

**РЪКОВОДСТВА
ЗА БЕЗОПАСНОСТ
ПО ПРИЛАГАНЕ НА
НОРМАТИВНИТЕ ИЗИСКВАНИЯ**



РЪКОВОДСТВО



**ПРИЛАГАНЕ НА ИЗИСКВАНИЯТА ЗА БЕЗОПАСЕН ПРЕВОЗ НА
РАДИОАКТИВНИ МАТЕРИАЛИ**

PP - 19/2018



**АГЕНЦИЯ ЗА ЯДРЕНО РЕГУЛИРАНЕ
BULGARIAN NUCLEAR REGULATORY AGENCY**



СЪДЪРЖАНИЕ

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
ЦЕЛ.....	3
ОБХВАТ.....	3
2. ОБЩИ РАЗПОРЕДБИ ЗА БЕЗОПАСЕН ПРЕВОЗ НА РАДИОАКТИВНИ МАТЕРИАЛИ (РАМ) 4	4
РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА.....	4
АВАРИЙНО ПЛАНИРАНЕ И АВАРИЙНО РЕАГИРАНЕ.....	6
СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ ПРИ ПРЕВОЗ НА РАМ.....	7
УПРАВЛЕНИЕ НА НЕСЪОТВЕТСТВИЯТА ПРИ ПРЕВОЗ НА РАМ.....	9
НЕСТАНДАРТНИ СЛУЧАИ ПРИ ПРЕВОЗ НА РАМ.....	9
ОБУЧЕНИЕ И ИНФОРМИРАНЕ НА ЛИЦАТА, УЧАСТВАЩИ В ПРЕВОЗ НА РАМ.....	10
3. ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ОТНОШЕНИЕ НА АКТИВНОСТТА И СПЕЦИФИЧНАТА АКТИВНОСТ ПРИ ПРЕВОЗ НА РАМ.....	11
ДОПУСТИМИ АКТИВНОСТИ ЗА РАЗЛИЧНИТЕ РАДИОНУКЛИДИ ПРИ ПРЕВОЗ НА РАМ.....	11
КЛАСИФИКАЦИЯ НА РАМ.....	14
КЛАСИФИКАЦИЯ НА ОПАКОВКИТЕ, ПРЕДВИДЕНИ ЗА ПРЕВОЗ НА РАМ.....	21
4. ИЗИСКВАНИЯ КЪМ РАМ, ОПАКОВКИТЕ И ОПАКОВЪЧНИТЕ КОМПЛЕКТИ ПРИ АВТОМОБИЛЕН, ЖЕЛЕЗОПЪТЕН И ВЪЗДУШЕН ПРЕВОЗ И ПРИ ПРЕВОЗ ПО ВОДНИ ПЪТИЩА.....	36
ОБЩИ ИЗИСКВАНИЯ ПРЕДИ ПЪРВИЯ ПРЕВОЗ И ПРИ ВСЕКИ СЛЕДВАЩ ПРЕВОЗ НА РАМ.....	36
ПРЕВОЗ НА ДРУГИ МАТЕРИАЛИ ЕДНОВРЕМЕННО С РАМ.....	38
ДРУГИ ОПАСНИ СВОЙСТВА НА СЪДЪРЖАНИЕТО (ТОВАРИТЕ).....	38
ИЗИСКВАНИЯ И КОНТРОЛ ПРИ РАДИОАКТИВНО ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ОПАКОВКИ И ПРИ ОПАКОВКИ С ТЕЧ.....	39
ИЗИСКВАНИЯ И КОНТРОЛ ПРИ ПРЕВОЗ НА ОСВОБОДЕНИ ОПАКОВКИ, МАТЕРИАЛИ С НИСКА СПЕЦИФИЧНА АКТИВНОСТ И МАТЕРИАЛИ С ПОВЪРХНОСТНО РАДИОАКТИВНО ЗАМЪРСЯВАНЕ В ИНДУСТРИАЛНИ ОПАКОВКИ ИЛИ НЕОПАКОВАНИ.....	41
5. ИЗПИТВАНИЯ И ТЕСТОВИ ПРОЦЕДУРИ НА РАМ И ОПАКОВКИ.....	44
ДЕМОНСТРИРАНЕ НА СЪОТВЕТСТВИЕ.....	44
ТЕСТОВЕ ЗА ОСОБЕН ВИД РАДИОАКТИВНО ВЕЩЕСТВО (РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ В СПЕЦИАЛНА ФОРМА).....	48
ТЕСТОВЕ ЗА СЛАБО ДИСПЕРГИРАЩИ СЕ РАДИОАКТИВНИ ВЕЩЕСТВА (СДРВ).....	50
ТЕСТОВЕ ЗА ОПАКОВКИ.....	51
6. СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА.....	51
7. НОРМАТИВНИ ДОКУМЕНТИ И ЛИТЕРАТУРА.....	52
ДЕЙСТВАЩОТО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО ЗА БЕЗОПАСЕН ПРЕВОЗ НА РАДИОАКТИВНИ МАТЕРИАЛИ:.....	52
ЕВРОПЕЙСКИ ДИРЕКТИВИ:.....	52
ПУБЛИКАЦИИ НА МААЕ:.....	52
ДРУГИ:.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ № 1.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ № 2.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ №3.....	67



1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

ЦЕЛ

1.1. Ръководството е предназначено за юридически и физически лица, които ще извършват или извършват превози на радиоактивни материали.

1.2. Целта е:

- да се подпомогнат заинтересованите лица (заявители, лицензианти, титуляри на разрешения, товароизпращачи, превозвачи, товарополучатели) за адекватно прилагане на нормативните изисквания за безопасен превоз на РАМ и на процедурите за издаване на лицензии и разрешения за превоз на РАМ, в съответствие със ЗБИЯЕ;
- да се детайлизират и разяснят в най-достъпна форма изискванията на Наредбата за условията и реда за извършване на превоз на радиоактивни вещества (ДВ, бр. 60 от 2005 г.) и препоръките на МААЕ за безопасен превоз на РАМ, дадени в публикация № SSR-6 “Regulation for the safe transport of RAM” (IAEA, 2012 г.);
- да се специфицират начините и подхода за правилно прилагане на нормативните изисквания за безопасен превоз на РАМ и осигуряване на радиационна защита във всеки един от случаите, които са предмет на Наредбата за условията и реда за извършване на превоз на радиоактивни вещества.

ОБХВАТ

1.3. Ръководството посочва реда и основните изисквания за безопасен превоз на радиоактивни материали и как да се прилагат. То може да служи и като инструмент за инструктори, които да го използват при представянето на теми, свързани с правилата по логичен и разбираем начин. Позволява на читателите да се информират за правилата за безопасен транспорт на радиоактивни материали и как те следва да се прилагат. Ръководството предвижда още една възможност за читателите да го използват след това, за да се гарантира тяхното разбиране на изискванията на правилата и как нормативните изисквания могат да бъдат прилагани на практика.

1.4. Включени са следните въпроси (теми):

- общи разпоредби за безопасен превоз на радиоактивни материали;
- ограничения по отношение на активността и специфичната активност при превоз на РАМ;
- изисквания към РАМ, опаковките и опаковъчните комплекти при автомобилен, железопътен и въздушен превоз и при превоз по водни пътища;
- изпитвания и тестови процедури на РАМ опаковки;
- изисквания при международен превоз на РАМ.



2. ОБЩИ РАЗПОРЕДБИ ЗА БЕЗОПАСЕН ПРЕВОЗ НА РАДИОАКТИВНИ МАТЕРИАЛИ (РАМ)

РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА

2.1. Индивидуалните дози на участващите в превоза на РАМ трябва да бъдат под съответните граници, съгласно НРЗ. Радиационната защита и безопасност трябва да бъдат оптимизирани така, че индивидуалните дози, броя облъчени хора и вероятността от облъчване да бъдат толкова ниски, колкото е разумно достижимо, като се вземат предвид и социалните и икономически фактори. Оптимизацията на радиационната защита и безопасност изисква да бъдат взети предвид както нормалните, така и потенциалните възможности за облъчване. Нормално облъчване е облъчване, което се очаква да бъде получено при рутинни и нормални условия на транспортиране, както е определено в Наредбата за условията и реда за извършване на превоз на радиоактивни вещества [2]. Потенциално облъчване е облъчване, което не се очаква да бъде получено със сигурност, но може да е резултат от злополука, от дадено събитие или поредица от събития с вероятностен характер, включително повреда на оборудване и/или операторски грешки.

2.2. Радиационната защита при превоз на радиоактивни материали се осигурява въз основа на програми за радиационна защита. Естеството и обхвата на мерките включени в програмата трябва да съответстват/отговарят на големината на дозата и вероятността на радиационното облъчване. Програмата за радиационна защита трябва да се предостави за проверка от регулатора при поискване.

2.3. Програмата за радиационна защита трябва да отговаря на следните изисквания:

2.4. практиките трябва да произведат достатъчно полза, за да се компенсират вредите, които радиацията може да причини;

2.5. по отношение на всеки отделен източник в рамките на дадена практика, големината на индивидуалните дози, броят на застрашените хора, както и вероятността от облъчване, трябва да се поддържат толкова ниски, колкото е разумно постижимо (ALARA), като се вземат под внимание икономическите и социални фактори;

2.6. индивидуалното облъчване получено от всички източници, подлежащи на контрол, да отговаря на границите на дозата и на риска от потенциално облъчване (доза и ограничения на риска).

2.7. Системата за радиационна защита за отделните практики се дефинира по следния начин: Не се приема/разрешава практика, ако тя не произвежда положителна нетна полза (обосновка на практиката). Всички експозиции трябва да се държат на възможно най-ниско разумно достижимо ниво с отчитане на икономическите и социалните фактори (оптимизация на защитата). За да се контролира риска индивидуалните дози на облъчване в случай на потенциални експозиции не трябва да превишават установените граници на дозата съгласно Наредбата за радиационна защита [3] (индивидуална доза и рискови лимити).

2.8. Определянето на граници на дозите е част от оптимизацията на облъчване при транспортни дейности. Границите на дозите трябва да бъдат свързани с транспорта и като се вземе предвид кумулативното въздействие на облъчването от други източници, свързани с планираните транспортни и съпътстващи транспорта дейности. За работници/служители, участващи само в транспортните дейности, ще бъде разумно да се определят граници на дозите специално за превоза на радиоактивни вещества. В други случаи може да е подходящо за индивидуалните потребители да се включват ограничения на дозите в тяхната ПРЗ, като в този случай обикновено се очакват по-ниски ограничения от ограниченията за чисти транспортни дейности, тъй като "ограничението на дозата за



всеки източник е длъжен да гарантира, че сумата на всички дози за представителния индивид от всички контролирани източници остава в рамките на границите определени за съответния индивид".

2.9. Програмата за радиационна защита е система от мерки, които гарантират здравето и безопасността на персонала и населението при радиационно облъчване. Мерките се предприемат и с цел минимизиране на въздействието върху околната среда. Естеството и обхватът на тези мерки е свързан с големината и вероятността от радиоактивно изхвърляне.

2.10. Целите на ПРЗ (ИРЗ) за превоз на радиоактивни материали са:

- да осигури адекватно/необходимото внимание на мерките за радиационна защита при транспорт;
- да гарантира адекватно прилагане на системата за радиационна защита;
- да повиши културата на безопасност при превоза на радиоактивни материали;
- да осигури измервания, които да гарантират постигането на тези цели.

2.11. ПРЗ (ИРЗ) трябва да включва, доколкото е целесъобразно, следните елементи:

- общи положения;
- разпределение на ролите и отговорностите за изпълнение на програмата;
- оценка на дозите и оптимизация;
- оценка на повърхностно замърсяване;
- разделителни разстояния и други защитни мерки;
- аварийно реагиране;
- обучение;
- система за управление.

2.12. Обхватът на ПРЗ трябва да включва всички аспекти на транспорта. Тъй като вида и степента на мерките, които могат да бъдат прилагани от ПРЗ ще зависи от големината и вероятността за облъчване, трябва да се приложи степенувания подход.

2.13. Трябва да бъдат взети предвид както категорията, така и вида на транспортираната опаковка и радиоактивни материали. За рутинни транспортни дейности, най-важно е външното облъчване, категоризирането дава класификация на степента на облъчване, която може да бъде получена от дадена опаковка. При аварийни условия е важен типа на опаковката (освободена, промишлена, тип А, тип В (U), тип В (M) или тип С). За следните типове опаковки: освободена, промишлена и тип А - не се изисква да издържат на аварии. Аспектите, които трябва да бъдат взети предвид в ПРЗ при превоз на такъв тип опаковки в аварийни ситуации са възможност за теч като резултат от транспорта; аварии в следствие на манипулации; За разлика от тях опаковки тип В (U), В (M) и С се очаква да издържат дори на най-тежки аварии.

2.14. Нивата на външно облъчване за освободени опаковки и промишлени опаковки категория I-Бяла са достатъчно ниски, за да бъде безопасно да се работи с тях без ограничения, и поради това не е нужно да се прави оценка на дозите. Изискванията за радиационна защита могат да бъдат ограничени до запазване на времето на манипулация с тези категории опаковки толкова малко, колкото е разумно постижимо, като може да бъде приложена сегрегация, за избягване продължителен директен контакт на опаковките с лица и други стоки по време на транспорта. За разлика от тях за опаковки категории II- и III-ЖЪЛТА се налага оценка на дозовото натоварване, поради което в ПРЗ трябва да се обърне внимание на сегрегацията, дозовите граници, ограниченията, както и оптимизацията на РЗ при превозът на опаковки от тези категории.



2.15. ПРЗ най-добре ще бъде изготвена чрез съвместните усилия на всички участници (изпращачи, превозвачи и получатели) ангажирани в транспорта на радиоактивни материали. Изпращачите и получателите обикновено трябва да имат подходяща ПРЗ свързана с работата на тяхното съоръжение. Ролята и отговорностите на различните страни и лица, участващи в изпълнението на ПРЗ трябва да бъдат ясно идентифицирани и описани, като се избягва припокриването на отговорности. В зависимост от големината и вероятността от радиоактивно облъчване, цялата отговорност за прилагане и изпълнение на ПРЗ може да се причисли към служителя по безопасността, или сертифициран от съответните компетентни органи "квалифициран експерт" по радиационна защита.

2.16. В НРЗ [3] е поставено ограничение на ефективната доза за лице от населението от 1 mSv за една година, и за работниците на 20 mSv за всяка отделна година. Специфичните дозови граници като: граници по отношение на годишните еквивалентни дози за очната леща, кожата, дланите, подлакътниците на ръцете, стъпалата и глезените и дозовите граници за ученици и бременни жени също са изложени в НРЗ. Тези граници се прилагат за облъчванията, дължащи се на всички практики, с изключение на медицински облъчвания и на облъчвания от определени природни източници.

2.17. В резултат има три категории за мониторинг и оценка на радиационните дози.

2.18. Първата категория се отнася за диапазон на дозата, когато почти не се налага оценка и контрол на дозите. Горната граница на този диапазон е 1 mSv за една година, която беше избрана да съвпада с границата на дозата за лице от населението. За тази категория, където може да се докаже, че дозите за работници е най-малко вероятно да надвишават 1 mSv за една година, не се изискват специални модели на работа, подробен мониторинг, програми за оценка на дозите или индивидуално съхранение на документацията.

2.19. Втората категория има горна граница на получената доза 6 mSv за една година, което е 3/10 от границата на ефективната доза за работниците (осреднено за пет последователни години). Това ниво представлява разумна разделителна линия между условията, при които е малко вероятно да се превишат дозовите граници, и условията, при които може да се доближим до границите на дозите.

2.20. Третата категория е за всяка дейност (практика), при която е вероятно да се надхвърли 6 mSv годишно, горната стойност на категория две. Трябва да се обърне внимание на вероятността и големината на потенциалните облъчвания.

АВАРИЙНО ПЛАНИРАНЕ И АВАРИЙНО РЕАГИРАНЕ

2.21. Когато се спазват изискванията, установени в Наредбата за транспорт [2] относно конструкцията на опаковката, задълженията и отговорностите на изпращача, превозвача и получателя, се осигурява високо ниво на безопасност при превоза на радиоактивни материали. Въпреки това винаги има възможност за инциденти свързани с тези опаковки. Необходими са предварително планиране и подготовка за осигуряване на достатъчно ефективни и безопасни действия в случай на подобни инциденти. Действията, в повечето случаи, ще бъдат подобни на действията, предприемани при радиационни аварии на мястото на фиксирани съоръжения. Това налага съответните национални или международни организации да установят процедури при спешни случаи, както и че тези процедури трябва да се следват в случай на пътно-транспортно произшествие с участието на радиоактивни материали.

2.22. Радиоактивността не е единствен потенциален риск, произтичащ от съдържанието на опаковка с радиоактивни материали. Съществуват и други рискове, включително пиррофорност, корозивен или окислителен потенциал; или, ако бъде освободено, съдържанието може да реагира с околната среда (въздух, вода и т.н.), и да се получат на



свой ред други опасни вещества. Съгласно чл. 7 (2) на Наредбата за превоз [2] аварийните планове определят мерките при всички възможни аварии по време на превоз, включително при допълнителен риск от образуването на други опасни вещества при взаимодействие на съдържанието на товара със заобикалящата го среда, така че да се гарантира безопасността и правилната реакция при химически (т.е. не-радиационни) опасности. Специално внимание се обръща на урановия хексафлуорид, поради неговата склонност да реагира, при определени условия, както с влагата от въздуха така и с вода, в резултат на което се получават флуороводород (HF) и уранил флуорид (UO₂F₂).

2.23. При нарушаване на опаковката по време на превоз е възможно въздух и/или вода да достигнат и да реагират химически с радиоактивните материали. При тези химични реакции могат да се образуват опасни за хората и околната среда основи, киселини или токсични вещества. Този проблем трябва да се вземе предвид при конструкцията на опаковката и в процедурите за реагиране при аварийни ситуации (аварийния план), за да се намалят последствията от такива реакции (взаимодействия). При разработването на аварийния план трябва да се обърне внимание на количествата вещества, участващи в реакциите, кинетиката на възможната реакция, да се добавят вещества, които да подобрят ефектите на реакционните продукти (самогасене, самостоятелно запусване, неразтворимост, и т.н.) и възможността за концентриране или разреждане в рамките на околната среда.

2.24. Аварийните планове се разработват съгласно изискванията на Наредбата за аварийно планиране и аварийна готовност при ядрена и радиационна авария.

СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ ПРИ ПРЕВОЗ НА РАМ

2.25. Системата за управление се основава (базира) на приетите от регулатора международни и национални стандарти в областта на дадена дейност (в частност превоз на РАМ) и е предназначена да гарантира, че всички условия посочени в тези стандарти са изпълнени. За целта е необходимо лицензиантът да предостави на регулатора необходимите сертификати, доказващи изпълнението на съответните стандарти.

2.26. Всяка систематична оценка и документиране на изпълнението, спрямо подходящ стандарт, е форма на система за управление. Дисциплинираният подход към всички действия, които влияят на качеството, включително, когато е уместно, и проверка на задоволителни резултати и/или прилагане на подходящи коригиращи действия, ще допринесе за безопасността на превозите и ще представи доказателства, че е постигнато необходимото качество.

2.27. Разработването и прилагането на системата за управление, съгласно изискванията на Наредбата за превоз [2], трябва да се извършва своевременно, преди започването на транспортните операции.

2.28. Системата за управление следва да обърне внимание на проектирането, производството, тестването, документацията, използването, поддръжката и проверката на всички радиоактивни материали, опаковки за транспорт и транзитни складови дейности. Производителят, изпращача или потребителят трябва да бъдат подготвени да докажат, че производствените методи и използваните материали, са в съответствие с утвърдените спецификации за проектиране, както и че всички опаковки се проверяват периодично и ако е необходимо, се поправят своевременно и поддържат в добро състояние, така че те продължават да отговарят на всички съответни изисквания и спецификации, дори и след многократна употреба.

2.29. Система за управление по международен стандарт, като например ISO 9001 и сертифицирана от акредитирана агенция може да бъде приемлива за изпълнение на изискванията на Наредбата (2)



2.30. Осигуряване на съответствие с нормативните изисквания

2.31. Съгласно Наредбата за транспорт [15], терминът "осигуряване на съответствие" означава система от мерки, които се прилагат от компетентен орган, с цел гарантиране изпълнението на разпоредбите/изискванията на Наредбата за транспорта [2] в дадена практика.

2.32. Примери за съответствия са:

- използвани са подходящи и здрави опаковки.
- активността на радиоактивния материал във всяка опаковка не надвишава определените граници на активност на този материал и този тип опаковка.
- външното облъчване и замърсяването на повърхностите на опаковките не превишават определените граници.
- опаковките са правилно маркирани и етикетирани и имат целият необходим набор от транспортни документи.
- броят на превозваните опаковки, съдържащи радиоактивни материали, е в рамките на нормативните ограничения.
- опаковките с радиоактивни материали се поставят в транспортните средства на безопасно разстояние от лица (водача на превозното средство) и от фоточувствителни материали.
- само тествани подемни устройства, са били използвани при товарене, транспортиране и разтоварване на опаковките с радиоактивни материали.
- опаковките с радиоактивни материали са правилно закрепени по време на транспортирането.
- само обучен персонал манипулира с опаковките радиоактивни материали по време на транспортните операции, включително и водачите на превозни средства, които могат също да участват в товаро/разтоварните дейности.

2.33. Основните цели на системата за осигуряване на съответствията са:

- да се осигури независима проверка на спазването на нормативните изисквания от страна на притежателите на лицензия или разрешение за превоз на РАМ;
- да предостави обратна информация в процеса на регулиране, като основа за подобряване на Наредбата за транспорт [2] и Програмата за осигуряване на съответствията.

2.34. Една ефективна програма/система за осигуряване на съответствията трябва, като минимум, да включва мерки, свързани с:

- преглед и оценка, включително и издаването на сертификати за утвърждаване;
- инспекция и правоприлагане.

2.35. Програмата/ Системата за осигуряване на съответствията може да се реализира само ако нейният обхват и цели са известни на всички, които участват в превоза на радиоактивните материали (т.е. конструктори, производители, изпращачи и превозвачи). Ето защо, програмите/ системите за осигуряване на съответствието, трябва да включват разпоредби за разпространяване на информация. Те трябва да информират потребителите относно начина, по който компетентния орган очаква от тях да спазват правилата за превоз, а също и за нови разработки в областта на нормативните изисквания. Всички заинтересовани страни трябва да използват обучен персонал.

2.36. За да се гарантира адекватността на транспорта на определен вид радиоактивни вещества и конструкцията на опаковките, компетентният орган е длъжен да оцени тези проекти. По този начин, компетентният орган може да гарантира, че проектите отговарят



на нормативните изисквания и че изискванията се прилагат по аналогичен/ един и същи начин от различните потребители.

2.37. Компетентният орган следва да извършва одити и проверки, като част от своята програма/ системата за осигуряване на съответствието, за да се гарантира, че притежателите на лицензии и разрешения отговарят на всички приложими изисквания на нормативната уредба и прилагат системата за управление. Проверките са необходими, за да се идентифицират случаи на несъответствие, което може да наложи или коригиращи действия от страна на лицензианта или прилагането на принудителни мерки от страна на компетентния орган. Основната цел на принудителните мерки, е да се насърчава спазването на Наредбата за превоз [2].

2.38. Тъй като Наредбата за транспорт/ превоз [2] включва изисквания за аварийно планиране при превоз на радиоактивни материали, програмата/ системата за осигуряване на съответствие трябва да включва дейности, свързани с аварийното планиране и готовност когато е необходимо. Тези дейности трябва да бъдат включени и в съответните национални аварийни планове. Компетентен орган трябва също така да гарантира, че изпращачи и превозвачи имат адекватни планове за аварийни ситуации.

2.39. Трябва да се оценява информацията за дозовите натоварвания на персонала и на населението. Необходимо е да бъдат направени проверки, ако се налага от обстоятелствата, например ако настъпят значителни промени в моделите на превоз или когато се въвежда нова технология, свързана с радиоактивен материал. Събирането на необходимата информация може да бъде постигнато чрез комбинация от измервания и математически модели за оценка на дозите. Трябва да се прави преглед и отчет на всички ситуации при транспорт в аварийни условия, в допълнение към тези, които се правят при рутинни/нормални условия.

УПРАВЛЕНИЕ НА НЕСЪОТВЕТСТВИЯТА ПРИ ПРЕВОЗ НА РАМ

2.40. Спазването на стандартите изисквани от Наредбата за безопасен транспорт [15], осигуряват високи нива на безопасност при превоз на радиоактивни материали, когато биват спазвани от изпращача, превозвача, получателя и всяка организация свързана с транспортните дейности на радиоактивни материали.

2.41. Съгласно чл. 309 от Наредбата за безопасен транспорт [15] в случай на несъответствие с някои граници на дозите или граници на радиационно замърсяване изпращача, получателя, превозвача или друга организация, участваща в транспорта, която може да бъде засегната трябва да бъде своевременно предупредена (информирана) от:

- превозвача, в случай че несъответствието е констатирано по време на транспорта;
- получателя, в случай че несъответствието е констатирано при получаване на пратката.

2.42. Превозвачът, изпращачът или получателят трябва:

- да вземат незабавни мерки за намаляване на последиците от несъответствието;
- да разследват причините, обстоятелствата и последиците;
- да информират компетентните органи за причините за несъответствието и превантивните мерки за предотвратяването му в бъдеще.

НЕСТАНДАРТНИ СЛУЧАИ ПРИ ПРЕВОЗ НА РАМ

2.43. Товари (пратки) които не отговарят на някои от нормативните изисквания могат да се превозват само при специални условия. Специалните условия са такива условия, които са утвърдени от компетентния орган и при които е възможно да се превозват товари,



неотговарящи на всички изисквания на наредбата. Специалните условия на превоз трябва да осигурят ниво на безопасност най-малко еквивалентно на нивото на безопасност постигнато при спазване на всички изисквания на нормативната база. Тъй като при тези случаи някои нормативни изисквания не са изпълнени, всеки превоз при специални условия трябва да бъде утвърден от всички компетентни органи, т.е. изисква многостранно утвърждаване.

2.44. Приема се, че при превоза на РАМ могат да възникнат непредвидени ситуации, като например опаковката да получи незначителни щети или по някакъв начин, да не отговаря на всички изисквания на Правилата на МААЕ за транспорт [15], което ще наложи да се предприемат необходимите действия. Когато няма непосредствена опасност за здравето, безопасността или физическата сигурност може да бъде подходящо да се транспортира при специални условия. Специални условия не следва да се прилагат в ситуации за справяне с прояви на несъответствия. Счита се, че процедурите за реагиране при извънредни ситуации и програмите за осигуряване на съответствие предоставят по-добри подходи в случаи на непланирани събития от този вид.

2.45. Превозът на РАМ при специални условия може да се прилага по отношение на превозите, при които отклоненията от стандартните характеристики на конструкцията на опаковката водят до необходимостта от прилагане на компенсаторни мерки за безопасност под формата на по-строги оперативни проверки. Информацията, предоставена в подкрепа на еквивалентни аргументи за безопасност, може да включва количествени данни, където има такива, и може да варира от преценка въз основа на съответен опит до вероятностен анализ на риска.

ОБУЧЕНИЕ И ИНФОРМИРАНЕ НА ЛИЦАТА, УЧАСТВАЩИ В ПРЕВОЗ НА РАМ

2.46. Предоставянето на информация и обучението е неразделна част от всяка една система за радиационна защита. Нивото на преподаване трябва да бъде подходящо за естеството и вида на извършваната работа. Работниците, участващи в превоза на радиоактивни материали, се нуждаят от обучение по отношение на радиационните рискове в работата си и възможностите за свеждане на тези рискове до минимум при всякакви обстоятелства.

2.47. Обучението следва да се отнася до конкретни работни места и задължения, до предприемане на специфични предпазни мерки в случай на авария или да е свързано с употребата на специално оборудване. То трябва да включва обща информация, свързана с естеството на радиационния риск, знания за същността на йонизиращите лъчения, техните ефекти и начините за измерването им. Обучението следва да се разглежда като непрекъснат процес, свързан с работата и трябва да включва първоначално обучение и опреснителни курсове на подходящи интервали от време. Трябва да има периодична проверка на ефективността на обучението.

2.48. Успешното прилагане на разпоредби, отнасящи се до превоза на радиоактивни материали и постигането на техните цели, са силно зависими от разбирането от всички заинтересовани лица на свързаните с тях рискове и детайлното познаване на правилата за транспорт. Това може да бъде постигнато само чрез правилно разработени и поддържани програми за обучение на всички участници в превоза на радиоактивни материали.

2.49. Само лица, преминали необходимото обучение могат да участват в превоза на радиоактивни материали. Работните места, както и свързаните с това задължения и отговорности трябва да бъдат ясно посочени в описанията (документите) на организациите на изпращача, превозвачът и получателят. така че да може да се определи обема и обхвата на необходимото обучение.



2.50. Всяка организация трябва да поддържа актуални програми и планове за обучение на персонала. Данните за проведеното обучение следва да бъдат разгледани или инспектирани периодично от компетентния орган. Основните цели са:

- да се предоставят на регулатора доказателства за съответните квалификации на всички лица, чиито задължения имат отношение към безопасността, и доказателствата за наличието на необходимите разрешения;
- да се предоставят документи, които могат да бъдат използвани при актуализиране на програмата за обучение и прилагане (предприемане) на коригиращи мерки.

3. ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ОТНОШЕНИЕ НА АКТИВНОСТТА И СПЕЦИФИЧНАТА АКТИВНОСТ ПРИ ПРЕВОЗ НА РАМ

ДОПУСТИМИ АКТИВНОСТИ ЗА РАЗЛИЧНИТЕ РАДИОНУКЛИДИ ПРИ ПРЕВОЗ НА РАМ

3.1. Номерата на Организацията на обединените нации (ООН) (UN номерата), всеки от които е свързан с наименованията и описанието на товарите, имат функцията за идентифициране на опасни товари - като единични записи за добре дефинирани вещества или продукти или като общи записи за добре дефинирани групи от вещества или продукти. Номерата на ООН за радиоактивните материали са съгласувани от комитета на експертите за превоз на опасни товари към ООН и от МААЕ. Системата за идентификация чрез номера е за предпочитане пред други форми на идентификация, поради тяхната относителна простота и международното признание. Тази идентификация може да се използва за много цели. Номерата на ООН, които са хармонизирани с другите опасни товари, позволяват бърза и подходяща идентификация на радиоактивните материали в рамките на по-широка транспортна среда на опасни товари. Друг пример за използването на номерата на ООН е като уникална идентификация за начина за реагиране при аварийни ситуации. Всеки номер на ООН може да бъде свързан с уникална таблица за аварийно реагиране, която позволява на първоначално реагиращите да се позоват на нея при отсъствие на специалист. По време на началните етапи на аварията тази предварителна информация може да бъде по-лесно достъпна за по-широка група от неспециалисти.

Гранични стойности на активността на радиоактивните вещества и опаковките

3.2. Наредбата за транспорт [2] налага три ограничения по отношение на активността на радионуклидното съдържание (Приложения № 1 и 2). Тези ограничения са:

- 1) A1 и A2 в ТВq;
- 2) специфична активност в Вq/g за освобождаване на вещества от регулиращ контрол при превоз;
- 3) гранични стойности на активността за освобождаване на товари от регулиращ контрол при превоз в Вq.

3.3. Наредбата за транспорт [2] определя тези граници за често срещаните радионуклиди. Граничните стойности на активността за седемте най-често срещани радионуклиди, свързани с елементите актиний и сребро, са показани в Таблица 2.



РЪКОВОДСТВО
Прилагане на изискванията за безопасен превоз на радиоактивни
материали

3.4. Таблица 2. Гранични стойности на активност за често срещани радионуклиди (Ac и Ag)

Радионуклид (атомен номер)	A1 (ТВq)	A2 (ТВq)	Граници на специфична активност за освобождаване на вещества от регулируещ контрол при превоз (Bq/g)	Граници на активността за освобождаване на товари от регулиращ контрол при превоз (Bq)
Actinium (89)				
Ac-225a	8×10^{-1}	6×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
Ac-227a	9×10^{-1}	9×10^{-5}	1×10^{-1}	1×10^3
Ac-228	6×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Silver (47)				
Ag-105	2×10^0	2×10^0	1×10^2	1×10^6
Ag-108ma	7×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Ag-110ma	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Ag-111	2×10^0	6×10^{-1}	1×10^3	1×10^6

3.5. Граничната стойност за активността на всяка опаковка от тип А (А1 - за особен вид радиоактивни вещества и А2 - за всички други радиоактивни вещества) за отделен радионуклид или комбинация от радионуклиди е получена въз основа на радиационните последици, които се считат за приемливи, в съответствие с принципите на радиационната защита, след разрушаване на опаковката при авария. "А1" е максимално допустимата стойност на активността на отделните радионуклиди съгласно приложение № 1, които се съдържат в особен вид радиоактивни вещества, превозвани съгласно изискванията на наредбата. "А2" е максимално допустимата стойност на активността на отделните радионуклиди съгласно приложение № 1 [2], които се съдържат в радиоактивни вещества, различни от особен вид радиоактивни вещества, превозвани съгласно изискванията на наредбата.

3.6. Няма ограничения за броя на опаковките тип А при превоз. Не е необичайно опаковки тип А да бъдат транспортирани заедно, понякога в големи количества. В резултат на това в случай на авария при тези превози е възможно източника на изхвърляне да бъде по-голям от изхвърлянето при една повредена опаковка. Въпреки това, не се счита за необходимо да се ограничи потенциалния източник на изхвърляне чрез ограничаване на броя на опаковките тип А при превоз. Повечето опаковки тип А имат малки А1 или А2 стойности. Всъщност, само малък процент от пратките с опаковки тип А включва повече от еквивалента на една пълна опаковка тип А. Опитът показва също, че опаковките от тип А се представят добре в много аварийни условия.



3.7. Ако материал съдържа радиоактивни вещества, чиято специфичната активност, както и общата активност на товара, не превишават граничните стойности съгласно приложение № 3 от Наредбата за радиационна защита [3], където активността е активност на товара, тогава транспорта на този материал е освободен (Наредбата за транспорт [2]).

3.8. Общите принципи за освобождаване са:

- радиационните рискове за физически лица, причинени от освободени пратки или източник следва да бъдат достатъчно ниски, че да не подлежат на регулиране
- колективното радиационно въздействие на освободените практики/пратки или източници трябва да е достатъчно ниско, за да не дават основание за регулаторен контрол при преобладаващите обстоятелства.
- освободените практики/пратки и източници трябва да бъдат сами по себе си безопасни, с незначителна вероятност за сценарии, които могат да доведат до невъзможност да се изпълнят критериите в (a) и (b).

3.9. Стойностите за освобождаване по отношение на концентрациите и общата активност първоначално са определени на следната основа:

- индивидуална ефективна доза от 10 μSv за една година при нормални условия;
- колективна доза от 1 manSv за година от практика при нормални условия.

3.10. Стойностите за освобождаване по концентрация трябва да се прилагат или към радиоактивен материал в опаковки или върху превозно средство.

3.11. Стойностите за освобождаване по "обща активност" са създадени за превоз на малки количества радиоактивни материали, за които, когато се транспортират заедно, общата активност е малко вероятно да доведе до значително радиационно облъчване, дори когато са превишени стойностите за освобождаване по "концентрация". Затова стойностите за "обща активност" са определят на база на отделна пратка а не на базата на броя на опаковките.

Идентифициране на основни стойности за радионуклидите

3.12. За отделните радионуклиди, които не са изброени в таблица 1 и 2 от НРЗ [3], концентрациите за освободени материали и границите на активността за освободени товари се изчисляват в съответствие с принципите, посочени в [22].

3.13. Радиоактивни материали могат да бъдат освободени без по-нататъшно разглеждане, при условие че при всички разумно предвидими обстоятелства ефективната доза се очаква да бъде от порядъка на 10 μSv или по-малко за една година. Трябва да се вземе под внимание малко вероятен сценарии, може да се използва различен критерий, а именно, че се очаква ефективната доза за всеки индивид от населението, при такъв сценарии, с малка вероятност да не надвишава 1 mSv за година.

3.14. За радионуклиди, непосочени в приложение № 1 и явяващи се начало на вериги от превръщания на радионуклиди в естествени съотношения и дъщерни продукти с период на полуразпад по-малък от 10 дни или по-малък от периода на полуразпад на изходните радионуклиди, стойностите на A1 и A2 трябва да съответстват на изходните радионуклиди.

3.15. Ако дъщерните продукти на радионуклидите са с период на полуразпад по-голям от 10 дни или по-голям от периода на полуразпад на изходните радионуклиди, дъщерните продукти и изходните радионуклиди трябва да се разглеждат като смес от различни радионуклиди.



3.16. При превоз на смеси от различни радионуклиди се използва следната формула:

$$X_m = \frac{1}{\sum_i \frac{f(i)}{X(i)}}$$

където:

$f(i)$ е частта от активността или активността на i -ия радионуклид в сместа;

$X(i)$ - съответната за i -ия радионуклид стойност на $A1$ или $A2$ или съответната специфична активност на вещество, освободено от регулиращ контрол, или съответната гранична стойност на активността за товар, освободен от регулиращ контрол;

X_m - изчислената стойност на $A1$ или $A2$, а в случай на смес - граничната стойност на специфичната активност на вещество, освободено от регулиращ контрол, или граничната стойност на активността за товар, освободен от регулиращ контрол.

3.17. Ако не е известна активността на някои радионуклиди в смес с известен радионуклиден състав, радионуклидите, съдържащи се в сместа, се обединяват в групи и се прилагат формулите по чл. 11 и чл. 16, ал. 2 [2], като се използва съответно най-малката активност на радионуклидите от всяка една група. Разделянето на групи може да се базира на сумарната обща алфа и обща бета/гама активност, ако са известни, като се използват съответно най-ниските им стойности.

3.18. Вследствие на тези основни понятия за безопасност е важно първо точно да се характеризира радиоактивния материал, който е планиран за превоз. Различните възможности са въведени в предишната глава за терминологията. Факторите, които трябва да бъдат известни, за да се характеризират радиоактивните материали включват:

- формата (специална форма, или не);
- приложими стойност $A1/A2$;
- стойност $A2/g$
- естеството на самия материал (напр. инструмент или предмет, повърхностно замърсяване, възпламеняемост, делящи се свойства, отработено гориво, UF6, и други опасни свойства).

3.19. Познаване на изброените фактори, заедно с количеството радиоактивни материали, които трябва да бъдат превозени, до голяма степен ще характеризират материала и ще определят необходимата опаковка.

КЛАСИФИКАЦИЯ НА РАМ

НСА и ПЗО

3.20. Има случаи на превоз на някои радиоактивни материали, при класифицирането на които, изпращачът може да се нуждае от помощ. Например, големи обеми от ниско-активни радиоактивни отпадъци, радиоактивни руди и повърхностно замърсени обекти, могат да бъдат транспортирани в Промислени опаковки тип ПО-1, ПО-2 или ПО-3. Определенията за материали с ниска специфична активност - НСА I, II и III, както и за повърхностно замърсени обекти - ПЗО I и II, до голяма степен подпомагат класифицирането на материалите. И все пак, трудности може да има при класификацията на тези материали като НСА или ПЗО. Следните параграфи представят някои обяснения и примери, които въпреки че не са изчерпателни, могат да бъдат полезни.



Материали с ниска специфична активност (НСА)

3.21. Материал с ниска специфична активност е радиоактивен материал, който по природа има ниска специфична активност или радиоактивен материал за който са приложими границите за оценената осреднена специфична активност.

3.22. Има някои твърди материали, чиито специфични активности са толкова ниски, че е много малко вероятно при обстоятелства, възникнали по време на транспорт, достатъчно количество от тези материали, попаднали в тялото, да доведе до значителен радиационен риск. Урановите и ториевите руди и техните концентрати са материали, попадащи в тази категория. Тази концепция е разширена и включва и други твърди материали, въз основа на модел, който предполага, че е малко вероятно човек да остане в запрашена атмосфера достатъчно дълго, за да вдиша повече от 10 мг от материала. Ако при авария с опаковка тип А специфичната активност на материала е такава, че активността поетата от лицето, участвало в авария маса от материала е 10-6A2, тогава този материал не би представлявал по-голяма опасност по време на превоз от тази, която представлява опаковка тип А.? Това води до ниска граница на специфична активност за материала от 10-4A2/g.

3.23. Възможно е да се превозват твърди предмети без опаковка, например бетонни блокове (с активност на цялата маса), облъчени обекти и обекти с фиксирано замърсяване. При условие, че специфичната активност е сравнително ниска и остава такава или е фиксирана върху повърхността на обекта, обектът може да бъде разглеждан и третиран като опаковка. За осигуряване на съответствие и безопасност, мощността на дозата на повърхността на неопаковани обекти не трябва да надвишава определените граници за опаковка.

3.24. Граничната стойност на мощността на дозата за неекранирани материали с НСА, а именно 10 mSv/h на 3 м, се отнася за количеството материал, поставен в една опаковка, а не за самия материал (макар че в случая на твърди предмети, които не могат да се разделят, тя се отнася за целия предмет).

3.25. Материалът с НСА трябва да е в такава форма, че да може да се определи неговата средна специфична активност. В действителност при материалите, превозвани като материали с НСА, степента на еднородност варира в зависимост от категорията материал с НСА. Степента на еднородност е определена за всяка категория (група).

3.26. Материалите с НСА се разделят на три групи.

Първа група - НСА-I

3.27. Материалите с НСА-I, които могат да бъдат описани като материали с много ниска специфична активност, могат да се превозват неопаковани, или в опаковки тип ПО-1, (които са конструирани за минимални изисквания).

3.28. Материали с ниска специфична активност първа група - НСА-I са уранови и ториеви руди и техните концентрати, както и други руди, съдържащи природни радионуклиди, които са предназначени за обработка с цел извличане и използване на тези радионуклиди; твърд необлъчен природен уран или обеднен уран, природен торий или техните твърди и течни състави или смеси; радиоактивно вещество, за което стойността на величината A2 не се ограничава, с изключение на дялящ се материал в количество, неподлежащо на освобождаване; друго радиоактивно вещество, в което активността е разпределена по целия обем и оценената средна специфична активност не надвишава повече от 30 пъти съответните специфични активности съгласно глава втора (с изключение на дялящ се материал в количество, неподлежащо на освобождаване).

3.29. Материали, съдържащи радионуклиди в концентрации над нивата за освобождаване, трябва да бъдат регулирани. Логично е, материалите, съдържащи



радионуклиди до 30 пъти нивото за освобождаване, да могат да бъдат освободени от част от транспортните изисквания и да могат да бъдат свързани с категорията на НСА-I материали.

3.30. Уран, обогатен до 20% или по-малко, може да се превозва като НСА-I материал или в опаковка тип ПО-1, или неопакван в количества за освобождаване на дялящи се материали. Въпреки това, количествата по-големи от тези за освобождаване за дялящи се материали, ще бъдат предмет на изискванията за опаковки, съдържащи дялящи се материали, като по този начин не се допуска превоз на непакетирани материали, или неодобриени опаковки.

Втора група - НСА-II

3.31. Материалите, които се очаква да бъдат превозвани като НСА-II, могат да включват отпадъци от процесите в ядрен реактор, които не са втвърдени, като смоли с по-ниска активност и филтърни утайки, абсорбирани течности и други подобни материали от реакторни операции, както и други подобни материали от други операции на горивния цикъл. В допълнение, НСА-II могат да бъдат някои елементи от активираното оборудване от извеждането от експлоатация на ядрени съоръжения. Тъй като НСА-II материалите могат да се приемат от човек след авария, границата за специфичната активност се основава на приема чрез поглъщане на 10 mg материал от физическо лице. Тъй като НСА-II материалите са приети като явно неравномерно разпределени, допустимата специфична активност е значително по-ниска от тази за НСА-III. Коефициентът за 20 пъти по-ниска разрешена специфична активност в сравнение с ограничението за НСА-III, компенсират ефектите от локализирана концентрация (неравномерно разпределена) в материала.

3.32. Материали с НСА-II са: вода с концентрация на тритий до 0,8 ТВq/l; други вещества, в които активността е разпределена по целия обем и за които прогнозната средна специфична активност не надвишава 10-4 А2/g за твърди вещества и газове и 10-5 А2/g за течности.

3.33. Докато някои от материалите, считани за подходящи за включване в категорията НСА-III, могат да се разглеждат основно като равномерно разпределени (например концентрирани течности в бетонна матрица), други материали, като втвърдени смоли и касетни филтри са разпределени в цялата матрица, но са равномерно разпределени в по-малка степен. Втвърдяването на тези материали, като монолитно твърди, които са неразтворими във вода и не са възпламеними, прави много малко вероятно значителна част от тях да стане достъпна за прием в човешкото тяло. Препоръчителният стандарт е предназначен да се определи по-малка степен на разпределение на активността.

3.34. Някои общи примери за радиоактивни материали, които могат да отговарят на изискванията за класификация в НСА-II са: сцинтилационни флакони, болнични отпадъци, като замърсени памучни тампони, флакони инжекции, спринцовки за еднократно използване в нуклеарната медицина и биологични отпадъци и отпадъци от извеждането от експлоатация.

Трета група - НСА-III

3.35. Разпоредбите за материали с НСА-III са предназначени главно да бъдат приети някои видове товари радиоактивни отпадъци със прогнозна средна специфична активност, надвишаваща границата 10-4 А2/g за НСА-II материали. По-високата граница за специфична активност от 2×10^{-3} А2/g за НСА-III материали е оправдана от:

- ограничаването на някои материали до твърди вещества, които са в трудно диспергиращ се вид, което изрично изключва прах, както и течности или разтвори;



- необходимостта от изпитване за издържане при потапяне във вода, за да се покаже достатъчна неразтворимост на материала, когато бъде изложен на атмосферни условия, като валежи;
- по-високият стандарт опаковки тип ПО-3 при неизключителни условия на употреба, който е същият като тип А за твърди вещества; а в случай на промишлени опаковки тип 2 (Тип ПО-2) липсата на изпитване за потапяне във вода и за проникване се компенсира от изпитване за промиване и от оперативните проверки при условия на изключителна употреба, съответно.

3.36. НСА-III: включва твърди материали (непрахообразни вещества), за които: радиоактивното вещество е разпределено по целия обем на твърдия материал или в група от твърди обекти, или е разпределено равномерно в твърд плътен свързващ материал (бетон, битум, керамика и други с подобни свойства); радиоактивното вещество е относително неразтворимо или структурно се съдържа в относително неразтворима матрица така, че дори при разрушаване на опаковъчния комплект изтичането на радиоактивното вещество, пресметнато спрямо една опаковка в резултат на извличане при потапяване във вода за 7 дни, няма да надвиши $(0,1 \times A_2)$; прогнозната средна специфична активност на твърдия материал няма да надвиши $(2 \times 10^{-3}) \times A_2/g$.

3.37. Определената граница за активността на течности с НСА-II от $10-5A_2/g$, което е 10 пъти по-рестриктивно, отколкото за твърди частици, взема предвид, че концентрацията на течност може да се увеличи по време на транспортирането.

3.38. Твърдите компактни свързващи вещества, като бетон, битум и т.н., които се смесват с НСА материала, не се считат за външен екраниращ материал. В този случай, свързващо вещество може да понижи мощността на дозата на повърхността и може да бъде взето предвид при определяне на средната специфична активност. Въпреки това, ако радиоактивен материал, е заобиколен от външен екраниращ материал, който сам по себе си не е радиоактивен, този външен екраниращ материал не трябва да се взема под внимание при определянето на специфичната активност на материала с НСА.

3.39. За твърди вещества с НСА-II, както и за материали с НСА-III, които не са включени в твърдо компактно свързващо вещество, активността трябва да бъде разпределена в целия материал. Няма изискване за това как се разпределя цялата активност в материала.

3.40. Разумно е да се установи начин, по който се определя прогнозната стойност на средната специфична активност. Съществуват няколко метода, които биха били подходящи за тази цел.

3.41. Прост метод за определяне на средната активност е да се раздели обема, заеман от материал с НСА на определени части и след това да се оцени и сравни специфичната активност на всяка от тези части. Приема се, че разлика в специфичната активност на отделните части по-малка от 10 ще е без значение. Трябва да се внимава при определяне размера на частите, които да бъдат оценени. Описания по-горе метод не трябва да се използва за обем на материал по-малък от 0,2 м³. За обем между 0,2 м³ и 1,0 м³, обемът трябва да бъде разделен на пет, а за по-голям обем от 1,0 м³ на десет части с приблизително равни размери.

3.42. За материали НСА-III, състоящи се от радиоактивен материал в твърдо компактно свързващо вещество, изискването е те да бъдат равномерно разпределени в това вещество. Тъй като изискването за "равномерно разпределени" НСА-III материали, е качествено, необходимо е да се използват методи, чрез които да се установи съответствие с това изискване.

3.43. Следният метод се използва за НСА-III материали, които по същество са равномерно разпределени в твърд плътен свързващ материал: целият обем на материала



НСА, включително на свързващото вещество, се разделя на няколко части. Най-малко десет части трябва да бъдат избрани, като обема на всяка част да не е по-голям от 0,1 м³. Специфичната активност на всеки обем след това трябва да бъде оценена (чрез измервания, изчисления или комбинации от тях). Предполага се, че ако разликата в специфичните активности на отделните части е по-малко по един фактор от три, то тя ще е без значение.

Повърхностно замърсен обект (ПЗО)

3.44. "Повърхностно замърсен обект" е твърдо тяло, което не е радиоактивно, но по неговите външни повърхности има радиоактивно вещество. Повърхностно замърсените обекти (ПЗО) се разделят на следните групи:

а) първа група ПЗО-I: обекти, за които са изпълнени условията;

- нефиксираното радиоактивно замърсяване на достъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm² (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm²), не надвишава 4 Вq/cm² за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или 0,4 Вq/cm² за всички други алфа-радионуклиди;
- фиксираното радиоактивно замърсяване на достъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm² (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm²), не надвишава 4 x 10⁴ Вq/cm² за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или 4 x 10³ Вq/cm² за всички други алфа-радионуклиди;
- сумата от нефиксираното и фиксираното радиоактивно замърсяване на недостъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm² (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm²), не превишава 4 x 10⁴ Вq/cm² за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или 4 x 10³ Вq/cm² за всички други алфа-радионуклиди;

б) втора група ПЗО-II: обекти, за които или фиксираното, или нефиксираното радиоактивно замърсяване превишава посочените в буква "а" гранични стойности и за които са изпълнени следните условия:

- нефиксираното радиоактивно замърсяване на достъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm² (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm²), не превишава 400 Вq/cm² за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или 40 Вq/cm² за всички други алфа-радионуклиди;
- фиксираното радиоактивно замърсяване на достъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm² (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm²), не превишава 8 x 10⁵ Вq/cm² за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или 8 x 10⁴ Вq/cm² за всички други алфа-радионуклиди;
- сумата от нефиксираното и фиксираното радиоактивно замърсяване на недостъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm² (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm²), не превишава 4 x 10⁴ Вq/cm² за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или 4 x 10³ Вq/cm² за всички други алфа-радионуклиди.

3.45. Има две категории на повърхностно замърсени обекти (ПЗО) по отношение на нивото им на замърсяване. Тази категоризация определя вида на опаковката, която да бъде използвана за транспортиране на тези обекти. ПЗО-I могат да бъдат транспортирани неопаковани или в Промислени опаковки (тип ПО-1). ПЗО-II, които могат да бъдат с по-



високо ниво на нефиксирано замърсяване, изискват по-висок стандарт на задържане, предоставен от промишлени опаковки тип ПО-2.

3.46. В категорията на повърхностно замърсените обекти се включват онези части на ядрени реактори или друго оборудване от горивния цикъл, които са били в контакт с първичния или вторичния топлоносител или отпадъци, в резултат на замърсяване на повърхностите им с продукти от разпада. Въз основа на допустимото замърсяване за бета-и гама-емитери, даден обект с площ от 10 m² може да има фиксирано замърсяване до 4 GBq и нефиксирано замърсяване до 0,4 MBq. По време на рутинен транспорт тези обекти могат да се превозват неопаковани при изключителна употреба, но е необходимо да се осигури обекта, за да се гарантира, че няма изпускане на радиоактивни материали от превозното средство. Предполага се, че в случай на инцидент или авария с един ПЗО-I обект, 20% от повърхността на ПЗО-I се остъргват и 20% от фиксираното замърсяване от остърганата повърхност е освободено. В допълнение, цялото нефиксирано замърсяване се счита за освободено. Общата активност на изхвърляне по този начин ще бъде 160 MBq за фиксирано и 0,4 MBq за нефиксирано замърсяване. Използвайки A2 стойност от 0,02 TBq за смесени бета и гама излъчени продукти на делене, освободената активност се равнява на $8 \times 10^{-3} A2$. Смята се, че такава авария ще настъпи само отвън, така че, в съответствие с основните допускания на Q-системата, разработена за опаковки тип А, прием на 10⁻⁴ от остърганите радионуклиди за лице в близост до мястото на аварията е уместно. Това ще доведе до общо прием на $0,8 \times 10^{-6} A2$. Това осигурява ниво на безопасност, еквивалентно на това на опаковки тип А.

3.47. Моделът за ПЗО-II е подобен на този за ПЗО-I, въпреки че може да има до 20 пъти по-голямо фиксирано замърсяване и 100 пъти по-голямо нефиксирано замърсяване. Въпреки това, за транспортиране на ПЗО-II е необходима промишлена опаковка (ПО-2). Използването на тази опаковка ще доведе до освобождаване на фракция при авария, която се доближава до тази за опаковка тип А. Изхвърлената фракция от 10⁻² води до резултат от общо освобождаване на бета-и гама-радионуклиди от 32 MBq за фиксирано замърсяване и 8 MBq на нефиксирано замърсяване, което се равнява на $2 \times 10^{-3} A2$. Прилагането на същите фактори прием, като в предишния параграф, води до прием на $0,2 \times 10^{-6} A2$, предоставяйки по този начин ниво на безопасност, еквивалентно на опаковките тип А.

Делящ се материал

3.48. Делящи се материали и опаковки, съдържащи делящ се материал трябва да се класифицират като делящ се материал.

3.49. Всички изисквания на наредбата се прилагат само за материали в опаковки, които отговарят на изискването: най-малкия външен размер на опаковката да не е по-малък от 10 см.

3.50. Делящи материали са уран-233, уран-235, плутоний-239 и плутоний-241. Изключени от определението на делящи се материали са следните:

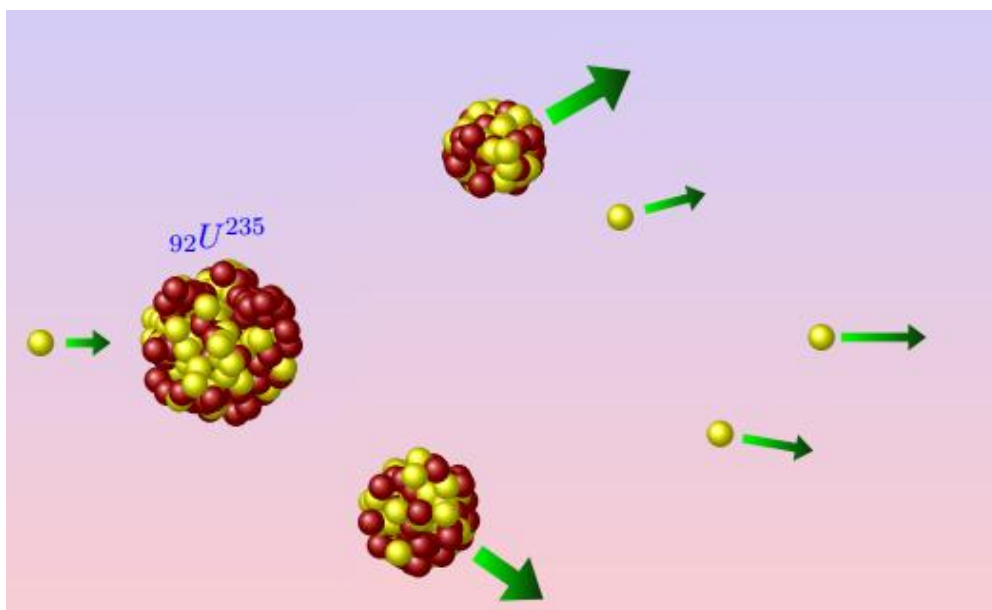
- a) природен уран или обеднен уран, който е необлъчен;
- b) природен уран или обеднен уран, който е бил облъчен само в термални реактори;
- c) материал съдържащ делящи се нуклиди по-малко от общо 0,25 г;
- d) всяка комбинация от (a), (б) и/или (в).

3.51. Делящият се материал има редица специфични характеристики, които трябва да бъдат разгледани при транспорта.

Критичност

Делене

3.52. Когато един неутрон се абсорбира от ядрото на някои тежки изотопи, като например уран-235 или плутоний-239, ядрото може да се раздели на две. Този процес е известен като делене, и е показан схематично на фигура 3.1. Двете по-малки ядра, които се формират първоначално отдават енергия към заобикалящата ги среда под формата на топлина. Освен това като резултат от деленето се отделя гама-лъчение и неутрони, обикновено два или три. Тези неутрони могат да предизвикат по-нататъшното делене, създавайки верижна реакция, както на фигура 3.2. Когато се достигне самоподдържащо се ниво, критичността е постигната. Ако скоростта на делене, неутронната генерация и мощността на реактора са постоянни, за реактора се казва, че е надкритичен.



Фиг. 3.1. Делене

Примери за пратки с делящи се материали

3.53. Превозите на ядрени материали включват: превоз на свежо и отработено гориво; на междинни съединения от горивния цикъл (например уранов хексафлуорид) и на отпадъци от АЕЦ, съдържащи делящ се материал. Свежото гориво може да бъде транспортирано под формата на метални топчета, горивни игли или касети с топло-отделящи елементи.

Необлъчено ядрено гориво

3.54. Свежото гориво за реактора най-вече се състои от леко обогатен уранов окис. Смес от уранов окис и плутониев окис, по-известен като смесен оксид (МОХ), също се използва. Касетите свежо гориво се опаковат, като специално внимание се отделя да се избегне повреда по време на транспорт, и се запечатват срещу проникването на прах и влага. Въпреки това, използваните опаковъчни комплекти са сравнително леко конструирани. Най-дългите 4 м касети обикновено са по двойки. Те са опаковани заедно и има здраво подкрепяне на редовни интервали по дължината. Когато те не съдържат плутоний, опаковките със свежо гориво не е необходимо да включват радиационно екраниране, и обикновено са изработени, така че да отговарят на стандартите за опаковки Тип А, но с допълнителни изисквания за опаковките, съдържащи делящ се материал, т.е. тип А (F) опаковки.



Гориво за изследователски реактор

Отработено, облъчено ядрено гориво

3.55. Поради високото си активно съдържание и топлинно излъчване, облъченото ядрено гориво трябва да бъде транспортирано в опаковки от тип В с допълнителните изисквания за опаковките, съдържащи дялящ се материал. (т.е. опаковки тип В(U)F или В(M)F).

3.56. Тези опаковки, обикновено като бурета или флакони, са от тежка стомана или строителен чугун, с дебела гама и неутронна екранировка, и са снабдени със сложни затварящи пломби. Няколко горивни касети често са опаковани заедно в една опаковка за икономия на общия размер на опаковката, която е скъпо да се конструира, сертифицира и превозва. Неутронно-абсорбиращи части разделят близките касети. В някои конструкции се използва вода по време на превоза, за да предостави среда за пренос на топлина, подпомагаща топло-отвеждането.

Отпадъци

3.57. Отпадъците от АЕЦ е вероятно да бъдат с много променлив състав и затова всички тези отпадъци, съдържащи дялящ се материал, трябва да бъде много внимателно анализирани и определени количествено преди изпращането.

Уранов хексафлуорид

3.58. Урановият хексафлуорид трябва да се отнася към един от следните UN номера:

- a) UN 2977, Радиоактивен материал, Уранов хексафлуорид, дялящ;
- b) UN 2978, Радиоактивен материал, Уранов хексафлуорид, неделящ или дялящ се, освободен;
- c) UN 3507, Уранов хексафлуорид, Радиоактивен материал, освободена опаковка, по-малко от 0,1 кг на опаковка, неделящ или дялящ се освободен;

3.59. Съдържанието на опаковката, съдържаща уранов хексафлуорид трябва да отговаря на следните изисквания:

- a) масата на уранов хексафлуорид не може да бъде различна от позволената за опаковката;
- b) масата на уранов хексафлуорид не трябва да е по-голяма от стойността, която ще доведе до недостиг на по-малко от 5%, при максимална температура на опаковката, определена за системите на централите (съоръжения, предприятия), в които може да бъде използвана.
- c) урановият хексафлуорид трябва да е в твърдо състояние и налягането в опаковката трябва да е по-ниско от атмосферното по време на превоз.

3.60. Урановият хексафлуорид трябва да бъде опакован и транспортиран в съответствие с ISO 7195 [27]. Опаковките, проектирани да съдържат 0,1 кг или повече уранов хексафлуорид, трябва да отговарят на нормативните изисквания, свързани с радиоактивността и деленето на материала.

КЛАСИФИКАЦИЯ НА ОПАКОВКИТЕ, ПРЕДВИДЕНИ ЗА ПРЕВОЗ НА РАМ

3.61. Съгласно чл. 13. от Наредбата [2], превоз на радиоактивни материали се извършва в следните типове опаковки:

- 1) освободена опаковка;
- 2) промишлена опаковка тип 1;
- 3) промишлена опаковка тип 2;
- 4) промишлена опаковка тип 3;
- 5) опаковка тип А;



- 6) опаковка тип В(U);
- 7) опаковка тип В(M);
- 8) опаковка тип С.

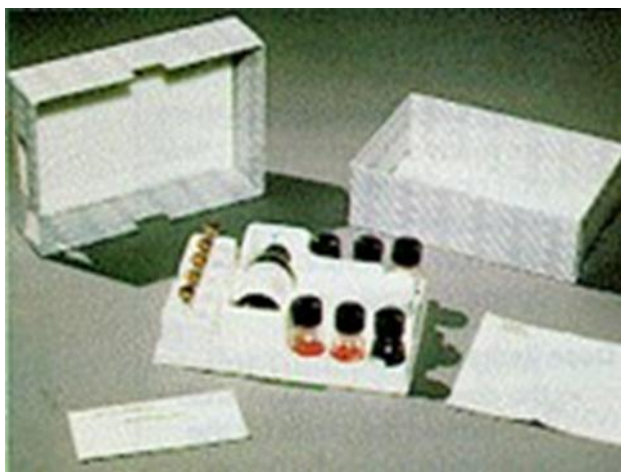
3.62. Освен стойностите А1/А2 и вида на материал, за организиране и извършване на превоза от съществено значение е определянето на типа опаковка. Тази глава предоставя специфични детайли за ограниченията на съдържанието на всеки тип опаковка, а след това дава примери за съдържание, което може да бъде превозено в нея.

3.63. На фигурата 3 - 7 са показани видовете опаковки.



Освободени опаковки

3.64. Освободените опаковки се използват за превоз на малки количества радиоактивен материал при относително ниски разходи, но с подобни стандарти за безопасност на тези, осигурени от опаковки Тип А. Това се постига чрез силно ограничаване на съдържанието. Типична освободена опаковка е показана на фигура 3 8.



фигура 3 8. Освободена опаковка

3.65. Конструкцията на освободените опаковки трябва да отговарят на общите изисквания, отнасящи се до:

- лесна работа и сигурност на опаковката;
- здравина на подемните приспособления;
- липсата на изпъкнали детайли;
- лесна за дезактивация;



РЪКОВОДСТВО
Прилагане на изискванията за безопасен превоз на радиоактивни
материали

- конструкция на външния слой на опаковката, такава че да се предотврати събиране на вода;
- избягване на детайли, които могат да намалят безопасност;
- възможност да издържат на ускорение и вибрации;
- физична и химична съвместимост на материала;
- защита на клапаните;
- възможност за работа при температура и налягане при нормални условия на транспорт;
- да са отчетени всички други опасни свойства на радиоактивното съдържание.

3.66. Освен това, ако опаковката ще се транспортира по въздуха, трябва да отговаря на следните изисквания:

- максимална температура на повърхността;
- възможност да се справя по-широк диапазон от температури на околната среда;
- възможност да издържа на понижавания на атмосферното налягане.

3.67. Не се изискват изпитания за освободените опаковки.

Ограничения за съдържанието

3.68. Границите на активността при превоз на радиоактивни материали в освободени опаковки са предвидени като кратните на A1 или A2 в Приложение 3 на Наредбата за транспорта [2]. За удобство, тази таблица е дадена по-долу като Таблица 3. Като цяло, максималното количество радиоактивен материал в твърдо или газообразно състояние, което е разрешено за превоз в освободена опаковка за е 10^{-3} от разрешеното за опаковка тип A. За течности максималното количество е намалено до 10^{-4} от позволеното за опаковка тип A.

3.69. Когато радиоактивен материал се съдържа или като компонент на произведено изделие - част от прибор, измервателен уред, детектор за дим, електронни апарати, или подобно устройство, определянето се прави за допълнително съдържание, дадено от структурата му. В този случай границите се увеличават. Има два вида граници: една за изделието и една за опаковката.

3.70. Таблица 3. Граници на допустимата активност за освободени опаковки

Физическо състояние на съдържанието	Прибор или изделие		Материали
	Гранични стойности за:		
	[TBq]		
	Изделие	Опаковка	Изделие
Твърди материали:			
Особен вид	10^{-2} A1	A1	10^{-3} A1
Други видове	10^{-2} A2	A2	10^{-3} A2
Течности	10^{-3} A2	10^{-1} A2	10^{-4} A1
Газове:			
Тритий	2×10^{-3} A2	2×10^{-1} A2	2×10^{-2} A2
Особен вид	10^{-3} A1	10^{-1} A1	10^{-3} A1
Други видове	10^{-3} A2	10^{-2} A2	10^{-3} A2

3.71. По отношение на смеси на радионуклиди виж чл. 11 и 12 от Наредбата [2].



3.72. Произведени изделия, в които единствения радиоактивен материал е естествен уран, обеднен уран или естествен торий, могат да бъдат транспортирани във всякакви количества в освободена опаковка. Това е при условие, че външната повърхност на урана или тория е затворена в неактивна обвивка от метал или други вещества.

3.73. Всички тези положения са предмет на едно или две ограничения. Мощността на дозата трябва да бъде не повече от 5 $\mu\text{Sv/h}$ на външната повърхност на опаковката. Освен това, когато радиоактивния материал е под формата на прибор или изделие, мощността на дозата трябва да бъде не по-голямо от 0,1 mSv/h във всяка точка на 100 мм от повърхността на неопакования артикул. Ако някое от тези ограничения е надвишено, тогава трябва да бъде използвана опаковка тип А.

Видове РАМ които могат да се превозват в освободени опаковки

3.74. В освободени опаковки могат да се превозват радиофармацевтици за медицински цели, които често могат да бъдат в течна форма; имунизационни комплекти, малки закрити източници за проверка или активни проби от малки до средни изследователски реактори.

Промислени опаковки тип 1 (Тип ПО-1)

3.75. Промислени опаковки се използват за транспортиране на материали с НСА и повърхностно замърсени обекти (ПЗО). Безопасността на промишлените опаковки се осигурява повече от естеството на съдържанието, отколкото от здравината на опаковката.

3.76. Тип ПО-1 промишлените опаковки трябва да отговарят на същите общи изисквания като освободените опаковки. Когато се превозват по въздуха, те също трябва да отговарят на същите допълнителни изисквания като освободените опаковки. И накрая, една ПО-1 опаковка трябва да се съобрази с изискването най-малкия общ габаритен размер на опаковката да е минимум 10 см.

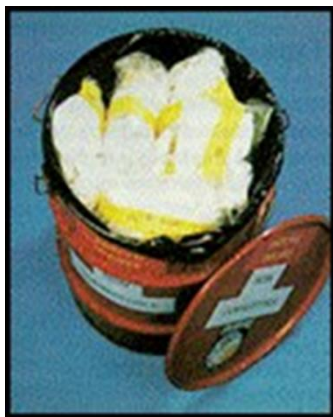
3.77. Не се изискват изпитвания за Промислени опаковки тип 1 (Тип ПО-1).

Видове РАМ които могат да се превозват в промишлени опаковки тип 1 (тип ПО-1)

- твърди НСА-I материали;
- течни НСА-I материал транспортирани с изключително ползване;
- ПЗО-I.

3.78. Количеството на НСА-I материал и/или ПЗО -I в една ПО-1 опаковка трябва да бъде ограничено, така че при неекранирано лъчение на 3 m от повърхността мощността на дозата да не надвишава 10 mSv/h . (Забележка: тази граница за мощност на дозата на 3 m от повърхността на опаковката се отнася и за материали: НСА-II, НСА- III, ПЗО -1 и ПЗО- II превозвани в отделни промишлени опаковки тип-2 и тип-3)

3.79. Общата активност в отделен трюм или отсек на плавателни съдове за вътрешните водни превози на ПЗО-I в тип ПО-1 не може да надвишава 10A2, както и за транспортните средства, различни от по вътрешни водни пътища, 100A2.



фигура 3 9. Промислена опаковка тип 1

В опаковки тип ПО-1 се превозват следните РАМ:

3.80. Ураниеви и ториеви руди и техни концентрати. Това са руди, съдържащи естествен радионуклиди (например уран и торий), както и концентрати на тези руди, (например "жълта торга" или натриев ди-уранат) с много ниска радиоактивност и са класифицирани като НСА-I.

3.81. Уран, обогатен до 20% или по-малко. Уранът, обогатен до 20% или по-малко има А2 стойност, която е неограничена. Следователно може да се класифицира като НСА-I във всякаква форма. Това включва уранов двуокис (UO_2) на прах и блокове метален уран. Също така включва уранов хексафлуорид (UF_6). Уранов хексафлуорид се разглежда, тъй като опаковките, съдържащи UF_6 имат много специфични изисквания.

3.82. Ниско активни радиоактивни отпадъци. При извеждането от експлоатация на ядрени съоръжения обикновено се получават големи обеми от ниско активни отпадъци, които често могат да бъдат класифицирани като материали с НСА-I. В допълнение, големи количества материали, свързани с извеждането от експлоатация на ядрени съоръжения, като например чакъл, структурни стоманени изделия, тръби, машини и инструменти, и други отпадъци също могат да попаднат в ПЗО-I категорията. Тези продукти могат да имат достатъчно ниски нива на замърсяване, които не се нуждаят от опаковки.

Неопаковани материали

3.83. съгласно условията, предвидени в чл. 38 от Наредбата [2], материали с НСА-I и ПЗО-I могат да бъдат транспортирани и неопаковани. Това е илюстрирано на фигура 3 10.

3.84. например уранови и ториеви руди, могат да бъдат превозвани без покриване или затваряне в закрити железопътни вагони или пътни превозни средства.



фигура 3 10. Неупаковани НСА и ПЗО

3.85. ПЗО-І може да бъде неактивирано оборудване за поддръжка на реактора или друго оборудване от горивния цикъл, което е било в контакт с първичния или вторичен топлоносител или отпадъци.

Промислени опаковки тип 2 (Тип ПО-2)

3.86. Промислени опаковки тип 2 също се използват за транспортиране на някои материали с НСА и повърхностно замърсени обекти.

3.87. Промислената опаковка тип 2 трябва да отговаря на всички изисквания на една промишлена опаковка тип 1 (тип ПО-1). Освен това, конструкцията на ПО-2 трябва да бъде тествана на свободно падане и подреждане във височина, описани в следващата глава. Тези изпитания са част от тестовете при нормални условия на превоз. Критериите, които трябва да бъдат изпълнени от тестваната опаковка са опаковката да попречи на:

- загуба или разпръскване на РАМ;
- нарушаване целостта на защитата, което да доведе до повече от 20% увеличение на мощността на еквивалентната доза на всяка външна повърхност на опаковката.



фигура 3 11. Промислена опаковка тип 2



Видове РАМ които могат да се превозват в промишлени опаковки тип 2 (тип ПО-2) Промислени опаковки тип 2 могат да съдържат:

- течни материали с НСА-I непревозвани в условията на изключително използване;
- твърди материали с НСА –II;
- течни или газообразни материали с НСА -II транспортирани в условията на изключително използване;
- материали с НСА -III транспортирани в условията на изключително използване;
- ПЗО-II.

3.88. НСА-I, НСА-II и НСА-III са три категории материали с ниска специфична активност (НСА).

3.89. Количеството на материала с НСА или ПЗО -II в една промишлена опаковка тип 2 (Тип ПО-2) трябва да бъде ограничено, така че мощността на дозата на 3м от неекранирания материал да не надхвърля 10 mSv/h.

3.90. Една опаковка с негорими твърди материали с НСА-II или с НСА-III при превоза им по въздух не трябва да съдържа по-голяма активност от 3000A2.

В опаковки тип ПО-2 се превозват следните РАМ:

3.91. Твърди ниско радиоактивни отпадъци. Тези отпадъци често съдържат малки количества бета/гама-излъчващи радионуклиди и обикновено се състоят от замърсени продукти от болници, лаборатории, ядрени централи, предприятия за производство на гориво.

- Те могат да включват гумени ръкавици и други елементи/части на защитно облекло, хартия, картон, тъкани, найлонови торбички и листове, стъкло, метал скрап или счупена апаратура.
- Съдържанието на опаковката може бъде в насипно състояние в бидон (варел) или евентуално компактно, така че да може да се превозва. Въпреки това, ако след превоза товарът подлежи на дълговременно съхраняване или освобождаване, съдържанието е възможно да бъде блокирано в цимент, битум, или смесени полимери (т.е. "твърди компактни свързващи вещества"). Свързващата среда вероятно ще задържи съдържанието на опаковката в себе си без да е необходимо запечатване с капак. При определени обстоятелства, когато варелите пристигат с много източници, може да се окаже по-ефективно от гледна точка на съхраняване или освобождаване, да се използват "супер-компактни" варели в много по-малък обем. Това може да се направи на мястото за съхранение или освобождаване, преди заливане на цялата опаковка в по-голям контейнер за дълговременно съхранение. В този случай варелите трябва да се транспортират с необработено съдържание.

3.92. Течни ниско радиоактивни отпадъци

- В много страни ниско активните отпадъци по принцип не се транспортират в течно състояние. Те се третират на мястото на получаването им, за да се намали обема, а след това се кристализират/втвърдяват.

3.93. Йонообменни смоли

- Йонообменни смоли, когато не са залети с битумни съединения, смола, или с цимент, са други вид материали с НСА-II или НСА-III.



3.94. Оборудване за поддръжка и отпадъци получени при извеждане от експлоатация на ядрено съоръжение

- Оборудването и отпадъци получени при извеждането от експлоатация, описани по-горе, могат да бъдат класифицирани като ПЗО-II, когато нивото на замърсяване превишава пределно допустимите стойности, разрешени за ПЗО -I. Ясно е, че те също трябва да отговарят и на другите изисквания за ПЗО -II.

3.95. Касети свежо гориво

- Урановият диоксид (UO₂), когато е обогатен с по-малко от 5% и идва от естествен уран, може да бъде класифициран като материал с НСА-II. Ето защо, касети гориво с UO₂ на прах също попадат в тази категория.

Промислени опаковки тип 3 (Тип ПО-3)

3.96. Промислени опаковки тип 3 се използват за транспортиране на някои материали с НСА и ПЗО.

3.97. Промислените опаковки тип 3 трябва също да отговарят на следните изисквания, които по същество са същите като тези, за конструкцията на опаковка тип А:

- най-малкия размер не е по-малък от 10 см;
- използване на пломби, за да се индикира отваряне;
- закрепващите приспособления да не пречат на способността на опаковката да отговаря на изискванията;
- ефектът на определени температури на околната среда върху компоненти и материалите на опаковъчния комплект;
- използване на конструктивни и производствени стандарти;
- система за задържане на съдържанието с устройство за заключване;
- особения вид радиоактивен материал потенциално е част от системата за задържане;
- наличие на отделни системи за задържане също с отделни заключващи устройства;
- отчитане на възможността за радиоактивно разпадане;
- да издържат при намаляване на налягането;
- наличие на устройства за удържане на утечки от клапаните;
- радиационна защита, конструирана така че да се предотврати непреднамерено освобождаване на компоненти през защитата.

3.98. Промислените опаковки тип 3 трябва да бъдат подложени на тестове, предназначени да демонстрират способността им да издържат на нормални условия на превоз. Те са описани по-нататък в тази глава, като включват обливане с вода, предхождащо всяко изпитване на свободно падане; подреждане във височина и дълбочина на проникване. Критериите, които трябва да бъдат изпълнени от конструкцията на опаковките по време тези тестове са опаковката да предотврати/не допусне:

3.99. Загуба или разпръскване на радиоактивно съдържание, както и

3.100. Нарушаване целостта на защитата, което да доведе до повече от 20% увеличение на мощността на дозата на всяка от външните повърхности на опаковката.

3.101. Както и преди, ако са изпратени по въздух, опаковките трябва да отговарят на изискванията, обсъждани в 3.3.1.

3.102. Следователно, изискванията за тип ПО-3, превозващи твърди материали, са същите като тези, които се прилагат към опаковки Тип А, превозващи твърди материали.



3.103. В опаковки Тип ПО-3, съдържащи течни радиоактивни материали, трябва да се предвиди наличие на допълнителен незапълнен обем за компенсиране изменението на температурата, за динамични ефекти, както и за динамика на запълването.

3.104. Въпреки това, изискванията за опаковки Тип А за някои абсорбиращи материали или двустепенна система за задържане, не се изискват за ПО-3 опаковки, предназначени за течности.



фигура 3 12. Промислена опаковка тип 3

Видове РАМ които могат да се превозват в промишлени опаковки тип 3 (тип ПО-3)

3.105. Течни и газообразни материали с НСА-II, които не се транспортират при условия на изключително ползване;

3.106. Материали с НСА -III, които не се транспортират при условия на изключително ползване;

3.107. Количеството на материали с НСА-II или НСА-III в една опаковка промишлен тип 3 (Тип ПО-3) трябва да бъде ограничено, така че мощността на дозата на 3 м от неекранирания материал да не надхвърля 10 mSv/h;

3.108. Една опаковка с негорими твърди материали с НСА-III материали, при превоза им по въздух, не може да съдържа по-голяма активност от 3000A2;

3.109. За един трюм или отсек на плавателен съд за превоз по вътрешни водни пътища, общата активност за превоз на незапалими твърди НСА-III материали не може да надвишава 100A2. За течни и газообразни НСА -II и твърди запалими НСА -III материали, тя не може да надвишава 10A2.

3.110. За транспортните средства, различни от тези за вътрешни водни пътища, няма ограничение за общата активност при превоз на незапалими твърди НСА-III. За превоз на течни или газообразни НСА- II и твърди запалими НСА-III материали общата активност е ограничена до 100A2.

Опаковки Тип А

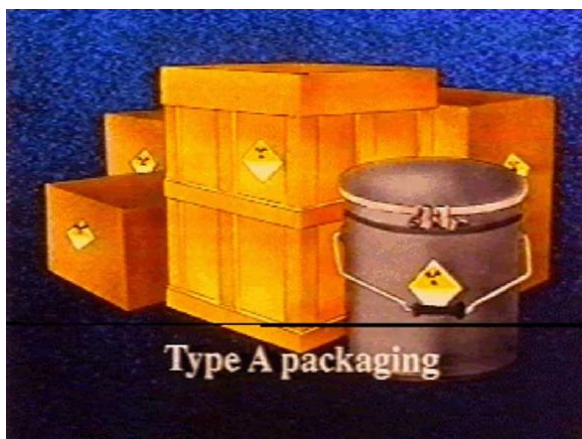
3.111. Опаковките Тип А са предназначени за осигуряване на безопасни и икономически изгодни условия за транспортиране на относително малки количества радиоактивен материал. Те са предназначени да осигурят тяхната цялост в случаи на злоупотреба или инцидент при нормални условия на превоз. Това включва събития като падане от превозни средства, изпускане по време на обработка, ако бъдат изложени на дъжд, удари с остър предмет (който може да е на ъгъла на друга опаковка), или с други опаковки или товари, подредени отгоре. Когато съдържанието е в течна или в газообразна форма, се налагат по-



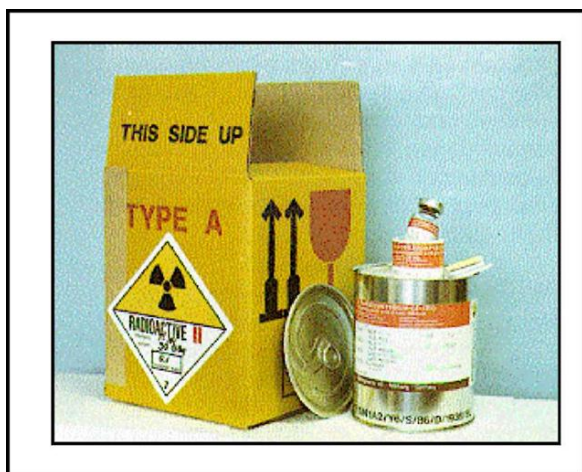
високи стандарти, тъй като има по-голяма възможност от изтичане или разпръскване от опаковката.

3.112. Предполага се, че тип А опаковка може да бъде повредена при тежка авария и че част от съдържанието може да бъде освободено. Правилата на МААЕ определят граници за максимална радиоактивност, при които РАМ може да се транспортира в такива опаковки.

3.113. Характерът и формата на опаковка тип А е в зависимост от вида и формата на съдържанието. В някои случаи, самата опаковка може да бъде неразделна част от механизма за използване на самия радиоактивен материал.



фигура 3 13. Опаковъчен комплект тип А



фигура 3 14. Опаковка тип А

Видове РАМ които могат да се превозват в опаковки Тип А

3.114. Ограниченията, които се прилагат към опаковки тип А, идват директно от дефиницията на А1 и А2. Ако радиоактивният материал е в специална форма, ограничението е съответната стойност на А1, в противен случай граница е съответната стойност А2.

Радиоизотопи

3.115. Типично съдържание на опаковките тип А са радиоизотопи. Движението на тези радиоизотопи е значително. В повечето развити страни, например, стотици и дори хиляди опаковки с изотопи се транспортират ежедневно. Товарите могат да варират от една индивидуална опаковка до няколко стотици опаковки. По-голямата част се превозват по шосе. Опаковките за износ могат да бъдат изпращани по въздух в съответствие с периода на полуразпад на съдържанието. По отношение на радиоактивността на тези изотопи,



която може да варира от няколко кило бекерела за диагностични медицински цели до десетки гига бекерела.

Технециеви генератори

3.116. Превозът на технециеви генератори е важна операция сама по себе си. Тези генератори съдържат ^{99}Mo , който претърпява радиоактивно разпадане за производство на краткотрайни $^{99\text{m}}\text{Tc}$ радионуклиди. Обикновено това е различно от молибдена в болниците, свързан с различни химикали, който се инжектира в пациентите, за да се подпомага диагностицирането на рака на костите, черния дроб и мозъка. Успехът на тази техника е довела до използването ѝ в световен мащаб, така че редовните доставки на генераторите са задължителни. Много от болниците получат генератор всяка седмица.

Промислени източници

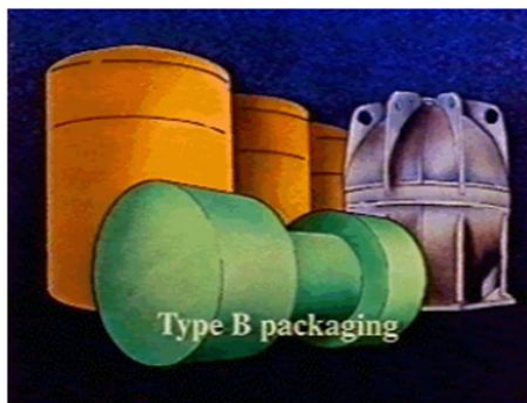
3.117. Промислеността разчита на радиоактивните материали по много начини. Следователно е необходимо да се помисли за превоз на източници за промислеността, включително тези за неразрушително тестване. Използването на радиоактивността в промислеността е намаляло през последните години. Независимо от това, индустрията използва широк набор от радиоизотопи за много приложения. Разнообразният характер на промислените приложения изисква производителите да предоставят много различни радиоизотопи и форми.

3.118. Радиоактивните източници се използват за промислени измервания, сечене, контрол на суровини, контрол на нивото на резервоари, както и за калибриране и работа на прибори. Източници се използват също в промислената радиография, главно за тестване на ефективността на заваряване или за откриване на несъвършенства в метални детайли. Някои фирми са специализирани в радиография на място. Радиоактивните източници се транспортират до мястото, изваждат се от транспортните контейнери, използват се за проверка или анализ и след това се връщат в контейнера за обратен превоз до мястото за съхранение (склада).

3.119. Транспортът и използването на източници за радиография на място е довело до значителен брой радиационни инциденти. Така например, има няколко случая, когато лаборанта е бил изложен на високи нива на радиация, когато източника не е бил върнат навреме в контейнера. Радиографичните източници са високо радиоактивни. Иридий-192, със средно съдържание няколко стотин GBq, се използва в по-голямата част от случаите. Следва да се отбележи, че по-големите източници за радиография се транспортират в опаковки от тип В.

Тип В (U) и В (M) опаковки

3.120. Що се отнася до ограниченията за съдържанието, както и вида на съдържанието, опаковките тип В (U) и тип В (M) могат да се разглеждат заедно.



фигура 3 15. Опаковки Тип В

Ограничения относно съдържанието

3.121. Границите на активността обикновено са определени за дадена конструкция на опаковката и са включени в документацията за безопасността, съпровождаща заявлението за утвърждаване. Това заявление се предоставя на компетентния орган, като искане на сертификат за утвърждаване. С други думи, границата за съдържанието е специфична за определената конструкция на опаковката.

3.122. Изключението се отнася до превоза на радиоактивни материали в Тип В (U) и В (M) опаковки, когато се превозват по въздух. В този случай, има две специфични ограничения и една ситуация, която позволява отклонение от тези граници. Ограниченията са:

- за особен вид радиоактивно вещество, ограничението е или 3000A1 или 100 000A2, което е по-ниско, или,
- за всички други радиоактивни материали, границата е 3000A2.

3.123. Ситуацията, която позволява отклонение от тези граници е, когато радиоактивния материал отговаря на изискванията за слабо диспергиращи се радиоактивни материали. В този случай, ограниченията за съдържанието са разрешените за конструкцията на опаковката, посочени в сертификата за утвърждаване.

3.124. Докато стойностите A1 и A2 не се използват пряко при определяне на граничните стойности на активността за опаковки от тип В (с изключенията, посочени по-горе), то те се използват за определяне на допустимите граници на изхвърлянията. Следователно, те са ангажирани в процеса на проектиране. При нормални условия на транспортиране, граница за изхвърлянето е 10-6A2 на час. Максимално допустимото изхвърляне при аварийни условия по време на превоз от опаковка тип В е A2 за период от една седмица. Границите на изхвърляне са разгледани в следващите глави.

Видове съдържание

3.125. Опаковките Тип В (U) или В (M) се използват, когато активността надвишава стойностите на A1 или A2. Ето защо, тип В (U) или тип В (M) опаковка е необходима както при превоза на малки количества алфа излъчватели, които почти не изискват екраниране, така и за големи количества бета-/гама-емитери, които изискват значително радиационно екраниране.

3.126. Съдържанието на типичните опаковки Тип В (U) и В (M) включва:

- насипни доставки на некапсулирани медицински или за научни изследвания радиоизотопи като ^{131}I , ^3H , ^{24}Na ;



- закрити източници, като ^{60}Co или ^{192}Ir за неразрушително тестване или ^{60}Co за телетерапия;
- необлъчено ядрено гориво, включващо високо обогатен уран, плутоний или смесени оксиди;
- отработено ядрено гориво или проби за изследвания след облъчване.

3.127. Съдържанието може да бъде в различни форми, радионуклиден състав и с различна радиоактивност.

3.128. Друг случай, когато трябва да се използват опаковки Тип В (U) или тип В (M), е при транспортирането на материал с НСА или ПЗО, когато мощността на дозата не превишава 10 mSv/h на разстояние 3 м от неекранирания/незащитения материал. Типичен пример е при отпадъците, като йонообменна смола, които могат да се съобразят с критериите, приложими към материали с НСА, но поради количеството и мощността на дозата, не могат да бъдат транспортирани в промишлена опаковка.

3.129. Както бе казано по-рано, общата активност в превозното средство, или в трюма или отсека за вътрешно воден превоз, е ограничена, когато се превозват материали с НСА или ПЗО в Тип ПО-1, 2 или 3. Въпреки това, понякога се налага да се превозват количества НСА или ПЗО, които надхвърлят тези граници. За да се избегне разделяне на товара и увеличение на броя на превозите, трябва да се използва опаковка тип В (U) или тип В (M). Пример за това могат да бъдат отпадъци, замърсени с алфа излъчващи материали, които могат да бъдат класифицирани като НСА-II материал. Ако отпадъците са изработени от пластмаса или са ръкавици или тъкани, те са запалими и вместо да се увеличи броя на превозите, за да се съобрази с границата от 100A2 за превозно средство, препоръчително е да се използва тип В (U) опаковка.

Леки опаковки тип В (U) и В (M)

3.130. Леки опаковки Тип В (U) и В (M) не са изрично определени като отделен тип на опаковката в Правилата на МААЕ [15]. Въпреки това, някои специални изисквания за изпитване се прилага за тези опаковки, и следователно, те трябва да бъдат разгледани. По същество, една лека опаковка тип В пакет е тази, която:

- има маса не по-голяма от 500 kg;
- плътността ѝ не е по-голяма от 1000 kg/m^3 въз основа на външните размери;
- има радиоактивни съдържания с активности по-големи от 1000A2 за различни от специална форма.

3.131. Типично съдържание на лека опаковка Тип В (U) или тип В (M) са алфа емитерите. Например, плутониев оксид на прах и разтвори на плутониев нитрат.

Опаковки Тип В (U), съдържащи радиоактивни материали с високи активности

3.132. Тип В (U) опаковки, предназначени за превоз на радиоактивни материали с по-голяма активност от 105A2, задължително преминават тест с потапяне. Следва да се отбележи, че този тест се изисква също и за всички опаковки тип С.

Опаковки Тип С

3.133. Опаковките Тип С по принцип трябва да отговарят на същите изисквания, както Тип В (U) и включително на изпитванията за нормални условия на транспорт. Въпреки това, някои от изпитванията симулиращи авария са по-тежки.

Ограничения за съдържанието

3.134. В Правилата на МААЕ от 1996 г. (TS-R-1) се въвежда нов тип опаковки „тип С“. Както е прието от държавите-членки и Международната организация за гражданско



въздухоплаване (ИКАО), този тип опаковки ще се използва за транспортирането на големи количества радиоактивен материал по въздуха. Както беше обсъдено по-горе, въвеждането на опаковки от тип С е във връзка с ограниченията за съдържанието на Тип В (U) и тип В (M) опаковки, които се транспортират по въздух. Ограниченията за съдържанието се изразяват в:

- 3000A1 или 100 000A2 (което е по-ниско) за материали в специална форма, или
- 3000A2 за всички други форми на радиоактивни материали.

3.135. Изборът на 3000A2 за не-специална форма е свързано главно с по-стара версия на Правилата, които определят голям източник като 3000 A1 или A2. Това количество се запазва в Правилата като прагово, за което задължително се изисква утвърждаване за превоз на опаковки тип В (M). Освен това проучване, проведено във Франция, е предложено, като най-типична скорост за изхвърляне на фракция при въздухоплавателни средства да бъде толкова, колкото 3×10^{-2} за опаковки тип В (U). Тази изхвърлена фракция в комбинация с предположението, че изхвърлянето на 100A2 представлява значителна опасност, дава допълнително основание за ограничение 3000A2 на съдържанието. За специална форма на радиоактивен материал се използва същото ограничение на съдържанието. Въпреки това, признава се, че свойствата на материал в специална форма може да се нарушат при авария с въздухоплавателно средство, така че пика от 100000A2 е бил сложен в границите на съдържанието.

3.136. Отклонение от тези граници е разрешено за друг особен случай, а именно за слабо диспергиращи се радиоактивни вещества (СДРВ). Ако материалът е класифициран като СДРВ, той може безопасно да се превозва в големи количества по въздуха в опаковки тип В (U) или тип В (M).

3.137. Както при Тип В (U) и тип В (M) опаковки, правилникът не конкретизира ограниченията за активност за опаковки тип С. Ограниченията за активността обикновено са установени по време на конструирането и са включени в документацията за безопасността към заявлението за утвърждаване, което е представено на компетентния орган, когато се иска сертификат за утвърждаване.

3.138. В допълнение, същите ограничения за изхвърлянията, определени за опаковки от тип В, се прилагат за опаковки тип С, както за нормални условия на транспорт така и за аварийни условия на транспорт.

Видове съдържание

Плутоний и смесено оксидно гориво

3.139. Плутоний, идващ от преработката на отработено гориво, може да бъде използван за производство на касети със смесено оксидно гориво. В този процес, смесения оксид последователно ще бъде под формата на прах, гранули, ТОЕ (топлоотделящ елемент) и касети. Според местоположението на различните заводи за преработка, смесения оксид трябва да бъде транспортиран. Така например, може да се наложи да бъде превозен от завода за производство на ТОЕ до мястото, където те се сглобяват в горивни касети.

3.140. Плутоният и смесените оксиди имат висока активност по отношение на A2, така че 3000A2 обикновено съответства на около сто грама плутоний или два килограма смесен оксид. За целите на физическата защита най-добрият превоз на тези материали е по въздуха, особено ако те трябва да бъдат транспортирани на голямо разстояние (например от един континент на друг)

3.141. Поради тези причини, плутоний и смесено гориво (оксид) се превозват в опаковка тип С.

Много високо-активни източници/Източници с висока активност



3.142. Друг вид радиоактивни материали, които се превозват в опаковка тип С са радиоактивни източници с висока активност. Някои източници трябва да бъдат транспортирани много бързо поради техния кратък живот. Въпреки това, трябва да бъде признато, че $3000A2$ представлява голяма стойност за активността на този вид материал.

Опаковки, съдържащи уранов хексафлуорид

3.143. Урановият хексафлуорид (UF_6) е важен междинен продукт в производството на ядрено гориво от рудни концентрати и представлява много важна част от международната търговия и транспорт. Уранът се превръща в UF_6 за да се подложи на последващо обогатяване.

3.144. Урановия хексафлуорид е съединение на шест-валентен уран и флуор. То е бяло твърдо вещество, в зависимост от условията на средата. UF_6 в газообразно състояние се използва в газови инсталации за увеличаване на концентрацията на делящия се изотоп ^{235}U в смес от ^{238}U , ^{235}U и ^{234}U , която се намира в естествената уранова руда. Той лесно се трансформира в газообразно състояние при ниска температура. Втвърдява се при температура $56,4^{\circ}C$ и атмосферно налягане ($0,101 MPa$) и се втечнява при $64^{\circ}C$ при налягане от $0,151 MPa$. UF_6 се използва по две причини. Първо, може удобно да се използва като газ за преработка, като течност за поддържане и отнемане, и в твърдо състояние за съхранение. Всяко едно от тези състояния е постижимо при сравнително ниски температури и налягания. На второ място, тъй като флуора е само един физичен изотоп, всеки изотопен сепаративен капацитет на дифузионен завод се използва за обогатяване на концентрацията на леки изотопи на урана.

3.145. В допълнение към радиоактивните свойства и свойствата на делене, особено внимание трябва да се обърне на урановия хексафлуорид, защото това е материал, който има значителни допълнителни опасности в допълнение към своите потенциално радиоактивни и ядрени свойства. Химичната и токсичност опасност на UF_6 , когато се освобождава в атмосферата и реагира с вода или водна пара, са по-голяма грижа от опаковките, от гледна точка на радиационна опасност. По същия начин, физичните свойства на материала са такива, че той е с ниска температура на тройната точка, както и с голям коефициент на топене и течни термична експанзия. Това означава, че ако съдържанието е подложено на висока температура на околната среда, може да се има опасност да се разруши. Освен това следва да се отбележи също, че опаковки уранов хексафлуорид са под налягане по време на товаро-разтоварните операции, въпреки че те не са под налягане при нормални условия на транспортиране.

3.146. Това означава, че опаковки, съдържащи уранов хексафлуорид, трябва да отговарят на допълнителни критерии, извън тези, свързани с чистия вид опаковка, изисквани от техния радиоактивен и/или делящ характер. Те са обсъдени подробно в следващата глава.

Ограничения на съдържанието

3.147. Масата на урановия хексафлуорид в една опаковка, не трябва да надвишава стойност, която би довела до недостиг под 5%. Урановият хексафлуорид трябва да бъде в твърда форма и вътрешното налягане в опаковката да е по-ниско от атмосферното по време на транспорт.

3.148. Трябва да се отбележи, че когато ^{235}U е обогатен с повече от 1% от масата, урановият хексафлуорид трябва да бъде транспортиран в опаковки, отговарящи на изискванията за опаковки, съдържащи делящ се материал.



4. ИЗИСКВАНИЯ КЪМ РАМ, ОПАКОВКИТЕ И ОПАКОВЪЧНИТЕ КОМПЛЕКТИ ПРИ АВТОМОБИЛЕН, ЖЕЛЕЗОПЪТЕН И ВЪЗДУШЕН ПРЕВОЗ И ПРИ ПРЕВОЗ ПО ВОДНИ ПЪТИЩА

ОБЩИ ИЗИСКВАНИЯ ПРЕДИ ПЪРВИЯ ПРЕВОЗ И ПРИ ВСЕКИ СЛЕДВАЩ ПРЕВОЗ НА РАМ

Преди първия превоз

4.1. Преди дадена опаковка да бъде използвана за първи път за превоз на радиоактивни материали трябва да бъде потвърдено, че тя е произведена в съответствие със спецификации, които да гарантират съответствието и със законовите разпоредби и да притежава сертификати за одобрение.

4.2. Съгласно чл.21 от Наредбата [2] преди първия превоз на дадена опаковка за нея трябва да бъдат изпълнени следните изисквания:

- ако проектното налягане на защитната обвивка на опаковката превишава 35 kPa (манометрично налягане), да се осигури съответствието на защитната обвивка с утвърдените проектни изисквания, отнасящи се до способността ѝ да съхрани своята цялост при такова налягане;
- за всяка опаковка от типа В(U), В(M) или С и за всяка опаковка с дялящ се материал да е гарантирано, че ефективността на биологичната защита, ефективността на защитната обвивка, а при превоз на дялящ се материал и характеристиките на топлопренасяне и ефективността на системата за локализация, са в допустимите граници, приложими или установени за съответната, утвърдена от компетентните органи, конструкция;
- опаковките с дялящ се материал, съдържащи елементи за поглъщане на неутрони, да се проверяват за наличието и разпределението на неутронните поглъщатели.

4.3. Товароизпращачът на радиоактивните материали трябва да гарантира, че опаковките са били произведени в съответствие със спецификациите за конструкцията и притежават съответния сертификат за утвърждаване.

При всеки следващ превоз

4.4. Съгласно чл. 22 от Наредбата за транспорт [2] преди всеки превоз за опаковката трябва да бъдат изпълнени следните изисквания:

- да бъдат изпълнени всички приложими изисквания на наредбата;
- товароподемните приспособления, които не отговарят на изискванията на чл. 77, ал. 1, т. 2, да се демонтират или приведат в състояние, непозволяващо тяхното използване за манипулации с опаковки;
- за всяка опаковка от типа В(U), В(M) или С и за всяка опаковка със дялящ се материал да бъдат изпълнени всички изисквания, определени в административните актове за утвърждаване на съответната конструкция;
- за всяка опаковка от типа В(U), В(M) или С да се достигнат равновесни условия, при които да са изпълнени изискванията за температура и налягане; при международен превоз тези изисквания се съблюдават, ако не са били снети чрез едностранно утвърждаване;
- за всяка опаковка от типа В(U), В(M) или С да се извършват проверки и/или изпитвания на затварящите устройства, клапаните и другите отвори в защитната обвивка, през които е възможно изтичане на радиоактивно съдържание, за да се установи, че те са приведени в необходимото състояние



(затворено или херметизирано) и да се потвърди изпълнението на изискванията по чл. 92, т. 11 - 13 и чл. 95, т. 2 ;

- за всеки особен вид радиоактивно вещество да бъдат изпълнени изискванията, определени в административния акт за утвърждаване, и приложимите изисквания на наредбата;
- за опаковки с дялящ се материал в съответните случаи да се извършат измерванията, определени в чл. 100, т. 2, и изпитвания на опаковките, за да се потвърди затварянето на всяка опаковка, съгласно изискванията по чл. 101;
- за всяко слабо диспергиращо се радиоактивно вещество да бъдат изпълнени изискванията, определени в административния акт за утвърждаване, и приложимите изисквания на наредбата.

4.5. Опаковките не трябва да съдържат никакви странични предмети с изключение на приспособления и документи, необходими за използването на превозваното радиоактивно вещество. Това изискване не се прилага, когато:

- се превозват вещества с ниска специфична активност или повърхностно замърсени обекти заедно с други нерадиоактивни товари;
- няма взаимодействие на страничните предмети с опаковъчния комплект и радиоактивното съдържание и не се понижава безопасността на опаковката.

4.6. Контейнери със средна товароподемност и резервоари, предназначени за превоз на радиоактивни вещества, не трябва да се използват за съхраняване или превоз на други нерадиоактивни вещества, ако тези контейнери и резервоари не са дезактивирани под следните граници на активността:

- 0,4 Bq/cm² - за бета/гама радионуклиди и за алфа радионуклиди с ниска токсичност;
- 0,04 Bq/cm² - за всички останали алфа радионуклиди.

4.7. Освен радиоактивността и вероятността за възникване на верижна реакция на делене трябва да се отчитат всички други опасни свойства на радиоактивното съдържание на опаковките (взривоопасност, запалимост, пирофорност, химична токсичност и корозионност) в процеса на опаковане, поставяне на етикети, маркиране, поставяне на указателни и предупредителни табелки и надписи, съхраняване и движение по маршрута така, че да се осигури спазването на съответните нормативни изисквания за превоз на опасни товари. – част от наредбата

4.8. Товароизпращачът трябва да гарантира, че съдържанието на опаковката е в съответствие с всички приложими изисквания на наредбата и съответния сертификат за утвърждаване.

4.9. Когато опаковки, съдържащи радиоактивни вещества, са били съхранявани в продължение на дълги периоди от време, трябва да бъдат извършени проверки, за да се провери съответствието на опаковката с приложимите разпоредби на Наредбата [2] и сертификат за утвърждаване преди доставката.

4.10. Сертификатът за утвърждаване на опаковката е доказателство, че конструкцията на всяка индивидуална опаковка отговаря на нормативните изисквания и че опаковката може да се използва за превоз на РАМ. Изпращачът има отговорност да гарантира, че всяка отделна опаковка съответства/отговаря на изискванията на Наредбата [2]. Проверките, за съответствието на опаковката с приложимите разпоредби и готовността им за транспорт, трябва да бъдат оторизирани (например подписани) от лицето, което отговаря пряко за тази операция. Попълнените документи трябва да бъдат записани на файл, в съответствие с изискванията на системата за управление.



- 4.11. Сертификатът за утвърждаване на опаковките, съдържащи дялящ се материал показват разрешеното съдържание на опаковката. Преди всеки превоз съдържанието на дялящия се материал трябва да бъде проверено съгласно характеристиките, предвидени в списъка на разрешеното съдържание.
- 4.12. Несъответствията с утвърдените проектни изисквания трябва да бъдат напълно документирани и съобщени на компетентния орган, който е утвърдил конструкцията.
- 4.13. Всяка опаковка тип В (U), тип В (M) и тип С трябва да бъде тествана след затварянето и преди транспорта, за да се гарантира спазването на необходимата плътност.
- 4.14. В случай на опаковки, чието съдържание е особен/специален вид радиоактивно вещество, съответствието може да се докаже чрез притежаването на удостоверение, изготвено съгласно системата за управление, което демонстрира съответствие на източника (-иците).
- 4.15. Сертификатът за утвърждаване трябва да идентифицира всички изисквания за затваряне на опаковката, съдържаща дялящи се материали, които са необходими в резултат на допусканията, направени при оценката по отношение на безопасността по критичност при потапяне във водата на една опаковка в изолация. Трябва да се правят проверки и/или тестове, за да се гарантира, че всички специални изисквания за предотвратяване проникването на вода са били изпълнени.

ПРЕВОЗ НА ДРУГИ МАТЕРИАЛИ ЕДНОВРЕМЕННО С РАМ

- 4.16. Целта на това изискване е да се предотврати радиоактивно замърсяване на други стоки.
- 4.17. Опасните товари могат да реагират, ако се оставят да влязат в контакт един с друг. За да се сведе до минимум възможността опаковките с радиоактивен материал да загубят/нарушат целостта на защитната си обвивка в резултат на взаимодействието на опаковката с други опасни товари, те трябва да се държат отделени от другите опасни товари по време на транспортирането или съхранението им.
- 4.18. Информацията относно специфичните изисквания за съхранение, складиране и сортиране, се съдържа в нормативните документи на международните транспортни организации и в разпоредбите, предвидени в нормативните документи на отделните държави.

ДРУГИ ОПАСНИ СВОЙСТВА НА СЪДЪРЖАНИЕТО (ТОВАРИТЕ)

- 4.19. Освен опасностите, свързани с радиоактивното излъчване на някои елементи и деленето на ядрата им, трябва да се вземат предвид (да бъдат отбелязани) и останалите им опасни свойства, като взривоопасност, запалимост, пирофорност, химическа токсичност и корозивност. Всички тези опасни свойства трябва да бъдат взети предвид при пакетиранието им, етикетиранието, маркирането, поставянето на табели, съхранението и превоза.
- 4.20. Например урановият хексафлуорид, за който са взети предвид и допълнителни рискове (освен радиоактивното излъчване) при определяне изискванията за транспортирането му.
- 4.21. Съгласно Препоръките на ООН за превоз на опасни товари всички радиоактивни материали се класифицират в клас 7. В случай на превоз на радиоактивен материал в освободени опаковки, другите видове опасности имат предимство.



4.22. Препоръките на ООН за превоз на опасни товари изискват провеждането на експлоатационни тестове за опаковките, в които се превозват всички класове опасни товари. ООН определя следните класове опасни товари:

- Клас 1 – Експлозивни. Взривни вещества.
- Клас 2 - Газове
- Клас 3 – Лесно-запалими течности
- Клас 4.1 – Леснозапалими твърди вещества.
- Клас 4.2 - Самозапалващи се твърди вещества
- Клас 4.3. - Вещества, които при контакт с вода се самозапалват.
- Клас 5.1 – Окисляващи вещества.
- Клас 5.2 - Органични прекиси
- Клас 6.1 – Отровни (токсични) вещества
- Клас 6.2 – Инфекционни вещества
- Клас 7 – Радиоактивни вещества
- Клас 8 – Корозивни вещества
- Клас 9 – Други опасни вещества.

4.23. Освен на изискванията на Наредбата [2], радиоактивните товари трябва да отговарят и на изискванията, посочени в международните транспортни документи, отнасящи се за другите класове опасни товари, както и на изискванията, съгласно законодателството на страните през чиято територия преминават товарите. Например, изисквания за етикетиране и вида информация, която се включва в транспортните документи, конструкцията на опаковката и одобряването ѝ от съответните власти и др..

4.24. Всички етикети, обозначаващи различните опасности трябва да бъдат поставени, съгласно съответните национални и международни транспортни разпоредби.

ИЗИСКВАНИЯ И КОНТРОЛ ПРИ РАДИОАКТИВНО ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ОПАКОВКИ И ПРИ ОПАКОВКИ С ТЕЧ

4.25. Нефиксираното радиоактивно замърсяване на външните повърхности на опаковките трябва да се държи колкото е възможно по-ниско, като при рутинни условия на превоз не трябва да превишава следните граници на активността, валидни за усреднена площ 300 cm² от всяка част на повърхността:

- 4 Bq/cm² - за бета/гама радионуклиди и за алфа радионуклиди с ниска токсичност;
- 0,4 Bq/cm² - за всички останали алфа радионуклиди.

4.26. Нефиксираното радиоактивно замърсяване на външните и вътрешните повърхности на транспортни пакети, товарни контейнери, контейнери със средна товароподемност и резервоари не трябва да надвишава границите на активността посочени по-горе.

4.27. Всяко превозно средство, оборудване или части от тях, които по време на превоз на радиоактивни вещества са били радиоактивно замърсени над границите на активността, определени по-горе, или за които мощността на дозата превишава 5 μSv/h на повърхността им, трябва да се дезактивират от квалифициран персонал и да не се използват, докато:

- нефиксираното радиоактивно замърсяване не достигне границите, определени в чл. 26 [2];
- мощността на дозата от фиксираното радиоактивно замърсяване върху повърхностите не се намали под 5 μSv/h.

4.28. На практика, замърсяване, което се появява като фиксирано може да стане нефиксирано в резултат на въздействието на времето, обработка и т.н. В повечето случаи,



когато малки опаковки са леко замърсени върху външните си повърхности, замърсяването е почти изцяло отстраняемо или нефиксирано, и методите за измерване трябва да отразяват това. В някои ситуации, обаче, като например в случая на контейнери за гориво, които може да са били потопени в замърсена вода в басейна за охлаждане, докато се зареждат с отработено гориво, това може да се окаже невярно. Замърсители, като Cs-137 може силно да се закрепят към повърхността, или да проникнат в стоманени повърхности.

4.29. Замърсяването може да се окаже пропито в пори, фини пукнатини и цепнатини, особено в близост до уплътненията на капака. Последващо изветряне, излагане на дъжд или дори излагане на влажни въздушни условия може да доведе до известно освобождаване на фиксираното замърсяване или превръщането му в нефиксирано. Необходимо е преди експедицията да се използват подходящи методи за дезактивация за намаляване нивото на замърсяване, така че да не може да се очаква, границите на нефиксирано замърсяване да бъдат превишавани по време на транспорта. Трябва да се признае, че в някои случаи, границите на нефиксираното замърсяване могат да бъдат превишени в края на пътуването. В такива ситуации, получателят трябва да информира изпращача, така че той да може да определи причините и да се намали до минимум вероятността от подобни събития в бъдеще.

4.30. Забърсването на замърсената повърхност, както премахва замърсяването, така и остъргва базовия пласт, особено ако последния е сравнително мек, например, боя или пластмаса. По този начин замърсяването може да се превърне в нефиксирано. Освободеното замърсяване замърсява повърхността отново. Чрез почистването на мръсни повърхности е възможно да се генерира освободено замърсяване от базовия субстрат. Бойте и пластмасите с времето се излагат на слънчева светлина. Наред с другите ефекти, ултравиолетовата светлина окислява боята или пластмасовите повърхности, като по този начин увеличава капацитета на катионния обмен. Това прави повърхностите, изложени на околната среда, все по-податливи на замърсяване с някои разтворими замърсители.

4.31. Наредбата за транспорт [2] няма конкретни ограничения за фиксирано замърсяване на опаковките, тъй като външното излъчване в резултат на това ще се комбинира с радиоактивното лъчение от съдържанието, а границите на мощността на дозата за опаковките се контролират от други специфични изисквания. Въпреки това, ограниченията за фиксирано замърсяване са определени, за да се намали рискът това замърсяването да се превърне в нефиксирано в резултат на триене, атмосферни влияния и т.н.

4.32. Определените граници за нефиксираното замърсяване се прилагат за усреднена площ 300 cm² или към общата опаковка, ако общата повърхност на площ е по-малка от 300 cm². Нивото на нефиксираното замърсяване може да се определи чрез избърсване на площ от 300 cm² с филтърна хартия, суха памучна вата или друг материал от подобно естество. Броят на пробите-натривките, взети от повърхността на по-голяма опаковка трябва да бъде такъв, че да е представителен за цялата повърхност и се избира, така че да се включат предимно участъци/места, известни или очаквани да бъдат по-замърсени, отколкото останалата част от повърхността.

4.33. Активността на натривката/пробата може да се измерва с преносим прибор или със стационарен/лабораторен уред.

4.34. Основната цел на инспекцията/контрола от квалифицирано лице е да се прецени дали е налице или би могло да се очаква изтичане или нарушаване целостта на екраниране и да гарантира, че опаковката е безопасна и отговаря на изискванията определени в Наредбата за транспорт [2]. В случай, че това не е така – да оцени степента на повреда или изтичане и радиологичните последствия. В редки случаи може да се окаже необходимо да се разшири проучването и изследването: по протежение на трасето и на транспортните



средства и съоръженията за обработка, за да се идентифицират и почистят всякакви замърсени райони. Може да се наложи оценка на дозата от външно облъчване и възможно вътрешно облъчване на транспортните работници и населението.

4.35. Превозните средства, съдържащи повредени опаковки, при които има изтичане или изглеждат силно зацапани или нарушени, трябва да бъдат задържани и съхранявани, докато не бъдат обявени за безопасни от квалифицирано лице.

4.36. Превозните средства могат да бъдат замърсени по време на превоза на радиоактивни материали от нефиксираното замърсяване върху опаковките. Ако транспортното средство е замърсено над допустимото ниво, то най-малко трябва да се почисти до подходящите граници.

4.37. Границите на фиксираното замърсяване се определят, за да се намали рискът, замърсяването да стане нефиксирано в резултат на триене, атмосферни влияния и т.н.

4.38. Ако нефиксираното замърсяване на превозните средства надвишава границите, определени от Наредбата за транспорта [2], транспортното средство трябва да се дезактивира и след почистването трябва да се направи измерване на фиксираното замърсяване. Мощността на дозата в резултат на фиксирано замърсяване на повърхността може да бъде измерена с помощта на преносим уред с подходящ обхват, в близост до повърхността на транспортното средство. Такива измервания трябва да се правят само преди натоварване на транспортното средство.

4.39. Там където опаковки, които имат относително високо фиксирано замърсяване, се обработват редовно от едни и същи транспортни работници, може да е необходимо да се разгледа не само проникващото облъчване, но и непроникващото облъчване от това замърсяване“. Ефективната доза, получена от работниците от проникваща радиация, може да бъде достатъчно ниска, че да не е необходим индивидуален мониторинг. Ако е известно, че фиксираните замърсявания могат да бъдат значителни, тогава е разумно да се определи работна граница, която предотвратява ненужното излагане на облъчване на ръцете на работниците.

ИЗИСКВАНИЯ И КОНТРОЛ ПРИ ПРЕВОЗ НА ОСВОБОДЕНИ ОПАКОВКИ, МАТЕРИАЛИ С НИСКА СПЕЦИФИЧНА АКТИВНОСТ И МАТЕРИАЛИ С ПОВЪРХНОСТНО РАДИОАКТИВНО ЗАМЪРСЯВАНЕ В ИНДУСТРИАЛНИ ОПАКОВКИ ИЛИ НЕОПАКОВАНИ

Освободени опаковки

4.40. Освободени опаковки са опаковки, в които радиоактивното съдържание се ограничава до такива ниски нива, че потенциалните опасности са достатъчно ниски, за да не изисква спазването на някои от строгите разпоредби за конструкцията, приложими за други видове опаковки. В зависимост от съдържанието на освободените опаковка трябва да бъдат изпълнени допълнителни изисквания, както е посочено в Наредбата за транспорт [2]. Например, към освободената опаковка с дялящ се материал има допълнителни изисквания.

4.41. Освободените опаковки се използват за доставка на малки количества радиоактивен материал при относително ниски разходи, но с подобни стандарти за безопасност на тези, осигурени от опаковки Тип А. Това се постига чрез силно ограничаване на съдържанието.

4.42. Изискването мощността на дозата във всяка точка на повърхността на освободените опаковка да не надвишава $5 \mu\text{Sv/h}$ е с цел да се гарантира, че чувствителен фотографски материал, няма да бъде повреден и че дозата на облъчване за лица от населението ще бъде незначителна.



4.43. Като цяло се счита, че радиационното облъчване, което не надвишава 0,15 mSv не води до неприемливо замъгляване на непроявен фотографски филм. Опаковка, съдържаща такъв филм, ще трябва да остане в контакт с освободена опаковка при максимална стойност на мощността на дозата 5 μ Sv /h за повече от 20 часа, за да се получи доза от 0,1 mSv.

4.44. Следователно не е необходимо специално разделяне на освободени опаковки от хората. Получената доза за лица от населението ще бъде незначителна, дори ако такъв товар се превозва в отделението за пътници на превозното средство.

4.45. Границите на активността на радиоактивни материали при превоз в освободени опаковки са предвидени като кратните на A1 или A2 в Приложение 2 на Наредбата [2]. Максималната активност на РАМ в твърдо или газообразно състояние, което се превозва в освободена опаковка, е 10^{-3} от разрешеното за опаковка Тип А. За радиоактивни течности разрешената максимална активност е намалена до 10^{-4} от разрешената за опаковка тип А.

4.46. Когато радиоактивният материал е затворен или е част от произведен артикул/изделие - инструмент, измервателен уред, детектор за дим, електронен апарат, или подобно устройство, определянето се прави за допълнително съдържание, дадено от структурата му. В този случай границите се увеличават. Има два вида граници: една за изделието и една за опаковката.

4.47. По отношение на смеси на радионуклиди виж чл. 11 и 12 от Наредбата [2].

4.48. Произведени изделия, в които единствения радиоактивен материал е естествен уран, обеднен уран или естествен торий, могат да бъдат транспортирани във всякакво количество в освободена опаковка. Това е при условие, че външната повърхност на урана или тория е покрита в неактивна обвивка от метал или други вещества.

4.49. Когато радиоактивния материал е под формата на инструмент или изделие, мощността на дозата трябва да бъде не по-голяма от 0,1 mSv/h във всяка точка на 100 мм от повърхността на неопакваното изделие. Ако някоя от тези стойности е превишена, тогава за превоза трябва да се използва опаковка тип А.

Материали с ниска специфична активност и материали с повърхностно радиоактивно замърсяване в промишлени опаковки или неопаковани

4.50. При превоз количеството на материалите с ниска специфична активност или повърхностно замърсените обекти във всяка отделна промишлена опаковка от тип 1, тип 2 или тип 3, както и изделието или съвкупността от изделия/предмети, съдържащи радиоактивни вещества, трябва да се ограничава така, че мощността на дозата да не превишава 10 mSv/h на разстояние 3 m от незащитения/неекранирания материал, или от повърхностно замърсените изделия, съдържащи радиоактивни вещества.

4.51. Веществата с ниска специфична активност или повърхностно замърсените обекти, които са или съдържат дялящ се материал, трябва да отговарят на изисквания, посочени в чл. 59, чл. 60, ал. 1 и 2 и чл. 97, ал. 1, т. 1 и 2 [2].

4.52. Веществата с ниска специфична активност от първа група (НСА-I) или повърхностно замърсените обекти от първа група (ПЗО-I) могат да бъдат превозвани неопаковани при следните условия:

- 1) неопакованият материал с изключение на руди, съдържащи само природни радионуклиди, да бъде превозван така, че при рутинни условия на превоз да няма изтичане на радиоактивното съдържание от превозното средство;
- 2) всяко от превозните средства да отговаря на условията за изключително използване, освен ако се превозват само повърхностно замърсени обекти от



първа група (ПЗО-I), чието радиоактивно замърсяване върху повърхностите не превишава 10 пъти следните граници на активността:

- 0,4 Bq/cm² - за бета-/гама-радионуклиди и за алфа-радионуклиди с ниска токсичност;
- 0,04 Bq/cm² - за всички други алфа-радионуклиди;

- 3) за ПЗО-I, за които се предполага, че нефиксираното радиоактивно замърсяване на недостъпни повърхности превишава границите, определени в чл. 26 [2], трябва да бъдат реализирани мерки, осигуряващи неразпространение на радиоактивното вещество в превозното средство.

4.53. Веществата с ниска специфична активност и повърхностно замърсените обекти, различни от посочените в чл. 38, трябва да бъдат опаковани съгласно приложение № 4 [2].

4.54. При превоз на вещества с ниска специфична активност или на повърхностно замърсени обекти в промишлени опаковки от тип 1, тип 2 или тип 3 или неопаковани общата активност в отделен трюм или отсек на плавателен съд за вътрешни водни пътища или в друго превозно средство не трябва да превишава границите на активността съгласно приложение №5 [2].

НСА или ПЗО

4.55. Трудности се срещат при категоризиране на товара, т.е. дали един материал да бъде превозен като материал с НСА или ПЗО, след което се класифицира като НСА-I, II и III или ПЗО-I и II. Някои примери са представени по-долу.

Общо материали с НСА

4.56. Определението за НСА-I ще позволи лесно определянето на даден материал като един от тази категория. По-сложно е определянето на НСА-II, поради което ще бъдат представени някои обяснения. Така например, отпадъците от атомни електроцентрали като дъна на изпарители, механични филтри и др., които надвишават границите за материали с НСА-I, активни метали, органични течности (течни сцинтилационни флуиди и т.н.), бои, които са отстранени от замърсени повърхности и биологични отпадъци ще бъдат основно материали с НСА-II.

4.57. Материали, които поглъщат радиоактивността, като кърпи, парцали или ленти могат да се категоризират, като материали с НСА. Замърсени обекти, като ръкавици, инструменти, железария или стъклени изделия е целесъобразно е да се категоризират, като ПЗО.

Повърхностно замърсени обекти - ПЗО

4.58. Повърхностно замърсените обекти по дефиницията са обекти, които сами по себе си не са радиоактивни, но по техните външни повърхности има радиоактивно вещество. Изводът от това определение е, че материалите/ изделията, които сами по себе си са радиоактивни и едновременно с това са повърхностно замърсени, не могат да бъдат класифицирани като ПЗО. Те могат да се считат за материали с НСА дотолкова доколкото, изискванията, посочени в определението за материали с НСА са спазени.

Съвкупност от слабо замърсени обекти

4.59. Понякога съвкупност от слабо замърсени обекти може да бъде третиран като материал с НСА. Важно е да няма съмнение, че нерадиоактивни материали, чиито повърхности са радиоактивно замърсени са ПЗО, при условие че отговарят на определението за ПЗО. За тази цел, когато има съвкупност от слабо замърсени обекти, не е необходимо да бъде измерено замърсяването на всеки от тях. Напълно достатъчно е да се направят измервания на представителна извадка. При липса на доказателства, че



отделните обекти са с различна степен на замърсяване, може да се приеме, че повърхностите им са еднакво замърсени (да се определи средна специфична активност). При определяне на средната специфична активност или при измерване на мощността на дозата на неекраниран материал, масата на свързващите вещества или циментов разтвор може да се разгледа, при условие че радиоактивния материал е включен в свързващо вещество или циментов разтвор. Въпреки това, ако циментовия разтвор се използва като защитен материал или се използва като структурна добавка или като капсулиращ материал, той не може да участва при класифицирането на радиоактивния материал като материал с НСА.

Активни метали, втвърдени или абсорбирани радиоактивни материали

4.60. Активните метали, радиоактивните материали, които са втвърдени или абсорбирани от нерадиоактивен материал и дезактивирани отпадъци, които надвишават границите за НСА-I, могат да бъдат категоризирани като материали с НСА-II. Като цяло, активните метали могат да бъдат категоризирани като материали с НСА-III. Техните повърхности могат да бъдат замърсени и в същото време устойчиви на промиване. Те трябва, обаче, да бъдат подложени на изпитване с потапяне във вода.

4.61. РАМ с НСА и ПЗО с изключение на НСА- I и ПЗО – I (които могат да се превозват неопаковани при определени условия), трябва да се превозват в промишлени опаковки съгласно следната таблица.

Радиоактивно съдържание	Тип промишлена опаковка	
	При извънредно използване	Без извънредно използване
НСА - I		
Гвърди вещества	ПО-1	ПО-1
Течности	ПО-1	ПО-2
НСА - II		
Гвърди вещества	ПО-2	ПО-2
Течности и газове	ПО-2	ПО-3
НСА - III	ПО-2	ПО-3
ПЗО - I	ПО-1	ПО-1
ПЗО - II	ПО-2	ПО-2

5. ИЗПИТВАНИЯ И ТЕСТОВИ ПРОЦЕДУРИ НА РАМ И ОПАКОВКИ

ДЕМОНСТРИРАНЕ НА СЪОТВЕТСТВИЕ

5.1. Правилата за транспорт на МААЕ [4] съдържат стандарти за изпълнение, а не специфични изисквания за конструкцията и материала на опаковките. Въпреки, че това означава по-голяма гъвкавост за проектантът, но и по-трудното получаване на утвърждаване/сертифициране на дадена конструкция. Целта е да се даде възможност на заявителя да използва приети инженерни практики за оценка на дадена опаковка радиоактивен материал.

5.2. Това може да включва тестване на пълно-машабни опаковки, умалени модели, макети на специфични части от опаковката, изчисления и обосновани аргументи, или различни комбинации от тези методи. Независимо от използваните методи, документацията трябва да е достатъчно пълна и подходяща за удовлетворяване изискванията на компетентния орган и затова, че са били взети под внимание всички аспекти на безопасността и всички възможности за повреди и други грешки, които биха



довели до инцидент. Всяко предположение трябва да бъде ясно изложено и напълно обосновано.

5.3. Тестването на опаковки, съдържащи радиоактивни вещества, представлява особено предизвикателство поради риска от радиоактивно замърсяване. По принцип не е препоръчително изпитванията да се провеждат, използвайки радиоактивни материали, а е необходимо да се убеди компетентния орган, че са изпълнени всички нормативни изисквания. При определяне дали в тестовете да бъдат използвани радиоактивни материали, трябва да се направи радиологична оценка на безопасността.

5.4. Доказване съответствието на опаковката с действащите стандарти може а се извърши посредством един от следните методи или чрез комбинация на някои от тях:

- 1) Извършване на изпитвания с образци, представляващи: материал с НСА - III, специална форма радиоактивен материал, слабо диспергиращ се радиоактивен материал, прототипи или образци на опаковки, където съдържанието на опаковката за изпитванията трябва да бъде възможно най – близко до очакваното радиоактивно съдържание и да бъде подготвено като за транспортиране.
- 2) Позоваване на предишни изпитвания извършени за близки по състав и структура опаковки;
- 3) Извършване на тестове на модели (образци) с подходящ мащаб, притежаващи характеристики, които са от значение по отношение на изпитвания (интересуващият ни) образец, в случай че инженерният опит е показал, че резултатите от тези тестове са полезни за целите на дизайна. Когато се използва мащабен модел, необходимостта от коригиране на някои тестови параметри, като диаметър на проникване или налягането, трябва да бъдат взети предвид.
- 4) Извършване на изчисления или обосновано аргументиране, в случай че процедурите за пресмятане и параметрите се приемат като надеждни и консервативни.

5.5. След като образецът, прототипът е преминал тестовете се използват подходящи методи за оценка на съответствията на изискванията на законодателството.

5.6. Много фактори трябва да бъдат взети под внимание при доказване на съответствие. Те включват, но не се ограничават до:

- сложността на конструкцията на опаковката;
- специални явления, които изискват допълнителни проучвания;
- наличието на съоръжения;
- точността на измерванията - преки или мащабиранни.

5.7. Тъй като Правилата за транспорт [4] изискват спазването на определени граници на течове, проектантът трябва да включи в конструкцията средства за лесно доказване на необходимата степен на плътност. Един от начините е наличие на камера за вземане на проби или тест-порт, където може лесно да се проверяват пратките преди тяхното експедиране.

5.8. Тестовите модели трябва бъдат точно изпълнение на проектираната конструкция, с производствени методи и система за управление на подобни на тези на крайния продукт. Трябва да се обърне повишено внимание на прототипа, за да се гарантира, че тестовия образец е вярна репрезентация на крайния продукт. Ако се използват симулации на радиоактивно съдържание, те трябва наистина да бъдат с аналогични или много близки на действителното съдържание маса, плътност, химически състав, обем и всички други значими характеристики. Трябва да се симулират всякакви възможни ударни натоварвания върху вътрешната повърхност на опаковката и капациите. Всички непълноти или разлики в



модела трябва да бъдат документирани преди началото на тестовете, както и да се направи оценка, за да се определи тяхното влияние (положително или отрицателно) върху резултатите от тестовете.

5.9. Трябва да се обърне особено внимание при планирането на приборите и анализа, независимо дали се провежда тест на умален (машабиран) модел или пълен тест. Следва да се гарантира, че се използват адекватни и правилно калибрирани измервателни уреди, както и възможността за документирани резултатите от тестовете с предвидените тестови устройства, с цел проверка и оценка на резултатите. В същото време, е необходимо да се гарантира, че измервателната апаратура, тестови устройства и електрическите връзки не пречат на модела по начин, който ще анулира резултатите от теста.

5.10. При позоваване на предварително проведени удовлетворяващи ни демонстрации от подобен характер, следва да се отчитат всички прилики и разлики между две опаковки, използвани за тези демонстрации, и текущата такава. Разликите между опаковките може да доведат до промяна на резултатите от демонстрацията. Начините и степента, в която разликите и приликите ще изменят резултатите от предишните демонстрации зависят от техните ефекти. Ето един такъв случай: опаковката може да бъде геометрично идентична с една утвърдена такава, но поради съществени промени в новата опаковка, позоваването на предишната демонстрация няма да е от значение и следователно не трябва да се използва.

5.11. Друг метод за доказване на съответствие е чрез изчисления или обмислени аргументи, с предварителната уговорка, че изчислителните процедури и параметри трябва да бъдат надеждни и консервативни. Независимо от избрания метод на квалификация, вероятно ще бъде необходимо да се извършат изчисления и логически обосновано аргументиране на резултатите. Когато се използват тестове за определяне на свойствата на материалите, отклоненията на данните трябва да бъдат взети под внимание.

5.12. Много изчисления може да изискват използването на комерсиални компютърни алгоритми и модели. Трябва да се обмисли надеждността и подходящо валидиране на избраният програмен код. Когато използваният код не е широко разпространен или познат, трябва да се представи доказателство за неговата теоретическа коректност.

5.13. Обосновка на проекта може да бъде направена и чрез извършването на тестове с модели във подходящ мащаб, включващи важни функции по отношение на изследвания обект, когато опитът показва, че резултатите от тези тестове ще бъдат подходящи за целите на проектирането. Когато се използва машабиран модел, трябва да бъде взета под внимание необходимостта от регулиране на някои тестови параметри, като диаметър на проникването или тежестта на натиск. От друга страна, някои тестови параметри не може да се регулират. Например, времето и гравитационното ускорение са константи, и поради това ще бъде необходимо да се коригират резултатите с използване на скалиращи фактори. Машабираният модел трябва да бъде подкрепен чрез изчисления или чрез компютърна симулация с използване на реперен компютърен софтуер, за да се гарантира, че е налице достатъчна граница на безопасност.

5.14. Когато се използват умалени модели за определяне на щети, трябва да се обърне дължимото внимание на механизмите, които засягат поглъщането на енергия, тъй като триенето, разкъсването, смачкването, еластичността, пластичността и нестабилността може да имат различни скалиращи фактори, в резултат на различните параметри в теста. Също така, тъй като доказването на съответствие изисква комбинация от три теста (като проникване, изпускане и топлинни тестове за опаковки тип В (U) и тип В (M)), противоречията в изискванията за параметрите на изпитване може да налагат компромис, който, от своя страна, ще даде резултати, които изискват прилагане на скалиращи фактори. В заключение, трябва да се отчитат всички разлики, до които води ефекта на машабиране.



5.15. Опитът показва, че тестването на умалени модели могат да бъдат много полезни за доказване на съответствие с някои специфични изисквания на Правилата за транспорт на МААЕ [15], особено при механичните изпитвания. Опитите да се извършват топлинни тестове с използването на умалени модели са проблемни. В механични изпитвания, условията за подобие са сравнително прости, при условие че за модела се използват идентични материали и сходни методи за конструиране, с пълно-мащабната опаковка. По този, по икономичен начин, е възможно да се изследва връзката между ориентацията на опаковката, получените щети и общата деформация на опаковката и да се получи информация за забавянето на части от опаковката. В допълнение много от функциите на конструкцията могат да бъдат оптимизирани чрез тестване с умален модел.

5.16. Детайлите, които следва да бъдат включени в модела, са въпрос на преценка и зависят от вида на теста, за който е предназначен модела. Необходимо е да бъдат включени само съответните структурни характеристики, които могат да повлияят на резултатите от теста. Важно е обаче, да се използват едни и същи строителни и производствени методи за умаления модел и реалната опаковка. Трябва да се използват строителни и производствени техники, които ще възпроизведат механичното поведение и конструктивни решения на реалната опаковка като механична обработка, заваряване, термична обработка и лепене.

5.17. В някои случаи, може да не е практично точно да се мащабират всички компоненти на опаковката. Пример за това може да бъде дебелината на ограничителя за динамично взаимодействие (удар) в сравнение с общата дължина на опаковката. В модела съотношението дебелина/дължина може да се различава от тази на реалната опаковка. Избраният за модела мащаб е друга област, в която трябва да се направи преценка, тъй като изборът на мащабиращият коефициент зависи от точността, необходима за осигуряване на приемливо представяне на модела. Колкото по-голямо е отклонението от реалният модел, толкова по-голяма е възможната грешка, която се въвежда. Следователно, намаляването на мащаба може да се окаже по-голямо за проучване на деформации на опаковката като цяло, отколкото за тестване на определени части от опаковката, а в някои случаи, мащабът може да зависи от конкретния вид на теста, който ще предприемем.

5.18. В общи линии, мащаба М (съотношението на димензиите на модела и на прототипа) трябва да бъде не по-малко от 1:4. За модел в мащаб от 1:4 или по-голям, ефектът на зависимост на степента на напрежение върху механичните свойства на материала ще бъде пренебрежимо малък. Трябва да бъдат проверени ефектът на зависимост на степента на напрежение за най-често използваните материали (например неръждаема стомана).

5.19. Използването на умалени/мащабирани модели за тестове с падане е възможно, като се вземат предвид ограниченията, дадени по-долу. Те са валидни, когато се запази оригиналната височина на падане, оригинала и модела имат същите свойства на материалите и на опаковката:

- Ускорение: $(a_{\text{model}}) = (a_{\text{original}})/M$;
- Сила: $F_{\text{model}} = (F_{\text{original}}).M^2$;
- Натиск: $\sigma_{\text{model}} = \sigma_{\text{original}}$;
- Деформация: $\epsilon_{\text{model}} = \epsilon_{\text{original}}$;

5.20. Опитът показва, че за изпитвания на опаковки с маса до 1000 кг трябва да бъдат използвани пълно-мащабни модели или да се разработят специални ръководства за използване на мащабирани/умалени модели.

5.21. При подаване на заявление за утвърждаване на конструкцията на опаковка, обосновано с използване на изпитвания с умалени/мащабирани модели, заявлението трябва да включва демонстрация на валидността на използваните мащабиращи методи.



5.22. При оценката на резултатите от изпитанията с умален модел не се интересуваме само от щетите понесени от опаковката, но също така и в някои случаи, трябва да се разглежда и увреждането на съдържанието на опаковката. По-специално увреждане на съдържанието на опаковката трябва да се има предвид, когато това е свързано с промяна в:

- потенциалната скорост на изхвърляне;
- критичните параметри;
- ефективността на защитите;
- термичното поведение.

5.23. Всеки пост-тест метод за оценка, който се използва за осигуряване на съответствието, трябва да включва следните техники, подходящи за вида на опаковката в процес на разглеждане:

- визуална проверка;
- оценка на деформациите;
- отклонения в уплътненията на всички капаци;
- тестване на уплътненията за протечки;
- разрушителните и неразрушителни тестове и измервания;
- микроскопско изследване на увредените материали.

5.24. При оценката на щетите, нанесени на опаковката след изпитвания с падане, следва да се отчитат всички щети от вторични сблъсъци, с изключение на злополука при транспорт тест II за падане, чиято цел е ограничена до демонстриране на ефективността на опаковката на локални удари и динамични взаимодействия. Под вторичен сблъсък разбираме всички допълнителни сблъсъци между опаковката и целта след първоначалното взаимодействие. При оценки, базирани на числени методи, е необходимо също да се помисли за вторичните взаимодействия. Съответно при определянето на максималните щети, получени от една опаковка, следва да бъдат взети под внимание както първоначалните, така и вторичните взаимодействия. Опитът показва, че ефектът на вторичният удар често е по-тежък за тънки и твърди опаковки.

ТЕСТОВЕ ЗА ОСОБЕН ВИД РАДИОАКТИВНО ВЕЩЕСТВО (РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ В СПЕЦИАЛНА ФОРМА)

Общи положения

5.25. В т. 2.1 от Приложение 17 на Наредбата за транспорт [2] са описани изпитванията на особен вид радиоактивни вещества.

5.26. Четирите метода на изпитване, определени в Приложение 17 от Наредбата [2] са предназначени да симулират механични и топлинни въздействия, на които може да бъде изложено особения вид радиоактивно вещество, ако бъде освободено от опаковката.

5.27. Тези изисквания към методите за изпитване са нужни, за да се гарантира, че особения вид радиоактивно вещество, което остава потопено в течности в резултат на авария, няма да се разпръсне извън границите определени от компетентния орган (чл. 75 ал.1 ал.2 от [2])

5.28. Тестовите на конструкцията на капсула могат да се извършват с имитация на радиоактивен материал (Приложение 17 т. 2.6 от [2]). Терминът "имитира" означава факсимиле на радиоактивен запечатан източник, капсулата на който има същата конструкция и е с точно същите материали, както тези на запечатан източник, който вместо радиоактивно вещество съдържа вещество с механични, физични и химични свойства възможно най-близки до тези на радиоактивното вещество и само трасиращи количества радиоактивно вещество. Маркерът трябва да бъде разтворен в разтворител,



който не атакува капсулата. В процедурата описана в ISO 2919 [25] се използват за маркер разтворими соли с активност 2 MBq на ^{90}Sr и ^{90}Y , или 1 MBq на ^{60}Co . Когато е възможно, трябва да се използват кратко-живущи нуклиди. Трябва да се отчетат ефектите от мащабирането, значението на което ще зависи от максималната активност, която би могла да се съдържа в капсулата и физическата форма на съдържанието на капсулата, трябва да се отчете и разликата в разтворимостта на очакваното съдържание на капсулата, и трасирация радионуклид. Тези проблеми могат да бъдат избегнати, ако се използват тестове за оценка на обемното изтичане. Обикновено, изпитванията за особен вид радиоактивни вещества се извършват на пълно-машабни запечатани източници или във форма на недиспергиращ се твърд източник, защото те не са скъпи и резултатите от тестовете са лесни за интерпретиране.

Методи за изпитване

5.29. При изпитване на сблъсък, образецът трябва да падне върху мишена от височина 9 m (Приложение 17 т. 2.2 от [2]). Теста е аналогичен на теста за сблъсък на опаковка тип В (U) - падане върху мишена от височина 9 m, като образецът трябва да бъде пуснат по такъв начин, че да се нанесат максимални щети.

5.30. Специално внимание следва да се обърне на ударните тестове. Ударите следва да се нанасят по начин предизвикващ максимални щети (Приложение 17 т. 2.3 от [2]).

5.31. В случай на ударни тестове, извършени с образците при температури по-високи от околната среда, трябва да се вземат специални предпазни мерки, за да не прегрее и да се размекне оловното покритие.

5.32. Приема се, че изпитванията, посочени в точки 2.2, 2.3 и 2.4 от Приложение 17 от [2] не са уникални и че други международно приети стандарти за изпитване могат да бъдат еднакво приемливи.

5.33. Съгласно ISO 2919 [25] изпитване на удар/сблъсък клас 4 тест се състои от следното: чук с маса от 2 kg, с плоска ударна площ с диаметър 25 mm, и ръб закръглен с радиус от 3 mm пада върху образца от височина 1 m; като образецът се поставя върху стоманена наковалня, която има маса от най-малко 20 kg. Изисква се наковалнята да бъде монтирана неподвижно и да има достатъчно голяма гладка повърхност, за да се постави върху нея целия образец. Този тест може да се използва, както за изпитването на сблъсък т. 2.2, така и за изпитването със удар т. 2.3 от Приложение 17. Клас 4 изпитване на удар от ISO 2919 [25] се прилага за източници с маса до 200 грама, а за източници с маса от 200 до 500 грама се използва клас 5 ударен тест от ISO 2919 [25]. (Приложение 17 т. 2.6.1 от [2]).

5.34. В случай на използване на тестовете от т. 2.6.1 от Приложение 17 от [2], ориентацията на образца трябва да бъде избрана така, че да доведе до максимални щети при удара/сблъсъка.

5.35. Относно т. 2.6.2 от Приложение 17 от [2] ISO 2919 [25] топлинно изпитване клас 6 се състои в излагане на образца на минимална температура от -40°C за 20 мин и отопление от стайна до 800°C в продължение на период не по-дълъг 70 мин; След това пробата се поврежда при 800°C в продължение на 1 час, последвано от термичен шок чрез потапяне на горещият образец във вода с температура 20°C . След което се използват проточни и обемни методи за оценка на течовете.

Извличане и обемни методи за оценка на течове

5.36. За образци, които съдържат или симулират радиоактивен материал, затворен в запечатана капсула, за оценката на извличането трябва да се приложи метода за извличане описан в т.2.8 от Приложение 17 от [2]. Оценката на извличане е подобна на метода за недиспергиращ се твърд материал (вж. т.2.7 от Приложение 17 от [2]), с изключение на



това, че пробата не е първоначално потопена във вода в продължение на седем дни. Другите стъпки обаче, остават същите.

5.37. Съгласно т.2.8.2 Приложение 17 от [2], алтернативните тестове за обемно изтичане, описани в ISO 9978 [26] обикновено дават възможност за намаляване на периода на изпитване и в допълнение някои от тези тестове са за нерадиоактивни вещества. Вариантите на тестове за обемно изтичане предвиждат намаляване на времето, необходимо за цялата последователност на изпитване и може да включват и намаляване на периода от време за използване на екранирана клетка по време на изпитването. Ето защо, алтернативните тестове може да доведат до значително намаляване на разходите.

ТЕСТОВЕ ЗА СЛАБО ДИСПЕРГИРАЩИ СЕ РАДИОАКТИВНИ ВЕЩЕСТВА (СДРВ)

5.38. За да се получи облекчение от изискванията за опаковки тип С, СДРВ трябва да отговарят на същите критерии за ефективност на въздействие и пожароустойчивост, като опаковка от тип С, без да се произвеждат значителни количества диспергиращи се частици.

5.39. За да се квалифицира едно вещество като СДРВ, определени свойства на материала трябва да бъдат доказани със съответните физически тестове, чрез аналитични методи или чрез подходяща комбинация от тях. Трябва да бъде показано, че ако съдържанието на опаковка тип В (U) или тип В (M) трябваше да се подложи на необходимите изпитвания, те ще отговарят на критериите за показателите, определени в чл. 76 от [2]. Изискват се три теста: тест за сблъсък (удар с 90 m/s върху неподвижна мишена), високотемпературен топлинен тест и тест за изтичане. Тестовите за динамични взаимодействия (удар, сблъсък) и топлинни тестове не се прилагат последователно. За теста за изтичане, веществото трябва да бъде във форма, представителна за свойствата на веществото и се прилагат тестовите описани в чл. 76 от [2]. Тестовите се използват за демонстриране на необходимите свойства на СДРВ. Те не трябва да се извършват с цялото съдържание на опаковката, ако получените с представителна част от съдържанието на опаковката резултати могат да бъдат мащабно преобразувани до пълното съдържание на опаковката по надежден начин. Това например е случаят, когато съдържанието на опаковката се състои от няколко идентични елемента и може да се докаже, че умножаването на изтичането, установено за един такъв елемент, по общия брой на тези елементи в опаковката дава оценка за цялото съдържание на опаковката. За по-големи предмети, също така е възможно да се извършат тестове със съществена част от него или с умален модел, ако е установено как резултатите от изпитването, получени по този начин, може да се екстраполират за поведението на цялото съдържание на опаковката.

5.40. При теста за сблъсък с 90 m/s трябва да се докаже, че въздействието на цялото незащитено от опаковката съдържащо се СДРВ в нея, удрящо се в непреместваема мишена със скорост най-малко 90 m/s, ще доведе до освобождаване във въздуха на радиоактивен материал в газообразно състояние или частици с аеродинамичен диаметър (АЕД) до 100 микрона, на по-малко от 100A2. Аеродинамичният диаметър на аерозолните частици се дефинира като диаметърът на сфера с плътност 1 g/cm³, която има същото поведение при въздушно утаяване. Аеродинамичният диаметър на аерозолните частици може да се определи с различни аерозолни измервателни уреди и техники, като например ударни, оптични броячи и центробежни сепаратори (циклони). Могат да се използват различни експериментални тестови процедури. Един възможен подход е да се подложи на сблъсък хоризонтално летящ обект с вертикална стена, която притежава свойствата да бъде непреместваема неподвижна мишена. Всички частици с аеродинамичен диаметър до 100 микрона, които са получени вследствие на сблъсъка може да се транспортират нагоре с насочена въздушен струя с подходяща скорост и след това да се проведе анализ за броя им



и техният размер с утвърдени аерозолни измервателни техники. Въздушният поток с възходяща скорост от около 30 cm/s ще служи като сепаратор, частиците с АЕД <100 микрона ще останат във въздуха, докато по-големите частици ще бъдат премахнати, тъй като тяхната скорост на утаяване е по-голяма от 30 cm/s.

ТЕСТОВЕ ЗА ОПАКОВКИ

Подготовка на образеца за изпитанията

5.41. Ако действителното състояние на образеца не е записано предварително, ще бъде трудно да се реши впоследствие дали причинените дефекти/щети са резултат от проведените тестове.

5.42. По тази причина всеки образец се проверява (инспектира) преди теста за да може да се идентифицират и опишат всички дефекти или повреди, както следва:

- отклонения от дизайна;
- производствени дефекти;
- корозия или други нарушения;
- нарушаване (влошаване) на характеристиките.

5.43. Тъй като в някои случаи компонентите, формиращи защитната обвивка могат да бъдат сглобени по различни начини, от съществено значение за целите на изпитванията е да бъдат ясно дефинирани методите за монтаж на образеца.

5.44. В Приложение №2 са описани видовете тестове, на които се подлагат различните опаковки

6. СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА

АЕЦ	Атомна електроцентрала
АЛАРА(ALARA)	As Low As Reasonably Achievable
АЯР	Агенция за ядрено регулиране
ЗБИЯЕ	Закон за безопасно използване на ядрената енергия
ИБК	Индекс за безопасност по критичност
МААЕ/IAEA	Международна Агенция за Атомна Енергия
МКРЗ	Международно комисия по радиационна защита
МОХ	Смес от уранов окис и плутониев окис
НСА	Вещество с ниска специфична активност
ООН	Организация на обединените нации
ОНРЗ	Основни норми за радиационна защита
ПЗО	Повърхностно замърсен обект
ПО	Промислени опаковки
ПРЗ	Програма за радиационна защита
РАМ	Радиоактивни материали
СДВР	Слабо-диспергиращи се радиоактивни вещества
ТИ(ТИ)	Транспортен индекс
ТЛД	Термолуминисцентен дозиметър
ТОЕ	Топло-отделящ елемент
PWR	Pressurized water reactors



7. НОРМАТИВНИ ДОКУМЕНТИ И ЛИТЕРАТУРА

ДЕЙСТВАЩОТО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО ЗА БЕЗОПАСЕН ПРЕВОЗ НА РАДИОАКТИВНИ МАТЕРИАЛИ:

- [1] Закон за безопасно използване на ядрената енергия, Обн. ДВ. бр. 63 от 28 Юни 2002 г.
- [2] Наредба за условията и реда за извършване на превоз на радиоактивни вещества (ДВ, бр. 60 от 2005);
- [3] Наредба за радиационна защита (ДВ. бр. 16, 2018);
- [4] Наредба за реда за издаване на лицензии и разрешения за безопасно използване на ядрената енергия (ДВ. бр.76, 2012);
- [5] Наредба за условията и реда за придобиване на професионална квалификация и за реда за издаване на лицензии за специализирано обучение и на удостоверения за правоспособност за използване на ядрената енергия (изм. доп. бр.27, 2015);
- [6] Наредба за аварийно планиране и аварийна готовност при ядрена и радиационна авария, Обн . ДВ, бр. 94 от 29.11.2011 г., в сила от 29.11.2011 г.
- [7] Наредба 40 за условията и реда за извършване на автомобилен превоз на опасни товари (ДВ, бр.5 2004);
- [8] Наредба 46 за железопътен превоз на опасни товари (ДВ, бр.107, 2001);
- [9] Наредба 18 за безопасен превоз на опасни товари по въздуха (ДВ, бр.25, 1999);
- [10] Наредбата за аварийно планиране и аварийна готовност при ядрена и радиационна авария (ДВ. бр. 94 от 2011 г);
- [11] Наредба 6 за изискванията за пощенска сигурност (ДВ, бр.105, 2003);
- [12] Стандартен документ за надзор и контрол на превоза на радиоактивни отпадъци и отработено гориво съгласно Директива 2006/117;

ЕВРОПЕЙСКИ ДИРЕКТИВИ:

- [13] Регламент (Евратом) 1493/93 относно доставките на радиоактивни вещества между държавите членки на ЕС;
- [14] Стандартен документ за надзор и контрол на превоза на радиоактивни отпадъци и отработено гориво, Решение на Европейската комисия от 5 март 2008 г., публикуван в Официалния бюлетин на Европейския съюз № L 107/32 от 17.04.2008 г. и приет на основание чл. 17, т. 2 от Директива 2006/117/ЕВРАТОМ на Съвета за отчет и контрол на превоза на радиоактивни отпадъци (РАО) и отработено гориво (ОГ)

ПУБЛИКАЦИИ НА МААЕ:

- [15] IAEA No SSR-6 “Regulation for the safe transport of RAM”, 2012 г. (TS-R-1);
- [16] IAEA No SSG-26 /Specific Safety Guide/ Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2012 Edition);
- [17] IAEA Safety Guide № TS-G-1.2 (ST-3), 2002 “Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving RAM”;
- [18] IAEA Safety Guide № TS-G-1.4 “The management system for the safe transport of Radioactive Material”;



- [19] IAEA Safety Guide № TS-G-1.5 “Compliance Assurance for the safe transport of Radioactive Material”
- [20] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Directory of Transport Packaging Test Facilities, IAEA-TECDOC-295, IAEA, Vienna (1983)
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Air Transport of Radioactive Material in Large Quantities or with High Activity, IAEA-TECDOC-702, IAEA, Vienna (1993)
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards — Interim Edition, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3 (Interim), IAEA, Vienna (2011).
- [23] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996)

ДРУГИ:

- [24] UNITED NATIONS, Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations, Seventeenth Revised Edition (ST/SG/AC.10/1/Rev.17) (Chapter 1.3), UN, New York and Geneva (2011).
- [25] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Radiation Protection, Sealed Radioactive Sources — General Requirements and Classification, ISO 2919-1999(E), ISO, Geneva (1999)
- [26] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Radiation Protection — Sealed Radioactive Sources — Leakage Test Methods, ISO 9978:1992(E), ISO, Geneva (1992)
- [27] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Nuclear Energy — Packaging of Uranium Hexafluoride (UF₆) for Transport, ISO 7195:2005, ISO, Geneva (2005)
- [28] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Safe Transport of Radioactive Material — Leakage Testing on Packages, ISO 12807:1996(E), ISO, Geneva (1996)
- [29] AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, American National Standard — Radioactive Materials — Leakage Tests on Packages for Shipment, Rep. ANSI N14.5-1997, ANSI, New York (1977)
- [30] AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, American National Standard — Radioactive Materials — Leakage Tests on Packages for Shipment, Rep. ANSI N14.5-1997, ANSI, New York (1977)
- [31] DROSTE, B., et al., “Evaluation of safety of casks impacting different types of targets”, Packaging and Transportation of Radioactive Materials, PATRAM 98 (Proc. Int. Symp. Paris, 1998), Vol. 3, Institut de protection et de sûreté nucléaire, Paris (1998) 1343–1351
- [32] 2001 Directory of Test Facilities for Radioactive Materials Transport Packages, Int. J. Radioact. Mater. Transp., Special Issue 12 2–3 (2001).
- [33] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers, Publication 68, Pergamon Press, Oxford and New York (1995)



ДЕФИНИЦИИ

1. "A1" е стойността на активността на особен вид радиоактивни вещества, съгласно приложение №1, и се използва за определяне границите на активността съгласно изискванията на наредбата.

2. "A2" е стойност на активността на отделните радионуклиди, различни от особен вид радиоактивни вещества съгласно приложение № 1, и се използва за определяне границите на активността съгласно изискванията на наредбата.

3. "Административни актове за утвърждаване" са актове, издадени от компетентен орган на изпращащата държава, приемащата държава и/или на държава, през която се извършва транзитен превоз, с които се утвърждават конструкции, специални условия на превоз, програми за радиационна защита за плавателни съдове със специално предназначение или гранични стойности на активността на радионуклидите.

4. "Алфа-радионуклиди с ниска токсичност" са алфа-радионуклиди с период на полуразпад, по-малък от 10 дни, природен уран, обеднен уран, природен торий, уран-235 или уран-238, торий-228 и торий-230, когато се съдържат в руди или физически и химически концентрати.

5. "Безопасност" е постигане на необходимите експлоатационни условия, предотвратяване на аварии или смекчаване на последствията от авария, благодарение на което се осигурява защитата на работниците, населението и околната среда от прекомерна радиационна опасност.

6. "Вещество с ниска специфична активност (НСА)" е радиоактивно вещество, което по природа има ниска специфична активност, или радиоактивно вещество, за което са приложими границите за оценената осреднена специфична активност. Материалите на външната защита, обграждащи веществото с ниска специфична активност, не трябва да се считат, ако се оценява осреднената специфична активност. Веществата с ниска специфична активност (НСА) се разделят на следните групи:

- първа група - НСА-I: уранови и ториеви руди и техните концентрати, както и други руди, съдържащи природни радионуклиди, които са предназначени за обработка с цел извличане и използване на тези радионуклиди; твърд необлъчен природен уран или обеднен уран, природен торий или техните твърди и течни състави или смеси; радиоактивно вещество, за което стойността на величината A2 не се ограничава, с изключение на дялящ се материал в количество, неподлежащо на освобождаване; друго радиоактивно вещество, в което активността е разпределена по целия обем и оценената осреднена специфична активност не надвишава повече от 30 пъти съответните специфични активности съгласно глава втора (с изключение на дялящ се материал в количество, неподлежащо на освобождаване);

- втора група - НСА-II: вода с концентрация на тритий до 0,8 TBq/l; друго вещество, в което активността е разпределена по целия обем и оценената осреднена специфична активност не надвишава 10^{-4} A2/g за твърди вещества и газове и 10^{-5} A2/g за течности;

- трета група - НСА-III: включва твърди материали (непрахообразни вещества), за които: радиоактивното вещество е разпределено по целия обем на твърдия материал или в група от твърди обекти или е разпределено равномерно в твърд плътен свързващ материал (бетон, битум, керамика и други с подобни свойства); радиоактивното вещество е относително неразтворимо или структурно се съдържа в относително неразтворима матрица така, че дори при разрушаване на опаковъчния комплект изтичането на



РЪКОВОДСТВО
Прилагане на изискванията за безопасен превоз на радиоактивни
материали

радиоактивното вещество, пресметнато спрямо една опаковка в резултат на извличане при потопяване във вода за 7 дни, няма да надвиши ($0,1 \times A_2$); оценената осреднена специфична активност на твърдия материал няма да надвиши (2×10^{-3}) $\times A_2/g$.

7. "Делящи се радионуклиди" означава уран-233, уран-235, плутоний-239 и плутоний-241.

8. "Делящ се материал" означава материал, съдържащ някой от делящите се нуклиди. Изключени от това определение са следните материали:

- а) Природен уран или обеднен уран (необлъчени);
- б) Природен уран или обеднен уран, които са били облъчени в реактори с топлинни неутрони;
- в) Материал с делящи се нуклиди по-малко от общо 0.25 грама;
- г) Всяка комбинация от (а), (б) и/или (в).

Тези изключения са валидни, само ако няма друг материал с делящи се нуклиди в опаковката или в товара, ако се доставят неопаковани.

9. "Защитна обвивка" е съвкупност от елементи на опаковъчен комплект, проектиран за предотвратяване разпространението на радиоактивен материал по време на превоз.

10. "Замърсяване" означава наличие на радиоактивно вещество по повърхността в количества, надвишаващи $0,4 \text{ Bq/cm}^2$ за бета- и гама-емитери и ниско токсични алфа-емитери, или 0.04 Bq/cm^2 за всички други алфа-емитери.

11. "Изключително използване" са условия на превоз, при които трябва да бъде изпълнено следното:

- превозът се извършва само от един товароизпращач с превозно средство или голям товарен контейнер, които не се използват за превоз на товари, произхождащи от други товароизпращачи;
- товаро-разтоварните дейности трябва да се изпълняват в съответствие с указанията на товароизпращача или товарополучателя;
- през цялото време на превоз се осъществява допълнителен радиационен контрол от товароизпращача.

12. "Индекс на безопасност по критичност" е число, което се определя за опаковка, транспортен пакет или товарен контейнер, съдържащи делящ се материал, и което трябва да се използва за контрол на общото количество опаковки, транспортни пакети или товарни контейнери, съдържащи делящ се материал.

13. "Компетентен орган" е всеки национален орган или организация, на който е възложено със закон или с друг акт осъществяване на функции по отношение на радиационната защита и безопасността на превоза на радиоактивни вещества и в частност по издаване на административни актове за утвърждаване по чл. 108. За Република България компетентен орган е АЯР.

14. "Конструкция" е описание на особен вид радиоактивно вещество, слабо диспергиращо се радиоактивно вещество, опаковка или опаковъчен комплект, което позволява те да бъдат напълно идентифицирани. Описанието може да включва спецификации, инженерно-техническа документация, чертежи, отчети и други документи, които трябва да потвърждават съответствието с нормативните изисквания.

15. "Контейнер със средна товароподемност" е малък опаковъчен комплект, който:

- а) има обем не повече от 3 m^3 ;
- б) има конструкция, която позволява механична обработка на товарите;



в) има устойчивост на натоварвания по време на обработка и превозване на товарите, която съответства на установената при експлоатационните изпитвания;

г) има конструкция, която е в съответствие с нормите, посочени в Препоръките на ООН за превоз на опасни товари.

16. "Максимално нормално работно налягане" е максималното налягане, което превишава атмосферното налягане при средна надморска височина и може да се получи за една година в защитната обвивка при условия на температурен режим и на слънчевия топлинен поток, които съответстват на условията на околната среда при отсъствие на вентилация или на външно охлаждане чрез спомагателна система или са без мерки за експлоатационен контрол при превоз на радиоактивните вещества.

17. "Маркирана част на палубата" е част от горната палуба на плавателния съд или палубата на превозни средства (Ro-Ro кораб или ферибот), на която е отделено място за временно складиране на превозваното радиоактивно вещество.

18. "Необлъчен торий" е торий, който съдържа не повече от 10^{-7} g уран-233 на грам торий-232.

19. "Необлъчен уран" е уран, който съдържа не повече от 2×10^3 Bq плутоний на грам уран-235, не повече от 9×10^6 Bq продукти на делене на грам уран-235 и не повече от 5×10^{-3} g уран-236 на грам уран-235.

20. "Нефиксирано радиоактивно замърсяване" е радиоактивно замърсяване, което може да бъде отстранено от дадена повърхност при рутинни условия на превоз.

21. "Нормални условия на превоз" са условия на превоз, при които възникват незначителни инциденти.

22. "Опаковка" е крайният продукт от действията по опаковане, и се състои от опаковката и нейното съдържание, подготвени за превоз. Видовете опаковки, които са обект на регулаторните изисквания за границите на активността или ограничения за материалите и отговарят на съответните изисквания са:

- освободена опаковка;
- промишлена опаковка тип 1 (Тип ПО-1);
- промишлена опаковка тип 2 (Тип ПО-2);
- промишлена опаковка тип 3 (Тип ПО-3);
- опаковка тип А;
- опаковка тип В (U);
- опаковка тип В (M);
- опаковка тип С.

Опаковки, съдържащи дялящ се материал или уранов хексафлуорид са предмет на допълнителни изисквания.

23. "Опаковъчен комплект" означава един или повече елементи и всякакви други приспособления или материали, които са необходими за изпълняването на функциите на безопасност и защита.

Опаковъчният комплект може да бъде във вид на кутия (сандък), варел (бидон) или аналогичен съд или може да бъде товарен контейнер, резервоар или контейнер със средна товароподемност.

24. "Осигуряване на съответствието" означава системна програма за мерките, които се прилагат от компетентния орган с цел да се гарантира, че разпоредбите са изпълнени на практика.



25. "Особен вид радиоактивно вещество" е неразпръскващо се твърдо радиоактивно вещество или херметична капсула, която съдържа радиоактивно вещество.

26. "Плавателен съд" е кораб, плаващ по море или по вътрешни водни пътища, който извършва превоз на радиоактивни вещества.

27. "Повърхностно замърсен обект" е твърдо тяло, което не е радиоактивно, но по неговите външни повърхности има радиоактивно вещество. Повърхностно замърсените обекти (ПЗО) се разделят на следните групи:

1) първа група ПЗО-I: обекти, за които са изпълнени условията:

а) нефиксираното радиоактивно замърсяване на достъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm^2 (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm^2), не надвишава 4 Bq/cm^2 за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или $0,4 \text{ Bq/cm}^2$ за всички други алфа-радионуклиди;

б) фиксираното радиоактивно замърсяване на достъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm^2 (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm^2), не надвишава $4 \times 10^4 \text{ Bq/cm}^2$ за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или $4 \times 10^3 \text{ Bq/cm}^2$ за всички други алфа-радионуклиди;

в) сумата от нефиксираното и фиксираното радиоактивно замърсяване на недостъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm^2 (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm^2), не превишава $4 \times 10^4 \text{ Bq/cm}^2$ за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или $4 \times 10^3 \text{ Bq/cm}^2$ за всички други алфа-радионуклиди;

2) втора група ПЗО-II: обекти, за които или фиксираното, или нефиксираното радиоактивно замърсяване превишава посочените в буква "а" гранични стойности и за които са изпълнени следните условия:

а) нефиксираното радиоактивно замърсяване на достъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm^2 (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm^2), не превишава 400 Bq/cm^2 за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или 40 Bq/cm^2 за всички други алфа-радионуклиди;

б) фиксираното радиоактивно замърсяване на достъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm^2 (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm^2), не превишава $8 \times 10^5 \text{ Bq/cm}^2$ за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или $8 \times 10^4 \text{ Bq/cm}^2$ за всички други алфа-радионуклиди;

в) сумата от нефиксираното и фиксираното радиоактивно замърсяване на недостъпна повърхност, осреднено за площ 300 cm^2 (или площта на повърхността, ако е по-малка от 300 cm^2), не превишава $4 \times 10^4 \text{ Bq/cm}^2$ за бета-/гама-радионуклиди и алфа-радионуклиди с ниска токсичност или $4 \times 10^3 \text{ Bq/cm}^2$ за всички други алфа-радионуклиди.

28. "Превоз" е промяна на местонахождението на даден товар от мястото на произход на товара до мястото на неговото предназначение. Дейността "превоз" включва всички дейности по подготовката на товара за изпращане, дейностите, свързани с товаренето, превозването, разтоварването и получаването му, включително транзитен престой и временно съхраняване на товара, ако са наложителни.

29. "Превозвач" е всяко лице, организация или правителство, което извършва превоз на радиоактивни материали с различен вид транспорт (шосе, жп, въздух, вода). Терминът включва и превозвачи, които се наемат или превозват срещу хонорар (известни като общи или договорни превозвачи в някои страни) и превозвачи за собствена сметка (известни като частни превозвачи в някои страни).

30. "Превозно средство" е:

а) при автомобилен и железопътен превоз - всяко превозно средство;



б) при превоз вода - всеки плавателен съд, трюм, отсек или обозначена част на палубата на плавателния съд;

в) при превоз по въздуха - всяко въздухоплавателно средство.

31. "През или в" означава през или в страните, в които се транспортира пратката но изрично изключва страни, над които превоза на дадена пратка се осъществява по въздух, при условие, че няма планирани кацания в тези страни.

32. "Природен уран" е уран, отделен по химически път, който съдържа съществуващото в природата разпределение на урановите изотопи (по маса: 99,28 на сто уран- 238, 0,714 на сто уран-235 и 0,006 на сто уран-234). "Обеднен уран" е уран, който съдържа по маса по-малък процент уран-235 от този в природния уран (под 0,714 на сто). "Обогатен уран" е уран, който съдържа по маса по-голям процент уран-235 от този в природния уран (над 0,714на сто).

33. "Програма за радиационна защита" е съвкупност от технически и организационни мерки, които се предприемат с цел да се осигури радиационната защита при превоз на радиоактивни материали.

34. "Радиационно ниво" е съответната мощност на дозата, изразена в mSv/h или μ Sv/h.

35. "Радиоактивен материал" е всякакъв вид материал, съдържащ радионуклиди (ядрен материал, радиоактивни отпадъци или други радиоактивни вещества), чиято активност и обща активност на товара не надвишава стойностите от Приложение №1 на Наредбата за транспорт.

36. "Радиоактивно замърсяване" е наличие на радиоактивни вещества върху дадена повърхност с активност, която надвишава 0,4 Bq/cm² сумарно за алфа-излъчватели с ниска токсичност, бета- и гама-излъчватели или 0,04 Bq/cm² за всички други алфа-излъчватели.

37. "Радиоактивно съдържание" е радиоактивно вещество заедно с всички радиоактивно замърсени твърди вещества, течности и газове, които се намират в опаковъчния комплект.

38. „Резервоар“ е преносим резервоар, включително цистерна-контейнер, автоцистерна, вагон железопътна цистерна или контейнер, който съдържа твърди частици, течности, газове, с капацитет не по-малък от 450 l, когато се използва за превоз на газове.

39. "Рутинни условия на превоз" са условия на превоз, при които не възникват никакви инциденти и аварии.

40. „Самолет“. Товарен самолет означава всяко въздухоплавателно средство, различно от пътнически самолет, което превозва стоки или имущество.Пътнически самолет означава въздухоплавателно средство, което превозва всяко лице, различно от член на екипажа, служители на превозвача в официален обем, оторизиран представител на подходящ национален орган, или на лице, придружаващо пратка или други товари.

41. "Система за задържане" означава асемблирането на дялящ се материал и опаковъчни компоненти, определени от конструктора и съгласувани с компетентните органи, като е предвидено запазване на безопасността на критичност. Системата за задържане трябва да бъде част от опаковката, необходима за поддържане на дялящия се материал в конфигурацията, която се предполага в оценката на безопасност по критичност за индивидуална опаковка. Системата за задържане се състои от определени компоненти на опаковката и съдържанието на опаковката.



42. "Система за локализация" е система за разполагане на дялящ се материал и елементи от опаковъчния комплект, предвидена от проектанта и утвърдена от компетентните органи с цел да се гарантира ядрената безопасност по отношение на критичността.

43. "Система за управление" е съвкупност от взаимосвързани или взаимодействащи си елементи (система) за създаване на политики и цели и позволява целите да бъдат достигнати по един ефикасен и ефективен начин.

44. "Слабо диспергиращо се радиоактивно вещество" е твърдо радиоактивно вещество или твърдо радиоактивно вещество в запечатана капсула, което е с ниска степен на разпръскване и не е в прахообразна форма.

45. "Специални условия" са такива условия, които са утвърдени от компетентните органи и при които е възможно да се превозват товари, неотговарящи на всички приложими изисквания на наредбата. Специалните условия на превоз осигуряват ниво на безопасност, еквивалентно на постигнатото при изпълнение на всички приложими изисквания на наредбата.

46. "Специфична активност на радионуклид" е активността на единица маса от този радионуклид. Специфична активност на вещество е активността на единица маса или обем от това вещество, в което радионуклидите са разпределени равномерно.

47. "Товар" е опаковка или опаковки, пратка от радиоактивни вещества, които са подготвени за превоз съгласно нормативните изисквания за безопасност.

48. "Товарен контейнер" е транспортно оборудване, което е конструирано с цел да се облекчи превозът на опаковани или неопаковани товари с един или няколко вида превозни средства. Това е транспортно съоръжение, което има постоянен характер и следователно е достатъчно здраво, за да бъде подходящо за многократна употреба. Този контейнер не трябва да се отваря по време на превоза, да бъде достатъчно здрав за повторна употреба и снабден с устройства, облекчаващи манипулациите с него, особено при товарене и разтоварване от едно превозно средство на друго и от един вид превоз на друг. Терминът "товарен контейнер" не включва превозното средство. Малък товарен контейнер е контейнер, чийто вътрешен обем не превишава 3 m³. Голям товарен контейнер е всеки друг товарен контейнер.

49. "Товароизпращач" е всяко лице, организация или правителство, което подготвя товара за транспорт.

50. "Товарополучател" е всяко лице, организация или правителство, което има право да приеме доставката на товара.

51. "Транспортен индекс" е число, което се използва, за да се осигури контрол върху излагането на радиация. Транспортният индекс се определя за опаковка или товарен контейнер, или за неопаковани НСА-I или ПЗО-I.

52. "Транспортен пакет" е контейнер (затворен обем, например кутия, сандък или чувал), който може да се използва от товароизпращача за обединяване на опаковки в една обработваема единица товар за удобство при обработката, подреждането, складирането и превозването му.

53. "Утвърждаване":

- "Едностранно утвърждаване" е утвърждаване на конструкция само от компетентния орган на страната, от която произхожда конструкцията
- "Многостранно утвърждаване" означава утвърждаване от съответния компетентен орган на страната на произход на конструкцията или товарът, както е



РЪКОВОДСТВО
Прилагане на изискванията за безопасен превоз на радиоактивни
материали

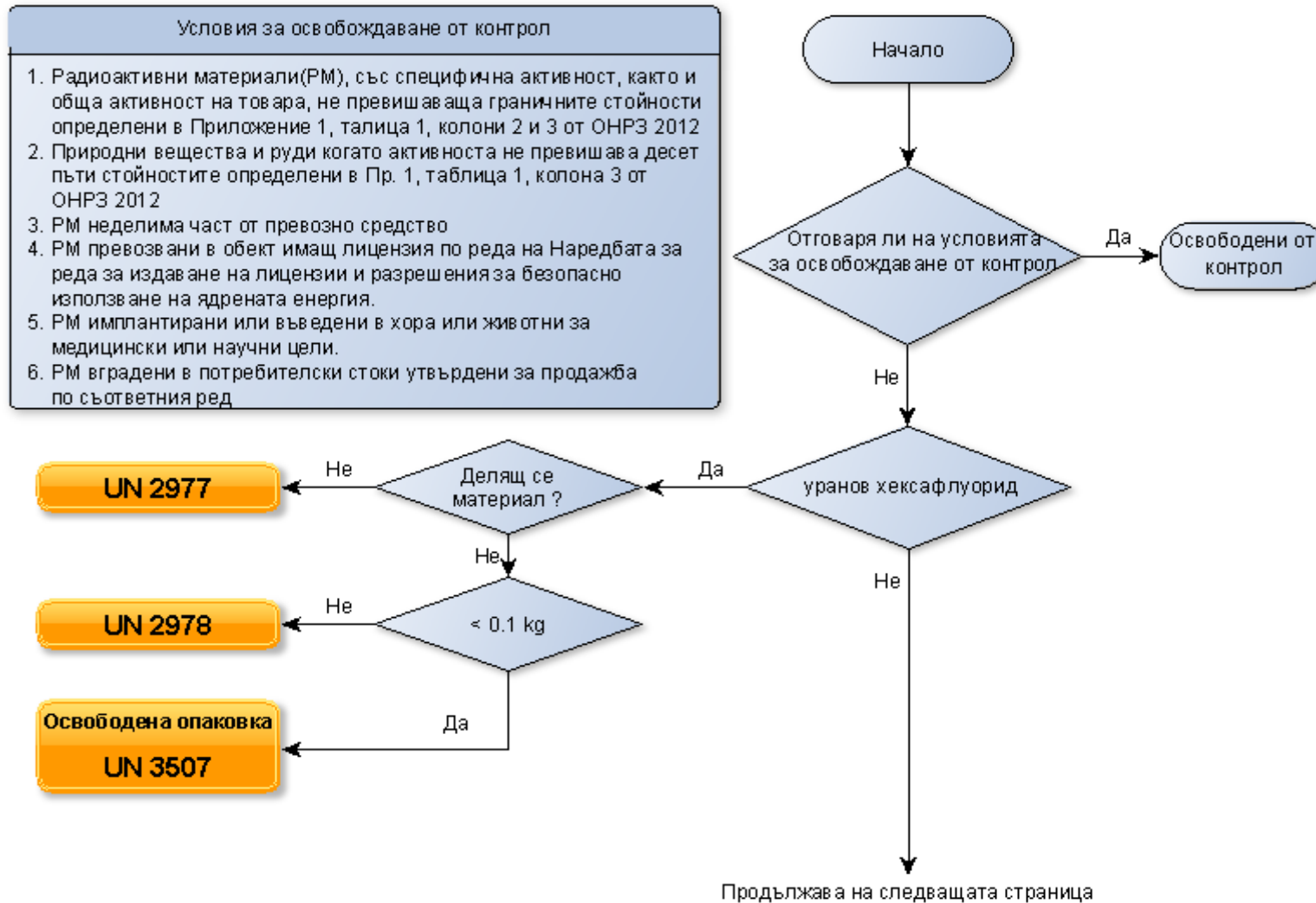
приложимо, и когато пратката ще бъде транспортирана през или в друга страна, утвърждаване от страна на компетентния орган на тази държава.

54. "Фиксирано радиоактивно замърсяване" е радиоактивно замърсяване, което не може да бъде отстранено от дадена повърхност при рутинни условия на превоз.



ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

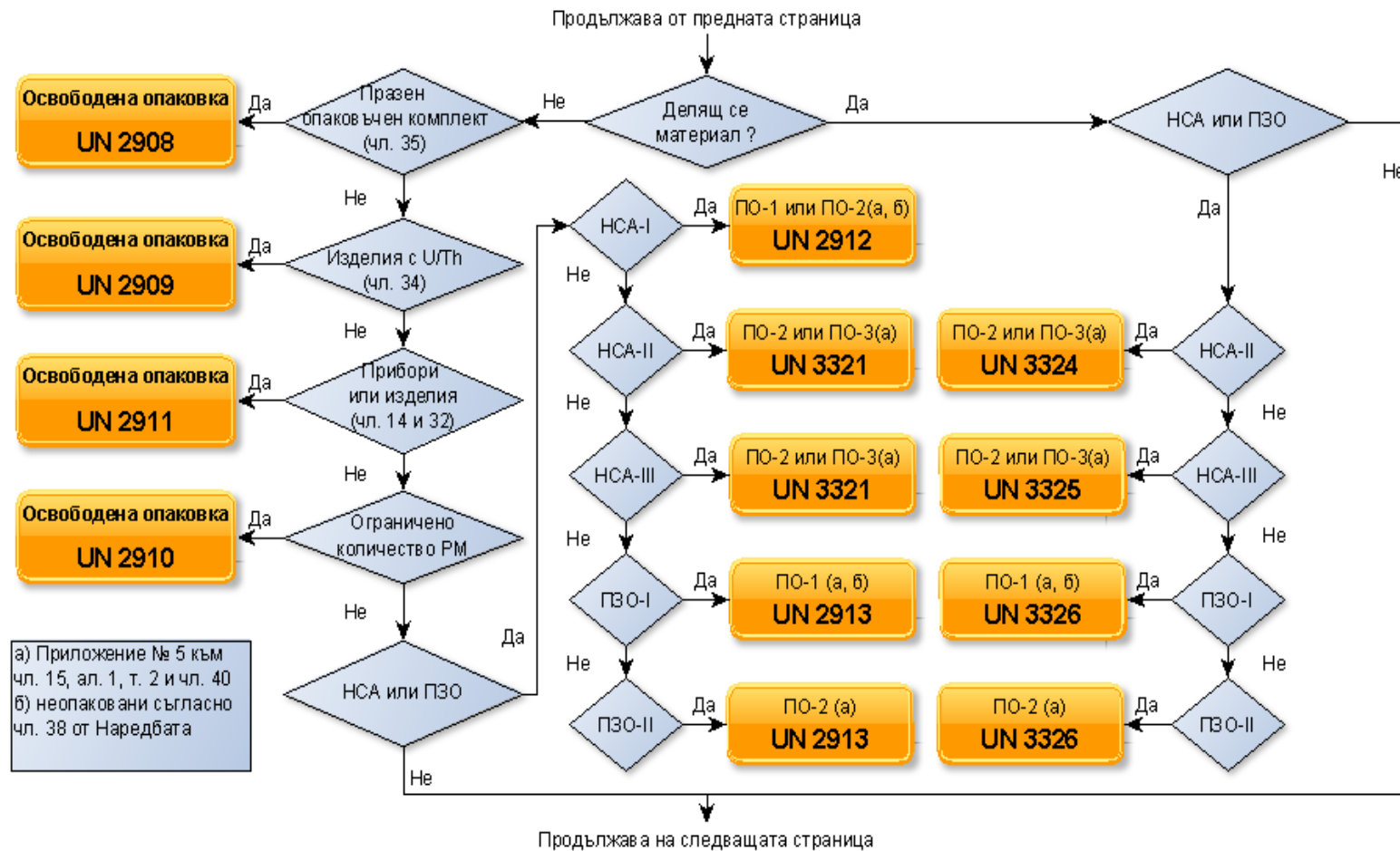
Диаграма за класифициране на радиоактивните материали в съответствие с UN номерата на ООН.





РЪКОВОДСТВО

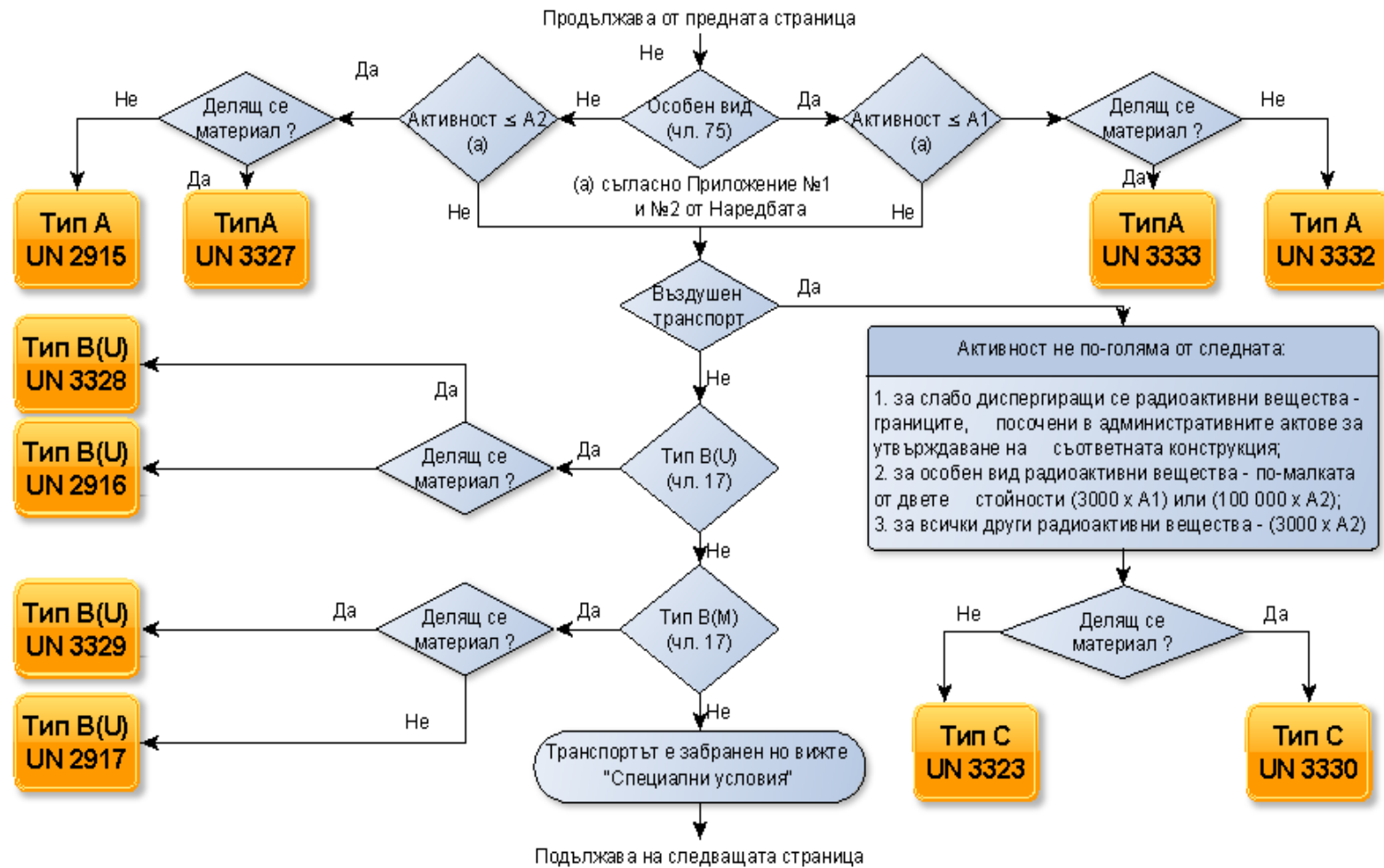
Прилагане на изискванията за безопасен превоз на радиоактивни материали





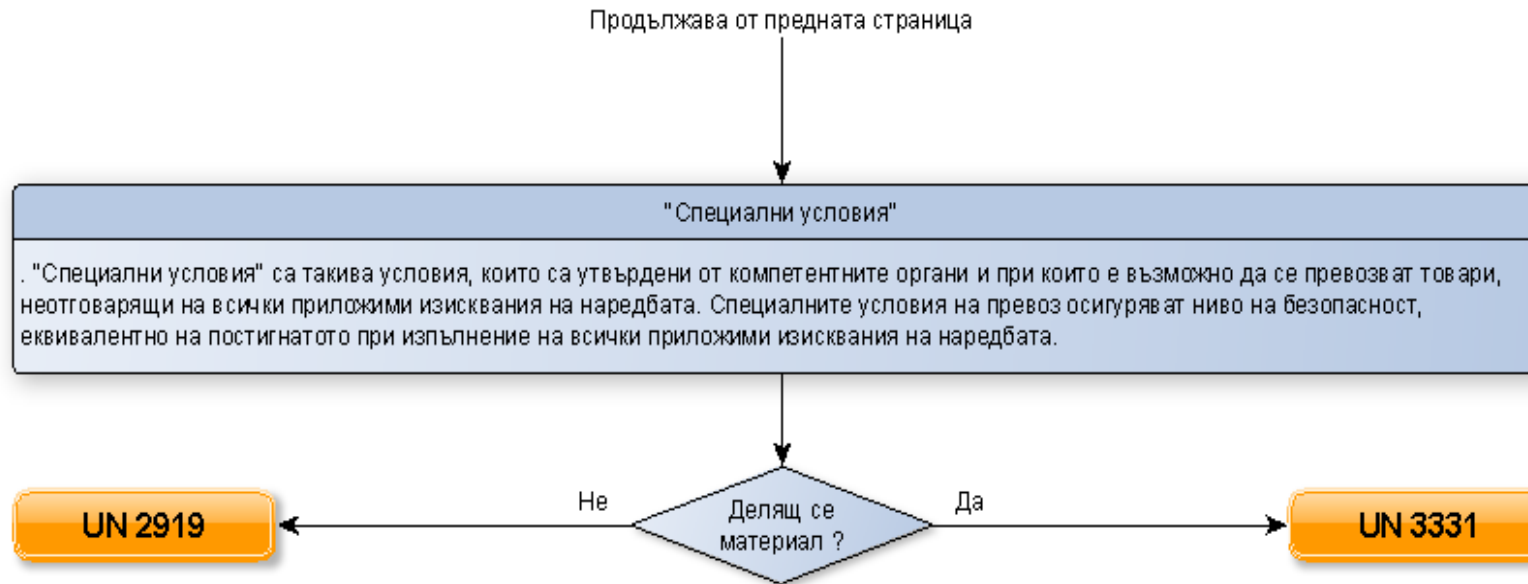
РЪКОВОДСТВО

Прилагане на изискванията за безопасен превоз на радиоактивни материали





РЪКОВОДСТВО Прилагане на изискванията за безопасен превоз на радиоактивни материали





РЪКОВОДСТВО
Прилагане на изискванията за безопасен превоз на радиоактивни
материали

Таблица 1. Извадка от списъка на условни номера на Организацията на обединените нации (ООН) с наименованията и описанието на товарите

UN №	Транспортно наименование ^a и описание	Допълнителни опасности
<i>Освободена опаковка</i>		
UN 2908	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОСВОБОДЕНА ОПАКОВКА - ПРАЗЕН ОПАКОВЪЧЕН КОМПЛЕКТ	
UN 2909	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОСВОБОДЕНА ОПАКОВКА - ИЗДЕЛИЯ, ПРОИЗВЕДЕНИ ОТ ПРИРОДЕН УРАН или ОБЕДНЕН УРАН, или ПРИРОДЕН ТОРИЙ	
UN 2910	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОСВОБОДЕНА ОПАКОВКА - ОГРАНИЧЕНО КОЛИЧЕСТВО МАТЕРИАЛ	
UN 2911	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОСВОБОДЕНА ОПАКОВКА - ПРИБОРИ или ИЗДЕЛИЯ	
UN 3507	Ураниев хексафлуорид (UF ₆), РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОСВОБОДЕНА ОПАКОВКА – по-малко от 0.1 kg на опаковка, неделящ се или делящ се – освободен ^b	корозионен (UN клас 8)
<i>Ниска специфична активност (НСА)</i>		
UN 2912	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, НИСКА СПЕЦИФИЧНА АКТИВНОСТ (НСА-I), неделящ се или делящ се - освободен ^b	
UN 3321	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, НИСКА СПЕЦИФИЧНА АКТИВНОСТ (НСА-II), неделящ се или делящ се – освободен ^b	
UN 3322	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, НИСКА СПЕЦИФИЧНА АКТИВНОСТ (НСА-III), неделящ се или делящ се - освободен	
UN 3324	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, НИСКА СПЕЦИФИЧНА АКТИВНОСТ (НСА-II), делящ се	
UN 3325	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, НИСКА СПЕЦИФИЧНА АКТИВНОСТ (НСА-III), делящ се	
<i>Повърхностно замърсени обекти</i>		
UN 2913	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОБЕКТИ С ПОВЪРХНОСТНО РАДИОАКТИВНО ЗАМЪРСЯВАНЕ, (ПЗО-I или ПЗО-2), неделящ се или делящ се - освободен	
UN 3326	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОБЕКТИ С ПОВЪРХНОСТНО РАДИОАКТИВНО ЗАМЪРСЯВАНЕ, (ПЗО-I или ПЗО-2), делящ се	
<i>Опаковка тип А</i>		
UN 2915	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОПАКОВКА ТИП-А, неособен вид, неделящ се или делящ се - освободен	
UN 3327	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОПАКОВКА ТИП-А, неособен вид, делящ се	
UN 3332	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОПАКОВКА ТИП-А, от ОСОБЕН ВИД, неделящ се или делящ се – освободен	
UN 3333	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОПАКОВКА ТИП-А, от ОСОБЕН ВИД, делящ се	



РЪКОВОДСТВО
Прилагане на изискванията за безопасен превоз на радиоактивни
материали

UN №	Транспортно наименование ^a и описание	Допълнителни опасности
<i>Опаковка тип В(U)</i>		
UN 2916	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОПАКОВКА ТИП-В(U), неделящ се или делящ се – освободен	
UN 3328	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОПАКОВКА ТИП-В(U), ДЕЛЯЩ СЕ	
<i>Опаковка тип В(M)</i>		
UN 2917	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОПАКОВКА ТИП-В(M), неделящ се или делящ се – освободен	
UN 3329	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОПАКОВКА ТИП-В(M), ДЕЛЯЩ СЕ	
<i>Опаковка тип С</i>		
UN 3323	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОПАКОВКА ТИП-С, неделящ се или делящ се – освободен	
UN 3330	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ОПАКОВКА ТИП-С ДЕЛЯЩ СЕ	
<i>Превоз при специални условия</i>		
UN 2919	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ПРЕВОЗВАН ПРИ СПЕЦИАЛНИ УСЛОВИЯ, неделящ се или делящ се – освободен	
UN 3331	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, ПРЕВОЗВАН ПРИ СПЕЦИАЛНИ УСЛОВИЯ, ДЕЛЯЩ СЕ	
<i>Уранов хексафлуорид (UF₆)</i>		
UN 2977 ^c	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ, УРАНОВ ХЕКСАФЛУОРИД, ДЕЛЯЩ СЕ	корозионен (UN клас 8)
UN 2978 ^c	РАДИОАКТИВЕН МАТЕРИАЛ – УРАНОВ ХЕКСАФЛУОРИД – неделящ се или неделящ се - освободен	корозионен (UN клас 8)



ВИДОВЕ ТЕСТОВЕ ЗА ОПАКОВКИ

1. Изпитване на интегритета на системите за задържане/затваряне и екраниране, и оценка на критичните параметри на безопасността.

След всеки тест е необходимо: неизправностите и повредите да бъдат идентифицирани и описани; да се определи дали целостта на защитната система и екранирането е съхранена до необходимата степен; за опаковките съдържащи дялящ се материал да се определи дали направените допускания и условията използвани при оценките за един или повече опаковки са валидни.

За да се установи състоянието на образците, които са били подложени на изпитванията, описани в точки 4.5-4.19 от Приложение 17 от [2], може да е необходимо да се проведе изследователска програма, включваща проверка и последващи спомагателни изпитания. Като цяло, първата стъпка ще бъде визуален преглед на пробата и записа на данните с фотографска/видео камера. В допълнение може да е необходимо извършването и на други проверки. Ако тестовете са проведени с образци, съдържащи трасиращи радиоактивни вещества, тестове с избърсване могат да се използват за измерване на изтичането. Неплътността може да бъде оценена следвайки процедурите за опаковки тип ПО, тип А, тип В (U), тип В (M). По същия начин целостта на защитата може да бъде оценена чрез използване на трасиращи радиоактивни вещества, поставени в опаковката. След преглед на външната цялост защитната обвивка трябва да бъде разглобена, за да се провери вътрешното състояние: целостта на капсулата, стъкло, колби и др.; стабилност на геометричните отделения, особено в случаите, когато са предназначени за дялящ се материал; разпределение на абсорбиращ материал; стабилността на екранировката и функционалността на механичните части. Изследователската програма трябва да бъдат насочена към разглеждане на три конкретни области:

- I. Целостта на задържащата система;
- II. Целостта на екраниращата/защитната обвивка/система;
- III. Трябва да се гарантира, когато е възможно, че пренареждането на дялящите се вещества или неутронните абсорбери няма да повлияят неблагоприятно на предположенията и прогнозите за оценката на критичността.

Целостта на защитната обвивка може да бъде оценена по много начини. Например, радиоактивното изхвърляне от защитната обвивка може да се изчисли въз основа на обемните (например газообразни) изхвърляния (4.2.2 от Приложение 17 от [2]).

Във случаите когато обекта на изпитване е пълно-машабен образец на задържащата система, измерванията за течове могат да бъдат направени директно върху изпитвания образец.

Следващите две области се нуждаят от внимание:

- Характеристиките на нормалната система за затваряне;
- Течове, които могат да са се получили на други места в защитната обвивка.

Защитната обвивка има толкова много променливи величини, че е невъзможно да се осъществят изпитания с една стандартна тестова процедура.

В American National Standard N14.5-1997 [30] са изброени приемливи тестове в реда на нарастване на чувствителността им при нормални условия, но те не са ограничени само до изброените:

- a) спад на налягането;
- b) образуване на мехурчета при потапяне във вода или сапунен мехур;



- c) етилен гликол;
- d) повишаване на налягането;
- e) образуване на въздушни мехури във вакуум;
- f) използване на детектор за халогени;
- g) хелиев мас-спектрометър.

ISO 12807 [28] определя тестови критерии за изтичане на газ и тестови методи за демонстриране, че опаковки тип В (U) и тип В (M) са в съответствие с изискванията за целостта на обвивката на Правилата за транспорт, за проектиране, изработка, спедиция и периодична проверка. Предпочитаните тестови методи за изтичане, описани от ISO 12807 [28] включват, но не се ограничават до:

(A) Количествени методи:

- Понижаване на газовото налягане;
- Повишаване на налягането;
- Детектор с пълнен с газ плик;
- Детектор с изпразнен от газ плик;
- Евакуиран газ от плик с обратно налягане.

(B) Качествени методи:

- Техники на образуване на газови балони;
- Сапунен мехур;
- Мирисни техники с използване на трасиращи газове;
- Метод на пръските с използване на трасиращи газове.

Този стандарт се основава главно на следните предположения: (A) радиоактивните материали могат да бъдат освободени от опаковката в газообразни, течни, твърди, във вид на суспензии или аерозолни форми, или в каквато и да е комбинация от такива форми. (B) Радиоактивното изхвърляне или изтичане може да се случи по един или повече от следните начини: вискозен поток, молекулярен поток или инфилтрация. (B) Скоростта на изхвърлянето се измерва индиректно чрез еквивалентно изпитание за изтичане на газ, с което скоростта на изхвърляне се измерва с дебита на нерадиоактивен газ. (Г) Скоростите може да бъдат свързани математически към диаметъра на един-единствен прав капиляр, както в повечето случаи се консервативно счита, че представлява теча или течовете.

Основните стъпки, разгледани в стандарта за определяне на течове в нормални и аварийни условия на превоз, са следните: (A) Определяне на допустимите нива на радиоактивни изхвърляния; (B) Определяне на стандартизирани скорости на изтичане; (B) Определяне на допустимите при тестови условия скорости на утечката за всеки етап на проверка; (Г) Избор на подходящи методи за изпитване; (Д) Извършване на изпитанията и записване на резултатите.

Ако за целите на изпитването се използват умалени модели, не се препоръчва пряко измерване на течове покрай уплътненията, поради това че не всички параметри, свързани с изтичане покрай уплътнения се поддават на лесно мащабиране. В този случай, тъй като загубата на уплътнения често е свързана със загуба на компресията в резултат от уплътнението, например постоянно разтягане на болтовете затварящи капака, се препоръчва да се направи подробно метрологично проучване, за да се установи до каква степен удължаването на болта и деформацията на уплътняващите повърхности е настъпило в следствие на механичните изпитвания. Данните получени въз основа на подробното метрологично проучване, могат да се мащабират и да бъде определена еквивалентната деформация за реално използваните големи болтове. От тестовете, проведени с реални уплътнения и използване на мащабирани метрологични данни, може да се определи ефективността на пълно-мащабната опаковка.



При оценка на целостта на защитната обвивка ако трябва да се използва радиоактивен източник в след-аварийни тестови ситуации, трябва да се обърне внимание на факта, че всяка щета или модификация на конфигурацията на пост-тест опаковката, причинени от включването на източника може да обезсили резултатите от теста.

Ако за целите на теста е бил използван пълно-машабен образец, един метод за доказване на целостта на защитната обвивка, е чрез поставяне на подходящ източник в образеца, по цялата повърхност на образеца се изследва с рентгенографски плаки или подходящ уред, който да определи дали е налице пробив в целостта на защитната обвивка. Ако има данни за загуба на екраниране във всяка точка на повърхността на образеца, нивото на радиация трябва да се определя от действителното измерване и изчисление за осигуряване на съответствие.

Алтернативно, внимателен изследване може да се направи на тези параметри, които допринасят за ефективността на екраниране, и ако се установи, че не са били неблагоприятно засегнати, например, чрез свличане или загуба на олово от защитната обвивка, което би увеличило общото или локално радиационно ниво на опаковката.

Приложените тестове могат да докажат, че предположенията, използвани при оценката на безопасността по критичност не са валидни. Една промяна в геометрията или във физическата или химическа форма на компонентите на опаковката или съдържанието може да се отрази на неутронните взаимодействия в рамките на опаковката или между опаковки, и всяка една промяна трябва да бъде в съответствие с допусканията, направени при оценката на безопасността на критичност. Ако условията, след тестовете не са в съответствие с предположенията на оценката за безопасност по критичност, може да се наложи тя да бъде променена.

Въпреки че тестването на опаковка в пълен или умален модел може да се извърши с имитирано съдържание от, които да получим данни за поведението на всяка кошница или сепаратор, който се използва за позициониране на съдържанието, и така да получим крайната геометрията, на практика много зависим от начина на взаимодействие на действителният материал (чиито механични свойства могат да бъдат различни от имитираното съдържание).

2. Мишени за изпитания за сблъсък

Мишената за изпитванията за сблъсък е определена като неподатлива повърхност. Тази неподатлива повърхност е предназначена да доведе до увреждане на опаковката, което би било еквивалентно на или по-голямо, отколкото би могло да възникне по време на транспорт. Специфицираната мишена осигурява възможност за сравняване, анализ и повторемост на резултатите от различни тестове, проведени с аналогични мишени. Неподатливата мишена, въпреки че е описана само в общи линии, може да бъде многократно конструирана, за да осигури относително голяма маса и висока степен на твърдост по отношение на опаковката, която се изпитва. Така наречените "истински" мишени, като например почва, меки скали и някои бетонни структури, имат по малка твърдост и като резултат от това увреждането на опаковката е по-малко, отколкото би се получило от мишената за дадена скорост на въздействието [31]. В допълнение е много по-трудно да се изградят неподатливи повърхности от горепосочените материали, които дават резултати възпроизводими с тестови резултати, както и формата на предмета на падане може да повлияе на повърхността на мишената. По този начин, ако се използват променливи в следствие на удар мишени, неопределеността на резултатите от тестовете ще се увеличи и сравнението между изчисления и тестове ще бъде много по-трудно.

Пример за неподатлива мишена отговаряща на нормативните изисквания е стоманена ламарина с дебелина 4 см, закрепена към бетонен блок, поставен върху твърда почва или здрава основа. Комбинираната маса на стоманата и бетона трябва да бъде най-



малко 10 пъти по-голям от този на образеца за тестовете в точки 4.8, 4.11.1.1, 4.13, 4.21 и 4.23 от Приложение 17 от [2], и 100 пъти по-голям от този на образеца за изпитване в т. 4.23 от Приложение 17 от [2], освен ако не може да бъде обосновано използването на различни стойности.

Стоманената плоча трябва да има изпъкнали фиксирани стоманени конструкции върху долната и повърхност, за да се осигури плътен контакт с бетона. Трябва да се обърне внимание на твърдостта на стоманата при тестване на опаковки с твърди повърхности. Тъй като трябва да се избягва огъване на мишената, особено във вертикална посока, се препоръчва целта да бъде в близка до кубична форма, с дълбочината на мишената сравнима с нейната ширина и дължина.

3. Тестове за опаковки, предназначени да съдържат уранов хексафлуорид

На хидравлични изпитания се тества само цилиндърът; изпитания на клапани и друго обслужващо оборудване не следва да бъдат включени теста за протечки. Клапаните и другото обслужващо оборудване следва да се изпитват в съответствие с ISO 7195 [27].

4. Тестове за потвърждаване на издръжливостта при нормални условия на превоз

Климатичните условия, на които могат да бъдат подложени опаковките при нормални условия на превоз, включват промени във влажността, температурата на околната среда и налягане, и излагане на слънчева енергия и дъжд.

Ниската относителна влажност въздуха, особено ако свързано с висока температура (например: директно излагане на опаковка на слънце може да доведе до температура на повърхността значително над температурата на околната среда в продължение на няколко часа), това би предизвиквало структурни промени в материалите на опаковката, като например дървения материал може да изсъхне, да се свие, да се разцепи и да стане чуплив. Излагането на много ниски температури може да втвърди или направи крехки определени материали, особено тези, използвани за свързки или омекотяване на ударни въздействия. Промените в температурата и налягането може да предизвикат "дишане" и постепенно увеличаване на влажността вътре във външните части на опаковката и при ниски температура да доведе до кондензация на вода вътре в опаковката. Влажността на въздуха в трюма на кораба често е висока и спад на температурата ще доведе до формиране на значителен конденз по външните повърхности на опаковката. Ако се появи конденз, той може да срина външните защити (картон, плоскости от ПДЧ или други разделители), предвидени за намаляване на дозата от външно облъчване. Излагането на дъжд може да се появи, докато опаковката очаква натоварване или докато се премества или товари на превозното средство.

Опаковката може да бъде подложена както на статични, така и на динамични механични въздействия при нормални транспортни дейности. Те могат да бъдат ограничено ударно въздействие, повтарящо се друсане и/или вибрации; с последващи натиск и налягане.

Опаковката може да пострада от удар вследствие на свободно падане върху повърхност по време на работа. При грубо боравене, особено свиване на цилиндрични опаковки и преобръщане/прекатурване на правоъгълни опаковки, е друг често срещан източник на ограничени ударни въздействия. Те може да се появят в резултат на проникване от един обект със сравнително малко напречно сечение, или от удар от ъгъла или ръб на друга опаковка.

Сухопътния транспорт често причинява повтарящо се друсане. Всички форми на транспорт поражда вибрационни сили, които могат да причинят умора на метала и/или да причинят разхлабване на гайки и болтове. Натрупването на опаковки и всяко движение,



натоварване в резултат на бързите промени в скоростта по време на транспортирането им може да подложи на опаковките на значителен натиск. Повдигане и намаляване на налягането на околната среда в резултат на промени в надморската височина излагат опаковките на въздействие на налягането.

Тестовите, които са били избрани да възпроизведат увреждането, което може да бъде резултат от излагане на въздействието на тези стресови климатични и транспортни натоварвания са: обливане с вода, изпитания на свободно падане, изпитване на подреждане на височина и дълбочина на проникване. Малко вероятно е, всяка една опаковка да срещне всички натоварвания, получени по време на четирите теста вследствие на грубото боравене или малки инциденти при рутинни транспортни операции. Непреднамереното освобождаване на част от съдържанието, макар и много нежелателно, не трябва да бъде считано за голямо премаже поради ограничаването на съдържанието на опаковка от тип А. Достатъчно е трите образеца да бъдат подложени поотделно на изпитания със свободно падане, подреждане на височина и дълбочина на проникване, предшествани във всеки отделен случай от теста за обливане с вода. Все пак това не изключва възможността един от образците да бъде използван за всички изпитания.

Тестовите не включват всички събития на транспортната среда, на които може да бъде подложена опаковка тип А. Все пак те се считат за достатъчни, когато се разглеждат във връзка с другите изисквания, свързани с транспортната среда, като температура на околната среда и нейното вариране, обработка и вибрации.

Ако водната струя се прилага от четири посоки едновременно, трябва да мине интервал от 2 часа между теста за обливане с вода и следващите изпитания. Този интервал представлява времето, необходимо на водата да проникне постепенно от външната страна във вътрешността на опаковката и да намали нейната структурна здравина. Ако опаковката малко след изтичане на двучасовия интервал бъде подложена на изпитания за свободно падане, подреждане във височина и дълбочина на проникване, то се очаква щетите да бъдат максимални. Въпреки това, ако водната струя се прилага от всяка от четирите посоки последователно, проникването на вода във вътрешността на опаковката от всяка посока и изсъхването на водата от външната страна на опаковката ще продължи в продължение на период от време по-голям от 2 часа. Съответно е допустимо да няма изчакване между приключването на теста за обливане с вода и последващото изпитание със свободно падане. (т. 4.6.1 и 4.6.2 от Приложение 17 от [2])

Тестът за обливане с вода е предназначен предимно за опаковки, които разчитат на материали, които абсорбират вода или биха се размекнали от досег с вода, или материалите изграждащи опаковката са свързани с водоразтворимо лепило. Опаковките, чиито външни слоеве се състоят изцяло от метал, дърво, керамика или пластмаса, или всяка комбинация от тези материали, могат да бъдат допуснати да преминат през теста с мотивирано аргументиране, при условие, че те не задържат водата, което би довело до значително повишаване на тяхната маса.

Един от методите за извършване на изпитване с обливане, който се счита, че отговарят на условията, е както следва:

а) Образецът се поставя на равна хоризонтална повърхност в ориентацията най-вероятна да причини максимални увреждания на опаковката. Равномерно разпределена струя се насочва към повърхността на опаковката за период от 15 минути от всяка от четирите посоки, перпендикулярно насочени и промените в посоката на струята следва да се извършват възможно най-бързо. Възможно е да се наложат изпитания при повече от една ориентация на опаковката.

б) Препоръчително е да се разгледат следните допълнителни условия:



- 1) струя с конус ъгъл достатъчен да обгърне целия образец от разстоянието използвано в 2);
- 2) разстоянието от дюзата до най-близката точка на образца да е най-малко 3 m;
- 3) Консумацията на вода, еквивалентна на посочената норма валежи от 5 cm/h, като средно за района на конуса на струята в точката на съприкосновение върху образца и нормалата към средната линия на конуса на струята;
- 4) Водооттичането трябва да бъде възможно най-бързо.

с) Да се осигури максимална омокряща се повърхност и това може да се осъществи чрез насочване на струята надолу под ъгъл 45° спрямо хоризонталата:

- 1) За правоъгълни образци, струята може да бъде насочена към всеки от четирите ъгъла.
- 2) За цилиндрични образци, намиращи се върху една равнина, спрехт може да се прилага от всяка от четирите посоки на интервали от 90°.

Опаковката не трябва да се поддържа над повърхността на оттеклата се вода, за да се отчете водата, която може да бъде задържана в основата на опаковката.

Изпитанията за свободно падане симулират удара, който би получила една опаковка в случай че падне от платформата на превозно средство или са я изпуснали по време на работа с нея. В повечето случаи, след такива удари опаковките ще продължат пътуването си. Тъй като по-тежките опаковки е по-малко вероятно да бъдат изложени на падане от големи височини по време на нормална работата с тях, височината на свободно падане за този тест се оценява според масата на опаковката. Ако тежка опаковка претърпи значителен удар вследствие на падане, следва да се обследва внимателно за оценка на понесените щети, или загуба на съдържание или загуба на екраниращата обвивка. Леки опаковки, изработени от материали като плочи от дървесни влакна или дърво изискват допълнителни падания за да симулират многократните въздействия, дължащи се на преносни и товаро/разтоварни дейности. Трябва да се отбележи, че за опаковки съдържащи делиящ се материал, се изискват допълнителни тестове на свободно падане от височина от 0,3 метра както е описано в т. 4.8.3 и 4.8.4 от Приложение 17 от [2].

Всеки тест за свободно падане трябва да се извършва със симулиране на максимално тегло на съдържанието на опаковката. Повече от една падане може да е необходимо, за да се направи оценка на всички възможни пози след падането. Може да бъде необходимо да се тестват специфични характеристики на опаковката, като панти или ключалки, за да се гарантира, че херметичната, екраниращата функция и индекса за безопасност по критичност са непроменени.

Изпитваните характеристики зависят от вида на тестваната опаковка. Тези характеристики включват структурни компоненти, материали и изделия, предназначени да предотвратят загуба или разпръскване на радиоактивни вещества или загуба на екраниращ материал (например цялата система за съхранение, като капаци, клапани и техните уплътнения). За опаковки, съдържащи делиящ се материал, характеристиките биха могли да включват, в допълнение към тези, посочени по-горе, компоненти за поддържане на критичност, като рамката за стабилизиращата горивото и неутронните абсорбери.

Под "максимална щета" се разбира максималното нарушаване на целостта на опаковката. За да се получи максимална щета за повечето опаковки, се налага образецът да бъде пускан да пада в една или повече ориентации по такъв начин, че ускорението от сблъсъка и/или деформация на компонентите под внимание да бъдат максимални. Повечето контейнери имат някаква асиметрия, която дава различна устойчивост на сблъсък. При всяко изследване, трябва да се предвидят достатъчно структурни елементи, които позволяват абсорбцията на цялата кинетичната енергия на опаковката. Аргументите



трябва да бъдат развити по отношение на щетите в различните елементи между точката на въздействие и концентрацията на маса по отношение на тяхната ефективност при усвояването на енергията, в разработването на вътрешни натоварвания, в изкривяване, срутване или нагъване, както и последиците от всички тези действия.

Опаковки с ниска маса могат да бъдат ръчно държани над целта и пускани, при условие може да се поддържа желаното положение на падане. Във всички други случаи, трябва да се създаде механичен начин да се държи и да се освободи опаковката в желаната посока и позиция за сблъсък. Това би могло да бъде просто механизъм за освобождаване окачен на висяща структура, като например част от покрив или кран, или кула специално проектирана за тестовете. Конструкцията на тези специални съоръжения има четири основни елемента: опора, механизъм за освобождаване, направляващ механизъм (обикновено не се използват при свободно падане), както и мишена, определена в т. 4.3 от Приложение 17 от [2]. Изисква се достатъчна височина на опората, за да се даде възможност механизма за освобождаване, поддържащия кабел или ремък и пълната дълбочина на образеца за изпитване да позволяват да се постигне правилната ориентация и правилната височина между дъното на опаковката и целта. В случая когато една опаковка има ограничители за ударни взаимодействия, най-ниската точка на ограничителя ще се използва за определяне на височината на падане. Механизмът за освобождаване за теста на свободно падане трябва да даде възможност за лесна настройка и моментно освобождаване, но не трябва да произвежда нежелани ефекти върху отношението на образеца, както и не трябва да се получават допълнителни механични повреди на образеца. Могат да се използват различни видове механизми, като например механични или електромагнитни или комбинации. Броят на тестовите съоръжения са описани в IAEA-TECDOC-295 [20] и в справочника на изпитателни инсталации за опаковки за транспорт на радиоактивни материали, публикувано в International Journal of Radioactive Materials Transport [32].

По време на процеса на преразглеждане, водещ до издание на Правилата за транспорт на МААЕ 1996 г., е договорено, че не е необходимо всички възможни ориентации за изпускане да се вземат предвид при провеждането на теста за свободно падане за нормални условия на транспорт. При условие, че не е възможно при "нормални" условия опаковката да бъде пусната в някои ориентации, тези ориентации биха могли да бъдат игнорирани при оценката на най-неблагоприятната щета. Предвидено е, че това облекчение да бъде позволено само по отношение на едрогабаритни и големи опаковки. В допълнение, това облекчение ще изисква документирана обосновка от проектанта на опаковката. Всяка конструкция на опаковка, която изисква утвърждаване от компетентния орган, трябва да бъде тествана в най-вредните за устойчивост на изпускане ориентации, независимо от размера на опаковката или на пропорциите.

Методи с използване на умалени модели могат да бъдат полезни при определяне на най-вредната ориентация за падане. Трябва да се внимава при измерванията, тъй като стойките и сензорните честоти могат да доведат до грешки в получените данни.

Изпитването с подреждане във височина е проектирано да симулира ефекта на пресиране на опаковката за продължителен период от време, за да се гарантира, че ефективността на системите за екраниране и задържане няма да се влоши и, в случай че съдържанието е деликатен материал, няма да повлияе неблагоприятно върху конфигурацията. Продължителността на изпитването съответства на изискванията на препоръките на ООН [24].

Всяка опаковка, чиято нормална горна част (т.е. от противоположната страна на тази, на която обикновено се поставя) е успоредна и равна, може да бъде подредена във височина. В допълнение, подреждането може да бъде постигнато чрез добавяне на крачета, удължители или рамки към опаковка имаща изпъкнали повърхности. Опаковки с



изпъкнали повърхности не може да бъдат подредени, освен ако не са осигурени за удължителни подложки или крачета.

Образецът трябва да бъде поставен с основата надолу на равна повърхност като бетонен под или стоманена ламарина. Ако е необходимо, плоска плоча с достатъчно площ за покриване на горната повърхност на образца, трябва да бъде поставен върху горната повърхност на образца, така че товарът да се разпредели равномерно върху опаковката. Теглото на плочата/те трябва да бъде включено в общо тегло на натоварване. Ако определен брой опаковки от един и същ вид се подреждат една върху друга, един прост метод е да се изгради купчина от пет пакета върху образца за изпитване. Алтернативно, стоманена плоча или плочи или други удобни материали с тегло пет пъти теглото на една опаковка могат да бъдат поставени върху образца.

Тестът за проникване в дълбочина има за цел да гарантира, че съдържанието не може да излезе от защитната обвивка или че екраниращата или затварящата системата не би била повредена, ако обекти като дълги метални тръби или кормилото на падащ велосипед ударят опаковката и проникнат през нейните външни слоеве.

5. Допълнителни тестове за опаковки тип А, предназначени за течности и газове

Тези допълнителни тестове за опаковки от тип А, предназначени да съдържат течности или газове, се налагат, защото течните или газообразни радиоактивни материали имат по-голяма възможност за течове от твърдите такива. Тези тестове не се нуждаят от първоначално изпитване за обливане с вода.

6. Тестове за доказване на способността да издържат на аварийни условия на транспорт

Изпитванията при аварийни условия на транспорт са били разработени, за да отговарят на две цели:

1) те са били замислени като произвеждане на увреждане на опаковка с равностойността на щета, която би се появила от много тежка авария (но не е задължително да покрива всички възможни тежки аварии).

2) че тестовете са дадени в отношение на базата на конструкцията. При тези условия анализа е приемлив метод за квалифициране на проекта, тестовете са били предписани в инженерни условия, които биха могли да послужат за получаването на недвусмислени, количествени входни данни за тези изчисления. В развитието на изискванията за изпитване, внимание се отделя за това как може да се репродуцират резултатите от тестовете (т. 4.12 от Приложение 17 от [2]).

Редакцията на Правилата за транспорт на МААЕ от 1961 се основава на принципа на защита на съдържанието на опаковката, а оттам и на общественото здраве, на последиците от "максимално достоверна злополука". Тази фраза по-късно отпадна, защото тя не дава уникално ниво или стандарт, с които да работят и които е необходимо да се гарантира международната приемливост на едностранно утвърдени конструкции на опаковки. Признаването на статистическата природа на аварията сега е заложено в изискванията за транспорт. Основна цел на изпитанията на опаковките е международната приемливост, еднообразие и повтораемост. Тестовете са проектирани така, че условията могат да бъдат лесно възпроизведени във всяка страна. Условията на изпитанията са предназначени да симулират тежки аварии по отношение на вредните ефекти върху опаковката. Те ще предизвикат повреди, превишаващи тези, получени при болшинството от регистрираните инциденти, независимо от това дали е или не е участвала опаковка с радиоактивен материал.



Целта на изпитванията за механично повреждане (т. 4.13 Приложение 17 от [2]) и на последващото топлинно изпитване (Приложение 17 от [2]) е да се изложи опаковката на щети, еквивалентни на тези, които ще бъдат получени от нея ако тя участва в по-тежка авария. Счита се, че редът и вида на тестовете съответстват на реда на заплахата за опаковката в реално транспортно произшествие (т.е. механични въздействия, последвани от топлинна експозиция). Последователността на изпитанията осигурява механична повреда на опаковката преди подлагането ѝ на топлинния тест. По този начин опаковката може да получи максимално термично увреждане. Механичните и топлинни тестове се прилагат към една и съща опаковка последователно. Тестът за потапяне (т. 4.15 от Приложение 17 от [2]) може да се проведе на отделен екземпляр, защото вероятността за потапяне във вода, настъпило в следствие на термо/механичен инцидент, е изключително ниска.

Изискванията за изпитванията на механично повреждане на опаковки тип В са били въведени в изданието от Правилата за транспорт на МААЕ (1964 г.), заменяйки изискването да издържи максимално достоверен инцидент, който не е бил определен със специфични изисквания за изпитване, и е оставял отговорността на компетентния орган на съответната страна. Тъй като опаковки тип В (U) и тип В (M) са транспортирани при всички видове транспорт на радиоактивни материали, за опаковки тип В (U) и тип В (M) изискванията на изпитването са предназначени да се вземе предвид по-голяма гама от аварии, които могат да изложат опаковките на тежки динамични натоварвания. Механичните последиците от инцидентите могат да бъдат групирани в три категории: за удар, смачкване и прободни натоварвания. Въпреки че, числата за изискванията за изпитване не са били получени директно от анализите на злополуките/инцидентите, последващите аварийни анализи и анализа на риска са показали, че те представляват много тежки транспортни произшествия (т.4.13 от Приложение 17 от [2]).

В падане I, комбинацията от падане от височина 9 m, неподвижна мишена и ориентацията на опаковката с цел постигане на максимални щети, дават резултат при който най-голяма част от енергията на падането е погълната от конструкцията на опаковката. В реалните транспортни произшествия, мишените, като например почвата или други превозни средства, ще погълнат част от енергията на удара, а и само удари с по-висока скорост биха могли да причинят еквивалентни щети (т. 4.13.1 от Приложение 17 от [2]).

Тънкостенни опаковки или опаковки със стени тип "сандвич" могат да бъдат чувствителни към пробивни удари, по отношение на загуба на целостта на опаковката, нарушаване на топлинната изолация или повреда на задържащите системи. Дори дебелостенни опаковки могат да имат слаби места, като например капците на дренажните отвори, клапи и др. Пробивни удари може да се очакват при инциденти когато опаковката пада върху неравни повърхности. За да се осигури защита срещу тези натоварвания, се въвежда теста от т. 4.13.2 от Приложение 17 от [2]. Параметрите на височината на падането и геометрията на удара геометрия са повече в резултат на техническа преценка отколкото следствие на анализи на инциденти.

Степента на безопасност, предоставена от теста за сблъсък (4.13.1 от Приложение 17 от [2]) е по-малка за леки опаковки с ниска плътност, отколкото за тежки опаковки с висока плътност, което се дължи на намаляване на енергията на удара и до повишена вероятност за удари в относително неподвижната "мишена" (т. 4.13.3 от Приложение 17 от [2]). Тези опаковки могат да бъдат чувствителни на смачкване от тежки предмети, паднали върху тях. Анализите на произшествията показват, че вероятността за динамични разрушителни (смачкващи) натоварвания в сухопътни транспортни произшествия е по-висока от тази на ударни натоварвания, защото леките опаковки се транспортират в големи количества и/или заедно с други опаковки. Също така, при произшествията по време на разтоварване и складиране и могат да доведат до неоправдани статични или



динамични разрушителни натоварвания. Крайният резултат от тези анализи е включването на изпитването на динамично разрушаване (падане III) в изданието на Правилата за транспорт от 1985 година. Опаковки, съдържащи големи количества от алфа-емитери (поради ниските изисквания за екранировка) са обикновено са леки, с ниска плътност и те могат да попадат в тази категория опаковки. Това включва, например, прахообразен плутониев оксид прахове и разтвори на плутониев нитрат, които са радиоактивни материали с висока степен на риск. Благодарение на своите физически характеристики, повечето опаковки ще бъдат подложени на изпитване с падане I, а не изпитване с падане III.

Наредбата за транспорт [2] изисква ориентациите на опаковката при изпитвания за сблъсък (падане I) или динамично разрушаване (падане III) и дълбочина на проникването (падане II) да бъдат такива, че да причиняват максимален щети, като се вземе предвид и последващото топлинно изпитване. В допълнение реда, в който се провеждат Изпитванията е такъв, който ще нанесе максимални щети на изпитвания обект. Оценката на максимални щети трябва да се прави с грижа за ограничаване на радиоактивното вещество в рамките на опаковката за запазване на екраниращата обвивка с цел да се запази външното облъчване на приемливо ниво и в случай на ядрен материал, поддържане на критичност. Трябва да се обмислят всички възможни повреди, които биха довели до повишаване на радиационното облъчване, или намаляване на херметичността, или до повреди заключващите системата след края на топлинното изпитване. Щети, които могат да направят опаковката неподходяща за повторна употреба, но което не засяга способността му да отговаря на изискванията за безопасност не трябва да бъдат причина за класифициране на образца като негоден за превоз на радиоактивни материали (т. 4.13 от Приложение 17 от [2]).

Различните видове са възможните повреди в резултат на механичните изпитвания. Необходимо е да се помисли за резултатите от тези изпитвания за всяка аналитична оценка за доказване на съответствие с приложимите изисквания. Счупване на критичен компонент или нарушаване на защитната обвивка може да позволи изпускането на радиоактивни материали. Деформацията може да наруши функцията на защитните обвивки от топлина или радиационно излъчване и може да промени подредбата на делящият се материал и това трябва да бъде отразено в предположенията и предвижданията в оценката на критичност. Локални щети в екранировката може, при последващият топлинен тест, да доведат до влошаване на както на топлинната така и на радиационната защита. Следователно, изследванията следва да включват стрес, напрежение, нестабилност и локален ефект за всички възможни ориентации на падане, където не се наблюдават симетрии.

Не може да се подложи един и същ контролен екземпляр на няколко пъти на един и същ тест за падане, повредите причинени при предните тестове правят резултатите от последващите недостоверни. Необходимо е да се използва повече от един образец, или да се анализират резултатите и да се обосновават на базата на инженерните данни, за да се предскаже най-вредната ориентация на падане и да се премахнат излишните тестове с ориентации, при които не се очаква нарушаване на сигурността на опаковката.

Най-тежките варианти за падане на симетрични опаковки, които имат цилиндрична или кубична форма, често може да бъде определена чрез използване на публикувана информация. Издатините по асиметричните опаковки, са много чувствителни места когато се използват като точка за сблъсък. Подемно-транспортни устройства като плъзгащи се релси или точки на закрепване често ще имат различна здравина или твърдост спрямо съседните части на опаковката и трябва да се разглеждат като възможни точки на за механично взаимодействие.



Несвързаности, като например капаци или други приспособления проникващи през външната обвивка може да дадат на локално ниво структурни елементи с ограничена здравина, която може да се повреди от някоя съседна структурна деформация или високо натоварване.

При тънкостенни опаковки, като барабани, трябва да се разглежда възможността за пластична деформация, причиняваща загуба на запечатването или нарушаване на закрепването на капака достатъчно, за да позволи загуба на капака.

Изисква се при съдържание от дялящ се материал, да се прави анализ на критичността, след отчитане на щетите получени след механичните и термични тестове. Трябва да се разгледат следните аспекти: ефективност на забавителите, загуба на неутронни абсорбери, пренареждане на съдържанието на опаковката, промени в геометрията и температурните въздействия. Допусканията при анализа на критичността трябва да бъдат в съответствие с ефектите от механичните и термични тестове, и всички ориентации на падане на опаковките трябва да бъдат отчетени в анализа.

Счита се че тестовете за механични въздействия (падане I, II и III), трябва да се извършват при свободно падане вследствие на гравитацията. Ако се използва някаква форма на направляващи сили, е важно скоростта на удара да бъде най-малко равна на скоростта на удара на опаковката или на тялото, което удря опаковката при свободно падане (приблизително 13,3 m/s за падане I и III).

За падане II необходимата минимална дължина на пръта е 20 см. По-голяма дължина трябва да се използва, когато разстоянието между външната повърхност на опаковката, и всеки вътрешен компонент важен за безопасността на опаковката е по-голяма от 20 см или когато ориентацията на модела го изисква. Такъв е случаят с образци с големи ограничаващи ударите устройства, където 20 см може да бъдат крайно недостатъчни поради големите разстояния. Минималното налягане в точката на удара не трябва да бъде между 150 MPa и 280 MPa. Може да бъде трудно да се проведат тестовете при възможно огъване на пръта. В такъв случай, трябва да се увеличи дължината на пръта, за да се нанесат максимални щети на експерименталният обект. (т. 4.13.2 от Приложение 17 от [2])

За падане II най-вредната ориентацията на опаковката не е задължително да е плосък удар върху горната повърхност на стоманения прът. За някои конструкции е доказано, че косите ориентации при ъгли в диапазона 20-30° причинят максимални щети поради започването на проникване на ъгъла на пръта във външната обвивка на опаковката.

Само за целите на предварителното проектиране на опаковки с външна обвивка от тип стомана- олово-стомана може да се използва следната формула, за да се направи оценка на необходимата дебелина на обвивката нужно за да издържи на тест за дълбочина на проникване (падане II): $T = 2148.5(W/S)^{0.7}$ където T е дебелината на външната обвивка (см), W е масата на опаковката (кг) и S е якостта на опън на материала на външната обвивка (Pa). Това уравнение се базира на тестове, използващи закалена стомана, подкрепена от олово. Опаковки с материали, които имат различни физични свойства, може да изискват различни дебелини на външната обвивка стомана, за да отговорят на изискванията. За опаковки с малки диаметри, по-малко от 0.75 m, или използване на материали с различни физични свойства, или удари близо до промяна на геометрията или в коси ориентации, тази предварителната оценка може да не бъде достатъчно консервативна.

Изисква се пръта да е монтиран върху цел, подобна на описаната в т.4.3 от [2]. Щетите от падане върху плоска повърхност се очаква да бъде оценени от теста Падане I. Поради това не е необходимо вторичния тест (падане II) да предизвиква допълнителни



щети, несвързани с теста за дълбочина на проникване. Повърхността, която обгражда пръта не е необходимо да отговаря на изискванията, посочени в т. 4.3. от Приложение 17 от [2] и все пак повърхността, обграждаща пръта не трябва да редуцира абсорбираната енергия вследствие на удара на опаковката върху пръта.

За изпитването на динамично разрушаване (падане III) опаковката трябва да почива върху целта по такъв начин, че да седи стабилно в ориентацията, избрана за предизвикване на максимални щети. За да се постигне това, може да е необходимо да се осигурят подпори, като в този случай наличието на подпорите не трябва да повлияе (увеличи или намали) на щетите, понесени от опаковката (т. 4.13.3 от Приложение 17 от [2]).

При определянето на най-вредната ориентация на удар, проектантът трябва да помисли, че въздействието на падащата плоча може да е навсякъде по повърхността на образеца. Ориентацията на образците трябва да бъдат избрани така че да се гарантира по-голямата част от енергията на удара да отива в смачкване/разрушаване на образеца. Не е задължително ъгъла на падащата плоча да бъде първата точката на удара с изпитваният образец.

Измерването на данните, получени от изпитваните образци и дори на целта, която понася ударите, се прави по следните причини:

- (А) За потвърждаване на предположения, направени при анализа на безопасността;
- (Б) Като основа за проектни изменения;
- (В) Като основа за проектирането на опаковки с подобни свойства;
- (Г) Като база за сравнение с резултати получени вследствие на компютърно моделиране на тестовете.

Примери за функции, които трябва да се измерват по време на удара/ смачкването включват функция за намаляване на скоростта за единица време и функцията за деформация за единица време. Когато се използват електронни устройства за измерване, отчитане и съхранение на данните, трябва да се направи проверка на всички видове използвани цифрови филтри върху данните, за да сме сигурни че няма да отрежем пикове, които имат съществено значение за тестовите резултати. Повечето контролно измервателни прибори ще изискват кабелни връзки към външни устройства. Тези връзки трябва да бъдат такива, че да не ограничават свободното падане на опаковката, нито да ограничават опаковката по някакъв начин след удара.

Референт може да предостави полезна информация при избора на първоначалния ъгълът между опаковката и целта, която води до максимизиране на щетите от вторичен удар по време на свободно падане от 9 m.

Изследванията, извършвани в САЩ показват, че топлинното изпитване, посочено в т.4.13 Приложение 17 от [2] осигурява една среда, която обхваща повечето транспортни инциденти включващи пожари.

Топлинният тест специфицира пожар във локва (разлив) от течно въглеродородно гориво, който е предназначен да обхване вредните ефекти на пожари с течни, твърди или газообразни горими материали. Действителни пожари с течности, като например втечен нефтен газ (LPG) или втечен природен газ (LNG) и течен водород, са обхванати от теста, защото пожар с разливи (локви) на такива горива като цяло няма да продължи в продължение на 30 мин. Течни нефтопродукти често се превозват с автомобилен, железопътен и морски транспорт и трябва да се очаква възможността от пожар вследствие на злополука. Течностите, които могат да се движат около опаковката и създават определени условия, са ограничени до един тесен кръг от възможни калоричности на горивото, така че силата на огъня е доста добре дефинирана. (т. 4.14. от Приложение 17 от [2])



Температурата на пламъка и коефициента на излъчване на пламъка (800 ° C и 0.9, съответно) определят обичайните условия за такъв тип пожари. На местно ниво, в рамките на пожари, температурите и топлинните потоци могат да надвишават тези стойности. Въпреки това, не-идеалното позициониране на опаковката в рамките на огъня, движението на огневия източник по отношение на опаковката, екранирането от други негорими опаковки или транспортни средства участващи в произшествието, ефектите причинени от вятъра и масивна конструкция на от опаковките тип В(U) и тип В(M) се комбинират, за да условията съответстващи, или е по-малко тежки отколкото описаните в т. 4.13 от Приложение 17 от [2].

Наличието на препятствие и отдалечеността от подаване на кислород (въздух преминаващ през около 1 м пламък) може да са склонни да понижат температурата на пламъка в непосредствена близост до опаковката. Природни ветрове могат да доставят допълнително кислород, но също така са склонни да премахват пламък покриващ части от опаковката, следователно изискването за статични обкръжаващи условия е спазено. Използването на вертикален водач на пламъка под опаковката ще се намали ефекта на вятъра и ще подобри огненото покритие върху опаковката. Излъчването на пламъка е трудно да се определи, поради невъзможността от преки измервания, но индикациите от практическите тестове показват, че стойността 0.9 определено е надценяване. Комбинацията от параметрите в резултатите от тестовете в тежки условия на пламъка е малко вероятно да бъде надвишена от аварийни условия.

Продължителността на голям нефтен пожар зависи от участващото количество гориво и наличието на противопожарни средства. Течните горива се превозват в големи количества, но, за да образуват басейн/локва, всяко изтичане трябва да се влее в точно определена зона около опаковката, без да отчитаме загубите от дренаж. Като цяло, цялото съдържание на един резервоар няма да участва в нагриването на опаковката, много и ще изгори или в резервоара или по време на преноса на горивото от резервоара до опаковката. Съдържанието на другите резервоари най-вероятно ще изгорят на по-отдалечено място по време на прехода на огъня от резервоар до резервоар. Трябва да признаем че трябва да се обърне внимание на факта, че когато живота не са пряко изложени на риск човешки животи, пожарите често се оставят да продължат до естественото им изчезване вследствие на изчерпване на горивния материал. Следователно трябва да се погледне критично на историческите записи за продължителност на пожарите. 30 минутната продължителност е избрана след разглеждане на тези фактори и обхваща малката вероятност от участие на опаковка в пожар с голям обем на гориво и при "най-лошия случай" на геометрично разположение спрямо пламъка. Малко-вероятният пожар с дълга продължителност е най-вероятно да се случи в комбинация с геометрия, която ефективно намалява с топлинната мощност на източника (опаковката лежи на земята и/или е защитена от конструкцията на превозното средство). По този начин можем да кажем, че количеството топлина в участващо в топлинното изпитване съответства на реалистични, тежки аварийни ситуации.

Следната конфигурация на геометрията на пожар увеличава топлинната мощност въздействаща на опаковката. Надморска височина 0.6-1 m на опаковката гарантира, че пламъците са добре развити, с достатъчно пространство за приход на свеж въздух за подхранване на пламъците. Това подобрява еднородността на пламъците без да влияе на топлинните потоци. Разширяването на източника на гориво извън границите на опаковката осигурява минимална дебелина на пламъка от около 1 m и осигурява висок коефициент на излъчване. За да се подобри огненото покритие, с размерите на разлива от горивен материал трябва да са между 1 и 3 метра спрямо всяка една външна повърхност на изпитвания образец. По-голям разлив може да доведе до кислороден глад в центъра и относително ниски температури на повърхността на опаковката.



Не се допуска изкуствено охлаждане на опаковката след приключването на пожара, процесът на самостоятелно охлаждане трябва да продължи, докато спаднат както вътрешните така и външните температури. Естественото изгаряне на компонентите на опаковката трябва да се остави без човешка намеса. Единствено естествена конвекция и излъчване трябва да допринасят за загуба на топлина от повърхността на опаковката след края на огъня.

Позволява се да се използват и други стойности за повърхностната абсорбция различни от стандартната стойност 0.8, ако могат да бъдат обосновани. На практика при пожар е толкова задимено, че е много вероятно сажда да се отложат и модифицират условията по стените на опаковката. Това вероятно ще увеличи абсорбцията но ще намали топлинната проводимост на стените на опаковката. Стойността на 0.8 е в съответствие с топлинните абсорбции на бои и може да се счита за добро приближение на последиците от натрупването на сажда по горящите повърхности.

Резултатите от топлинните тестове ни дават информация за поведението на опаковката при контролирано повишени температури и произтичащите от това последици, като например високи вътрешни налягания. Температурните пикове зависят до известна степен от началната температура на опаковката, поради което следва да се определят най-високите подходящи първоначални условия на вътрешното производство на топлина, слънчево облъчване и температурата на околната среда. За практически тест, не всички от тези първоначални условия ще бъдат постижими, така че трябва да бъдат направени съответните измервания (например температура на околната среда), и да се коригират температурите на опаковката с подходящите модели след изпитанията.

Условията на пожар, определени в т.4.14.1 на Приложение 17 от [2] дефинират много тежко изпитване за опаковките. Но тези условия не са предназначени да дефинират най-лошия възможен пожар. На практика, някои параметри може да са по-тежки, отколкото е посочено в Приложение 17 от [2], но други ще бъдат по-малко изисквателни. Например трудно е да си представим практическа ситуация, в която всички повърхности на опаковката, могат да бъдат изложени едновременно на огъня, тъй като се очаква, че значителна част от повърхността ще бъде защитена, или от земната повърхност или от отломки и отпадъци, резултат от аварията. Акцентът е поставен върху топлинния поток, а не на отделните избрани параметри и в това отношение на специфицираните условия представляват много тежко изпитание за всяка опаковка. Също така трябва да се подчертае, че топлинният тест е само един от кумулативна серия от тестове, които трябва да се прилагат, за да доведе до максимално увреждане на изпитвания образец. Това увреждане трябва да остане малко от гледна точка на строгите критерии, регулиращи целостта на херметичната обвивка, външното ниво на радиация и безопасността на ядрената критичност.

Важно е да се отбележи, че изискванията на топлинния тест може да бъдат изпълнени от практически тест или чрез изчислителна оценка с математични модели, или чрез комбинация от двете. Може да се наложи използването на последния подход, ако например първоначалните условия за практическо изпитване не са постигнати или ако всички функции на конструкцията на опаковката не са напълно представени в експеримента. В много случаи последициите от топлинните тестове трябва да се определят чрез изчисляване, поради което то става неразделна част от планирането и изпълнението на практически тест. Правилата за транспорт на МААЕ уточняват някои противопожарни параметри, които са от съществено значение за въвеждане на данни за метода на изчисление, но като цяло са неконтролируеми параметри в практическите тестове. Затова стандартизацията на практическия изпит се постига чрез горивото и геометрията на огнения басейн, за да се осигури едно и също или по-голямо топлинно облъчване на опаковката.



По отношение на конструкцията на опаковките някои защитни материали имат евтектични смеси при температури на топене, които са по-ниски от 800 ° C. Ето защо, трябва предварително да се обсъди способността на всички структурни материали да се задържат в разтопено състояние. Локалните защитни материали, като пластмаса, парафин или вода, може да се изпаряват, което води до повишаване на налягането, което може да доведе до спукване на някоя от защитните обвивки, която може да е била отслабена от увреждане при механичните изпитвания. Със средствата на термичния анализ може да се определи дали е възможно постигането на такива вътрешни налягания.

Важно е да се отбележи, че дъното на опаковката, която се тества трябва да бъде между 0.6 и 1 m над повърхността на източника на течно гориво. Освен ако нямаме постоянен приток на гориво, или то бива заместено с друга течност, като вода, нивото ще падне по време на изпитването, вероятно с около 100-200 mm. Образецът трябва да се поддържа по такъв начин, че потокът на топлина и пламък да е минимално намален от елементите поддържащи опаковката на нужната височина. Например, по-голям брой малки колони е за предпочитане пред една единствена обхващаща голяма площ на опаковката. Транспортиращото превозно средство, както и всяко друго допълнително оборудване, което би могло да защити опаковката на практика, трябва да се пропусне при този тест, тъй като защитата е взета предвид при определянето на условията за изпитване.

Размерите на басейна с горивен материал трябва да се простират между 1 и 3 m извън краищата на опаковката, така че всички страни на опаковката да са изложени на блед пламък с не по-малко от 0,7 m височина и не повече от 3 m дебелина, като се вземе предвид намаляването на дебелината на пламъка с увеличаване на височина над басейна. Като цяло по-големи опаковки ще изискват по-голямо отстояние, тъй като дебелината на пламъка ще варира повече при по-големи разстояния. Изискването за пълно поглъщане на опаковката от пламъците може да се тълкува като необходимост всички части на опаковката да останат невидими по времето на целият тест (30 минути), или най-малко за една голяма част от времето за изпитване. Това се постига най-добре чрез проектиране на дебела покривка пламък, който може да побере естествените вариации в дебелината, без да стане прозрачен. Изисква се също ниска скорост на вятъра за стабилен пламък, въпреки че големи пожари може да генерират високи локални скорости на вятъра. Ветро-екрани или прегради могат да помогнат за стабилизиране на пламъците, но трябва да се внимава, за да се избегне промяна на характера на пламъците и да се избегне отразено или пряко топлинно излъчване от външните повърхности. Това ще засили приноса на топлина и въпреки че това не би довело до анулиране на теста, той може да го направи по консервативен, отколкото е необходимо.

Скорости на вятъра по-малки от около 2 m/s не следва да злепоставят резултатите от теста. Кратка продължителност на поривите на вятъра със скорост по голяма от 2 m/s няма да се отрази на поддържането на висока температура върху опаковката, особено ако огненото покритие се поддържа непрекъснато. Тестване в атмосферни условия трябва да се извършва само, когато няма вероятност да има дъжд, градушка и/или сняг преди края на периода на разхлаждане. Опаковката трябва да бъде монтирана, така че вертикалната абсциса да бъде нейното най-малко измерение, за да се постигне най-равномерен пламък, освен ако не се знае че друга ориентация, ще доведе до по-висока топлинна мощност или по-големи щети. Приемливо е да се помисли за една-единствена ориентация на пакета за двата теста 30 мин огън и последващия период на охлаждане. Ориентацията на опаковката за теста за 30 мин огън и последващият период на охлаждане трябва да бъде такава, каквато би предизвикала максималното увреждане на опаковката. Въпреки това ориентацията на опаковката трябва да отговаря на тази ориентация, която е използвана при рутинни условия на превоз, за да се счита за оценка на равновесно състояние преди топлинното изпитване.



Горивото в горящият басейн трябва да съдържа дестилат от нефт с крайна точка на температура на дестилация от максимално 330°C и пламна точка не по малка от 46°C с отоплителна мощност между 46 и 49 MJ/kg. Това обхваща повечето въглеводородни нефтопродукти с плътност не по-малко от 820 kg/m³, например: керосин и тип JP4 горива. Малко количество от по-лесно запалващо се гориво може да се използва за запалване на басейна, тъй като това ще има незначителен ефект върху общата топлинна мощност.

Изборът на контролно-измервателна апаратура ще бъде продиктуван от използването в практически топлинен тест. Когато данните от тестовете се използват в изчисления за доказване на съответствие, изборът на правилните измервателни прибори е от съществено значение. Видът и позициониране на КИП зависи от необходимите данни, например: може да бъде необходимо измерване на вътрешното налягане и температура, и когато се счита за важно за наблюдаване на напреженията и измененията във структурата, трябва да бъдат инсталирани тензодатчици. Във всички случаи, кабелите носещи сигнала през пламъците трябва да бъдат защитени, за да се избегнат неприсъщите напрежения (електрически), създадени при високи температури. Като алтернатива на непрекъснато измерване, опаковката може да бъде оборудвана по такъв начин, че инструментите биха могли да бъдат свързани възможно най-скоро след началното излагане на пламъците и достатъчно рано, за да се измерят пиковите на налягането и температурата. А измерване на течове може да се постигне чрез предварително повишаване на налягането и повторно измерване след термичния тест. Трябва да се направят подходящи корекции за температурата, когато е необходимо.

Продължителността на теста може да се контролира чрез: осигуряване на количество гориво, изчислено да осигури изискваната продължителност от 30 минути чрез премахване на доставките на гориво в предварително определен интервал от време преди края на теста, чрез изстрелване на горивото от басейна в края на теста или чрез внимателно гасене на пламъка с пожарогасителен елемент, без да се засягат повърхностите на опаковката. Продължителността на теста е времето между постигането на добро огнено покритие- и необходимата температура на пламъка, и времето, в което са загубили това покритие и тази температура.

Измерванията трябва да продължат след приключване на огъня, най-малко, докато спаднат вътрешните температура и налягане. Ако дъжд или на друг вид валежи се случат по време на този период, трябва да бъде издигнато временно покритие за защита на образеца и предотвратяване на нежелано гасене на изгарянето на материали от опаковката, с внимание да не се ограничи загубата на топлина от нея.

Когато данните от направените измервания по време на изпитванията се използват за аналитична оценка на опаковката, измерванията направени по време на изпитването трябва да бъдат коригирани за нестандартни първоначални условия: на стайна температура, изолация, вътрешен товар топлина, налягане и т.н. Отражението на ефекта на частично напълване (т.е. по-малко от пълното съдържание) върху специфичния топлинен капацитет на опаковката и трансфера на топлина трябва да бъдат оценени и добавени в аналитичния модел.

Често е по-удобно да се използват други типове топлинни тестове различни от тест с басейн от гориво. Понякога е по-удобно да се постави изпитвания образец в пещ. Други възможни среди за изпитване включват огнени ями и горелка/и втечен нефтен газ. Всеки такъв тест е допустимо, при условие, че отговаря на изискванията на т. 4.14.1 на Приложение 17 от [2]. Нивата на кислород трябва да бъдат взети под внимание, особено когато опаковката съдържа горими материали. Методи за проверка на необходимата входна топлинна и методите за доказване на топлинната среда могат да бъдат намерени в литературата.



Много пещи не са в състояние да възпроизведат или желаната мощност на топлинното излъчване или конвективната топлинна мощност на един огнен басейн, така че може да се окаже необходимо да се компенсира с удължаването на срока за изпитване. Алтернативно, може да се използва по-висока температура на пещта, но в този случай продължителността на теста трябва да бъде минимум 30 мин. Температурата на стената на пещта трябва да се измерва в няколко места, достатъчно, за да покаже, че средната температура е най-малко 800°C. Пещта може да бъде предварително загрята достатъчно време, за да се постигне топлинно равновесие, така че да се избегне голям спад на температурата, когато се поставя на опаковката. На 30 минути продължителност трябва да бъде такава, че средната температура за този интервал от време да е минимум 800°C.

За топлинното изпитване може да се използват умалени модели, които отговарят на определени условия. Тестът може да се извърши и да доведе до консервативни резултати за температури, като се предполага, че няма съществена промяна в термичното поведение на компонентите.

Най-честият начин на оценка на опаковките за топлинно изпитване са изчислителните модели. Има достатъчно компютърни програми моделиращи топлинния пренос, въпреки че трябва да се внимава, за да се гарантира, че наличните разпоредби са подходящи за геометрията на опаковката, по-специално за прехвърлянето на топлина от околната среда към външните повърхности на опаковката. В крайна сметка може да се изискват задължителни практически тестове за валидиране, но практиката показва, че приближенията или предположенията, произвеждат по-строг тест отколкото се изисква обикновено. Като цяло, валидирането на моделите се извършва чрез сравнение с аналитични решения и сравнение с други модели.

Температурата се определя от Правилата за транспорт на МААЕ като средно от 800°C, и поради това, като цяло, средна температура от 800°C трябва да се използва за източник на излъчване и за конвективен пренос на топлина.

Коефициентът на излъчване на пламъка е предписан да бъде 0.9. Това може да се използва без неясноти за плоски повърхности, но за оребрени повърхности тънките пламъци между ребрата може да имат излъчвателна мощност много по-ниска от 0,9. Следователно основен източник на излъчване за оребрени повърхности ще бъдат пламъците извън перките; топлинното излъчване от пламъци в рамките на кухините между ребрата могат да бъдат пренебрегнати.

Повърхностната абсорбция (коефициент на повърхностно поглъщане) се предписва като 0.8, освен ако не може да се установи алтернативна стойност. На практика демонстрация на алтернативни стойности ще бъде изключително трудно, тъй като условията на повърхността се променят по време на излагане на огън, особено в резултат на образуването на сажки, и доказателства получени след излагане на огън може да не се взимат предвид. Следователно стойността на 0.8 е най-вероятно да бъде използвана в аналитични оценки.

Трябва да се обърне внимание към правилното моделиране на всички термични защиты, които биха могли да бъдат засегнати вследствие на предходните механични изпитвания посочени в т. 4.13 на Приложение 17 от [2], някои примерни промени биха били промяна на формата/размерите, в плътността на материалите и др.

Изчисленията, които се осъществяват с помощта на числени методи: метод на крайни разлики или метод на крайните елементи, трябва да имат достатъчно "фина мрежа" или разпределение на елементите за да се даде възможност за подходящо представяне на вътрешната проводимост и външни и вътрешни гранични условия. Трябва да се обърне специално внимание на външните особености като например оребрвания,



тъй като подобни температурни градиенти могат да бъдат тежки и изискващи отделни подробни изчисления за определяне на топлинния поток към основното тяло.

Външните повърхности с ниска топлопроводимост могат да доведат до колебания в изчислените температури. За справяне с този проблем се налага използването на специални техники (например опростени гранични условия) или предположения (например, че средните температури за интервалите от време са достатъчно точни).

Газовите пропуски и контактни съпротивления могат да варират в зависимост от разликата в температурното разширение на компонентите на опаковката, като не винаги е ясно дали ще се случат при високи или ниски температури. Например, един устойчив газов пропуск ще попречи на топлинния поток, минимизирайки вътрешните температури но ще максимизира други температури поради намаленият специфичен топлинен капацитет. В такива случаи изчисленията, базирани на две крайни предположения, може да представят доказателства, че и двете условия са приемливи и косвено, че всички вариации между тях също са приемливи.

Резултатите от анализа ще бъдат използвани, за да се потвърди, че опаковката има достатъчна здравина и че пропуските от него ще бъдат в приемливи размери. По този начин определянето на наляганята на които е подложена опаковката от изчислените температури е важна стъпка, особено когато опаковката съдържа летливи материала, като вода или уранов хексафлуорид.

В резултат на транспортни произшествия в близост до или върху река, езеро или море, опаковката може да бъде подложена на външно налягане вследствие на хидростатичното налягане (т. 4.15 на Приложение 17 от [2]). За да се симулират щетите от това малко вероятно събитие, Наредбата изисква опаковката бъде в състояние да издържат на хидростатично налягане вследствие на потапяне на разумни дълбочини. Инженерните предположения показват, че дълбочините близо до повечето мостове, пътища или пристанища ще бъдат по-малки от 15 m. Поради това в условията на теста е избрана дълбочина на потапяне 15 m (трябва да се отбележи, че опаковките, съдържащи големи количества отработено ядрено гориво трябва да могат да издържат на по-голяма дълбочина), въпреки че е възможно дълбочината на потапяне да е повече от 15 m, тази стойност е избрана за да обхване получените щети при повечето от възможните транспортни произшествия. Освен това потенциалните последици от значително изхвърляне на радиоактивни материали биха били най-големи в близост до брега или в плитък воден басейн. Периодът от 8 часа е достатъчно дълъг, за да позволи на опаковката, за да се постигне стабилно състояние след въздействията от потапянето (например наводняване на външни отделения).

Тестът за потапяне във вода може да бъде изпълнен чрез потапяне на опаковката, тест с налягане от най-малко 150 kPa, тест за натиск върху критични компоненти, комбинирани с математично моделиране, или чрез моделиране за цялата опаковка.

7. Подсилено изпитване на потапяване във вода за опаковки тип В (U) и тип В (M), съдържащи повече от 105 A2 и опаковки тип С

Тестът може да бъде изпълнен чрез потапяне на опаковката, чрез подлагане на налягане от най-малко 2 MPa, чрез тест за натиск върху критични компоненти, комбинирани с математично моделиране, или чрез моделиране за цялата опаковка (т. 4.16 от Приложение 17 от [2])

Ако се приемат изчислителни модели, трябва да се отбележи, че установените методи обикновено са предназначени да дефинират материал, свойства и геометрия, които ще доведат до конструкция, способна да издържа на необходимото налягане без увреждане. В случая с подсиленото изпитване на потапяване във вода са приемливи до



някаква степен деформации или усукване, при условие за окончателното състояние съответства с чл.92 ал . 14 от Наредбата [2].

Не е задължително цялата опаковка да се подлага на тестове с повишено налягане. Критични компоненти от защитната обвивка, като например района на капака, могат да бъдат подложени на натиск от повишено налягане най-малко 2 МРа и баланса на структурата може да бъде оценен чрез изчислителни методи и моделиране.

8. Изпитвания на водонепроницаемост за опаковки съдържащи дялящ се материал

Този тест е необходим, тъй като проникналата вътре в опаковката вода може да има голям ефект върху съдържанието на дялящия се материал в нея. Последователността на изпитванията е така избран за да се осигури условия, които ще позволят на свободен достъп на вода до опаковката, заедно с щети, които могат да се пренаредят дялящия се материал вътре в нея. (към 4.17-19 от Приложение 17 от [2])

Тестът за водонеприцаемост е предназначена да гарантира, че оценката на критичността е консервативна. Последователността на изпитванията преди потапянето във вода симулира аварийни условия, който една опаковка може да срещне по време на тежка катастрофа край или на воден басейн (към 4.18 от Приложение 17 от [2]).

9. Изпитвания за опаковки тип С

Те се подлагат на тестове 4.5.1-4.10.1, 4.16 и тестовете описани т. 4.20 съгласно Глава 5, Раздел X на Наредбата [2]

Правилата за транспортиране на радиоактивни материали не изискват един и същ образец да се подлага на всички предписани тестове, защото няма реална злополука, която да съчетава всички тестове при тяхната максимална тежест. Вместо това, се изисква тестовете да се извършва в последователности, които ще продуцират щети в логична последователност, характерни за тежки аварии (виж [21])

Различни образци могат да бъдат подложени на последователности от тестове. Също така критерият за оценка теста „подсилено изпитване на потапяване във вода“ е различен от критериите, определени за други изследвания. Оценката на опаковката по отношение на екраниране и целостта на херметичната обвивка трябва да се извършва след приключване на всеки един тест.

Възможната поява на пробив и разкъсване е значителен. Въпреки това, трудно да се оценят количествените и качествени последствия за околната среда. Пробивът/разкъсването могат да бъде причинени от товара или части от корпуса на самолета. Пробиване на земята е възможно, но се счита че има по-малко значение.

Последица от пробивът може да бъде освобождаване на ограничителната система на опаковката, но това е много малко-вероятно събитие. По тревожно би била повреда на термоизолацията, която би довела до незадоволително поведение при пожар след транспортно произшествие.

Повредата в двигателите е само една от възможностите за генериране движещите се парчета със заслужаваща внимание скорост и енергия (до 105 J) Въпреки това е установено, че вероятността фрагмент да удари опаковката е много ниска в специфични проучвания и вероятност от пробив на защитната обвивка, въпреки че не се оценява, ще бъде още по ниска. По този начин, на базата на вероятностите, бе сметено че не е необходимо да се определи тест за определяне на щети причинени от летящи с висока скорост фрагменти от двигателя на самолета.

Статистически данни за пожари в резултат от въздушни произшествия подкрепят заключението, че топлинното изпитване за 60 мин надхвърля най-строгите условия, с



които би се сблъскала която и да е опаковка при произшествие с въздухоплавателно средство. (т. 4.22 от Приложение 17 от [2])

Проучванията са показали, че "огнени топки" (fireballs) с малка продължителност и висока температура са често явление в ранните етапи на пожари с въздухоплавателни средства и обикновено са последвани от наземен огън. Въпреки това топлинното натоварване на опаковката произтичащо от "огнени топки" е незначителна в сравнение с топлинна мощност от подсиленото топлинно изпитване. Следователно не са нужни изпитвания, за да се оцени въздействието върху опаковката вследствие на "огнени топки".

Наличието на някои вещества в самолета (например магнезий, алуминий), може да доведе до силен огън. Все пак, това не се счита за сериозна заплаха за опаковката поради малките количества от такива вещества, които могат да присъстват и локализираното естеството на този тип топлинно натоварване. По същия начин, фюзелажните панели на самолета съдържат големи количества алуминий. Тези панели ще са стоят и изгорят в рамките на няколко минути произвеждайки големи количества топлина но локално и за много кратко време,

Този тест не би трябвало да се прави след теста за сблъсък, описан в т. 4.23 от Приложение 17 от [2]. При тежки аварии не се очаква да имаме едновременно високоскоростни въздействия и пожари с голяма продължителност, защото високоскоростните произшествия разпръскват горивото на голяма територия и водят до пожари на по голяма територия, но с по-малка продължителност. Опаковката тип С трябва да се подложи на продължителни тестове със следната последователност: тестове за опаковки от тип В(U)/ тип В(М) падане I и падане III (т. 4.13.1 и т.4.13.3), последвано от изпитване на пробиване/разкъсване (т. 4.21) и накрая подсилено топлинно изпитване (т. 4.23) Смята се, че кумулативната комбинация от тези тестове осигурява защита срещу тежки авиационни произшествия, които биха могли да включват и огнено въздействие.

Целта на изпитването е да се симулират щети на образеца, еквивалентни на тези, които биха могли да се очакват от ударите на въздухоплавателни средства при техните действителните скорости върху реални повърхности и при произволно ъгли. За определяне на условията на изпитването са разгледани вероятностни разпределения на променливите за такъв тип произшествия, както и ориентациите на ударите, при които опаковката понася най-големи щети. (т. 4.23 от Приложение 17 от [2])

Данните се основават на анализи на произшествия, направени на базата на докладите подадени от наблюдавалите произшествия длъжностни лица, както и от участващите в последвалите разследвания на злополуките. Някои от данните се основават на реални измервания. Други данни са получени чрез анализ на данни и изводи, основани на идеята за това как е протекла аварията. Всеки доклад се оценява и се превръща в някои основни характеристики, като например скорост на удара, естество на удареното тяло, ъгъл въздействие, естество на повърхността на удара и т.н. Често е необходимо да се получат данни за инцидента и от други източници за кръстосана проверка на входните данни.

Основни данни, които могат да дойдат от доклад за произшествието са полезни, но не включват ефектите от естеството на аварията. За да се отчете тези ефект, се извършват анализи и изчисления да се трансформира действителната скорост при удара в ефективна скорост на удара върху повърхност, която не поглъща енергията на удара. Такава повърхност се нарича непреодолима повърхност. По този начин, цялата налична енергия се изразходва в деформацията и преноса на товара. Тъй като анализаторът се интересува от щетите понесени от товара, един консервативна анализ би предположил, че енергията на преноса е равна на нула;



С допускането, че товарите се удрят със скоростта на преноса, аналитичната трансформация на ефективна скорост на удара в непреодолима мишена ще доведе до ефективна скорост на удара, която е по-ниска и зависи от относителната сила на товара, в сравнение с тази на действителната ударна повърхност. За "твърда" опаковка и "мека" мишена (например резервоар с гориво във вода), съотношението на действителна към ефективна скорост може да варира от 7 до 9. За опаковка и повърхност със сходна твърдост съотношението може да е 2 или повече. За конкретни пътища и самолетни писти съотношението на скоростта може да варира от 1.1 до 1.4. Има много малко повърхности, за които съотношението ще бъде единица.

Преобразуване на данните от доклада за злополука за ефективната скорост на удара се извършва, за да се нормализира средата за въздействие на злополуката в стандартен формат, който премахва голяма част от променливите на аварийните сценарии, но в същото време запазва натоварването върху товара. Повторението на този процес за всички злополуки с въздухоплавателно средство произвежда статистическа основа за избора на ефективна скорост на удара върху твърда мишена.

Опаковки, които отделят не повече от едно количество A2 на радиоактивен материал в една седмица, когато се подлагат на тестване на експлоатационна пригодност може да се приеме че ще освободят цялото си съдържание при съвсем малко по-тежки условия. Въпреки това такива събития не се очакват. Вместо това се очаква, че една опаковка, предназначена да отговори на Наредбата [2], ще ограничи изхвърлянията до приетите нива, докато условията на аварията са далеч по-големи от тези, предвидени в стандартите за работа, а дори и тогава изхвърлянето ще се повишава постепенно, дори когато параметрите на аварията значително надвишават изпълнението на тестовите нива, т.е. опаковките трябва да се провалят "елегантно". Това поведение е резултат от:

- (А) Факторите на безопасността включени в конструкцията на опаковките;
- (Б) Свойствата на материалите, използвани в опаковката за конкретна цел, като например екраниране, за да се смекчат натоварвания, когато тази възможност не е изрично взети предвид при анализа на конструкцията;
- (В) Способността на материалите да се противопоставят на натоварвания отвъд границата на еластичност;
- (Г) Нежеланието на проектантите да използват и/или компетентните органи да утвърдят материали, които имат резки прагове недостатъчност в резултат на топене или счупване, при условия които биха могли да възникнат при транспорт.

Скоростта на удара при това изпитване е определена на базата на проучванията за честотата на разпределението на кумулативни вероятности. При построяване на кумулативна крива (т.е. процент от събития с тежест по-малко в сравнение с определена стойност) на база тези данни, се получава крива която се издига бързо в началото и след това се издига много бавно след достигане на инфлексната точка на кривата. Когато данните са изобразени във формат, който показва вероятност за надвишаване на удар с определена скорост, липсата на тежки аварии се проявява като отделна извивка в кривата. Тази област на кривата е от интерес, защото това показва зоната, където повишени нива на защита, вградени в една опаковка, започват да имат по-малко влияние върху вероятността от повреда. Освен това, областта отляво на инфлексната точка покрива приблизително 95% от всички злополуки. Тази област на кривата настъпва при около 90 m/s и е избрана за нормалната компонента за изпитването на удар.

Изискването конструкцията на опаковката да издържа на скорост много по-висока от 90 m/s обикновено означава по-масивна, по-сложна и по-скъпа опаковка, която постига малко увеличение на защитата. В допълнение опаковки, които оцеляват на удари със скорост от 90 m/s, ще оцелеят и при много инциденти с по-голяма скорост заради консерватизма в конструкцията на опаковката, консерватизма при анализирането на данни



от произшествията и конвертирането на тези данни в ефективна скорост на удара по непреодолимо мишена. С други думи, пълна катастрофална повреда на задържащата обвивка не е вероятно да се случи, дори и в най-крайния участък на кривата.

Необходимостта от изпитване за терминална скорост (максимална скорост на свободно падане) за опаковка беше обсъдено в контекста на изпитването на удар, но се очаква че ударът на опаковката с терминална скорост се взема предвид от изпитването на удар 90 m/s. Целта на изпитването за терминална скорост е да се докаже, че опаковката ще осигури защита в случай, че опаковката се изхвърли от въздухоплателното средство. Тази ситуация може да възникне в резултат на сблъскване във въздуха или при инцидент с конструкцията на самолета по време на полет. Независимо от това, следва да се отбележи, че изискванията за тип С опаковки вече включват изпитване на удар по неподатлива повърхност със скорост 90 м/с. Този тест предвижда строга демонстрация за целостта на опаковките при сценарии от тип "товар зад борда".

По принцип скоростта на свободно падане на опаковката може да надвишава 90 m/s, но е малко вероятно удара в повърхността да бъде толкова силен, колкото ударът в неподатлива повърхност, определена като мишена при в изпитването на удар т. 4.23 от Приложение 17 от [2]. Отбелязва се също така, че вероятността за самолетни произшествия от всякакъв вид е ниска и че процентът на такива аварии, които включват сблъсъци във въздуха на средни височини или повреди на корпуса по време на полет е много ниска. Ако се случи такъв тип авария на въздухоплателно средство, превозващо опаковка тип С, уврежданията на опаковката могат да бъдат смекчени, ако опаковката остане прикрепена към останките от корпуса на летателния апарат по време на падането, тъй като те ще доведат до значително намаляване на скоростта на удара.

Подлагане на опаковката на удар върху неподатлива повърхност със скорост на удара от 90 m/s е труден за изпълнение тест. Тази скорост на удара съответства на свободно падане от височина от около 420 m, без да се вземат предвид съпротивлението на въздуха и подемната сила, която съпътства едно свободно падане. Това означава, че като цяло ще бъдат необходими направляващи връзки за да се гарантира, че опаковката ще падне на желаното място в желаната от нас ориентация. Направляемото свободно падане означава, че ще трябва да се вземе под внимание триенето, от което следва че ще се налага да се спуска опаковката от още по-голяма височина, за да се осигури нужната скорост на удара. Могат да се използват помощни техники, които използват допълнителни източници на енергия за да се постигне желаната от нас скорост, надеждност и ориентация. Например ракетни шейни, дърпащи кабели и пневматични съоръжения за изстрелване.

За опаковка, съдържаща дялящ се материал в количества, които са разрешени от параграф 674 от [15], терминът "максимална щети" трябва да се приема като състояние, което ще доведе до максимален фактор на неутронна мултипликация.