

Диагностика закипания теплоносителя на основе анализа флуктуаций теплогидравлических параметров

Thursday, 19 November 2020 15:15 (15 minutes)

При эксплуатации легководных ядерных реакторов в условиях длительных топливных кампаний кипение теплоносителя может интенсифицировать коррозию оболочек ТВЭЛов. Поэтому необходимо уметь диагностировать и прогнозировать наступление переходных процессов от конвекции к зародышевому кипению теплоносителя на поверхности нагревателя.

Известно, что температура поверхности нагревательного элемента всегда имеет стохастические колебания вблизи среднего значения. В работе Лу и др. [1] было отмечено, что при переходе от конвективного режима теплообмена к зародышевому кипению дисперсия таких флуктуаций достигает локального максимума. Авторы работы [2] показали, что перед началом переходного процесса низкочастотный спектр флуктуаций температуры становится близким к спектру Фликкер шума.

Методы диагностики изменения режимов теплопередачи, основанные на анализе температурных флуктуаций поверхности теплопередачи нагревателей с малой тепловой инерцией (тонких платиновых проволок), описаны в предыдущих работах авторов [3, 4]. Предложенные методы основаны на статистическом и частотном анализе флуктуаций температуры. Статистический анализ заключается в исследовании изменения среднеквадратического отклонения и критерия асимметрии распределения гистограмм колебаний температуры в переходных областях кривой кипения. Частотный анализ основан на оценке амплитудных спектров флуктуаций. Методы были экспериментально проверены для различных жидкостей в условиях кипения в большом объеме и при вынужденном движении.

Настоящая работа посвящена проверке применимости указанных методов диагностики начала кипения теплоносителя на поверхности инерционных нагревателей диаметром до 6,5 мм. Установлено, что результаты частотного и статистического анализа колебаний температуры поверхности инерционных нагревателей и тонких проволок качественно схожи.

Для поиска корреляции между характеристиками флуктуаций температуры нагревателя и термогидравлическими параметрами теплоносителя был создан экспериментальный теплогидравлический контур. В прозрачном рабочем объеме расположены съемные испытательные секции с нагревателями. Контур оснащен различными типами датчиков температуры, давления и расхода.

Показано, что для диагностики начала кипения теплоносителя на поверхности нагревателя представляет интерес не только анализ флуктуаций температуры, но и флуктуаций расхода и давления теплоносителя.

Список литературы

1. Lu F et al. Nucleate Boiling Modes of Subcooled Water on Fine Wires Submerged in a Pool. *Experimental Heat Transfer*, Vol. 19, 2006, pp. 95-111
2. Skokov VN. et. al. Low Frequency Fluctuations with $1/f \propto$ Power Spectrum in Transient Modes of Water Boiling on a Wire Heater. *High Temperature*, Vol. 48, No. 5, 2010, pp. 706-712
3. Balakin BV et. al. Analyzing temperature fluctuations to predict boiling regime. *Thermal Science and Engineering Progress*, Vol. 4, 2017, pp. 219-222
4. Delov M. I. et al. Diagnostics of transient heat transfer regimes based on statistical and frequency analysis of temperature fluctuations. *Experimental Heat Transfer*. – 2020. – Vol. 33. – №. 5. – pp. 471-486

Primary author: YULIYA, Litvintsova

Co-author: MURADYAN, Karen

Presenter: YULIYA, Litvintsova

Session Classification: Прикладная ядерная физика и теплофизика

Track Classification: Прикладная ядерная физика и теплофизика