

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Разова спеціалізована вчена рада Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України прийняла рішення про присудження **Кандалі Степану Михайловичу** ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» на підставі прилюдного захисту дисертації «Ресурс елементів внутрішньокорпусних пристроїв реактора ВВЕР-1000 з урахуванням залишкових зварювальних напружень», за спеціальністю 132 «Матеріалознавство».

« 06 » березня 2024 року

Кандала Степан Михайлович, 1992 року народження, громадянин України.

Освіта вища: закінчив у 2015 році Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» МОН України і отримав диплом спеціаліста за спеціальністю «Динаміка і міцність машин».

31 жовтня 2022 року закінчив аспірантуру Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Дисертацію виконано в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Науковий керівник – Махненко Олег Володимирович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу № 34 «Математичних методів досліджень фізико-хімічних процесів при зварюванні та спецеелектрометалургії» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Здобувач має 15 робіт, з яких 4 статті в фахових наукових виданнях України та 3 стаття в журналі, який входить до наукометричної бази SCOPUS, 8 публікацій у матеріалах міжнародних конференцій, зокрема:

1. Мирзов І.В., Кандала С.М. (2016). Методика параметрического описания входных данных для расчета радиационного распухания ВКУ ВВЭР-1000. Ядерна і радіаційна безпека. №3, 23-27 (Scopus).

2. Махненко О.В., Кандала С.М., Черкашин М.В. / Совершенствование методов оценки радиационного распухания и прогрессирующего формоизменения элементов ВКУ реактора ВВЭР-1000. Ядерна та радіаційна безпека, 02 2019, с. 38-45. (Scopus).

3. Махненко О.В., Кандала С.М., Савицька О.М. (2021). Порівняльний аналіз моделей радіаційного розпухання для розрахункового визначення НДС вигородки ВВЕР-1000. Проблеми міцності. № 5, 13-22 (Scopus).

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради:

Пацин Микола Олександрович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, оцінка позитивна без зауважень.

Чирков Олександр Юрійович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, оцінка позитивна з зауваженнями:

1. У роботі іде мова про вплив залишкових напружень на загальний НДС і опір крихкому руйнуванню конструкції внутрішньокорпусної вигородки реактору ВВЕР-1000. Проте вигородка кожного корпусу реактору має свої конструктивні особливості, тож у роботі доречно окреслити застосовність отриманих результатів, тобто для всіх вигородок реакторів ВВЕР-1000, що експлуатуються, або для якогось одного конкретного енергоблока АЕС.

2. У роботі доцільно надати відомості про застосоване програмне забезпечення для розрахунків НДС та ОКР, а також уточнити, як саме застосований програмний засіб для розрахунків вигородки дозволяє враховувати розраховані залишкові напруження у місцях зварювання.

3. У розділі про вхідні параметри зазначено, що з консервативного погляду для проведення математичного моделювання НДС вигородки енергоблоку ВВЕР-1000 обрано параметри нормальних умов експлуатації (НУЕ) з нижчою швидкістю накопичення дози опромінення, однак твердження про консервативність потребує обґрунтування, оскільки більш консервативними параметрами є ті, що виникають при протіканні перехідних процесів під час аварійної ситуації.

4. Крайові задачі з визначення температурних полів і НДС розв'язано в двовимірній постановці в поперечному перерізі, розташованому за висотою вигородки в зоні з максимальним рівнем температури і пошкоджуючої дози опромінення. Застосовано припущення щодо умов узагальненої плоскої деформації, тобто, деформації в перетині вигородки не повинні дорівнювати нулю. Ці умови перевірялись під час розрахунків?

5. У розділі 4 зазначено, що допустимі значення коефіцієнта інтенсивності напружень (КІН), визначені за температурними залежностями, що представлені в документі «Типовая программа по оценке технического состояния и продления срока эксплуатации внутрикорпусных устройств. ПМ-Т.0.03.333-15 (із змінами, в редакції 2023)». Відповідно до цього документа критичне значення J_s , за яким розраховуються допустимі значення КІН, залежить від температури експлуатації, температури опромінення та пошкоджуючої дози, що є індивідуальним для кожного енергоблоку. Доцільно вказати для якого саме енергоблоку та які параметри прийнято у розрахунку.

6. Є низка зауважень з точки зору коректності термінології: Наприклад, висловлення «корпусів енергоблоків» є некоректним і потребує уточнення як «корпусів реакторів». Використано термін «призначений ресурс», в той час як більш коректним і загальноживаним є термін «проектний строк експлуатації». У вступі зазначається, що на сьогоднішній день на АЕС України більшість енергоблоків типу ВВЕР-1000 працюють у надпроектному режимі. Термін «надпроектний режим» є некоректним і відповідно до вимог НП 306.2.210-2017 потребує уточнення, наприклад: «На сьогоднішній день на АЕС України більшість енергоблоків типу ВВЕР-1000 перейшли до довгострокової експлуатації...». Використано сполучення «продовження ресурсу безпечної експлуатації», водночас відповідно до вимог НП 306.2.210-2017 коректним є термін «довгострокова експлуатація», тобто відбувається перехід від проектного строку експлуатації до довгострокової експлуатації.

Сенченков Ігор Костянтинович, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, оцінка позитивна з зауваженнями:

1. Мають місце термінологічні неточності: замість «рішення задачі» і «розтягуючи напруження» потрібно використовувати «розв'язок (розв'язання задачі)» і «розтягувальні напруження», тощо.

2. Розміри позначень на малюнках занадто малі.

3. Механізм утворення залишкових напружень в процесі аустенізації на стадії охолодження не з'ясовано. Вони можливі тільки при пластичному деформуванні, але в дисертації відсутня інформація щодо пластичних деформацій.

Тороп Василь Михайлович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, оцінка позитивна з зауваженнями:

1. В роботі використані методики визначення коефіцієнтів інтенсивності напружень (КІН) по ПНАЕГ, РД ЕО 1.1.2...-2012 та VERLIFE. Відмічене, що отримані розрахункові значення КІН різняться, але не приведені їх числові значення, наприклад, максимальних значень КІН від одиничного навантаження для вибраних постульованих тріщин.

2. Яким чином отримані на рис. 59 та рис. 65 розподіли характеристик тріщиностійкості та межі текучості?

3. Чому в Таблиці 10 геометричні параметри a та c відрізняються для оцінки КІН з урахуванням залишкових зварювальних напружень (ЗЗН) та без їх врахування?

4. Яким чином ЗЗН при нормальних умовах експлуатації зменшують розрахункове значення КІН, а при аварійних ситуаціях збільшують?

5. По тексту дисертації присутні деякі редакторські помилки і неточності термінології, наприклад:

- в розділі «Позначення» замість тимчасовий опір або границя (межа) міцності σ_b позначено як границя витривалості, МПа;

- в п.1.1. реактор не на «швидких», а на «теплових» нейтронах;

- в п.2.6. заявлено, що «При охолодженні на повітрі коефіцієнт тепловіддачі з поверхонь елементів ВКП при конвекційному теплообміні з навколишнім середовищем визначався із залежності, що була визначена експериментально» (рівняння (26)), але відсутнє посилання на джерело інформації;

- в висновках до розділу 3 заявлено, що під час стрімкого охолодження на повітрі у вигородці утворюються досить високі залишкові напруження, але не вказаний рівень цих напружень;

- в п.4.1. визначено, що «в перерізах №2-4 осьові напруження у разі врахування ЗЗН істотно вищі у внутрішньому об'ємі вигородки, коли як на внутрішній та зовнішніх поверхнях стають трохи нижчими порівняно з розрахунковим випадком, де ЗЗН не враховувалися», але не уточнюється наскільки напруження стали нижчими;

- до Таблиць 8 і 9 доцільно привести схему з вказівкою позначення параметрів K_A , K_C , K_D , K ;

- в розділі 4 деякі скорочення «ЗЗН» помилково записані як «ЗТН».

Скульський Валентин Юрійович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, оцінка позитивна з зауваженнями:

1. У літературному обзорі у п. 1.1 при характеризуванні проблеми ресурсу внутрішньокорпусних пристроїв у водо-водяних реакторах типу ВВЕР-1000 вказується на розпухання сталі в реакторах, працюючих на швидких нейтронах (стор. 14); також при розгляді моделей для визначення формозміни металу при радіаційному опроміненні знову автор вказує про активну зону «швидкого реактора» (стор. 21). Складається враження, що всі використані моделі і розрахунки проведені для умов реактора, працюючого на швидких нейтронах. Але, як відомо, реактори ВВЕР-1000 працюють на переважно «теплових» – значно уповільнених, у порівнянні з швидкими, нейтронах. Слід було б це відмітити у роботі, вказавши на моделі, які призначені для останнього типу реакторів. Інакше виникає питання щодо коректності застосування розрахункових моделей, розроблених для умов швидких реакторів, для «теплових» реакторів зі значно меншою енергією частинок.

2. Автор у роботі проводить прогноз можливого ресурсу вигородки на основі використання двох конкретних значень радіаційного опромінення. Однак, для більш точного прогнозу, як показано в роботі, необхідно використовувати конкретні дані щодо опромінення впродовж паливних кампаній за орієнтовний період до 60 років, що неможливо «вгадати» наперед. Більш того, усереднення значення радіаційної дози за кожний паливний період дає суттєву похибку. Стає неясним, як слід проводити такий прогноз з максимально можливою достовірністю?

3. Позначення номерів таблиць, рисунків, формул слід привести у відповідність до діючих вимог до оформлення дисертаційних робіт.

4. В списку літератури зустрічаються відмінності у стилі оформлення літературних джерел. Слід оформити список за одним стилем відповідно до діючих вимог.

Результати голосування:

«За»	– 5 членів ради
«Проти»	– 0 членів ради
Утримались	– немає

**РАЗОВА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВЧЕНА РАДА
ІНСТИТУТУ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О. ПАТОНА НАН УКРАЇНИ**

УХВАЛИЛА:

1. Дисертація Кандали Степана Михайловича на тему «Ресурс елементів внутрішньокорпусних пристроїв реактора ВВЕР-1000 з урахуванням залишкових зварювальних напружень», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство» є завершеним самостійним науковим дослідженням і відповідає вимогам «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261; «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.
2. Присудити Кандалі Степану Михайловичу ступінь доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство».
3. Рішення разової спеціалізованої вченої ради затвердити і передати до Науково-організаційного відділу ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України.
4. Науково-організаційному відділу підготувати Наказ про видачу Кандалі Степану Михайловичу диплома доктора філософії та додатка до нього європейського зразка.

**Голова разової спеціалізованої
вченої ради
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник**

Микола ПАЩИН

Микола Пашин
Учений секретар Інституту
електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
К.Т.Н. *А.М. Ключков* А.М. Ключков

