

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2007

КОНТАКТНИ ЕКОНОМАЙЗЕРИ ЗА УТИЛИЗАЦИЯ НА ТОПЛИНАТА НА ДИМНИТЕ ГАЗОВЕ

Румен Даракчиев
Институт по инженерна химия,
Българска академия на науките

CONTACT ECONOMIZERS FOR WASTE HEAT UTILIZATION OF FLUE GASES

Rumen Darakchiev
Institute of Chemical Engineering,
Bulgarian Academy of Sciences

Abstract: *This communication reveals the possibilities for utilization of the waste heat of flue gases from burning of heat sources. It is especially targeted towards heat-production plants and heat-distribution networks, because of their capacity to consume the recuperated heat. Such installations (contact economizers) have already been used in Bulgaria at the end years 80-ies and beginning of 90-ies, but the economical conditions now are especially favorable for their practical application.*

Повишаване на цените на енергоресурсите изисква възможно най-пълно използване на техните възможности. Това се налага с пълна сила и за природния газ, който се явява едно от основните горива, особено за топлоцентралите в областта на топлофикацията.

Системите с контактни економайзери оползотворяват голяма част от отпадната топлина. В тях димните газове се промиват в противоток, обикновено в колони с пълнеж, с циркуляционна вода, при което кондензират голяма част от водните пари, като отдават топлината си на изпарение. Нагрятата циркуляционна вода, замърсена от продуктите на горене, от своя страна нагрива индиректно в противоток чиста вода, след което отново се подава за охлаждане на горещите газове. В тази система циркуляционната вода може да се нагрее максимално до температурата на оросяване на охлажданите газове. За димни газове, получени от изгарянето на природен газ, тази температура е 58 – 60 °С.

Директният топлообмен за утилизация на топлината на димните газове се използва от доста години [1,2]. Още през 70-те години на миналия век се използват различни устройства за оползотворяване на топлината на газовете, напускащи парните котли и други съоръжения с горивни устройства. Особено примамлива е задачата за димни газове, получени от изгарянето на природен газ, тъй като той практически не съдържа серни съединения и при изгарянето продуцира водни пари. Тяхното кондензиране води до значително отделяне на топлина и получаване на вода, която след елементарно обработване може да се използва в котелното стопанство.

Основен въпрос при този процес е търсене на подходящ студен воден поток, който да охлади газовете под точката на оросяване, така че да се започне процеса на кондензация. Това са котли, пещи, сушилни и др. в непосредствена близост на които има нужда от загряване на

водни потоци. Такива може да са котли, използвани в производства с директно подаване на парата. Такива бяха и топлофикационните централи, които имаха големи загуби на топлофикационна вода в магистралите в миналото. След проведените мероприятия, сега този източник на студени потоци е силно намален и трябва да се търсят други възможности.

Друг проблем при намиране на подходящи условия за работа на контактните економайзери е сравнително ниската температура до която може да се подгрее оросяващата димните газове вода. Максималната температура, до която може да се загрее водата, от димните газове на котли, изгарящи природен газ, както вече казахме е 58 - 60 °С. За да се използва по-рационално тази топлина, температурата до която се загрява водата е желателно до бъде поне малко по-висока. Това я прави подходяща за един много мощен потребител на тази топлина, каквато е връщащата се топлофикационна вода. Това е особено актуално сега, когато след редица мероприятия, нейната температура е значително по-ниска, отколкото в близкото минало.

Тази възможност може да се осъществи с устройства по така нареченият “помпен метод”[3], или доразработената от нас възможност с т.н. контактни економайзери второ поколение[4]. Методът се състои в това, че предварително въздуха за горивният процес се обработва като се загрява и овлажнява. Това става в самата утилизационна инсталация, в която се използва топлината от утилизация на димните газове. Получените при това димни газове са с по-голяма влажност и по-висока точка на оросяване. Това дава възможност утилизираната топлина да има по-висок потенциал и индиректно загрявата вода да има температура над 63 - 65 °С. Връщащата се топлофикационна вода има температура 45 – 48 °С и тази температурна разлика (от 63 – 65 °С) дава добри възможности за нейното рационално използване. Предпроектни проучвания в тази насока за «Топлофикация – София» и «Топлофикация-Пловдив» са много насърчителни.

По-подробно системата второ поколение работи по следния начин. Димните газове се промиват последователно в противоток с два водни потока, в разположени последователно по хода на газа два контактни економайзера. Първият воден поток след нагриването си отдава топлината индиректно в противоток на чиста вода, след което отново се връща за оросяване на горещия газ. Вторият воден поток, след нагриването си отдава топлината директно на въздуха за горене, като го нагрива и овлажнява. След като отдаде топлината си, той отново се връща за отнемане на топлината на предварително охладените от първия воден поток димни газове. Този процес се осъществява в комбиниран апарат, който включва три колони с пълнеж, като втората и третата колона, които работят като контактни економайзери, са свързани последователно по хода на нагриващия газ. Първата колона служи за нагриване и овлажняване на въздуха за горивното устройство. Когато то е на котел с гориво природен газ, образуваните димни газове имат по-висока температура на оросяване, което води до цитираната възможност за повишаване на температурата на водата в инсталацията.

Освен ефективен топлинен ефект контактните економайзери второ поколение имат и значителен екологичен ефект. Условията, които се създават в горелката след обработването на въздуха за горивния процес намаляват образуването на азотни оксиди. Изследванията, които проведохме на утилизационните системи с контактни економайзери второ поколение, монтирани към 2 бр. котли ПКМ 12 в Отоплителна централа “Пловдив – юг” показаха намаляване на тези замърсявания с над 3 пъти.

Много често при обсъждания относно използването на контактни економайзери се поставя въпроса за опасността от кондензация на водни пари в комините на топлофикационните или други централи. Наши [5] и чужди [6] проучвания обаче показват, че при утилизацията на топлината по този начин кондензират много водни пари – около 1 m³ на 1 MW оползотворена топлина. Това води до известно изсушаване на димните газове. Освен това – голяма част от инсталациите имат собствен комин, който е съобразен с всички изисквания.

Въпреки, че ние се занимавахме с изследване и внедряване на утилизиационните инсталации с контактни економайзери главно в периода 1985 – 1995 г., оттогава перспективите за тяхното използване не са намалели. Поскъпването на природния газ и др. обстоятелства поставят проблема отново на преден план. Впрочем изследванията в тази област не са спрели [6-11]. Изследват се главно нови, по-ефективни вътрешни устройства в контактните економайзери, които фактически са класически колони с пълнеж. А там, главно в областта на инженерната химия, има значителни постижения. Тяхното пренасяне в такива апарати за енергетиката, ще подобри значително тяхната ефективност.

Ефективността на тези апарати се определя преди всичко като отношение на енталпиите на газовете отдаващи топлина и тази на водните потоци, получаващи топлината [9]:

$$E = E_{охл.} \cdot E_{нагр.} \quad (1)$$

където:

$$E_{охл.} = (I_1 - I_2) / (I_1 - I_{(1)}), \quad (2)$$

$$E_{нагр.} = (i_2 - i_1) / (i_{(1)} - i_1). \quad (3)$$

Тук I_1 , I_2 и i_1 , i_2 са енталпиите на греещия и приемания топлоносител на вход и на изход в апарата, а $I_{(1)}$ и $i_{(1)}$ - енталпията на греещия топлоносител при начална температура на получаващия и енталпията на получаващия, при начална температура на греещия.

В последните години научните съобщения в техническата литература показват продължаване на интереса към този вид съоръжения [6-11]. Основно изследванията са свързани с усъвършенстването им чрез повишаване на ефективността на вътрешните устройства – пълнежа. Започна да се използва за целта и мрежест пълнеж, който в последните години е един от най-използваните в инженерната химия в световен мащаб [9].

Ние изграждаме контактните економайзери също с достатъчно ефективен пълнеж, особено подходящ за условията като температура и корозионна активност на средата. Това е блоковия керамичен пълнеж «Пчелна пита» в комбинация с негова модификация за по-добро разпределение на оросяваната в противоток на газовете вода.

Както вече беше казано, основното количество топлина в контактните економайзери се получава в резултат на кондензацията на водните пари в тях. Следователно, наличието на димни газове, получени от изгарянето на природен газ, с по-висока температура, могат да се охладят предварително, до температура, по висока от точката на росата, без съществено да влошат работата на контактните економайзери. При това тази топлина може да се използва за допълнително индиректно нагриване на водата, загрята от утилизираната топлина в контактните економайзери.

Най-подходящо това се извършва в газоподгревател с оребрени тръби. Тръбите са с алуминиеви ребра, валцовани върху стоманена тръба. Водата се движи в кръстосан противоток с димните газове.

Предложената схема на утилизиационни инсталации с контактни економайзери първо и второ поколение, допълнени с газоподгревател, дават по-големи възможности за използване на получената топлина. Според направените изчисления, допълнителното количество утилизирана топлина може да е 0.3 Gcal/h, което е около 4 % по отношение на номиналния товар на котел ПКМ-12. Освен това, повишената температура на получената чиста вода дава по-големи възможности за използването ѝ, както за отопление, така и за технологични нужди.

Много добри възможности за приложение на контактните економайзери могат да се намерят в газотурбинните инсталации, които все повече навлизат в енергетиката. Такива разработки са вече налице [8,10]. Особено голямо би било приложението в газотурбинни системи с впръскване на пара. Подаването на водна пара в горивната камера води до повишаване на коефициента на полезно действие на турбината, поради работа на водната пара

при по-висока температура. Широкото внедряване на този процес се възпрепятства от липсата на решение за пълната кондензация на подаваната водна пара и от тук за регенерацията на подаваната в парния котел вода. Т.е. широкото приложение на този процес би довело до големи загуби на вода, изхвърляна с димните газове.

От друга страна концентрацията на тази пара в изхвърляните газове е толкова висока, че може да осигури една температура на чистата загрявана вода в системата с контактни економайзери до 80 – 85 °С. По този начин цялото количество топлина от кондензацията на подаваната водна пара може да се използва, например за нуждите на топлофикацията.

Следователно системите с контактни економайзери не са загубили своето място в енергетиката. Нашият минал опит и новите възможности за приложение правят необходимостта от тяхното внедряване особено актуално.

Литература

1. Аронов И.З., Контактный нагрев воды продуктами сгорания природного газа, Недра, Л., 1978.
2. Соснин Ю.П., Е.Н.Бухаркин, Высокоэффективные газовые контактные водонагреватели, Стройиздат, М., 1988.
3. Croquelois F., Evolution des systemes a condensation, Revue de l'energie, mai 1988, No 402, p.348-354.
4. Колев Н.Н., А.Н.Мирчев, К.А.Семков, Р.Д.Даракчиев, Метод за обработка на димните газове при провеждане на горивни процеси, Авт. свид. на НРБ № 48638 от 28.12.1986 г.
5. Колев Н., Р.Даракчиев, Д.Колев, Д.Якимов, Относно надеждността на комините при работа със системи с контактни економайзери, Сборник доклади на Енергиен форум'96, том II, Варна, 1996, с.103-106.
6. Пресич Г.А., Обеспечение надежной работы газового тракта котельных установок с теплоутилизаторами, Пром. теплотехника, 2000, т.22, № 5-6, с.77-81.
7. Аронов И.З., Г.А.Пресич, Анализ теплообмена и аэродинамика в контактных экономайзерах насадочного типа, Пром. энергетика, 1996, № 1, с.16-25.
8. Дикий Н.А., В.В.Дубровская, В.И.Шкляр, Исследования контактного конденсатора для теплоутилизующего контура КГПТУ, Пром. теплотехника, 2001, т.23, № 4-5, с.81-83.
9. Шкляр В.И., В.В.Дубровская, В.В.Задвердюк, Определение коэффициента эффективности теплообмена при конденсации пара из парогазовой смеси в контактном конденсаторе, Пром. теплотехника, 2006, т.28, 1, с.84-87.
10. Kolev N., K.Schaber, D.Kolev, A new type of a gas-stream turbine cycle with increased efficiency, Applied Thermal Engineering, 2001, 21, p.391-405.
11. Колев Н.Н., Р.Д.Даракчиев, Д.Н.Колев, Метод за оползотворяване на топлината на горещи влажни газове и инсталация за неговото осъществяване, Патент за изобретение на РБ № 62949 от 30.01.1997 г.

Румен Димитров Даракчиев
ст.н.с.І ст., д-р на техническите науки
Институт по инженерна химия,
Българска академия на науките
Тел. 979 32 27; E-mail: darakchi@ice.bas.bg