

## РАЗРАБОТКА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ

Зарипов И.Н.<sup>1</sup>, Кашапов Н.Ф.<sup>2</sup>, Козырева Е.Б.<sup>2</sup>,  
Матвеева В.Ю.<sup>1</sup>, Фатхутдинов Р.Х.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Казанский химический  
научно-исследовательский институт, Казань,  
<sup>2</sup>Казанский государственный  
технологический университет, Казань*

Одним из главных направлений решения задачи создания безопасных условий труда является разработка и обеспечение работающих эффективными средствами индивидуальной защиты (СИЗ), надежно защищающими человека от воздействия вредных факторов при ликвидации последствий аварий, связанных с воздействием аварийных химически опасных веществ (АХОВ) и сопровождающихся пожарами.

Оптимальный уровень защиты человека в таких условиях может быть обеспечен надежными СИЗ из изолирующих полимерно-текстильных материалов.

С учетом современных требований, предъявляемых к СИЗ по комплексу технических и технологических свойств, разработан новый полимерно-текстильный материал, где в качестве текстильной подложки используется полиамидное полотно. Разработанный материал – двухсторонний, на обе стороны текстильной основы нанесена полимерная композиция на основе бутилкаучука (БК), обладающая достаточным уровнем адгезии к полиамидному полотну и высокой газонепроницаемостью. Необходимость применения текстильных основ вызвана относительно низкими прочностными (сопротивление раздиранию) свойствами свободных резиновых пленок.

Однако полимерно-текстильный материалы на основе БК не обладают стойкостью к воздействию открытого пламени.

Повышение огнестойкости защитных материалов достигается двумя основными путями: применением в рецептуре защитного покрытия замедлителей горения (антиприренов), позволяющих при минимальном вводе в рецептуру получать максимальное повышение огнестойкости или использованием более стойких к воздействию открытого пламени полимерных композиций и термо-, огнестойких армирующих основ. Проведенные испытания показали, что применение каучуков с повышенной огнестойкостью (фторкаучука, хлоропренового каучука, хлорсульфированного политетиlena), но с более высокой газонепроницаемостью, приводит к снижению защитных свойств материала. Использование негорючих армирующих основ (СВМ, полиаримид) приводит к снижению эксплуатационных характеристик материала (износостойчивости, жесткости, работоспособности материала при отрицательных температурах окружающей среды). Кроме того, негорючие армирующие основы имеют значительную стоимость, что сдерживает их широкое применение в промышленности.

Таким образом, наиболее приемлемым способом повышения огнестойкости защитных материалов на основе БК является использование в рецептуре защитного покрытия антиприренов. При выборе антиприренов нами учитывалось следующие требования:

- температура разложения антиприренов была выше максимальной температуры технологического процесса изготовления полимерно-текстильного материала;

- антиприены совмещались с БК;
- антиприены не были токсичными.

В защитных полимерно-текстильных материалах на основе БК используется ограниченный набор антиприренов (хлорпарафин (ХП), гексабромбензол (ГББ), декабромдифенилоксид (ДБДО), триоксид сурьмы (ТС) и гидроксид алюминия (ГОА)), которые хорошо совмещаются с БК и не ухудшают газонепроницаемость полимерной композиции, а, следовательно, не ухудшают защитные и физико-механические свойства материала.

В полимерной композиции на основе БК для придания материалу огнестойких свойств используют тройную систему антиприренов ГББ – ХП - ТС в количественном соотношении компонентов 1:1:1, обеспечивающую огнестойкость материала (время экспозиции в открытом пламени до появления остаточного горения) в течение 12 с.

Однако, в связи с высокой токсичностью и дефицитностью ГББ и ДБДО, применяемая в составе материалов тройная система антиприренов (ГББ – ХП - ТС) требует модификации. Представляет интерес использование вместо ГББ менее эффективного, действующего по принципу разбавления антиприrena - ГОА, но более доступного и более дешевого антиприrena. Одновременно применение ГОА решает вопросы, связанные с газовыделением при горении защитного материала и экологические проблемы.

Проведенные исследования позволили подобрать оптимальное соотношение компонентов тройной системы антиприренов в составе защитного материала с использованием ГОА, обеспечивающего приемлемый уровень огнезащиты.

Горючесть образцов полимерно-текстильного материала на основе БК определяли при вертикальном положении образца по ГОСТ Р 12.4.200-99. Исследовано пламегасящее действие двойной системы антиприренов (ХП - ТС) в соотношении 1:1 и тройной системы антиприренов ГОА – ХП - ТС в количественном соотношении 1:1:1 и в соотношении 2:1:1. Антиприены в полимерную композицию вводились в количестве 60 массовых частей на 100 массовых частей БК.

Исследования показали, что использование бинарной системы антиприренов (ХП - ТС) или замена ГББ (ДБДО) эквивалентным количеством ГОА приводит к снижению огнезащитных свойств полимерно-текстильного материала (4 с и 6 с). Замена ГББ двойным количеством ГОА способствует замедлению процесса горения в твердой и газообразной фазах, не снижая огне- и термостойких свойств защитного материала с обеспечением огнестойкости материала в течение 14 с и сохранением защитных свойств материала от воздействия АХОВ.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГАЗОСТРУЙНОЙ ПЫЛЕОЧИСТКИ В КОНВЕРТЕРЕ

Кожухов А. А., Меркер Э. Э.,

Карпенко Г. А., Бондарчук А. А.

Старооскольский технологический институт

(филиал) МИСиС

Старый Оскол,

Кислородно – конвертерный процесс с комбинированным дутьем для выплавки стали характеризуется высокой степенью [1, 2] запыленности отходящих из зоны продувки технологических газов [3, 4].

В целях существенного снижения пылеуноса из конвертера предложили [5] на корпусе типовой кислородной фурмы на расстоянии 1,5 – 2,0 м от многослойной продувочной головки применить многослойный узел отдува с помощью которого осуществляется дополнительная подача струй кислорода навстречу потоку отходящих газов через слой шлака до поверхности металла.

Этим самым, создаваемая система встречных газовых потоков (ВГП) турбулизирует шлаковую ванну, что способствует разрушению пыленесущих пузырей СО и дополнительной утилизации пылегазового потока с дожиганием в нем оксида углерода (СО) над поверхностью металла.

Степень очистки технологических газов струями системы ВГП в шлаковой ванне и в атмосфере агрегата оценивается следующей зависимостью:

$$\theta = 1 - \frac{G_{\infty}}{G_0} = 1 - \left[ G_{\infty} / (\xi \cdot I_{O_2}^{0.3}) \right]$$

где  $I_{O_2}$  – интенсивность продувки металлической ванны кислородом,  $m^3/(t \cdot \text{мин})$ ;  $G_0$  и  $G_{\infty}$  – начальная и конечная запыленность отходящих газов  $kg/m^3$ . Величина  $G_0 = \xi \cdot I_{O_2}^{0.3}$  пропорциональна эмпирической величине  $\xi$  ( $kg/m^3$ ), численно равная количеству железистой пыли в тот или иной период плавки стали в конвертере.

Количество подсосанной пыли ( $G_s$ ) струями кислорода в системе ВГП равно

$$G_s = \varphi \cdot \Delta G = \left( \frac{G_0}{V_{(co+co_2)}} \right) \cdot \Delta G = \left( \frac{G_0}{V_{(co+co_2)}} \right) \cdot q_m \cdot I_{O_2}^{\text{дож}}$$

, где  $\varphi$  – доля пыли в объеме потоков присоединенной струями ВГП;  $\Delta G = q_m \cdot I_{O_2}^{\text{дож}}$  – количество присоединенной массы потока в струи кислорода,  $m^3/c$ ;  $I_{O_2}^{\text{дож}}$  – расход кислорода в струях системы ВГП,  $m^3/c$ .

Величина  $V_{(co+co_2)} = 0,2 \cdot v_c \cdot G_m$  есть общее количество СО и  $CO_2$  при данной скорости обезуглероживания ( $v_c$ ) металла, а  $G_m$  – масса металла в конвертере.

Для основного участка струй ВГП величину  $q_m$  находим по выражению:

$$q_m = 0.45 \cdot \sqrt{\rho} \cdot \left( \frac{L_c}{d_0} - 1 \right),$$

где  $\rho = \rho_0 / \rho_{\infty}$  - отношение плотностей потока ( $G_0$ ) и струи в системе ВГП;  $L_c / d_0$  – безразмерная величина дальности струй в системе ВГП при начальном их диаметре  $d_0$ . С учетом изложенного величину  $G_s$  находим:

$$G_s = \begin{cases} \frac{G_0}{V_{(co+co_2)}} \cdot I_{O_2}^{\text{дож}} \cdot \left( 0.45 \cdot \sqrt{\rho} \cdot \frac{L_c}{d_0} \right), \\ \text{при } I_{O_2}^{\text{дож}} = 0.785 \cdot d_0^2 \cdot u_0 \cdot n_i \end{cases},$$

$$\text{где } u_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot k}{k-1} \cdot R \cdot T \cdot \left( 1 - \frac{P}{P_d} \right)^{\frac{k-1}{k}}}.$$

Здесь  $u_0$  – скорость истечения струй кислорода в системе ВГП, влияющих на степень турбулизации шлака и утилизацию пыли в нем,  $m/c$ ;  $n_i$  – число струй.

Однако чрезмерный расход кислорода  $I_{O_2}^{\text{дож}}$  на утилизацию и дожигание СО ограничивается содержанием окислов железа в шлаке пыли в нем ( $\Sigma FeO$ ) и процессом  $v_c$ , т.е.  $I_{O_2}^{\text{дож}} = < I_{O_2}^{\text{опт}}$  и тогда для определения оптимального расхода кислорода в системе ВГП используем равенство:

$$I_{O_2}^{\text{дож}} = \begin{cases} 0.5 \cdot V_{co} \cdot \psi, & \text{для } V_{co} = g_{co} \cdot (22.4 / 12) \cdot \left( \frac{t_m}{273} \right) \\ \text{а для } g_{co} = 0.141 \cdot G_e \cdot v_n / 100 \text{ и } v_n = K_o \cdot [C] \cdot (\Sigma FeO) \end{cases}$$

Здесь  $V_{co}$  и  $g_{co}$  – объемный ( $m^3/c$ ) и массовый ( $kg/c$ ) расход СО на выходе из зоны продувки, конвертера;  $t_m$  – температура металла,  $K$ ;  $\psi$  - доля сжигаемого СО в струях кислорода;  $[C]$  - содержание углерода в металле, %;  $K_o$  – константа скорости  $v_c$ .

Таким образом, для определения параметров эффективности утилизации пыли ( $\theta$  и  $G_{\infty}/G_0$ ) находим значения  $G_{\infty}$ ,  $G_0$  и  $G_s$ , а также дополнительно еще диаметр зоны продувки  $D_6 = K \cdot (I_{O_2} \cdot L_c)^{2/7} \cdot g^{-1/7}$ , поверхность зоны продувки  $S_{p,3} = 1.2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_c^2 + (d_x/2)^2}$  и  $I_{O_2}^{\text{дож}}$ , которые входят в структуру модели газоструйной пылеочистки. Модель для 250 т конвертерной ванны реализована на алгоритмическом языке «Турбо Паскаль» при различных параметрах процесса выплавки стали с применением новой кислородной фурмы в конвертере.

**Выводы.** Экспериментальным путем установлено, что применение внутриагрегатной газоструйной пылеочистки позволяет в среднем на 50-70% снизить пылеунос из конвертера. Это обстоятельство позволяет в существенной мере облегчить работу пылеочистной установки, улучшить энерго-экологические и технико-экономические показатели кислородно-конвертерного процесса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсентьев П.П., Яковлев В.В., Комаров С.В. Конвертерный процесс с комбинированным дутьем. М.: Металлургия, 1991. – 176с
2. Меркер Э. Э. Проблема дожигания оксида углерода и утилизации пыли в конвертере. – М.: Металлургия, 1996. – с.191
3. Баптизманский В. И., Бойченко Б. М., Черевко В. П. Тепловая работа кислородных конвертеров. М.: Металлургия, 1988. – 174с.