

Відгук
отриманий 14.06.2024 р.
Голова спеціалізованої
вченої ради ДФ 64.051.014
М. Зурчик

Голові спеціалізованої вченої ради
ДФ 64.051.014
Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Маловиці Максима Сергійовича «Керування потужністю перспективного швидкого реактора, що працює в самопідтримному режимі хвилі ядерного горіння», представленої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали

Для забезпечення стрімко зростаючих енергетичних потреб людства ядерна енергетика є однією з найважливіших альтернатив сучасній енергетиці, яка базується на спалюванні органічного викопного палива (вугілля, газ, нафта) та біомаси, що призводить до великих об'ємів шкідливих викидів в атмосферу. З огляду на обмеженість природних ресурсів ізотопу урану-235 виникає нагальна потреба переходу від традиційних реакторів на теплових нейтронах до широкого використання реакторів-бридерів на швидких нейтронах, які спроможні напрацьовувати нове ядерне паливо у самих реакторах.

Найважливішим фактором, який після аварій на атомних станціях стримує розвиток світової ядерної енергетики, є питання безпеки експлуатації ядерних реакторів. Розробкою перспективних концепцій ядерних реакторів з "внутрішньою безпекою" в даний час активно займаються провідні наукові установи в усьому світі. Однією з таких концепцій є концепція швидкого реактора, що працює в режимі хвилі ядерного горіння (ХЯГ), важливими перевагами якого являється максимальне виключення впливу людського фактору при його експлуатації, а також можливість використання у якості палива природного та навіть збідненого урану і торію.

Представлена до захисту дисертаційна робота Маловиці М.С. присвячена теоретичному дослідженню можливості керування потужністю реактора з ХЯГ і являється актуальною як з точки зору розвитку фізики реакторів, так і для забезпечення подальшого розвитку ядерної енергетики в цілому.

Дисертаційна робота Маловиці М. С. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, має загальний обсяг 129 сторінки та список використаних джерел.

У першому розділі зроблено огляд літератури за темою дисертаційної роботи, у якому аналізуються основні підходи та математичні моделі, що використовуються різними групами дослідників для вивчення явища ХЯГ.

На основі проведеного аналізу в дисертації запропоновано підхід щодо вирішення поставленої задачі, а саме, детерміністський підхід, заснований на чисельному розв'язанні системи нестационарних дифузійних рівнянь переносу нейтронів у мультиплікуючому середовищі разом із системою рівнянь вигорання компонентів палива та рівнянь ядерної кінетики для попередників запізнілих нейтронів з використанням багатогрупового наближення для урахування залежності відповідних ядерних перерізів від енергії нейтронів.

У другому розділі дисертації наведено детальний опис як використаної математичної моделі, так і числових методів для її реалізації у комп'ютерних розрахунках.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячено опису розроблених та модернізованих комп'ютерних програм для проведення чисельних розрахунків за запропонованим математичним підходом.

У четвертому розділі наведено результати дослідження оптимізації складу зони запалу для плавного запуску реактора без надмірного зростання потужності при започаткуванні ХЯГ відносно її рівня у сталому режимі розповсюдження ХЯГ. Крім того, розглядалась оптимізація зони запалу з метою зменшення початкової кількості нуклідів, що поділяються (плутонію), за рахунок одночасної ініціалізації двох ХЯГ, які розповсюджуються у протилежних аксіальних напрямках циліндричного реактора від спільної зони запалу, розташованої у його середині.

Результати виконаних розрахунків, що проводилися з використанням концепції радіального баклінгу, дали змогу визначити оптимальний склад та структуру зони запалу реактора, яка забезпечує плавний вихід реактора на стаціонарний самопідтримний режим ХЯГ, уникаючи значного зростання енерговиділення, що спостерігається при використанні спрощеної зони запалу. Проведено порівняння кількості речовини, що поділяється, необхідної для запуску реактора, при двох варіантах розташування зони запалу: торцевої та центральної.

У п'ятому розділі наведено результати розрахунків, які дозволили визначити вплив радіального відбивача нейтронів до двовимірної моделі багатозонного гомогенного циліндричного реактора, а також провести аналіз впливу ефективності радіального відбивача нейтронів на розповсюдження ХЯГ.

Знайдено критичне мінімальне значення товщини відбивача нейтронів, нижче якого розповсюдження хвилі ядерного горіння у такому реакторі стає неможливим за умов підкритичності такої системи за відсутності відбивача.

В даному розділі були також розглянуті різні варіанти зміни потужності: як її зменшення (тобто перехід на понижений рівень), так і збільшення (перехід на підвищений рівень потужності). Доведено, що при підвищенні потужності швидкість її зміни виявляється значно меншою ніж при зменшенні, що пов'язано з принциповою особливістю реактора з ХЯГ, а саме відсутністю запасу реактивності у кожний момент часу при сталому режимі розповсюдження ХЯГ.

Оцінюючи в цілому дисертаційну роботу Маловиці М.С. можна зазначити, що застосування сучасних фізичних уявлень про механізми ядерних реакцій, використання адекватних фізичних та математичних методів, дозволяють зробити висновок про **високу надійність та обґрунтованість виконаних досліджень.**

Вважаю, що наукові результати, отримані Маловицею Максимом Сергійовичем у дисертаційній роботі, є важливим етапом для розвитку фізики реакторів і забезпечення сталого розвитку ядерної енергетики в цілому.

Дисертація Маловиці Максима Сергійовича «Керування потужністю перспективного швидкого реактора, що працює в самопідтримному режимі хвилі ядерного горіння» є **завершеною роботою**, в якій **отримані нові наукові результати**, які в сукупності є суттєвими при вирішенні питань щодо підвищення безпеки експлуатації ядерних реакторів нового покоління та забезпечення сталого розвитку ядерної енергетики України та світу.

Разом з тим необхідно зробити наступні зауваження:

1) При чисельних розрахунках макроскопічних перерізів в дисертаційній роботі використовувалася бібліотека групових нейтронних констант БНАБ. Для підвищення точності розрахунків, на мій погляд, краще було б використати більш сучасні бази ядерних даних, наприклад, ENDF/B-VIII.0 або JEFF-3.3.

2) В якості рекомендації щодо подальшого розвитку започаткованих у дисертації досліджень, було б цікаво розглянути можливість повної зупинки ХЯГ реактора шляхом тієї ж зміни ефективності відбивача нейтронів, а також з'ясувати можливість та умови його повторного запуску після примусової зупинки.

Однак наведені зауваження ні в якій мірі не знижують значної наукової цінності представленої до захисту роботи та її високого професійного рівня.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 3 наукових роботах, які входять до наукометричної бази Scopus та індексовані наукометричними базами Scopus та Web of Science. Матеріали дисертаційної роботи апробовано на 13 всеукраїнських та міжнародних конференціях.

Текст дисертаційної роботи та отримані результати не мають ознак порушення академічної доброчесності, результати отримані іншими науковими групами наведені з відповідними посиланнями на їх роботи.

Дисертаційна робота Маловиці М. С. «Керування потужністю перспективного швидкого реактора, що працює в самопідтримному режимі хвилі ядерного горіння» є завершеним науковим дослідженням, є актуальною та має наукову новизну і практичну значимість. Тема і зміст роботи відповідають спеціальності 105 – Прикладна фізика та наноматеріали та відповідають вимогам передбаченими наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» та «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України від 06 березня 2019 р. № 167 зі змінами, внесеними згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 979).

Вважаю, що Маловиця Максим Сергійович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальності 105 – прикладна фізика та наноматеріали.

11.06.2021

Офіційний опонент:

завідувач лабораторії
теорії ядерних взаємодій та процесів
відділу структури ядра,
Інститут ядерних досліджень
НАН України,
доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник

В.П. Михайлюк

Підпис доктора фіз.-м. наук В.П. Михайлюка засвідчую:

заступник директора ІЯД НАН України
з наукової роботи

В.Ю. Денисов