

№ 8 (144)

август

2012 г.

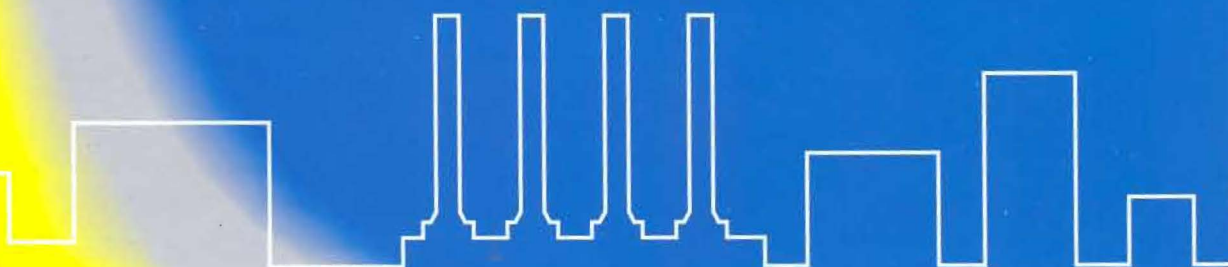


В номере:

- ТАРИФЫ НА ГВС:
МАЛЕНЬКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ
- ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
НАГРУЗКИ МЕЖДУ КОТЛАМИ
- ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ОПТОВОЛОКОННОЙ ТЕХНИКИ
ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО
РАДИУСА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
- ПРОБЛЕМЫ ДЕАЭРАЦИИ ВОДЫ
И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ
- ПРАВИЛА
ЭФФЕКТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ
ПОДПИТОЧНОЙ ВОДЫ

НОВОСТИ

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ



Повышение эффективности теплообменных аппаратов при применении олуненных теплообменных труб

Д. т. н. М. А. Готовский, ведущий научный сотрудник, к. т. н. В. А. Пермяков, ведущий научный сотрудник, к. т. н. К. В. Пермяков, заведующий сектором, ОАО «НПО ЦКТИ», Г. А. Курмелев, генеральный директор, ООО «РЭНТА», г. Санкт-Петербург

Основным типом теплообменных аппаратов в отечественных системах централизованного снабжения теплом и горячей водой являются подогреватели кожухотрубного исполнения.

К ним относятся водо-водяные подогреватели горизонтальные по ГОСТ 27590-99; горизонтальные пароводяные по ОСТ 108.271.105-76 и вертикальные пароводяные по ОСТ 108.271.101-76 [1-3].

Конструкции были разработаны в 50-е гг. прошлого века и уже к 90-м гг. признавались устаревшими. В последние 15-20 лет это многократно отмечалось в периодической печати, на конференциях и симпозиумах [4-6]. Многие тысячи единиц этого оборудования, несмотря на конструктивное несовершенство и низкую тепловую эффективность, не только сохраняются в эксплуатации, но и продолжают до настоящего времени выпускаться многими изготовителями.

К середине 80-х гг. XX в. проблема создания для этих систем конструктивно более совершенных и более эффективных аппаратов кожухотрубного типа приобрела достаточно острый характер.

Проведенный технический анализ конструктивных и фактических рабочих характеристик перечисленного оборудования показал возможность их существенного улучшения даже при условии сохранения в них гладкотрубных поверхностей теплообмена. Оказалось возможным также освоить изготовление кожухотрубных подогревателей нового поколения на существующем оборудовании без внесения серьезных изменений в освоённые технологические процессы [7-10]. Однако необходимость дальнейшего улучшения их технико-экономических характеристик требует перехода на поверхности, обесп-

печивающие интенсификацию теплообмена в аппаратах с однофазными (вода-вода) и двухфазными (пар-вода) теплоносителями.

Очевидно, что новые типы поверхностей должны быть технологичны в изготовлении, не требовать нового дорогостоящего оборудования, иметь прочностные и механические свойства, не уступающие аналогичным характеристикам гладких труб и допускать те же способы закрепления концов в трубных досках, которые применяются для гладких труб и аналогичные методы очистки внутренних поверхностей. Существенно также ограничение увеличения потерь давления величиной прироста тепловой эффективности. Повышение стоимости таких труб по сравнению с гладкими не должно превышать уровня 20%.

С учетом этих требований была проведена оценка возможности использования в рассматриваемом оборудовании различных интенсифицированных поверхностей.

В ряде организаций длительное время проводились исследования интенсификации теплообмена с помощью нанесения на теплообменную поверхность системы сферических лунок [11, 12]. Важной особенностью таких труб является то, что при изготовлении их с помощью наружного давления на внутренней поверхности труб также возникает интенсифицирующий теплообмен рельеф, эффективность которого, как было показано в опытах, для турбулентной конвекции близка к «луночному» рельефу. Это особенно важно для конвективных теплообменников, в которых термические сопротивления сторон соизмеримы. При таком методе интенсификации обеспечивается также относительно небольшой рост потерь давления. Поэтому было принято решение использовать олуненные трубы вместо гладких для решения поставленной выше задачи.

Чтобы реализовать эту идею, необходимо было создать опытное производство олуненных труб и провести испытания пилотного кожухотрубного подогревателя с поверхностью теплообмена из таких труб.

Специалисты ООО «РЭНТА» в рамках сотрудничества с ОАО «НПО ЦКТИ» разработали и изготовили оригинальную установку для нанесения на поверхность исходных гладких труб сферических лунок (создание дискретной регулярной шероховатости) и изготовили пробную партию олу-



Рис. 1. Олуненная теплообменная трубка.

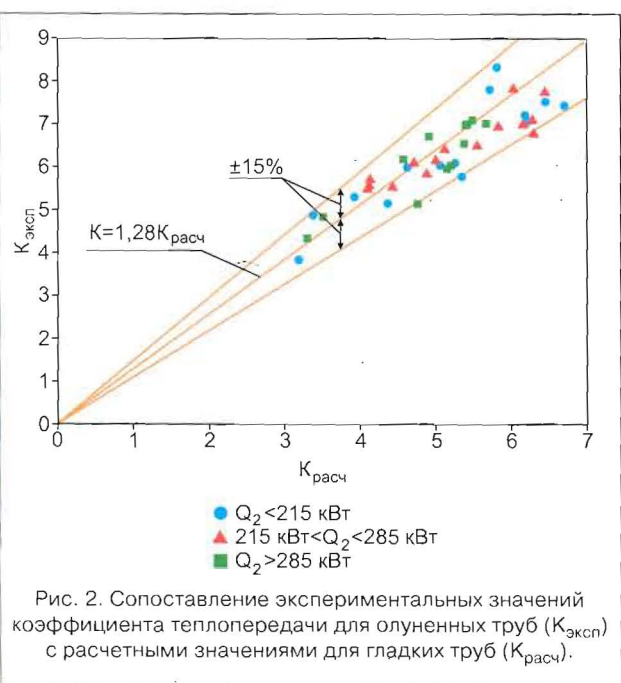


Рис. 2. Сопоставление экспериментальных значений коэффициента теплопередачи для олуненных труб ($K_{эксп}$) с расчетными значениями для гладких труб ($K_{расч}$).

шить количество установленных подогревателей аналогичных типоразмеров при увеличении стоимости одного подогревателя лишь на 10-12%. Достигнутое повышение коэффициента теплопередачи позволило создать серию водоводяных подогревателей с интенсификацией теплообмена, по тепловой эффективности и эксплуатационным характеристикам превосходящие аппараты пластинчатого типа.

Следует особо подчеркнуть, что установка олуненных труб вместо гладких в трубных пучках остающихся в эксплуатации подогревателей не требует специальной или дорогостоящей оснастки, может быть осуществлена при плановых ремонтах в период остановов силами собственного ремонтного персонала объекта, и таким образом позволяет повысить их тепловую эффективность при минимальных затратах.

Литература

1. ГОСТ 27590-88. Подогреватели водо-водяные систем теплоснабжения.
2. ОСТ 108.271.105-76. Подогреватели пароводяные тепловых сетей.
3. ОСТ 108.271.101-76. Подогреватели сетевой воды для тепловых электростанций, отопительно-производственных и отопительных котельных.
4. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1975.
5. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы). М.: Энергоиздат, 1984.
6. РД 24.035.05-89. Тепловой и гидравлический расчет теплообменного оборудования АЭС. НПО ЦКТИ. Л., 1991.
7. Готовский М.А., Беленький М.Я., Фокин Б.С. Теплоотдача и сопротивление при течении в круглой трубе с интенсификацией регулярной системой сферических лунок и сферических выступов. Труды ОАО «НПО ЦКТИ», вып. 293, СПб, 2004.
8. Справочник по теплообменникам. Том 1. Пер. с англ., под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова. М.: Энергоатомиздат, 1987.
9. Пермяков В.А., Пермяков К.В. Кожухотрубные подогреватели для промышленной и коммунальной энергетики // Новости теплоснабжения. 2012. № 7.
10. Беленький М.Я., Готовский М.А., Леах Б.М., Фокин Б.С. Теплогидравлические характеристики поперечнообтекаемых поверхностей с лунками // Теплоэнергетика. 1995. № 1.
11. Готовский М.А., Шрадер И.Л., Дашчян А.А. Интенсифицированные трубчатые воздухоподогреватели // Теплоэнергетика. 1999. № 9.
12. Балунов Б.Ф., Готовский М.А., Пермяков В.А., Пермяков К.В., Щеглов А.А., Ильин В.А., Сайкова Е.Н., Сальников В.В. Исследование теплогидравлических характеристик кожухотрубного водоподогревателя с интенсификацией теплообмена путем использования теплообменных трубок с лунками // Теплоэнергетика. 2008. № 1.

ненных латунных труб для опытного пароводяного подогревателя, который был спроектирован, изготовлен и испытан. Внешний вид олуненной трубки представлен на рис. 1.

Описание экспериментальной установки, опытные режимы, методика обработки опытных данных, относящихся к испытаниям опытного пароводяного подогревателя с поверхностью теплообмена из олуненных труб, подробно изложено в [13].

Результаты испытаний показали интенсифицирующее влияние лунок на теплоотдачу как с внутренней, так и с наружной стороны труб. Наиболее существенно, в 1,59 раза, вырос коэффициент теплоотдачи от стенки трубы к воде α_2 . Определенная интенсификация теплоотдачи на внешней поверхности олуненных труб при пленочной конденсации пара на ней также, судя по всему, имела место, но при обработке результатов опытов ей пренебрегали.

Изменение коэффициента теплопередачи при применении труб с лунками приведено на рис. 2. Как видно из графика, коэффициент теплопередачи при использовании таких труб (K) на 28% выше его величины для гладких труб ($K_{расч}$). Значение коэффициента теплопередачи для пароводяного подогревателя получилось равным примерно $6,2 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, что вдвое выше значения для подогревателей марки ПП по [2]. Коэффициент гидравлического сопротивления трением потока охлаждающей воды внутри олуненных труб $\lambda_{тр}$ вырос в 2,1 раза.

Таким образом, интенсифицирующее влияние лунок на теплообмен в подогревателях, применяемых в системах теплоснабжения, подтверждено экспериментально. Повышение на 28% значения K позволяет на четверть умень-