

*Выводы*

1. Применение компьютерных технологий позволяет добиться заметной экономии топливно-энергетических ресурсов.

2. Системы управления ТЭЦ можно усовершенствовать практически без дополнительных капиталовложений, что позволяет применять предложенную методику как при создании новых, так и при модернизации существующих систем.

1.Редько А.Ф., Стоянов Л.Ф., Гвоздецкий А.В. Исследование влияния экономических характеристик отопительных котельных на оптимальное распределение отопительных нагрузок между ними // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.14. – К.: Техніка, 1998. – С. 100-102.

2.Федоров А.П. Выбор оптимальных величин режимных характеристик магистрального теплопровода // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.18. – К.: Техніка, 1999. – С. 133-137.

3.Лысак Л.В. Выбор рациональных нагрузок пиковых водогрейных котлов теплофикационной системы // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.33. – К.: Техніка, 2001. – С. 178-182.

4.Лысак Л.В. Рациональное управление городской теплофикационной системой // Науковий вісник будівництва. Вип.14. – Харків: ХДТУБіА, 2001. – С. 210-216.

*Получено 05.02.2003*

УДК 66.045.1

О.П.АРСЕНЬЕВА, Г.Л.ХАВИН, О.Б.АНИПКО, д-р техн. наук,  
С.В.ДЕМИРСКИЙ

*Національний технічний університет «Харьковский политехнический институт»*

**ПАРОВЫЕ ПЛАСТИНЧАТЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ  
ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И  
ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Рассматривается возможность реконструкции систем теплоснабжения и городского водоснабжения на основе применения пластинчатых теплообменных аппаратов (ПТА) в качестве паровых водоподогревателей. Приведены результаты утилизации низкотемпературного пара на Винницком хлебозаводе с экономией топлива за отопительный период на 11%.

Большинство предприятий промышленности в своем технологическом процессе используют пар. Как правило, технологическая схема производства предусматривает наиболее полное использование остро-го и вторичного пара в основном процессе, однако даже максимальная утилизация не позволяет полностью использовать теплоту вторичного пара, поэтому часть его поступает в конденсатор, где тепло безвозвратно теряется.

Подаваемый в конденсатор пар характеризуется низким давлением и температурой, поэтому его применение в технологическом про-

цессе затруднено. Наиболее перспективным является использование низкопотенциального пара в коммунальном хозяйстве для нужд отопления и горячего водоснабжения. Известно несколько схем применения пара низкого давления на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности [1]. Наиболее простым и распространенным является паровое отопление производственных, вспомогательных и административных зданий. В этом случае капитальные затраты на закупку теплообменного и регулирующего оборудования минимальные. Такая система требует меньших затрат при монтаже, на конденсатные трубопроводы устанавливаются трубы меньшего диаметра. Однако паровая система отопления обладает рядом недостатков и эксплуатационных особенностей, что приводит к дополнительным материальным затратам.

Альтернативой паровой системе отопления является водяная. В водяной системе расход теплоносителя фиксирован, температура теплоносителя варьируется с температурой наружного воздуха. Регулировка температуры теплоносителя и, соответственно, отпуска теплоты особой сложности не представляет.

Наиболее надежным и оптимальным решением данной проблемы является применение пластинчатых паровых теплообменников в качестве подогревателя для передачи тепла от конденсирующегося пара к теплоносителю – воде. Выбор пластинчатых паровых аппаратов определяется следующим:

- высокая тепловая эффективность при близком температурном приближении, например, для полного противотока допускается разность температур на выходе около  $1^{\circ}\text{C}$ ;

- возможность быстрой перенастройки путем добавления или уменьшения количества пластин в пакете в пределах конструкции аппарата;

- компактность и минимальное пространство для сервисного обслуживания;

- простота обслуживания и чистки путем разборки или промывки чистящим раствором;

- низкие удельные капиталовложения за счет меньшей материалоемкости и отсутствия специального фундамента для установки оборудования;

- идентичная геометрия каналов в совокупности с высоким коэффициентом теплопередачи позволяет уменьшить расход теплоносителя, стоимость труб, запорной арматуры, насосов;

- высоколегированная сталь и синтетический материал прокладок не способствуют образованию отложений.

С целью практического решения задачи реконструкции систем отопления и горячего водоснабжения на основе применения ПТА разработана методика расчета водо-водяных и паровых теплообменников [2], которая реализована в виде пакета прикладных программ.

Одним из ключевых вопросов при расчете ПТА является определение коэффициента теплоотдачи со стороны нагреваемого теплоносителя, поскольку именно здесь сосредоточено большее сопротивление теплоотдаче, которое и определяет численное значение коэффициента теплопередачи при расчете площади теплопередающей поверхности. Для решения этой задачи в НТУ «ХПИ» при содействии АО «Содружество-Т» была создана экспериментальная лабораторная установка для тепловых и гидравлических испытаний ПТА. В результате исследований получено критериальное уравнение теплоотдачи гофрированной поверхности, которое включает конструктивный параметр пластин  $T/H$  – отношение половины шага к высоте гофр:

$$Nu = 0,532 Re^{0,623} Pr^{0,43} (T/H)^{-1,04}.$$

Это уравнение получено для значений числа  $Re = 1300 \dots 3000$  и диапазона геометрического параметра гофр  $T/H = 2,0 \dots 3,5$ .

Расчет парового теплообменника осуществляется в двух режимах: «Конденсатор» и «Паровой подогреватель». «Расчет конденсатора» предусматривает выбор теплообменника, обеспечивающего полную конденсацию пара. При этом жестко выполняется условие по заданной входной и выходной температуре нагреваемого теплоносителя с корректировкой расхода нагреваемого теплоносителя. В режиме «Расчет подогревателя» выбирается теплообменник, полностью обеспечивающий выполнение условий по нагреваемому теплоносителю, полную конденсацию пара с корректировкой расхода пара.

В качестве греющего теплоносителя используется насыщенный или перегретый пар. Насыщенный пар может быть различной степени сухости. Расчет производится для абсолютно сухого пара. Подбор теплообменного аппарата включает моделирование трех процессов: снятие перегрева, если используется перегретый пар; конденсация насыщенного пара и охлаждение конденсата.

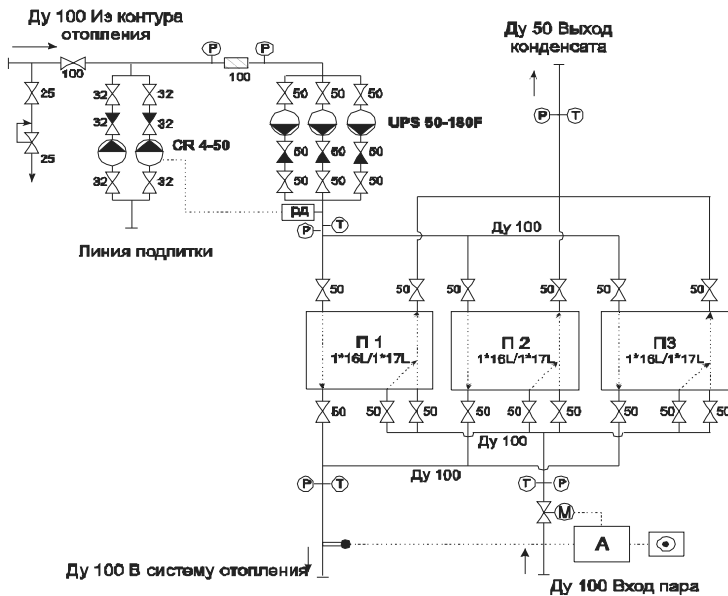
Предусмотрен выбор конструкций одноходовых разборных аппаратов, отличающихся геометрическими параметрами пластин и предельной площадью поверхности теплопередачи. Направление движения теплоносителей – противоток. Принимается, что теплообменные аппараты одноходовые и число пластин по стороне нагреваемого теплоносителя всегда на единицу больше, чем со стороны греющего. Максимально допустимые параметры теплоносителя принимали сле-

дующими: давление – 16 бар; температура – 150 °С; перепад давлений – 10 бар; степень влажности пара – 1; перепад температур не ограничен. В процессе расчета контролировали скорость теплоносителей в каналах, распределительной части пластин и коллекторах теплообменника.

При расчете выбор аппарата производили по условию минимальной стоимости или минимальной площади поверхности теплопередачи.

АО «Содружество-Т» осуществило реконструкцию систем отопления двух хлебозаводов в г.Виннице и двух в г.Черкассах. Были установлены тепловые модули по схеме, приведенной на рисунке, с использованием ПТА собственного производства на базе теплообменников фирмы «Альфа-Лаваль».

### Принципиальная схема ИТП



Модуль включает в себя три пластинчатых теплообменника (бойлера) на пар, один из которых – резервный. Кроме того, в состав модуля входят: циркуляционные насосы (один – резервный); подпиточные насосы, регулятор температуры, который путем изменения расхода пара поддерживает температуру теплоносителя; фильтры, запорная арматура и конденсатоотводчики.

Основу модуля составляют пластинчатые теплообменники. Это позволило установить его в существующем здании котельной, не прибегая к строительству отдельного здания бойлерной.

В результате реконструкции системы отопления хлебозавода №2 в г.Виннице, экономия газа за отопительный период составила 11%, из них в результате перевода системы отопления с паровой на водяную – 6-7% по сравнению с аналогичным периодом года до реконструкции. Учитывая, что в рассматриваемом случае расход пара на технологические нужды равен расходу на отопление в самый холодный период, экономия собственно в системе отопления за счет внедрения теплового модуля составила 14-17%.

На остальных хлебозаводах была проведена замена кожухотрубчатых бойлеров на пластинчатые модули. В результате экономия газа, который идет на отопление, составила 6-7% за счет более высокого КПД пластинчатых теплообменников и внедрения регуляторов температуры.

#### *Выводы*

Обследование ряда предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности показало, что пар, используемый на технологические нужды, полностью не конденсируется, а только теряет температуру и давление практически до уровня атмосферного и затем возвращается в конденсатный бак. При этом теряется значительное количество тепла и на отопление идет прямой пар из котельной. Это происходит в силу того, что кожухотрубчатые бойлера не в состоянии обеспечить требуемые параметры теплоносителя при низком давлении пара.

При установке модуля на базе пластинчатых теплообменников появляется возможность использования тепла обратного пара для отопления, что влечет за собой значительную экономию газа в отопительный период.

1.Товажнянский Л.Л., Анипко О.Б., Маляренко В.А., Капустенко П.А. и др. Основы энерготехнологии промышленности. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. – 427 с.

2.Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Хавин Г.Л., Арсеньева О.П. Методика расчета пластинчатых паровых теплообменников // Интегрированные технологии и энергосбережение. – 2002. – №2. – С. 49-54.

*Получено 05.02.2003*