращения диэлектрической проницаемости при известных объемах долей компонентов гетерогенной системы. Использование предложенных методов целесообразно для установки порога датчика типа «ЭЛИМ» для экспресс-диагностики влагосодержания турбинных масел агрегатов АЭС.

Ключевые слова: агрегаты АЭС, турбины, турбинные масла, повышенное влагосодержание масел, диэлектрическая проницаемость, приращение диэлектрической проницаемости, пороговый датчик, установка порога датчика влагосодержания, комплексная диэлектрическая проницаемость, гетерогенные системы.

Поступила в редакцию 10.03.2014 г.

Вычисление приращения диэлектрической проницаемости масла от эмульгирования с водой, при известном соотношении объемных долей компонентов (Ф) – с практической стороны затруднительно, и рассматривается теоретически, для определения чувствительности выбранных методов измерения, косвенного анализа экспериментальных данных и установки порога срабатывания датчика экспресс-контроля влажности масла типа «ЭЛИМ» [1].

Чаще всего возникает сложность с точным определением количественной части дисперсной составляющей эмульсии. Поэтому расчетная база определения влияния дисперсной фазы на диэлектрическую проницаемость непрерывной среды (ϵ_m) сводится к функциональным зависимостям и вероятностным моделям, как правило, объединяющих несколько внешних факторов.

Объемные доли компонентов масла и воды имеют следующий вид:

$$\varphi_m = \frac{V_m}{V}, \quad \varphi_p = \frac{V_p}{V},$$

где φ_p – объемная доля дисперсной фазы;

φ_m – объемная доля непрерывной среды;

V_m и V_p – объемы растворенного вещества;

V – общий объем эмульсии.

Тогда соотношение объемных долей:

$$\Phi = \frac{\varphi_p}{\varphi_m} \tag{1}$$

Из формулы 1 следует, что при $\Phi=1$ $\varphi_p = \varphi_m$, соответственно при $\Phi>1$ и $\Phi \gg 1$, рассматриваемый расчет инвертной эмульсии, должен быть преобразован в расчет эмульсии прямого типа. Поэтому в нашем случае $\Phi \leq 1$.

Для того чтобы вывести формулу приращения комплексной диэлектрической проницаемости ($\Delta\epsilon$) эмульсии, диэлектрическая проницаемость дисперсной фазы (ϵ_p) которой в десятки раз больше ϵ_m , нужно принять, что $\varphi_p = 1(\text{const})$, а φ_m – изменяется в соответствии с исследуемым обводнением.

Тогда выведем выражение усреднения ϵ компонентов относительно объемной доли непрерывной среды:

$$\Delta\epsilon = \frac{\epsilon_p + \epsilon_m}{2^{\varphi_m}} \quad (2)$$

Это идеальная модель, в которую по правилам системного расчета нужно внести стохастический элемент X_i [2]. Который будет характеризовать технологические процессы, и включать в себя зависимость $\Delta\epsilon$ от температуры, давления, частоты измерительного импульса и т.д. Тогда выражение должно принять вид:

$$\Delta\epsilon = \frac{\epsilon_p + \epsilon_m}{2^{\varphi_m}} \cdot X_i \quad (3)$$

где $X_i = \sum f(t, ^\circ\text{C}), f(P, \text{Па}), f(f, \text{Гц})$

Практически выражение 3 должно иметь большую достоверность, но так как используется емкостной дифференциальный электроимпульсный метод определения влажности [1], стохастическая поправка в итоге даст ложный результат. Это можно объяснить уникальной, независимой от внешних факторов, методикой выполнения измерений датчиком типа «ЭЛИМ» патент № 2471178.

Предположим, что масло и вода хорошо смешиваются друг с другом и образуют стойкую эмульсию мгновенно, при этом смесь остается гетерогенной. Тогда если в масло пропорционально внести части воды, начиная от 0,01 (1%) и, доводя это соотношение до 0,1, с шагом 0,01, будем наблюдать увеличение значения ϵ масла на значение $\Delta\epsilon$, из этого следует, что комплексная диэлектрическая проницаемость (ϵ_k) определяется по формуле:

$$\epsilon_k = \epsilon_m + \Delta\epsilon \quad (4)$$

Недостаток данного метода в том, что расчет $\Delta\epsilon$ (2) не обладает необходимой чувствительностью к влажности. Например, при $\Phi < 0,05$ $\Delta\epsilon \approx 7,9 \cdot 10^{-5}$, что по экспериментальным данным [3] для 5% влагонасыщения очень мало, так как фактически такое обводнение увеличивает справочное значение $\epsilon_{\text{масла}}$ на ~10%.

Выведение более чувствительной модели возможно при рассмотрении отдельных объемов двухкомпонентной эмульсии, введением в непрерывную среду дисперсной фазы. Авторами данной статьи предложена формула расчета $\Delta\epsilon$, которая имеет следующий вид:

$$\Delta\epsilon = \frac{\frac{\epsilon_p + \epsilon_m}{\varphi_m} + \frac{\epsilon_p + \epsilon_m}{\varphi_p}}{\varphi_p + \varphi_m} \quad (5)$$

Для расчета комплексной диэлектрической проницаемости ϵ_k можно было бы обратиться к теории смешивания жидкостей и газов, используя для этого преобразованное выражение расчета концентрации двухкомпонентной смеси:

$$\varepsilon_K = \frac{\varepsilon_p \varphi_p + \varepsilon_m \varphi_m}{\varphi_p + \varphi_m} \quad (6)$$

Но, выводы по формуле 6 не соответствуют экспериментальным данным [3], так как существует функциональная зависимость для сферических частиц воды в масле [4], и расчет ε_K следует проводить, исходя из приращения ε , а не аддитивного соотношения объемных долей.

Близкое значение $\Delta\varepsilon$ к экспериментальным данным дает формула Пиекара [5]:

$$\Delta\varepsilon = \frac{\Phi \cdot (\varepsilon_p - \varepsilon_m) \cdot (\varepsilon_m + 2)}{\varepsilon_p + 2 - \Phi \cdot (\varepsilon_p - \varepsilon_m)} \quad (7)$$

При $\Phi=0,01$ (1% насыщения), $\varepsilon_p=64,8$, $\varepsilon_m=2,1$ значения приращений, рассчитанных по формулам (2, 5, 7) будут следующими:

$$\begin{aligned} \Delta\varepsilon(2) &= 5,11 \cdot 10^{-29}, \\ \Delta\varepsilon(5) &= 0,0275, \\ \Delta\varepsilon(7) &= 0,0388. \end{aligned}$$

По работе [3] усредненные экспериментальные данные ε_K при 1% насыщении влагой масла имеют близкое значение с расчетами по формулам 5, 7.

Следовательно, по выражению 5 $\varepsilon_K = 2,127$, что близко соответствует результатам опытов Пиекара для обводнения трансформаторного масла $\varepsilon_K = 2,138$, и подходит для исследуемой системы «вода в турбинном масле».

Выполнив расчеты по формулам 2, 5, 6, 7, используя справочные данные ε масла ($\varepsilon_m=2$) и воды ($\varepsilon_p=81$), получим графики функций $\varepsilon_K(\Phi)$, рисунок 1. График функции выражения 6 показан для наглядности используемых методов расчета ε_K .

Анализ теории комплексной диэлектрической проницаемости гетерогенных систем, а также математическое описание соотношений между составом и электрофизическими свойствами разбавленной эмульсии типа «вода-масло» может проводиться с использованием предложенных методов.

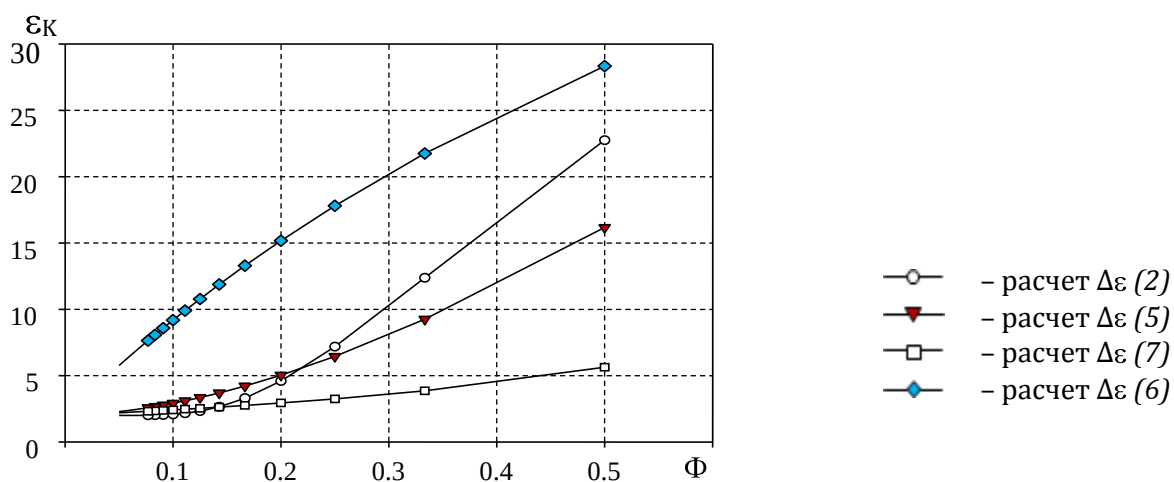


Рис. 1. Зависимости комплексной ε от соотношения объемных долей компонентов, рассчитанные по формулам

На рисунке 1 при $\Phi > 0,3$ присутствует значительное расхождение расчетных

выводов, которое, при необходимости, подлежит усреднению. Но, исследование ε_K турбинных масел при обводнении, равном 30% насыщения и более, чаще всего, не имеет смысла, так как физические свойства масла такие как: вязкость, плотность и поверхностное натяжение – примут критические изменения и приведут к порче оборудования на гораздо меньшем объемном соотношении компонентов, рассматриваемой гетерогенной системы.

Таким образом, для исследования комплексной диэлектрической проницаемости обводненных турбинных масел агрегатов АЭС и анализа экспериментальных данных, полученных с помощью откалиброванного емкостного датчика типа «ЭЛИМ-1», необходимо использовать предложенные в данной статье методы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоров, К.С., и др. Аппаратно-программный комплекс для оперативного определения влагосодержания турбинного масла на агрегатах АЭС [Текст] / К.С. Сидоров, В.В. Шапошников // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №4(9) – С. 40–45.
2. Adomian, G. Stochastic systems. - Orlando, FL: Academic Press Inc. – 1983. – 350 p.
3. Гвоздев, В.С. Обводнение турбинного масла и средства контроля и защиты его от влаги на турбогенераторах ТЭС : дис. канд. техн. наук [Текст] / В.С. Гвоздев – Новочеркасск : ЮРГТУ, 2003. – 156 с.
4. Lichtenecker K., Phis. Z., 27, 1926. – 115 p.
5. Piekara A. Kolloid. Z., 49, 1929. – 97 p.

Complex Dielectric Transmittivity Research of Watered Turbine Oils of NPP Aggregates

V.V. Shaposhnicov, K.S. Sidorov

*Snezhinsk Physisc-Technical Institute the Branch of National Nuclear Research University MEPhI
8 Komsomolsk st., Snezhinsk city, Cheliabinsk reg. 456776
e-mail: sfti@mephi.ru*

Abstract – This article is devoted to the methods of complex dielectric permittivity calculating. It also proposes the method of analytical determination of dielectric transmittivity increment in known volume fraction of the components of heterogeneous system. Using of the proposed methods is rational for the setting of the threshold sensor «Elim» type for express diagnostics of turbine oils moisture of NPP units.

Keywords: nuclear power plants units, turbines, turbine oil, high moisture content of oil, dielectric transmittivity, dielectric constant increment, threshold sensor, moisture sensor threshold setting, complex dielectric transmittivity, heterogeneous systems.

УДК 621.316.9:621.313.13

ЗАЩИТА ПОЛЮСНОПЕРЕКЛЮЧАЕМОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ОТ ВНУТРЕННИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

© 2014 г. С.Л. Кужеков, И.А. Шихкеримов, И.В. Барчева

*ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова», Новочеркасск, Ростовская обл.*

Предложен вариант защиты полюснопереключаемого электродвигателя от внутренних повреждений, основанный на контроле разности наибольшего и наименьшего модулей напряжений на нейтральных обмотки.

Ключевые слова: двухскоростной полюснопереключаемый двигатель, устройство защиты, внутренние повреждения, напряжения на нейтральных обмотки статора.

Поступила в редакцию 03.03.2014 г.

На атомных электростанциях в качестве привода главных циркуляционных насосов получают распространение мощные двухскоростные полюснопереключаемые электродвигатели (ЭД) напряжением 6 кВ, имеющие существенные преимущества по сравнению с односкоростными. Релейная защита от внутренних повреждений указанных двухскоростных ЭД выполняется с помощью дифференциальной защиты с процентным торможением. Из-за невозможности размещения трансформаторов тока (ТТ) защиты по обоим концам всех ветвей обмотки статора дифференциальная защита по существу является неполной и не реагирует на все возможные виды междуфазных повреждений. В связи с отмеченным, актуальна разработка защиты двухскоростных полюснопереключаемых ЭД от внутренних (междуфазных и витковых) коротких замыканий (КЗ) в обмотке статора.

Цель статьи заключается в описании технического решения по выполнению защиты указанных ЭД от внутренних КЗ.

В настоящее время известны устройства защиты ЭД от внутренних КЗ, реагирующие на токи симметричных и гармонических составляющих; углы между токами фаз; наложенные токи высоких и низких частот; напряжение смещения нейтрали и др. Получили распространение защиты, реагирующие на разность модулей наибольшего и наименьшего фазных токов или аргументов этих токов, так как защиты указанных типов имеют достаточно простую реализацию при соблюдении требования по чувствительности.

С учетом вышеизложенного в [1] был предложен способ защиты полюснопереключаемого ЭД от внутренних повреждений, заключающийся в измерении наибольшего и наименьшего напряжений на нейтральных полюснопереключаемой обмотки статора ЭД, выделении разности их модулей и сравнении указанной разности с заданным значением.

На рисунке 1 представлена функциональная схема, реализующая предложенный способ защиты обмотки ЭД, работающего на одной (первой или второй) скорости вращения. Выключатели указанной скорости (1) включены, а неработающей (2) – отключены. Напряжение на нейтральных расщепленной обмотки статора защищаемого ЭД снижается до допустимого для вторичных устройств уровня измерительными преобразователями с выпрямителями 4 – 6. Затем выделяются модули наибольшего и

наименьшего значений указанных напряжений, что производится, соответственно, максиселектором 7 и миниселектором 8. Определяется разность модулей наибольшего и наименьшего значений напряжений, что осуществляет блок 9, и производится сравнение полученной разности с заданным значением (компаратор 10). Превышение этой разности заданного значения является признаком повреждения ЭД, позволяющим с высоким быстродействием отключить ЭД при междуфазных и витковых КЗ в обмотке статора.

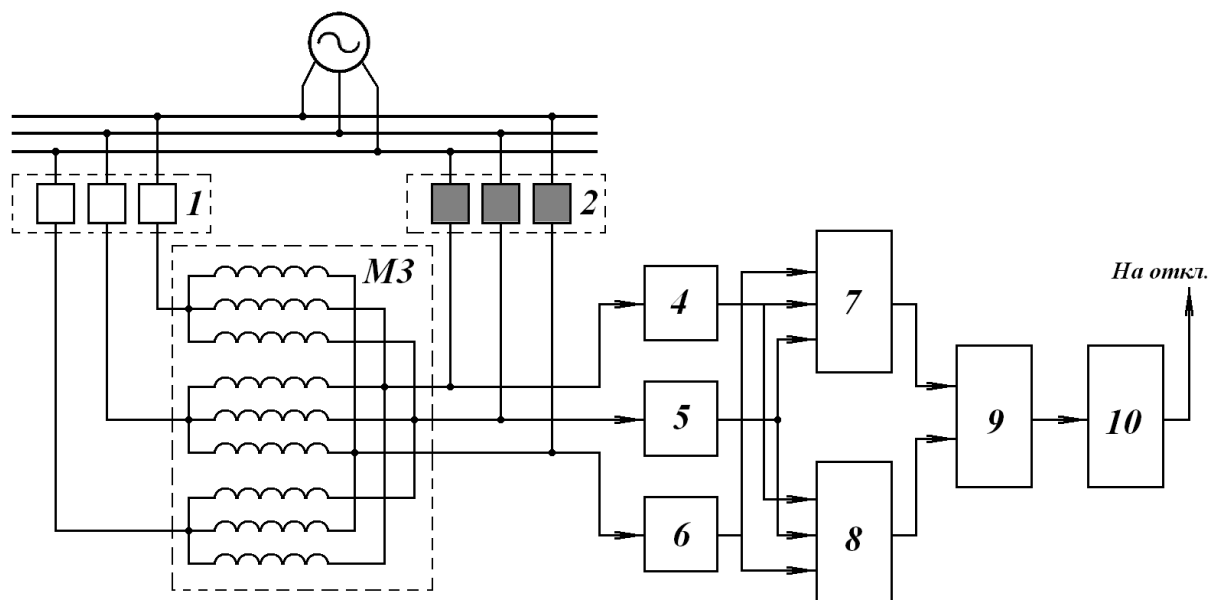


Рис. 1. Структурная схема защиты полюснопереключаемого ЭД с контролем напряжения нейтралей

В основу способа положено различие напряжений на нейтралях расщепленной обмотки статора ЭД, соединенных в звезды с изолированными нейтралями при нормальной работе, внешних КЗ и внутренних повреждениях. Признак разности модулей наибольшего ($|U_{N \max}|$) и наименьшего ($|U_{N \min}|$) напряжений $\Delta U_N = |U_{N \max}| - |U_{N \min}|$ позволяет осуществить защиту от внутренних повреждений с абсолютной селективностью, так как эта разность ΔU_N :

- близка к нулю при исправной машине и внешних коротких замыканиях, что обусловлено равенством напряжений на нейтралях относительно земли;
- не равна нулю при внутренних повреждениях.

Вариант выполнения устройства, реализующего предложенный способ с помощью аналоговых интегральных микросхем, приведен на рисунке 2. Устройство для защиты полюснопереключаемого ЭД содержит промежуточные трансформаторы напряжения $UV1 - UV3$, нагруженные на блоки выпрямления и сглаживания $ACV1 - ACV3$, блоки $E1, E2$, соответственно, выделения наибольшего и наименьшего из сигналов, выходы которых через блок $E3$ выделения разности наибольшего и наименьшего значений напряжений подключены к пороговому элементу AMS с исполнительным органом на выходе.

Устройство работает следующим образом.

При нормальной работе защищаемого ЭД и симметричном питающем напряжении значения напряжений на нейтралях звезд обмотки статора относительно земли одинаковы и близки к нулю, так как расщепленные обмотки фаз выполнены симметричными. При несимметрии питающего напряжения или в режимах внешних КЗ

(симметричных и несимметричных) напряжения на нейтральных звездах обмотки статора относительно земли одинаковы, так как нейтрали звезд обмотки статора находятся в одинаковых условиях относительно питающей сети. Поэтому разность наибольшего и наименьшего значений напряжений на нейтральных звездах обмотки статора относительно земли не превышает уровень срабатывания элемента сравнения. Если же происходит витковое или несимметричное междуфазное КЗ в обмотке статора ЭД, то нарушается равенство напряжений на нейтральных звездах обмотки статора относительно земли, в результате чего разность наибольшего и наименьшего значений этих напряжений превышает порог срабатывания блока *AMS*. Последний срабатывает и подает команду на отключение защищаемого ЭД.

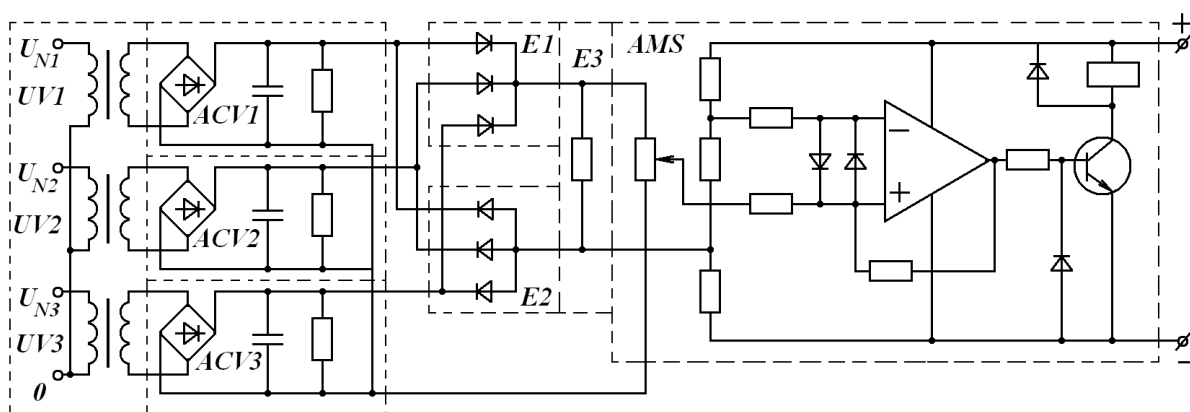


Рис. 2. Схема защиты полюснопереключаемого ЭД с контролем напряжения нейтралей

Описанное справедливо и для трехфазных КЗ с неодинаковым числом замкнувшихся витков в каждой из фаз. При трехфазных КЗ с одинаковым числом замкнувшихся витков в каждой из фаз, напряжения на нейтральных звездах обмотки статора относительно земли равны и защита не срабатывает. Вероятность возникновения таких КЗ в обмотке статора ЭД весьма низка. Кроме того при данном виде повреждения успешно действует неполная дифференциальная токовая защита с процентным торможением.

Экспериментальная проверка высказанных положений была произведена с помощью экспериментальной установки, представляющей собой физическую модель полюснопереключаемого ЭД с отводами от обмотки для реализации внутренних КЗ.

За основу физической модели полюснопереключаемого ЭД принят асинхронный двигатель типа А02-62-8У3 с короткозамкнутым ротором, номинальными мощностью $P_{ном} = 10$ кВт и скоростью вращения $n_{ном} = 725$ об/мин. Обмотка статора размещена в 54-х полужакрытых пазах, что позволяет использовать их для укладки полюснопереключаемой обмотки [3]. Короткозамкнутый ротор ЭД содержит 64 паза сечением $95,7 \text{ мм}^2$.

Обмотка статора модели двухслойная, выполнена проводом ПСДКТ сечением $2,37 \text{ мм}^2$, диаметры провода кругового сечения $d_{гол}/d_{из} = 1,74/2,01 \text{ мм}$, число витков в катушке – 9. Схема обмотки с установленными в ней физическими моделями ТТ приведена на рисунке 3. Число полюсов 8/6, число катушек – 54, схема УУУ/УУУ с подключением питания при $2p = 8$ к зажимам 8С1, 8С2, 8С3, а при $2p = 6$ – к выводам 6С1, 6С2, 6С3.

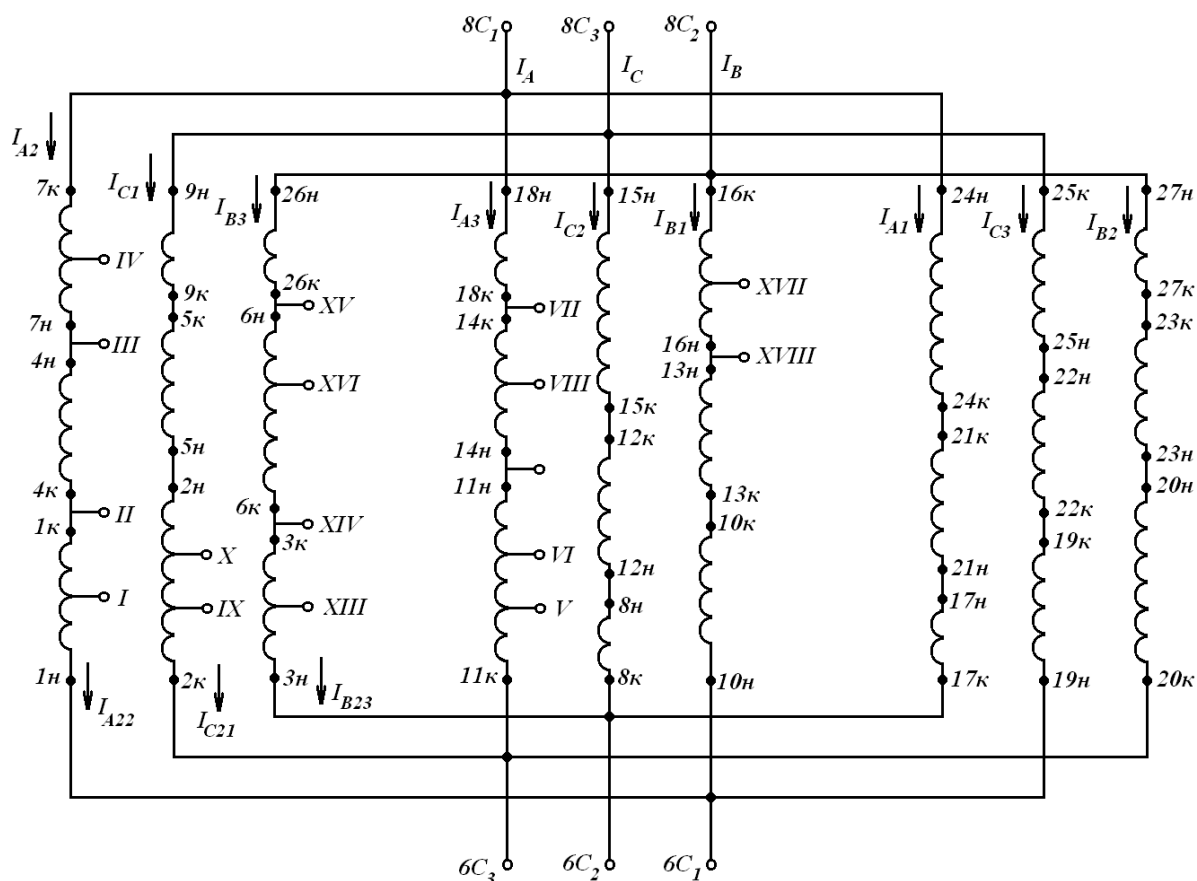


Рис. 3. Принципиальная схема обмотки ЭД экспериментальной установки

В части катушек обмотки выполнены отводы со стороны лобовых частей для имитации внутренних повреждений в диапазоне витков от 1 до 45 (доля замкнувшихся витков $\alpha = W_k/W_\phi$ в пределах $0,018 \leq \alpha \leq 0,83$, где W_k , W_ϕ – число короткозамкнутых витков и витков в фазе, соответственно). Короткие замыкания витков осуществлялись путем их замыкания контактами автоматического выключателя А3700. Модель дает возможность производить КЗ различных видов: от трехфазных до витковых. При измерениях фиксировались модули и аргументы (фазы) токов во всех фазах и параллельных ветвях.

В таблице 1 приведены результаты экспериментов при линейном напряжении сети равном 220 В. Видно, что при исправной машине разность $\Delta U_N = |U_{N\max}| - |U_{N\min}|$ близка к нулю.

При замыкании витков разных фаз значение ΔU_N отлично от нуля и может быть использовано для идентификации внутренних повреждений в машине. Значение $\Delta U_N \neq 0$ и при витковых КЗ, а при внешних КЗ напряжения на нейтральных получают одинаковыми и, соответственно, $\Delta U_N = 0$. Значение разности модулей напряжений на нейтральных обмотки, как видно из опытных данных, в зависимости от числа замкнувшихся витков находится в пределах 3...11% от фазного напряжения.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что признак $\Delta U_N = |U_{N\max}| - |U_{N\min}|$ позволяет осуществить защиту от внутренних повреждений ЭД (междуфазных и витковых КЗ) с абсолютной селективностью.

Таблица 1. Значения разности модулей напряжений на нейтралях обмотки.

		U_{N12} $\psi_{6C1} - \psi_{6C2}$	U_{N13} $\phi_{6C1} - \phi_{6C3}$	U_{N23} $\phi_{6C2} - \phi_{6C3}$	ΔU_N
Холостой ход		11,5	11,5	11,5	0
Повреждения в обмотке статора между отводами	I – XIII	17,5	7,2	11	10,3
	I – XIV	25	11	15	14
	IX – V	10,5	10,5	12	1,5
	X – VI	9	10,2	13	4
	I – IX – XIII	17	12,5	20	7,5
	II – X – XIV	28	25	30	5
	IX – V - XIII	7	10	15	8

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. SU 1670734 A1. Способ защиты трехфазного электродвигателя от междуфазных и витковых коротких замыканий обмотки статора / С.Л. Кузечков, И.А. Шихкеримов, В.М. Кобжув, Г.А. Пекерман, З.М. Лубяницкая. – Опубл. в Б.И. – 1991. – Бюл. №30.
2. Шихкеримов, И.А. Разработка релейной защиты электродвигателей главных циркуляционных насосов АЭС : автореф. дис. канд. техн. Наук [Текст] / И.А. Шихкеримов. – Новочеркасск: НПИ, 1989.
3. Попов, Д.А., и др. Полуснопереключаемые обмотки для многоскоростных асинхронных двигателей [Текст] / Д.А. Попов, С.Д. Попов // Электричество. – 2000. – №2. – С. 30–39.

Pole-switching Windings Protection From Internal Damages**S.L. Kuzhekov*, I.A. Shihkerimov*, I.V. Barcheva****

*Federal State Budget Educational University of Higher Professional
Education «Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)»
(FSBEU of HPE «PSRSPU(NPI)»)*

*132 Prosveshenija St., Novocherkassk, Rostov region, Russia 346428
* e-mail: stanislavkuzhekov@yandex.ru ; ** e-mail: irena_544@mail.ru*

Abstract – This article deals with the variant of protection of double-speed electric motor from internal damages based on the differences control of the greatest and the least voltage models on neutral wires of a winding.

Keywords: double-speed electric motor, protection device, internal damages, voltage on neutral wires of a stator winding.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 621.039:006.1

**РАЗРАБОТКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА
ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ
МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС**

© 2014 г. В.А. Руденко, С.А. Томилин, А.Г. Федотов, В.Г. Бекетов

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

В работе рассмотрены основные положения проекта профессионального стандарта для специалистов по обслуживанию и ремонту механического оборудования атомных электрических станций (АЭС).

Ключевые слова: профессиональный стандарт, уровень квалификации, техническое обслуживание и ремонт механического оборудования, вспомогательное оборудование АЭС.

Поступила в редакцию 20.03.2014 г.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2012 г. №597 «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» в настоящее время в нашей стране предприятия, общественные и образовательные организации ведут совместную активную работу по созданию и обсуждению профессиональных стандартов. Одной из отраслей промышленности, где особенно остро стоит задача разработки и внедрения новых профессиональных стандартов, является атомная отрасль. Особая степень ответственности работников, занятых в этой отрасли, требует не только высокого уровня их первоначальной подготовки, но и способности к саморазвитию, совершенствованию профессиональных навыков и приобретению новых компетенций. Учитывая, что согласно Энергетической стратегии России атомной энергетике отводится главная роль в удовлетворении растущего спроса на электроэнергию, связанного с ускорением темпов развития и повышением уровня жизни населения, государству необходим постоянный ввод в действие новых энергоблоков АЭС при безусловном обеспечении ядерной и радиационной безопасности в процессе их эксплуатации. Это ведет к необходимости сосредоточения усилий на кадровом обеспечении всех видов работ, относящихся к деятельности по использованию атомной энергии и влияющих на обеспечение ее безопасности, включая техническую эксплуатацию и ремонт механического оборудования АЭС.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ с 2013 года осуществляет разработку проектов профессиональных стандартов [1–5]. В настоящей работе представлены основные положения проекта профессионального стандарта «Специалист по обслуживанию и ремонту механического оборудования» для ОАО «Концерн Росэнергоатом».

Основной целью профессиональной деятельности указанных специалистов является обеспечение работы механического оборудования АЭС, к которому относятся:

- стационарные и навесные станки;
- тали, кран-балки, лебедки, подъемники;
- домкраты, выжимные устройства;
- опоры, подвесы, траверсы, скобы;

- механизированный инструмент (шлифмашинки, гайковерты и т.п.);
- инструмент и приспособления для притирки уплотнительных поверхностей.

Профессиональный стандарт разрабатывается также для специалистов, которые занимаются ремонтом выемных деталей тепломеханического оборудования АЭС (шпинделя и штоки задвижек, тарелки и седла задвижек и т.д.).

Специалисты по обслуживанию и ремонту механического оборудования АЭС, имеют ряд особенностей, которые отличают их от аналогичных специалистов машиностроительных предприятий и других производств, в частности:

- подбор персонала, подготовка и допуск к работе осуществляется на основе правил и норм в области атомной энергетики;
- специалисты обеспечивают работоспособность станков, специальной оснастки и инструмента, применяемого для монтажа и ремонта тепломеханического оборудования АЭС, и, тем самым, влияют на поддержание в надежном работоспособном состоянии этого оборудования, а, как следствие, и на безопасность эксплуатации АЭС;
- осуществляется ремонт механического оборудования и технологической оснастки оригинальной конструкции, применяемой только в атомной энергетике.

Эти особенности деятельности были учтены при формулировании обобщенных трудовых функций (ОТФ), в которых далее выделены более частные трудовые функции, представляющие собой совокупность определенных трудовых действий, в свою очередь описывающих процесс взаимодействия работника с предметом труда. Вместе с этим были заданы необходимые для их выполнения компетенции, определяемые знаниями, умениями и уровнем самостоятельности.

В таблице 1 представлены обобщенные трудовые функции специалистов по обслуживанию и ремонту механического оборудования.

Таблица 1. Обобщенные трудовые функции специалистов по обслуживанию и ремонту механического оборудования

Код ОТФ	Наименование ОТФ	Уровень квалификации
А	Выполнение и сопровождение технического обслуживания и ремонта механического оборудования	4
В	Инженерное обеспечение технического обслуживания и ремонта механического оборудования	5
С	Организация и инженерное обеспечение технического обслуживания и ремонта механического оборудования	6
Д	Руководство производственно-технической деятельностью участка	6
Е	Управление производственно-хозяйственной деятельностью подразделений	7

Выполнение ОТФ, соответствующей коду А (табл. 1), осуществляемых техником, предполагает наличие среднего профессионального образования по программам подготовки специалистов среднего звена и включает следующие трудовые функции:

- техническое обслуживание механического оборудования;
- ремонт механического оборудования;
- разработка и сопровождение технической документации.

Выполнение ОТФ, соответствующей коду В (табл. 1), может осуществляться мастером, инженером, инженером-технологом, инженером-электриком и инженером-электроником. Данная ОТФ требует для реализации наличия среднего профессионального образования по программам подготовки специалистов среднего звена и стажа работы в должности техника не менее 3 лет или высшего образования (бакалавр, специалист) без предъявления требований к стажу работы и включает в себя следующие трудовые функции:

- обеспечение и контроль технического обслуживания механического оборудования;
- обеспечение и контроль ремонта механического оборудования;
- разработка и сопровождение технической документации;
- организация и контроль работы подчиненного персонала.

Обобщенная трудовая функция, соответствующая коду С (табл. 1), может осуществляться старшим мастером и ведущим инженером, требует для своей реализации наличия высшего образования (бакалавр, специалист) и опыта практической работы не менее 2 лет и включает в себя следующие трудовые функции:

- организация технического обслуживания и ремонта механического оборудования;
- обеспечение технического обслуживания и ремонта механического оборудования;
- организация и обеспечение контроля технического обслуживания и ремонта механического оборудования;
- организация и обеспечение разработки технической документации;
- организация и контроль работы подчиненного персонала.

Обобщенная трудовая функция, соответствующая коду D (табл. 1), осуществляется начальником участка и требует для своей реализации наличия высшего образования (бакалавр, специалист) и опыта практической работы по направлению профессиональной деятельности не менее 3 лет и реализуется через следующие трудовые функции:

- руководство организацией технического обслуживания и ремонта механического оборудования;
- руководство обеспечением технического обслуживания и ремонта механического оборудования;
- контроль организации и обеспечения технического обслуживания и ремонта механического оборудования;
- анализ и планирование производственной деятельности участка;
- организация и контроль работы подчиненного персонала.

Обобщенная трудовая функция, соответствующая коду Е (табл. 1), осуществляется заместителем начальника цеха и требует для своей реализации наличия высшего образования (бакалавр, специалист) и опыта практической работы на руководящих и инженерно-технических должностях не менее 4 лет и раскрывается в следующих трудовых функциях:

- руководство производственно-хозяйственной деятельностью подразделений;
- ресурсное обеспечение производственно-хозяйственной деятельности подразделений;
- контроль производственно-хозяйственной деятельности подразделений;
- анализ и планирование производственно-хозяйственной деятельности по направлению;
- организация и контроль работы подчиненного персонала.

Представленные выше пять обобщенных трудовых функций в совокупности

полностью охватывают и исчерпывают производственные задачи, решаемые специалистом по обслуживанию и ремонту механического оборудования. Необходимо отметить, что в разрабатываемом стандарте предусмотрены актуальные квалификационные требования, согласованные с действующими образовательными стандартами, в частности обеспечено привлечение к трудовой деятельности выпускников, обучающихся по Федеральным государственным образовательным стандартам третьего поколения (ФГОС), где установлены квалификации «бакалавр» и «специалист» в зависимости от направления подготовки (специальности) вместо существовавшей на протяжении долгого времени «инженер». Кроме того, учитывая технические особенности современного оборудования, для инженерного обеспечения технического обслуживания и ремонта механического оборудования (ОТФ код В) значительно расширена номенклатура возможных наименований должностей (кроме традиционных для рассматриваемых специалистов инженера и инженера-технолога, введены также инженер-электрик и инженер-электроник).

Таким образом, внедрение в атомной отрасли рассмотренного стандарта позволит:

- представить профессиональную деятельность специалиста с точки зрения набора трудовых функций, необходимых для ее осуществления;
- обеспечить «выход» на образовательные стандарты, в которых уже сформулированы профессиональные компетенции;
- ориентировать на компетенции в том виде, в котором привлекает к профессиональной деятельности работников более широкого круга специальностей и направлений, что способствует согласованию спроса и предложения на рынке труда;
- задавать такие нормативные требования к уровню квалификации, которые в значительной степени ориентируют работников на обретение тех компетенций, которые дают возможность не просто работать по специальности, а строить профессиональную карьеру, постоянно повышать свою квалификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко, В.А. и др. Обобщенный подход к разработке новых профессиональных стандартов в сфере атомной энергетики [Текст] / В.А. Руденко, В.Н. Никифоров, О.Ю. Пугачева, Е.В. Арженовская, Ю.А. Бубнина, В.Ф. Гольдберг // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №2(7). – С. 95–99.
2. Руденко, В.А. и др. Разработка профессиональных стандартов ВИТИ НИЯУ МИФИ [Текст] / В.А. Руденко, Г.А. Белых, Ю.Н. Елжов, Н.В. Резенькова, В.И. Соловьев // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №2(7). – С. 100–104.
3. Руденко, В.А. и др. К вопросу об актуализации действующих профессиональных стандартов [Текст] / В.А. Руденко, Н.Н. Подрезов, Г.А. Доблер, Н.В. Абросимова // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №3(8). – С. 82–85.
4. Руденко, В.А. и др. Применение методологии структурного анализа к разработке новых профессиональных стандартов для атомной отрасли [Текст] / В.А. Руденко, В.Г. Бекетов, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №4(9). – С. 58–62.
5. Руденко, В.А. и др. К вопросу о современных требованиях к разработке новых профессиональных стандартов в атомной отрасли [Текст] / В.А. Руденко, С.А. Томилин, А.Г. Федотов, Г.А. Доблер, Н.П. Василенко, В.Г. Бекетов // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2014. – № 2(24). – С. 3–6.

Professional Standard Design for Specialists of Service and Repair of NPP Mechanical Equipment

V.A. Roudenko*, S.A. Tomilin, A.G. Fedotov***, B.G. Bekhetov******

*Volgodonsk Engineering Technical Institute
the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360
* e-mail: VARudenko@mephi.ru ; ** e-mail: SATomilin@mephi.ru
*** e-mail: VITikafMPM@mephi.ru; **** e-mail: VGBeketov@mephi.ru*

Abstract – This article concerns the main regulations of the professional standard design for specialists in the sphere of service and repair of mechanical equipment at nuclear power plants (NPP).

Keywords: professional standard, qualificational level, service and repair of mechanical equipment, NPP accessory equipment.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 101.1:316

**ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНАЯ САМОРЕАЛИЗАЦИЯ
СТУДЕНТОВ В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ
КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

© 2014 г. В.В. Ягодкина

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

В статье представлены результаты исследования зависимости проблем профессионально-личностной самореализации студентов от формирования культуры безопасности.

Ключевые слова: самореализация, культура безопасности, профессиональное развитие, мировоззрение.

Поступила в редакцию 14.03.2014 г.

Обращение к данной проблеме связано с тем, что в настоящее время между работодателями ведется борьба за каждого квалифицированного работника, поскольку нехватка профессионалов ощущается везде. В то же время далеко не все компании готовы растить профессионалов – они хотят сразу получить опытных работников, способных самостоятельно выполнять профессиональные задачи. Именно поэтому наиболее остро встает вопрос качественной подготовки студентов вузов, обладающих не только необходимым запасом компетенций, но также и навыками трансляции ценностей, обеспечивающих профессиональный рост, как результат его профессионально-личностной самореализации в образовательном пространстве вуза.

Размышляя над проблемами профессионально-личностной самореализации студентов, необходимо отметить, что миропонимание современного студента чаще основано на лишенных логической связи знаниях, полученных в семье, школе и под воздействием средств массовой информации. Данное положение дел приводит к неумению комплексно оценивать факты и явления действительности, что затрудняет процесс формирования будущего профессионала. Однако нельзя утверждать, что подобное мировосприятие в значительной степени нивелирует усилия, направленные на успешную самореализацию студента. Представляется возможным, что решающим фактором, препятствующим решению данной проблемы, является тот факт, что характеристикой современной эпохи выступает значительное количество рисков, возникающих в процессе обеспечения эффективности и безопасности сложных технических систем, обеспечивающих решение проблем не только в рамках страны, но и в глобальном масштабе.

Поэтому, особую актуальность при подготовке специалистов для атомной отрасли приобретает понятие «культура безопасности», рассматриваемое через сформированные в организации нормы поведения для обеспечения требований безопасности при выполнении процессов, связанных с рисками [1].

Соответственно, вырисовывается первостепенная необходимость удовлетворения базовой потребности человека в безопасности в соответствии с общепринятой классификацией потребностей А. Маслоу, согласно которой удовлетворение потребности личности в самореализации невозможно в ситуации риска. Маслоу считал,

что одной из причин немногочисленности самореализирующихся является чрезмерное воздействие потребностей в безопасности, которые блокируют стремление человека к росту, самосовершенствованию, изменению, поскольку это может сопровождаться риском, ошибками, тревогой [2].

Таким образом, наблюдается прямая зависимость формирования профессионала от успешности решения проблем самореализации, поскольку лишь в этом тандеме происходит расширение разнообразных специализированных знаний, умений и навыков, обеспечивающих профессиональное развитие.

Для раскрытия данной позиции считаем необходимым обратиться к ряду базовых составляющих теории безопасности, важнейшим из которых является понятие опасности, рассматриваемое как явление, способное нанести вред (ущерб) жизненно важным интересам человека. И в этом контексте нельзя не согласиться с мнением известного исследователя в данной области – директора Института безопасности жизнедеятельности (сфера образования) фонда НИМБ – В.В. Сапронова, что к числу жизненно важных интересов человека (личности и общества), в первую очередь, относится, конечно, сама жизнь. Далее каждый человек может обозначить собственные предпочтения в различных комбинациях и в различном порядке [3].

Поэтому наряду с понятием опасность возникает необходимость использования понятия угрозы, представляющей собой эту опасность на стадии перехода из возможности в действительность. Опыт показывает, что обеспечить полное отсутствие опасности невозможно, поэтому часто применяется определение безопасности как надёжной защищённости от опасностей и угроз. Предлагаем рассматривать безопасность как отсутствие опасностей и угроз, способных нанести вред жизненно важным интересам человека.

Следовательно, возвращаясь к теме нашего исследования, на современном этапе эффективная профессионально-личностная самореализация перестает быть целью индивида, поскольку таковой становится обеспечение безопасной жизнедеятельности. Подтверждением этому является ряд работ участников проекта глобальных угроз человечества при Римском клубе в Масачусетском технологическом институте [4].

Говоря о культуре безопасности, мы исходим из общего понимания культуры как особой области, которая является результатом усвоения способов материальной и духовной деятельности человека в единстве трёх её неразрывно связанных аспектов: способов социокультурной (разумной) деятельности человека, результатов этой деятельности и степени развитости личности и общества. Таким образом, если культура человека относится к определённой сфере деятельности, то понятие безопасности относится ко всем сферам. Следовательно, обеспечение безопасности составляет специфическую область жизнедеятельности человека в целом.

Появление глобальных угроз от жизнедеятельности принципиально изменяет отношение к проблемам безопасности, так как ранее средний уровень безопасности обеспечивался общим уровнем развития общества, военными и административными средствами государства, а индивидуальный зависел от личного поведения в повседневной жизни. При этом смена приоритетов личной безопасности индивида в сторону безопасности общества происходила лишь в периоды чрезвычайных ситуаций (военные действия). Однако современная жизнедеятельность людей во всех своих проявлениях – социальном, политическом, техническом, экономическом, военном – не гарантирует выживание человека как биологического вида из-за возникновения перманентной угрозы существованию всего человечества от собственной жизнедеятельности (угроза чрезвычайной ситуации). Поэтому впредь безопасность личности и общества теперь не может быть обеспечена без постоянно поддерживаемой глобальной безопасности [5].

Такой же постоянно действующей угрозой стала конкуренция между народами за использование ресурсов для жизнедеятельности; перед каждым человеком встают проблемы выживания и обеспечения в новой эпохе достойного места себе, своему народу и своему государству. Все это вновь возвращает нас к вопросам решения проблем профессионально-личностной самореализации в контексте формирования культуры безопасности.

Ни для кого не секрет, что воспитание в области безопасности осуществляется от момента рождения человека и до конца его жизни, однако, как уже говорилось ранее, происходит это разрозненно, иногда стихийно. Поэтому для формирования культуры безопасности необходимо применение научных подходов и системного включения вопросов безопасности в образование студенческой молодёжи. Образование должно носить опережающий характер, позволяющий обществу (профессиональному коллективу, нации, мировому сообществу) перейти от приоритета защиты в сложившихся ситуациях к приоритету предотвращения этих ситуаций, к устранению причин угроз, к обеспечению безопасности своей жизнедеятельности.

Из психологии известно, что успех зависит от мотивации, стремления, желания осуществлять деятельность, достигать высоких результатов, так как именно этот процесс (а не интеллектуальные способности) является доминирующим в успешности студентов учреждений высшего профессионального образования [6].

Формирование профессионала зависит, прежде всего, от его мировоззрения, системы ценностей и идеалов. От того, какое место в системе ценностей и идеалов личности занимают вопросы обеспечения собственной безопасности, безопасности окружающих людей, природной и техногенной среды, зависит безопасность его жизнедеятельности и общества в целом. Мотивация безопасной жизнедеятельности заключается в понимании жизненной необходимости и полезности осуществления правильных действий по обеспечению собственной безопасности, безопасности окружающей среды, общества и государства.

Подводя некоторые итоги, заметим, что общие результаты жизнедеятельности привели человечество к глобальному кризису. Для благополучного выхода из кризиса в устойчивое развитие необходимо изменить степень развитости личности и общества в области обеспечения безопасности, для чего необходимо дополнить используемые до настоящего времени способы жизнедеятельности в этой области (защита, преобразование окружающей среды) третьим способом – преобразованием собственного сознания. Миропонимание, адекватное новой эпохе ноосферы, должно изменить систему ценностей и целей жизнедеятельности людей, переключить их с максимального удовлетворения постоянно и неограниченно растущих материальных потребностей на духовное развитие, на информационную сферу жизнедеятельности.

Интервью журнала «Эксперт» с известным американским ученым Д. Медоузом подтверждает необходимость обращения к проблеме формирования культуры безопасности у современных студентов, поскольку раскрывает предстоящие человечеству драматические перемены в связи с выходом мировой системы далеко за пределы роста. В этом интервью Медоуз больше не рассуждает о возможных вариантах демпфирования цивилизационного кризиса, поскольку считает, что высокая эффективность дает прибыль в краткосрочной перспективе. Устойчивым перед внешними воздействиями может быть человек, сообщество, его ближайшее окружение [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко, В.А. и др. Центральная составляющая культуры безопасности [Текст] / В.А. Руденко, Н.П. Василенко // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №4(9). – С.82-86.
2. Маслоу, А. Новые рубежи человеческой природы [Текст] / А. Маслоу. – М., 1999.
3. Власова, Л.М. и др. Современный комплекс проблем безопасности [Текст] / Л.М. Власова, В.В. Сапронов, Е.С. Фрумкина, Л.И. Шершнева. – М., 2009.
4. Медоуз, Д. и др. Пределы роста. 30 лет спустя [Текст] / Д. Медоуз, Й. Рандерс, У. Беренс III. – М., 2007.
5. Воробьев, Ю.Л. Основы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения [Текст] / Ю.Л. Воробьев, В.А. Пучков, Р.А. Дурнев. – М., 2006.
6. Ягодкина, В.В. Философия воспитания и самореализации личности в обществе постмодерна [Текст] / В.В. Ягодкина // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Новейшие научные достижения-2009». – Варшава, 2009.
7. Костина, Г. Мало не покажется [Электронный ресурс] / Г. Костина, Т. Оганесян // Эксперт: сетевой журн. – 2012. – №16(799). – Режим доступа: URL: <http://expert.ru/expert/2012/16/malo-ne-pokazhetsya/> – 15.03.2014.

Students Professional-Personal Self-Realisation in the Context of Security Culture Formation

V.V. Jagodkina

*Volgodonsk Engineering Technical Institute
the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360
e-mail: VITIkaFESGD@mephi.ru*

Abstract – The article offers the author's investigation results of students' personal and professional self-realisation dependence from safety culture development.

Keywords: self-realisation, safety culture, professional development, world view.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 621.039:006.1

**РАЗРАБОТКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА
ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ
В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

© 2014 г. В.А. Руденко, В.Г. Бекетов, С.А. Томилин, А.Г. Федотов, В.А. Дзюбак

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

В работе рассмотрены основные положения проекта профессионального стандарта для специалистов в области производственно-технологической комплектации атомных электрических станций (АЭС).

Ключевые слова: профессиональный стандарт, квалификационные требования, контроль качества, приёмка, складирование, хранение оборудования.

Поступила в редакцию 25.03.2014 г.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 года № 23 «О правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов» в настоящее время в нашей стране предприятия, общественные и образовательные организации ведут совместную активную работу по созданию и обсуждению профессиональных стандартов. Одной из отраслей промышленности, где особенно остро стоит задача разработки и внедрения новых профессиональных стандартов, является атомная отрасль.

Необходимость и актуальность стандартов в отрасли можно определить с различных точек зрения:

- работодатели могут создавать эффективную систему управления персоналом на основе объективных показателей, обеспечивать необходимый уровень квалификации работников, получать подготовленных в соответствии с профессиональными стандартами специалистов всех уровней, иметь внятно сформулированные требования к профессиям внутри отрасли;

- работник, опираясь на стандарт, способен определять свой профессиональный уровень, повышать квалификацию, планировать карьерный рост;

- система профессионального образования в виде стандартов получает содержательную основу для обновления образовательных стандартов, разработки учебных программ, модулей и учебно-методических материалов.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ с 2013 года осуществляет работу по подготовке проектов профессиональных стандартов [1, 2]. В настоящей статье представлены основные положения проекта профессионального стандарта «Специалист в области производственно-технологической комплектации».

Основной целью профессиональной деятельности указанных специалистов является обеспечение надежной и безопасной эксплуатации атомных электростанций на основе бесперебойного материально-технического снабжения материалами, оборудованием и запасными частями. Данные специалисты также обеспечивают

выполнение основных функций этого вида деятельности:

- сопровождение и учет производственно-технической и нормативной документации;
- подготовку и сопровождение документации заявочной компании и закупочной деятельности;
- осуществление приемки, складирования, хранения, учета и выдачи материально-технических ресурсов;
- организацию системы учета финансовых, материальных ресурсов.

Специалисты различных уровней квалификации в области производственно-технологической комплектации атомных станций имеют ряд особенностей, которые отличают их от специалистов, работающих на других объектах энергетики:

- подбор, подготовка и допуск к работе осуществляется на основе правил и норм в области атомной энергетики;
- руководство программой обеспечения качества при эксплуатации атомных станций.
- требования режима секретности, сохранности служебной, коммерческой и государственной тайны, неразглашения сведений конфиденциального характера.

Эти особенности деятельности были учтены при формулировании обобщенных трудовых функций (ОТФ), в которых далее выделены более частные трудовые функции, представляющие собой совокупность определенных трудовых действий. Кроме того, были заданы необходимые для их выполнения компетенции, определяемые знаниями, умениями и уровнем самостоятельности. Профессиональный стандарт позволяет четко структурировать профессиональную деятельность работника за счет описания требований к трудовым функциям и качеству их выполнения, исключив дублирование трудовых функций по должностям [3].

На рисунке 1 представлены ОТФ специалистов в области производственно-технологической комплектации.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ Специалист в области производственно-технологической комплектации		
Обобщенные трудовые функции		
код	наименование	уровень квалификации
A	Сопровождение и учет производственно-технической и нормативной документации управления производственно-технологической комплектации (УПТК)	4
B	Подготовка и сопровождение документации заявочной компании и закупочной деятельности, ведение договорной работы, приемка и учет продукции производственно-технического назначения	5
C	Организация, закупок, организация договорной деятельности, приемки, складирования, хранения, учета и выдачи материально-технических ресурсов, организация работы с нормативной, технической документацией, анализ и планирование производственной деятельности	6
D	Организация системы учета финансовых, материальных ресурсов, деятельности подразделений и работы персонала, обеспечения производства материально-техническими ресурсами	7

Рис. 1. Обобщенные трудовые функции

Выполнение ОТФ, соответствующей коду А (рис. 1), осуществляется техником

или документоведем, предполагает наличие среднего профессионального образования по программам подготовки специалистов среднего звена и включает трудовые функции, показанные на рисунке 2.

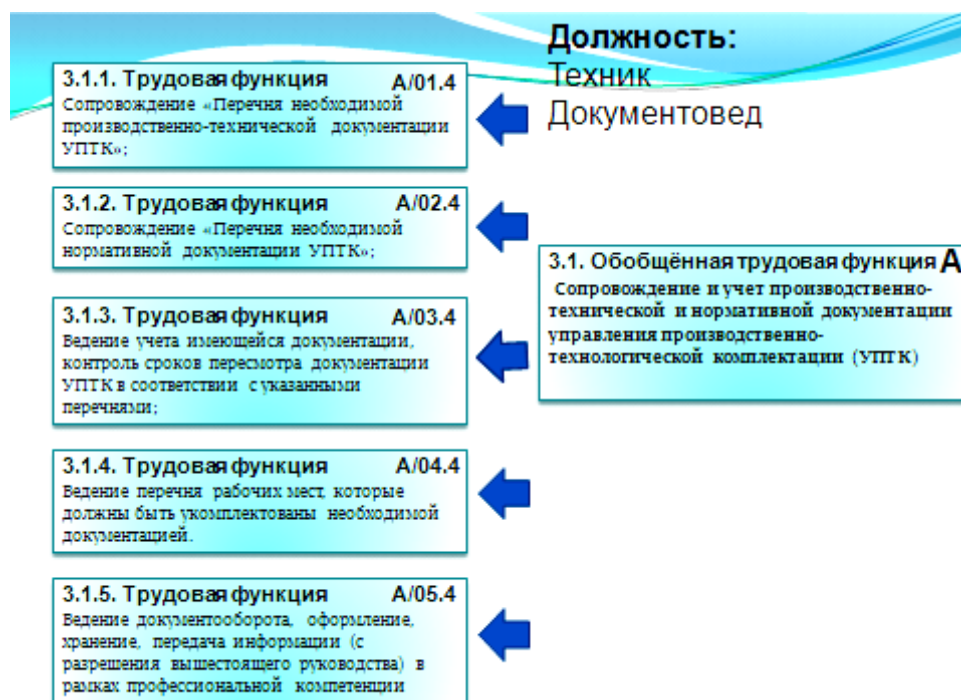


Рис. 2. Трудовые функции ОТФ кода А

Выполнение ОТФ, соответствующей коду В (рис. 1), может осуществляться инженером по комплектации оборудования, ведущим инженером, начальником сектора. Данная ОТФ требует для своей реализации наличия высшего образования (бакалавр, специалист) по программам подготовки специалистов среднего звена, стажа работы не менее 3 лет и включает в себя трудовые функции, приведенные на рисунке 3.

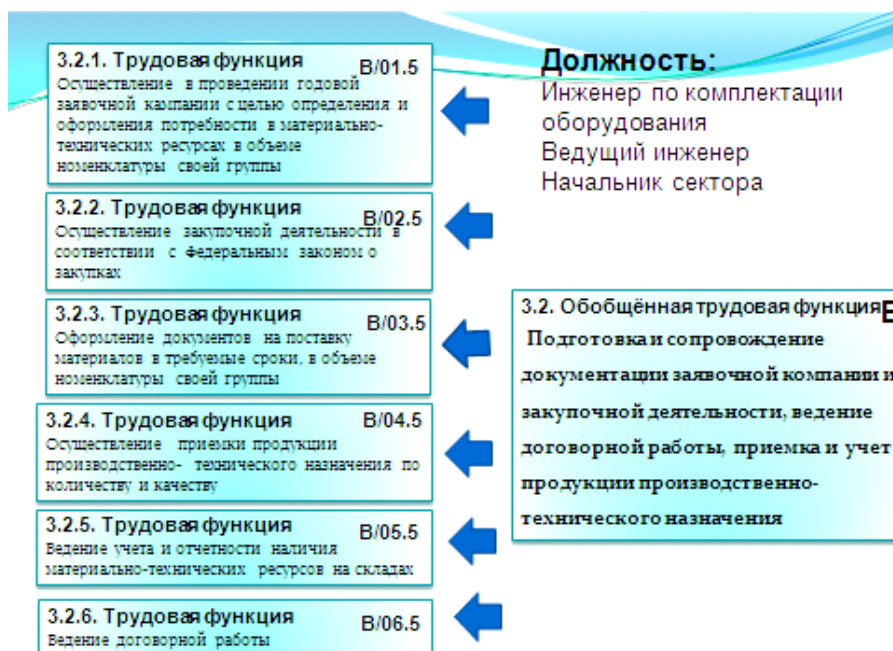


Рис. 3. Трудовые функции ОТФ кода В

Обобщенную трудовую функцию, соответствующую коду С (рис. 1), может осуществлять начальник отдела, заместитель начальника управления. Данная ОТФ требует для своей реализации наличия высшего образования (бакалавр, специалист), опыта практической работы по специальности на инженерно-технических и руководящих должностях не менее 5 лет и раскрывается в трудовых функциях, приведенных на рисунке 4.



Рис. 4. Трудовые функции ОТФ кода С

Обобщенная трудовая функция, соответствующая коду D на рисунке 1, осуществляется начальником управления, требует для своей реализации наличия высшего (технического или инженерно-экономического) образования, опыта практической работы по специальности на инженерно-технических и руководящих должностях не менее 5 лет и включает в себя трудовые функции, показанные на рисунке 5.



Рис. 5. Трудовые функции ОТФ кода D

Все четыре обобщенных трудовых функции в совокупности полностью охватывают и исчерпывают задачи специалиста в области производственно-технологической комплектации.

Таким образом, внедрение в атомной отрасли рассмотренного стандарта позволит:

- получить объективную оценку квалификационного уровня работника при включении его в кадровый резерв;
- быть основой системы корпоративного обучения и профессионального развития работников;
- сократить затраты на подбор и адаптацию персонала;
- формировать и проводить подготовку внешнего кадрового резерва;
- снижать текучесть персонала за счет повышения уровня личной мотивации;
- дать возможность для работника адекватно оценивать свой профессиональный уровень и выстраивать стратегию личного развития внутри предприятия;
- учитывать специфику корпоративной и организационной культуры компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко, В.А. и др. К вопросу о современных требованиях к разработке новых профессиональных стандартов в атомной отрасли [Текст] / В.А. Руденко, С.А. Томилин, А.Г. Федотов, Г.А. Доблер, Н.П. Василенко, В.Г. Бекетов // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2014. – № 2(24). – С. 3–6.
2. Руденко, В.А. и др. Применение методологии структурного анализа к разработке новых профессиональных стандартов для атомной отрасли [Текст] / В.А. Руденко, В.Г. Бекетов, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №4(9). – С. 58–62.
3. Руденко, В.А. и др. Обобщенный подход к разработке новых профессиональных стандартов в сфере атомной энергетики [Текст] / В.А. Руденко, В.Н. Никифоров, О.Ю. Пугачева, Е.В. Арженовская, Ю.А. Бубнина, В.Ф. Гольдберг // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №2(7). – С. 95–99.

Professional Standard Design for Specialists of Industrial Technological Packaging Arrangement Sphere in Nuclear Industry

V.A. Roudenko*, B.G. Bekhetov, S.A. Tomilin***,
A.G. Fedotov****, V.A. Dzjubak*******

*Volgodonsk Engineering Technical Institute
the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360*

** e-mail: VARudenko@mephi.ru ; ** e-mail: VGBeketov@mephi.ru*

**** e-mail: SATomilin@mephi.ru ; **** e-mail: VITikafMPM@mephi.ru*

****** e-mail: VITikafTEO@mephi.ru*

Abstract – This article concerns the main regulations of the professional standard design for specialists in the sphere of industrial technological packaging arrangement at nuclear power plants (NPP).

Keywords: professional standard, qualificalational specifications, quality control, acceptance, storing, equipment storing.

СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС

УДК 349.7

ВВЕДЕНИЕ В ЯДЕРНОЕ ПРАВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© 2014 г. В.Т. Корниенко

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.

В данной статье рассмотрены вопросы, связанные с понятием, системой, принципами и источниками, а так же предметом и методом правового регулирования ядерного права России.

Ключевые слова: ядерное право, понятие ядерного права, система ядерного права, предмет правового регулирования ядерного права, метод правового регулирования ядерного права, принципы ядерного права, источники ядерного права, кодификация ядерного законодательства, ядерный кодекс России.

Поступила в редакцию 22.03.2014 г.

Как нами уже отмечалось ранее, дальнейшее развитие современного общества не возможно без ядерной энергетики [1].

Вместе с тем, ядерная энергетика, будучи одной из самых «чистых» в смысле экологии при её безопасном использовании, влечет крайне негативные последствия для всего сущего в случае несоблюдения определенных правил, устанавливаемых на законодательном уровне государствами, использующими ядерные технологии в своих энергетических системах.

Международный интерес к совершенствованию ядерного законодательства основывается на возможном вреде, который может проявиться в виде глобальных катастроф, таких, как Фукусимская, Чернобыльская, или ряд других аварий на ядерных объектах ведущих ядерных держав мира.

Ввиду того, что все международное сообщество разделено на несколько правовых семей, культивирующих различные подходы к конструированию внутреннего законодательства, одной из основных проблем современности в этой части является приведение вышеуказанных законодательных баз к одному «общему знаменателю», чем отчасти и занимается Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ).

Россия здесь не является исключением, поскольку наше внутреннее ядерное законодательство достаточно не совершенно, а во многом и противоречиво [2].

Выстраивание ядерного законодательства в единую комплексную отрасль права России поможет в дальнейшем избежать крайне отрицательных последствий, с этим связанных.

Мы уже говорили о том, что первоначально необходимо решить вопрос о наименовании вышеуказанной отрасли российского права, регулирующей различного рода правоотношения так или иначе связанные с обращением и использованием радиоактивных веществ, ядерных материалов и иных источников ионизирующего излучения, ядерной и радиационной безопасностью в целом [1].

Синонимичность, по мнению Законодателя, а так же многих правоприменителей, таких ключевых понятий как «атомный» и «ядерный» продолжает вызывать определенную сложность.

Выделение в рамках международного публичного права такой подотрасли как международное атомное право, в основу названия которой легло понятие «атомная энергия», мы считаем вполне оправданным, так как когда-то считалось, что атом неделим, а основную массу атома составляет вес ядра.

Однако, словосочетание «атомное право» не в полной мере отражает специфику объектов данных правоотношений, так как речь идет о ядерных превращениях, в результате которых и выделяется внутренняя энергия атомных ядер. Не каждое атомное ядро обладает способностью к проведению ядерной реакции. Именно особые свойства тяжелого ядра химического элемента определяют способность элемента к инициируемому нейтроном делению атомного ядра при цепной ядерной реакции.

Таким образом, определение отрасли российского права как отрасли именно ядерного права будет более точно отражать сущность и специфику объектов правового регулирования, по поводу которых и возникают столь сложные правоотношения, связанные с использованием ядерной энергии [1].

Общеизвестно, что система права складывается из отраслей права, правовых институтов и правовых норм. Правовые нормы группируются в правовые институты, которые, в свою очередь, слагаются в отрасли права.

Важно отметить, что система не может строиться по субъективному усмотрению субъектов права, поскольку имеет объективный характер и отражает реально существующие общественные отношения.

Принято считать, что отрасли права регулируют однородные по своему характеру и близкие по содержанию общественные отношения. В основе деления права на отрасли лежат два критерия: метод правового регулирования и предмет правового регулирования.

Ядерное право может выражаться в следующих элементах:

- 1) Наука.
- 2) Отрасль.
- 3) Учебная дисциплина.

Наука ядерного права – это совокупность, система взглядов, идей, точек зрения о ядерном праве как отрасли права, и регулируемых этой отраслью общественных отношений.

Одним из вариантов классификации отраслей права является их разделение на публичное, регулирующее – так называемые «вертикальные» отношения между государственными органами и гражданами, а так же частное, – то есть «горизонтальные» отношения, в которых стороны равны.

Ядерное право как отрасль – это публичная комплексная отрасль российского права, представляющая собой определенную общность внутригосударственных норм российского права, императивно-диспозитивно регулирующих специфические виды обособленных общественных правовых отношений.

Отрасли права делятся на материальные, основное содержание которых заключается в установлении прав и обязанностей субъекта правоотношений, и процессуальные, устанавливающие процедуры реализации норм материального права. Ядерное право относится к материальным отраслям системы российского права.

Ядерное право как учебная дисциплина – это определённая совокупность знаний из области науки, которые посредством различных методических приемов доводятся до обучаемых в пределах, необходимых для специалистов юридического профиля в области ядерной энергетики.

Каждая отрасль российского права имеет собственный предмет правового регулирования.

Предмет регулирования ядерного права – это совокупность общественных

отношений, складывающихся между их участниками в процессе исследования, разработки, добычи радиоактивных материалов, получения и безопасного использования внутренней энергии атомных ядер химических элементов, как в мирных, так и в оборонных целях, а так же утилизации результатов её использования.

В условиях государственной монополии на радиоактивные материалы классический подход к ядерному праву предполагает, что оно является относительно самостоятельной (с точки зрения предмета) комплексной отраслью публичного права, а последнее характеризуется так называемым «методом власти – подчинения» (или – общественно-служебным методом).

Отношения, выходящие за рамки публичного права и регулируемые «методом равенства», должны рассматриваться как часть гражданского (частного), а не ядерного права. Например, таковы отношения граждан и организаций с Государственной Корпорацией «Росатом» (под частными здесь понимаются любые негосударственные и немунципальные, а не только принадлежащие одной группе лиц).

Наконец, и из публичного права в ядерное право как относительно самостоятельную отрасль с точки зрения предмета выделяются лишь те области, которые прямо регулируют отношения в области ядерной энергетики. Так, отношения по лицензированию субъектов строительства объектов ядерно-энергетического комплекса России тяготеют к предмету «общего» административного права, неразрывно связаны с общеадминистративной доктриной надзора, а в части экономики более тяготеют к гражданскому (частному) праву, значит, относительно самостоятельную отрасль по своей природе не образуют.

Говоря о принципах ядерного права, необходимо отметить, что им в свое время было уделено значительное внимание видными российскими учеными А.И. Иойрышем, Г.А. Новиковым и О.А. Супатаевой [3], с выводами которых по этому поводу следует согласиться.

Ядерное право и формируемое на его основе ядерное законодательство основывается на ряде принципов, основополагающими из которых являются принципы безопасности, ответственности, непрерывного контроля, сохранности, разрешения, устойчивого развития, компенсации и международного сотрудничества:

- комплексный подход к правовому регулированию отношений в сфере использования ядерной энергии;
- абсолютный приоритет защиты населения и окружающей среды при регулировании деятельности в области использования ядерной энергии;
- обеспечение ядерной и радиационной безопасности как важнейших составляющих национальной безопасности Российской Федерации;
- обеспечение совершенствования государственного управления и государственного регулирования безопасности при использовании ядерной энергетики;
- соблюдение международных обязательств Российской Федерации в области нераспространения ядерного оружия, обеспечения ядерной безопасности и совместного уменьшения угрозы ядерного терроризма;
- гармонизация ядерного законодательства России с принципами и нормами международного атомного права (включая рекомендательные нормы международных организаций МАГАТЭ, ВОЗ, МОТ, МКРЗ и др.);
- ответственность за нарушение требований ядерного законодательства и др.

Следует отметить, что система права и система законодательства различаются по структурным элементам и по своему содержанию. Разнообразие и взаимосвязь социальных отношений, возникающих в различных сферах общественной жизни, необходимость их эффективной организации обуславливают создание в системе законодательства таких структурных элементов, которые не совпадают с системой

права, в связи с чем отрасли права не всегда соответствуют отраслям законодательства.

Рассматривая систему ядерного права России, необходимо отметить, что она находится в постоянном изменении и развитии, предполагающих возникновение новых общественных отношений, и, как следствие, пополнение её новыми институтами.

Ранее нами уже было предложено содержание Ядерного кодекса Российской Федерации, как логически выстроенной совокупности входящих в правовую систему РФ законодательных и подзаконных нормативных правовых актов, а так же международных договоров РФ, комплексно регулирующих отношения в области ядерно-энергетического комплекса России [1].

Развивая вопрос, отметим, что в системе ядерного права России нами предлагается выделять общую, особенную и специальную части. Общая часть – это положения, обслуживающие институты особенной части. Особенная часть – это институты, имеющие целевое назначение в силу специфики объекта (предмета использования или охраны). Специальная часть – это международное атомное право и сравнительный анализ.

Общая часть, по нашему мнению, должна содержать, в том числе, такие институты как:

- вводные положения: название, преамбула, цели, сфера применения, глоссарий;
- регулирующий орган;
- регулирующая деятельность: уведомление, выдача разрешения, инспекции, санкции и штрафы;
- радиационная защита;
- радиационные источники;
- безопасность ядерных установок и снятие с эксплуатации;
- аварийная готовность и реагирование.

Особенная часть должна включать следующие институты:

- добыча и переработка радиоактивных материалов;
- перевозка радиоактивных материалов;
- отработавшее топливо и радиоактивные отходы;
- ответственность за ядерный ущерб и её покрытие;
- гарантии;
- контроль за экспортом и импортом;
- физическая ядерная безопасность;
- физическая защита и незаконный оборот.

Специальная часть ядерного права должна быть посвящена основным чертам международного атомного права, а так же сравнительно-правовому анализу отечественного и зарубежного ядерного права.

Рассматривая вопрос об источниках ядерного права, необходимо помнить, что под источниками права как таковыми принято понимать форму выражения государственной воли, направленной на признание факта существования права, на его формирование или изменение. В настоящее время наиболее известны такие виды источников права, как правовой обычай, нормативный правовой акт, юридический прецедент, договор нормативного содержания и юридическая наука (доктрины и идеи).

Касаемо источников ядерного права России, следует признать, что не все из вышеуказанных видов приемлемы для исследуемой отрасли права, однако, на сегодняшний день таковыми являются Конституция Российской Федерации; Международные нормативно-правовые акты в области ядерной энергетики, ратифицированные Российской Федерацией; Федеральные законы, содержащие нормы ядерного права; Подзаконные нормативно-правовые акты федеральных органов государственной власти, органов местного самоуправления, а так же гос. предприятий

и учреждений, издаваемые в области ядерной энергетики в пределах их компетенции.

Базовыми законами, регулирующими использование ядерной энергии в России, являются федеральные законы:

- «Об использовании атомной энергии» от 21.11.1995 года №170-ФЗ;
- «О радиационной безопасности населения РФ» от 09.01.1996 года №3-ФЗ;
- «О Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» от 1 декабря 2007 г. №317-ФЗ;
- «О безопасности» от 28 декабря 2010 г. № 390-ФЗ.

Исходя из всего вышесказанного следует, что ядерное право Российской Федерации – это публичная комплексная отрасль российского права, представляющая собой определенную общность внутригосударственных норм российского права, императивно-диспозитивно регулирующих специфические виды обособленных общественных правовых отношений, складывающихся между их участниками в процессе исследования, разработки, добычи радиоактивных материалов, получения и безопасного использования внутренней энергии атомных ядер химических элементов, как в мирных, так и в оборонных целях, а так же утилизации результатов её использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корниенко, В.Т. Ядерный кодекс Российской Федерации – первый шаг к кодификации ядерного законодательства России [Текст] / В.Т. Корниенко // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №1(6). – С. 87–90.
2. Агапов, А.М. и др. Состояние и перспективы развития государственного управления использованием атомной энергии на основе методов административно-правового регулирования [Электронный ресурс] / А.М. Агапов, М.В. Михайлов, Г.А. Новиков // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды: сетевой журн. – 2011. – 18 мая. – Режим доступа: URL: <http://www.atomic-energy.ru/articles/2011/05/18/22313> – 20.03.2014.
3. Иойрыш, А.И. и др. О концепции атомного права России [Электронный ресурс] / А.И. Иойрыш, Г.А. Новиков, О.А. Супатаева // Атомная стратегия. – 2004. – №11. Июнь. – Режим доступа: URL: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=75> – 20.03.2014.

Introduction into Nuclear Law of the Russian Federation

V.T. Kornienko

*Volgodonsk Engineering Technical Institute
the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360
e-mail: kvt@bk.ru*

Abstract – This article concerns questions connected with the concept, system, principles and sources, as well as the subject and method of legal regulation of nuclear law in Russia.

Keywords: nuclear law, the nuclear law concept, the nuclear law system, the legal regulation subject of nuclear law, the legal regulation method of nuclear law, nuclear law principles, nuclear law sources, codification of nuclear legislation, nuclear safety code of Russia.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 621.039:006.1

**РАЗРАБОТКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ
ДЛЯ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**

**© 2014 г. В.А. Руденко, Н.П. Василенко, Г.А. Доблер,
С.А. Томилин, В.Г. Бекетов, А.Г. Федотов**

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

В статье представлены основные подходы к формированию профессиональных стандартов специалистов атомной отрасли. Рассмотрены положения стандарта «Специалист в области профессионального обучения персонала АЭС».

Ключевые слова: профессиональный стандарт, уровень квалификации, обобщенная трудовая функция, трудовая функция, профессиональное обучение персонала АЭС.

Поступила в редакцию 20.03.2014 г.

Согласно Основам государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, необходимо сосредоточить усилия на кадровом обеспечении всех видов работ, относящихся к деятельности по использованию атомной энергии и влияющих на обеспечение безопасности, включая совершенствование системы профессионального отбора, подготовки, переподготовки, повышения квалификации персонала [1].

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2012 г. №597 «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» в настоящее время ведется активная работа по подготовке профессиональных стандартов в различных областях. Временные профессиональные коллективы по разработке профессиональных стандартов созданы и в Волгодонском инженерно-техническом институте – филиале НИЯУ МИФИ. Результаты их деятельности частично изложены в ряде статей, посвященных данной проблематике [2–4].

В представленных институтом в Экспертный совет при Минтруде России профессиональных стандартах отражены требования к различным уровням квалификации и компетенциям специалистов в области атомной энергетики. Проекты профессиональных стандартов были разработаны на основе требований Трудового кодекса Российской Федерации, Единого квалификационного справочника и должностных инструкций атомных электрических станций. При описании различных трудовых функций и конкретных трудовых действий в профессиональных стандартах учтены компетенции, права и обязанности работников атомных электрических станций.

В ходе разработки стандартов проходили круглые столы с участием специалистов, экспертов, представителей общественных организаций, на которых конкретизировались трудовые действия, уточнялись необходимые умения и знания по квалификационным уровням.

В настоящее время институт разрабатывает следующие проекты профессиональных стандартов для ОАО «Концерн Росэнергоатом»: «Специалист в области производственно-технологической комплектации», «Специалист по обслуживанию и ремонту механического оборудования», «Специалист в области

профессионального обучения персонала». Кроме того, в структурных подразделениях НИЯУ МИФИ ведется разработка профессиональных стандартов: «Метролог», «Специалист по разработке и обслуживанию программного обеспечения информационных технологий», «Инспектор».

Все проекты стандартов разработаны в соответствии с Макетом профессионального стандарта, утвержденным Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации, и содержат следующие разделы:

- I. Общие сведения.
- II. Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности).
- III. Характеристика обобщенных трудовых функций.
- IV. Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта.

Для каждого из стандартов выделены основные цели профессиональной деятельности указанных специалистов. Особенности, связанные со спецификой конкретной деятельности, были учтены при формулировании обобщенных трудовых функций, в которых далее выделены более частные трудовые функции, представляющие собой совокупность определенных трудовых действий, необходимые для их выполнения компетенции, определяемые знаниями, умениями и уровнем самостоятельности.

Остановимся более подробно на проекте профессионального стандарта «Специалист в области профессионального обучения персонала». Это направление деятельности стало актуальным в связи с появлением и развитием ядерной энергетики, в частности – с масштабным строительством в СССР, а затем и в Российской Федерации атомных электростанций. Оно относится к виду профессиональной деятельности – «Деятельность по обеспечению работоспособности атомных электростанций».

Специалист в области профессионального обучения:

- обеспечивает разработку и выполнение комплекса учебно-методических мероприятий по созданию условий надежной, безаварийной и безошибочной работы персонала АЭС;

- обеспечивает подготовку и поддержание квалификации персонала АЭС в соответствии с требованиями норм и правил в области использования атомной энергии, руководящих документов эксплуатирующей организации и других нормативных документов, а также проводит анализ потребностей подразделения АЭС в обучении персонала и планирует его проведение;

- проводит теоретические и практические занятия с персоналом АЭС, в том числе тренировки с использованием тренажеров и других технических средств обучения и др.

В качестве классификационных признаков использовались возможные наименования должностей: инструктор общей подготовки персонала, начальник учебно-тренировочного подразделения, заместитель начальника учебно-тренировочного подразделения. Этот признак положен в основу выделения квалификационных уровней: полномочий и ответственности.

При определении обобщенных трудовых функций была учтена возможность аттестации работника в отдельности по каждой из них.

В соответствии с проведенным анализом нормативной документации, результатов опроса и анкетирования высококвалифицированных специалистов и экспертов, были определены следующие обобщенные трудовые функции:

- обобщенная трудовая функция А – «Анализ потребностей, разработка программ, учебно-методических материалов, проведение обучения и контроль

результатов обучения персонала АЭС». Указанная функция требует квалификации на уровне 6, так как в полномочия и ответственность специалиста данного уровня входит осуществление самостоятельной деятельности;

– обобщенная трудовая функция В – «Организация анализа потребностей в обучении, организация и контроль разработки программ, учебно-методических материалов, проведения обучения, результатов обучения персонала АЭС, работы подчиненного персонала». Функция требует квалификации на уровне 7, так как в полномочия и ответственность специалиста входит самостоятельная деятельность, предполагающая определение задач собственной работы по достижению цели, а также повышенную ответственность за результат выполнения работы по достижению цели на уровне структурного подразделения. Возможная замещаемая должность – начальник отдела учебно-тренировочного подразделения;

– обобщенная трудовая функция С – «Управление процессом реализации профессионального обучения персонала АЭС». Данная функция предназначена для решения вопросов, связанных с определением общей управленческой стратегии, принятием решений на уровне структурного подразделения, поэтому требуется 8 квалификационный уровень. Возможная должность для ее замещения – заместитель главного инженера – начальник учебно-тренировочного подразделения.

За время работы над проектом данного стандарта было проведено его профессионально-общественное обсуждение: прошли три межрегиональных круглых стола (в форме вебинара) для представителей профессионального сообщества, работодателей, их объединений, федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Разработчиками стандарта выполнен сбор, анализ и систематизация замечаний и предложений по совершенствованию проекта профессионального стандарта. Результаты различных обсуждений протоколировались и использовались рабочей (экспертной) группой для окончательной доработки проекта профессионального стандарта. Кроме того, проект профессионального стандарта был согласован с ведущими профильными профессиональными ассоциациями и профессиональными союзами в атомной энергетике.

Такой подход к формированию содержания проектов профессиональных стандартов позволил представить профессиональную деятельность специалистов с точки зрения набора трудовых функций, необходимых для ее осуществления, задавать такие нормативные требования к уровню квалификации, которые в значительной степени ориентируют работников на обретение тех компетенций, которые дают возможность не просто работать по специальности, а строить профессиональную карьеру, постоянно повышать свою квалификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 г. (утв. приказом Президента РФ 1 марта 2012 г. №Пр.-539) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902385694> – 20.03.2014.
2. Руденко, В.А. и др. Обобщенный подход к разработке новых профессиональных стандартов в сфере атомной энергетики [Текст] / В.А. Руденко, В.Н. Никифоров, О.Ю. Пугачева, Е.В. Арженовская, Ю.А. Бубнина, В.Ф. Гольдберг // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №2(7). – С. 95–99.
3. Руденко, В.А. и др. Применение методологии структурного анализа к разработке новых профессиональных стандартов для атомной отрасли [Текст] / В.А. Руденко, В.Г. Бекетов, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №4(9). – С. 58–62.
4. Руденко, В.А. и др. К вопросу о современных требованиях к разработке новых

профессиональных стандартов в атомной отрасли [Текст] / В.А. Руденко, С.А. Томилин, А.Г. Федотов, Г.А. Доблер, Н.П. Василенко, В.Г. Бекетов // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2014. – № 2(24). – С. 3–6.

Professional Standards Design for Nuclear Industry

V.A. Roudenko*, N.P. Vasilenko, G.A. Dobler***,
S.A. Tomilin****, B.G. Bekhetov*****, A.G. Fedotov*******

*Volgodonsk Engineering Technical Institute
the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360
* e-mail: VARudenko@mephi.ru ; ** e-mail: NPVasilenko@mephi.ru
*** e-mail: viti@mephi.ru ; **** e-mail: SATomilin@mephi.ru
***** e-mail: VGBeketov@mephi.ru ; ***** e-mail: VITIkafMPM@mephi.ru*

Abstract – This article concerns the main approaches to the professional standards design for specialists in the sphere of nuclear industry. It is also devoted to regulations of standard «Specialist in the Sphere of Professional Staff Training NPP».

Keywords: professional standard, qualificalational level, generalized labour function, NPP stuff professional training.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ НОМЕРА 4, 2013

Балашевский А.С.	10	Наффаа Х.М.	10
Барчева И.В.	63	Пинчук М.Э.	32
Бейсуг О.И.	5	Пинчук Э.В.	32
Бекетов В.Г.	68, 77, 87	Предеина Л.М.	5
Берела А.И.	25	Приб И.А.	16
Былкин Б.К.	25	Руденко В.А.	68, 77, 87
Василенко Н.П.	87	Сидоров К.С.	59
Горюшкин Д.С.	40	Томилин С.А.	25, 32, 68, 77, 87
Доблер Г.А.	87	Федотов А.Г.	25, 68, 77, 87
Дудченко А.Н.	32	Шапошников В.В.	59
Зуев Ю.С.	16, 40	Шевелев Д.В.	10
Корниенко В.Т.	82	Шихкеримов И.А.	63
Кужеков С.Л.	63	Ягодкина В.В.	73
Мякушко В.В.	54		

AUTHOR INDEX OF VOL. 1, 2014

Balashovsky A.S.	10	NaffaaKh. M.	10
Barcheva I.V.	63	Pinchuk E.V.	32
Beisyg O.I.	5	Pinchuk M.E.	32
Beketov B.G.	68, 77, 87	Predeina L.M.	5
Berela A.I.	25	Prib I.A.	16
Bilkin B.K.	25	Rudenko V.A.	68, 77, 87
Dobler G.A.	87	Shaposhnicov V.V.	59
Dydchenko A.N.	32	Shevielov D.V.	10
Fedotov A.G.	25, 68, 77, 87	Shihkerimov I.A.	63
Goriushkin D.S.	40	Sidorov K.S.	59
Jagodkina V.V.	73	Tomilin S.A.	25, 32, 68, 77, 87
Kornienko V.T.	82	Vasilenko N.P.	87
Kuzhekov S.L.	63	Zuyev Y.S.	16, 40
Myakushko V.V.	54		

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1) Полный текст статьи, предназначенной для опубликования, должен сопровождаться представлением от учреждения, в котором выполнена работа, и подписан авторами.

2) Комплект должен содержать экспертное заключение о возможности опубликования.

3) К статье прилагаются:

- сведения об авторах на русском и английском языках (фамилия, имя, отчество, место работы, должность, ученая степень, звание, домашний, служебный и электронный адреса, телефоны. Если авторов несколько, указать, с кем вести переписку);

- сведения об организации авторов на русском и английском языках, включая почтовый адрес с индексом. Если авторов несколько, указать данные об организации каждого автора);

- название статьи и инициалы авторов на русском и английском языке;

- аннотация на русском и английском языках;

- индекс УДК;

- ключевые слова на русском и английском языках.

4) Объем статьи должен быть не более 12 страниц машинописного текста, включая таблицы, список литературы (не больше 20 источников) и рисунки (не более 7).

5) Статья должна быть набрана в соответствии с правилами компьютерного набора. В одном файле помещается только одна статья (в случае подачи двух статей и более). Сведения из пункта 3 являются частью статьи и должны быть также представлены в электронном виде.

Статья должна быть оформлена в формате Microsoft Office 97-2003 Word 7.0, через 1,5 интервала, шрифтом Times New Roman размером 14 пт. Поля со всех сторон – 2,5 см. Использование любых других шрифтов возможно только в виде исключения, если они внесены в код файла. Не следует использовать знаки принудительного переноса и дополнительных пробелов. Векторные величины выделяются полужирным шрифтом.

Для записи формул применять только редактор формул Equation 3.0. Большие формулы необходимо разбить на несколько строк, причем каждая новая строка – новый объект. Запрещается масштабировать формулы. При наборе формул необходимо придерживаться следующих размеров: текст – 11 пт, крупный индекс – 8 пт, мелкий индекс – 6 пт, крупный символ – 12 пт, мелкий символ – 10 пт. Формулы не должны включать в состав знаки пунктуации и нумерацию.

Статья должна содержать лишь самые необходимые формулы, от промежуточных выкладок желательно отказаться. Нумеруются только те формулы, на которые имеются ссылки. Нумерация формул должна быть сквозная по всей статье. Таблицы должны иметь заголовки и нумерацию, в них допускаются только общепринятые сокращения.

Желательно, чтобы таблицы не превышали одной страницы текста. Количество таблиц не должно превышать количество страниц.

Рисунки и схемы должны быть черно-белыми, размером 800x600, с подписями. Графики должны быть оформлены в формате Microsoft Office 97-2003 Word 7.0 и только отдельным файлом (каждый график на новом листе, либо в новом файле).

Единицы измерения следует давать в соответствии с Международной системой (СИ).

6) Литература приводится в порядке упоминания в конце статьи. В тексте

должны быть ссылки в квадратных скобках только на опубликованные материалы. Ссылки на иностранные источники даются на языке оригинала и сопровождаются, в случае перевода на русский язык, с указанием на перевод.

Рекомендуется проверка статей через программу Антиплагиат на сайте <http://www.antiplagiat.ru>

Библиография должна быть оформлена согласно ГОСТу 7.1-2003 «Библиографическая запись и библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

ВНИМАНИЕ! В случае расхождения бумажной и электронной версий Издательство руководствуется бумажной версией.

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЛИТЕРАТУРЫ:

Для книг: Энджел, Д. Поведение потребителей [Текст] / Д. Энджел. – М. : Физматлит, 1972. – 272 с.

Для журналов: Петров, Н.Н. Принципы построения образовательных программ и личностное развитие учащихся [Текст] / Н.Н. Петров // Вопросы психологии. – 1999. – №3. – С. 39.

Для диссертаций: Дзякович, Е.В. Стилистический аспект современной пунктуации : автореф. дис. канд. филол. наук [Текст] / Е.В. Дзякович – М., 1984. – 30 с.

Для депонированных работ: Кондраш, А.Н. Пропаганда книг [Текст] / А.Н. Кондраш. – М., 1984. – 21 с. – Деп. в НИЦ «Информпечать» 25.07.84. ФН 176.

Описание архивных материалов: Гуцин, Б.П. Журнальный ключ [Текст] // НРЛИ. Ф. 209. Оп. 1. Д. 460. Л. 9.

Материалы конференций: Шишков, Ю. Россия и мировой рынок: структурный аспект [Текст] / Ю. Шишков // Социальные приоритеты и механизмы преобразований в России : материалы междунар. конф. Москва, 12-13 мая 1998 г. – М. : Магма, 1993. – С. 19-25.

Для патентов: Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК⁷ Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство [Текст] / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил.

Для авторских свидетельств: А. с. 1007970 СССР, МКИ³ В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В. С. Ваулин, В. Г. Кемайкин (СССР). – № 3360585/25–08; заявл. 23.11.81; опубл. 30.03.83, Бюл. № 12. – 2 с.

Для электронных ресурсов: Дирина, А.И. Право военнослужащих РФ на свободу ассоциаций [Электронный ресурс] / А.И. Дирина // Военное право: сетевой журн. – 2010. – Режим доступа: URL: <http://voennoepravo.ru/node/2149> – 19.02.2011.

Комплект документов отправляется в редакцию журнала по адресу:
347360, Россия, Ростовская область, г. Волгодонск, ул. Ленина, 73/94. Редакция журнала «Глобальная ядерная безопасность».

E-mail: oni-viti@mephi.ru

Тел.: 8(8639)222717.

ГЛОБАЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

№ 1(10) 2014

Главный редактор – **М.Н. Стриханов, доктор физико-математических наук,
профессор**

Сдано в набор 25.03.2014 г.

Компьютерная вёрстка Вишнёва М.М.

Корректор Вишнёва М.М. ИПО ВИТИ НИЯУ МИФИ

Подписано к печати 29.03.2014 г.

Бумага «SvetoCory» 80 г/м². Объем 7,14 усл.печ.л.

Гарнитура «TimesNewRoman»,

Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии ВИТИ(ф) НИЯУ МИФИ