

ВІДГУК

офіційного опонента

Чишкали Володимира Олексійовича

на дисертаційну роботу Чернова Ігоря Олександровича

«Розробка складнооксидних сполук нейтронопоглинаючих матеріалів на основі диспрозію для поглинаючих елементів реактора ВВЕР-1000»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали

Актуальність теми

На сьогодні в реакторах ВВЕР-1000 застосовується карбід бору (B_4C) та титанат диспрозію ($Dy_2O_3 \cdot TiO_2$), як нейтронопоглинаючі матеріали, які використовуються в поглинаючих елементах (ПЕЛ). При переводі реакторної установки на збільшені паливні кампанії, важливе місце приділяється розробці надійних поглинаючих стрижнів системи управління та захисту реакторів, які протягом тривалого часу експлуатації забезпечать необхідні проєктні критерії фізичної ефективності ОР СУЗ. На сучасному етапі найбільш привабливим рішенням підвищення надійності й збільшення ресурсних характеристик ПС СУЗ є застосування у нижній частині ПЕЛ, яка розташована в зоні найбільш інтенсивного опромінення, матеріалів, що взаємодіють з нейтронами за реакцією (n, γ) ($Dy_2O_3 \cdot HfO_2$, $Dy_2O_3 \cdot TiO_2$, Hf). В цих матеріалах темп зниження ефективності поглинання нейтронів з часом змінюється відносно слабо і до того ж вони мають підвищену радіаційну та корозійну стійкість. Найперспективнішими з них вважаються сплави гафнію та композиції на основі гафната диспрозію. У різних розробках гафнат диспрозію використовується в порошковій і таблеткових формах наповнення оболонки ПЕЛ.

Найбільший світовий досвід з розробок для реакторів ВВЕР-1000 нейтронно-поглинаючих матеріалів на основі складнокисневих сполук рідкісноземельних елементів, матеріалознавчих обґрунтувань працездатності за результатами позареакторних і реакторних випробувань в дослідних і енергетичних реакторах, було зосереджено в росії. Розробкою нейтронно-поглинаючих матеріалів на сьогодні займаються вчені, Південної Кореї, Франції, Японії.

У дисертаційній роботі поставлена науково-технічна задача по встановленню

параметрів технологічних операцій виготовлення нейтронопоглинаючих матеріалів для створення технології синтезу та отриманню титанату диспрозію і гафнату диспрозію в порошковій і таблеткових формах та обґрунтування їх працездатності в умовах реактора ВВЕР-1000.

Здобувач брав участь у роботах пов'язаних з тематичним планом НТК ЯПЦ, хоздоговірними роботами з ДП "НАЕК "Енергоатом" та роботами в рамках тематичного плану НАН України в тому числі проєктів науково-дослідницьких робіт молодих вчених, в яких здобувач був відповідальним виконавцем:

1) «Матеріалознавчі дослідження та розрахункові обґрунтування застосування конструкційних, нейтронно-поглинаючих та ядерних матеріалів у перспективних ядерних паливних циклах України». етап 1, 2016 р., шифр теми Ш-16 (НТК ЯПЦ), № д/р 0116U007187;

2) «Дослідження в обґрунтування вибору шляхів підвищення надійності та безпеки паливних, поглинаючих та конструкційних елементів активної зони реакторів ВВЕР», шифр теми № Х-4-3, № д/р 0111U008537;

3) «Розробка технологічних процесів виготовлення таблеткових варіантів ПЕЛ ПС СУЗ з підвищеними характеристиками терміну служби з використанням вітчизняної сировини і технологій виготовлення матеріалів які освоєні на підприємствах України. №д/р 0123U100831;

4) «Розробка процесів виготовлення нейтронопоглинаючого матеріалу на основі гафнату диспрозію та дослідження його властивостей для застосування у ПС СУЗ підвищеної працездатності українських реакторів» (№д/р 0113U005697);

5) «Дослідження в обґрунтування розробки процесів виготовлення гафнату диспрозію як поглинача нейтронів у вигляді гранул». №д/р 0115U003898;

6) «Дослідження особливостей формування різномірних віброущільнених сердечників елементів активних зон ядерних реакторів». № д/р 0119U102494.

7) «Створення новітніх нейтронно-поглинаючих матеріалів для стрижнів системи управління і захисту з підвищеним ресурсом». №д/р 0123U102776.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Чернова І.О. в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на результатах матеріалознавчих досліджень структурно-фазового стану синтезованих матеріалів на основі диспрозію, визначенні характеристик таблеток та порошкових засипок в оболонках поглинаючих елементах, результатах випробуваннях і розрахунків як обґрунтування їх працездатності при роботі в реакторі ВВЕР-1000.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами відповідних експериментальних досліджень.

Наукові результати застосовані при створенні технології виготовлення поглинаючих стрижнів системи управління і захисту реактору ВВЕР-1000. Технологічні операції по виготовленню титанату диспрозію і поглинаючих елементів впроваджено у виробництво. Виготовлено опитні партії поглинаючих стрижнів системи управління і захисту і поставлено в опитно-промислову експлуатацію в реактора ВВЕР-1000 Рівненської АЕС.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- вперше досліджено вплив режимів вакуумного гарячого пресування на характеристики таблеток титанату диспрозію і гафнату диспрозію;
- показано, що структурночутливим є якість вихідних матеріалів, зокрема розмір вихідних оксидів. Показано що використання крупнодисперсних порошків потурбує значного підвищення температури синтезу або ускладненню схеми виготовлення матеріалів за рахунок включення операцій попереднього синтезу, активацію порошків, повторного пресування і фінішного спікання таблеток;
- набуло подальшого розвитку уявлення про концепцію забезпечення щільних упаковок порошків з широким розподілом часток за розмірами.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень:

1) в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків) при впровадженні в навчальний процес кафедри фізики металів та напівпровідників.

2) в НТК ЯПЦ ННЦ ХФТІ при розробці технологічного процесу виготовлення порошку титанату диспрозію і поглинаючих елементів (ПЕЛ) ПС СУЗ реактора ВВЕР-1000. Результати виготовлення дослідних партій порошоків титанату диспрозію зафіксовані Актом №1 від 18.12.19 Попередніх випробувань експериментальної партії (дослідного зразка) ПС СУЗ.

З 18.08.20 по 20.08.20 Черновим І.О. в складі команди інших фахівців НТК ЯПЦ був проведений комплекс робіт направлений на засвоєння технології виготовлення і навчання персоналу ВП АЕМ ДП «НАЕК «Енергоатом» по виготовленню ПЕЛ ПС СУЗ на обладнанні і дільницях ВП АЕМ. Результати випробовувань опитних ПЕЛ ПС СУЗ, виготовлених сумісно співробітниками НТК ЯПЦ і ВП АЕМ ДП «НАЕК «Енергоатом» на дільниці ОП АЕМ і зафіксовані Протоколом № 1/20/01337 від 25.09.20.

За участю Чернова І.О. було виготовлено дослідну партію ПС СУЗ у кількості 12 шт, приймальні випробовування якої проводилися в період з 25.09.23 по 26.09.23 в НТК ЯПЦ, спільно з представниками Держатомрегулювання, ДП «НАЕК «Енергоатом»» і ВП АЕМ. За результатами приймальних випробовувань рекомендовано визнати дослідну партію ПС СУЗ готовою до постачання на ВП АЕМ (Акт №2 від 26.09.2023).

В теперішній час опитні партії ПС СУЗ в кількості 12 штук поставлені в реактор ВВЕР-1000 Рівненської АЕС для опитно-промислової експлуатації.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати досліджень опубліковані у 25 роботах, серед яких: 10 статей у наукових фахових виданнях України, 3 статті у закордонних періодичних фахових виданнях, 7 статей у міжнародній наукометричній базі Scopus і Web of Science, 2 патенти України на винахід, 10 тезисів у матеріалах міжнародних конференцій.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти,

наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Чернова І. О. складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел, 4 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

У першому розділі наведено літературний огляд застосування в поглинаючих елементах водо-водяних енергетичних реакторах нейтронопоглинаючих матеріалів. Наведено деякі експлуатаційні характеристики, характеристики матеріалів у вихідному стані та методи їх виготовлення. Сформульовано постановку завдання.

У другому розділі наведено відомості про характеристики вихідних матеріалів, використане експериментальне обладнання і методики досліджень.

У третьому розділі наведено результати досліджень впливу композиційних складів, розміру часток оксидів титану і гафнію та режимів спікання на структурно-фазовий стан синтезованих нейтронопоглинаючих матеріалів: титанату диспрозію і гафнату диспрозію.

У четвертому розділі, наведено закономірності впливу температурно-часових параметрів синтезу нейтронопоглинаючих матеріалів титанату диспрозію та гафнату диспрозію на структурно-фазовий стан одержуваного матеріалу та створенню матеріалів в порошковій і таблетковій формі методами термомеханічної обробки.

У п'ятому розділі, наведено обґрунтування корозійної стійкості порошків і таблеток титанату диспрозію і гафнату диспрозію в модельному середовищі теплоносія реактора ВВЕР-1000, сумісності даних матеріалів з матеріалом оболонки (сплав 42ХНМ) при перегрівих у водяній парі в інтервалі (800...1200) °С, фізичної ефективності поглинання нейтронів в умовах реактора ВВЕР-1000.

У шостому розділі показано практичне застосування результатів досліджень при виготовленні дослідних партій ПЕЛ реактора ВВЕР-1000.

У висновках наведено основні результати дослідження. В цілому висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список літератури досить широко охоплює предметне поле дослідження.

Додатки містить інформацію про практичне впровадження результатів дисертації.

Список використаних джерел із 70 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Академічна доброчесність.

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

В підрозділах 3.3 та 3.5 де розглядається вплив легуючого компоненту – оксиду молібдену, не пояснюється механізм активації спікання таблеток та стабілізації кубічних структур типу флюориту та пірохлору.

В розділі 1 наведено результати досліджень характеристик матеріалів на основі диспрозію при використанні різних методів синтезу, в тому числі метод хімічного осадження. Тому, доцільним було би наведення в роботі результатів досліджень синтезу гафнату диспрозію і титанату диспрозію отриманих хімічних осадження, через те що, що автор має одну публікацію з певними результатами.

Існують деякі недоліки оформлення матеріалу дисертаційної роботи, за текстом іноді зустрічаються друкарські, пунктуаційні та стилістичні помилки які не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Чернова Ігоря Олександровича «Розробка складнооксидних сполук нейтронопоглинаючих матеріалів на основі диспрозію для поглинаючих елементів реактора ВВЕР-1000» за своїм змістом відповідає

спеціальності 105 – Прикладна фізика та наноматеріали. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу, яка полягає у створенні нейтронопоглинаючих матеріалів: титанату диспрозію і гафнату диспрозію, розробці технологічних операцій їх виготовлення та обґрунтування працездатності матеріалів в умовах роботи реактора ВВЕР-1000.

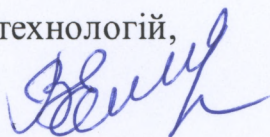
Подана дисертаційна робота «Розробка складнооксидних сполук нейтронопоглинаючих матеріалів на основі диспрозію для поглинаючих елементів реактора ВВЕР-1000» Чернова І. О. відповідає спеціальності 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Чернов Ігор Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали.

Офіційний опонент

Доцент кафедри матеріалів

реакторобудування та фізичних технологій,

ХНУ ім. В.Н. Каразіна, к.т.н.



Володимир ЧИШКАЛА

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ
Начальник відділу
кадрів

