

# РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд  
за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“  
по научна специалност „Ядрени енергетични инсталации и уредби“  
от професионално направление 5.4 Енергетика

*Автор на дисертационния труд: маг. инж. Костадин Иванов Зашев*

*Тема на дисертационния труд: Възможности за съкращаване на сроковете за съхранение на отработеното ядрено гориво чрез трансмутация на актинидите*

*Член на научното жури: доц. д-рн Павлин Петков Грудев, р-л Лаборатория “Ядрена енергетика и ядрена безопасност” в ИЯИЯЕ-БАН.*

## **1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и/или научно-приложно отношение**

Разработването на технологии за успешно дългосрочно управление на отработеното ядрено гориво е от ключово значение за изграждането на нови ядрени мощности, както в България, така и във всички държави, които искат да развият ядрена енергетика. Това е един от проблемите, който занимават както противниците на ядрената енергетика, така и тези, които работят за нейното развитие. Високите нива на радиотоксичност, радиоактивност и остатъчно топлоотделяне на отработеното ядрено гориво изискват специално третиране при управлението на радиоактивния отпадък в продължение на десетки хиляди години. Именно поради това, разглежданата тема представлява един от съществените проблеми, директно свързан с успешното развитие на ядрената енергетика.

Радиоактивните отпадъци, които се получават след преработване на отработеното ядрено гориво, въпреки че представляват една много малка част от общото количество, налагат сериозни ограничения по отношение на тяхното преработване и съхранение, тъй като остават радиоактивни в продължение на десетки хиляди години. Всичко това показва актуалността на разглежданата тематика, както и нейното изключително значение за развитието на ядрената енергетика.

На базата на горе изложеното се разбира, че представения дисертационен труд е актуален и важен за развитието на ядрената енергетика като цяло.

## **2. Степен на познаване на състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал**

За степента на познаване на състоянието на проблема може да се съди, както от представения задълбочен литературен обзор, включващ 126 източника, така и от ясното дефиниране на задачите, които докторантът си поставя за да реши успешно поставената цел, която е дефинирана в увода на дисертацията.

В дисертационния труд е отделено специално внимание на технологичните възможности за намаляване на радиоактивността, радиотоксичността и остатъчното енергоотделяне в отработените ядрени горива чрез прилагане на трансмутация. Последователно се преследва основната цел в дисертацията - редуциране на радиологичната опасност за населението и околната среда, като се изследват различни възможности за технологични реализации. За постигането на тази цел, дисертантът си поставя решаването на 6 задачи, една от които е ефективното редуциране на обема (количеството) на минорните актиниди в радиоактивния отпадък.

Проведен е и анализ на влиянието на трансмутацията на минорни актиниди върху устойчивостта срещу разпространение на ядрени материали чрез два различни подхода. Въпросите, свързани с (не)разпространението на ядрен материал за военни цели, са изключително важни за надеждното развитие на ядрената енергетика.

Като цяло, от начина на представяне на разглеждания проблем в дисертационния труд, може да се съди за висока степен на познаване състоянието на материята. Необходимо е да се отчете също и добрата творческа интерпретация на литературния материал – дисертантът не само представя информация за изследвания проблем, но и го анализира, обобщава и взема решения въз основа на това.

## **3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставените цел и задачи на дисертационния труд**

Основната цел на дисертацията се вижда още в нейното заглавие. Независимо от това дисертантът я дефинира по широко във въведението на дисертацията си като : „изследване на възможността за редуциране на опасността от радиоактивния отпадък“. Имайки предвид, че опасностите от радиоактивния отпадък се определят в няколко направления като радиотоксичност, остатъчно топлоотделяне, радиоактивност и не на последно място – атрактивност на радиоактивния материал за незаконни (злонамерени) цели. След задълбочен литературен преглед на дейностите, разработките и съществуващите идеи, свързани с управлението на отработеното ядрено гориво, дисертантът ясно

дефинира, че поставената цел в дисертацията може да се постигне най-вече чрез редуциране на количествения състав на минорните актиниди и плутония чрез трансмутация.

От направения преглед на съществуващите разработки се разбира, че използването на съществуващите енергийни реактори на топлинни неутрони са най-слабо изследвани за тази цел и основната дейност на дисертанта се насочва именно в тази посока.

За постигането на своята цел дисертантът разглежда най-съвременни компютърни кодове като HELIOS, DRAGON и ORIGEN, който е част от софтуерът SCALE. Тези кодове са използвани за пресмятане на изотопните състави на ядрените горива и за изследване на радиационното разпадане на изотопите.

Поради разнообразните възможности на кодът ORIGEN при симулиране на трансмутация на ядрени горива и валидацията за широк спектър от типове ядрени реактори и ядрени горива, той е избран като най-подходящият вариант за провеждане на софтуерните симулационни експерименти в дисертационния труд.

#### ***4. Аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд***

Представения дисертационен труд се състои от 233 страници, като е структуриран в шест глави, от които две са с обзореен характер, а в останалите четири са синтезирани и анализирани получените резултати от извършената работа. Дисертационната работа съдържа 112 таблици, 68 фигури и 6 приложения. Тя започва с увод, където са дефинирани основните цели и са представени задачите, които трябва да бъдат решени за нейното постигане и завършва с представяне на основните приноси в дисертационната работа, които са формулирани в 5 точки. Неразривна част на дисертацията са представените в края приложения и списък с литературни източници.

За решаването на основната част от разглежданите проблеми, дисертантът използва свободно съвременни компютърни програми, като аналитичната система SCALE, от която използва някои от кодовете в нея, като кода ORIGEN. Именно този код, както е посочено по-горе, е избран като най-подходящият вариант за провеждане на софтуерните симулационни експерименти в дисертационния труд.

Дисертантът последователно анализира различни схеми за рециклиране на радиоактивен отпадък с цел намаляване на неговата радиоактивност и на сроковете за съхранение. Анализира трансмутационните възможности на най-разпространените типове енергийни реактори. Изследва радиотоксичността на

отработеното ядрено гориво на изследваните модели след трансмутационните горивни кампании по две различни методики.

Предложените методи в дисертацията позволяват достатъчно надеждно да се анализират и решат поставените задачи, които са дефинирани в увода на дисертационния труд. За това може да се съди както от представените получени резултати в дисертационния труд, така и от приложените 13 публикувани материала.

Дисертационният труд завършва с изводи, дефинирани на основата на получените резултати и проведените анализи.

### **5. Приноси на дисертационния труд**

Дисертантът е формулирал своите приноси в 5 точки, които по същество представляват синтезирано представяне на основните резултати, дефинирани в Глава 6. Четири от представените пет приноса в дисертационния труд имат научно – приложен и инженерно – приложен характер. Като изключение, може да се посочи единствено първия принос, който е литературен обзор. Въпреки това, с отчитане на направените в него анализи, на базата на направения обзор, аз го приемам също като принос. Като цяло, приносите в дисертационния труд са формулирани коректно и убедително.

Значимостта на приносите за науката и практиката може да се види и оцени от прилагане на знанията и опита при представените анализи в дисертацията и публикуваните материали.

Дефинираните научно-приложни приноси като цяло са коректни и правилно отразяват както реално извършената от дисертанта работа, така и личния принос на дисертанта най-вече в проведените анализи.

Приемам като цяло така дефинираните научни и научно - приложни приноси на дисертанта.

### **6. Оценка на степента на лично участие на докторанта в приносите**

За степента на личното участие на докторанта може да се съди от публикуваните 13 материала по темата с негово участие, от които на 5 от тях той е самостоятелен автор, а в останалите 8 публикации е на първо място. По този начин е демонстрирано умението му да работи както самостоятелно, така и в колектив, което е задължително при решаването на такива сложни проблеми.

Познаването на изследваните проблеми позволява правилното прилагане на избраните методи за постигане на целите, които автора си поставя в дисертацията. Необходимо е да се отчете използването на актуална информация, какво е направено по тези въпроси в световен мащаб, което автора на

дисертацията прави в Глава 1 от дисертационния труд. Вижда се, че авторът на дисертационния труд добре познава и използва опита на водещи институции в световен мащаб, работещи в областта на изследваните проблеми.

За степента на личния принос може да се съди и от изказванията на неговия ръководител по този повод, които утвърдително показват значителното участие на докторанта в съвместните разработки, както и неговото умение да работи самостоятелно, когато е необходимо.

#### **7. *Преценка на публикациите по дисертационния труд***

Получените резултати са представени достатъчно широко в 16 публикации, от които 3 в научно-техническото списание на БЯД. Забелязани са и 4 цитирания на тези публикации, което говори за интереса към темата. Дисертанта има публикувани и други материали, свързани с развитието на ядрената енергетика, от които се вижда, че има широк кръгзор на научните си интереси.

Препоръчвам му да намери време и възможности да започне да публикува в чужбина, както и в списания с импакт фактор.

#### **8. *Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социална практика***

Получените резултати представляват особен интерес при взимането на решение за строителство на нови ядрени блокове. Дисертационния труд като цяло е важен при взимане на решения и за управлението на отработеното ядрено гориво от действащите блокове към момента.

Необходимо е да се отбележи, че към настоящия момент Република България е собственик на отработеното ядрено гориво от действащите два блока, както и от вече спрените 4 малки блокове, което е извозено за временно съхранение и преработка в Русия или все още се намира на територията на страната. Такива разработки дават възможност по-уверено да се участва при обсъждането на политиките по управление на отработеното ядрено гориво.

#### **9. *Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му***

Авторефератът е изготвен съгласно изискванията и правилно отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд.

#### **10. *Мнения , препоръки и обща оценка***

*Докторантът широко използва термина „рециклиране“ на минорни актиниди, което предполага, че минорните актиниди се използват многократно като полезен материал, както например пластмаса или хартия, който искаме да използваме отново, което съвсем не е така. Те са продукт от*

*използването на ядреното гориво, от който се опитваме, поне сега, да се освободим или съществено да намалим или да променим някои от опасните му характеристики. Възможен ли е друг термин, който по точно да описва действията?*

*До колко е възможно в свежото ядрено гориво технологично да се инкорпорират генерираните минорни актиниди, сепарирани при преработването на отработеното ядрено гориво от предходната горивна кампания веднага след извеждането му от реактора?*

*Има ли някъде практика да се инкорпорират минорни актиниди, сепарирани при преработването на ОЯГ ?*

Това, което липсва в дисертацията, е по-ясно дефиниране и класифициране по важност на основните проблеми, които дисертантът разглежда (радиотоксичност, остатъчно топлоотделяне, радиоактивност, атрактивност на материалите за незаконно (злонамерено) използване и др.), което изисква редуциране на количествения състав на минорните актиниди и плутония в радиоактивните отпадъци и в частност в отработеното ядрено гориво.

Желателно е в бъдеще провеждане на сравнителни анализи между различни кодове, дори и в ограничен обем, които да демонстрират коректността на представените резултати.

Резонният въпрос, който възниква след прочитане на дисертацията е, какви са причините да не се реализират до сега направените предложения?

Към настоящия момент, коя от известните технологии се явява фаворит за целите на редуциране на количествения състав на минорните актиниди и плутония в радиоактивните отпадъци?

Защо се използва времето за съхранение на радиоактивните отпадъци в определянето на основната цел на дисертацията, което фигурира и в заглавието, вместо директно да се каже, че основната цел е намаляване и надеждно управление на риска при съхранение на радиоактивните отпадъци?

## **11. Заключение**

Представения дисертационен труд е важен за успешното развитие на ядрената енергетика и показва уменията на експерти като инж. Костадин Зашев успешно да се справят с важни въпроси, свързани с управлението на радиоактивните отпадъци и по точно с отработеното ядрено гориво. Докторантът демонстрира умения да работи с голям обем литература и да използва успешно най-съвременните компютърни кодове с помощта на които да решават сложни инженерни задачи.

Като цяло, дисертационния труд е добре структуриран. Демонстрирано е търсенето на различни подходи за решаването на изключително важни проблеми, свързани с решаването на поставените цели.

Представените от мен въпроси, забележки и препоръки бих желал да се разглеждат като насоки и пожелания в бъдещата му работа и с нищо не намаляват положителната оценка, която се формира в мен.

**Въз основа на представените резултати и заключения, а също така и от възможността, която съм имал нееднократно да слушам доклади представяни от маг. инж. Костадин Иванов Зашев на различни форуми, имам основание да дам положителна оценка на дисертационната работа и да препоръчам на уважаемото научно жури да му присъдим образователната и научна степен “ДОКТОР”.**

Дата: 20.09.2018 г.

Член на научното жури.....  
/...../