



Акционерное общество
Государственный научный центр
Российской Федерации –
ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени А.И. Лейпунского
(АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»)

Бондаренко пл., д. 1, г. Обнинск Калужской обл., 249033
Телетайп: 183566 «Альфа». Факс: (484) 396 8225, (484) 395 8477
Телефон: (484) 399 8249 (приемная), (484) 399 8412 (канцелярия)
E-mail: postbox@ippe.ru, <http://www.ippe.ru>
ОГРН 1154025000590, ИНН 4025442583, КПП 402501001

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук
Морозова Андрея Владимировича на диссертационную работу
Емельянова Дмитрия Алексеевича
«Исследование выравнивания паровой нагрузки в
горизонтальном парогенераторе ВВЭР с помощью дырчатого листа»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки,
включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»

Представляемая диссертация полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Актуальность работы определяется целью исследования: определение закономерностей выравнивания паровой нагрузки зеркала испарения горизонтального парогенератора ПГВ за счет применения погруженного дырчатого листа (ПДЛ) переменной перфорации. Работа направлена на повышение мощности парогенераторов РУ ВВЭР, а это одна из приоритетных задач для вновь проектируемых и эксплуатируемых реакторных установок.

Научная новизна работы состоит в том, что в сфере теплофизики получены новые экспериментальные знания по работе устройств с погружным дырчатым листом переменной перфорации. Изучены процессы барботажа потока пароводяной смеси. Полученные данные обработаны и использованы для валидации математических моделей, заложенных в расчетный код STEG для описания межфазного силового взаимодействия, гидросопротивления ПДЛ двухфазному потоку.

Практическая ценность работы состоит в том, что проведенные автором расчетно-экспериментальные исследования процессов двухфазной гидродинамики позволили создать усовершенствованный и валидированный расчетный код STEG, позволяющий проводить практические расчеты с целью определения оптимальной конструкции ПДЛ неравномерной перфорации.

Достоверность экспериментальных результатов диссертанта основывается на использовании метрологически аттестованных приборов, вторичной аппаратуры, современных технологий сбора и обработки данных, а также воспроизводимостью экспериментальных данных. Достоверность выполненных в работе усовершенствований математических моделей кода STEG подтверждается результатами их валидации на опытных данных.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на различных конференциях и семинарах, а также представлены в семи статьях в научных журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Материал изложен в традиционном порядке. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 122 наименований, представлена на 199 страницах и содержит 68 рисунков и 26 таблиц.

Во введении обоснована актуальность проведенных в диссертации исследований, определены цели и задачи работы и дана общая постановка решаемых в диссертации задач, направленных на определение характеристик погруженного дырчатого листа переменной перфорации парогенератора ВВЭР.

В первой главе диссертационной работы проведен обзор экспериментальных работ по исследованию процессов двухфазной гидродинамики при использовании погружных дырчатых листов в составе парогенератора.

Вторая глава содержит описание стенда ПГВ, на котором автором были проведены экспериментальные исследования работы ПДЛ. Приведены результаты экспериментальных исследований гидросопротивления и выравнивающей способности ПДЛ с равномерной и неравномерной перфорацией. На основе полученных опытных данных определены гидравлические сопротивления ПДЛ при различных расходах подаваемого пара и выполнена оценка выравнивающей способности погружного дырчатого листа.

Третья глава посвящена описанию кода STEG, предназначенного для численного моделирования теплогидравлических процессов во втором контуре горизонтального парогенератора АЭС с РУ ВВЭР.

В четвертой главе рассмотрены результаты усовершенствования математической модели течения двухфазного потока в объеме парогенератора, используемой в коде STEG. В результате сопоставления результатов расчетов по коду STEG с модифицированной моделью межфазного сопротивления и опытных данных, полученных на стенде ПГВ, определены оптимальные параметры модифицированной модели межфазного сопротивления. Разработаны новые корреляции для расчета гидросопротивления ПДЛ, учитывающие объемное паросодержание под ПДЛ. Выбрана модель переноса концентрации площади межфазной поверхности для пузырькового режима течения, которая была валидирована на имеющихся экспериментальных данных. Корреляции и модель внедрены в код STEG.

В пятой главе представлены результаты выполненной соискателем валидации усовершенствованной версии кода STEG на экспериментальных данных, полученных на стенде ПГВ. Приводятся результаты анализа экспериментов по выравнивающей способности погружного дырчатого листа с помощью усовершенствованной версии кода STEG и представлены результаты демонстрационных расчетов натурального парогенератора ПГВ-1000М с ПДЛ переменной перфорации.

Особенностью данной работы является ее комплексность. Автором диссертации проведены как экспериментальные исследования, так и расчетное моделирование исследуемых процессов двухфазного взаимодействия.

Задачи, настоящего исследования, сформулированные в начале диссертации, выполнены полностью.

Личный вклад автора, представленный во Введении, очень большой, характер выполненных работ очень разнообразен: от определения режимных параметров и разработки сценариев исследований до выполнения экспериментов, обработки опытных данных и расчетного анализа исследованных процессов с помощью кода STEG.

Принципиальных замечаний по постановке задачи, методикам ее решения и по толкованию полученных результатов у оппонента нет. Однако, имеется ряд замечаний в части изложения материала соискателем:

- В работе не сформулированы конкретные предложения и выводы о том насколько можно повысить мощность АЭС с ВВЭР за счет применения дырчатого листа переменной перфорации аналогичного тому, который был исследован в работе.

- Для корректного моделирования движения двухфазной среды в парогенераторе и определения параметров пара на выходе из него необходимо исследовать не только процессы, связанные с погруженным дырчатым листом, но и учитывать наличие пароприемного дырчатого щита.

- Для экспериментально исследованной конфигурации ПДЛ (степень перфорации 9,5%) получены результаты расчетов по коду STEG для реального ПГ, при которых область повышенной паровой нагрузки не исчезает, а только смещается. В то же время расчетным путем проведена оптимизация величины перфорации (до 7,5 %), при которой зона повышенной паровой нагрузки исчезает, однако особого внимания этому не уделяется, хотя это один из основных практических выводов работы.

Несмотря на отмеченные замечания, диссертационная работа Д.А. Емельянова оценивается весьма положительно. Она представляет собой весомый вклад в развитие научных знаний о процессах двухфазной гидродинамики, имеющих место при работе парогенератора ВВЭР.

Диссертационная работа Дмитрия Алексеевича Емельянова выполнена на высоком научно-техническом уровне и является законченной научно-исследовательской работой. По содержанию и полученным научным результатам диссертационная работа «Определение выравнивающей способности погруженного дырчатого листа переменной перфорации для

повышения мощности АЭС с ВВЭР» является научно-квалификационной работой, в которой представлены полученные автором экспериментально данные и результаты расчетов процессов движения двухфазного потока при работе парогенератора ВВЭР в условиях равномерной и неравномерной паровой нагрузки зеркала испарения применительно к задаче повышения мощности АЭС с ВВЭР. Полученные автором результаты по использованию ПДЛ с неравномерной перфорацией, а также усовершенствованный расчетный код STEG могут быть использованы в конструкторских организациях, занятых разработкой теплообменного оборудования для АЭС (в частности ОКБ «Гидропресс»), при разработке перспективных проектов парогенерирующих установок для новых проектов РУ ВВЭР и при модернизации парогенераторов действующих энергоблоков.

Данная диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук и оценивается положительно. Результаты работы с достаточной полнотой опубликованы в открытой печати.

Автореферат выполнен с соблюдением установленных требований, полно и точно отражает содержание диссертационной работы.

На основании изложенного считаю, что соискатель Емельянов Дмитрий Алексеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03. «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

Официальный оппонент,
ведущий научный сотрудник
АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»,
доктор технических наук

А В У -

Морозов Андрей Владимирович

Подпись д.т.н. А.В. Морозова заверяю:
заместитель генерального директора
по науке и инновационной деятельности
АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», д.э.н.



Айрапетова Наталья Германовна

« 19 » 05 2017 г.