

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Місюри Сергія Юрійовича

**«Аналіз напружено-деформованого стану, коливання кришок  
гідротурбін та їх оптимальне проектування»,**

що подано на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин

**1.Актуальність теми.** На теперішній час умови безперебійної роботи гідроелектростанцій залежать в першу чергу від надійної роботи засобів гідроенергетики. В якості об'єкта досліджень в дисертаційній роботі визначена кришка гідротурбіни, яка є найважливішим елементом системного гідромеханічного комплексу "гідротурбіна-гідромашина". Кришка гідротурбіни є одним з найвідповідальніших елементів турбоагрегату і являє собою складну просторову конструкцію, що складається з тонкостінних оболонкових та пластинчатих елементів. На кришку діє тиск води, вага генератора і обладнання, що на ній розташовано, зусилля від під'ятника і т.і., внаслідок чого виникають значні напруження в конструкції, що знижує її ресурс.

У дисертації представлено розв'язання нової науково-технічної задачі, зв'язаної зі створенням сучасних методів дослідження напружено-деформованого стану кришок радіально-осьової та поворотно-лопатевої гідротурбін, визначено їх вібраційні характеристики з урахуванням впливу середовища та розв'язана задача оптимального проектування кришок гідротурбін, що враховує експлуатаційні впливи.

Зазначені обставини визначають актуальність досліджень аналізу й розрахунку напружено-деформованого стану кришок гідротурбін, а також їх оптимального проектування з метою зниження інтенсивності максимального напруження та мінімізації маси елементів конструкцій з урахуванням експлуатаційних впливів.

## **2.Зв'язок роботи з планами і програмами наукових досліджень в Україні.**

Роботу виконано у відділі міцності та оптимізації конструкцій Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України в період з 2010 по 2016 рр. відповідно до наступних держбюджетних НДР: «Розробка ефективних методів визначення міцності та надійності елементів проточної частини гідротурбін на підставі механіки деформованого твердого тіла, фізичного та математичного моделювання течії рідини» (2007 – 2011 рр., № ДР 0107U003663); «Розробка теоретичних основ та методів оцінки напружено-деформованого стану, оптимізації та обґрунтування безпечного терміну експлуатації конструктивних елементів об'єктів підвищеної небезпеки в енергетиці, транспорті та хімічній промисловості» (2010–2014 рр., № ДР 0110U002659 ); «Розробка нових методів та засобів діагностування енергетичних машин та підвищення їх міцності та працездатності» (2012–2016 рр., № ДР 0112U002490); «Дослідження міцності та вібрацій відповідальних елементів конструкцій гідроагрегатів» (2014–2016 рр., № ДР 0114U001441); «Аналіз міцності об'єктів енергетики, нафтохімічної та аерокосмічної промисловості з урахуванням попередньо напруженого стану» (2015–2017 рр, № ДР 0115U001090), та господарські договори: № 394-2010 «Розробка та впровадження методики оптимізації кришок гідротурбін з метою зменшення ваги при обмеженнях по статичній міцності. Проведення науково-технічної експертизи проектних розробок елементів і конструкцій гідротурбін» (2010–2011 рр.), № ДР 0113U001770 «Розробка методики та проекту нормативного документа визначення проектного ресурсу крупного силового кріплення елементів конструкцій агрегатів ГЕС і ГАЕС» (2012–2013 рр.).

**3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Здобувачем проведений глибокий**

аналіз методів оцінки напружено-деформованого стану, оптимізації та обґрунтування безпечного терміну експлуатації конструктивних елементів об'єктів в енергетиці. Встановлено проблемні питання, що не знайшли рішення в дослідженнях попередників. Це послужило основою для формулювання мети і задач дисертаційної роботи, а також при виборі методів досліджень. У дисертації представлено розв'язання нової актуальної науково-технічної задачі, зв'язаної зі створенням сучасних методів дослідження напружено-деформованого стану кришок радіально-осьової та поворотно-лопатевої гідротурбін, визначено їх вібраційні характеристики з урахуванням впливу середовища та розв'язана задача оптимального проектування кришок гідротурбін з урахуванням експлуатаційних впливів.

Усі висновки і рекомендації, представлені в дисертації, обґрунтовані, достовірні і не викликають сумніву.

#### **4. Наукова новизна роботи визначається:**

- створенням моделей напружено-деформованого стану кришок радіально-осьової й поворотно-лопатевої гідротурбін, які подано тонкостінними елементами з урахуванням особливостей конструкції і зовнішнього навантаження від тиску води і ваги навісного обладнання;
- удосконаленням методу розрахунку характеристик власних коливань кришок, що враховує експлуатаційні фактори: гідропружну взаємодію зі сливою нев'язкою рідиною; інерційні властивості навісного обладнання, а також попередньо напружений стан від тиску води і ваги обладнання;
- встановленням закономірностей впливу на вібраційні характеристики кришок гідротурбін експлуатаційних параметрів: маси навісного обладнання; глибини об'єму води під кришкою; попередньо напруженого стану конструкції;
- результатами оптимального проектування кришок гідротурбін з урахуванням експлуатаційних впливів при технологічних і міцносних обмеженнях, що забезпечує зменшення маси і напружень в елементах конструкції.

Зазначені моменти є найважливішими складовими наукової новизни дисертаційної роботи Місюри С.Ю. За цією ознакою робота повністю відповідає вимогам, що пред'являються до дисертації.

#### **5. Достовірність результатів роботи.**

Достовірність результатів, які отримано в дисертаційній роботі, забезпечується коректним використанням автором методів механіки деформованого твердого тіла, теорій міцності, моделювання, оптимального проектування і прикладної математики, підтверджуються аналізом збіжності результатів розрахунків на основі чисельного експерименту, порівнянням з даними, що отримано іншими дослідниками аналітично і експериментально, а також експериментальними даними, що отримано дисертантом особисто.

#### **6. Рекомендації щодо використання результатів.**

Результати досліджень можуть бути використані на підприємствах турбобудування, науково-дослідних установах, а також вищих навчальних закладах, що готують спеціалістів в галузі гідротурбобудування.

**7. Практичне значення результатів роботи** полягає в тому, що створені методи і методики розрахунку характеристик міцності й вібраційних характеристик кришок гідротурбін, а також оптимального проектування їх конструктивних параметрів практично, відповідно до господарських договорів, використані у ВАТ "Турбоатом" та ТОВ "Харківтурбоінжиніринг", що забезпечило зниження інтенсивності максимальних напружень, також позицій номенклатури товщини прокату елементів конструкції.

#### **8. Оцінка структури, обсягу та змісту роботи.**

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 190 найменувань (на 21 стор.) і двох додатків (на 3 стор.). Повний обсяг роботи складає 134 сторінки, у тому числі 78 рисунків і 13 таблиць.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, міститься загальна характеристика роботи, сформульовані мета і задачі досліджень,

представлені основні методи, що використовуються при розв'язанні поставлених задач. Дано опис положень, що визначають наукову новизну і практичне значення роботи. Описані також структура роботи, апробація і публікація результатів роботи. По всіх кваліфікаційних ознаках робота цілком відповідає рівню дисертаційних робіт за спеціальністю 05.02.09 – динаміка і міцність машин.

У **першому розділі** автор розглядає стан питання в області досліджень напружено-деформованого стану, вібраційних характеристик і оптимального проектування кришок гідротурбін.

У **другому розділі** створено метод дослідження напружено-деформованого стану кришок радіально-осьової та поворотно-лопатевої гідротурбін, побудовано скінченноелементні моделі кришок з урахуванням умов закріплення та завантаження.

Таким чином, у розділі викладені головні теоретичні положення роботи, що є основою подальших досліджень.

У **розділі 3** розроблено метод аналізу вібраційних характеристик кришок гідротурбін, що враховує особливості конструкції та експлуатаційних факторів.

У **розділі 4** розв'язано задачі оптимізації геометричних параметрів кришок радіально-осьової й поворотно-лопатевої гідротурбін. При цьому доведено, що забезпечується у контрольному випадку зниження інтенсивності максимальних напружень на 42%, а також п'яти позицій у номенклатурі товщини прокату елементів конструкції.

Особливо необхідно відзначити чисельне і експериментальне дослідження залежності частот коливань конічної оболонки, частково заповненою рідиною, в залежності від рівня заповнення. Ці результати, що отримано автором, можуть мати самостійне значення, і, на мій погляд, є новими.

В цілому дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, виконаною на високому науковому рівні, а результати мають як фундаментальне, так і прикладне значення в галузі розрахунку й проектування конструктивних елементів гідротурбін.

Рукопис роботи оформлений відповідно до вимог до дисертаційних робіт на одержання наукового ступеня кандидата технічних наук. Слід зазначити добротний виклад матеріалу, впевнене володіння методами як теоретичних, так і експериментальних досліджень, глибоке знання предмета досліджень.

### **9. Публікації та апробація результатів.**

Апробація роботи проводилась на п'яти міжнародних конференціях, що є переконливим.

Основні наукові результати дисертації досить повно викладені у 21 науковій праці (з них 14 без співавторів), серед яких 8 статей у фахових наукових журналах і збірниках наукових праць, затверджених ДАК МОН України, 1 стаття у зарубіжному виданні, 6 статей, що включені до наукометричних баз, і 11 – тез та доповідей на міжнародних конференціях. Кількість опублікованих робіт і їхня хронологія свідчать про кропітку роботу здобувача протягом декількох років по обраній темі, про його наукову добросовісність, оскільки матеріали дисертації представлялись на багатьох наукових форумах.

Зміст автореферату дисертації дозволяє надійно ідентифікувати її основні положення.

**10. Оцінка мови і стилю викладу дисертації й автореферату.** Тексти дисертації і автореферату викладені досить ясною, технічно грамотною мовою. Терміни, використані автором, у цілому є загальноприйнятими. Стиль викладу доступний для сприйняття в цілому і по окремих розділах.

**11. Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації.** Зміст автореферату в цілому відповідає змісту дисертації, включає основні результати досліджень і дає необхідне уявлення відносно змісту, наукової новизни і практичної цінності роботи.

### **12. По роботі є наступні зауваження:**

1. У відомій формулі відносної похибки (2 абзац на с.40) відсутні визначення складових.
2. Доцільно в розділі 3.2.2 (с.63) було додати сигнал  $\square(t)$  у функції часу, а також параметри ударного впливу.
3. У розділі 3.3.1 на с.68-70 (рис. 3.9-3.12) коефіцієнтом  $K$  визначено одночасно:  $M/M_{кр}$  і  $H/D_{кр}$  і  $Q/q$ , що небажано в одній науковій праці.
4. На с.79,83 бажано було додати якісний аналіз впливу на власні частоти величин модуля пружності й коефіцієнта Пуассона.
5. У розділі 2.3.3. (с.38,39) не вказано тип і характеристики аварійного режиму роботи кришки гідротурбіни.
6. На с.95-97 не вказано першоджерела постановочної частини задачі оптимізації, що не дає можливості визначити оригінальність і новизну запропонованого підходу.

Зазначені зауваження і недоліки можуть бути основою для більш глибокої і широкої дискусії під час захисту дисертаційної роботи, але не знижують загальної позитивної оцінки дисертації.

### **13. Загальний висновок.**

Результати аналізу дисертаційної роботи Місюри Сергія Юрійовича "Аналіз напружено-деформованого стану, коливання кришок гідротурбін та їх оптимальне проектування" дозволяють зробити висновок, що вона є завершеним науковим дослідженням, в якому, у відповідності з паспортом спеціальності 05.02.09 – динаміка та міцність машин, створені сучасні методи дослідження напружено-деформованого стану кришок радіально-осьової та поворотно-лопатевої гідротурбін, визначено їх вібраційні характеристики з урахуванням впливу середовища та розв'язана задача оптимального проектування кришок гідротурбін з урахуванням експлуатаційних впливів.

Автореферат достатньо відображає основні положення дисертаційної роботи, оформлення дисертації і автореферату в цілому відповідає нормативним вимогам.

Дослідження по темі роботи слід продовжити у відділі міцності та оптимізації конструкцій Інституту проблем машинобудування імені А.М. Підгорного НАН України в співдружності із зацікавленими науково-дослідними установами і підприємствами турбомашинобудування.

Вважаю, що дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності та задовольняє пп. 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", затвердженого Постановою КМ України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор Місюра Сергій Юрійович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин.

Офіційний опонент  
завідувач кафедри теоретичної і  
будівельної механіки Харківського  
національного університету міського  
господарства імені О.М. Бекетова  
доктор технічних наук, професор



В.П.Шпачук

Піліпис	<i>Місячук В.П.</i>
Засвідчує:	<i>В.П. Шпачук</i>
<i>7</i>	відд. калрпів <i>18</i>

*Кандидат наук 05*

