

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
 Теплоенергетичний факультет
 Кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

«До захисту допущено»
 Завідувач кафедри
 _____ /проф. В.О. Туз/
 “ _____ ” _____ 2019 р.

Дипломна робота
на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки **6.050601 „Теплоенергетика”**

на тему: Теплообмін теплової труби з розвиненою поверхнею зони конденсації

Виконав (-ла): студент (-ка) _____ курсу, групи ТФ-51

Васильєва Анастасія Дмитрівна

(прізвище ім'я, по-батькові)

_____ (підпис)

Керівник

ст. викладач, к. т. н. Семеняко О. В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант:

з питань охорони праці

(назва розділу)

к.т.н., ст.викладач Чернушак І.І.

(посада, вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет (інститут) теплоенергетичний
 Кафедра Атомних електричних станцій і інженерної теплофізики
 Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
 Напрямок підготовки 6.050601 „Теплоенергетика”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

/В.О.Туз/

(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Васильєвій Анастасії Дмитрівні

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. **Тема роботи** Теплообмін теплової труби з розвиненою поверхнею зони конденсації

Керівник роботи Семеняко Олександр Володимирович, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом по університету від " ____ " _____ 20__ р. № _____

2. **Строк подання** студентом роботи „31” травня 2019 р.

3. **Вихідні дані до роботи**

Мідна тепла труба з метало-волокнистою капілярною структурою;
зовнішній діаметр корпусу 6 мм; загальна довжина 230 мм; довжина зони
конденсації 50 мм; спіральне оребрення; діаметр проволочки 2 мм; орієнтовний
крок оребрення 3,5 мм; матеріал – мідь; вимушене повітряне охолодження.

4. **Зміст дипломної роботи** (перелік завдань, які потрібно розробити)

а) основна частина: провести огляд літератури; розробити експериментальний
стенд, методику дослідження та методику обробки даних; провести
експериментальні дослідження на гладкій та оребреній теплових трубах;
обробити та проаналізувати отримані дані.

б) охорона праці та навколишнього середовища

5. Перелік (ілюстративного) графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів тощо)

Схема дослідної установки – аркуш А1.

Методика досліджень – аркуш А1.

Результати досліджень – 2 аркуша А1

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
з питань охорони праці	<i>ст.викл. Чернушак І.І</i>		

7. Дата видачі завдання " 15 " квітня 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Видача завдання на бакалаврську роботу</i>	15.04.2019	
2	<i>Літературний огляд</i>	22.04.2019	
3	<i>Опис конструкції експериментального стенду</i>	29.04.2019	
4	<i>Арк. 1. Схема дослідної установки</i>	29.04.2019	
5	<i>Методика дослідів і обробки даних</i>	02.05.2019	
6	<i>Оцінка похибки</i>	06.05.2019	
7	<i>Арк. 2.Складальний кресленик та деталювання</i>	14.05.2019	
8	<i>Експериментальні дослідження</i>	16.05.2019	
9	<i>Обробка і узагальнення даних</i>	21.05.2019	
10	<i>Арк. 3,4. Результати досліджень</i>	23.05.2019	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	27.05.2019	
12	<i>Підпис у керівника</i>	31.05.2019	
13	<i>Нормоконтроль</i>	03.06-07.06.2019	
14	<i>Попередній захист</i>	10.06-14.06.2019	
15	<i>Захист ДРБ</i>	17.06-30.06.2019	

Студент

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Васильєва А.Д.

_____ (прізвище та ініціали)

Семеняко О.В.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ДР: 73 с., 22 рис., 2 табл., 23 джерела, 1 додаток.

Об'єкт дослідження – теплообмін теплової труби з розвиненою поверхнею зони конденсації.

Предмет дослідження – вплив вимушеної конвекції та розвинення поверхні на теплопередавальні характеристики теплової труби.

Метод дослідження – експериментальні дослідження теплообміну теплової труби на аеродинамічному стенді.

Аналіз експериментальних даних по дослідженню теплообміну теплової труби в зоні конденсації показав, що

Рекомендації – результати досліджень можуть бути використані при розробці систем охолодження радіоелектронної апаратури.

ТЕПЛОВА ТРУБА, КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОВІДДАЧІ, ТЕРМІЧНИЙ ОПІР,
ВИМУШЕНА КОНВЕКЦІЯ

SUMMARY

DW: 73 p., 22 fig., 2 tab., 23 source, 1 att.

The object of research – heat transfer heat pipe with a developed surface of the condensation zone.

The subject of the study – the effect of forced convection and surface development on the heat transfer characteristics of the heat pipe.

The method of research – experimental research on the heat transfer of a heat pipe on an aerodynamic stand.

An analysis of experimental data on the study of the heat transfer of a heat pipe in the condensation zone showed that

Recommendations – research results can be used in the development of cooling systems for electronic equipment.

HEAT PIPE, HEAT TRANSFER COEFFICIENT, THERMAL RESISTANCE,
FORCED CONVECTION

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	10
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	11
1.1 Системи охолодження радіоелектронної апаратури.....	11
1.2 Використання теплових труб в системах охолодження електронних пристроїв.....	14
1.3 Пристрої для охолодження радіоелектронної апаратури.....	18
1.4 Використання теплових труб для охолодження радіоелектронної апаратури	23
1.5 Висновки.....	25
2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ.....	26
2.1 Експериментальний стенд.....	27
2.2 Конструкції робочих елементів.....	29
2.3 Методика проведення досліджень.....	33
2.4 Методика обробки експериментальних даних.....	34
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	39
3.1 Теплопередавальні характеристики теплової труби.....	39
3.2 Теплообмін ззовні зони конденсації теплової труби.....	42
3.3 Висновки.....	45
4 ОЦІНКА ПОХИБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ.....	47
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61
5.1 Технічні рішення та організаційні заходи щодо безпеки експлуатації дослідного стенда при виконанні науково - дослідної роботи.....	61
5.2. Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.....	65
5.3 Пожежна безпека та профілактика.....	68

ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	71
Додаток А. Вибірка для розрахунку статистичної похибки середніх температур	73