

II. ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

УДК 621.181

В.А. КОВАЛЕВ, Б.М.РУДЕНКОВ,
Н.Н. САПУН, В.И. ЧЕРНЫШЕВИЧ, В.П. КРУПНОВ

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ГОРЮЧИХ ВЭР

Использование горючих ВЭР в качестве технологического и энергетического топлива может высвободить из топливного баланса многих предприятий значительные количества природного газа и мазута. Даже при достаточно поверхностном анализе работы ряда предприятий Минхимпрома, Министерства минеральных удобрений можно обнаружить такие количества жидких и газообразных горючих ВЭР, которые экономически целесообразно использовать в качестве топлива в технологических и энергетических установках и для сжигания которых не требуется создание сложных и дорогостоящих топочных и горелочных устройств. Однако существуют химические производства, располагающие горючими ВЭР в количествах, эквивалентных нескольким десяткам Гкал/ч, до сих пор не используемых, а сжигаемых с целью обезвреживания в факелах. Это связано с тем, что в состав ВЭР входят компоненты, дающие при горении в обычных топках котлоагрегатов такие продукты сгорания, поведение которых на поверхностях нагрева котлов бывает очень трудно предугадать.

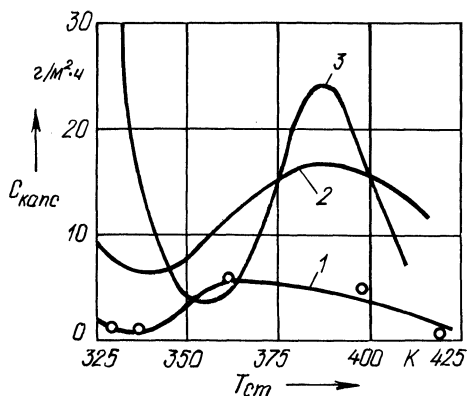
К числу таких сложных производств относится выпуск полихлорвиниловых смол. Использование горючих отходов этого производства для сжигания в топках котлоагрегатов затруднялось в связи с опасностью коррозионного повреждения поверхностей нагрева продуктами сгорания. Наибольшую опасность представляют продукты сгорания, получаемые при сжигании хлорсодержащих компонентов (винилхлорид – 0,05 %, дихлорэтан – 0,01 %), в которых образуются пары соляной кислоты, вызывающие коррозию металла элементов котла.

Интенсивность коррозии зависит от парциального давления коррозионно-агрессивного компонента (в данном случае – паров соляной кислоты) и температуры поверхностей нагрева. Для выяснения возможностей применения горючих отходов производства ПВХС в промышленных котлах необходимо было экспериментально определить коррозионную агрессивность продуктов сгорания (КАПС) горючих ВЭР указанного состава. Для определения КАПС были использованы цинковые датчики [1]. Коррозионная агрессивность продуктов сгорания определялась из выражения

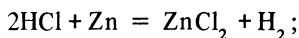
$$\text{КАПС}_{\text{Cl}} = K \frac{\Delta G_{\text{Zn}}}{S \tau},$$

Рис. 1. Зависимость скорости коррозии от температуры стенки:

1 – исследуемый хлорсодержащий газ; 2, 3 – соответственно продукты сгорания сернистого мазута в котле ГМ-50-14 при $S^P = 1,8$ и $2,1$ %



где ΔG_{Zn} – убыль массы цинкового датчика за время эксперимента, г; S – поверхность цинкового датчика, m^2 ; τ – время эксперимента, ч; K – коэффициент пропорциональности, определяемый по аналогии с сернокислотной коррозией из следующих соображений: считаем, что убыль массы цинкового колпачка объясняется коррозионным воздействием на него соляной кислоты HCl :



$$K = \frac{2M_{HCl}}{M_{Zn}},$$

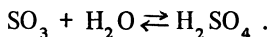
где M_{HCl} , M_{Zn} – относительные молекулярные массы соляной кислоты и цинка соответственно: $M_{HCl} = 36,5$; $M_{Zn} = 65$.

Тогда

$$K = \frac{2M_{HCl}}{M_{Zn}} = \frac{2 \cdot 36,5}{65} = 1,117.$$

Цинковые датчики были установлены в технологической печи, в которой сжигались газообразные отходы. Состав продуктов сгорания был следующий: $O_2 = 6,5$ %, $CO_2 = 9$ %, $CO = 0,02$ %, $NO_x = 0,0015$ %. Результаты расчетов КАПС представлены на рис. 1. Из рисунка видно, что характер кривой интенсивности коррозии исследуемых ВЭР соответствует зависимости скорости коррозии от температуры стенки при сжигании сернистых мазутов.

Для сравнения полученных данных приводим результаты определения КАПС при сжигании мазута в топках паровых котлов среднего давления. КАПС сернистых мазутов определяется наличием в них серного ангидрида. Последний при снижении температуры газов ниже 600 К начинает активно взаимодействовать с парами воды, образуя пары серной кислоты по реакции [2]



Сравнение кривых на рис. 1 показывает, что коррозионная активность продуктов сгорания горючих ВЭР исследуемого производства значительно ниже, чем

в топках паровых котлов при сжигании сернистых мазутов. Максимум интенсивности коррозии достигается при температуре стенки около 368 К, что связано с содержанием соляной кислоты.

Следовательно, можно сделать вывод о том, что горючие ВЭР исследуемого производства поливинилхлоридных смол можно использовать как топливо в энергетических котлах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Магадеев В.Ш. Коррозия газового тракта котельных установок. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 272 с. 2. Внуков А.К. Теплохимические процессы в газовом тракте паровых котлов. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 296 с.

УДК 66.096.5

А.П. НЕСЕНЧУК, Д.И. ШКЛОВЧИК,
В.Ф. КРАВЕЦ, В.И. ЧЕРНЫШЕВИЧ

ПЕРЕМЕШИВАНИЕ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ В ТЕРМОПСЕВДОЖИЖЕННОМ СЛОЕ

Перемешивание газовой фазы обусловлено в основном перемешиванием твердых частиц [1], вытесняющих некоторый объем газа. Коэффициент перемешивания газовой фазы D_G можно принять равным коэффициенту перемешивания твердой фазы D_T . Как показало дальнейшее сопоставление расчетных и экспериментальных результатов, эти два коэффициента пропорциональны, но не равны — газовая фаза проникает в плотный слой гораздо хуже, чем твердая из плотного слоя в псевдооживленный. Это обусловлено, на наш взгляд, силами отдачи при ударе частицы о твердую стенку: они получают импульс в направлении от стенки и уплотняют внешнюю часть пограничного слоя, препятствуя перемешиванию газа. Чтобы учесть неравенство перемешивания твердой и газовой фазы, необходимо ввести коэффициент $k \approx 10$.

Характер теплопроводности резко меняется при переходе от внутренней части псевдооживленной зоны к стенке. Вблизи стенки он лишь немного превышает теплопроводность газа. Характер газовыделения в термопсевдооживленном слое таков, что газовая прослойка образуется в пристеночной зоне в процессе расчета предполагаемой модели (точнее, вблизи стенки при интенсивном газовыделении всегда существует зона с $\epsilon \approx 1$, в которой теплопроводность резко падает). При этом газовыделение происходит с конечной скоростью, пропорциональной отклонению текущей степени адсорбции частицы от равновесной (предположение о неравновесности процесса).

Уравнение конвективной диффузии газовой фазы с учетом изложенных предположений имеет вид

$$\rho_G \nabla (\vec{w}_T \epsilon) = \nabla (\rho_T D_\epsilon \nabla \epsilon) + I(a - a(T)) \rho_T (1 - \epsilon), \quad (1)$$

где D_ϵ описывает фильтрацию в плотном слое, т. е. при порозности $\epsilon < 0,5$, причем скорость газовой фазы возрастает снизу вверх и задается нелинейной зависимостью от порозности.