

органы которого совершают сложное движение в тарельчатой ёмкости.

Одним из основных отличительных элементов конструкции планетарного (противоточного) бетоносмесителя являются смесительные звёзды, которые вращаются вокруг вертикального вала смесителя и относительно своей оси одновременно.

В результате такого движения, закреплённые на звёздах рычаги с лопатками, осуществляют интенсивное перемешивание всего объёма смеси, исключая возникновение мёртвых зон.

В работе определены координаты специфических точек перемешивающих лопастей и построений траекторий их движения, а также нахождения скоростей этих точек для конкретных геометрических соотношений реального планетарного смесителя для приготовления бетонной смеси.

Проанализировав полученные графические зависимости, можно сделать вывод о том, что при целом значении отношения радиусов (в данном случае 3) мы получаем повторяющиеся траектории, которые накладываются одна на одну. Это говорит о том, что каждый раз мы получаем повторяющуюся картину движения.

Для дробного иррационального отношения радиусов при увеличении количества оборотов можно заметить смещение траекторий всех специфических точек лопатки, благодаря чему можно достичь более качественного покрытия рабочей поверхности, а следовательно получить более качественное перемешивание за более короткий срок.

УДК 621.5:519.6

А. А. Андрижиевский, д-р техн. наук (БГТУ, г. Минск);
А. Г. Трифонов, докт. техн. наук; Л. С. Карпович
(ОИЭЯИ - Сосны НАН Беларуси, г. Минск)

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПАРОЖИДКОСТНОГО ПОТОКА В КОНТУРЕ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ СИСТЕМЫ ПАССИВНОГО ОТВОДА ОСТАТОЧНОГО ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯ АЭС

Исследование пассивных систем с естественным охлаждением требует совместного моделирования следующих нестационарных процессов: конденсации пара из парогазовой смеси под защитной оболочкой на внешней теплообменной поверхности; режимов кипения на внутренних поверхностях трубных пучков теплообменников, с возможным воз-

никновением режима пленочного кипения; перемешивания охлаждающей воды и испарения в баке-охладителе (БАОТ) при отводе тепла от парогазовой смеси теплообменника-конденсатора; устойчивости работы контуров охлаждения системы пассивного отвода остаточного тепловыделения (СПОТ) АЭС. Кроме того, при построении замкнутых физических и математических моделей описания процессов переноса в элементах СПОТ АЭС возникает необходимость задания условий сопряжения отдельных фаз, т.е. необходимость описания механизмов переноса массы и теплоты через межфазную границу. При этом следует рассматривать два вида условий сопряжения: на свободной границе и при относительном (спутном или противоточном) движении фаз.

В данном исследовании в качестве базовой имитационной модели использовалась система уравнений сохранения, для парокапельной смеси в допущениях модели гомогенного двухфазного потока (модель смешения) [1,2]. Объектом имитационного моделирования являлся охлаждающий контур с естественной циркуляцией, включающий гладкий трубный пучок парогенератора и, размещенный в БАОТ многосекционный теплообменник-конденсатор. При проведении тестовых вычислительных экспериментов посредством разработанных на основе программного пакета COMSOL Multiphysics 3.а формализованных вычислительных шаблонов решалась нестационарная задача на установление. В результате получены характеристики структуры парокапельных потоков в контуре охлаждения СПОТ АЭС и динамики образования и течения пленки конденсата при спутном и противоточном движении пара. В частности, определены временные интервалы возникновения волнового характера течения конденсата в вертикальных каналах теплообменных устройств вследствие межфазного взаимодействия дисперсной и непрерывной (паровой) фаз. Данное динамическое явление вызывает особый интерес, так как может являться причиной динамической неустойчивости охлаждающего контура в целом.

На рисунках 1, 2 представлены профили скоростей двухфазной рабочей среды (конденсата и пара) в опускной и подъемной линиях контура охлаждения СПОТ АЭС с естественной циркуляцией. Как следует из данных иллюстраций, в условиях проведения вычислительных экспериментов, а также при принятых условиях сопряжения как элементов контура охлаждения СПОТ АЭС, так и межфазных взаимодействий указанная динамическая неустойчивость не возникала. Вместе с тем, данный вывод требует подтверждения в более широком диапазоне изменения параметров СПОТ АЭС.

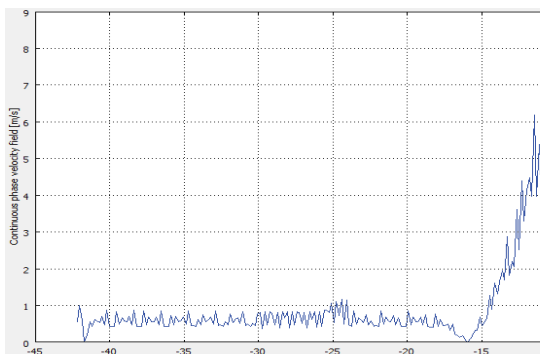


Рисунок 1 – Изменение скорости двухфазной смеси в трубопроводе конденсата (опускная линия)

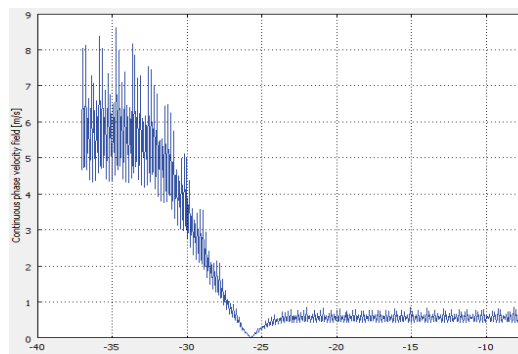


Рисунок 2 – Изменение скорости двухфазной смеси в трубопроводе пара (подъемная линия)

В заключение следует отметить, что разрабатываемый пространственный модельный аналог процессов теплопереноса в системах пассивного отвода тепла СПОТ АЭС и результаты данного исследования могут быть использованы для проведения анализа безопасности работы Белорусской АЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрижиевский А.А., Трифонов А.Г., Кулик Л.С. Моделирование структуры термоконвективных потоков в системе пассивного отвода тепла АЭС // Труды БГТУ. Химия и технология неорганических веществ. 2016. № 3 (185). С. 142-146.
2. Андрижиевский, А.А., Михалевич А.А., Трифонов А.Г. Моделирование термоконвективных течений в динамических газожидкостных слоях водных охладителей // Доклады Академии наук Беларуси – 1995. – том 39, №3. Технические науки – с. 109–113.

УДК 536.24

В. В. Дударев, доц., канд. техн. наук;
В. Н. Фарафонов, доц., канд. техн. наук(БГТУ, г. Минск)

ИНЖЕНЕРНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ СЛОЕ ВНЕШНЕГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОРЕБРЕННОЙ ТРУБЫ

Проблемой эксплуатации газо-жидкостных теплообменных аппаратов является сложность удаления из межреберного пространства оребренных труб отложений загрязнения. Поэтому исследование влияния скорости и степени загрязнения на термическое сопротивление оребренной трубы по-прежнему актуально. В выражение данного