

МЕТРОЛОГИЧНО ОСИГУРЯВАНЕ ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОБЩА АЛФА И БЕТА-АКТИВНОСТ

Нели Иванова

“АЕЦ Козлодуй” ЕАД”, e-mail: nsivanova2@npp.bg

Резюме: В доклада са представени основните задачи на метрологичното осигуряване при определяне на обща алфа и бета активност в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД, дейностите, които се извършват за да се осигури очакваното високо качество в тази област и съответствието с националните и международни изисквания. Докладът се основава на натрупания дългогодишен опит от Лаборатория “Измерване на йонизиращи лъчения” към отдел “Метрологично осигуряване” в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД.

Ключови думи: метрологично осигуряване, метрология, калибриране, проверка.

1. Въведение

Измерване на йонизиращи лъчения се извършва в много области от производствените и контролни дейности, осъществявани в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД, като особено важно значение тези измервания имат в областта на радиационната защита.

Измерванията на йонизиращи лъчения се извършват с цел :

- радиационна защита на персонала, работещ в среда на йонизиращи лъчения - индивидуален дозиметричен контрол, контрол на радиационната обстановка в помещения и работни места, контрол на повърхностното замърсяване;
- опазване на околната среда - контрол на радионуклидния състав и съдържанието на радионуклиди в отпадни въздух и води;
- контрол на технологичните измервания - контролира се количеството радиоактивни вещества, получавани при производството на електрическа енергия, за да се ограничат възможностите за тяхното разпространяване.

Контролът на радиоактивното замърсяване по метода на определяне на обща алфа/бета активност се извършва в съответствие с инструкциите за експлоатация на съответните звена в АЕЦ “Козлодуй” в следните случаи:

- Контрол на концентрация на бета-активни радионуклиди в технологични води от АЕЦ;
- Контрол на концентрация на радиоактивни аерозоли и радиоактивни изотопи на йода в газова форма във въздуха от обслужвани помещения в контролираната зона (КЗ), на входа и изхода на вентилационните системи в КЗ и изхвърлянията през вентилационните тръби;
- Контрол на нефиксирано повърхностно

замърсяване на повърхности в помещения, предмети и оборудване в КЗ

2. Цел на метрологичното осигуряване

За да се осигури очакваното високо качество и достоверност на резултатите при определяне на обща алфа/бета активност и съответствие с националните и международни изисквания в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД се извършват дейности по метрологично осигуряване на измервателната апаратура

Метрологичното осигуряване (МО) на измервателната апаратура в област радиационна защита в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД се осъществява от лаборатория “Измерване на йонизиращи лъчения” (ИЙЛ)

Лабораторията е с персонал 9 човека и е от състава на отдел “Метрологично осигуряване”. Лабораторията е отговорна за метрологичното осигуряване на средствата за измерване на йонизиращи лъчения, използвани предимно за оперативен радиационен мониторинг на радиационната обстановка в контролираната и надзираваната зони, което определя развитието в следните направления:

- Поддържане и развитие на еталонната база;
- Организация и осъществяване на метрологичния контрол на измервателна апаратура;
- Внедряване на международни норми и стандарти;
- Доказване на компетентността на лабораторията;
- Обучение и квалификация на персонала.

Метрологичното осигуряване при измерване на йонизиращи лъчения в АЕЦ извършвано от лаборатория ИЙЛ е важна предпоставка за спазването на:

- принципа ALARA;
- технологичния регламент;
- нормите по радиационна защита;
- нормативните изисквания за радиоактивни изхвърляния в околната среда;
- нормите за дозово натоварване на персонала, работещ в среда на йонизиращи лъчения;
- Законът за измерванията (ЗИ).

Схема на структурата на МО при измерване на йонизиращи лъчения в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД е представена на Фигура 1.

3. Обхват

Метрологичното осигуряване при определяне на обща алфа/бета активност включва следните основни дейности:

- Метрологична проверка на измервателната апаратура;
- Калибриране на измервателната апаратура;
- Контрол на качеството на измерванията.

4. Проверка на измервателната апаратура

Проверката дава гаранция за коректни измервания с дадена измервателна апаратура в съответствие с изискванията за предвидената му употреба в рамките на определен период от време. По тази причина може да се смята, че проверката

е сериозна мярка за осигуряване на изискващото се качество на измерванията.

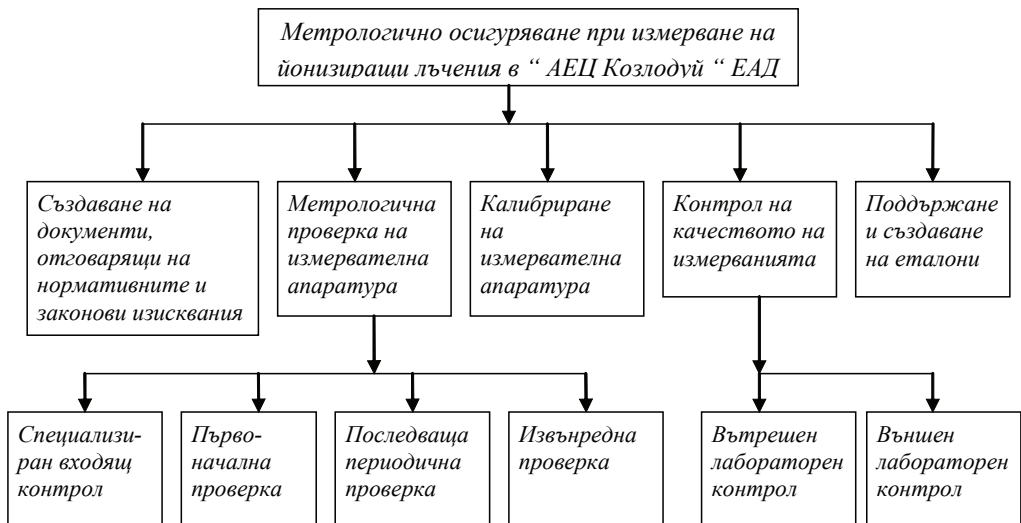
В зависимост от целите и изискванията, които са поставени се извършват следните метрологични проверки:

- Проверка при специализиран входящ контрол;
- Първоначална проверка;
- Последваща периодична проверка;
- Извънредна проверка.

Метрологичните проверки на апаратура за определяне на обща алфа/бета активност се извършват в съответствие с утвърдени по установения ред документи, разработени от лаборатория ИЙЛ, отговарящи на нормативните и законови изисквания. Резултатите от тези дейности се документират съгласно изискванията на вътрешни инструкции, които регламентират дейността.

4.1. Проверка при специализиран входящ контрол

Проверка при специализиран входящ контрол се извършва на новозакупена измервателна апаратура при доставката, след привеждането и в работно състояние, преди въвеждането и в експлоатация. Целта е да се потвърдят стойностите на метрологичните характеристики на апаратурата, декларирани от производителя и съответствието им с нормативните изисквания и изискванията поставени от експлоатиращото звено. Тази проверка



Фиг. 1

удостоверява до колко новозакупената апаратура ще е в състояние да изпълнява качествено дадени измервания.

4.2. Първоначална проверка

Първоначална проверка се извършва на нова измервателна апаратура, в лаборатория ИЙЛ и/или на мястото на експлоатация, след привеждането и в работно състояние. Целта е да се изследват метрологичните характеристики, посочени в документацията, да се установят постигнатите стойности при въвеждането в експлоатация на апаратурата и да се определят допустими граници .

4.3. Последваща периодична проверка

Последваща периодична проверка се извършва на измервателна апаратура в експлоатация, на която е извършена първоначална проверка. Целта на проверката е да се гарантира, че апаратурата е изправна, добре настроена и метрологичните и характеристики са в допустими граници.

Проверката се извършва планово - по график.

Операциите при извършване на метрологична проверка са:

- Външен оглед и функционална проверка;
- Проверка на собствения фон;
- Проверка на ефективността на регистрацията на йонизиращи лъчения
- Проверка на линейност на регистрацията в обхвата на измерване;
- Определяне грешката на измерване;
- Проверка зависимостта на ефективността на регистрацията от максималната енергия на бета лъчението в обхвата 150 keV – 2,3 MeV;
- Проверка на възпроизводимостта на ефективността на регистрацията с контролен източник.

При несъответствие на получените резултати с условията за годност се предприемат действия по ремонт и/или прекалибриране на апаратурата.

4.4. Извънредна проверка

Извънредна проверка се извършва на измервателна апаратура в експлоатация, на която е извършена периодична проверка. Проверката се извършва в междупроверовъчния интервал, извънредно – след ремонт или при съмнение за отклонения в метрологичните характеристики

Извънредната проверка освен качествена, може да дава и количествена оценка, удостоверяваща доколко конкретната измервателна апаратура изпълнява предназначението и дали е приложима за извършване на дадено измерване

5. Калибриране на измервателна апаратура

Калибрирането е важна дейност от МО при измервания на алфа/бета активност. При извършване на калибриране се изискват солидни познания относно специфичността на измерването, неговото провеждане и оценяване на резултатите.

Измервателната апаратура, подлежаща на калибриране в повечето случаи не е типова, а е подбрана така, че с нея да може да се постигне точно определена цел. За разлика от проверката, калибрирането дава количествена оценка, която показва до колко определената цел е осъществима с дадена апаратура при използването на конкретен метод за измерване.

Калибрирането се извършва от обучени специалисти, които познават добре:

- измервателната апаратура;
- методиките за калибриране;
- използвания софтуер.

Случаите при които се извършва калибриране са следните :

- при нова апаратура;
- след ремонт на апаратурата;
- периодично в съответствие с работните документи на звената собственици;
- след незадоволителен резултат от проверка на основна грешка и контролни показания;
- при установени от вътрешния лабораторен контрол отклонения от изискванията относно параметрите и процесите.

Основните параметри на измервателната апаратура, които се определят при калибрирането са ефективност на регистриране с разширена неопределеност и минимално детектируема активност, за всяка геометрия на измерване при определени условия.

Извършваните операции при провеждане на калибрирането, за всяка геометрия на измерване, са:

- Подготовка за извършване на калибриране;
- Външен оглед и функционална проверка;
- Проверка на техническите параметри на апаратурата;
- Извършване на калибриране:
- Измерване на фон;
- Определяне ефективността на регистрацията;
- Пресмятане на калибровъчен коефициент;
- Оценка на разширената неопределеност на ефективността на регистрацията;
- Определяне на МДА;
- Установяване на интервала от допустими

стойности на собствения фон на апаратурата;

- Привързване на резултатите от калибриране към показанията на контролен източник.

Дейностите при калибрирането се извършват в съответствие с методики за калибриране, изготвени от производителя на апаратурата или лаборатория ИЙЛ.

Резултатите от калибрирането се представят в свидетелство за калибриране и/или протокол от калибриране в съответствие с изискванията на инструкциите.

6. Контрол на качеството при определяне на обща алфа/бета активност

За гарантиране качеството на резултатите от измерване при определяне на обща алфа/бета активност в междуроверовъчния интервал, се извършват два вида контрол на качеството:

- Вътрешен лабораторен контрол;
- Външен лабораторен контрол.

6.1. Вътрешен лабораторен контрол

С вътрешният лабораторен контрол се контролира стабилността на работа на апаратурата. Контролът обхваща параметрите и процесите, които влияят непосредствено върху резултата от измерването:

- собствен фон на измервателната апаратура;
- възпроизводимост на ефективността на регистриране с контролен източник;
- характеристики на платото на детектора;
- точност на измерване.

Вътрешният лабораторен контрол се извършва периодично от специалисти в звената, определящи обща алфа/бета активност.

Конкретни изисквания относно вътрешния лабораторен контрол се регламентират с инструкции, разработени от лабораториите, извършващи тези измервания. В тях задължително се определя:

- редът за извършване и периодичността на вътрешния лабораторен контрол;
- критериите за удовлетворителни/неудовлетворителни резултати от контрола;
- класификация на възможните причини за неудовлетворителни резултати;
- коригиращи мерки за отстраняване на възможните причини за неудовлетворителни резултати.

Измерванията за вътрешен лабораторен контрол се извършват с едни и същи източници в една и съща измервателна геометрия.

Провеждането на вътрешния лабораторен контрол се документира от лабораториите, определящи обща алфа/бета активност.

6.2. Външен лабораторен контрол

С външният лабораторен контрол се извършва контрол на качеството на целия измерителен процес. Провежда се по метода на слепите проби и има особено важна роля при метрологичното осигуряване на измерванията на активност

Външният контрол се организира и провежда от лаборатория ИЙЛ и има за цел:

- определяне грешката при измерване на определен вид проби;
- отстраняване на възможните систематични грешки, които се допускат при обработването и измерването на пробата;
- доказване компетентността на съответната лаборатория.

Организацията на външния контрол включва:

- изготвяне на “сляпата” проба и издаване на свидетелство от лаборатория ИЙЛ;
- предаване на пробата на контролираната лаборатория;
- измерване на “сляпата” проба от контролираната лаборатория;
- отчитане на резултатите от измерването;
- оценяване грешката на измерването и документиране на резултатите.

Отчитането на резултатите от измерването на “сляпата” проба от контролираната лаборатория се извършва с протокол.

Лаборатория ИЙЛ извършва дейностите по външния контрол, оценява грешката на измерване и документира резултатите.

При незадоволителен резултат от външния контрол се изготвя предписание към контролираната лаборатория, което съдържа:

- анализ на отчетения резултат;
- анализ на възможните причини;
- предложение за коригиращи мерки;
- срокове за изпълнение.

7. Използвани източници на йонизиращи лъчения при дейности МО

За извършване на дейностите по проверка, калибриране и контрол на качеството на измервателната апаратура, лаборатория ИЙЛ поддържа следните еталони:

- еталонни радиоактивни източници;
- сертифицирани стандартни образци;
- контролни радиоактивни източници.

Към източниците се поставят редица изисквания, в зависимост от дейността, която ще се извършва с тях.

7.1. Изисквания към еталонните радиоактивни източници, използвани за проверка

За целите на проверката се използват еталонни радиоактивни източници, отговарящи на следните изисквания:

- да съдържат само един радионуклид;
- ако използвания радионуклид има дъщерни продукти, то тогава всички съставлящи трябва да са в равновесие;
- радиоактивното вещество да е добре фиксирано и равномерно разпределено, за да се осигури добра възпроизводимост при измерване;
- активността или външното лъчение на контролния източник да са подбрани така, че при измерване за подходящ интервал от време статистическата неопределеност на броя импулси да не надвишава 2 %;
- геометричните размери да отговарят на възможностите на държача и геометрията на измерване;
- да бъде осигурено разнообразие от бета нуклиди в обхвата 150 keV – 2,3 MeV.

Лаборатория ИЙЛ поддържа голямо разнообразие от еталони отговарящи на тези изисквания, които са необходими за осигуряване на дейностите по проверката.

7.2. Изисквания към еталонните радиоактивни източници, използвани за калибриране

Използваните при калибриране радиоактивни източници – еталони за активност трябва да отговарят на следните изисквания:

- точно да възпроизвеждат матрицата на пробите и геометрията на измерване при рутинни измервания;
- да съдържат само един радионуклид;
- радиоактивното вещество да е добре фиксирано и равномерно разпределено;
- неопределеността на активността да не надвишава 3 %;
- да се отчита самоотслабването и разсейването на лъчението в обема и в защитното покритие на източника (при необходимост);
- да бъдат с валидно свидетелство за калибриране.

Еталоните за активност представляват стан-

дартни образци СО (сертифицирани сравнителни материали), чиято геометрия, активност и нуклиден състав зависят от конкретното им предназначение, затова и разнообразието сред тях е сравнително голямо. Видът и броя на необходимите СО се регламентира от методиките за калибриране.

При определяне на обща алфа/бета активност в течни проби е необходимо изследване на зависимостта на ефективността на регистрация и количеството сух остатък, в който алфа и бета лъченията се самопоглъща и разсейва. За изследване на тази зависимост са необходими СО с еднаква геометрия, активност и нуклиден състав, но различна дебелината на слоя на сухия остатък.

Поради свойствата на радиоактивните вещества да се разпадат, СО са с ограничен срок на годност, което налага след изтичане срока на годност на СО, посочен в сертификата:

- да се бракуват и да се заменят с нови;
- да се пресертифицират от институцията, имаща право да извършва тази дейност, с цел удължаване срока им на годност.

Изборът на един от двата варианта зависи от конструкцията на източника, радионуклида, който съдържа и точността, която трябва да се постигне при неговото използване.

7.3. Източници, използвани при вътрешен лабораторен контрол

За целите на вътрешния лабораторен контрол се използват контролни източници, отговарящи на същите изисквания, както източниците използвани за метрологична проверка

Към характеристиките на контролния източник не се прилагат изисквания както за калибровъчен еталонен източник, тъй като се използва за контрол на работоспособността на апаратурата преди измерване.

Допуска се измервателната геометрия на контролните източници да е различна от измервателната геометрията на еталонните източници и измерваните проби.

8. Заключение

Лаборатория ИЙЛ към “АЕЦ Козлодуй” ЕАД отговаря за метрологичното осигуряване на голям брой измервания и средства за измерване в промишлената и законовата метрология. Принципите и методите на метрологично осигуряване, които се прилагат от лабораторията отговарят на съвременните международни и национални тенденции за развитие на метрологичното осигуряване.

Действащият Закон за измерванията, изготвен в съответствие с изискванията за хармонизиране на законодателството на РБългария със законодателството на Европейския съюз, изисква:

- Метрологичното осигуряване на технологичните измервания да бъде задължение и отговорност на отделните ведомства.
- Поддържането и развитието на еталонна и материална база също е задължение и отговорност на ведомствата.

По този начин се засилва отговорността на отделните звена за осигуряване качеството на измерванията. В случая на измерване на йонизиращи лъчения – отговорността за екологично и безопасно производство на електрическа енергия с основно внимание опазване здравето на хората.

Затова лаборатория ИЙЛ е насочила усилията си към метрологичното осигуряване на технологичните измервания: създаване на програми за осигуряване качеството на отделните измервания, калибриране на средства за измерване, подобряване и развитие на еталонната база, подобряване качеството на метрологичните

проверки, изготвяне на методики за измерване, входящ контрол и др.

9. Литература

- [1] Закон за измерванията;
- [2] Quality control procedures applied to nuclear instruments, IAEA, VIENNA, 2008 ;
- [3] CEI IEC 62089. Nuclear instrumentation. Calibration and usage of alpha/beta proportional counters;
- [4] Measurement good practice guide No. 29. The examination, testing and calibration of installed radiation protection instruments;
- [5] Практическа метрология на ядрените лъчения, Манушев Б., “Тита-Консулт” ООД, София 2001 г.;

Данни за автора:

Нели Симеонова Иванова, маг. инж., специалност „Електроника и микроелектроника”, ТУ Варна 1994 г., Отдел „Метрологично осигуряване”, експерт-метролог лаборатория “Измерване на йонизиращи лъчения”.

METROLOGY ASSURANCE OF DETERMINING GROSS ALPHA AND BETA ACTIVITY IN KOZLODUY NPP PLC.

N. Ivanova

Kozloduy NPP, e-mail: nsivanova2@npp.bg

Abstract: The main goals of metrological assurance of determining gross alpha and beta activity in Kozloduy NPP Plc. have been presented. The relevant activities, performed to achieve expected high quality of measurements in this area and their compliance with national and international regulations have been described. This report is based on the long experience of “Ionizing Radiation Measurements” Laboratory, Department of Metrology.

Key-Words: - metrology assurance, metrology, calibration, verification.

References:

- [1] Zakon za izmervaniyata;
- [2] Quality control procedures applied to nuclear instruments, IAEA, VIENNA, 2008 ;
- [3] CEI IEC 62089. Nuclear instrumentation. Calibration and usage of alpha/beta proportional counters;
- [4] Measurement good practice guide No. 29. The examination, testing and calibration of installed radiation protection instruments;
- [5] Prakticheska metrologiya na yadrenite lacheniya, Manushev, B, “Theta-Consult” Ltd, Sofia 2001 г.;

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ АЛЬФА И БЕТА АКТИВНОСТИ

Нели Иванова

“АЕЦ Козлодуй” ЕАД”, e-mail: nsivanova2@npp.bg

Резюме: В докладе представлены основные задачи метрологического обеспечения при определении суммарной альфа и бета активности в АЭС «Козлодуй» ЕАО, мероприятия, проводимые в целях обеспечения высокого качества в этой области и соответствие с национальными и международными требованиями. Доклад основан на обширном опыте, полученном в лаборатории "Измерение ионизирующих излучений" в отделе "Метрологическое обеспечение" в АЭС «Козлодуй» ЕАО.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, метрология, калибровка, поверка.