

УДК 621.5:519.6

А. А. Андрижиевский, д-р техн. наук, проф. ;
Н.Н. Матарас, магистрант (БГТУ, г. Минск);
А. Г. Трифонов, д-р техн. наук, зам. генерального директора;
Л. С. Кулик, научный сотрудник
(ОИЭЯИ - Сосны НАН Беларуси, г. Минск)

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПЛЕНОЧНОЙ КОНДЕНСАЦИИ В КОНТУРЕ ОХЛАЖДЕНИЯ СИСТЕМЫ ПАССИВНОГО ОТВОДА ТЕПЛА АЭС

В данной работе рассмотрена проблема обеспечения динамической устойчивости работы контура охлаждения системы аварийного отвода тепла АЭС от парогенераторов (СПОТ ПГ).

Факторами динамической неустойчивости работы контура охлаждения могут являться: кризис кипения второго рода в парогенераторе, связанный с периодическим разрывом поверхностной пленки и локальным перегревом поверхности теплообмена; кризис кипения первого рода в баке аварийного отвода тепла, связанный с кризисом отвода тепла в бак от теплопередающей поверхности теплообменника аварийного расхолаживания; неустойчивый процесс пленочной конденсации в трубных пучках теплообменника аварийного расхолаживания, связанный с термодинамическими и геометрическими параметрами самого теплообменника.

Кризис кипения второго рода может приводить к пульсациям массовой скорости пара на входе в теплообменник-конденсатор и, в свою очередь, может «спровоцировать» рост амплитуды волновых процессов на поверхности пленки с переходом в неустойчивый режим работы всего контура охлаждения СПОТ ПГ. Вместе с тем, следует указать, что в рассматриваемой конструкции вероятность проявления неустойчивости режимных параметров на входе в теплообменник аварийного расхолаживания вследствие неустойчивости работы парогенератора относительно невелика и, в первую очередь, это связано с эффектом «демпфирования» парогенератора наличием перепада давления по тракту «теплообменник аварийного расхолаживания – бак аварийного отвода тепла».

Кризис кипения первого рода в баке аварийного отвода тепла может приводить только к кратковременным (в начальные моменты аварийного сброса) воздействиям на процесс конденсации в теплообменнике аварийного расхолаживания, так как достаточно быстро происходит перестройка барботажной структуры в баке аварийного отвода тепла с переходом в подъемном движении от одиночных пузырей к движению в цепочках.

В данной работе анализ динамической устойчивости контура охлаждения СПОТ ПГ проводился с использованием представленных в [1,2] рекомендаций на основе значений размерного волнового числа, длины волны и касательного напряжения на поверхности пленки, критерия устойчивости Кутателадзе, а также параметра, определяющего интенсивность фазового перехода в рассматриваемых условиях.

Характерные для условий работы СПОТ ПГ значения указанных параметров получены в рамках вычислительных экспериментов с использованием базового многомерного вычислительного шаблона описания процесса пленочной конденсации в системе вертикальных каналов [3].

Сравнительный анализ параметров динамической устойчивости для режимных условий работы теплообменника-конденсатора и представленных в работе [1] границ неустойчивости показывает, что расчетные размерные волновые числа имеют значительно большие значения в рассматриваемых условиях, чем их граничные значения. Это позволяет сделать предварительный вывод об устойчивости волновой структуры и, соответственно, процесса конденсации пара в теплообменнике-конденсаторе СПОТ ПГ АЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1 Актершев, С.П. Устойчивость, нелинейные волны и процессы переноса в пленках жидкости при сложных условиях. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук: 01.02.05. – Новосибирск, 2016. – 35 с.

2 Ключев, Н.И. Волновое течение пленки по стенке вертикального цилиндрического канала / Н.И. Ключев, Е.А. Соловьева // Вестник СамГУ, 2009. – № 4. Естественнонаучная серия. – С. 114–128.

3 Андрижиевский, А.А. Моделирование структуры парожидкостного потока при конденсации пара в системе пассивного отвода тепла АЭС / А.А. Андрижиевский, А.Г. Трифонов, Л.С. Карпович // Труды БГТУ. №2 (199) Химические технологии, биотехнология, геоэкология, 2017. – С. 183–189.