

– потребляемая мощность системы на ИК-обогревателях снижается на 30–40 % потребляемой мощности конвективной системы;

– энергосбережение происходит за счет снижения температуры воздуха в помещении на 2–3 °С; равномерное вертикальное распределение температуры, что весьма эффективно проявляется при отоплении высоких помещений.

Каждое из перечисленных преимуществ играет системообразующую роль в энергосбережении.

#### Список литературы

1. Родин А. К. Применение излучающих горелок для отопления. Л. : Недра, 1976. 117 с.
2. Рекомендации по применению систем обогрева с газовыми инфракрасными излучателями. М. : АВОК, 2005. 7 с.
3. Шумилов Р. Н., Толстова Ю. И., Помер А. А. Системы лучистого отопления с использованием газа // Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции: материалы международной научно-технической конференции. М. : МГСУ, 2007. С. 126–130.

УДК 536.24

Желонкин Н. В., Рябчиков А. Ю., Аронсон К. Э., Хае́т С. И.  
Уральский федеральный университет,  
lta\_ugtu@mail.ru

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОФИЛИРОВАННЫХ ТРУБОК ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК ТЭС**

Конструкции установленных на ТЭС в схемах паротурбинных установок (ПТУ) теплообменных аппаратов, которые были спроектированы в середине двадцатого века, не соответствуют современным требованиям по надежности, экономичности и экологической безопасности. Поэтому именно в настоящее время, когда срок эксплуатации теплообменных аппаратов устаревших конструкций подходит к концу, их совершенствование и создание новых теплообменных аппаратов ПТУ является актуальным и перспективным.

Применение профилированных трубок рассматривается в настоящее время как один из перспективных путей повышения эффективности теплообменных аппаратов ПТУ. Широкое применение нашли профильные витые трубки (ПВТ) (рис.1, б), которые имеют ряд преимуществ перед другими поверхностями теплообмена: хорошая изученность этих трубок; отлаженная, достаточно простая и недорогая технология изготовления трубок; повышение интенсивности теплопередачи в аппаратах с такими трубками (на 15–40 %) в сравнении с гладкотрубными теплообменниками; допустимое в большинстве случаев увеличение гидравлического сопротивления аппарата (до 80 %) и т. д. Дальнейшим развитием данного типа поверхности теплообмена с винтовой накаткой является предложенная авторами поверхность теплообмена со встречной накаткой (ТВН) (рис. 1, в, патент на полезную модель 112752 РФ). Проведенные экспе-

риментальные исследования на трубке со встречной накаткой (ТВН) показали её повышенную эффективность.

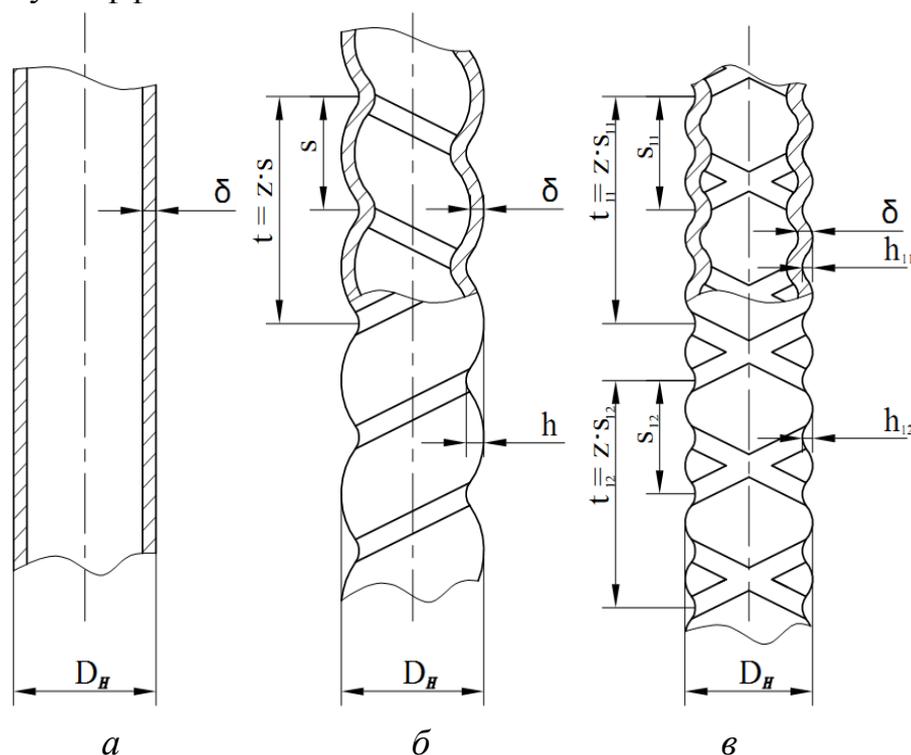


Рис. 1. Профильные трубки: а – гладкая трубка, б – профильная витая трубка (ПВТ), в – трубка со встречной накаткой (ТВН):  $h$ ,  $h_{11}$ ,  $h_{12}$  – глубина канавки, мм;  $s$ ,  $s_{11}$ ,  $s_{12}$  – шаг между соседними канавками, мм;  $z$  – число заходов профилирования;  $\delta$  – толщина стенки трубки;  $D_H$  – наружный диаметр трубки

ПВТ изготавливаются из гладких трубок на специальном станке методом планетарной обкатки, закреплённой от вращения гладкой трубки тремя формирующими фасонными роликами малой толщины, которые устанавливаются под требуемым углом к оси заготовки и вдавливаются в неё на необходимую глубину. При этом на наружной поверхности трубки образуются винтовые канавки, а на внутренней – соответствующие им выступы. ПВТ изготавливается с правой накаткой и шагом между соседними канавками  $s = 8$  мм. При изготовлении трубок ТВН производится дополнительное профилирование ПВТ (правая накатка  $s_{12}$ ) левой накаткой с необходимым шагом  $s_{11}$ .

Применение профильных витых трубок конструкции УрФУ в теплообменных аппаратах ТЭС прошло многолетнюю апробацию в энергетике (рис. 2) и зарекомендовало себя как надёжный метод повышения их эффективности.

Опыт модернизации значительного количества теплообменного оборудования ПТУ показал, что совершенствование серийных аппаратов, отработавших свой ресурс, путем замены трубных пучков на трубные системы с ПВТ целесообразно, поскольку при вышедших из строя и морально устаревших трубных пучках аппаратов их корпуса остаются, как правило, в удовлетворительном состоянии. А использование штатного корпуса (и в ряде случаев и водяных камер) серийного аппарата при установке в него современной трубной системы позволяет избежать дополнительных затрат на согласование и реализацию новой компоновки теплообменника (обвязка трубопроводами). Кроме того, стои-

мость модернизации с использованием штатного корпуса существенно снижает общие затраты на модернизацию.

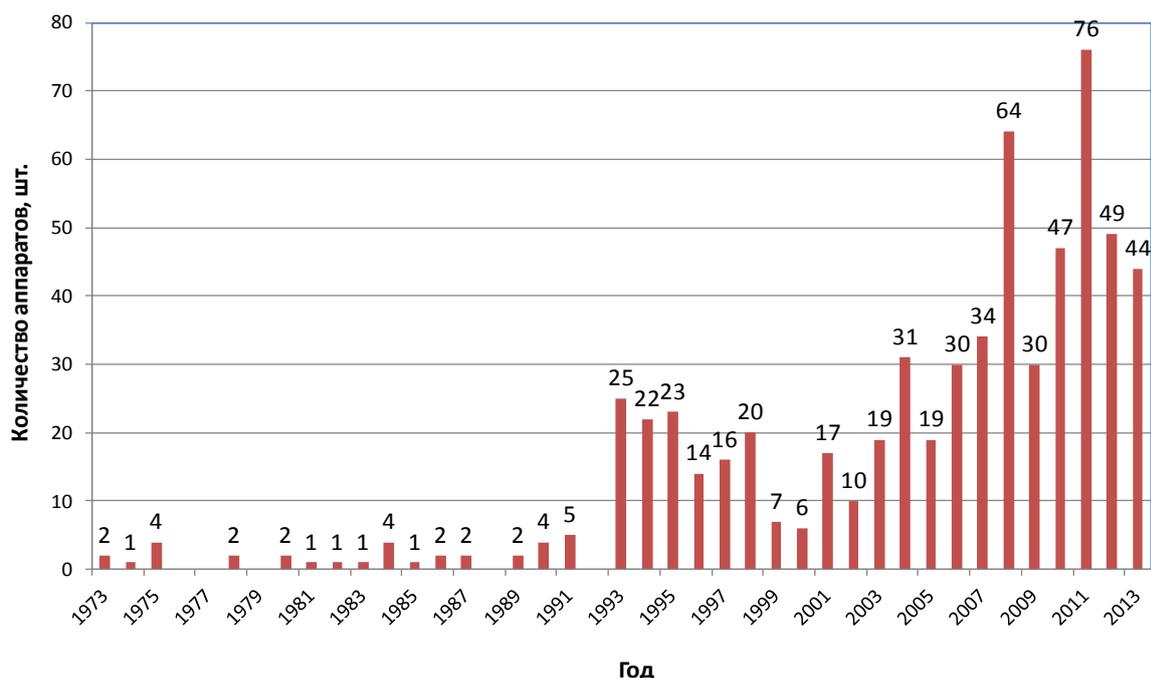


Рис. 2. Ретроспектива применения профильных витых трубок конструкции УрФУ при модернизации теплообменного оборудования ПТУ ТЭС

По проектам УрФУ изготовлено и модернизировано более 600 теплообменных аппаратов (рис. 3) для турбоустановок мощностью от 6 до 800 МВт на 45 ТЭС Российской Федерации. Проектирование модернизированных теплообменников основывается на уточненных или разработанных авторами уникальных методиках вибрационного и теплогидравлического расчетов, позволяющих реализовать максимально эффективные и надежные конструкции.

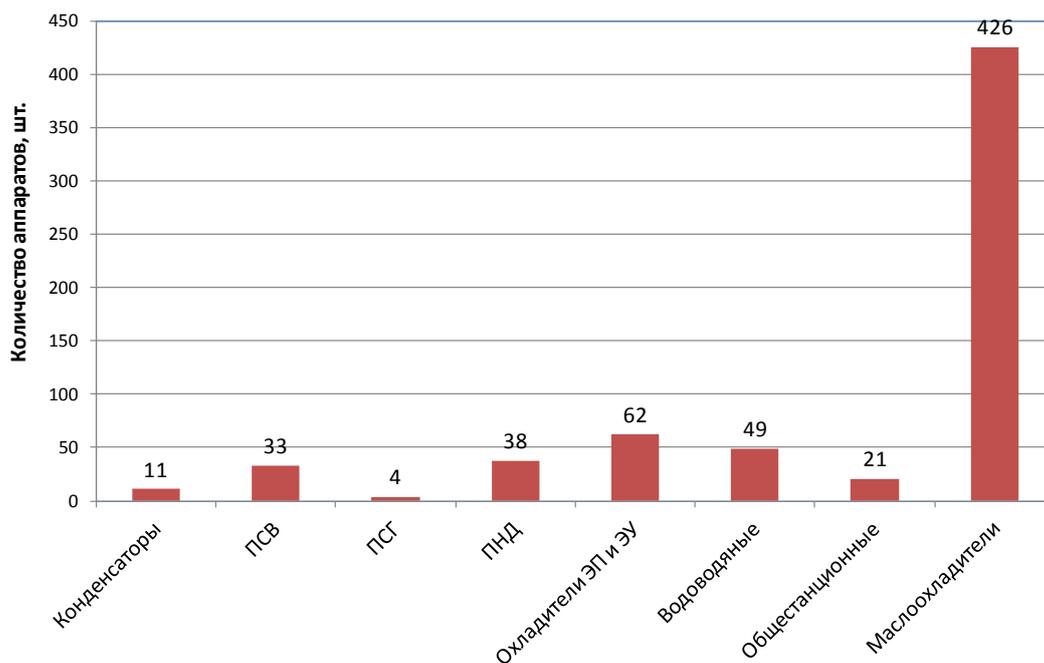


Рис. 3. Теплообменные аппараты, модернизированные по проектам УрФУ и работающие в различных технологических подсистемах ТЭС

Опыт эксплуатационного персонала ТЭС, где установлены аппараты с ПВТ, подтверждают результаты промышленных испытаний.

Решение вопроса о целесообразности применения ПВТ в конкретных теплообменных аппаратах ПТУ должно приниматься только на основе технико-экономического анализа для всей турбоустановки в целом.

Представленные в данной статье исследования проводились в рамках выполнения НИОКР по заданию Министерства образования и науки РФ, тема «Повышение эффективности и надежности теплообменного оборудования энергопотребляющих и энергогенерирующих установок».

УДК 621.928.3

Замалиева А. Т.<sup>1</sup>, Зиганшин М. Г.<sup>2</sup>  
ООО «Газпром трансгаз Казань»<sup>1</sup>, КГАСУ<sup>2</sup>(г. Казань)  
Albina-0587@rambler.ru<sup>1</sup>, mjihan@mail.ru<sup>2</sup>

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИКЛОННЫХ УСТРОЙСТВ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

Одна из наиболее актуальных современных проблем – локальные загрязнения атмосферы промышленными выбросами. Чтобы пылегазовые загрязнители выбросов, накапливаясь в атмосфере, не создавали концентраций сверх предельно допустимых, производится двух- или многоступенчатая очистка выбросов в газоочистных устройствах [1].

В данной работе рассматривается эффективность обработки промышленных выбросов при помощи циклонного фильтра [2] – аппарата, совмещающего первичную и окончательную ступени улавливания взвешенных частиц.

Опытный образец элемента циклонного фильтрующего аппарата испытан на стенде по схеме (рис. 1).

Запыленный поток из контейнера поступал тангенциально в циклонный элемент 1. На фильтре 2 и стенках циклона происходило инерционное осаждение пыли, затем поток попадал в выходную трубу циклона. На входной фильтрующей вставке 2 улавливается около 75 % пыли, на стенках оседает 20 %, остатки задерживаются выходным фильтром из ткани Петрянова 7.

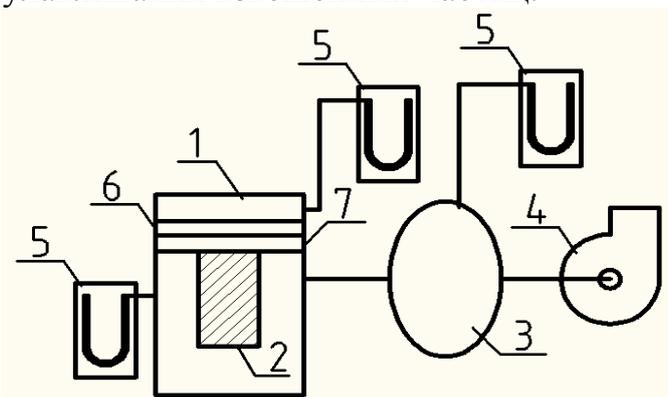


Рис. 1. Стенд для испытания фильтрующего циклонного сепаратора:  
1 – циклон; 2 – тканевый фильтр; 3 – контейнер с пылью; 4 – нагнетатель; 5 – U-образные манометры; 6 – патрон с сеткой; 7 – ткань Петрянова