

**ГОДОВОЙ ОТЧЕТ ГЛАВНОГО НАУЧНОГО
МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»
ЗА 2014 ГОД
(АО «ВНИИНМ»)**

1.МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Метрология – наука об измерениях величин, методах и средствах обеспечения их единства, а также способах достижения требуемой точности с целью извлечения количественной и качественной информации о свойствах объектов. Сегодня представить современную атомную промышленность без метрологии просто невозможно. Во всех ведущих странах мира функционирование системы единства измерений, ее работоспособность и «умение» вовремя откликнуться на вызовы научно-технического прогресса рассматривается как государственная задача.

Результаты измерений и контроля параметров готовой продукции и процессов ее производства являются единственной информацией для гарантий качества продукции. Всего лишь один недостоверный результат измерения или контроля способен дестабилизировать работу систем управления технологией, привести к браку или аварии. Поэтому значение точности и достоверности измерений для продукции, особенно в таких отраслях как атомная, трудно переоценить.

Одной из особенностей атомной отрасли является то, что во многих случаях при контроле параметров процессов производства средства измерений недоступны для метрологического обслуживания, что приводит к необходимости создания и развития сложных измерительных систем и комплексов измерений и разработки специфических методик поверки средств измерений. Таких особенностей в атомной отрасли достаточно много, и их наличие определяет необходимость разработки специальных подходов к метрологическому обеспечению в Госкорпорации «Росатом». Например, введение приемочных значений при приемочном контроле, аттестация не только методик измерений, но и методик испытаний и контроля и т.д. Разработка таких подходов должна проводиться комплексно, система метрологического обеспечения должна быть централизованной, функционирующей по единым правилам.

Метрологические нормы и правила, учитывающие особенности атомной отрасли разрабатываются в АО «ВНИИНМ», которое на протяжении почти 20 лет выполняет функции Центральной головной организации метрологической службы Госкорпорации «Росатом» (ЦГОМС).

Разработанные подходы находят постоянное применение на практике. Так ЦГОМС совместно с аналитическими лабораториями предприятий, проводит постоянное совершенствование действующих и аттестацию новых методик измерений, разрабатывает стандартные образцы, проводит метрологическую экспертизу документации, ведет отраслевые реестры методик измерений и стандартных образцов, обеспечивает научно-методическую помощь предприятиям отрасли, а также проводит информационное обслуживание отрасли по вопросам метрологического обеспечения. Специалисты ЦГОМС на базе НОУ ДПО «ЦИПК» проводят курсы повышения квалификации сотрудников метрологических служб предприятий Госкорпорации «Росатом».

Кроме этого, на протяжении многих лет ЦГОМС в соответствии с Положением о метрологической службе отрасли осуществляет деятельность по проведению отраслевого метрологического надзора, что является очень важной и ответственной задачей, так как любая система требует постоянного контроля и регулирования. Таким образом, в Госкорпорации «Росатом» создана система высокой достоверности принятия решений о качестве продукции и безопасности ее применения.

2. ВЫПОЛНЕНИЕ ФУНКЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГОЛОВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Работы по совершенствованию метрологического обеспечения отрасли и выполнению функций Центральной головной организации метрологической службы Госкорпорации «Росатом» проводятся научно-исследовательским метрологическим отделением ОАО «ВНИИНМ» в рамках выполнения функций Центральной головной организации метрологической службы Госкорпорации «Росатом» (ЦГОМС), обязанности которой возложены на ОАО «ВНИИНМ» приказом Генерального директора Госкорпорации «Росатом» от 16.03.2010 № 189.

Метрологическая служба Госкорпорации «Росатом» создана с целью координации работ по обеспечению единства и требуемой точности измерений на предприятиях и в организациях Госкорпорации «Росатом» и осуществления метрологического надзора.

В целях консолидации усилий организаций Госкорпорации «Росатом» по повышению контроля качества отраслевой продукции, технологических процессов и объектов окружающей среды, а также

обеспечения надежности и достоверности получаемой измерительной информации, ЦГОМС осуществляет:

- координацию деятельности и организационно-методическое руководство метрологическими службами организаций;
- систематический анализ состояния метрологического обеспечения и измерений в организациях ГК «Росатом» для разработки отраслевых программ метрологического обеспечения организаций;
- взаимодействие со службой Главного метролога ГК «Росатом», Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), органами государственной метрологической службы;
- метрологическую экспертизу нормативной документации по метрологическому обеспечению государственного и отраслевого уровня;
- функции головной организации по аттестации методик и стандартных образцов;
- ведение реестров и баз данных по отраслевым стандартным образцам и методикам выполнения измерений.

Возложенные задачи ЦГОМС реализует:

- организацией деятельности межотраслевой научно - технической комиссии, утвержденной совместным распоряжением Госкорпорации «Росатом» и Росстандарта;
- организацией и участием в проверках состояния и применения средств измерений, соблюдения метрологических правил и норм в организациях в рамках отраслевого метрологического надзора и контроля;
- проведением анкетированных опросов организаций;
- разработкой нормативной документации по вопросам метрологического обеспечения;
- взаимодействием с зарубежными партнерами по вопросам метрологии;
- осуществлением научно-методической помощи организациям Госкорпорации «Росатом» по вопросам разработки и аттестации методик выполнения измерений и испытаний и стандартных образцов;
- систематическим обновлением информации в базе данных, совершенствованием ее структуры и программного обеспечения, доведением информации о состоянии и содержании базы данных до сведения организаций.

Работы по обеспечению функций ЦГОМС являются ежегодными.

Необходимость и актуальность этих работ определяется современными требованиями к качеству продукции и повышению ее конкурентоспособности, изменением государственных метрологических

правил и норм, устанавливаемых в государственных нормативных документах.

Для достижения поставленной цели ЦГОМС осуществляет методическое руководство и оказывает научно-методическую помощь организациям Госкорпорации «Росатом» по всем вопросам метрологического обеспечения измерений и выработке соответствующих рекомендаций.

В целях своевременного информирования предприятий Госкорпорации «Росатом» о новейших разработках и современных тенденциях в области метрологического обеспечения был создан отраслевой метрологический сайт www.metroatom.ru.

2.1 Проведение отраслевого метрологического надзора

В 2014 году в рамках выполнения функций ЦГОМС Госкорпорации «Росатом» был проведен отраслевой метрологический надзор на предприятиях отрасли в соответствии с графиком надзора, утвержденным Генеральным директором Госкорпорации «Росатом». Ежегодный анализ результатов проверок организаций позволяет проводить системный анализ за состоянием метрологического обеспечения в организациях, выделять общие проблемы организаций и дивизионов и осуществлять централизованную политику в области обеспечения единства измерений, а также проводить корректирующие действия. Целью проверки состояния и применения средств измерений, соблюдения метрологических правил и норм является **поддержание**, достигнутых уровней безопасности и эффективности при сооружении, эксплуатации и выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии, качества выпускаемой продукции, ведения технологических процессов, **создание** условий для обеспечения требуемой точности измерений и испытаний, необходимой достоверности контроля, а также **совершенствование** метрологического обеспечения в организациях Госкорпорации «Росатом».

В соответствии с приказом по Госкорпорации «Росатом» от 28 февраля 2014 №1/181-П в 2014 году были проведены выездные проверки 26 организаций Госкорпорации «Росатом» 8-ми дивизионов (ОАО «ТВЭЛ», ОАО «Концерн Росэнергоатом», ОАО «Атомэнергомаш», ОАО «Атомредметзолото», ОАО «Атомэнергопроект», Блок по развитию и международному бизнесу (БРМБ), Дивизион заключительной стадии жизненного цикла (ДЗСЖЦ), Дирекция по ядерному оружейному комплексу (ЯОК)). В целом организации Госкорпорации «Росатом» позволяют

поддерживать требуемое качество метрологического обеспечения. Метрологическое обеспечение на 20 из 26 организаций, проверенных в 2014 году, имеют категорию «удовлетворительно» и «в целом соблюдается», т.е. выполняют в полном объеме возложенные на них функции и не требуют дополнительного внимания со стороны Госкорпорации «Росатом» в области метрологического обеспечения.

В состав комиссий по проверкам включались высококвалифицированные специалисты в области метрологического обеспечения. В целом всеми комиссиями было отмечено удовлетворительное состояние метрологического обеспечения, хотя в большинстве случаев можно отметить некоторые тревожные симптомы:

- устаревший парк эталонов;
- устаревший парк средств измерений;
- старение метрологических кадров, почти полное отсутствие притока молодых специалистов;
- попытки вывести метрологические службы из основного производства в «аутсорсинг».

2.2 Проведение оценки состояния измерений

Оказание услуг по оценке состояния измерений лабораторий (измерительных, испытательных, аналитических) в организациях Госкорпорации «Росатом» осуществляется в целях определения наличия в лабораториях условий, необходимых для выполнения измерений и их соответствия требованиям Российского законодательства в области обеспечения единства измерений, а также действующих метрологических правил и норм и ориентирована для применения в лабораториях, чья компетентность в области обеспечения единства измерений не была официально признана, т.е. не аккредитованных уполномоченными органами, согласно приказу Госкорпорации «Росатом» от 23.12.2011 №1/1114-П «Об утверждении Регламента оценки состояния измерений в организациях Госкорпорации «Росатом».

Качество информации характеризуется набором показателей. К ним относится объём (или полнота) представляемых данных, их форма, оперативность, стоимость, достоверность, сопоставимость с данными других лабораторий. Заказчик может оценить сам четыре первых показателя, однако, как правило, не имеет возможности сделать это по отношению к достоверности и сопоставимости информации. В связи с этим у лаборатории возникает необходимость убедить клиента в том, что она

компетентна, т. е. способна выдать информацию, отвечающую всем его требованиям. Для этого необходимо наличие документов, устанавливающих критерии компетентности и требования, которые нужно соблюдать лабораториям, чтобы соответствовать этим критериям.

В настоящее время в Госкорпорации «Росатом» деятельность, связанная с оценкой состояния измерений в испытательных и измерительных лабораториях регламентируется межгосударственными, национальными и отраслевыми нормативными документами.

В 2014 году ОСИ была проведена в организациях следующих дивизионах, блоках и дирекциях:

- ОАО «Атомэнергомаш»;
- ОАО «ТВЭЛ»;
- ОАО «Атомредметзолото»;
- ОАО «Концерн Росэнергоатом»;
- ОАО «Атомэнергопром»;
- блока по управлению инновациями;
- дирекции по ядерному оружейному комплексу.

Всего за отчетный период ОСИ была проведена в 46 лабораториях 22 ор-ганизаций Госкорпорации «Росатом».

2.3 Информационная поддержка метрологического сообщества

Оказание услуг по организационной и информационной поддержке метрологического сообщества Госкорпорации «Росатом» проводится путем поддержания и постоянной актуализации интернет портала www.metroatom.ru.

Метрологическое отделение ОАО «ВНИИНМ» приняло участие в ежегодной выставке «Метрол-Экспо», где представило разработки в области метрологического обеспечения в рамках единой композиции Госкорпорации «Росатом».

Результаты работ АО «ВНИИНМ» по метрологическому обеспечению производства смешанного нитридного уран-плутониевого топлива были отмечены золотой медалью выставки.



2.4 Разработка нормативной документации

В 2014 году были разработаны три нормативно-правовых документа по метрологическому обеспечению Госкорпорации «Росатом»:

- «Порядок регистрации и учета аттестованных эталонов в Госкорпорации «Росатом»;
- «Порядок разработки, утверждения и регистрации аттестованных объектов»;
- «Порядок учета и регистрации документов об испытаниях средств измерений и стандартных образцов с целью утверждения типа, отнесении технических средств к средствам измерений».

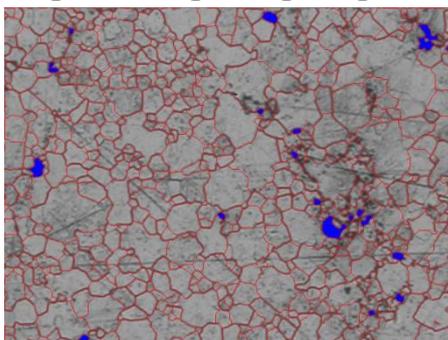
Из трех разработанных документов наибольший интерес вызывает «Порядок разработки, утверждения и регистрации аттестованных объектов».

В этом документе регламентируется совершенно новое понятие «аттестованный объект» (АО). АО предназначены для обеспечения единства и требуемой точности измерений и испытаний в сфере ответственности Госкорпорации «Росатом». Область и способ применения аттестованных объектов идентичен стандартным образцам. Так в чем отличие?

В соответствии с ФЗ 102 «Об обеспечении единства измерений» стандартный образец – это образец вещества (материала) с установленными по результатам испытаний значениями, характеризующих состав или свойство этого вещества. Кроме этого к стандартным образцам предъявляется требование стабильности во времени.

В атомной отрасли в качестве аналогов стандартных образцов могут применяться нематериальные объекты, не попадающие под определение, данное в ФЗ 102. Такими образцами являются изображения микроструктуры

(это даже не материал, а файлы), например, изображения зеренной структуры таблеток из диоксида урана, для которых квалифицированные эксперты установили характеристики размера зерна.



Анализ зеренной структуры диоксида урана

Другим примером являются фрагменты корпуса ядерного реактора, содержащие реальные дефекты в металле, размеры и характеристики отражающей способности которых установлены при их исследовании. Такие фрагменты используются для настройки амплитудной и временной шкалы ультразвукового прибора, аттестации методик измерительного контроля. Еще одним примером является смешанное нитридное уран-плутониевое топливо, в котором необходимо контролировать содержание хлора. Однако, хлор в нитридном топливе встречается редко и в следовых количествах. Для измерений таких характеристик нельзя создать стандартных образцов, т.к. нельзя получить приемлемую погрешность или достаточное для испытаний количество материала.

Помимо перечисленного, в отрасли применяются имитаторы, которые также не являются стандартными образцами. Например - имитаторы плотности таблеток ядерного керамического топлива. В качестве имитаторов выступают металлические цилиндрические образцы, размеры которых соответствуют размерам таблеток, а состав сплава подбирается так, чтобы его коэффициент поглощения гамма-излучения был близок к коэффициенту поглощения диоксида урана.

Также в атомной отрасли понятие стабильности стандартного образца трактуется не только с точки зрения неизменности аттестованного значения, но и как закономерного изменения во времени. Например – образец изотопного состава плутония. Изотопный состав такого образца со временем меняется, но мы можем точно рассчитать его в любой момент времени. Тем не менее, это не удовлетворяет тем требованиям, которые предъявляются к стандартным образцам в классическом понимании.

В связи с перечисленным было принято решение – ввести в атомной отрасли новое понятие – аттестованные объекты, которые по своим метрологическим задачам идентичны стандартным образцам. Однако новое понятие является более широким и включает в себя стандартные образцы, применяемые в сфере ответственности Госкорпорации «Росатом».

3. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

В 2014 году метрологическим отделением было заключено 63 договора с 15 предприятиями Госкорпорации «Росатом»: ОАО «ТВЭЛ», ОАО «СХК», ОАО «МСЗ», ОАО «ЧМЗ», ОАО «НЗХК», ОАО «ПО ЭХЗ», ОАО «АЭХК», ФГУП «ПО «МАЯК», ФГУП «ГНЦ РФ ФЭИ», ОАО «ИРМ», ОАО «СНИИП», ОАО «КМЗ», ФГУП «НИИ НПО Луч», Кольская атомная станция, Балаковская атомная станция.

Основными работами, выполненными в рамках данных договоров, являлись:

- Аттестация методик измерений;
- Разработка и аттестация стандартных образцов;
- Разработка нормативной документации;
- Авторский надзор;
- Метрологическая экспертиза.

3.1 Разработка и аттестация методики испытаний крупки интерметаллического

В рамках данной работы была проведена аттестация методики испытаний, используемой для контроля параметров крупки интерметаллического соединения урана при рентгенофазовом контроле.

Контролируемыми параметрами являются:

- соответствие кристаллической структуры основной фазе интерметаллического соединения;
- содержание посторонних фаз;
- степень упорядочения атомов в кристаллической решетке интерметаллида;
- период кристаллической решетки интерметаллида.

Измерения контролируемых параметров проб интерметаллида проводились в соответствии с аттестуемой методикой. Результат измерения

соответствующего контролируемого параметра получали путем математической обработки цифровой дифрактограммы.

В качестве аналитического сигнала при расчетах контролируемых параметров использована максимальная интенсивность пика I_h вместо интегральной интенсивности I_s .

Такой выбор сделан на основании проведенных дополнительных исследований, целью которых явилось установление значимости различий рассчитанных значений контролируемых параметров, при использовании в качестве аналитических сигналов I_h и I_s .

Исследования показали, что имеет место систематическое завышение результатов в случае использования I_h в качестве аналитического сигнала, однако это завышение не только не противоречит требованиям, предъявляемым к методике, но также является дополнительной мерой контроля недопущения брака продукции.

На рисунке 1 показано сравнение рассчитанных значений контролируемых параметров (a , η , X_{UAl_2} и $X_{прим}$) полученных при использовании I_h и I_s в качестве аналитических сигналов.

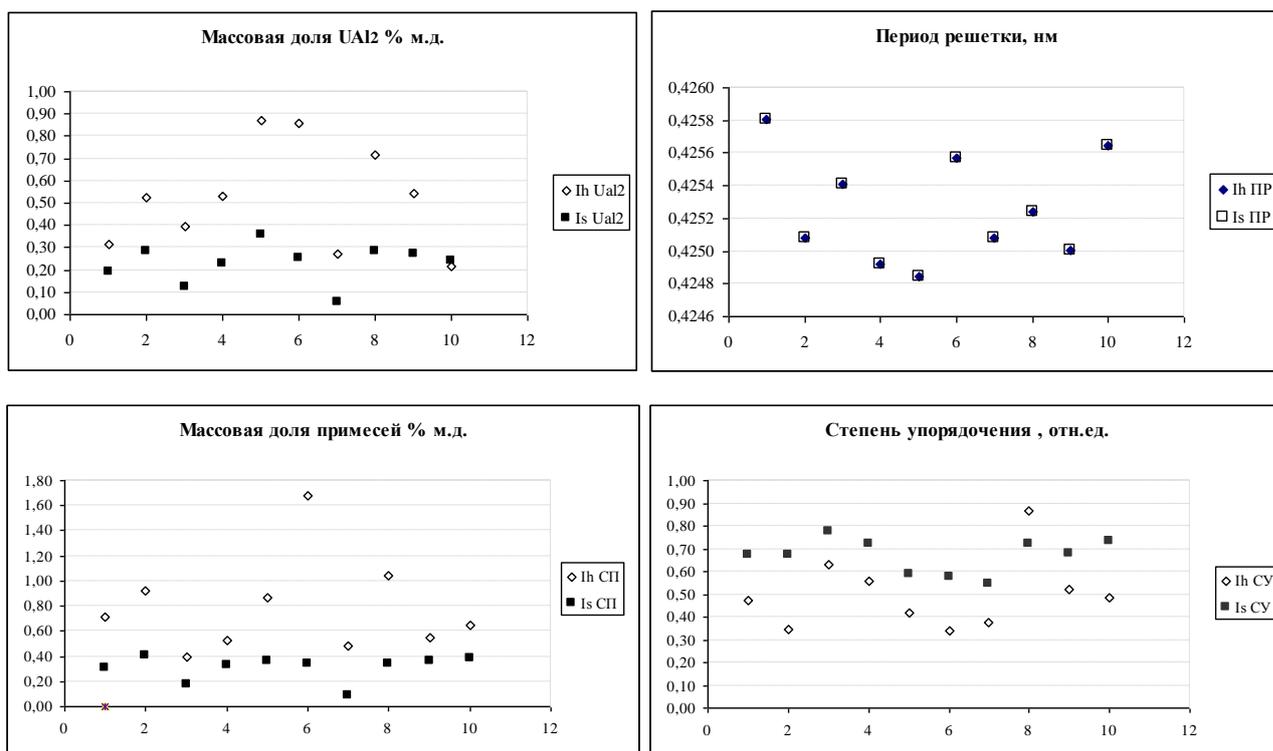


Рисунок 1 – Сравнение рассчитанных контролируемых параметров при использовании I_h и I_s в качестве аналитических сигналов

Оценка случайной составляющей погрешности (ϵ) и характеристики сходимости (σ_{cx}) для измеряемого параметра проводилась с использованием экспериментально-расчетного способа аттестации методики. В этом случае

для определения случайной составляющей погрешности и характеристики сходимости использовались экспериментальные данные, а для установления характеристики неисключенной систематической составляющей погрешности – расчетные.

В результате работы проведены аналитические и метрологические исследования, результаты которых позволили оценить характеристики погрешности методики.

Для каждого контролируемого параметра по результатам обработки статистических данных оценены характеристики сходимости, характеристики неисключенной систематической погрешности и доверительные границы суммарной погрешности методики, установлены нормативы контроля качества измерений.

Методика с установленными характеристиками погрешности позволяет проводить достоверный контроль качества продукции, что подтверждено практическим её применением в ОАО «МСЗ».

Методика оформлена в ранге отраслевой инструкции и внесена в отраслевой реестр аттестованных методик.

3.2 Результаты применения инструментов метрологического обеспечения для снижения уровня перебраковки

В современных условиях к продукции, выпускаемой в атомной отрасли, предъявляются высокие требования, как в области качества, так и надежности. Метрологическое обеспечение контроля качества продукции в отрасли является одним из основных инструментов компонентов позволяющих достигать данные цели. Однако современные реалии также требуют снижение стоимости конечной продукции.

Поэтому перед метрологическими службами предприятий отрасли стоит сложная и важная задача по постоянному улучшению применяемых методов контроля, как с точки зрения стоимости, так и точки зрения точности. Одним из основных методов контроля изделий является неразрушающий вихретоковый (ВТ) контроль.

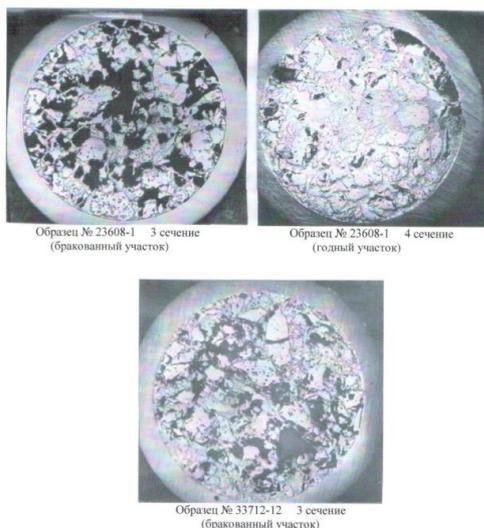
Неразрушающий ВТ контроль характерен отсутствием четко выраженного контролируемого дефекта. Действительно, ВТ контроль основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой (обмоткой) в электропроводящем объекте контроля. Таким образом, передача единицы измерения основана на принципе эквивалентности, т.е. при ВТ контроле приходится настраиваться по

искусственному дефекту эквивалентному по своему воздействию на показания аппаратуры вихретокового контроля (АВК) искусственным дефектам (ИД) определенного типа в стандартном образце (СО). Как правило параметры ИД в СО подобраны эмпирически на основе многочисленных металлографических исследований изделий. С учетом консервативного подхода при контроле и требований к изделиям, перед отраслью стоит вопрос о снижении количества изделий ошибочно признанных браком, при прежних требованиях к достоверности результатов контроля.

ОАО «ВНИИНМ» - Центральная головная организация метрологической службы Госкорпорации «Росатом» совместно с конструкторами и изготовителями твэлов (ОАО «МСЗ») проводит работы по внедрению современных методов неразрушающего ВТ контроля и совершенствования ранее применяемых методов. Это выражается в разработке, аттестации и применению (внедрению при контроле продукции) новых методик контроля.

Разработан и аттестован ряд методик измерения (контроля), основанных как раз на, указанных выше принципах.

Применение, данных методик, позволило, не только сохранить достоверность контроля на заданном уровне $R_{обн} \geq 0,95$, но и снизить более чем в два раза количество изделий ошибочно признанных браком, что подтверждается многочисленными металлографическими исследованиями, тем самым достигая заданных требований современных условий производства.



3.3 Метрологическое обеспечение разработки и производства смешанного нитридного уран-плутониевого топлива в рамках реализации проекта «Прорыв»

В 2011 году стартовал проект «Прорыв», консолидирующий проекты по разработке реакторов большой мощности на быстрых нейтронах, технологий замкнутого ядерного топливного цикла, а также новых видов топлива и материалов и ориентированный на достижение нового качества ядерной энергетики.

Цель проекта – создание ядерно-энергетического комплекса, включающего в себя АЭС с реакторами на быстрых нейтронах, производства по регенерации (переработке) и рефабрикации ядерного топлива, подготовке всех видов РАО к окончательному удалению из технологического цикла.



В результате работы была проведена:

- разработка и аттестация методик масс-спектрометрического определения массовой доли урана и плутония в СНУП-топливе;
- разработка и аттестация методики определения массовой доли хлора в двуокиси плутония, нитриде урана и СНУП-топливе;
- определение массовых долей примесных элементов в нитриде урана и в смешанном нитридном топливе;
- определение массовых долей азота, кислорода и углерода на анализаторах фирмы «LECO» в нитриде урана и в смешанном нитридном топливе;
- определение массовых долей примесей в гелии под оболочкой твэла;

- определение показателей качества таблетки (плотности методом гидростатического взвешивания, среднего условного размера зерна (UN и (UPu)N);

- Подготовка к разработке отраслевых стандартных образцов (ОСО) состава смешанного уран-плутониевого нитридного топлива, аттестованных на содержание азота, кислорода, углерода и хлора.