4. Вишняков Я. Д., Пискарев В. Д. Управление остаточными напряжениями в металлах и сплавах / Я. Д. Вишняков, В. Д. Пискарев. – М. : Металлургия, 1989. – 254 с.
5. Гиренко В. С., Котенко Э. В. Влияние остаточных напряжений и деформационного старения на сопротивляемость стали образованию хрупких трещин / В. С. Гиренко, Э. В. Котенко // Автоматическая сварка. – 1968. – №2. – С. 34-37.
6. Доронин С. В., Москвичев В. В. Нормирование долговечности и дефектности сварных конструкций / С. В. Доронин, В. В. Москвичев // проблемы машиностроения и надежности. – 1998. – №1. – С. 44-49.
7. Касьянов А. Н. Оценка работоспособности околошовных зон кольцевых сварных соединений магистральных трубопроводов : дис. ... канд. техн. наук / А. Н. Касьянов. – Москва, 2012. – 212 с.
8. Копельман Л. А. Сопротивляемость сварных узлов хрупкому разрушению / Л. А. Копельман. – Л. : Машиностроение, 1978. – 232 с.
9. Кудрявцев И. В., Наумченков Н. Е. Усталость сварных конструкций / И. В. Кудрявцев, Н. Е. Наумченков. – М. : Машиностроение, 1976. – 270 с.
10. Кудрявцев П. И. Остаточные сварочные напряжения и прочность соединений / П. И. Кудрявцев. – М. : Машиностроение, 1964. – 93 с.
11. Буклешев Д.О. Влияние наличия и величины напряжений в околошовной зоне сварных стыков на прочностные характеристики и срок эксплуатации трубопроводов. / Буклешев Д.О. // Журнал: Территория Нефтегаз. Коррозия. № 2 (34) 2016 г. – М: 2016. – С.30-35.
12. Махненко В. И., Шекера В. М. Анализ условий возникновения и развития коррозионных трещин в зоне кольцевых сварных соединений магистральных газопроводов / В. И. Махненко, В. М. Шекера // Журнал «Автоматическая сварка». – 2009. – №5. – С. 5-11.
13. Ныркова Л. И. Оценка вероятности возникновения коррозионного растрескивания под напряжением участка магистрального газопровода на основе анализа данных проектно-испытательной и эксплуатационной документации / Л. И. Ныркова // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2011. – №3. – С. 18-22.
14. Окерблом Н. О. Сварочные деформации и напряжения. Теория и применения / Н. О. Окерблом. – М. : Машгиз, 1948. – 248 с.
15. Рафалович И. М., Марков С. И. Особенности напряженно-деформированного состояния металла прямошовных сварных труб / И. М. Рафалович, С. И. Марков // Наука и техника в газовой промышленности. – 2010. – № 3. – С. 102-107.
16. Счастливцев В. М., Табачникова Т. И., Яковлева И. Л. Перекристаллизация сталей при сварочном нагреве / В. М. Счастливцев, Т. И. Табачникова, И. Л. Яковлева // Сварка и диагностика. – 2011. – №3. – С. 8-13.

Ильин Р.А., Атдаев Д.И.

Влияние качества теплообменных поверхностей теплообменных аппаратов при энергообеспечении потребителей

*Астраханский государственный технический университет
(Россия, Астрахань)*

doi: 10.18411/lj-09-2019-10

idsp: ljjournal-09-2019-10

Аннотация

В работе авторами рассмотрено влияние накипи на теплообменных поверхностях на величину энергетических затрат при эксплуатации теплообменного оборудования центральных тепловых пунктов в системах теплоснабжения. Проанализировано внедрение пневмоимпульсной очистки на повышение эффективности работы водоводяного водоподогревателя на примере реального объекта. Даны рекомендации по внедрению такой технологии на объектах систем теплоснабжения.

Ключевые слова: системы теплоснабжения, центральный тепловой пункт, пневмоимпульсная очистка, эффективность теплообменного оборудования.

Abstract

The authors discussed the influence of scale on heat exchange surfaces on the value of power consumption during operation of heat exchange equipment of central heat points in heat supply systems. Implementation of pneumatic pulse cleaning to increase efficiency of

water-water heater operation is analyzed on the example of real object. Recommendations on implementation of such technology on volumes of heat supply systems are given.

Keywords: heat supply systems, central heat point, pneumatic pulse cleaning, efficiency of heat exchange equipment.

В процессе эксплуатации различного теплообменного оборудования на внутренних поверхностях образуются отложения – соли, выпадающие из пересыщенных растворов, продукты коррозии, различные технологические загрязнители. Это приводит к образованию на внутренней поверхности аппаратов и агрегатов накипи, ухудшающей теплопередачу и в целом снижающей КПД установок. Вследствие этого увеличиваются затраты на эксплуатацию аппаратов. Теплопроводность накипи более чем в 40 раз ниже теплопроводности металлов. Поэтому в теплообменных аппаратах даже тонкий слой накипи приводит к резкому снижению теплопроводности и повышению температуры металлических поверхностей нагрева. При толщине слоя накипи 0,5 мм перерасход топлива составляет 1,5%. Чистка теплообменной поверхности связана с необходимостью отключения аппарата, установкой дублирующего оборудования [1].

В работе проанализировано внедрение пневмоимпульсной очистки теплообменных аппаратов с целью повышения их производительности при энергообеспечении потребителей тепловой энергии.

Объектом исследования явился центральный тепловой пункт (ЦТП) с установленным в нем водоводяным водоподогревателем марки ВВП-08-114-4000 (рисунок 1), принадлежащий многоквартирному жилому дому по адресу г.Астрахань, ул. Кубанская, 64. Источником теплоснабжения данного района является ТЭЦ-2 ООО "ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго". Теплоноситель - вода, с расчетной температурой 115-70 °С. Теплопроизводительность подогревателя по паспортным данным составляет 0,074 Гкал/час.

Рисунок 1. Водоводяной подогреватель ВВП-08-114-4000

Во время эксплуатации теплообменных аппаратов подогревателя, установленных в ЦТП, столкнулись с проблемой загрязнения их поверхностей нагрева (рисунок 2). Это приводит к тому, что в течение отопительного периода ухудшаются гидравлический и температурный режимы работы. Данное обстоятельство приводило к перерасходу потребления тепловой энергии, а также понижению надежности работы остального оборудования.

Остановка теплообменника в холодное время года не представлялась возможной, так как это могло привести к тому, что вода, залитая в систему, замерзнет и может повредить трубы и отопительные приборы.

Рисунок 2. Отложения на теплообменных поверхностях ВВП-08-114-4000 после окончания отопительного сезона

До сих пор многие организации прибегают к химической, механической или ультразвуковой чистке оборудования [2]. Данные способы, безусловно, отлично справляются со своей задачей, но, в то же время, несут ряд негативных последствий: это достаточно затратные, трудоёмкие и дорогостоящие процессы, требующие остановки оборудования и т.д.

В работе проведена оценка внедрения современной пневмоимпульсной очистки теплообменных аппаратов для рассматриваемого ЦТП. Суть данного метода заключается в кратковременном воздействии мощных газовых струй, которые создаются при помощи специальных пневмоимпульсных генераторов.

Для промывки теплообменного аппарата к промываемому теплообменнику подключается пневмоимпульсный генератор (пневмопушка), который выбрасывает сжатый газ сверхкороткими импульсами. В результате воздействия ударной волны на стенки труб происходит разрушение и отслоение внутритрубных отложений. Главная особенность такого способа - очистка теплообменного оборудования производится без его остановки, а также, при необходимости, – без использования химических реагентов. Схема очистки теплообменного аппарата приведена на рисунке 3. Промывка пневмоударным методом происходит до тех пор, пока в сливную ёмкость не начнёт поступать чистая вода, что является критерием качественной очистки.

Рисунок 3. Схема очистки теплообменного аппарата с помощью пневмоимпульсной установки

В основе технологического расчета скорости накипеобразования лежат условия термодинамического равновесия, уравнения материального баланса, уравнения массопередачи, а также однопараметрическая диффузионная модель.

Проведена оценка скорости накипеобразования в рассматриваемом водоводяном водоподогревателе при смешанном типе накипи по методике Ф. Тодта [3]. Расчет слоя отложений показал, что толщина слоя накипи составит 0,98 мм. Проведен анализ влияния накипи на теплопередачу в теплообменных аппаратах водоподогревателя ВВП-08-114-4000 по методике автора [4]. Расчет показал, что

отложение накипи нежелательно и приводит к увеличению теплового потребления домом (рисунок 4).

Рисунок 4. Тепловое потребление жилого дома согласно приборам учета

На рисунке 4 показано как увеличивалось потребление тепловой энергии с начала отопительного периода. Можно предположить, что одним из факторов увеличения потребления тепловой энергии является загрязнение поверхностей теплообмена ВВП-08-114-4000. В таблице 1 представлен расчет ожидаемого экономического эффекта от внедрения предлагаемых мероприятий. Основой расчета послужили данные из справочного материала «Базовые цены на работы по ремонту энергетического оборудования, адекватные условиям функционирования конкурентного рынка услуг по ремонту и техперевооружению» ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго», а также данные представленные компаниями производителями теплообменного оборудования.

Таблица 1.

Расчет ожидаемого экономического эффекта от внедрения мероприятия

Наименование показателей	Обозначение	Размерность	Величина	Обоснование
Общие затраты на внедрение мероприятия	Зобщ.	тыс. руб.	310	Данные себестоимости оборудования
Доход от внедрения мероприятия	Д	тыс. руб./месяц	55	$D = \Delta - 3$
Срок окупаемости	T	месяц	5,6	$T = Z_{общ}/D$

Обобщая проведенный анализ можно сделать вывод о том, что внедрение пневмоимпульсной очистки теплообменных аппаратов при энергообеспечении потребителей может решить проблемы завышенного теплоснабжения потребителями, что снизит нагрузку на системы теплоснабжения, и, в конечном итоге, поспособствует снижению топливной нагрузки на теплоснабжающие предприятия. Использование пневмоимпульсной технологии при правильном подходе, а также при налаженном процессе эксплуатации, может использоваться как один из методов очистки поверхностей нагрева различного оборудования.

1. Ильин Р.А., Досмухамедов Р.Д. Повышение качества теплоносителя и увеличение ресурсосбережения в системах теплоснабжения // Евразийской научное объединение, 2018. № 3-1 (37). С. 56-58.
2. Звегинцев В.И., Чиркашенко В.Ф., Шпак С.И., Голоскин Е.С., Петров А.М. Пневмоимпульсная система устранения отложений на внутренних поверхностях пневмотранспортных трубопроводов. // Известия ВУЗов, «Цветная металлургия», № 5, 2009. С. 10-13.
3. Тодт Ф. Коррозия и защита от коррозии: Коррозия металлов и сплавов, методы защиты от коррозии: пер. с нем. / Ф. Тодт ; Пер. Л.И. Акинфиева. Под ред. П.Н. Соколова. Москва-Ленинград: Химия, 1966. 847 с.
4. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. Изд. 5-е перераб. и доп. М.: Атомиздат, 1979. 416 с.