

# ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ ПРИ РАСЧЕТАХ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*Шалагинова З.И.<sup>1,2</sup>, Михайловский Е.А.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБУН Институт систем энергетики имени Л. А. Мелентьева СО РАН,

<sup>2</sup>Сколковский институт науки и технологий ЦНИО «Энергетические системы», РФ

Приводится новый подход к моделированию теплогидравлических режимов (ТГР) тепловых пунктов (ТП) теплоснабжающих систем (ТСС), основанный на концепции объектно-ориентированного моделирования (ООМ). Данная методология предполагает отделение общих методов расчета от специфики моделей объектов приложения, для чего вводятся самостоятельные объекты «метод» и «модель». Основные принципы ООМ гидравлических цепей и технология взаимодействия компонент «модель» и «метод» приведены в [1].

Методика расчета ТГР ТП в традиционной модели [2] основана на совместном решении системы уравнений, описывающей процессы потокораспределения, теплопередачи и теплового баланса при типовых схемах присоединения и для набора типового оборудования. В настоящее время появилось большое разнообразие нового оборудования, материалов с различными физико-техническими свойствами, блочных ТП с разнообразными схемами присоединения и т.д. Расширение традиционной модели ТП для учета новых возможностей требует ее перепрограммирования. Основное достоинство перехода на концепцию ООМ заключается в том, что это позволяет развивать каждый блок отдельно, изменения вносятся в один программный компонент, а результаты изменений отражаются на всех программах, использующих этот блок. Кроме того, ООМ позволяет осуществлять параллельные вычисления ТГР различных ТП, что актуально для крупных ТСС. В традиционной модели расчета ТГР все элементы представлены узлами и связями. Причем связи могут быть трех типов: пассивные – простые участки; активные – насосные станции; регулирующие – участки с арматурой, меняющей гидравлическое сопротивление участка. Основными элементами, вызывающими трудности при ООМ ТП, являются элеватор и подогреватель. Это связано с тем, что элеватор представляет собой трехполюсный элемент – два входа и один выход (в отличие от связи, у которой два полюса), а теплообменник четырех полюсный – два входа и два выхода. Причем в теплообменнике присутствуют два независимых по гидравлическому тракту контура, а в элеваторе происходит смешение теплоносителя из подающей и обратной магистралей. В основу ООМ элеваторного узла положена эквивалентная модель, представленная четырьмя узлами и тремя элементами типа «связь»: «участок–сопло», «участок–инжекционный патрубок» и «участок–диффузор» [3]. Предложен подход для вычисления сопротивлений (S) всех типов участков, основанный на использовании конструктивных характеристик типовых элеваторов и законов гидравлики для расчетного режима.

Для вычисления  $S$  сопла, инжекционного патрубка и диффузора необходима информация только о диаметре сопла и горловины элеватора. Поскольку  $S$  диффузора имеет отрицательный знак, предложено диффузор моделировать активной связью типа «насос» с действующим напором равным приращению напора на диффузоре. Знание сопротивлений всех типов участков позволяет вычислять падение давления на участках эквивалентной модели, используя традиционные зависимости теории гидравлических цепей (ТГЦ). Для проверки адекватности модели элеватора были выполнены расчеты ТГР ТП стандартными методами ТГЦ с помощью ИВК «АНГАРА» [4,5].

Подогреватель в предлагаемой модели представлен двумя элементами типа «связь», отражающими потоки греющего и нагреваемого теплоносителя. Каждый элемент является частью своего независимого по гидравлическому тракту контура. Приведены формулы для вычисления сопротивлений в обоих контурах через конструктивные характеристики подогревателей, позволяющие моделировать гидравлический режим традиционными зависимостями ТГЦ.

Тепловой расчет основан на уравнениях теплового баланса и теплопередачи. Расчет ТГР теплообменника сводится к организации цикла итераций расчетов двух контуров отдельно с последующей увязкой между итерациями по тепловому балансу подогревателя и определением поправок к температурам теплоносителя на выходе из каждого контура.

Приводится численный пример расчета ТП на основе предложенного подхода, демонстрирующего его потенциальную работоспособность.

### Список литературы

1. Новицкий Н.Н., Михайловский Е.А. Объектно-ориентированное моделирование гидравлических цепей / Вестник ИрГТУ № 7 (66) 2012, С.170-176.
2. Шалагинова З.И. Моделирование теплогидравлических режимов тепловых пунктов теплоснабжающих систем / Трубопроводные системы энергетики: Методические и прикладные проблемы математического моделирования – Новосибирск: Наука, 2015., С.127-144.
3. Шалагинова З.И. Новицкий Н.Н. Моделирование теплогидравлических режимов тепловых пунктов методами теории гидравлических цепей / Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических систем. – Иркутск, 2014. С. 133-148.
4. Новицкий Н.Н., Токарев В.В., Шалагинова З.И., и др. Иерархическое моделирование тепловых сетей в задачах эксплуатации и диспетчерского управления / Информационные и математические технологии в науке и управлении. Труды XII Байкальской Всероссийской конф. – Иркутск, 2007, С. 110-121.
5. Новицкий Н.Н., Токарев В.В., Шалагинова З.И., Алексеев А.В. Принципы реализации и направления развития ПВК для расчета режимов теплоснабжающих систем / Информационные и математические технологии в науке, технике и образовании Труды X Байкальской Всероссийской конференции. ответственный редактор: Л.В. Массель. Иркутск, 2005. С. 285-293.