



УДК 66.045.7:669.162.215.4

Г.М. КАНЕНКО, к.т.н., ведущий научный сотрудник

Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

## СИСТЕМЫ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ПЕРЕД СУХИМИ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯМИ

Представлены материалы по системам охлаждения газов в газоотводящих трактах металлургических агрегатов. Рассмотрены параметры работы эжекционной системы кондиционирования, установленной перед электрофильтрами на газоочистках мартеновских и электросталеплавильных печей. В результате проведенных испытаний получено, что при соотношениях «вода-пар» менее 5 и использовании пара давлением 1,2–1,8 МПа достигается полное испарение капель и снижение конечной запыленности газа.

**газоочистка, система охлаждения, металлургические агрегаты, результаты испытаний**

В газоотводящих трактах металлургических агрегатов все более широко применяются аппараты сухой очистки газа от пыли: циклоны, электрофильтры, тканевые фильтры. Поскольку технологические газы после металлургических агрегатов имеют температуру до 1000 °С, основным условием надежной работы аппаратов сухой очистки является охлаждение газов до температуры 130–200 °С.

Охлаждение технологических газов может проводиться путем их разбавления воздухом или аспирационными выбросами, улавливаемыми зонтами и укрытиями, что существенно увеличивает объем газов перед очисткой и, соответственно, ее стоимость.

Системы испарительного охлаждения газов перед циклонами, электрофильтрами и тканевыми фильтрами обеспечивают эффективное снижение температуры газов путем впрыскивания воды или другой жидкости с ее полным испарением. Расчеты, проведенные в работе [1], показывают, что отношение объемного расхода отходящих газов после охлаждения к их начальному расходу составляет: при испарительном охлаждении – 1,3, а при разбавлении воздухом – 4. При полном испарении подаваемой воды перед электрофильтрами также важным является понижение удельного электрического сопротивления пыли (кондиционирование газов) за счет повышения влагосодержания газов, что приводит к повышению эффективности работы электрофильтра.

Охлаждение ненасыщенных газов за счет испарения жидкости до температуры, превышающей их точку росы, является сложным гидравлическим и тепловым процессом, который до настоящего времени не нашел полного математического описания и рассчитывается на основе имеющихся экспериментальных данных. Расход воды, подаваемой на испарение, определяется из уравнения теплового баланса в соответствии с начальными пара-

метрами газа и жидкости, а также необходимой температуры газа на выходе из аппарата. Сложность расчета режима полного испарения капель связана с тем, что он проводится на основании экспериментальных данных об объемном коэффициенте теплопередачи и времени (пути) полного испарения капель. Для расчета процесса теплообмена используется зависимость [2]

$$\frac{dQ}{dt} = \alpha_v V \Delta t, \quad (1)$$

где  $Q$  – количество тепла, ккал/час,

$V$  – объем скруббера, м<sup>3</sup>,

$\Delta t$  – среднелогарифмическая разность температур, °С,

$\alpha_v$  – объемный коэффициент теплопередачи, ккал/м<sup>3</sup> час град.

Для испарительных скрубберов может использоваться зависимость [2]

$$\alpha_v = 4,5 \operatorname{Re}_k^{0,8} \operatorname{Pr}^{0,33} H^{-0,7}, \quad (2)$$

где  $\operatorname{Re}_k$  – число Рейнольдса капли,

$\operatorname{Pr}$  – число Прандтля,

$$H = \frac{F_k}{s}, \quad \text{где } F_k \text{ – суммарная поверхность капель, м}^2,$$

$s$  – площадь поперечного сечения капли, м<sup>2</sup>.

Наиболее высокие значения коэффициента теплопередачи получены в трубах Вентури – в 10–50 раз больше значений коэффициента теплопередачи в скрубберах, – что объясняется высокими значениями относительной скорости газа и капель жидкости, а также развитой межфазной поверхностью контакта. При создании аппаратов полного испарения важно обеспечить тонкий распыл жидкости, поскольку время испарения капель пропорционально квадрату их диаметра.

Для получения капель малого диаметра применяют распыливающие устройства двух типов:

- механические форсунки, в которых распыление происходит за счет повышения давления воды (следует учесть, что при повышении давления до 2–10 МПа необходимо уменьшение выходного сечения для истечения воды, увеличение количества сопел, а также применение чистой воды);
- пневматические форсунки, в которых распыление воды производится паром или сжатым воздухом. В высоконапорных пневматических форсунках при давлении распылителя 0,4–1,8 МПа коэффициент

балластирования  $K_б = \frac{Q_ж}{Q_п}$ , где  $Q_ж$  – расход жид-

кости, кг/час;  $Q_п$  – расход пара (сжатого воздуха), кг/час, изменяется в пределах 2–10.

Высокая степень распыления воды достигается в пневматических форсунках типа сопел Лавалья, в которых распылитель может подаваться со скоростями газа (пара) выше критических. Дисперсность распыла зависит от скорости истечения (давления) пара (воздуха), геометрических размеров форсунки, коэффициента балластирования: чем больше скорость, тем более тонкий получается распыл; чем меньше коэффициент балластирования, тем равномернее распыл. Конфигурация конструкции сверхзвукового сопла влияет на закон распределения фаз вдоль сопла и на эффективность процесса ускорения смеси газа и жидкости. Угол раскрытия диффузора и место подачи жидкости оказывают влияние на расходные характеристики: с приближением сечения ввода жидкости к срезу сопла эффективность энергообмена между газом и жидкостью ухудшается.

В УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны конструкции пневматических форсунок типа сопел Лавалья с подачей жидкости в нижнюю часть диффузора или на срез сопла [3]. Для выбора конструкции сопла, обеспечивающей высокодисперсный распыл, проведен комплекс испытаний при изменении угла раскрытия диффузора сопла от 4 до 20°, места подачи жидкости, коэффициента балластирования от 1 до 10. Некоторые результаты испытаний приведены в табл. 1. Протекание процессов, связан-

ных с дроблением капель жидкости и ускорением жидкой фазы паровым потоком, оценивалось по эффективности теплообмена (охлаждению газа) и по создаваемому эжекционному напору  $\Delta H$  (уменьшению гидравлического сопротивления трубы Вентури, в которой было установлено парожидкостное сопло Лавалья). Для получения более достоверных данных по создаваемому напору  $\Delta H$  испытания проводились с расходами воды, превышающими величины, при которых возможно ее полное испарение.

Как показывают результаты испытаний, с увеличением угла раскрытия диффузора сопла и при подаче жидкости на срез сопла протекание тепло- и массообменных процессов в сопле Лавалья и трубе Вентури ухудшается. Увеличение давления пара способствует лучшему дроблению капель жидкости и их ускорению потоком пара в сопле, что приводит к улучшению процесса охлаждения газа и увеличению эжекционного напора  $\Delta H$ .

В соплах Лавалья, которые при заданных давлениях пара  $P_п$  работают со скоростями пара выше критических (рис. 1), расход воды рассчитывается на максимальные значения. При снижении начальных температур газа и расхода воды в соплах Лавалья достигается более тонкое распыление жидкости (как следствие уменьшения коэффициента балластирования).

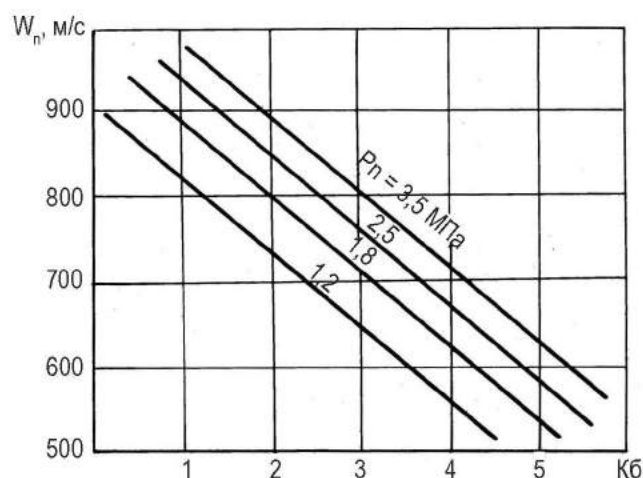


Рисунок 1 – Зависимость расчетных скоростей пара на выходе из сопла Лавалья от коэффициента балластирования  $K_б$

Таблица 1 – Результаты испытаний парозежекционной трубы Вентури

№ режима	Угол диффузора сопла Лавалья	Расход воды, кг/с	Давление пара, МПа	Расход пара, кг/с	Коэффициент балластирования	Температура газа, °С		$\Delta H$ , кПа	Место подачи воды в сопло
						до	после		
1	$\alpha_d = 4^\circ$	0,37	1,0	0,1	3,7	250	77	2,19	в диффузор сопла
2	$\alpha_d = 4^\circ$	0,44	1,35	0,12	3,58	175	69	3,3	в диффузор сопла
3	$\alpha_d = 4^\circ$	0,37	1,0	0,19	1,95	210	73	1,9	на срез сопла
4	$\alpha_d = 6^\circ$	0,38	1,0	0,1	3,8	195	75	1,28	в диффузор сопла
5	$\alpha_d = 9^\circ$	0,38	1,0	0,1	3,8	170	74	1,5	в диффузор сопла



Для процессов охлаждения газов в испарительном режиме наиболее часто используются газоходы, полые скрубберы, трубы Вентури, основными требованиями к конструкции которых являются: высокодисперсное распыление, равномерное распределение жидкости по сечению аппарата и отсутствие попадания капель на его стенки, а также необходимая длина аппарата для полного испарения капель.

Для повышения степени улавливания пыли в электрофилт্রে важно кондиционирование (охлаждение и увлажнение) очищаемых газов, что приводит к образованию на поверхности частиц пыли водяной пленки и способствует стеканию заряда с осажденного слоя пыли. Увеличение влагосодержания газов повышает пробивную прочность межэлектродного промежутка в электрофилт্রে, а охлаждение газов уменьшает их физический объем.

Система испарительного охлаждения на существующих газоочистках с электрофилтрами должна отвечать следующим требованиям:

- обеспечение полного испарения, исключающего каплеунос и образование отложений;
- использование имеющихся энергоресурсов;
- возможность расположения в стесненных условиях действующего производства.

Для удовлетворения этих требований наиболее приемлемым способом охлаждения (кондиционирования) газов является использование пара и воды. Экономически целесообразно расположение системы охлаждения непосредственно в газоходах.

УкрГНТЦ «Энергосталь» была разработана система охлаждения газов и проведены опытно-промышленные испытания на газоочистке мартеновской печи № 29 ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ОАО «ММК»). На прямоугольном участке газохода после котла-утилизатора были установлены два парожидкостных сверхзвуковых сопла Лавалея с углом раскрытия факела  $12^\circ$ . Поскольку прямоугольный участок газохода после котла переходит в два цилиндрических газохода, ведущих к электрофилтрам, сопла устанавливались таким образом, чтобы оси их факелов были направлены вдоль осей цилиндрических участков газоходов. Предусмотрено автоматическое отключение подачи воды при снижении температуры газа ниже минимально допустимой с точки зрения испарения воды. На сопла Лавалея подавали пар от котла-утилизатора давлением до 1,15 МПа с температурой  $295^\circ\text{C}$  в количестве 3 т/час и воду из обратного цикла водоснабжения давлением до 0,25 МПа в количестве 4–6 м<sup>3</sup>/час. В результате подачи парожидкостной смеси газ охлаждался от температуры  $250\text{--}320^\circ\text{C}$  до  $150\text{--}200^\circ\text{C}$ , влагосодержание его увели-

чивалось на  $0,06\text{--}0,07\text{ кг/м}^3$ , что снижало конечную запыленность после электрофилтра в 2 раза (до  $87\text{ мг/м}^3$ ).

В металлургическом производстве скрубберы полного испарения наиболее часто применяются перед электрофилтрами (при очистке газов мартеновских печей и конвертеров), перед циклонами, электрофилтрами и тканевыми филтрами (при очистке газов электросталеплавильных печей), а также перед циклонами и тканевыми филтрами доменных печей. По данным [4], в металлургии широко применяется система «Turbo Sonic» – при охлаждении очищаемых газов и увлажнении пыли достигается повышение эффективности работы электрофилтров за счет полного испарения подаваемой воды. Распыление воды осуществляется пневматическими форсунками «Turbo Tak», обеспечивающими получение мелких капель размером 5–500 мкм в сочетании с возможностью изменения их размера в зоне распыления. Размер капель регулируется путем изменения давления подаваемого в форсунку воздуха, производительность форсунок по распыляемой воде составляет от 2 до 20 м<sup>3</sup>/час. Форсунки изготавливаются из различных материалов – стали, цветных сплавов и керамики.

На металлургических предприятиях Японии в доменном производстве перед газовыми утилизационными бескомпрессорными турбинами в течение многих лет успешно эксплуатируются сухие системы очистки газов в электрофилтрах и тканевых филтрах с устройствами для полного испарения воды [5]. При очистке газов доменных печей с применением тканевых филтров предусматривается поддержание необходимой температуры очищаемых газов с применением пневматических форсунок, при этом форсунки расположены непосредственно в сухом пылеуловителе (скруббер с поворотом потока газа). Применяется автоматическое регулирование расхода воды для поддержания температуры газов перед тканевым филтром на уровне  $140\text{--}160^\circ\text{C}$ .

На ОАО «Алчевский металлургический комбинат» (ОАО «АМК») по проекту фирмы «VAI» (Австрия) за конвертерами садкой 300 т внедрена система очистки газов, состоящая из скруббера полного испарения и электрофилтра с системой выгрузки и транспортировки сухой пыли [6]. В полном скруббере диаметром 6,5 м и высотой 25 м расположена система орошения, состоящая из 24 пневматических форсунок с подачей пара и воды. Скруббер и электрофилтр теплоизолированы. При расходе газов 170 тыс. м<sup>3</sup>/час и температуре  $670\text{--}1000^\circ\text{C}$ , их температура после скруббера уменьшается до  $200^\circ\text{C}$ , при этом подача пара давлением 0,8 МПа составляет 8–10 т/час, а расход воды давлением до 0,6 МПа – 40–70 м<sup>3</sup>/час. Расход подаваемой воды регулируется автоматически для поддержания температуры

газов перед электрофильтром не более 200 °С, конечная запыленность газов после электрофильтра составляет 28–35 мг/м<sup>3</sup>.

На Молдавском металлургическом заводе в камере дожигаания СО электродуговой печи ДСП-100И6 перед электрофильтрами была установлена разработанная в УкрГНТЦ «Энергосталь» система испарительного охлаждения с тремя парожидкостными соплами Лавалья, которые были размещены в торце камеры охлаждения и перекрывали все ее сечение [7]. Повышение эффективности работы электрофильтров и снижение выбросов пыли в атмосферу на 23 кг/час достигалось при полном испарении воды в количестве до 9–14 т/час при распылении ее перегретым паром давлением 0,3 МПа в количестве 3 т/час. Замена парожидкостных сопел системой водяного охлаждения позволила еще более повысить влагосодержание газа перед электрофильтром и снизить значения конечного пылесодержания, но при этом не обеспечивалось полное испарение воды. В последующем была произведена модернизация узла кондиционирования с переходом на многоярусное расположение водовоздушных форсунок.

На газоочистке мартеновской печи № 1 ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича» перед электрофильтром в скруббере диаметром 5,6 м и высотой 28 м была установлена эжекционная система кондиционирования (ЭСК) с соплами Лавалья. Система кондиционирования была запроектирована на давление сжатого воздуха 0,5 МПа с расходом 2500 м<sup>3</sup>/час, коэффициент балластирования – 4, что, по ранее полученным опытным данным, должно было обеспечить получение капель размером 50 мкм и их полное испарение. Пять сопел Лавалья были расположены в верхней конусной части скруббера таким образом, что достигалось полное перекрытие сечения скруббера без попадания капель на его стенки. В ходе испытаний [8] было получено, что при расходе газов 170–200 тыс. м<sup>3</sup>/час и их начальной температуре 350–450 °С (в зимнее время) понижение температуры газов до 200–220 °С и снижение конечной запыленности после электрофильтра до 100 мг/м<sup>3</sup> достигалось при расходе воды до 13 м<sup>3</sup>/час и расходе сжатого воздуха давлением 0,25 МПа до 1500 м<sup>3</sup>/час (коэффициент балластирования 4–6,5). Гидравлическое сопротивление скруббера составило 500 Па. При работе ЭСК в летнее время температура газов перед газоочисткой повышалась до 550 °С – для ее снижения перед электрофильтром до 200–220 °С расход подаваемой воды был увеличен до 16–20 м<sup>3</sup>/час. Повышение расхода воды без увеличения расхода сжатого воздуха привело к увеличению коэффициента балластирования до 8–10 и ухудшило распыление жидкости. В условиях действующего цеха

из-за недостаточной мощности установленных компрессоров оказалось невозможным повысить давление сжатого воздуха более 0,25 МПа, что ниже проектной величины – 0,5 МПа. Эксплуатация ЭСК показала, что полное испарение капель жидкости происходит при значениях коэффициента балластирования до 5 и только в отдельные периоды наблюдается проскок капель в электрофильтр, что было связано с недостаточно быстрым реагированием системы автоматического регулирования расхода воды.

УкрГНТЦ «Энергосталь» была запроектирована и в 1989 году внедрена ЭСК перед электрофильтром за мартеновской печью № 3 ОАО «Уралсталь» [9]. ЭСК (рис. 2) состоит из прямоугольной трубы Вентури высотой 9,5 м, в приемной камере которой установлен парэжекционный узел с соплами Лавалья [3].

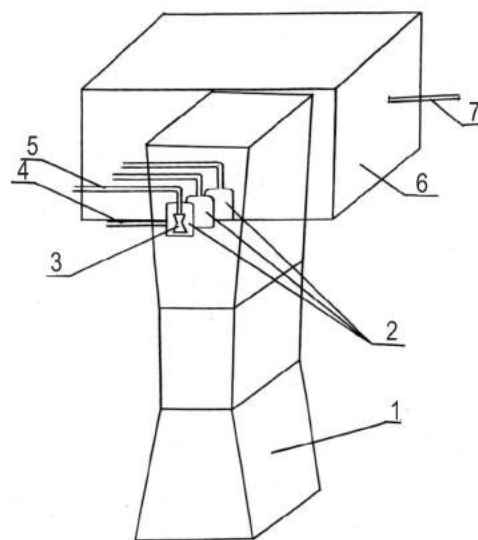


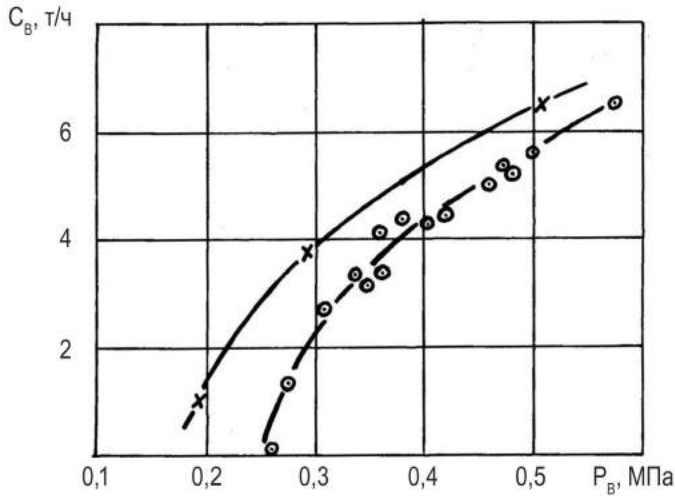
Рисунок 2 – Схема ЭСК за мартеновской печью № 3 ОАО «Уралсталь»:

- 1 – труба Вентури; 2 – парэжекционный узел;
- 3 – сопло Лавалья; 4 – подача воды; 5 – подача пара;
- 6 – узел пленочного орошения; 7 – подача воды на пленочное орошение

Пар в ЭСК поступает из заводского паропровода давлением 0,5–1,2 МПа, давление подаваемой воды – до 0,5 МПа. Расходная характеристика пароводяных сопел при давлении пара 0,5–0,8 МПа представлена на рис. 3.

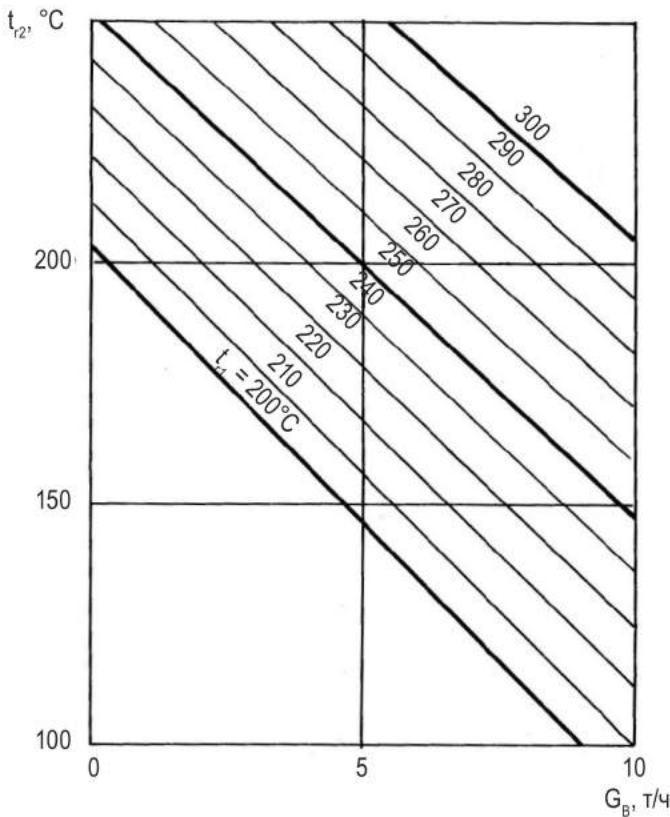
Полнота испарения капель определяется путем сопоставления фактических параметров газа после ЭСК с расчетными значениями. Пример расчета конечной температуры газа  $t_{r2}$  при его расходе 140 тыс. м<sup>3</sup>/час, расходе пара 6 т/час (давлением 0,8 МПа и температурой до 300 °С) представлен на рис. 4.

В результате исследования процессов тепло- и массообмена получены данные по влиянию расхода воды



**Рисунок 3 – Расходная характеристика пароводяных сопел**

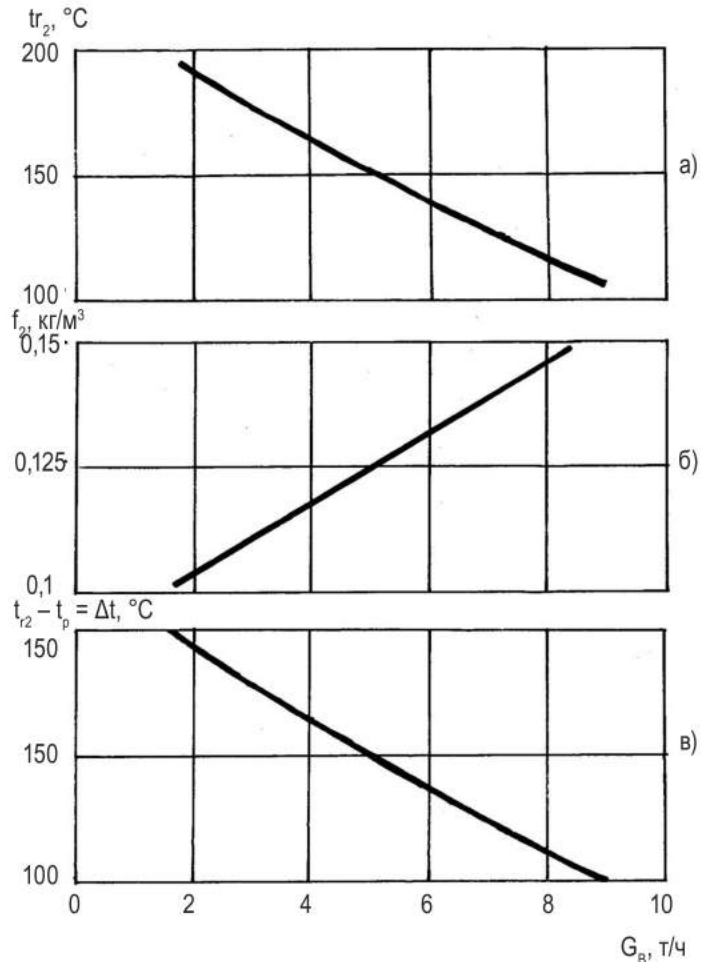
○ – значения расхода воды при давлении пара 0,8 МПа;  
 × – значения расхода воды при давлении пара 0,5 МПа.



**Рисунок 4 – Расчетная диаграмма для определения полноты испарения впрыскиваемой воды**

на параметры газа после ЭСК – температуру, влагосодержание, перегрев относительно точки росы (рис. 5).

При этом входные параметры имели следующие значения: расход газа – 143 тыс.  $\text{нм}^3/\text{час}$ , температура газа –  $t_{r1} = 220 \text{ }^\circ\text{C}$ , начальное влагосодержание –



**Рисунок 5 – Параметры газа после узла кондиционирования:**

а) – температура газа,  $^\circ\text{C}$ ; б) – влагосодержание газа,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  
 в) – разность между температурой газа и температурой точки росы,  $^\circ\text{C}$

$f_1 = 0,048 \text{ кг}/\text{нм}^3$ , температура подаваемой воды –  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , расход пара –  $6 \text{ т}/\text{час}$ , давление пара –  $0,8 \text{ МПа}$ , температура –  $300 \text{ }^\circ\text{C}$ . Как показали исследования (табл. 2), при заданных параметрах входящего газа обеспечивается полное испарение впрыскиваемой воды до  $4\text{--}6 \text{ м}^3/\text{час}$ , при этом влагосодержание газа перед электрофильтром повышается до  $f_2 = 0,12\text{--}0,15 \text{ кг}/\text{нм}^3$ .

При конечной температуре газа после ЭСК  $t_{r2} = 150\text{--}160 \text{ }^\circ\text{C}$  перегрев над точкой росы составляет  $\Delta t = 90\text{--}110 \text{ }^\circ\text{C}$ , что позволяет избежать конденсации влаги в электрофильтре. При анализе зависимости конечной запыленности газа от расхода кислорода можно сделать вывод о том, что на существующем электрофильтре обеспечивается конечная запыленность до  $0,1 \text{ г}/\text{м}^3$  при расходе кислорода на фурмы до  $3000 \text{ м}^3/\text{час}$ . При дальнейшей интенсификации процесса плавки в мартеновской печи необходимо введение в эксплуатацию третьего поля электрофильтра.

Таблица 2 – Результаты промышленных испытаний ЭСК

Наименование параметров	Единицы измерения	Режимы работы				
		1	2	3	4	5
<b>Параметры работы мартеновской печи:</b>						
расход кислорода на фурмы	м <sup>3</sup> /час	2000	3000	3000	4000	4000
расход мазута	кг/час	420	700-800	700-800	400	420
<b>Параметры ЭСК:</b>						
расход пара	т/час	5,4	0	6	0	5,4
расход воды	т/час	4,1	0	3,3	0	4,0
<b>Температура газа:</b>						
до ЭСК	°С	215	207	204	212	215
после ЭСК	°С	162	205	162	212	162
расход газа	тыс.м <sup>3</sup> /час	142	143	143	142	142
<b>Запыленность газа:</b>						
до газоочистки	г/м <sup>3</sup>	1,9	1,33-2,05	1,5	1,74-2,39	3,7
после газоочистки	г/м <sup>3</sup>	0,085	0,382	0,106	0,54	0,166

## ВЫВОДЫ

1. Анализ данных по параметрам и режимам работы аппаратов для охлаждения и полного испарения жидкости перед электрофильтрами и тканевыми фильтрами показывает:

- тонкодисперсное распыление жидкости и режим полного испарения капель можно получить в устройствах пневмораспыления паром (сжатым воздухом) давлением не менее 0,6 МПа, при коэффициенте балластирования до 5;
- надежная работа систем испарительного охлаждения достигается при условии равномерного распределения капель жидкости по сечению аппарата, отсутствии попадания капель на его стенки, а также при достаточной высоте аппарата;
- совершенствование системы автоматического регулирования расхода подаваемой воды должно быть направлено на уменьшение инерционности термодинамики, применение быстродействующих и надежных клапанов и задвижек для регулирования расхода воды.

2. Разработанные в УкрГНТЦ «Энергосталь» системы испарительного охлаждения типа ЭСК могут быть рекомендованы для установки перед аппаратами газоочистки для снижения температуры очищаемого газа в сталеплавильном производстве.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ужов, В.Н. Подготовка промышленных газов к очистке / В.Н. Ужов, А.Ю. Вальдберг. – М.: Химия, 1975. – 213 с.
2. Вальдберг, А.Ю. Охлаждение газов в мокрых пылеуловителях / А.Ю. Вальдберг, Ф.Е. Дубинская // Обзор ЦНИИТЭнефтехим. Сер. Промышленная и санитарная очистка газов. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1971. – 57 с.
3. А. с. 1279656 СССР, МПК<sup>4</sup> В01D47/10. Эжекционная труба Вентури / М.М. Черепинский, Г.М. Каненко, А.И. Толочко, Ю.С. Гавриш, А.И. Ровенский, Ю.Л. Коваленко, Д.Т. Хагажеев, В.М. Ляпаков, В.В. Капюта (СРСР). – № 3871627; заявл. 04.01.85; опубл. 30.12.86, Бюл. № 48. – 3 с.: ил.
4. Свидович, М. Системы газоочистки компании Турбосоник для предприятий металлургии (Turbosonic Technologies, США) / М. Свидович // Сборник докладов 2 междунар. науч.-практ. конф. «Реконструкция предприятий металлургии». – 2006. – С. 29–39.
5. Климанчук, В.В. Опыт металлургов Японии по внедрению энергосберегающих технологий при производстве чугуна / В.В. Климанчук // Металл и литье Украины. – 2007. – № 8. – С. 6–8.
6. Романенко, А.Ф. Ввод в эксплуатацию нового газоочистного оборудования конвертера № 2 ОАО «Алчевский меткомбинат» / А.Ф. Романенко, А.Н. Борисенко, Ю.А. Попов, Г.Я. Довгалюк // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов: сб. науч. статей XVI Междунар. науч.-практ. конф. в 2-х т. Т. 1. – Х.: Сага, 2008. – С. 390–395.
7. Каненко, Г.М. Сокращение выбросов пыли электродуговых печей путем кондиционирования отходящих газов перед их очисткой в электрофильтрах / Г.М. Каненко, Г.А. Лозин, С.Н. Филиппов, В.С. Фролов, Е.Б. Кошечева, М.М. Михайловский // Тезисы Всесоюз. науч.-техн. конф.: «Технологические и конструкторские решения по снижению вредных выбросов от сталеплавильных агрегатов в окружающую среду», 15–17 мая 1990 г., г. Темиртау. – М.: Черметинформация, 1990. – С. 33.
8. Каненко, Г.М. Технические решения по повышению эффективности улавливания пыли / Г.М. Каненко, А.Ф. Романенко, А.П. Кутышев // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1998. – № 1. – С. 95–96
9. Каненко, Г.М. Системы охлаждения газов в газоотводящих трактах металлургических агрегатов / Г.М. Каненко // Сталь. – 2009. – № 9. – С. 102–106.

Поступила в редакцию 18.02.2010



Надано матеріали щодо систем охолодження газів у газозвідних трактах металургійних агрегатів. Розглянуто параметри роботи ежекційної системи кондиціювання, яка встановлена перед електрофільтрами на газоочистках мартенівських та електросталеплавильних печей. У результаті проведених випробувань отримано, що при співвідношенні «вода-пара» менше за 5 та використанні пари тиском 1,2–1,8 МПа досягається повне випаровування крапель та зниження кінцевої запиленості газу.

The paper concerns gas cooling systems in gas-outlet ducts of metallurgical units. Performance parameters of the ejection conditioning system, installed in front of electrostatic precipitators on gas purifications of open-hearth and electric steel furnaces are considered. Tests resulted that at the ratio water-steam less than 5 and steam pressure of 1.2–1.8 MPa, it is achieved complete drop evaporation and decrease of final dust content.