

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра ядерной физики

КОЙДА

Виктор Сергеевич

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ
В СТЕРЖНЕВЫХ ТВЭЛАХ

Дипломная работа

Научный руководитель:
старший преподаватель О.В. Семенович

Консультант:
к.т.н., с.н.с., доцент Б.И. Попов

Рецензент:
д.ф.-м.н., профессор В. М. Анищик

Допущен к защите



«15» 01 2018 г.

Зав. кафедрой ядерной физики
кандидат физико-математических наук, доцент А.И. Тимощенко

Минск, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Перечень сокращений	4
Реферат	5
Рэферат	6
Summary	7
Введение	8
Глава 1 Методы моделирования температурных полей в твэлах	13
1.1 Конструкции ТВС энергетических реакторов	13
1.2 Задачи реакторной теплофизики	20
1.3 Модели температурного поля в твэле	24
1.3.1 Одномерная стационарная модель температурного поля в твэле	26
1.3.2 Двумерная нестационарная модель температурного поля в твэле	33
Глава 2 Модель температурного поля в твэле	34
2.1 Модель температурного поля	35
2.2 Теплопроводность зазора	39
2.2.1 Теплопроводность зазора, обусловленная радиационным теплопереносом	39
2.2.2 Теплоперенос, обусловленный теплопроводностью газа, заполняющего зазор	40
2.2.3 Проводимость контакта «топливо-оболочка»	41
2.2.4 Модель деформации топлива	42
2.3 Дискретный аналог	49
Глава 3 Алгоритм и результаты расчёта температурного поля для одномерной нестационарной модели	54
3.1 Алгоритм расчёта температурного поля	54
3.2 Результаты расчёта температурного поля в твэле	58
Заключение	69
Список использованной литературы	70

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 72 с., 34 рис., 2 табл., 16 ист.

ЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР, ТВЭЛ, ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, МЕТОД КОНТРОЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ, ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ.

Цель работы: 1) сделать аналитический обзор современных методов математического моделирования температурных полей в твэлах; 2) разработать и реализовать математическую модель температурного поля в стержневом твэле водоохлаждаемого реактора; 3) выполнить расчёты, демонстрирующие адекватность предложенной модели, и проанализировать результаты.

Метод исследования – математическое моделирование и вычислительный эксперимент.

Выполнен анализ существующих моделей температурного поля в твэле. Разработана одномерная математическая модель температурного поля и дискретный аналог данной модели на основе метода конечных объёмов. Выполнен расчёт на основании данной модели для различных коэффициентов теплопроводности. Выполнен анализ полученных результатов радиальной зависимости температуры в твэле, позволивших сделать вывод об адекватности математической модели.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца 72 с., 34 мал., 2 таб., 16 кр.

ЯДЗЕРНЫ РЭАКТАР, ЦВЭЛ, ТЭМПЕРАТУРНАЕ ПОЛЕ,
МАТЭМАТЫЧНАЯ МАДЭЛЬ, МЕТАД КАНТРОЛЬНЫХ АБ'ЁМАЎ,
ЦЕПЛАФІЗІЧНЫ РАЗЛІК.

Мэта працы: 1) зрабіць аналітычны агляд сучасных метадаў матэматычнага мадэлявання тэмпературных палёў у цвэлах; 2) распрацаваць і рэалізаваць матэматычную мадэль тэмпературнага поля ў стрыжневым цвэле водаахладжальны рэактара; 3) выканаць разлікі, што дэманструюць адэкватнасць прапанаванай мадэлі, і прааналізаваць вынікі.

Метад даследавання – матэматычнае мадэляванне і вылічальны эксперымент.

Выкананы аналіз існых мадэляў тэмпературнага поля ў цвэле. Распрацавана аднамерная матэматычная мадэль тэмпературнага поля і дыскрэтны аналог дадзенай мадэлі на грунце метаду канчатковых аб'ёмаў. Выкананы разлік на падставе дадзенай мадэлі для розных каэфіцыентаў цеплаправоднасці. Выкананы аналіз атрыманых вынікаў радыяльнай залежнасці тэмпературы ў цвэле, якія дазволілі зрабіць выснову пра адэкватнасць матэматычнай мадэлі.

SUMMARY

Graduate work 72 p., 34 figs, 2 tabs, 16 references.

NUCLEAR REACTOR, FUEL ROD, TEMPERATURE FIELD, MATHEMATICAL MODEL, CONTROL VOLUME METHOD, THERMOPHYSICAL CALCULATION.

The aim of the diploma work is to: 1) carry out the analytical survey of contemporary mathematical simulation methods of the temperature fields in fuel rods; 2) work out and apply the mathematical model of the temperature distribution in a fuel rod of the water cooled reactor; 3) make calculations demonstrating the proposed model being adequate, and analyse its results.

Research method – mathematical modeling and calculation experiment.

The analysis of existing models for temperature field in a fuel rod is carried out. The one-dimensional mathematical model of the temperature field and its discrete version are developed on the base of control volumes. The calculation based on the model is done for different heat diffusion coefficient. The analysis of the results received for the dependence of the temperature on the radius of a rod is done to conclude about adequateness of the mathematical model.