

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Чиркової Анни Петрівни

на тему «Особливості зовнішньої аеродинаміки і теплообміну димових труб
у міській інфраструктурі та на майданчику ТЕС»

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань

10 Природничі науки

за спеціальністю

105 Прикладна фізика та наноматеріали

Актуальність теми дисертації.

Робота присвячена дослідженню особливостей аеродинаміки та теплообміну повітряного потоку при обтіканні однієї конічної труби, розташованої окремо та на промисловому майданчику ТЕС з різними напрямками вітру. Дослідження проводились методом комп'ютерного моделювання.

Тема дисертаційної роботи є актуальною, оскільки автор вперше обґрунтовано пояснила яким чином інфраструктура міського простору та промислового майданчика ТЕС має істотний вплив на локальну тепловіддачу димової труби ТЕС: це зумовлено впливом шару біля земної поверхні на граничні умови, відривними та тривимірними течіями. Також, вперше виявлено періодичний характер зміни швидкості, статичного тиску і теплообміну по висоті труби в кормовій зоні. Цей періодичний персонаж зберігається над будівлею машинного залу на території ТЕС. Визначено також, що інфраструктура майданчика ТЕС суттєво впливає на аеродинаміку та розподіл теплообміну біля конічної димової труби, а кореляція подібності на локальну тепловіддачу може давати великі похибки при розрахунку зовнішньої тепловіддачі. Все вище зазначене свідчить про актуальність вибраної тематики і проведених досліджень.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

Вперше виявлено періодичний характер зміни швидкості, тиску, температури та коефіцієнта тепловіддачі в кормовій частині конічної димової труби при її поперечному обтіканні для різних граничних умов.

Вперше визначено, що для труби у нескінченному просторі з рівномірним профілем швидкості вітру на вході конусність труби не впливає на середню по висоті труби тепловіддачу. Зі зростанням швидкості набігаючого потоку середній коефіцієнт тепловіддачі зростає практично лінійно – як при рівномірній, так і при змінній по висоті трубі швидкості потоку.

Вперше обґрунтовано, що інфраструктура міського простору та промислового майданчика ТЕС має істотний вплив на локальну тепловіддачу димової труби ТЕС, що зумовлено впливом шару біля земної поверхні на граничні умови, відривними та тривимірними течіями.

Вперше виконано дослідження та отримано нові результати, що характеризують аеродинаміку та теплообмін біля зовнішньої поверхні димової труби за умов сумісного впливу інфраструктури міського простору та промислового майданчика ТЕС.

Автор роботи також удосконалив методику розрахунку локального теплообміну на зовнішній поверхні конічної димової труби при сумісному впливі швидкості, температури та напрямлення потоку вітру з урахуванням інфраструктури міського простору та промислового майданчика ТЕС.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі фізики енергетичних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР «Розроблення методів і засобів підвищення експлуатаційної надійності та екологічної ефективності димових труб теплоенергетичних установок» (договір № 1-102/02, тема № 1.7.1.890) в рамках Цільової програми наукових досліджень

Відділення фізико-технічних проблем енергетики НАН України, реєстраційний

№ 0120U101123, під керівництвом завідувача кафедрою фізики енергетичних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, д.т.н., проф., академіка Національної академії наук України Халатова Артема Артемовича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання дослідження особливостей аеродинаміки та теплообміну повітряного потоку при обтіканні однієї конічної труби, розташованої окремо та на промисловому майданчику ТЕС виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Чиркової Анни Петрівни повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 105 Прикладна фізика та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми прикладна фізика.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «зовнішня аеродинаміка і теплообмін димових труб теплоенергетичних установок». Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння (засобами Unicheck), можна зробити висновок, що дисертаційна робота Чиркової Анни Петрівни 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.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Дисертаційна робота є завершеною комплексною науковою роботою. Стиль викладення доступний

для сприйняття та у логічній постановці. У роботі використано загальноприйняту термінологію та позначення величин притаманних для прикладної фізики.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 128 сторінок.

У вступі розглянуто основні проблеми енергетики України, пов'язані з експлуатацією димових труб ТЕЦ. Обґрунтовується актуальність теми дисертації, ставляться завдання для її досягнення. Обґрунтовано метод дослідження. Розглянуті нові наукові результати та їх практичне значення, зв'язок дисертації з програмою фундаментальних робіт НАН України, особистий внесок автора та апробація результатів дослідження.

У першому розділі представлено короткий огляд сучасного стану проблеми експлуатації димових труб ТЕС. Розглянуто основні конструкції димових труб, проаналізовано основні проблеми їх експлуатації, пов'язані з випаданням хімічно агресивного конденсату, що призводить до деградації внутрішньої поверхні димових труб та порушення екологічно безпечних умов їх експлуатації. Детально розглянуто особливості аеродинаміки та теплообміну при поперечному обтіканні круглого нескінченного циліндра для докритичного, надкритичного та трансзвукового режимів обтікання. Проаналізовано вплив зовнішньої турбулентності та шорсткості поверхні на теплообмін і аеродинаміку при поперечному обтіканні труби. Наводиться рівняння для профілю швидкості набігаючого вітру для трьох типів інфраструктури навколишнього простору. Розглянуто особливості обтікання димової труби та окремих будівель на майданчиках АЕС та ТЕС за різного напрямку вітру. Сформульовано мету роботи, обґрунтовано основні завдання для дослідження, зроблено вибір методу дослідження.

У другому розділі розглянуто методичні аспекти комп'ютерного моделювання аеродинаміки та теплообміну при зовнішньому обтіканні одиночної конічної труби, яка розташована на земній поверхні. Наводиться математичний опис проблеми, розглянуто геометричні моделі, які досліджені

у роботі, аналізуються особливості завдання граничних умов. Розглянуті методи чисельного розв'язання системи диференціальних рівнянь руху та енергії, способи дискретизації рівнянь та методи розв'язання системи алгебраїчних рівнянь. На прикладі теплообміну при докритичному режимі обтікання круглого циліндра виконано верифікацію сіткової моделі та обґрунтовано модель турбулентності, що застосовується в роботі.

У третьому розділі виконано комп'ютерне моделювання аеродинаміки та теплообміну на поверхні одиночної конічної димової труби, розташованої у нескінченному просторі, а також у міській інфраструктурі. Запропоновано геометричну та комп'ютерну моделі димової труби, розглянуто методичні аспекти чисельного моделювання та представлено програму досліджень. У розрахунках на поверхні труби задавалися граничні умови I роду, використана RNG k-ε модель турбулентності. Максимальні значення тепловіддачі досягаються в середній частині труби, біля земної поверхні та у гирлі труби. Виявлено, що конусність труби практично не впливає на середню по всій висоті труби. Форма профілю швидкості вітру перед димовою трубою, яка визначається типом інфраструктури навколишнього простору, має значний вплив на розподіл локальної тепловіддачі по висоті труби. Зі зростанням середньої швидкості набігаючого потоку вітру середня по всій висоті труби тепловіддача зростає приблизно за лінійним законом.

У четвертому розділі розглянуті аеродинаміка та теплообмін біля одиночної конічної димової труби, розташованої в умовах промислового майданчика ТЕС. Для виконання досліджень розроблено спрощену геометричну та комп'ютерну моделі майданчика ТЕС, які враховують основні елементи її інфраструктури. На поверхні труби задавалися граничні умови I роду, а в розрахунках використана RNG k-ε модель турбулентності. На межах майданчика ставився профіль швидкості, який відповідає умовам міської забудови. Програма досліджень включає різний напрямок вітру та різні сезонні температурні умови, що притаманні для умов України. Показано, що інфраструктура майданчика ТЕС істотно впливає на умови обтікання димової

труби та тепловіддачу. Показано, що періодична зміна швидкості, температури, тиску та теплообміну в кормовій частині труби має місце тільки вище даху машинного залу. Використання у розрахунках рівномірного профілю швидкості перед трубою може призводити до значних помилок у розрахунках локальної тепловіддачі. У приземній зоні труби та в області машинного залу тепловіддача може бути заниженою і завищеною порівняно з результатами розрахунку для рівномірного профілю швидкості, а вище даху машинного залу це рівняння показує завищені результати. Виконано порівняльний аналіз розподілу локальної тепловіддачі по висоті труби при різному напрямку вітру

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 шести наукових публікаціях здобувача, серед яких: п'ять статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; одна стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованих у базі Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на шістьох наукових фахових конференціях.

Публікації здобувача виконано з дотриманням всіх принципів академічної доброчесності та на високому науковому рівні. Публікації в яких Чиркова А. П. є автором та співавтором демонструють вагомий науковий внесок здобувача. Результати проведених наукових дослідження повністю описані в зарахованих публікаціях за тематикою дослідження.

Здобувач особисто брала участь в розробці, верифікації та тестуванні процесу чисельного моделювання зовнішньої аеродинаміки і локального теплообміну біля конічної димової труби з використанням програмного пакета ANSYS 2020-R1 враховуючи різні граничні умови. Проводила аналіз та

узагальнення результатів чисельного моделювання і виявила, що форма димової труби слабо впливає на середню за висотою труби тепловіддачу, проте має значний вплив на локальний теплообмін.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В роботі вперше виявлено періодичний характер зміни швидкості, тиску, температури та коефіцієнта тепловіддачі в кормовій частині конічної димової труби при її поперечному обтіканні для різних граничних умов. Чи підтверджуються ці висновки, наприклад експериментальними даними?

2. Визначення новизни дисертації стверджує, зокрема, що інфраструктура міського простору та промислового майданчика ТЕС має істотний вплив на локальну тепловіддачу димової труби ТЕС. Доцільно навести конкретні показники цього впливу.

3. Потребує додаткового пояснення відмінність в 30% даних з тепловіддачі для розрахунків за формулою (1.1) та моделювання, рис. 3.6.

4. Чим обґрунтовано розподіл труби на зони та їх кількість при моделюванні?

5. Чи може врахування впливу сонячної радіації вплинути на результати дослідження тепловіддачі на поверхні труби?

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 Чиркової Анни Петрівни на тему «Особливості зовнішньої аеродинаміки і теплообміну димових труб у міській інфраструктурі та на майданчику ТЕС» 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 10 Природничі науки. 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 Чиркова Анна Петрівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали.

Рецензент:

Професор кафедри теплової та
альтернативної енергетики ННІАТЕ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
д.т.н., проф.



М.П.



« 28 » 05 2024 року