

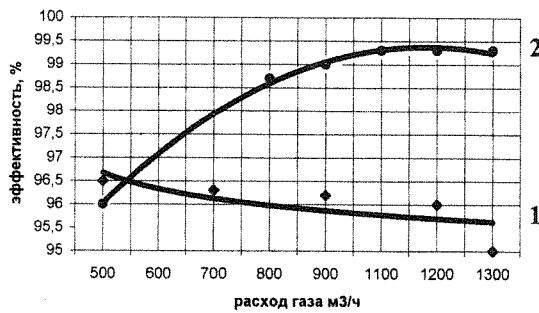


Рис. 6.

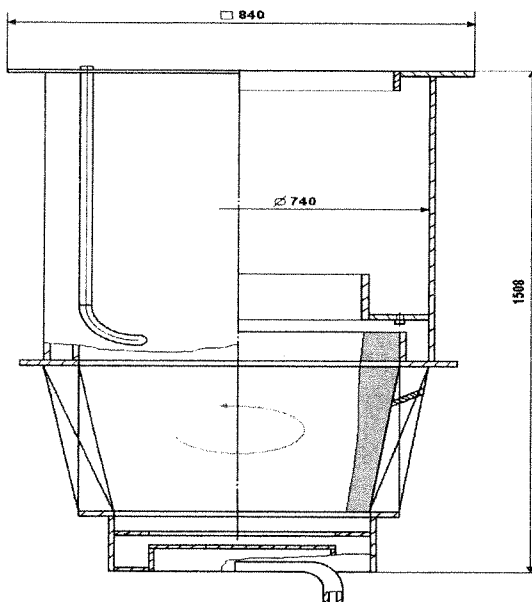


Рис. 7. Вихревой модуль

С циклоном №1 и циклоном №2 были проведены серии опытов.

Результаты испытаний показали, что циклон №2 (линия 2) имея высокое по сравнению с циклоном №1 (линия 1) гидравлическое сопротивление, значительно превосходит его по эффективности (рис. 6).

Для окончательного выбора рабочего варианта циклонного элемента предлагается проведение дополнительных исследований, направленных на модернизацию конструкции циклона с целью снижения его гидравлического сопротивления при одновременном повышении эффективности.

По результатам исследовательских работ, выполненных с экспериментальными образцами вихревого скруббера на лабораторном стенде и на опытной установке НТЭЦ-4, разработана конструкция вихревого модуля для ЗУУ котла №9 НТЭЦ-4.

Изготовлены 32 вихревых модуля и установлены в корпусе батарейного эмульгатора.

Установка подготовлена к производственным испытаниям. Устройство модуля показано на рис.7.

УДК 621.565

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ТИПА ALFA LAVAL В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ТЭС

В.И. Беспалов, М.Ю. Лапицкий
Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: vib@ped.tpu.ru

В последнее время в теплоэнергетике значительное распространение получили весьма эффективные и компактные пластинчатые теплообменники фирмы Alfa Laval. Высокая эффективность теплообмена в них достигнута благодаря хорошо организованной турбулизации потока в зазорах между пластинами, расположенными друг от друга на

расстоянии 2,5 – 3 мм. С другой стороны, малое расстояние между пластинами обеспечивает высокую тепловую мощность единицы объема аппарата. Не сложно показать, что теплообменники Alfa Laval работают в области значений числа Re , соответствующих переходному режиму ($2300 > Re > 10$). При этом за счет высокой турбулизации потока удастся существенно уменьшить толщину пограничного слоя и получить коэффициент теплоотдачи от стенки к воде в пределах $4,5 - 5,5 \text{ кВт/м}^2\text{град}$. Это, в свою очередь, позволяет получить удельную тепловую мощность теплообменника при $\Delta t = 70 \text{ C}^0$ равной $q_v = 63 - 77 \text{ МВт/м}^3$.

Практика эксплуатации теплообменников Alfa Laval в контуре тепловой сети показала, что существующие нормы качества сетевой воды не обеспечивают их нормальную длительную работу. На графиках рис.1 представлены результаты эксплуатации теплообменника в контуре тепловой сети котельной локомотивного депо г. Тайга Кемеровской области в период с 12.10 по 24.10 1999г. При построении графиков использовались данные по журналам наблюдений эксплуатационного персонала с периодическим контролем достоверности результатов измерений параметров.

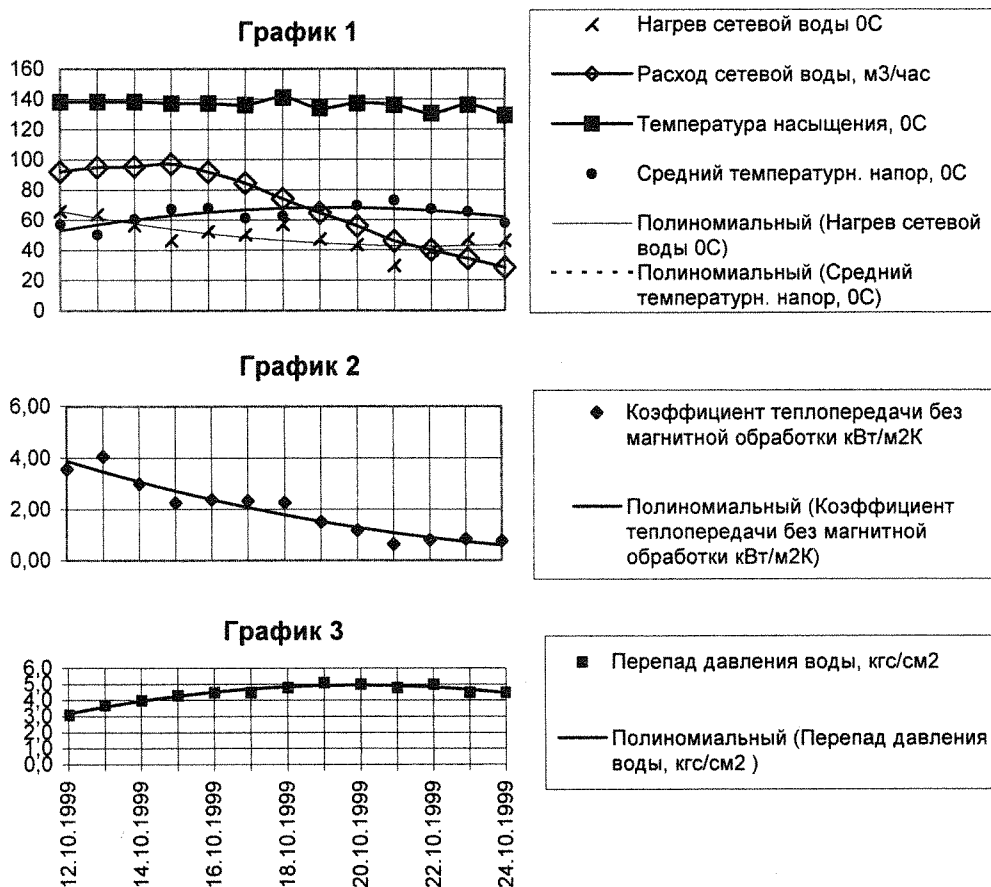


Рис.1 Параметры теплообменника Alfa Laval без предварительной магнитной обработки воды

Видно, что при практически постоянных давлении греющего пара и температурном напоре (график 1) теплосъем с теплообменника за десять дней снизился более чем в три раза. Это, прежде всего, связано со снижением коэффициента теплопередачи с $3,8 \text{ кВт/м}^2\text{К}$ до $0,7 \text{ кВт/м}^2\text{К}$ (график 2) за счет интенсивного отложения накипи на поверхности нагрева. Об этом же говорит и зафиксированное снижение расхода сетевой воды через теплообменник в 2,5 раза (график 1) даже при росте перепада давления на нем в 1,5 – 1,8 раза (график 3). Такое снижение эффективности работы теплообменника сделало практически невозможным его дальнейшую эксплуатацию.

Опыт эксплуатации магнитных аппаратов «Декарбон» [1] на кожухотрубных теплообменниках в схемах подогрева сетевой воды и для горячего водоснабжения показал их высокую эффективность по предотвращению отложений накипи на поверхностях нагрева.

Принятое руководством депо решение о проведении промышленного эксперимента по эксплуатации теплообменника Alfa Laval с установкой «Декарбона» позволило получить результаты, представленные на графиках 1 и 2 (рис.2). Графики построены по данным наблюдений эксплуатационного персонала котельной за период с 25 октября по 20 декабря 2000 г. Для эксперимента был взят теплообменник Alfa Laval, который уже несколько дней отработал без магнитной обработки сетевой воды и имел на поверхности теплообмена отложения с исходным коэффициентом теплопередачи на уровне 1,6 – 1,7 $\text{кВт/м}^2\text{К}$ (график 2 рис.2). Он был включен в работу параллельно с двумя пароводяными кожухотрубчатыми сетевыми подогревателями. Тепловая производительность теплообменника Alfa Laval примерно равна производительности кожухотрубчатого подогревателя. Схема включения теплообменника Alfa Laval и аппарата «Декарбон» приведена на рис.3.

Как видно на графике 1 рис. 2, за период эксплуатации с 29.10.00 по 5.12.00 – 8.12.00 расход сетевой воды через теплообменник поддерживался стабильно. Резкое снижение расхода 6.11.00 объясняется включением дополнительного теплообменника при росте тепловой нагрузки, так же как и скачек расхода - временным его отключением 22 – 22 ноября 2000 г. По другим параметрам видно, что за этот период стабильным оставалось среднее давление греющего пара, несколько снизился температурный напор и увеличился нагрев воды (график 1, рис.2). Очевидной просматривалась тенденция к увеличению коэффициента теплопередачи до $2 \text{ кВт/м}^2\text{К}$.

С 5 – 8 декабря 2000 г. в работе установки Alfa Laval с «Декарбоном» наблюдается резкий спад. За 10 – 12 дней коэффициент теплопередачи падает вдвое (до $1 \text{ кВт/м}^2\text{К}$), с соответствующим снижением теплосъема.

Резко снижается и расход сетевой воды через Alfa Laval, что однозначно говорит об увеличении его гидравлического сопротивления, связанного с ростом отложений солей на поверхностях. Такое явление возможно по следующим причинам:

1. Резкое снижение магнитных характеристик аппарата «Декарбон».
2. Резкое изменение качества сетевой воды (жесткость, наличие механических, органических примесей и т.п.).
3. Сочетание этих факторов.

График 1

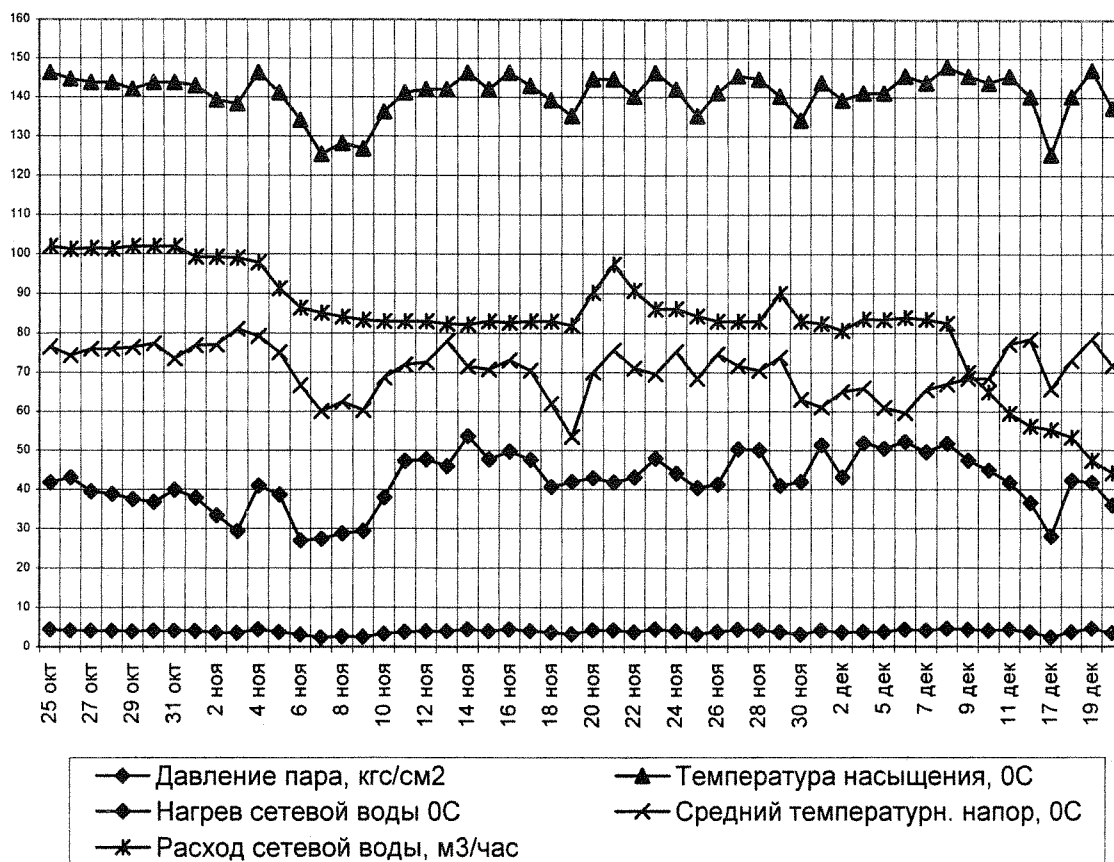


График 2

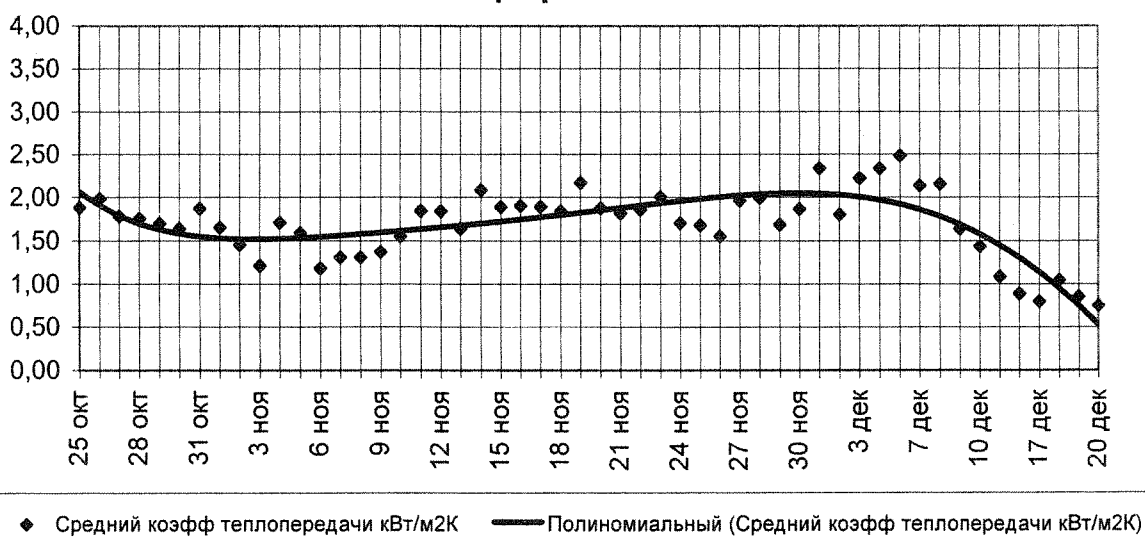


Рисунок 2.

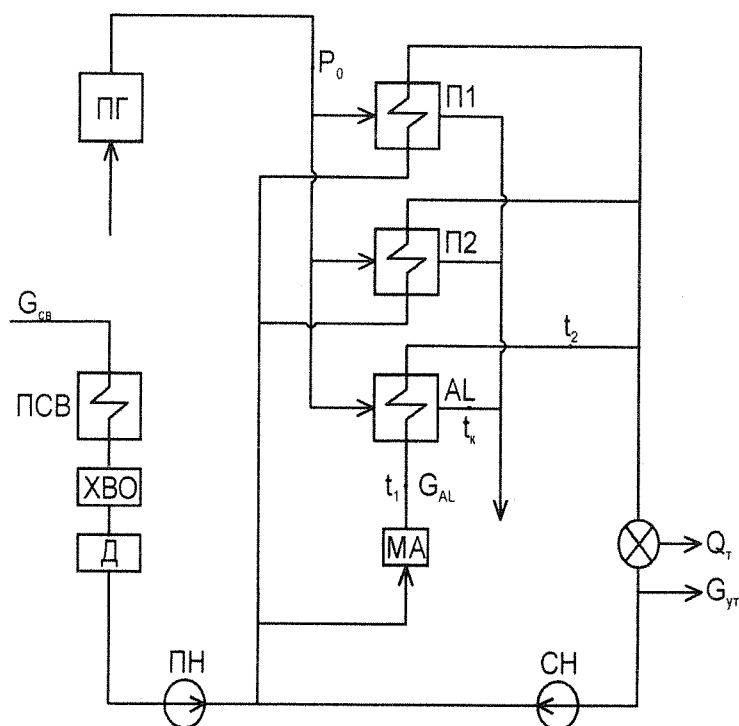


Рис.3. Схема включения теплообменника Alfa Laval (AL) и аппарата «Декарбон» (МА) в систему теплоснабжения. Обозначения: П1 и П2 – кожухотрубчатые пароводяные подогреватели; ХВО – химводоочистка; t_1, t_2, t_k – температуры сетевой воды до и после теплообменника AL и температура конденсата греющего пара, соответственно; P_0 – давление греющего пара; G_{AL} – расход сетевой воды через теплообменник AL; СН, ПН – сетевой и подпиточный насосы; ПГ – парогенератор; $G_{с.в.}$ – расход сырой воды на подпитку теплосети; ПСВ – подогреватель сырой воды; Д – деаэратор.

Как показывает опыт эксплуатации аппаратов «Декарбон», постепенное снижение его магнитных характеристик имеет место, но время его проявления измеряется годами. Поэтому причиной существенного снижения характеристик теплообменника Alfa Laval является резкое изменение качества сетевой воды, которое имело место из-за отключения ХВО. Отложения солей жесткости особенно вредны для теплообменников Alfa Laval, так как расстояние между соседними пластинами в них не превышает 2,5 мм и даже пленка толщиной в 0,5 мм уменьшает проходные сечения по воде практически в 2 раза.

Выводы

1. Работа теплообменников Alfa Laval на сетевой воде параллельно с традиционными трубчатыми теплообменниками при качестве воды, удовлетворяющем последние, невозможна без дополнительной обработки воды перед теплообменником Alfa Laval.
2. Магнитная обработка воды установкой «Декарбон» с параметрами установки, соответствующими качеству сетевой воды, обеспечивает длительную работу теплообменника Alfa Laval без снижения его энергетических характеристик (коэффициента теплопередачи, тепловой мощности, гидравлического сопротивления и др.).
3. Для теплообменников, имеющих отложения солей на поверхности, при длительной их работе совместно с аппаратом «Декарбон» наблюдается явление отмывки поверхностей от старых отложений с постепенным восстановлением их эксплуатационных параметров.

Литература:

1. Беспалов В.И., Кривошеев В.В., Быстров В.Л. Некоторые результаты практического использования нетрадиционных магнитных систем для обработки воды// Материалы шестой Всероссийской научно-технической конференции «Энергетика: экология, надежность, безопасность», Т.1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000.