

УДК 697.328

Ю.В. Елистратова, к.т.н., ассистент (БГТУ им. В.Г. Шухова),
А.С. Семиненко, к.т.н., доцент (БГТУ им. В.Г. Шухова)
г. Белгород

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАК СПОСОБ ПОДДЕРЖАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Использование узлов распределения тепловой энергии является характерной особенностью систем теплоснабжения России ввиду высокой степени их централизации [1,2]. Надежность и эффективность работы тепловой сети в таком случае обеспечивается применением теплообменных устройств, основная функция которых заключается в нагреве теплоносителя для нужд горячего водоснабжения и систем отопления [3]. Однако характер эксплуатации теплообменников и их конструктивные особенности формируют подходящие условия для накопления загрязнений в каналах теплообмена. Данное обстоятельство требует дополнительных затрат ввиду увеличения термического сопротивления, что в свою очередь снижает показатель тепловой эффективности водонагревателей [4,5,6]. Поэтому актуальность применения противонакипных мероприятий в области теплоснабжения не вызывает сомнений.

Согласно исследованиям [7,8] установлено, что основной тип загрязнения на поверхностях нагрева теплообменных аппаратов описывается кристаллизационным механизмом. При этом возникновение и распределение по поверхности нагрева твердых слоев образуется из неорганических солей, растворенных в рабочей жидкости.

Существуют различные мероприятия по предупреждению солеотложения на поверхностях нагрева теплообменных аппаратов [9,10]. Однако существующие ограничения по применению того или иного противонакипного мероприятия препятствуют достижению эффекта полного отсутствия процессов солеотложения, так как результативность каждого метода зависит от химического состава воды и текущих режимных параметров аппарата.

Можно предположить, что техническая информатизация и диагностика при эксплуатации энергетического оборудования, в частности теплообменных аппаратов, является одним из способов поддержания номинальной мощности данных устройств. Так, например, использование ультразвуковых технологий для теплообменников пластинчатого типа требует постоянной корректировки мощности ультразвуковых колебаний.

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

409-2

18-20 ноября 2021 года

Выполнение данного условия будет обеспечиваться только по средствам информативного мониторинга изменения входной температуры сетевой воды и тепловой нагрузки. При этом традиционный метод диагностики состояния загрязненности и качества химических промывок теплообменных аппаратов по данным перепада давления на входе и выходе из аппарата не всегда применим. В случае работы теплообменника в режиме отличного от штатного, сделать вывод о соответствии тепловой нагрузке номинальным условиям практически невозможно [9].

В работах [9, 11] представлены методики определения мощности теплового потока под данным измерений 4-х температур горячего и холодного теплоносителей применительно к пластинчатым теплообменным аппаратам. При этом подразумевается установка термодатчиков на входных и выходных патрубка теплообменника. Авторы данного способа контроля технического состояния пластинчатых водогрейных установок предполагают возможность фиксирования отложений в аппарате, путем сопоставления режимных параметров с номинальными величинами. Стоит отметить, что расчет по температурам теплоносителя на входе и выходе теплообменного аппарата имеет укрупненный характер, так как полученные данные характеризуют равные условия изменения режимных параметров аппарата как единого целого. При этом формируется представление о равномерном формировании накипных отложений по поверхности нагрева аппарата.

Конструкция пластинчатых теплообменных устройств подразумевает движение жидкости по каналам, образованным гофрированными пластинами, разноудалёнными от входа теплоносителя в аппарат. Учитывая данное обстоятельство, уравнивать тепловые и гидравлические условия внутри аппарата по длине пакета пластин недопустимо. Ввиду того, что интенсивность формирования кристаллизационного загрязнения кроме концентрации загрязняющего вещества зависит от скорости и температуры теплоносителя непосредственно на расчетном участке, то диагностика теплообменников пластинчатого типа требует точечного расположения датчиков по каждому каналу. Одной из проблем в таком случае является правильное расположение датчиков и соединительных кабелей для всех сигналов.

На рисунке 1 представлено решение по установке датчика температур в зоне теплопередачи каждого канала теплообмена [12].

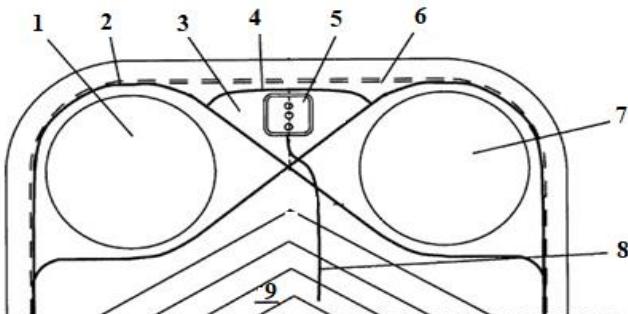


Рисунок 1 – Схема установки датчика температур в зоне теплопередачи:

- 1 – транзитный коллектор греющей среды; 2 – уплотнители; 3 – краевая зона;
4 – дополнительный уплотнитель; 5 – модуль связи, содержащий электронную схему;
6 – дополнительный уплотнитель; 7 – транзитный коллектор нагреваемой среды;
8 – устройство, предназначенное для приема или передачи сигнала (температуру сенсор);
9 – зона теплопередачи

В таком случае, пластинчатые теплообменные аппараты, оснащенные подобными датчиками, приобретают свойства объектов, отвечающих концепции сети передачи данных (интернет вещей) на физическом и сетевом IoT уровнях. Последующий вывод данных по средством модуля связи к устройствам, позволяющим обрабатывать показания замеров в системе аналитики предполагает выполнение функции прогнозирования необходимости технического обслуживания или настройки режима работы противонакипной установки.

Оснащение теплообменных аппаратов устройствами технического контроля их работы подразумевает решение таких задач как: своевременное устранение засоров в каналах теплообмена, рациональность организации химических промывок, управление работой акустических и магнитных методов борьбы с накипью. Реализация представленных решений несомненно является залогом не только бесперебойной работы теплообменного оборудования, но и звеном в комплексе мер по продлению ресурса эксплуатации как составных частей, так и всего агрегата в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барановский Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий А.Р. Пластинчатые и спиральные теплообменники. М.: Машиностроение, 1973.
2. Зингер Н.М., Тарадай А.М., Бармина Л.С. Пластинчатые теплообменники в системах теплоснабжения . - М.: Энергоиздат, 1995.- 256 с.
3. Калабин С.Е. Экономический эффект от внедрения энергосберегающего оборудования: пластинчатых теплообменников, блочных индивидуальных тепловых пунктов // Журнал «С.О.К.». – 2005 г. - №8
4. Допшак В. Н., Асташев С. Ю. и Бяков А. Г. Оптимизация технических решений в теплоэнергетике // Вестник КузГТУ. - Кемерово :

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

409-4

18-20 ноября 2021 года

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2014 г. - №3. - стр. 96-100.

5. Галковский, В.А., Чупова М.В. Анализ снижения коэффициента теплопередачи теплообменных аппаратов вследствие загрязнения поверхности / В.А. Галковский, М.В. Чупова // Интернет-журнал «Науковедение» . – Т. 9. – №2. – 2017 Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/41TVN217.pdf>

6. Минко В.А., Семиненко А.С., Гунько И.В., Елистратова Ю.В. Влияние отложений на рабочих поверхностях системы отопления на показатели работы элементов системы // Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова. 2014. №5.

7. Bansal, B. Analysis of "classical" deposition rate law for crystallisation fouling / B. Bansal, X. D. Chen, H. Muller-Steinhagen // Chemical Engineering and Processing. – 2008 – P. 1201–1210.

8. Kho, T. An experimental and numerical investigation of heat transfer fouling and fluid flow in flat plate heat exchangers / T. Kho, H. Muller-Steinhagen // Institution of Chemical Engineers. – 1999 – P. 124–130.

9. Жаднов, О.В. Пластинчатые теплообменники - дело тонкое / О.В. Жаднов // Новости теплоснабжения. – 2005. – №3. – С. 39–53

10. Волк, Г.М. Исследование эффективности ультразвукового метода снижения скорости образования накипи в паяных пластинчатых теплообменниках / Г.М. Волк, В.З. Галутин, В.П. Мелихова, В.П. Фролов, С.Н. Щербаков // Журнал Энергосбережение. – 2003. – №2. Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2002.

11. Орбис-Дияс, В.С. К диагностике технического состояния теплообменных аппаратов по параметрам эксплуатации [Электронный ресурс] / В.С. Орбис-Дияс, М.А. Адамова // Энергосбережение. – 2005. – №2. Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2814

12. Пат. 2535591 РФ. Пластина теплообменника и пластинчатый теплообменник / А. Седерберг, П. Арндрт, К. Бертильссон, А. Нюандер // 2013123287/06; заявл. от 03.10.2011.; опубл. 20.12.2014.

Информация об авторах:

Елистратова Юлия Васильевна, к.т.н., ассистент, БГТУ им. В.Г. Шухова, 308000, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, yulis3790@mail.ru.

Семиненко Артем Сергеевич, к.т.н., доцент, БГТУ им. В.Г. Шухова, 308000, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, seminenko.as@gmail.com