

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Іщенко Олексія Антоновича

на тему «Напружено-деформований стан тонкостінних оболонок реактора ВВЕР-1000 при максимальній проєктній аварії»

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 13 - Механічна інженерія

за спеціальністю 131 – Прикладна механіка

Актуальність теми дисертації.

В атомній енергетиці України використовуються енергоблоки, що перевищили свій проєктний ресурс і для подальшого їх використання впроваджується концепція з «продовження ресурсу». У вказану концепцію також входить перевірка впливу всіх можливих проєктних аварій енергоблоку в цілому, що включає дослідження впливу максимальної проєктної аварії (МПА) на працездатність внутрішньокорпусних пристроїв і, зокрема, двостороннього розриву головного циркуляційного трубопроводу з подальшим витіканням теплоносія. Значущість вказаної тематики також зростає в умовах повномасштабної агресії РФ, виключення з енергосистеми України 6 блоків Запорізької АЕС (10 % усіх потужностей України) та перманентності обстрілів енергетичної інфраструктури. Тому актуальність теми дисертаційної роботи Іщенко О. А. не викликає сумнівів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному: для динамічного аналізу внутрішньокорпусної шахти реактора ВВЕР-1000 здобувач розробив оригінальну методику для отримання її частотних характеристик за некласичних кінематичних та силових граничних умов для будь-якого діапазону частот. Розробив імітаційну модель вказаної шахти для визначення динаміки її напружено-деформованого стану. За нормативами ПНАЕ оцінив постульовані тріщини в найбільш навантажених місцях за двокритеріальним підходом і визначив запас міцності.

Достовірність наукових результатів забезпечується порівнянням з відповідними експериментальними та літературними даними. Обговорення результатів дисертації проведено на багатьох національних та міжнародних конференціях, в яких приймав участь здобувач.

Наукові дослідження виконані здобувачем на кафедрі динаміки і міцності машин та опору матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках розвитку наукового напрямку «Розробка моделей та критеріїв руйнування елементів конструкцій при складних термосилових навантаженнях з урахуванням ушкоджень». Робота частково підтримана проєктом ENEN2plus (HORIZON-

EURATOM-2021-NRT-01-13 101061677), заснованим Європейським Союзом», ID гранту: 0000000695.

Поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання з оцінки напружено-деформованого стану і обґрунтування цілісності внутрішньокорпусної шахти реактора ВВЕР-1000 як тонкостінної циліндричної оболонки під час аварійного сценарію за МПА виконано повністю, а здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Іщенка О.А. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 131 – Прикладна механіка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Прикладна механіка».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача в науковий напрям «Атомна енергетика».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстовий збіг, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Іщенка Олексія Антоновича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

У тексті дисертації застосовано чинну науково-технічну термінологію, витримано лексичні норми сучасної наукової мови. Стиль викладення матеріалу, наукових досліджень і положень, висновків і рекомендацій є переконливим і забезпечує доступність їх сприйняття.

Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 177 сторінок.

У вступі здобувач обґрунтував актуальність теми дисертації, показав зв'язок роботи з науковими програмами і темами, сформулював мету, для досягнення якої поставив 7 задач дослідження, описав об'єкт, предмет та методи дослідження, сформулював наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення, вказав свій особистий внесок, інформацію про апробацію результатів роботи, включаючи публікації.

У першому розділі проведено аналіз наукових джерел з дослідження, що висвітлюють історію зафіксованих аварій під час експлуатації атомних електростанцій та заходи для їх запобігання. Систематизовано аварійні ситуації радянських водо-водяних реакторів. Розглянуто основні теорії коливань і методи їх вирішення. Сформовано висновки до розділу.

У другому розділі представлено методику для визначення власних частот і форм коливань конічних оболонок, описаних рівняннями теорії Доннелла-Муштарі. Система рівнянь аналітичної моделі оболонки сформована з

урахуванням рівнянь рівноваги, фізичних та геометричних рівнянь. Методика отримання звичайних диференціальних рівнянь восьмого порядку для вихідних невідомих представлена через апроксимацію тригонометричними рядами. Реалізацію даної методики здійснено в програмному комплексі MATLAB. Досягнута хороша збіжність результатів числових розрахунків з експериментальними даними. Сформовано висновки до розділу.

У третьому розділі надано опис розробленої тепло-гідродинамічної моделі реактора ВВЕР-1000 для робочих та аварійних режимів його експлуатації. Модель обмежена впускною та опускною зонами його корпусу, а також впускними та випускними патрубками для теплоносія. Числові розв'язки задач гідромеханіки отримано з використанням розробленої двофазної числової моделі тепло-гідродинамічного стану реактора. Початкові умови отримано на основі розв'язку стаціонарної задачі для типового режиму експлуатації реактора ВВЕР-1000. Наведено динаміку розгерметизації конструкцій реактора впродовж 1 с у результаті МПА, включаючи моменти максимального тиску на поверхні оболонки шахти. Напружено-деформований стан циліндричної оболонки шахти внутрішньокорпусної (ШВК) визначено за допомогою методу модальних координат та інтегралу Дюгамеля для динамічних розрахунків стану оболонки під час МПА. Сформовано висновки до розділу.

У четвертому розділі представлено результати числових розрахунків оболонки ШВК, проведена оцінка змін напружено-деформованого стану в часі. Обчислені коефіцієнти запасу міцності конструкції в найбільш небезпечних перерізах оболонки ШВК з постульованими тріщинами. Побудовано діаграми оцінки руйнування конструкцій. Сформовано висновки до розділу і по роботі в цілому.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 18 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті в наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та Scopus. Результати дисертації апробовані на 14 наукових фахових конференціях.

Тобто у здобувача високий рівень наукових публікацій, в них дотриманий принцип академічної доброчесності, здобувач виконав на достатньому рівні свою роботу у співавторстві.

Наукові результати, що описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені в наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

У дисертації в літературному огляді показано що за останній час кількість робіт із вивчення теорій оболонок збільшилась, хоча в огляді оболонок більша частина стосується саме роботам минулого століття. У роботі не виділяються вирішення задач про які написано у вступі, тому не одразу стає зрозумілим та послідовність дій, яка є в дисертації. Також у роботі наведено лише розрахунки в пружній постановці, без врахування пластичного зміцнення матеріалу. У тексті зустрічаються деякі описки і орфографічні помилки.

Вказані зауваження не знижують позитивної оцінки роботи, і можуть розглядатись як рекомендації для подальшої праці.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Іщенка Олексія Антоновича на тему «Напружено-деформований стан тонкостінних оболонок реактора ВВЕР-1000 при максимальній проєктній аварії» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань Механічна інженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Іщенко Олексій Антонович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Рецензент:

Професор кафедри хімічного,
полімерного і силікатного машинобудування
Національного технічного
університету України
«Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»,
доктор технічних наук, професор

М.П. «17» січня 2024 р.



Антон КАРВАЦЬКИЙ

