

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

на тему :

“ Аналіз безпеки роботи РУ ВВЕР-1000 на потужностному ефекті реактивності більше 30 діб ”

ТЯ01мп.318.0003.250.МД

Виконав

студент VI курсу

групи ТЯ-01мп

Олег ПЕТИШИН

Київ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Теплоенергетичний факультет
Кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

«На правах рукопису»
УДК _____

До захисту допущено:
Завідувач кафедри

_____ / Валерій ТУЗ/
“ ” _____ 2021 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

за освітньо-професійною програмою Атомні електричні станції
зі спеціальності 143 Атомна енергетика

на тему: Аналіз безпеки роботи РУ ВВЕР-1000 на потужностному
ефекті реактиновсті більше 30 діб

Виконав (-ла): студент (-ка) VI курсу, групи ТЯ-01мп

Петишин Олег Валерійович

(прізвище ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник

асистент, к.т.н. Овдієнко Ю. М.

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

(підпис)

Консультанти:

з питань розроблення
стартап-проекту
(назва розділу)

асистент Остапенко І.А.

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

(підпис)

з питань охорони праці
(назва розділу)

к.т.н., доц. Каштанов С.Ф.

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

(підпис)

Рецензент

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

(підпис)

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

Студент (-ка) _____
(підпис)

Київ – 2021 рік

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Теплоенергетичний факультет
Кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики**

Рівень вищої освіти другий(магістерський)
Спеціальність 143 Атомна енергетика
Освітньо-професійна програма Атомні електричні станції

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

/ВАЛЕРІЙ ТУЗ/

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Петишину Олегу Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема дисертації** Аналіз безпеки роботи РУ ВВЕР-1000 на потужностному ефекті реактивності більше 30 діб

науковий керівник дисертації

Овдієнко Ю.М., асистент

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

затверджені наказом по університету від « ___ » _____ 2021 р. № _____

2. **Термін подання студентом дисертації** "28" листопада 2021 р.

3. **Об'єкт дослідження** Безпечна експлуатація РУ ВВЕР-1000 на потужностному ефекті реактивності більше 30 діб

4. **Вихідні дані** 31-а паливна кампанія енергоблоку №1 ВП ЗАЕС, на базі розрахункового кода АНС-Н.

5. **Перелік завдань, які потрібно розробити**

а) основна частина: виконати розрахунки та аналіз безпеки штатного, та нових запропонованих в ході розрахунків підходів роботи на потужностному ефекті реактивності більше 30 діб

б) розглянути питання охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях запропонувати технічні рішення та організаційні заходи з радіаційної безпеки електробезпеки та визначені основні заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях

в) розробити стартап-проект: провести маркетинговий аналіз застосування

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

1. Реактор типу ВВЕР-1000. Вид загальний – 1 аркуш А1
2. ТВЗ-А. Вид загальний – 1 аркуш А1
3. Поглинаючі стрижні ОР СУЗ – 1 аркуш А1.
4. Поперечний переріз реактору – 1 аркуш А1
5. Плакат згідно спецпитання – 5 аркушів А1

7. Орієнтовний перелік публікацій

8. Консультанти розділів дисертації:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
з розроблення стартап-проекту	<i>асистент, Остапенко І. А.</i>		
з питань охорони праці	<i>к.т.н., доц. Капитанов С.Ф.</i>		

9. Дата видачі завдання " 28 " жовтня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	<i>Аналіз вже проведених досліджень.</i>	01.10.2020	
3	<i>Огляд і аналіз ризик-інформованого управління конфігурацією енергоблока</i>	28.05.2021	
4	<i>Огляд оцінки інтегрованого ризику</i>	13.09.2021	
5	<i>Моделювання розрахункової моделі в програмному забезпеченні RiskWatcher</i>	20.10.2021	
6	<i>Розроблення стартап-проекту</i>	01.11.2021	
7	<i>Охорона праці</i>	18.11.2021	
8	<i>Підпис керівника магістерської дисертації</i>	28.11.2021	
9	<i>Проходження нормоконтролю</i>	29.11-05.12.2021	
10	<i>Попередній захист</i>	06.12-13.12.2021	
11	<i>Державний захист магістерської дисертації</i>	13.12-31.12.2021	

Студент

(підпис)

Олег ПЕТИШИН

(Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Науковий керівник

(підпис)

Юрій ОВДІЄНКО

(Власне ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

МД: 92 с., 28 рис., 21 табл., 2 додати, 15 джерел

Об'єкт дослідження – Безпечна експлуатація РУ ВВЕР-1000 на потужностному ефекті реактивності більше 30 діб.

Предмет дослідження – Дослідження чинників, які впливають на рівень безпеки експлуатації під час роботи РУ ВВЕР-1000 на потужностному ефекті реактивності більше 30 діб.

Мета роботи – Запропонувати оптимальний режим роботи РУ ВВЕР-1000 з використанням потужностного ефекту реактивності тривалістю більше 30 діб та обґрунтувати безпеку реалізації запропонованого режиму.

Задачі дослідження:

- Розробка режиму роботи на потужностному ефекті реактивності більше 30 діб для збільшення загальної тривалості паливної кампанії енергоблоку, яка не повинна перевищувати критерії прийнятності.
- Обґрунтування безпеки запропонованих режимів роботи на основі розрахункового аналізу НФХ.

Актуальність дослідження – На теперішній час в Україні дуже актуальне питання продовження терміну експлуатації паливної кампанії, для оптимізації роботи енергоблоку в єдиній мережі та збільшення вироблення електроенергії при тих самих витратах коштів на паливо.

Ключові слова

АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ, РОБОТА НА ПОТУЖНОСТНОМУ ЕФЕКТІ РЕАКТИВНОСТІ БІЛЬШЕ 30 ДІБ, АНС-Н.

ABSTRACT

MD: 92 pages, 28 images, 21 tables, 2 applications, 15 sources.

Object of research - safe operation of the WWER-1000 reactors on the power effect of reactivity for more than 30 days.

The subject of research - research of the factors influencing the level of operational safety during the operation of the WWER-1000 reactors on the power effect of reactivity for more than 30 days..

The purpose of work - to propose the optimal mode of operation of the WWER-1000 reactors using the power effect of reactivity lasting more than 30 days and to justify the safety of the proposed mode.

Research objectives:

- Development of the mode of operation on the power effect of reactivity for more than 30 days to increase the total duration of the fuel campaign of the power unit, which should not exceed the eligibility criteria.
- Substantiation of safety of the offered operating modes on the basis of the calculated analysis of NPC.

Relevance of research - at present, the issue of extending the life of the fuel campaign is very important in Ukraine, to optimize the operation of the unit in a single network and increase electricity generation at the same cost of fuel.

Keywords

SAFETY ANALYSIS, WORK ON THE POWER EFFECT OF REACTIVITY OVER 30 DAYS, ANC-H.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	9
ВСТУП	10
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	11
1.1 Реактивність та потужностний ефект реактивності.....	11
1.2 АЕС з ВВЕР. Використання потужностного та температурного ефектів реактивності.....	15
1.3 Робота енергоблоку в режимі продовження кампанії з використанням потужностного ефекту реактивності.....	22
2. ОПИС 31-ОЇ ПАЛИВНОЇ КАМПАНІЇ ЕБ №1 ВП ЗАЕС.....	27
2.1 Опис 31-го паливного завантаження	27
2.2 Основні нейтронно-фізичні характеристики	29
2.3 Вигорання палива та розподіл енерговиділення.	34
2.4 Начерк лінійного енерговиділення для ТВЗ 4-го року експлуатації ..	41
2.5 Окремі стани на різних рівнях потужності.....	42
2.6 Ефекти реактивності.....	44
3. РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ АНАЛІЗУ БЕЗПЕКИ РОБОТИ РУ ВВЕР- 1000 НА ПОТУЖНОСТНОМУ ЕФЕКТІ РЕАКТИВНОСТІ БІЛЬШЕ 30 ДІБ	47
3.1 Загальні відомості коду ANC-H	47
3.2 Точність розрахунку основних н/ф параметрів активної зони	50
3.3 Результати роботи на потужностному ефекті реактивності більше 30 діб, для нових підходів, та штатного.....	51

3.4	Максимальне вигорання	54
3.5	Максимальний коефіцієнт нерівномірності енерговиділення за ТВЗ	61
3.6	Коефіцієнт реактивності за температурою, та густиною теплоносія на потужності	64
3.7	Ефективність робочої групи на потужності	66
3.8	Результати розрахунків.....	68
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ..	71
4.1	Технічні рішення та організаційні заходи з радіаційної безпеки на АЕС.....	72
4.2	Електробезпека на АЕС	76
4.3	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	77
4.3.1	Технічні рішення системи запобігання пожеж та вибухів.....	78
4.3.2	Дії персоналу та правила поведінки населення при радіаційних аваріях на АЕС.....	80
4.3.3	Технічні рішення системи протипожежного захисту.....	81
5.	РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	84
5.1	Вступ.....	84
5.2	Опис ідеї проекту.....	84
5.3	Технологічний аудит ідеї проекту	86
5.4	Розроблення ринкової стратегії проекту.....	87
5.5	Висновки за розділом.....	89
	ВИСНОВКИ.....	90
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	91