

## ОТЗЫВ

официального оппонента по диссертации Хоссейна Исмаила на тему: «Расчетно-экспериментальное исследование повышения вибрационной и сейсмической стойкости тепломеханического оборудования АЭС с реактором ВВЭР», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

### Общая характеристика работы

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Уральском федеральном университете имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Диссертация состоит из введения, пяти основных глав, заключения, списка принятых сокращений, списка литературы и четырех приложений. Работа изложена на 156 листах, содержит 47 рисунков и 7 таблиц. Список использованной литературы включает 134 источника. Имеются ссылки как на работы отечественных, так и зарубежных ученых. По структуре и объему работа соответствует требованиям Положения о совете по защите диссертаций в УрФУ (п. 27) и отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней в УрФУ (п. 9). Диссертация написана грамотным научным языком, хорошо оформлена. В целом представленная работа характеризуется последовательностью изложения и внутренним единством, содержит весь необходимый материал для понимания не только существа, но и

деталей исследования. Полученные результаты отвечают поставленным целям и задачам. Автореферат диссертационной работы и опубликованные работы достаточно полно отражают ее содержание.

### **Актуальность темы исследования**

Между Россией и республикой Бангладеш заключен договор о строительстве АЭС. Так как республика Бангладеш находится в сейсмически активной зоне, актуальной является задача исследования влияния внешних сейсмических воздействий на гидравлические и теплофизические процессы в трубопроводах с точки зрения обеспечения безопасности атомной электростанции. Другой проблемой является внутренняя неустойчивость двухфазных течений теплоносителя, которая может вызывать низкочастотные вибрации, приводящие к разрушению и выходу из строя трубопроводов. Поэтому внедрение устройств для пассивно-управляемого снижения вибраций также является актуальной задачей и имеет важное практическое значение.

### **Научная новизна**

Среди основных результатов, составляющих научную новизну работы, необходимо выделить следующее:

- исследование влияния низкочастотных ударных воздействий, приводящих к интенсивному кавитационному вскипанию перегретого теплоносителя. При этом, уровень перегрева зависит от размера канала, в котором содержится жидкость;

- влияние низкочастотных воздействий, приводящих к снижению максимальной температуры перегрева, что может являться источником опасности в виде внезапного резкого роста давления в отдельном участке тепловой схемы;



- создание устройств-завихрителей, снижающих низкочастотные воздействия двухфазных смесей на трубопроводы и ведущие к повышению надежности и безопасности АЭС в целом.

### **Степень обоснованности научных положений и выводов и практическая ценность работы**

В представленной работе автору удалось внести заметный вклад в решение технологической проблемы снижения вибрации трубопроводов, транспортирующих двухфазный поток, путем разработки рекомендаций и конструкции пассивных устройств снижения вибраций. В рамках решения этой задачи проведен и представлен анализ сейсмической опасности в районе строительства АЭС Руппур, оценена эффективность исследуемых завихрителей, которая составила 25-40 % относительного снижения вибрации, а также был проведен анализ создаваемого ими гидравлического сопротивления. На основе выбранных геометрических параметров предложен технологический процесс быстрого и экономичного производства завихрителей. Такое построение работы, нацеленное на решение практических задач, безусловно, является ее достоинством. Многосторонность задач потребовала использовать различные современные методы исследования: физическое моделирование двухфазного потока на гидравлическом стенде с применением виброанализатора СД-12М, использование лазерного «ножа» в методе цифровой трассерной визуализации (PIV), тепловидение и термография процесса завихрения на выходе трубопровода после применения завихряющих устройств.

Автор полностью овладел указанными методами исследования и корректно интерпретирует данные, полученные с их помощью.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы сомнений не вызывает, так как они базируются на фундаментальных физических представлениях и не противоречат известным сведениям в рассмотренной технологической области.

### **Замечания и вопросы по содержанию работы**

При анализе диссертационной работы Хоссейна Исмаила возникли следующие вопросы и замечания:



1. В тексте диссертации имеются некоторые ошибки и опечатки, относящиеся, вероятно, к тому, что диссертант представляет страну дальнего Зарубежья (Бангладеш) и не учитывал все тонкости русского языка.
2. В литературном обзоре и в тексте диссертации сравнительно немного ссылок на работы российских ученых, в частности, не упоминаются последние (2020-2021) исследования ведущих ученых по теме вибрации в трубопроводе.
3. В разделе научной новизны диссертации в п.2 указано, что «разработаны рекомендации по конструированию устройств пассивного типа для управления гидродинамической структурой двухфазного потока с целью снижения вибраций трубопровода и повышения надежности эксплуатации и ресурса АЭС в сейсмоопасных районах» (стр. 8). В чем специфика устройств для управления двухфазными потоками по сравнению с известными устройствами для однофазных потоков? Какой тип пассивного устройства более эффективен для уменьшения вибрации? Каковы геометрические формы пассивного устройства?
4. Какой математический аппарат либо прикладные программы использовался при проведении расчетов для выполнения (конструирования и изготовления) экспериментальных вставок-завихрителей? Соответствуют ли расчеты закрутки потока полученным экспериментальным результатам?
5. В главе 2 (стр.48) описан метод лазерного «ножа» для измерения компонент скорости потока. В работе метод применялся для исследования возможностей управления потоками с помощью различных типов разработанных пассивных устройств. Может ли метод быть использован для исследования влияния низкочастотных колебаний на течение, например, для измерения колебательных смещений частиц жидкости в канале?
6. Там же, п.3, указано, что «получены новые экспериментальные данные о влиянии низкочастотных колебаний на вскипание теплоносителя в узком канале в отсутствие циркуляции». Однако количественные зависимости процесса вскипания от характеристик колебаний не



приводятся. Насколько полны и достоверны полученные результаты и в какой мере на них можно опираться при анализе сейсмоопасных воздействий на ядерный реактор?

Высказанные замечания не снижают, впрочем, общего положительного впечатления о диссертационной работе.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 20 научных работ, в том числе 5 статей опубликовано в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК, включая 4 статьи – в изданиях, входящих в международные базы цитирования Web of Science и Scopus.

### **Предложения по расширенному использованию**

Результаты работы могут представлять интерес для специалистов, работающих в области строительства, проектирования трубопроводов энергетических предприятий. химической, пищевой и добывающей промышленности. В практическом применении результатов работы могут быть заинтересованы нефтедобывающие компании, такие как Роснефть, Лукойл, Сургутнефтегаз, занимающиеся добычей нефти из многофазной среды.

### **Заключение**

С учетом актуальности выбранного направления, научной обоснованности, оригинальности и новизны технических разработок, а также их значения для создания благоприятных условий работы трубопроводов и смежного с ними оборудования, можно сделать вывод, что диссертационная работа Хоссейна Исмаила является законченной научно-квалификационной

работой и отвечает требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, определенным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор, Хоссейн Исмаил, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой технической физики, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», доктор технических наук, доцент

Токманцев Валерий Иванович



30.11. 2021 г.

620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 21

Тел.: +7 (343) 3759350; E-mail: [v.i.tokmantcev@urfu.ru](mailto:v.i.tokmantcev@urfu.ru)

Подпись Токманцева В. И. заверяю:

Ученый секретарь УрФУ

Морозова Вера Анатольевна

