

новой, облегчают процессы внутримолекулярной, а также межмолекулярной циклизации ароматических фрагментов, что приводит к образованию структуры турбостратного углерода на ранних стадиях карбонизации в твердых остатках, а также к повышению степени совершенства структуры конечного продукта – высокотемпературного углерода.

## ЛИТЕРАТУРА

Пивень А.Н. Теплофизические свойства полимерных материалов / А.Н. Пивень, Н.А. Гречаная, И.И. Чернобыльский. Изд. «Вища школа», 1976, 180 с.

**УДК 614.8**

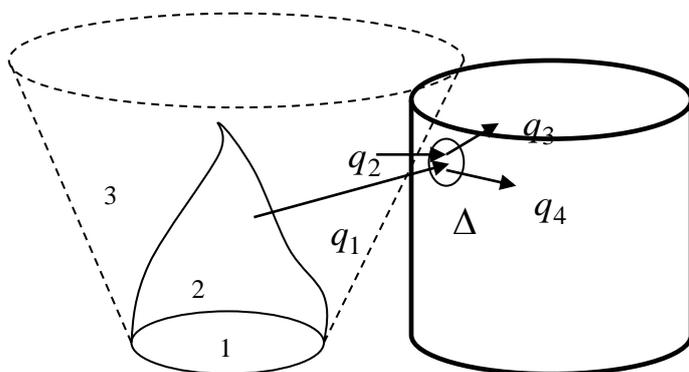
*Басманов А.Е., д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр., НУГЗ Украины  
Кулик Я.С., адъюнкт, НУГЗ Украины*

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОЖАРА НЕФТЕПРОДУКТА В ОБВАЛОВАНИИ НА РЕЗЕРВУАР

Построим математические модели нагрева стенки резервуара, не соприкасающейся с налитым в него нефтепродуктом, под тепловым воздействием пожара в обваловании.

Рассмотрим малую область  $\Delta$  площадью  $S$  на сухой стенке резервуара (не соприкасающейся с налитым в резервуар нефтепродуктом). Она участвует в теплообмене (рис. 1):

- теплообмене излучением с факелом –  $q_1$ ;
- конвективном теплообмене с восходящими воздушными потоками над факелом –  $q_2$ ;
- теплообмене излучением с внутренним пространством резервуара –  $q_3$ ;
- конвективном теплообмене с паровоздушной смесью в газовом пространстве резервуара –  $q_4$ .



**Рисунок 1 – Теплообмен  
стенки резервуар при  
пожаре в обваловании:**

1 – разлив; 2 – факел;  
3 – восходящие воздушные  
потоки над очагом горения

Тепловой поток излучением от факела определяется законом Стефана-Больцмана [1]:

$$q_1 = c_0 \varepsilon_\phi \varepsilon_c \left[ \left( \frac{T_\phi}{100} \right)^4 - \left( \frac{T}{100} \right)^4 \right] H_\phi + c_0 \varepsilon_c \left[ \left( \frac{T_0}{100} \right)^4 - \left( \frac{T}{100} \right)^4 \right] H_0,$$

где  $c_0 = 5,67 \text{ Вт/м}^2 \text{К}^4$ ;  $\varepsilon_\phi$ ,  $\varepsilon_c$  – степени черноты поверхностей пламени и стенки резервуара;  $T_\phi$  – температура излучающей поверхности пламени;  $T$  – температура стенки резервуара;  $T_0$  – температура окружающей среды;  $H_\phi$ ,  $H_0$  – площади взаимного облучения области  $\Delta$  с пламенем и окружающей средой.

По закону Ньютона [1], тепловой поток, получаемый областью  $\Delta$  путем конвективного теплообмена с восходящими воздушными потоками над очагом горения, равен

$$q_2 = \alpha_2 S (T_g - T),$$

где  $\alpha_2$  – коэффициент конвективного теплообмена;  $T_g$  – температура воздушной среды в месте соприкосновения с областью  $\Delta$ .

Тепловой поток излучением, уходящий от нагреваемой стенки во внутреннее пространство резервуара, имеет вид

$$q_3 = c_0 \varepsilon_c \left[ \left( \frac{T_0}{100} \right)^4 - \left( \frac{T}{100} \right)^4 \right] S.$$

Конвективный тепловой поток, уходящий в паровоздушную смесь в газовом пространстве резервуара, равен

$$q_4 = \alpha_4 S (T_0 - T).$$

Общее количество тепла, получаемое областью  $\Delta$  за промежуток времени  $dt$ , идет на ее нагрев на температуру  $dT$ :

$$\sum_{i=1}^4 q_i dt = mcdT = \rho VcdT = \rho S \delta cdT,$$

где  $m$ ,  $V$  – масса и объем рассматриваемой области  $\Delta$ ;  $\delta$  – толщина стенки резервуара;  $\rho$ ,  $c$  – плотность и теплоемкость стали. Тогда динамика изменения температуры области  $\Delta$  описывается дифференциальным уравнением

$$\frac{dT}{dt} = \frac{c_0 \varepsilon_\phi \varepsilon_c}{\rho \delta c} \left[ \left( \frac{T_\phi}{100} \right)^4 - \left( \frac{T}{100} \right)^4 \right] \psi + \frac{c_0 \varepsilon_c}{\rho \delta c} \left[ \left( \frac{T_0}{100} \right)^4 - \left( \frac{T}{100} \right)^4 \right] (2 - \psi) + \frac{\alpha_2 (T_b - T)}{\rho \delta c} + \frac{\alpha_4 (T_0 - T)}{\rho \delta c},$$

где  $\psi$  – локальный коэффициент облучения факелом, рассчитанный для центра области  $\Delta$ ,  $\psi = \lim_{S \rightarrow 0} H_0/S$ .

## ЛИТЕРАТУРА

Луканин В.Н. Теплотехника / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др. – М.: Высш. шк., – 2002. – 671 с.

**УДК 614.84**

*Григоренко А.Н., канд. техн. наук, доцент, НУГЗУ*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЭПОКСИПОЛИМЕРОВ

Кинетика и механизм процесса разложения и газификации полимеров зависит от природы полимера, а также количества и свойств добавок и наполнителей. Часто добавление даже незначительного количества наполнителя может существенно повлиять на ход термического разложения исходного полимера. Поэтому проведено ряд экспериментальных исследований по изучению влияния металлсодержащих добавок на горючесть и дымообразование известного эпоксиполимера ЭКПГ.

Пожарную опасность эпоксиполимеров оценивали по величине кислородного индекса (КИ) и коэффициенту дымообразования ( $D_m$ ) согласно ГОСТ 12.1.044 – 89. Количественный и качественный состав продуктов пиролиза древесины, обработанной исследуемыми эпоксиполимерами, определяли с помощью хроматографических методов анализа. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Влияние оксидов переходных металлов на дымообразование ( $D_m$ ) и горение (КИ) эпоксиполимеров и выход негорючих продуктов пиролиза обработанной древесины ( $\Sigma(N_2+CO_2)$ )

Композиция	$D_m, \text{ м}^2/\text{кг}$		КИ, %	$\Sigma(N_2+CO_2)$
	При тлении	При горении		
ЭКПГ	1300	580	31	-
ЭКПГ+10 масс.ч. ZnO	1370	710	22,5	76,5
ЭКПГ+10 масс.ч. CuO	1040	480	29,5	79,6
ЭКПГ+10 масс.ч. V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1310	600	28	77,1