

Безразборная механическая очистка пластинчатых теплообменных аппаратов

И.Н. Москалев, А.А. Кузнецов, К.А. Миндров, А.В. Охотников, С.В.

Чугунов

ФГБОУ ВО Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, Саранск

Аннотация: В статье рассмотрена проблема образования отложений, шлама и коррозий на теплопередающей поверхности при эксплуатации теплообменного оборудования на объектах ЖКХ. Рассмотрен способ безразборной механической очистки с использованием гидроудара. Приведено описание и принцип работы данной системы очистки на центральном тепловом пункте МГУ им. Н.П. Огарева. Для подтверждения эффективности предложенного технического решения представлены результаты тепловых и гидравлических испытаний.

Ключевые слова: отложения, шлам, коррозия, очистка, теплообменный аппарат, гидроудар, теплопередача.

Из года в год специалисты теплоэнергетики сталкиваются с серьезной проблемой образования отложений, шлама и коррозий на теплопередающей поверхности при эксплуатации теплообменного оборудования на объектах ЖКХ. Отложения на теплопередающей поверхности является основной причиной вывода из работы самых современных пластинчатых теплообменных аппаратов. Даже небольшой слой накипи снижает теплопередачу, что приводит к перерасходу энергоносителя и к увеличению финансовых затрат предприятия [1, 2].

Основными методами очистки теплопередающей поверхности для организаций, занимающихся обслуживанием данного оборудования, являются механическая разборная очистка и химическая безразборная очистка [3]. Оба этих метода хорошо себя зарекомендовали, но, в то же время у них есть ряд недостатков: они затратны и трудоемки, требуют высокой квалификации персонала, проведения опрессовки после разборки и закупки дорогостоящих химических реагентов, которые, в свою очередь, опасны для окружающей среды, и, самое важное, прерывания работы оборудования. Также при сильном зарастании теплопередающей поверхности

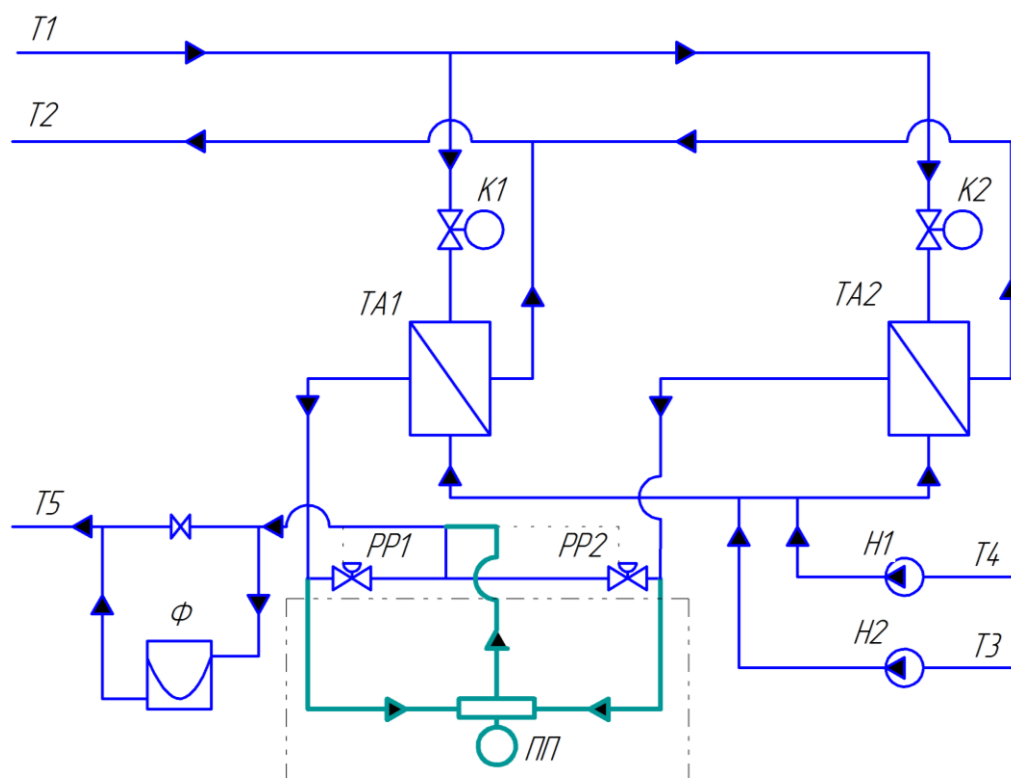
пластинчатого теплообменного аппарата и большой его мощности, как показывает практика, химическая промывка является малоэффективной.

Поэтому поиск, разработка новых методов очистки пластинчатых теплообменных аппаратов, которые будут эффективны при сильном зарастании теплопередающей поверхности, не требующие остановки работы оборудования и не оказывающие негативного влияния на окружающую среду, оборудование, персонал и предприятие в целом, на сегодняшний день является актуальной задачей.

Одним из таких способов является безразборная механическая очистка с использованием гидроудара или комбинированная очистка, которая сочетает в себе гидроудар и химическое воздействие. Схема теплового пункта с оборудованием для безразборной механической очистки теплопередающей поверхности (рис.1) реализована в 2015 г. на базе центрального теплового пункта МГУ им. Н.П. Огарева города Саранск. Суть данного метода заключается в том, что к промываемому теплообменнику подключается преобразователь потока (ударный узел), который создает импульсные колебания потока в зоне отложений, т.е. образуется ударная волна [4]. В результате воздействия ударной волны на теплопередающую поверхность происходит разрушение и отслоение отложений – гидроудар в сопровождении волны с большой кинетической энергией производит колебания материала теплопередающей пластины и расклинивание отложений через микропоры и трещины.

Исследование режимов работы тепловой системы, включающей теплообменные аппараты, производилось с применением как стационарного измерительного оборудования, так и с использованием портативных приборов. Так, например, при определении изменения состояния зарастания теплопередающей поверхности применялись портативные расходомеры Вэлэт, накладные датчики температуры, стационарные датчики давления

ОВЕН. Анализ результатов исследований по определению состояния теплообменной поверхности при этом базировался на существующих методиках и накопленном опыте проведенных ранее измерений [5, 6, 7].



T1 – трубопровод, подающий сетевую воду; T2 – трубопровод с выходом сетевой воды; T3 – трубопровод холодной воды; T4 – трубопровод из системы горячего водоснабжения; T5 – трубопровод в систему горячего водоснабжения; ПП – преобразователь потока; ТА1, ТА2 – теплообменный аппарат; Ф – фильтр; PP1, PP2 – регулятор расхода; K1, K2 – регуляторы перепада давления.

Рис.1 – Схема теплового пункта с оборудованием для безразборной механической очистки теплопередающей поверхности

Далее параметры, полученные в ходе измерений, использовали для определения различных показателей, таких, как состояние теплообменной поверхности по перепаду гидродинамического сопротивления, текущее состояние теплообменной поверхности. Также составляли уравнение теплового баланса и затем проводили поверочный расчет теплообменного аппарата с целью определения текущего коэффициента теплопередачи [8, 9, 10].

Анализируемое текущее состояние теплообменной поверхности по перепаду гидродинамического сопротивления представлено на рисунке 2.

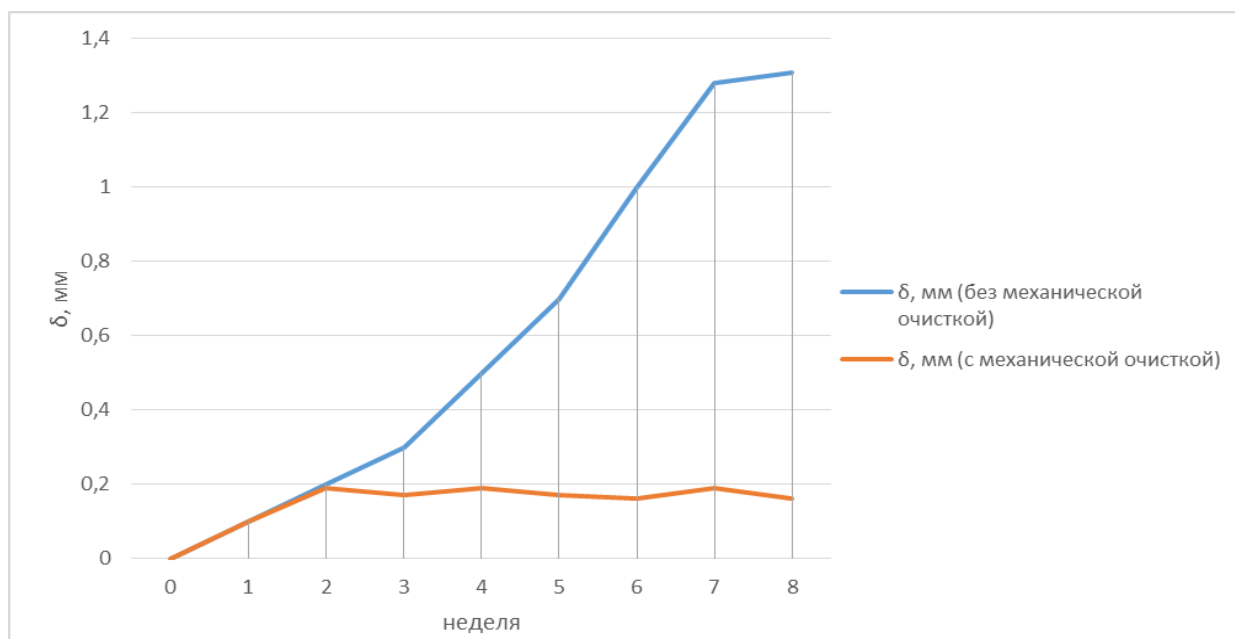


Рис. 2. – Характер изменения отложений на теплопередающей поверхности от времени

На основании коэффициента теплопроводности $\lambda_{отл}$, установлена толщина отложений на теплообменниках. С механической очисткой толщина отложений не превышает 0,19 мм, без очистки поверхности теплообмена толщина отложений составила 1,31 мм за 8 недельный период.

Таким образом, за счет влияния механических колебаний на теплообменник, происходит предотвращение образования значительного объема накипи и тем самым увеличение его КПД [3, 4]. Кроме того, применение колебаний увеличивает теплопередачу греющих поверхностей каналов, за счет микротоков при колебании стенок пластин, и повышение скорости потока воды, в связи со снижением гидродинамического сопротивления каналов с колеблющимися стенками.

Результаты анализа текущего состояния теплообменной поверхности с целью определения текущего коэффициента теплопередачи представлены на

рисунке 2. По графикам видно, что механические колебания увеличивают коэффициент теплопередачи теплообменного аппарата в среднем на 14,7 %.

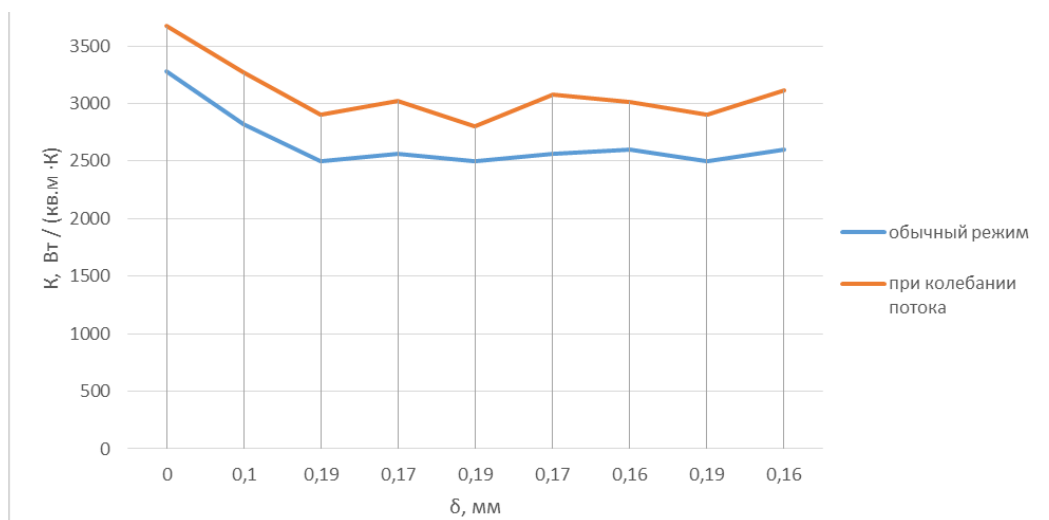


Рис. 3 – Характер изменения коэффициента теплопередачи теплообменного аппарата от изменения отложений (толщина)

Под действием механических колебаний улучшается также отвод пузырьков пара от поверхности нагрева, и дегазация воды вследствие лучшего перемешивания пристеночного слоя жидкости, что также способствует увеличению теплопередачи. Но основным преимуществом такого способа, важным для эксплуатационного персонала, является то, что очистку технологического оборудования можно производить без его остановки, а также, при необходимости, без использования химических реагентов. Это наиболее актуально во время отопительного периода.

Несмотря на значительные преимущества метода, у него все же имеются и некоторые минусы. Во-первых, данный метод невозможно применять при уже образовавшихся твердых и жестких отложениях. Во-вторых, необходима установка и последующее обслуживание фильтров, расположенных после промываемого оборудования.

Тем не менее, все теоретические и экспериментальные данные, рассмотренные выше, говорят о положительном воздействии механических колебаний на работу теплообменного оборудования, также немаловажным

остается тот факт, что такая обработка экологически безвредна. Таким образом, безразборный механический метод очистки является наиболее эффективным методом, снижающим толщину отложений в 6,8 раза, в течение исследуемого периода. Следовательно, данный метод предотвращения накипеобразования обеспечивает повышение эффективности теплообменных процессов на 14,7 %, а кроме того гарантирует понижение скорости коррозии внутренних теплопередающих поверхностей трубопровода.

Литература

1. Свидерская О. В. Основы энергосбережения. М.: ТетраСистемс, 2009. 176 с.
2. Гавриленко А.В., Кирсанов А.Л. Основные направления энергосбережения в региональной экономике // Инженерный вестник Дона, 2011, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2011/340.
3. Бубликов И. А. Загрязнение теплообменного оборудования ТЭС и АЭС. Ростов.: СКНЦ ВШ, 2003. – 232 с.
4. Кузнецов А.А., Миндров К.А. Система отопления пола жилых и производственных помещений // Инженерный вестник Дона, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5448.
5. Бударин П.А. Диагностирование отложений на поверхностях теплообмена конденсаторов турбин // Международная научная конференция «Математические методы в технике». Ярославль: 2007. С. 59–63.
6. Бударин П.А. Инструментальные методы диагностирования отложений в оборудовании ТЭС и АЭС // Международная научная конференция «Повышение эффективности производства электроэнергии». Новочеркасск. 2004. С. 106–109.
7. Guelpa E. Optimal operation of large district heating networks through fast fluid-dynamic simulation // Energy. 2016. Vol. 102. pp.586-595.

8. Сотникова О.А., Мелькумов В.Н. Теплоснабжение. М.: Ассоциации строительных вузов, 2009. 296 с.
9. Пырклов В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. К.: «Такі справи», 2007. 252 с.
10. Georgiadis M.C., Kikkinides E.S., Pistikopoulo E.N.. Energy Systems Engineering// WILEY-VCH, Weinheim-2008. 337 p.

References

1. Sviderskaya O. V. Osnovy energosberezheniya [Basics of energy saving]. М.: TetraSistems, 2009. 176 p.
2. Gavrilenko A.V., Kirsanov A.L. Inzhenernyj vestnik Dona, 2011, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2011/340.
3. Bublikov I. A. Zagryaznenie teploobmennogo oborudovaniya TES i AES [Contamination of heat exchange equipment of thermal power plants and nuclear power plants]. Rostov. SKNTs VSh, 2003. 232 p.
4. Kuznetsov A.A., Mindrov K.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5448.
5. Budarin P.A. Diagnostirovanie otlozheniy na poverkhnostyakh teploobmena kondensatorov turbin Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya «Matematicheskie metody v tekhnike». Yaroslavl': 2007. pp. 59–63.
6. Budarin P.A. Instrumental'nye metody diagnostirovaniya otlozheniy v oborudovanii TES i AES Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya «Povyshenie effektivnosti proizvodstva elektroenergii». Novocherkassk. 2004. pp. 106–109.
7. Guelpa E. Optimal operation of large district heating networks through fast fluid-dynamic simulation. Energy. 2016. Vol. 102. pp.586-595.
8. Sotnikova O.A., Mel'kumov V.N. Teplosnabzhenie [Heat supply]. М.: Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov, 2009. 296 p.



9. Pyrkov V.V. Sovremennye teplovye punkty. Avtomatika i regulirovanie [Modern heating points. Automation and regulation]. К.: «Такі справи», 2007. 252р.

10. Georgiadis M.C., Kikkinides E.S., Pistikopoulo E.N. Energy Systems Engineering. WILEY-VCH, Weinheim-2008. 337 p.

Дата поступления: 27.02.2024

Дата публикации: 4.04.2024