



II Международная научно-практическая конференция
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Моделирование и анализ процессов смешения неизотермических потоков в энергетических установках

Сатаев Александр Александрович,
аспирант НГТУ им. Р.Е. Алексеева
sancho_3685@mail.ru

16-18 сентября 2020 г
Воронеж, Россия





«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Введение

- Процессы смешения неизотермических потоков определяют теплотехническое состояние активной зоны.
- Реакция активной зоны реактора на возмущение реактивности существенно зависит от степени перемешивания с другими невозмущенными петлями.
- При работе ЯЭУ в переходных режимах должны выполняться требования по надежности теплоотвода от активной зоны реактора и ее безопасность.



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Актуальность

- Оценка теплофизических свойств реакторной установки в нормальных и аварийных режимах
- Прогнозирование наличия термоциклических нагрузок, больших температурных градиентов
- Недостаточность исследований влияния внешних динамических сил на теплогидравлические процессы в судовых ядерных энергетических установках



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Цель работы

- Построение экспериментальной и расчетных моделей для исследования процессов смешения неизотермических потоков, нахождение путей интенсификации этих процессов, а также прогнозирования.



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

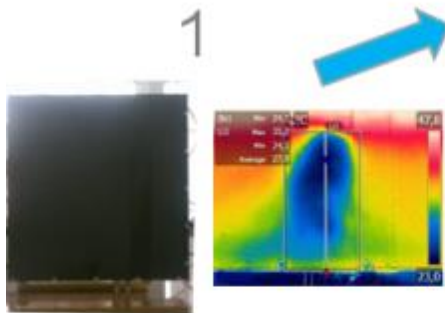
Задачи

- Создание экспериментальных моделей для изучения механизмов смешения неизотермических потоков
- Проведение серии натуральных экспериментов
- Исследование различных геометрических конфигураций и факторов, влияющих на процессы смешения.



Методика эксперимента

«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»



Элементарная модель смешения



Однопетлевая модель



Качающаяся платформа



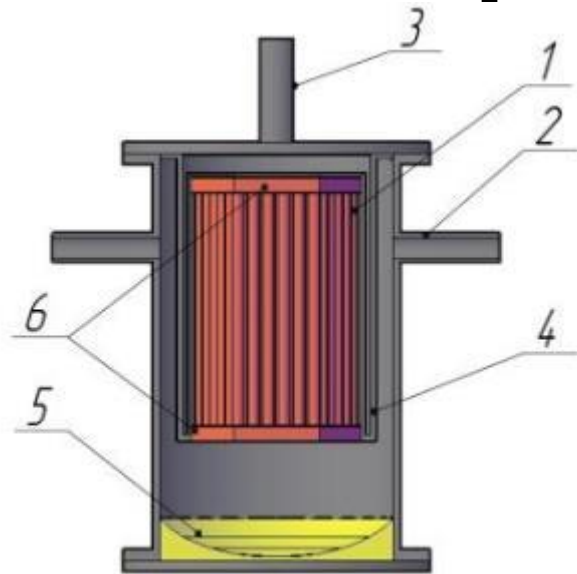
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Основные параметры экспериментального стенда

Параметр	Количество
Моделируемая реакторная установка	КЛТ- 40 – 1:5
Число моделируемых петель циркуляции	4
Число измерительных зондов в имитаторе АЗ	19-38
Число зондов контроля подготовки впрысков сред	6
Датчики расхода	4
Число датчиков уровня	3
Элементы арматуры	15
Температура впрысков	10-90°C



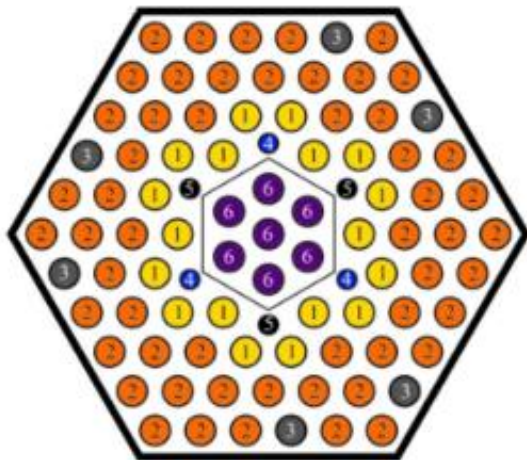
Методика эксперимента



1- модель-имитатор ТВС; 2- патрубок подвода теплоносителя; 3- патрубок отвода теплоносителя; 4- обечайка; 5- вставка эллиптическая; 6- дистанционирующие решетки



Методика эксперимента



- 1 – “легкий” ТВЭЛ,
- 2 – “тяжелый” ТВЭЛ,
- 3 – СВП 1 типа,
- 4 – СВП 2 типа,
- 5 – циркониевый вытеснитель,
- 6 – компенсирующие стержни



Моделирование и анализ
процессов смешения
неизотермических потоков в
энергетических установках



«Альтернативная и интеллектуальная
энергетика»

Стенд «Качающаяся платформа»

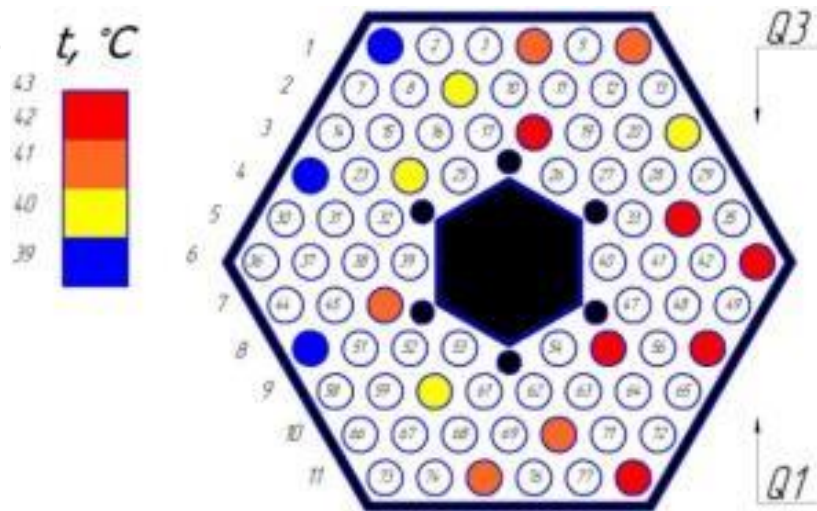




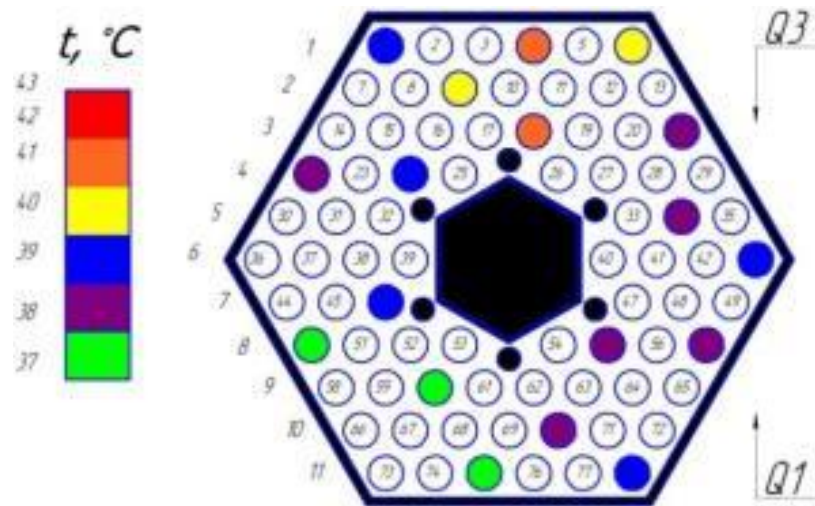
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Результаты и обсуждение

Моделирование и анализ процессов смешения неизоотермических потоков в энергетических установках



Распределение температуры на входе в имитатор АЗ в стационарном режиме

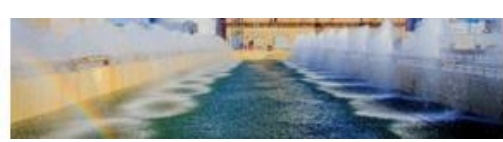


Распределение температуры на входе в имитатор АЗ в динамическом режиме



Результаты и обсуждение

Параметр	Стационарно е положение	Качка
Re1/Re3 (на входе в модель)	22367/10574	22367/10574
Амплитуда качки	-	15°
Период качки	-	4 сек.
Время переходного процесса	≈ 225 сек.	≈ 174 сек.
Вертикальная проекция скорости $\Delta z/\Delta t$ (по 78 каналу), где $\Delta z=f(\Delta t)$	≈ 14 см/с	≈ 3.5 см/с
Вертикальная проекция скорости $\Delta z/\Delta t$ (по 18 каналу), где $\Delta z=f(\Delta t)$	≈ 17.5 см/с	≈ 3 см/с
Максимальный градиент температуры в установившемся режиме	4°C	3.82°C



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Выводы

- Проведены исследования процессов перемешивания неизотермических потоков водяного теплоносителя в гидравлической модели судовой ЯЭУ КЛТ-40.
- Для исследования воздействия внешних динамических сил данная модель была испытана при воздействии периодических колебаний (качка). Эти колебания повлияли на процессы смешения, происходящие внутри модели. Основное влияние они оказали на время переходного процесса, температурный градиент, вертикальную составляющую проекции скорости.
- В дальнейшем данные параметры будут уточняться, будет более детально исследовано влияние других факторов на смешение неизотермических потоков в судовой ЯЭУ.



Спасибо за внимание