

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи
Національного технічного

університету України

«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

к.ф.і.н., проф.

Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО



«28» 02 2024 р.

ВИТЯГ

з протоколу №2-2024 від 14 лютого 2024 р. розширеного засідання
кафедри прикладної фізики

Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри прикладної фізики:

1. Доктор фіз.-мат. наук, доцент, завідувач кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Монастирський Г. Є.;
2. Доктор техн. наук, професор кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Воронов С. О.;
3. Кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Кондаков В. О.;
4. Доктор техн. наук, професор кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Халатов А. А.
5. Кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Пономаренко С. М.;
6. Кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Гордійко Н. О.;
7. Кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Долгошей В. Б.;

8. Кандидат фіз.-мат. наук, старший викладач кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Катасонов А. А.;
9. Кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Гільчук А. В.;
10. Старший викладач кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Бех С. В.;
11. Фахівець першої категорії кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Ткач В. С.;
12. Здобувач наукового ступеня доктора філософії, випускник кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Ольховик І. В.;

- з інших кафедр КШ ім. Ігоря Сікорського:

1. Професор кафедри теплової та альтернативної енергетики НН ІАТЕ, доктор технічних наук, старший науковий співробітник Абдулін М. З.
2. Завідувач кафедри атомної енергетики НН ІАТЕ, доктор технічних наук, професор Туз В. О.
3. Доцент кафедри атомної енергетики НН ІАТЕ, кандидат технічних наук, доцент, Баранюк О. В.
4. Професор кафедри теплової та альтернативної енергетики, НН ІАТЕ, доктор технічних наук, професор Дешко В. І.
5. Старший викладач кафедри математичного моделювання та аналізу даних НН ФТІ, доктор філософії за спеціальністю 113 “Прикладна математика”, Яйлимова Г. О.

Запрошені з інших організацій:

1. Інститут технічної теплофізики НАН України, провідний науковий співробітник відділу високотемпературної термогазодинаміки, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Борисов І. І.
2. Інститут технічної теплофізики НАН України, старший науковий співробітник відділу високотемпературної термогазодинаміки, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Шіхабутінова О.В.
3. Інститут гідромеханіки НАН України, завідувач відділу гідродинаміки хвильових та руслових потоків, доктор технічних наук, старший науковий співробітник Воскобійник В. А.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспірантки кафедри прикладної фізики Чиркової Анни Петрівни за матеріалами дисертаційної роботи «Особливості зовнішньої аеродинаміки і теплообміну димових труб у міській інфраструктурі та на

майданчику ТЕС», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «природничі науки» за спеціальністю 105 «прикладна фізика та наноматеріали». Освітньо-наукова програма «Прикладна фізика».

Тему дисертаційної роботи «Особливості зовнішньої аеродинаміки і теплообміну димових труб у міській інфраструктурі та на майданчику ТЕС» затверджено на засіданні Вченої ради Фізико-технічного інституту (протокол № 9 від «26» жовтня 2020 року) та перезатверджено на засіданні Вченої ради Навчально-наукового фізико-технічного інституту (протокол № 2 від «29» січня 2024 року).

Науковим керівником затверджений:

професор кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Халатов А. А., доктор технічних наук, професор, академік НАН України.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

1. Доктор технічних наук, завідувач кафедри атомної енергетики НН ІАТЕ, професор, Туз В. О.;
2. Доктор фіз.-мат. наук, доцент, завідувач кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Монастирський Г. Є.;
3. Кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Іванова В. В.;
4. Кандидат фіз. - мат. наук, доцент кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Гільчук А. В.;
5. Кандидат технічних наук, доцент кафедри атомної енергетики НН ІАТЕ, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», доцент, Баранюк О. В.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

1. Доктор фіз.-мат. наук, доцент, завідувач кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Монастирський Г. Є.;
2. Доктор технічних наук, професор кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Воронов С. О.;
3. Кандидат фіз. - мат. наук, доцент кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Гільчук А. В.;

4. Кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Іванова В. В.;
5. Кандидат технічних наук, доцент кафедри атомної енергетики НН ІАТЕ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Баранюк О. В.;
6. Доктор технічних наук, професор кафедри теплової та альтернативної енергетики, НН ІАТЕ, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», професор Дешко В. І.;
7. Кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Пономаренко С. М.;

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження:

Енергетика є однією з провідних та критично важливих галузей економіки України. Нині її основу становлять теплові та атомні електростанції, які виробляють майже 90% теплової та електричної енергії. При використанні органічного палива на теплових станціях (вугілля, буре вугілля, альтернативні джерела енергії) утворюються продукти згоряння, які виділяються в атмосферу через димові труби досить великої висоти (понад 300 м). У міських ТЕЦ димові труби мають меншу висоту (120-180 м), проте вони відіграють велику роль у видаленні шкідливих продуктів згоряння в атмосферу.

Температурний стан димової труби відіграє велику роль при експлуатації ТЕЦ і ТЕС. Надійна експлуатація димових труб повинна забезпечувати відсутність конденсатоутворення всередині труби, що має кислий характер і може виникнути при неузгодженні теплових режимів на зовнішній та внутрішній поверхні труби. Випадання конденсату призводить до руйнувань усередині труби, утворення щілин для припливу атмосферного повітря, що ще більше посилює ситуацію.

У найближчій перспективі планується створення «розумних» димових труб, температурний стан яких контролюватиметься датчиками температури та тиску, так щоб узгодити температурний стан зовні та всередині труби для запобігання випаданню конденсату за всіх умов її експлуатації. Але для цього потрібні надійні дані по локальній тепловіддачі, але насамперед на зовнішній поверхні труби за різної швидкості та температури вітру (сезонність) з урахуванням інфраструктури навколишнього середовища та майданчика ТЕЦ/ТЕС. Такі дані в даний час практично відсутні, тому проектування та експлуатація димових труб виконуються за середніми параметрами з великими похибками.

Дисертаційна робота присвячена вивченню особливостей аеродинаміки і теплообміну на зовнішній поверхні димової труби, при різних умовах обтікання (швидкість та температура повітря) з урахуванням міської інфраструктури та інфраструктури типової моделі майданчика ТЕС, дослідженню розподілу локальних коефіцієнтів тепловіддачі особливостей обтікання по висоті димової труби при симетричному і несиметричному обтіканні.

Дослідження, виконані у дисертаційній роботі, є міжгалузевими, а саме: відповідають спеціальностям 105 «прикладна фізика та наноматеріали» і 144 «теплоенергетика». Результати дослідження опубліковані у наукових журналах, у т.ч. українських наукових журналах групи Б за спеціальностями 105 та 144.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами:

Дисертаційна робота виконувалася:

на кафедрі прикладної фізики НН ФТІ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

у відділі високотемпературної термогазодинаміки Інституту технічної теплофізики НАН України за підтримкою Цільової програми наукових досліджень відділення фізико-технічних проблем енергетики НАН України (реєстраційний № 0120U101123) по проекту «Розроблення методів і засобів підвищення експлуатаційної надійності та екологічної ефективності димових труб теплоенергетичних установок» (договір № 1-102/02, тема № 1.7.1.890).

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Виявлено хвилеподібний характер зміни швидкості, статичного тиску, температури та коефіцієнта тепловіддачі в кормовій частині конічної димової труби при поперечному обтіканні. Зі зростанням швидкості набігаючого потоку середній коефіцієнт тепловіддачі зростає практично лінійно як при рівномірній, так і змінній по висоті труби швидкості потоку.

2. Встановлено, що локальна тепловіддача змінюється по висоті труби, що обумовлено значним поперечним потоком повітря від основи труби до її устя; для досліджених умов конусність димової труби не впливає на середню тепловіддачу по всій висоті труби і може визначатися по рівнянню для круглої труби.

3. Встановлено, що міська інфраструктура та інфраструктура промислового майданчика ТЕС має істотний вплив на локальну тепловіддачу димової труби ТЕС. Відмінність результатів від даних за рівнянням для круглої труби може становити 20% і більше.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи:

1. Підтверджена можливість чисельного (комп'ютерного) моделювання для отримання надійних даних по аеродинаміці та теплообміну при поперечному обтіканні конічної димової труби при відривному і

несиметричному обтіканні, обумовленим впливом інфраструктури навколишнього простору і промислового майданчика ТЕС.

2. Отримані в роботі результати можуть бути використані для розрахунку локальної тепловіддачі по висоті конічної димової труби з урахуванням швидкості та температури вітру, а також міської інфраструктури та майданчика ТЕС, як при проектуванні нових труб, так і при модернізації труб, які знаходяться в експлуатації.

5. Апробація/використання результатів дисертації

Результати досліджень доповідались та обговорювались на 6 всеукраїнських та міжнародних конференціях:

1. XVII Міжнародної науково-технічної конференції «Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування», НТУ «ХП», Харків, Україна 27–28 квітня 2021.
2. Міжнародної науково-технічної конференції «Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування», НТУ «ХП», Харків, Україна 27–28 квітня 2021.
3. Young researchers in the global world: Approaches and challenges, National university of urban economy in Kharkiv, The 2021 international forum for young researchers, Kharkiv O. M. Beketov NUUE, April 23 2021.
4. XIX всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики», КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна 13-14 травня 2021 року.
5. Восьмої Міжнародної науково-практичної конференції «Комп'ютерна гідромеханіка», Інститут гідромеханіки НАН України, м. Київ, Україна 27-28 вересня 2022 р.
6. XXI Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики», КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна 11 – 12 травня 2023 р.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Чиркової А.П. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 12 наукових публікацій, у тому числі:

- 2 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»

в т.ч. 0 статей, у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

- 1 статей у періодичних наукових виданнях, віднесених до четвертого кварталу проіндексованих у базах Scopus та/або Web of Science Core Collection чи одноосібних монографій, що відповідають зазначеним вимогам;

- 6 тез виступів на наукових конференціях;
- 3 статті, які додатково відображають результати досліджень (опубліковані у наукових фахових виданнях України за спеціальністю, 144 «Теплоенергетика»);

в т.ч. 1 стаття, у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

1. A. Khalatov, O. Shikhabutinova, A. Chyrkova, "Aerodynamics and Heat Transfer Near the Conical Chimney Placed on the Thermal Power Station Site", *Systems, Decision and Control in Energy V*, Vol. 481, pp 327–354, 2023.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7_17

Особистий внесок здобувача полягає в участі у проведенні та аналізі розрахунків по темі дослідження аеродинаміки та теплообміну конічної димової труби теплової електростанції.

2. А. П. Чиркова, А. А. Халатов, В. С. Олійник, О. В. Шихабутінова «Аеродинаміка та теплообмін одиночної конічної труби при зовнішньому обтіканні» (фаховий журнал категорії Б). *Теплофізика та теплоенергетики* 43(4), с. 25-31, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31472/tpe.4.2021.3>

Особистий внесок здобувача полягає в участі у створенні моделі дослідження та проведенні числових розрахунків в програмному пакеті Ansys 2020–R1 з дослідження аеродинаміки та теплообміну конічної димової труби при зовнішньому обтіканні; участь в обговоренні результатів розрахунків.

3. А. П. Чиркова, А. А. Халатов «Теплообмін та аеродинаміка біля вертикальної конічної труби на майданчику ТЕС» (фаховий журнал категорії Б). *Вісник НТУ «ХП» Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування*. 2022, № 1(9), С. 58-63. DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2022.01.07>

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні числових розрахунків та аналізі отриманих результатів.

4. А. П. Чиркова «Проблеми аеродинаміки та теплообміну в поперечному потоку одиночної конічної труби на площадці ТЕС» (фаховий журнал категорії Б). *Вісник Черкаського університету: фізико-математичні науки*, т.1, №1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31651/2076-5851-2022-77-94>

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні числових розрахунків та аналізі отриманих результатів.

5. О. В. Шихабутінова, А. П. Чиркова. «Аеродинаміка повітряного потоку поблизу конічної димової труби на майданчику теплової електростанції» (фаховий журнал категорії Б). *Інститут технічної теплофізики НАН України, журнал «Теплофізика та теплоенергетика»* 47(4), с 51-59, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31472/tpe.4.2022.6>

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні числових розрахунків аеродинаміки та теплообміну комп'ютерної моделі димової труби, що знаходиться на майданчику ТЕС. Здобувач приймала участь у обговоренні отриманих результатів розрахунків.

6. А. П. Чиркова «Методика числового моделювання аеродинаміки і теплообміну при поперечному обтіканні круглого циліндра» (фаховий

журнал категорії Б) Луцький національний університет, журнал «Наукові нотатки» №76, с. 210 – 213, 2023.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні аналізу існуючих методів проведення дослідження та обґрунтування вибору методики числового моделювання при дослідженні аеродинаміки та теплообміну поперечного обтікання круглого циліндра.

7. А. П. Чиркова «Проблеми аеродинаміки та теплообміну в поперечному потоку одиночної конічної труби на площадці ТЕС» (фаховий журнал категорії Б), Вісник Черкаського університету: фізико-математичні науки, т. 1, № 1, с. 77 – 94, 2022.

Особистий внесок здобувача полягає в опрацюванні результатів експерименту. Підготовка тез доповідей.

Матеріали дисертаційної роботи представлені у вигляді доповідей на міжнародних/вітчизняних наукових конференціях:

8. А. А. Халатов, Г. В. Коваленко, В. С. Олійник, О. В. Шіхабутінова, А. П. Ільченко, «Вплив інфраструктури навколишньої поверхні на теплообмін і аеродинаміку конічної димової труби ТЕС». Міжнародної науково-технічної конференції «Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування», Харків, 27–28 квітня, НТУ «ХП», с. 62-63, 2021.

Особистий внесок здобувача полягає в опрацюванні результатів експерименту. Підготовка тез доповідей.

9. А. Р. Chyrkova, O. Yu. Chygai, V. S. Oliinyk «Environmental impact of the surrounding surface on heat transfer aerodynamics of conical chimney thermal power station». Young researchers in the global world: Approaches and challenges, National university of urban economy in Kharkiv, The 2021 international forum for young researchers, April 23, 2021, Kharkiv O. M. Beketov NUUE, 2021.

Особистий внесок здобувача полягає в опрацюванні результатів експерименту. Підготовка тез доповідей.

10. А. А. Халатов, Г. В. Коваленко, О. В. Шіхабутінова, А. П. Чиркова «Особливості аеродинаміки димових труб сучасних теплових електростанцій». ХІХ всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики», Київ, 13-14 травня, КПІ ім. Ігоря Сікорського, с. 128-130, 2021.

Особистий внесок здобувача полягає в опрацюванні результатів експерименту. Підготовка тез доповідей.

11. А. П. Чиркова, А. А. Халатов, О. В. Шіхабутінова «Вплив інфраструктури ТЕС на теплообмін і аеродинаміку навколо димової труби» Восьмої Міжнародної науково-практичної конференції «Комп'ютерна гідромеханіка», 27-28 вересня 2022 р., Інститут гідромеханіки НАН України, м. Київ, Україна. С. 91–92.

Особистий внесок здобувача полягає в опрацюванні результатів експерименту. Підготовка тез доповідей.

12. А. П. Чиркова, М. А. Данилов, А. А. Халатов, «Теплові процеси та аеродинамічні властивості біля конічної вертикальної димової труби на майданчику теплової електростанції», XXI Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики», 11 – 12 травня 2023 р., КПІ ім. Ігоря Сікорського, с. 110 – 116, м. Київ.

Особистий внесок здобувача полягає в опрацюванні результатів експерименту. Підготовка тез доповідей.

Якість та кількість публікацій відповідають «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.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Чиркової А.П. «Особливості зовнішньої аеродинаміки і теплообміну димових труб у міській інфраструктурі та на майданчику ТЕС», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «природничі науки» за спеціальністю 105 «прикладна фізика та наноматеріали» за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського «Прикладна фізика» зі спеціальності 105 «прикладна фізика та наноматеріали».

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Особливості зовнішньої аеродинаміки і теплообміну димових труб у міській інфраструктурі та на майданчику ТЕС», подану Чирковою Анною Петрівною на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри атомної енергетики НН ІАТЕ, Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", **Туз Валерій Омелянович;**

Члени:

Рецензенти:

Доктор технічних наук, професор кафедри теплової та альтернативної енергетики, НН ІАТЕ, Національного технічного університету України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", **Дешко Валерій Іванович;**

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри атомної енергетики НН ІАТЕ, Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", **Баранюк Олександр Володимирович;**

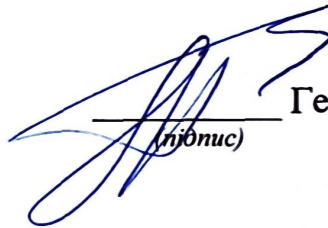
Офіційні опоненти:

Доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу гідродинаміки хвильових та руслових потоків, Інституту гідромеханіки НАН України, **Воскобійник Володимир Анатолійович;**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплоенергетики, Національного університету біоресурсів і природокористування України, **Горобець Валерій Григорович.**

Головуючий на засіданні:

Доктор фіз.-мат. наук, доцент,
зав. кафедри прикладної
фізики НН ФТІ
«КПІ ім. Ігоря Сікорського»



Геннадій МОНАСТИРСЬКИЙ

Вчений секретар
кафедри прикладної
фізики НН ФТІ
«КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Кандидат фіз.-мат. наук, доцент



Сергій ПОНОМАРЕНКО