

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

«На правах рукопису»

УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ /проф. В.О.Туз/  
“ ” \_\_\_\_\_ 2018 р.

**Магістерська дисертація  
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 143 Атомна енергетика

спеціалізації Атомні електричні станції

на тему: Оцінка технічного стану теплообмінника САОЗ НТ ядерної енергетичної установки з реактором ВВЕР-1000 з метою продовження строку експлуатації

**Виконав (-ла):** студент (-ка) 6 курсу, групи ТЯ-72МП

Кривко Тарас Михайлович

(прізвище ім'я, по батькові)

(підпис)

**Науковий керівник** к.т.н., доц Коньшин В.І

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

(підпис)

**Консультанти:**

з питань розроблення

стартап-проекту

(назва розділу)

к.т.н., доц Лебідь Н.Л

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали )

(підпис)

з питань охорони праці

(назва розділу)

к.т.н., доц. Каишанов С.Ф.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали )

(підпис)

**Рецензент**

Сусь В.П

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

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2018 року

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

Факультет (інститут) Теплоенергетичний

Кафедра Атомних електрических станцій і інженерної теплофізики

Рівень вищої освіти другий(магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 143 Атомна енергетика

Спеціальність Атомні електричні станції

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

/В.О. Туз/

(підпись)

(ініціали, прізвище)

20

“        “       

p.

**ЗАВДАННЯ**  
**на магістерську дисертацію студенту**

Кривко Тарас Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема дисертації** Оцінка технічного стану теплообмінника САОЗ НТ ядерної енергетичної установки з реактором ВВЕР-1000 з метою продовження строку експлуатації

науковий керівник дисертації Коньшин Валерій Іванович к.т.н., доц.

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

затверджені наказом по університету від «      » 20 р. №       

**2. Термін подання студентом дисертації** "30" листопада 2018 р.

*Процеси старіння і деградації металу теплообмінника САОЗ*

**3. Об'єкт дослідження** НТ з  
реактором типу ВВЕР-1000

**4. Предмет**

**дослідження** Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на зміну технічного стану теплообмінника САОЗ НТ

**5. Перелік завдань, які потрібно розробити** 1 Розглянути стан проблеми щодо

обґрунтування безпечної експлуатації Енергоблоку в понадпроектний період

2 Виконати попередню оцінку технічного стану теплообмінника САОЗ НТ

3 Виконати розрахунки теплообмінника САОЗ НТ на статичну, циклічну міцність та сейсмічну стійкість

4 Розглянути питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

5 Розробити стартап проект

**6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу****1.СХЕМА САОЗ НТ – 1 АРКУШ****2.ТЕПЛООБМІННИК САОЗ НТ – 1 АРКУШ****3.СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ САОЗ НТ -1 АРКУШ****4.РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ – 6 АРКУШІВ****8. Консультанти розділів дисертації:**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	заявлення прийнято
з розроблення стартап-проекту	к.т.н., доц. Лебідь Н.Л		
з питань охорони праці	к.т.н., доц. Кащанов С.Ф.		

**9. Дата видачі завдання** " 29 " жовтня 2018 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Стан проблематики щодо обґрунтування безпечної експлуатації енергоблоку в понадпроектний термін</i>	1.11.2018	
2	<i>Попередня оцінка технічного стану ТОАР</i>	5.11.2018	
3	<i>Виконання розрахунків на статичну, циклічну міцність та сейсмічну стійкість</i>	12.11.2018	
4	<i>Підготовка графічного матеріалу</i>	18.11.2018	
5	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	22.11.2018	
6	<i>Розробка стартап-проекту</i>	28.11.2018	
7	<i>Підпис керівника магістерської дисертації</i>	30.11.2018	
8	<i>Проходження нормоконтролю</i>	03.12-07.12.2018	
9	<i>Попередній захист</i>	10.12-13.12.2018	
10	<i>Державний захист магістерської дисертації</i>	17.12-31.12.2018	

**Студент**

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## Науковий керівник дисертації

(підпис)

(прізвище та  
ініціали)

### РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація : 98 с., 6 ч., 39 табл., 2 дод., 13 джерел

### ТЕПЛООБМІННИК СИСТЕМИ САОЗ НТ , ТВЕРДІСТЬ , СТАТИЧНА МІЦНІСТЬ , ЦИКЛІЧНА МІЦНІСТЬ , СЕЙСМІЧНІ СТІЙКІСТЬ

Об'єкт дослідження – зміна технічного стану теплообмінників системи аварійного розхолодження активної зони з реактором ВВЕР-1000 , його міцнісних та сейсмічних характеристик після закінчення строку експлуатації.

Предмет дослідження – вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на технічний стан теплообмінників системи САОЗ НТ з реактором ВВЕР-1000.

Мета роботи – оцінка технічного стану теплообмінника САОЗ НТ з реактором ВВЕР-1000 з метою продовження строку експлуатації.

Методи дослідження – детерміністичні методи , що базуються на проведені порівняльного аналізу отриманих розрахункових даних з допустимими граничними значеннями та з результатами розрахункових моделей.

Проведено оцінку технічного стану ТОАР енергоблоку №3 ВП РАЕС.

Виконано аналіз проектної , технічної та експлуатаційної документації в об'ємі попередньої оцінки технічного стану . Наведені результати повірочного розрахунку ТОАР в розрахункових станах , які відповідають нормальним умовам експлуатації (НУЕ) , гідропропробуванням (ГВ) та при сейсмічних впливах в умовах максимального розрахункового землетрусу (МРЗ). За отриманими результатами встановлена відповідність фактичних напружень в розрахункових зонах теплообмінника допустимим , зазначеним в діючій нормативній документації . Визначена величина пошкоджуваності елементів теплообмінника для допустимої кількості циклів навантаження .

## ABSTRACT

Master's thesis: 98 p., 6 pp., 39 tables, 2 pp., 13 sources

### HEAT EXCHANGER OF SAOZ NT SYSTEM, HARDNESS, STATIC DENSITY, CYCLE DENSITY, SEISMIC STABILITY

The object of research is the change of the technical condition of the heat exchangers of the emergency cooling system of the active zone with the WWER-1000 reactor, its strength and seismic characteristics after the expiration of the service life.

The subject of the study is the influence of external and internal factors on the technical condition of the heat exchangers of the SAOZ NT system with the reactor WWER-1000.

The purpose of the work is to evaluate the technical state of the heat exchanger SAOZ NT with WWER-1000 reactor in order to extend the service life.

The research methods are deterministic methods based on the comparative analysis of the calculated data with allowable limit values and the results of the calculation models.

The assessment of the technical condition of the power generating unit of the power unit №3 of the RNPP Plant was made.

The analysis of the design, technical and operational documentation in the volume of preliminary estimation of the technical condition is carried out. The results of the calibration calculation of the TOAP in the calculated states that correspond to the normal operating conditions (NUE), the hydrotesting (GV) and the seismic influences in the conditions of the maximum calculated earthquake (MRZ) are given. According to the results, the correspondence of the actual stresses in the calculated zones of the heat exchanger to the permissible values indicated in the current normative documentation is established. Determined amount of damage to the elements of the heat exchanger for the admissible number of load cycles.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ .....	12
ВСТУП.....	13
1 СТАН ПРОБЛЕМАТИКИ ОБГРУНТУВАННЯ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГОБЛОКУ.....	16
1.1 Суть продовження строку експлуатації ядерних енергоблоків в понадкретичний термін.....	16
1.2 Проблеми при експлуатації реакторів типу ВВЕР .....	18
1.3 Періодична переоцінка безпеки .....	20
2 ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЕПЛООБМІННИКА САОЗ НТ 3 РЕАКТОРОМ ВВЕР-1000 .....	22
2.1 Попередня оцінка технічного стану .....	22
2.1.1 Аналіз технічної документації.....	22
2.1.2 Аналіз умов експлуатації .....	24
2.1.3 Параметри технічного стану .....	29
2.1.4 Аналіз результатів контролю стану металу .....	31
2.1.5 Визначення механізмів старіння .....	32
2.8 Обєм та методика виконання огляду ТОАР .....	34
2.8.1 Додатковий контроль металу .....	34
2.8.2 Зовнішній огляд.....	34
2.9 Неруйнівний контроль металу .....	35
2.10 Оцінка можливості перепризначення блоку .....	36
2.10.1 Обробка результатів контролю металу .....	36
2.11 Види, параметри та критерії граничних станів .....	36
2.12 Вимірювання (визначення) параметрів граничних станів .....	37
2.13 Розрахункове обґрунтування безпечної експлуатації ТОАР .....	38
2.14 Заходи з управління старінням тоара 3TQ10W01.....	40

<b>3 РОЗРАХУНОК СТАТИЧНОЇ , ЦИКЛІЧНОЇ МІЦНОСТІ ТА СЕЙСМІ-ЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТЕПЛООБМІННИКА СИСТЕМИ САОЗ НТ .....</b>	<b>42</b>
3.1 Розрахунок статичної міцності .....	42
3.2 Розрахунок на циклічну міцність.....	47
3.2.1 Розглянуті режими експлуатації обладнання.....	48
3.2.2 Процедура розрахунку на циклічну міцність .....	49
3.2.3 Розрахунки циклічної міцності теплообмінника:.....	51
3.3 Розрахунок на сейсмічні впливи.....	53
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>56</b>
4.1 Технічні рішення та організаційні заходи з радіаційної безпеки .....	56
4.1.1 Джерела радіаційної небезпеки на АЕС .....	59
4.1.2 Біологічний захист .....	60
4.1.3 Захист від радіоактивних газів і аерозолів .....	60
4.1.4 Радіаційний контроль .....	61
4.2 Електробезпека .....	62
4.2.1 Технічні рішення по запобіганню електротравмам від дотику до нормально струмовідніх частин електроустаткування.....	63
4.2.2 Технічні рішення для запобігання електротравмам під час переходу напруги на нормально неструмовідні частини електроустаткування .....	63
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	67
4.3.1 Обв'язки та дії персоналу у разі виникнення НС .....	68
4.3.2 Вимоги щодо організації ефективної роботи системи оповіщення виробничого персоналу при НС .....	70
4.3.3 Пожежна безпека .....	71
<b>5 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ.....</b>	<b>73</b>
5.1 Опис ідеї проєкту.....	73
5.2 Технологічний аудит ідеї.....	76
5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту .....	77
5.4 Розроблення ринкової стратегії .....	86
5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту .....	88

5.6 Висновок.....	91
6 ВИСНОВКИ.....	92
7 ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	94
ДОДАТКИ.....	96