УДК 662.613

С.К. ЗИГАНШИНА, к.т.н., доцент, доцент (СамГТУ)
г. Самара

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

В некоторых конструкциях железобетонных дымовых труб с целью повышения надежности их работы вместо тепловой изоляции между железобетонным стволом и футеровкой, образующей газоотводящий канал, создан воздушный вентилируемый кольцевой канал. Во избежание растрескивания футеровки направляемый в воздушный канал дымовой трубы воздух предварительно подогревают в калорифере до требуемой температуры, которую принимают из условия получения допустимого перепада температур в конструкции футеровки [1, 2].

На Самарской ТЭЦ ОАО «Волжская ТГК» установлено пять энергетических котлов типа БКЗ-420-140 НГМ (ст. №№ 1−5), восемь водогрейных котлов типа ПТВМ-100 (ст. №№ 1−3) и КВГМ-180-150-2 (ст. №№ 4−8), основным топливом является природный газ. Продукты сгорания от энергокотлов ст. №№ 4, 5 и водогрейных котлов ст. №№ 4−8 отводятся в атмосферу через дымовую трубу ст. № 2 высотой 240 м. Температура уходящих газов составляет 130 °С. Дымовая труба ст. № 2 конструктивно состоит из несущего железобетонного ствола и внутренней кислотостойкой футеровки, разделенных воздушным вентилируемым кольцевым каналом переменной ширины. Футеровка выполнена из кирпича кислотоупорного прямого и радиального I сорта на кислотоупорном растворе марки 200. В основании трубы (на отметке 0 м) наружный диаметр ствола равен 24,1 м, толщина его стенки – 600 мм. Внутренний диаметр в основании трубы равен 20,8 м, в оголовке – 8,4 м. На отметке 5 м железобетонный ствол имеет два окна для газоходов размером 16700×8800 мм. Начиная с высоты 5 м дымовая труба имеет воздушный канал. С высотой ширина канала постепенно уменьшается, причем до H=150 м его ширина больше толщины несущего монолита трубы. На высоте 220 м толщина стенки ствола − 200 мм, ширина канала − 60 мм. На высоте 236,5 м в железобетонном стволе имеются 12 вентиляционных окон с ветрозащитными коробами. На отметках 56 и 176 м в железобетонном стволе и в футеровке выполнены смотровые окна размером 640×350 мм – в стволе и 400×250 мм – в футеровке.

Для защиты железобетонного ствола от коррозии необходимо, чтобы статическое давление в воздушном канале по всей его высоте было больше давления в газоотводящем канале. Разность этих давлений называют противодавлением. Противодавление создается путем поступления в воздушный канал подогретого воздуха под действием естественной тяги или при-

нудительной вентиляции. Поэтому предусмотрены две отопительные вентиляционные установки, причем каждая установка состоит из воздухозаборной камеры, калориферной и вентиляторной установок. Последняя включает вентилятор типа Ц4-76-10 производительностью 27000 $м^3$/ч. Но несмотря на наличие вентиляторных установок дымовая труба ст. № 2 Самарской ТЭЦ работает на режиме естественной вентиляции с подогревом воздуха, причем такой режим допускается при обеспечении противодавления между воздушным и газоотводящим каналами по высоте трубы. Возможность работы трубы на естественной вентиляции определяется по показаниям приборов. Согласно инструкции по эксплуатации дымовой трубы ст. № 2 статическое давление в воздушном канале должно быть на 5 $кгс/м^2$ (50 Па) больше, чем давление в газоотводящем канале. Для контроля перепада давления установлены два прибора, находящиеся в помещении КИП дымовой трубы, датчики от них размещены в дымовой трубе на отметках 41 и 236 м.

При аварийном режиме работы, выходе из строя вентиляционной установки (если труба работает на режиме принудительной подачи подогретого воздуха) или нарушении плотности футеровки, когда приборы фиксируют нулевой перепад давления между воздушным и газоотводящим каналами, вентиляционные окна в железобетонном стволе должны быть закрыты, а неисправности футеровки или вентиляционной установки устранены в кратчайший срок.

Температура воздуха, подаваемого в воздушный канал дымовой трубы, назначается в зависимости от температуры наружного воздуха [3]. На отметках 41 и 236 м в дымовой трубе установлены датчики для определения перепада температур в конструкции футеровки. При перепаде температур, равном 90 ºС на отметке 41 м и 100 ºС на отметке 236 м, должны быть приняты меры по увеличению температуры воздуха, подаваемого в воздушный канал дымовой трубы.

Разработаны способы утилизации теплоты вентилируемого воздуха дымовых труб ТЭС. Предложено выходящий из воздушного канала дымовой трубы подогретый воздух направлять в короб подвода воздуха к калориферу [4–7], то есть осуществлять его рециркуляцию (рис. 1). Установлено, что затраты на подогрев воздуха, подаваемого в воздушный канал дымовой трубы ст. № 2 Самарской ТЭЦ высотой 240 м, в среднем составляют 6 млн. 305 тыс.руб/год. При рециркуляции подогретого в калорифере воздуха затраты на осуществление надежной работы дымовой трубы ст. № 2 Самарской ТЭЦ в среднем равны 1 млн. 208 тыс.руб/год (при доле подогретого воздуха, теряемого через неплотности в воздушном тракте, от общего расхода рециркулируемого воздуха, равной 0,3), то есть экономия составит 5 млн. 97 тыс.руб/год [4–6].

В работах [8–10] предложено подогретый воздух после воздушного канала дымовой трубы направлять в котельный агрегат для горения топли-

ва (рис. 2). Расход дутьевого воздуха энергетического котла БКЗ-420-140 НГМ при его номинальной паропроизводительности 420 т/ч при работе на газе составляет 385,27 тыс.м^3/ч [4]. Дутьевой воздух перед подачей в топку котла подается в воздухоподогреватель при температуре 30 °С, то есть после его предварительного подогрева в калорифере. Установлено, что отношение количества теплоты $Q_{в.кан}$, затрачиваемого на нагрев наружного воздуха перед его подачей в воздушный канал дымовой трубы ст. № 2 Самарской ТЭЦ, к количеству теплоты $Q_{д.в}$, затрачиваемому на нагрев дутьевого (наружного) воздуха перед подачей его в воздухоподогреватель котла БКЗ-420-140 НГМ, составляет $Q_{в.кан}/Q_{д.в}$=0,314 [4].

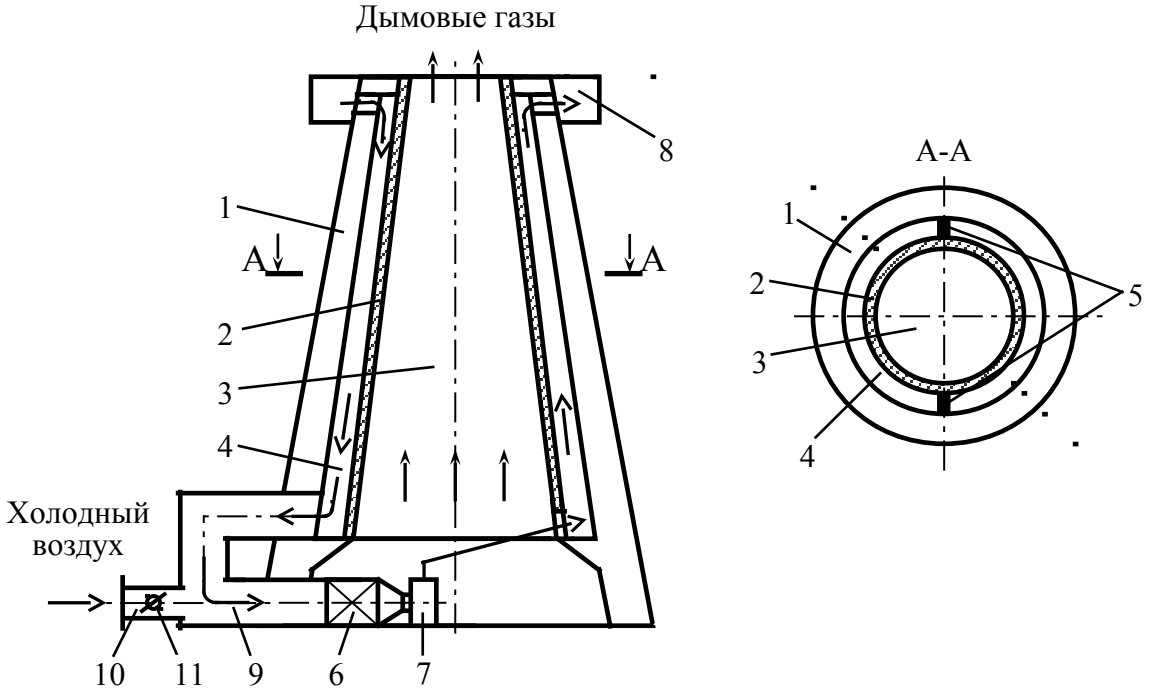

Рис. 1. Дымовая труба с воздушным каналом, в которой осуществляется рециркуляция подогретого в калорифере воздуха:
1 – железобетонный ствол; 2 – футеровка; 3 – газоотводящий канал; 4 – воздушный канал; 5 – вертикальные перегородки; 6 – калорифер; 7 – вентилятор; 8 – кольцевой короб; 9 – короб подвода воздуха к калориферу; 10 – патрубок; 11 – регулирующий орган

Для повышения надежности дымовой трубы необходимо исключить конденсацию водяных паров из уходящих газов на внутренней поверхности футеровки. Для этого целесообразно снизить влагосодержание, а следовательно, точку росы дымовых газов, движущихся в пристенном слое газоотводящего канала дымовой трубы, путем подачи в пристенный слой дымовых газов подогретого воздуха из воздушного канала.

Известно, что уходящие продукты сгорания природного газа при коэффициентах избытка воздуха 1,25–1,35 имеют влагосодержание 0,12–0,111 кг/кг с.г. (точка росы газов $t_{р.газов}$=55,3–54 °С), а влагосодержание подогретого атмосферного воздуха, движущегося в воздушном канале ды-

мовой трубы, равно 0,01 кг/кг с.в. [4]. Подмешивание 30–20% по объему воздуха к уходящим газам позволяет снизить их влагосодержание до 0,05–0,06 кг/кг с.г. и одновременно снизить точку росы до 41–45 °С, а подмешивание 50% по объему воздуха к уходящим газам позволяет снизить их точку росы до 37 °С. Снижение точки росы дымовых газов, движущихся в пристенном слое газоотводящего канала, исключает выпадение из них конденсата водяных паров на внутренней поверхности футеровки дымовой трубы, что повышает ее надежность.

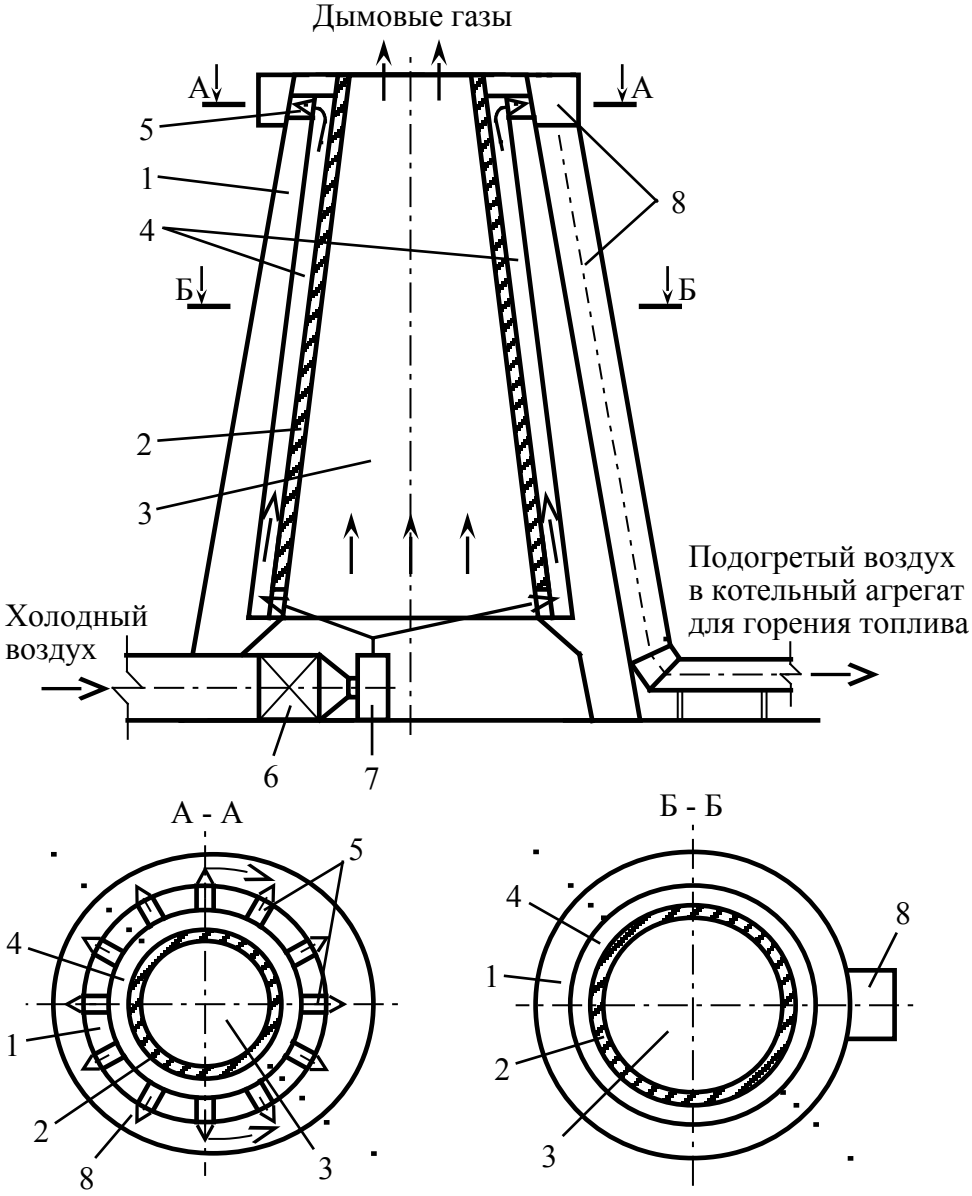

Рис. 2. Конструкция дымовой трубы с воздушным каналом:
1 – железобетонный ствол; 2 – футеровка; 3 – газоотводящий канал; 4 – воздушный канал; 5 – вентиляционные окна; 6 – калорифер; 7 – вентилятор; 8 – короб подачи подогретого воздуха в котельный агрегат для горения топлива

В связи с этим предложено подогретый воздух после воздушного ка-

нала дымовой трубы, разделенного установленными в нем двумя вертикальными перегородками на две части, подавать в пристенный слой дымовых газов посредством кольцевого перфорированного коллектора переменного поперечного сечения, установленного в основании газоотводящего канала дымовой трубы и соединенного с воздушным каналом [11].

В работе [12] предложено подогретый воздух из воздушного канала подавать в пристенный слой дымовых газов через отверстия, выполненные в футеровке дымовой трубы. Отмечу, что реализация данного технического решения приведет к снижению температурного перепада в конструкции футеровки дымовой трубы.

Список литературы:

1. Волков, Э.П. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС [Текст] / Э.П. Волков, Е.И. Гаврилов, Ф.П. Дужих. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 280 с.

2. Шишков, И.А. Дымовые трубы энергетических установок [Текст] / И.А. Шишков, В.Г. Лебедев, Д.С. Беляев. – М.: Энергия, 1976. – 176 с.

3. Рыжкин, В.Я. Тепловые электрические станции [Текст]: учебник для вузов / В.Я. Рыжкин. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.

4. Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Текст]: монография / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. – М.: Машиностроение, 2011. – 374 с.

5. Зиганшина, С.К. Способы утилизации теплоты вентиляционного воздуха дымовых труб ТЭС [Текст] / С.К. Зиганшина, А.А. Кудинов // Электрические станции, 2010. – № 4. – С. 22–27.

6. Ziganshina, S.K. Methods for Utilization of the Heat in Smokestack Ventilator Air at Thermal Power Plants [Текст] / S.K. Ziganshina, A.A. Kudinov // Power Technology and Engineering, 2010. – Vol. 44. No. 3. – PP. 231–236.

7. Патент 2254428 (РФ). Способ работы дымовой трубы / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина // Опубл. в Б.И., 2005, № 17.

8. Патент 2257513 (РФ). Котельная установка / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина, В.В. Авинов // Опубл. в Б.И., 2005, № 21.

9. Патент 2299377 (РФ). Котельная установка / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина // Опубл. в Б.И., 2007, № 14.

10. Патент 2303198 (РФ). Котельная установка / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина // Опубл. в Б.И., 2007, № 20.

11. Патент 2305225 (РФ). Котельная установка / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина, И.Н. Горбачев // Опубл. в Б.И., 2007, № 24.

12. Патент 2415336 (РФ). Котельная установка / С.К. Зиганшина, А.А. Кудинов, С.П. Горланов // Опубл. в Б.И., 2011, № 9.