

Відгук офіційного опонента
на дисертаційну роботу Ярового Сергія Миколайовича на тему
«Надійність металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих веж»,
представленої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

Актуальність теми дисертації. При значних термінах роботи і складних умовах експлуатації проблеми безпеки та збереження висотних споруд, забезпечення довговічності та розрахунок залишкового ресурсу, подовження термінів експлуатації потребують подальшого дослідження. Оцінка технічного стану конструкцій металевих труб та їх несучих веж на основі даних натурних обстежень, визначення причин виникнення різних пошкоджень, прогнозування їх розвитку, рекомендації по їх усуненню дають змогу забезпечити надійність та безпечну експлуатацію конструкцій.

Отже, дослідження по забезпеченню надійності металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих веж, дослідження сукупної дії динамічних, температурних, корозійних та експлуатаційних впливів, оцінка довговічності та визначення залишкового ресурсу, розробка методів і варіантів усунення пошкоджень є актуальним напрямком.

Дисертаційні дослідження проведені в рамках виконання науко-дослідної роботи кафедри металевих та дерев'яних конструкцій ХНУБА за темою «Надійність та довговічність металевих висотних споруд спеціального призначення» (№ ДР 0118U001361 2016-2018 рр.), а також великої кількості господарських тем в рамках дослідження і науково-технічного супроводу, обстеження металевих і вентиляційних труб та їх несучих веж на багатьох підприємствах металургійної, хімічної, нафто-хімічної, енергетичної галузей України, у тому числі: «Технічне діагностування вихлопних труб ГПА ГТК-10-4Б з метою визначення їх технічного стану. КС Задніпровська, КС Кіровоградська, КС Південнобузька» (г/д №841/11/1109071005, 2011 р.), «Звіт про технічний стан і експлуатаційну придатність радіовежі, розташованій на даху 6-го під'їзду будівлі Держпром у м. Харкові» (г/д № 01-38/09, 2014 р.), «Звіт про технічний стан металеві димові труби та несучої вежі висотою Н=120 м Харківської «Теплоелектроцентралі №3 з розробкою рекомендацій по ремонту та подальшої безпечної експлуатації» (г/д № 37/08, 2008 р.).

Оцінка змісту дисертації. Дисертація складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел і 3 додатків. Повний обсяг роботи складає 356 сторінки, в тому числі, 264 сторінок основного тексту, 107 рисунків, 16 таблиць, список використаних джерел з 212 найменувань та 3 додатків на 92 сторінках.

Наукову новизну досліджень складають:

- отримав подальшого розвитку метод оцінки напружено-деформованого стану на основі рішення просторової задачі механіки твердого тіла під впливом стискуючих та згинаючих зусиль, проведено порівняльний аналіз результатів

розрахунків на пружність і стійкість елементів труб та веж, виконаний аналітичними методами та з використанням програмних комплексів;

- удосконалено визначення основних закономірностей багатоциклової та малоциклової пошкоджуваності металу конструкцій висотних споруд під дією динамічних навантажень з урахуванням втомної міцності;

- розвинуто дослідження процесів утворення та розвитку пошкоджень від корозійних та температурних впливів, процесів розвитку пошкоджень у зварних швах;

- удосконалено статистичну оцінку величин і типів дефектів та характеру пошкоджень на основі фактичних експериментальних даних обстежень металевих димових труб та їх несучих веж, встановлено гранично допустимі значення дефектів та пошкоджень в залежності від технічного стану та ступеню небезпеки пошкоджень;

- на основі фізико-статистичного підходу удосконалено методи управління старінням елементів металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих веж;

- вперше отримані аналітичні залежності довговічності металевих димових труб з урахуванням сукупної дії силових, динамічних, корозійних і температурних впливів;

- удосконалено метод оцінки залишкового ресурсу з урахуванням пошкоджень та терміну експлуатації металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих веж;

- удосконалено метод урахування силових напружень та зварювальних напружень при підсиленні металевих конструкцій, розроблено конструктивні і технологічні рішення усунення пошкоджень.

Практичне значення одержаних результатів полягає у їх використанні:

- при розробці національних нормативних документів (ДБН, ДСТУ, тощо) з проектування залізобетонних конструкцій фундаментів під димові труби та їх несучі вежі, а також стандартів і методик з обстеження технічного стану промислових димових і вентиляційних труб, методів визначення їх несучої здатності;

- при визначенні довговічності та залишкового ресурсу металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих веж з урахуванням фактичних дефектів та пошкоджень; при визначенні технічного стану конструкцій;

- при виконанні науково-технічного супроводу при проектуванні, будівництві та експлуатації та визначенні надійності роботи конструкцій;

- в навчальному процесі вищих навчальних закладів при підготовці бакалаврів, магістрів та докторів філософії за напрямом «Будівництво та цивільна інженерія».

Методи оцінки надійності металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих веж, розрахунково-теоретичні основи проектування впроваджені в навчальний процес при підготовці спеціалістів та магістрів за напрямом «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності «Промислове та цивільне будівництво».

Результати дисертаційної роботи використані при розробці стандарту асоціації СА-03-006-08 «Методические указания по проведению технического обслуживания, ремонта, обследования, анализа промышленной безопасности производственных зданий и сооружений» (2008 р.), стандарту саморегулюючої організації СТО СРО ЭТМП-03-2016 «Методика обследования технического состояния промышленных дымовых и вентиляционных труб», а також при розробці нормативного документу: ДБН В.2.6-98-2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основи проектування».

Достовірність та обґрунтованість результатів забезпечено використанням при теоретичних дослідженнях фундаментальних закономірностей будівельної механіки, опору матеріалів, теорії тріщиноутворення, співставленням отриманих теоретичних даних з власними експериментальними результатами, даними чисельного моделювання роботи конструкцій, а також статистичною обробкою отриманих результатів.

Особистий внесок автора. Основні результати дисертаційної роботи одержано дисертантом самостійно. Участь автора у спільних публікаціях відображена в переліку опублікованих робіт.

Повнота висвітлення результатів у публікаціях і авторефераті. Основні положення, результати та висновки дисертаційної роботи відображені в 48 наукових публікаціях, з них 27 – в наукових фахових виданнях України (3 – у виданнях, включених до міжнародних наукометричної бази *Google Scholar, Crossref*), 13 – в зарубіжних наукових виданнях (3 – у виданні включеному до наукометричної бази *РИНЦ*), 8 праць апробаційного характеру. Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації.

Ступінь обґрунтованості наукових положень і виводів дисертанта доцільно розглянути по кожному розділу дисертації окремо.

У вступі обґрунтовано сутність науково-прикладної проблеми, актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; сформульовано мету й завдання досліджень; визначено об'єкт, предмет і методи досліджень; визначено наукову новизну отриманих результатів і їх практичне значення; наведено дані про публікації й апробацію результатів роботи, особистий внесок автора; визначено структуру та обсяг дисертації.

Перший розділ на 56 сторінках присвячений сучасному стану об'єкта дослідження та його розвитку; визначені загальні характеристики конструктивних і технологічних рішень металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих веж; обґрунтовано вимоги при виборі матеріалів для конструкцій; проведено аналіз дій та величин постійних, змінних тривалих і короткочасних навантажень, епізодичних впливів, динамічних, корозійних, температурних і експлуатаційно-механічних впливів протягом тривалого терміну експлуатації; виконано аналіз взаємодії між силовими і температурними впливами, а також напруженнями; виконано аналіз результатів досліджень роботи та забезпечення надійності металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих ґратчастих веж, проведених вітчизняними і зарубіжними вченими.

Теоретичні дослідження у *другому розділі* на 30 сторінках спрямовані на подальший розвиток метода оцінки напружено-деформаційного стану стиснутих (елементи веж) та стиснуто-зігнутих (димові труби) конструкцій на основі рішення просторової задачі механіки твердого тіла. У розділі наводяться результати розрахунку металевих димових труб програмними комплексами (SCAD, ЛІРА САПР, Selena-Result) з урахуванням дефектів та пошкоджень, просторової і спільної роботи конструкцій, проведено порівняльний аналіз результатів цих розрахунків з аналітичними нормативними методами, що проводились раніше.

У *третьому розділі* на 30 сторінках виконано аналіз основних закономірностей багатоциклової і малоциклової пошкоджуваності металу конструкцій висотних споруд під дією динамічних навантажень з урахуванням втомної міцності, виконано аналіз утворення та розвитку пошкоджень від корозійних процесів під дією атмосферних впливів та продуктів згоряння, розглянуто високотемпературні впливи на металеві димові труби без футеровки і на труби з локальним руйнуванням футеровки, виконано аналіз розвитку тріщиноподібних пошкоджень у зварних швах та деформаційного старіння.

У *четвертому розділі* на 45 сторінках, ґрунтуючись на дані натурних обстежень, розроблено типологію дефектів і пошкоджень металевих димових труб і їх несучих веж, футеровки димових труб; проведено статистичну оцінку величин та характеру пошкоджень; удосконалено визначення категорії небезпеки основних типів дефектів і пошкоджень; встановлено гранично допустимі значення пошкоджень в залежності від категорії небезпеки і технічного стану.

П'ятий розділ на 50 сторінках присвячений розробці фізико-статистичного методу оцінки надійності елементів металевих димових труб і несучих веж та методів управління їх старінням, розробці методики визначення довговічності металевих димових труб і несучих веж τ з урахуванням різних комбінацій сумісної дії впливів – силового, корозійного, температурного і динамічного впливів; визначення довговічності металевих димових труб з прогарами у стінці; довговічності димових труб за критеріями механіки руйнування; розробці методики визначення залишкового ресурсу T металевих димових і вентиляційних труб з урахуванням пошкоджень і терміну експлуатації.

Результати дослідження у *шостому розділі* (на 20 сторінках) спрямовані на розробку конструктивних і технологічних рішень підсилення металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих веж з особливо небезпечними пошкодженнями – прогарами, тріщинами в основному металі і зварних швах, утратою загальної стійкості стовбура труби. Розроблено методику урахування підсумовування силових та зварювальних напружень при різних варіантах підсилення димових труб.

Загальні висновки по роботі в цілому відображають наукову значущість і практичну реалізацію.

Основним результатом дисертаційної роботи є вирішення важливої науково-технічної проблеми забезпечення надійності металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих веж після тривалих термінів експлуатації з

урахуванням розроблених і обґрунтованих методів визначення довговічності та залишкового ресурсу, способів забезпечення безпечної експлуатації та збереження.

Зауваження:

1. Не зрозуміло як і для чого поділено публікації автора, адже тези доповідей [1] – не відносяться до фахових видань).
2. В першому розділі варто було б виконати критичний аналіз наукових публікацій за темою дисертації. На жаль в огляді та списку використаних джерел відсутні публікації науковців, що займались питанням надійності кородованих веж: Гибаленко О.М., Махінько А.В., Корольов В.П., Кущенко В.М.
3. Для узагальнення результатів дослідження варто було б привести структурно-логічну схему дисертації.
4. В формулах 3.19-3.20 варто було б зазначити розмірність вхідних параметрів.
5. В таблиці 3.2 щодо значень статичної стійкості до тріщин не зовсім зрозуміло це стосується тріщин вздовж чи впоперек прокатки.
6. Стосовно довжини виявлених непроварів та підрізів (таб. 3.7-3.8) варто було б зазначити для яких довжин зварки виконувались виміри.
7. Для таблиці 4.3: варто було б обґрунтувати гранично допустимі значення дефектів та пошкоджень в тексті дисертації.
8. Для формул (5.48-5.51) щодо визначених довговічності металевих труб варто було б визначити довірчу імовірність згідно з рисунком 5.1. Для таблиці 5.4 «Залишковий ресурс димових і вентиляційних труб» варто було б визначити імовірність безвідмовної роботи за підрозділом 5.1.
9. Стосовно експериментальних даних рис. 6.10 щодо залишкових напружень не зрозуміло, чи виконувались вони автором, чи взяті з інших досліджень.
10. Для ремонту труби з утратою стійкості (ст. 265) варто було б привести детальний алгоритм підготовки до ремонту та виконання робіт.
11. Для класів надійності таблиця 6.1 варто було б вказати допустимі імовірності відмови, або хоча б зазначити їх можливі значення.
12. В додатку Б для наведених результатів обстежень труб слід було б навести запропоновані автором показники надійності труб.

Наведені зауваження та побажання не знижують як теоретичного так і практичного значення дисертаційної роботи та можуть бути враховані при проведенні подальших досліджень.

Висновок щодо відповідності дисертації вимогам МОН України

Дисертація С. М. Ярового є цілісною, завершеною науковою працею, в якій вирішено науково-технічної проблему підвищення надійності металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих веж протягом тривалого терміну експлуатації, розроблено методи забезпечення безвідмовної роботи та ремонтпридатності, оцінено довговічність та залишковий ресурс на основі даних про дефекти і пошкодження. Дослідження проведено на високому науковому рівні, дисертацію

та автореферат оформлено згідно з існуючими вимогами «Порядку присудження наукових ступенів».

Оцінюючи роботу в цілому, вважаю, що за актуальністю і новизною, обсягом проведених досліджень та їх науковим рівнем, теоретичною і прикладною значущістю отриманих результатів, повнотою їх опублікування у фахових виданнях дисертація «Надійність металевих димових і вентиляційних труб та їх несучих веж» відповідає всім вимогам до докторських дисертацій, а її автор, **Яровий Сергій Миколайович**, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент, доктор технічних наук,
професор, лауреат Державної премії України,
завідувач кафедри архітектури та міського будівництва
Полтавського національного технічного
університету імені Юрія Кондратюка

О.В. Семко

Підпис д.т.н., професора Семка О.В. засвідчую:
Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи
Полтавського національного технічного
університету імені Юрія Кондратюка,
д.т.н.



Б.О. Коробко