

В.А. Успенский, В.Е. Кириченко

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ВИХРЕВЫХ ЭНЕРГОРАЗДЕЛИТЕЛЕЙ С ПЫЛЕПРИЕМНИКАМИ

Принятые обозначения

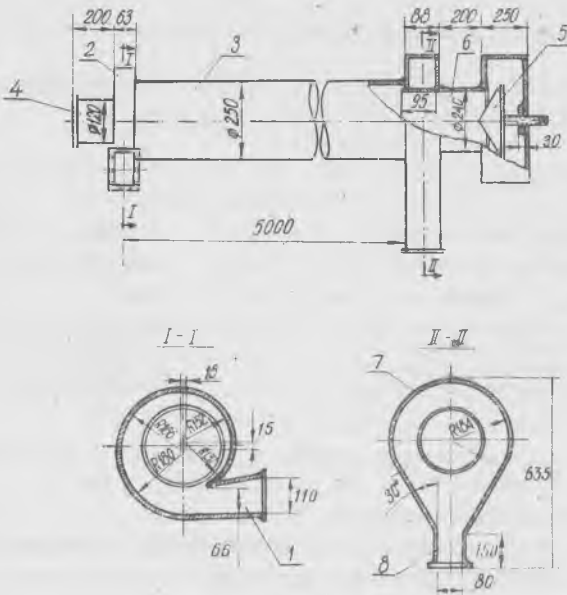
$Z$ - общая запыленность очищенного доменного газа, г/м <sup>3</sup>	$\rho_0$ - начальное давление доменного газа, н/м <sup>2</sup>
$Z_H, Z_{K_1}, Z_{K_2}$ - запыленность входная, конечная охлажденного и конечная подогретого газа, соответственно, г/м <sup>3</sup>	$T_0, T_1, T_2$ - температура входная, охлажденного и подогретого газа соответственно, К

Вихревые энергоразделители широко применяются в различных областях народного хозяйства и как холодильники, и как источники тепла и во многих других качествах [1].

В последнее время вихревой энергоразделитель с пылеприемником был успешно использован в качестве газоочистного устройства с утилизацией части энергии при сухой доменной газоочистке на Череповецком металлургическом заводе. Полученный впервые в мире трехпелевой эффект энергоразделителя (сухая пылеочистка, совместный подогрев и охлаждение доменного газа) предопределил большие возможности сухих методов очистки газов с одновременной эффективной утилизацией части подогретого и охлажденного газа.

Испытанный на доменной печи № 2 Череповецкого металлургического завода вихревой аппарат является промышленной секцией газоочистки. Он сконструирован на базе цилиндрической противоточной вихревой грубы (рис.1) перед дроссельным клапаном которой установлен сепарационный патрубок, кольцевой пылеприемник с бункером и пылеотводящий патрубок.

Возможности аппарата как энергоразделителя и пылеуловителя реализуется следующим образом: поступающий во входное отверстие 1 улиточного завихрителя 2 запыленный газ приобретает интенсивное круговое вращение; в вихревой зоне 3 происходит энергетическое разделение газа за счет эффекта Ранка. Причем, охлажденные и свободные от пыли приосевые потоки газа эвакуируются по газоходу 4 к потребителям, использующим высококалорийное топливо. Периферийные слои подгреваются и направляются через отверстие дроссельно-



Р и с.1. Вихревой энергоразделитель с пылеприемником

Го клапана 5 к воздухонагревателям доменного дутья. Применение физического тепла, получаемого в аппарате для использования в воздухонагревателях доменных печей, позволяет сэкономить расход топлива на нагрев дутья, что значительно увеличивает термодинамическую эффективность энергоразделителя и расширяет диапазон его применения. Поскольку трасса пылевых частиц совпадает с направлением подогретого газа, пристеночный слой насыщен дисперсной фазой за счет интенсивных центробежных сил. Для отделения твердых частиц установлен сепаратор 6. Отделившаяся пыль поступает в кольцевой пылеприемник 7, осажается в бункер и удаляется через патрубков 8 по транспортной магистрали на агломерационную фабрику.

Работа вихревого энергоразделителя с пылеприемником должна быть такой, чтобы остаточное содержание пыли в газе не превышало  $10 \text{ мг/м}^3$  (при начальной запыленности до  $2,5 \text{ г/м}^3$ ), а температура охлажденного газа не должна быть выше  $340 \text{ К}$  (из условия

его дальнейшего использования). Кроме того, конечное давление доменного газа должно быть достаточным для его доставки потребителям. Математически эти требования можно представить в виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau [p_0; 1-\mu] \int_0^{\tau} z(\tau) d\tau \leq 10 \text{ мг/мм}^3, \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 [\mu, T_0; p_0] \leq 340 \text{ К}, \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p_{\text{ост}} \approx 0,107 \text{ МПа}. \end{array} \right. \quad (3)$$

где

$\tau$  - время работы энергоразделителя с пылеприемником;

$p_{\text{ост}}$  - конечное давление доменного газа.

Необходимо установить такой режим работы аппарата, который бы одновременно удовлетворял условиям (1), (2), (3). Отметим, что этот режим был получен на вихревом энергоразделителе с пылеприемником (см. рис.1) имеющим следующие показатели:

3600 - расход доменного газа (общий), м<sup>3</sup>/час;

$T_0 = 460 \text{ К}$ ,  $T_1 = 340 \text{ К}$ ,  $T_2 = 490 \text{ К}$  температура;

0,25 - давление доменного газа, МПа;

$z_n = 2,5$ ,  $z \text{ кг} = 0,005$ ,  $z \text{ кг} = 0,011$  - запыленность доменного газа, г /мм<sup>3</sup>;

0,8 - массовая доля подогретого газа, I -  $\mu$ .

К.п.д. пылеуловителя определяется по формуле [2] :

$$\eta = \frac{1}{2} \left[ \frac{z_n - z_{\text{ост}}}{z_n} + \frac{z_n - z_{\text{ост}}}{z_n} \right] 100\%. \quad (4)$$

Расчитанная по формуле (4) эффективность энергоразделителя как пылеулавливающего аппарата довольно высокая и составляет 99,25%. Фракционный состав доменной пыли приведен в таблице.

Вихревой энергоразделитель с пылеприемником по сравнению с известными до сих пор газоочистными моделями имеет следующие преимущества:

исключительная простота; высокая степень пылеочистки; возможность сепарации энергии доменного газа; незначительные амортизационные расходы на газоочистку; малые габариты и небольшой вес.

Испытания вихревого энергоразделителя в производственных условиях выявили хорошие эксплуатационные качества и перспективность использования этих аппаратов в доменной газоочистке. Этими аппара-

Т а б л и ц а

ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ ДОМЕННОЙ ПЫЛИ  
(удельный вес пыли - 3,25 г/см<sup>3</sup>)

Диаметр фракции, мм	М а с с о в а я д о л я , %		
	Сухой пылеуловитель	Вихревой энергоразделитель	После вихревого энергоразделителя
2		10	80
2 - 4		15	14,4
4 - 6		15	5,6
6 - 8		10	
8 - 10	Менее 10	9	
	2		
10-20	8	21	
20-30	7	9	
30-45	16	6,5	
45-70	17	0,4	
70-160	32	3,2	
160-200	5	0,5	
200-250	5	0,3	
250	8	0,1	

тами целесообразно заменить также дроссельные группы существующих мокрых доменных газоочисток, поскольку в дросселях бесполезно погашается энергия доменного газа.

Реконструкция существующих мокрых доменных газоочисток предлагаемым способом позволит дополнительно экономить для печи объемом 2000 м<sup>3</sup> около 210000 рублей в год. А годовой экономический эффект при использовании вихревых энергоразделителей с пылеприем-

никами в поточных линиях доменных газоочисток сухим способом при тех же условиях составит 300000 рублей.

Наряду с этим следует отметить, что при работе аппарата на большой запыленности наблюдается интенсивный абразивный износ образующей улитки. Поэтому в настоящее время проводятся работы по защите внутренней поверхности образующей улитки металлокерамическими, титановыми и другими покрытиями.

### Л и т е р а т у р а

1. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. М., "Машиностроение", 1969.

2. Гусанов А.А., Урбах И.М., Анастасиади А.П. Очистка дымовых газов в промышленной энергетике. М., "Энергия", 1969.

Г.А. Комарова, И.Л. Лейтес, В.А. Галич,  
Е.Л. Лантух, М.А. Жидков

### ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ ДЛЯ ОСУШКИ АЗОТОВОДОРОДНОЙ СМЕСИ

В производстве аммиака для циркуляции синтез-газа применяют центробежные циркуляционные компрессоры (ЦК) с встроенным электродвигателем. Аммиак и влага, находящиеся в циркуляционном газе отрицательно влияют на изоляцию обмоток электродвигателя, уменьшая её сопротивление. Это может привести к пробое изоляции и следовательно к аварийной остановке компрессора.

С целью защиты изоляции обмоток электродвигателя от воздействия аммиака и влаги предусматривается обдув электродвигателя осушенной азотоводородной смесью (свежим газом).

На действующих агрегатах синтеза аммиака осушка газа от влаги осуществляется по следующей технологической схеме (рис.1). Азотоводородная смесь в количестве 1200 м<sup>3</sup>/час, под давлением 320 ат и с температурой 35°С поступает в аммиачный испаритель 1, где охлаждается жидким аммиаком до 3-5°С. Аммиак испаряется под давлением 3 ат, при температуре -10°С. Влага, сконденсировавшаяся в испарителе 1, отделяется во влагоотделителе 2. Далее газ направляется в силикагелевый осушитель 3, где происходит окончательное поглощение влаги до точки росы (-60°С). Регенерация адсорбента,