

Методика диагностики переходных режимов кипения на основе частотного анализа флуктуаций температуры в режиме реального времени

Thursday, 19 November 2020 15:30 (15 minutes)

При эксплуатации энергетического оборудования важную роль для обеспечения стабильности и безопасности играют условия теплоотдачи, которые реализуются между теплоотдающей поверхностью и теплоносителем. При нарушении нормальных условий эксплуатации, а также в аварийных ситуациях, могут возникать переходные и нестационарные процессы теплоотдачи, своевременная диагностика которых позволит не только обеспечить мониторинг режима теплоотдачи в режиме реального времени, но и дать рекомендации для предупреждения развития нежелательных процессов в теплообменном оборудовании.

В работах [1-3] было показано, что для диагностики переходных процессов (переход от конвекции к пузырьковому кипению и от пузырькового к пленочному кипению) можно использовать амплитудно-частотный анализ (АЧХ) флуктуаций температуры (или перегрева относительно температуры насыщения жидкости) нагревателя. Как было показано в работе [1], в начале переходного процесса низкочастотная часть спектра флуктуаций температуры приобретает вид фликкер - шума. В работах [2, 3] были предложены общие методы диагностики режима теплоотдачи на основе амплитудно-частотного анализа флуктуаций температуры теплоотдающей поверхности. Идея предложенного метода заключается в аппроксимации амплитудного спектра флуктуаций характерной непрерывной функцией распределения (Фликкер шум, распределение Лоренса и пр.) и последующем анализе констант аппроксимации, которые имеют различные характерные значения в различных режимах теплоотдачи.

Для реализации амплитудно-частотного метода диагностики режимов теплоотдачи в режиме реального времени необходимо обеспечить непрерывный сбор и анализ экспериментальных данных, в том числе преобразование Фурье флуктуаций температуры и аппроксимацию полученной АЧХ.

Целью настоящей работы является разработка алгоритма для обработки и анализа экспериментальных данных по флуктуациям температуры в режиме реального времени для диагностики режимов теплоотдачи. Для достижения поставленной цели был реализован экспорт данных из системы сбора экспериментальных данных MWBridge в MatLab в виде вектора. В зависимости от количества элементов экспортированного вектора экспериментальные данные обрабатывались либо дискретным, либо быстрым (более чем 65 000 точек) преобразованием Фурье, после чего полученная амплитудно-частотная характеристика аппроксимировалась функциями вида C/f^α и $C\beta/(\beta^2 + f^2)$. Рассчитанные амплитудно-частотная характеристика и ее аппроксимация визуализировались в виде графика, который обновляется в режиме реального времени.

Предложенный алгоритм в сочетании с системой сбора экспериментальных данных может быть использован для создания системы диагностики переходных режимов теплоотдачи на основе амплитудно-частотного анализа флуктуаций температуры теплоотдающей поверхности.

Литература

- [1] 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.
- [2] Balakin BV et. al. Analyzing temperature fluctuations to predict boiling regime. Thermal Science and Engineering Progress, Vol. 4, 2017, pp. 219-222.
- [3] 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: МУРАДЯН, Карен (Национальный Исследовательский Ядерный Университет МИФИ)

Co-authors: Mrs ЛИТВИНЦОВА, Юлия (Национальный Исследовательский Ядерный Университет МИФИ); Prof. КУЦЕНКО, Кирилл (Национальный Исследовательский Ядерный Университет МИФИ)

Presenter: МУРАДЯН, Карен (Национальный Исследовательский Ядерный Университет МИФИ)

Session Classification: Прикладная ядерная физика и теплофизика

Track Classification: Прикладная ядерная физика и теплофизика