

УДК 536.24

Студ. Н. В. Крень

Науч. рук. асс. С. О. Филатов

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕПЛОУЛОВИТЕЛЯ В СИСТЕМЕ УТИЛИЗАЦИИ ВТОРИЧНОГО ТЕПЛА БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Одним из наиболее крупных объектов теплотребления в технологическом цикле производства бумаги является цех бумагоделательных машин. На этом этапе производства наибольшие потери энергии сосредоточены в системе утилизации теплоты вентиляционных выбросов в виде паровоздушной смеси, которая после сушки бумаги поступает в окружающую среду, то есть не используется полезно [1]. Теплота паровоздушной смеси может быть использована для нагрева сушильного воздуха бумагоделательных машин и воздуха, поступающего в помещения цеха – воздуха общеобменной вентиляции. Для этих целей используют теплоуловители первой и второй ступеней соответственно, которые являются составной частью терморекуперационных агрегатов, включающих также каналы для прохода воздушных сред и нагнетатели (вентиляторы). Для использования вторичной теплоты паровоздушной смеси используются теплоуловители трубчатых или пластинчатых типов [2].

В исследуемом теплорекуперационном агрегате (базовая конструкция) используются трубчатые теплоуловители с параметрами: высота 1,7 м; ширина 2,2 м; глубина 2,4 м; расположение труб коридорное; трубы типоразмера 40×1,5 мм, алюминиевые; продольный и поперечный шаги $S_1=S_2=55$ мм. Длина труб теплоуловителя второй ступени составляет 2,56 м, остальные характеристики те же. Режимные параметры теплорекуперационного агрегата: расход паровоздушной смеси 19,4 кг/с, сушильного воздуха 15,3 кг/с, воздуха общеобменной вентиляции 27,8 кг/с.

В результате реконструкции теплоуловителей алюминиевые гладкие трубы заменены на тонкостенные полиуретановые трубы с волнообразной стенкой, армированные упругой стальной проволокой, при этом трубы перед закреплением в решетках были предварительно растянуты на 10–20%. Такие трубы предложены в патенте [3].

В результате теплогидравлического расчета по методикам работ [2, 4] установлено, что для теплоуловителей первой ступени переход от гладких труб к гофрированным (волнистым) ведет к увеличению

коэффициента теплопередачи с 21,2 до 23,3 Вт/(м²·К) (рост на 9,9%), что сопровождается также увеличением теплового потока с 243,7 до 261,3 кВт (рост на 7,2%). В для теплоуловителей второй ступени такая реконструкция ведет к увеличению коэффициента теплопередачи с 23,4 до 30,0 Вт/(м²·К) (рост на 28,2%), что сопровождается также увеличением теплового потока с 583,3 до 808,3 кВт (рост на 38,6%). Большой рост производительности теплоуловителей второй ступени обусловлен увеличением в них «мокрого» участка, где происходила конденсация паров воды из паровоздушной смеси с большими коэффициентами теплоотдачи. В теплоуловителях первой ступени такой участок отсутствовал. Но вместе с увеличением теплового потока происходит и увеличение затрат электроэнергии на привод вентиляторов. Для случая гладкотрубных теплоуловителей доля затрат электроэнергии от теплового потока составила 11,0%, а для теплоуловителей с гофрированными трубами – 14,1%. Тем не менее, благодаря росту общей теплопроизводительности теплоуловителей с гофрированными трубами обеспечивается увеличение годовой экономии условного топлива за счет использования вторичной теплоты с 834 до 1 029 т у. т.

Вывод. Представленные результаты расчетов доказывают целесообразность реконструкции имеющихся теплоуловителей систем рекуперации теплоты парожидкостной смеси путем замены гладких алюминиевых труб на трубы с интенсифицированной теплоотдачей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Левитан, Б. М. Вентиляция на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности / Б. М. Левитан. – М.: Лесная промышленность, 1972. – 168 с.

2 Бельский А. П. Вентиляция бумагоделательных машин / А. П. Бельский, М. Д. Лотвинов. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 216 с.

3 Секция теплоуловителя: пат. 10716 Респ. Беларусь, МПК F 28F 1/24, F 28F 9/00 / В. Б. Кунтыш, А. Б. Сухоцкий, С. О. Филатов, А. И. Скроцкий; заявитель Бел. гос. технол. ун-т. № и 20140431; заявл. 25.11.2014.

4 Кунтыш В. Б. Кожухотрубные теплообменные аппараты (расчет и конструирование): справочное пособие / под ред. В. Б. Кунтыша. – СПб.: «Недра», 2014. – 264 с.