

НАГРЕВ СУХОЙ СТЕНКИ ГОРЯЩЕГО РЕЗЕРВУАРА С НЕФТЕПРОДУКТОМ

А. А. Михайлюк

Необходимо оценить величину теплового потока от горящего резервуара, которая состоит из теплового потока от факела пожара и нагретой сухой стенки горящего резервуара. Целью работы является построение модели нагрева сухой стенки горящего резервуара с учетом неравномерности нагрева. Построенная модель может быть использована для определения температуры сухой стенки горящего резервуара и величины теплового потока.

Ключевые слова: тепловой поток, горящий резервуар, неравномерный нагрев.

Для определения зон безопасного размещения личного состава, подвижной техники и стационарных установок пожаротушения необходимо оценить величину теплового потока от горящего резервуара, которая состоит из теплового потока от факела пожара и нагретой сухой стенки горящего резервуара.

Целью работы является построение модели нагрева сухой стенки горящего резервуара, учитывающей ее неравномерный нагрев.

Чтобы учесть неравномерный нагрев, условно разделим сухую стенку горящего резервуара на N областей.

Количество тепла dQ_k^u , получаемое областью k за счет излучения, равно

$$dQ_k^u = dQ_k^\phi + dQ_k^o + \sum_{i=1}^N dQ_{ki} + dQ_k^u,$$

где dQ_k^ϕ — количество тепла, приходящее от факела к области k ; dQ_k^o — количество тепла, излучаемое областью k в окружающую среду; dQ_{ki} — количество тепла приходящее от области i , $i \neq k$; dQ_k^u — количество тепла, приходящее от нефтепродукта к области k .

Эти величины могут быть определены из закона Стефана-Больцмана [1]. Тогда количество тепла, получаемое излучением каждой из N областей сухой стенки горящего резервуара:

$$dQ_k^u = c_0 \varepsilon_c \left[\varepsilon_\phi H_k^\phi \left(\left(\frac{T_\phi}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) + \varepsilon_n H_k^u dt \left(\left(\frac{T_{кин}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) \right] +$$

$$+ \left(\left(\frac{T_o}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) S_k + \sum_{i=1}^N \varepsilon_i H_{ki} \left(\left(\frac{T_i}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) dt, \quad k = 1, 2, \dots, N,$$

где ε_ϕ , ε_c — степени черноты факела и сухой стенки резервуара; H_k^ϕ — площадь взаимного облучения между областью k и факелом; H_{ki} — площадь взаимного облучения между областями i и k ; T_o — температура окружающей среды; S_k — площадь поверхности области k ; ε_n — степень черноты поверхности нефтепродукта; $T_{кин}$ — температура поверхности нефтепродукта, равная ее температуре кипения; H_k^u — площадь взаимного облучения между областью k и поверхностью нефтепродукта, $c_0 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$.

Количество тепла, отдаваемое областью k за счет конвективного теплообмена [2, 3] в газовое пространство резервуара, имеющее температуру $T_{кин}$, определяется по формуле

$$dQ_k^c = \alpha_c (T_k - T_{кин}) S_k dt, \quad k = 1, 2, \dots, N,$$

где α_c — коэффициент конвективной теплоотдачи во внутреннее газовое пространство резервуара. Кроме того, каждая область сухой стенки горящего резервуара участвует в конвективном теплообмене с окружающим воздухом:

$$dQ_k^a = \alpha_a (T_k - T_o) S_k dt, \quad k = 1, 2, \dots, N,$$

где α_a — коэффициент конвективной теплоотдачи в окружающий воздух.

Тогда общее уравнение теплового баланса для сухой стенки, включающее теплообмен излучением и конвекцией, примет вид

$$c_c \rho_c \delta_c \frac{dT_k}{dt} = c_0 \varepsilon_c \left[\varepsilon_\phi \frac{H_k^\phi}{S_k} \left(\left(\frac{T_\phi}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) + \varepsilon_n \frac{H_k^u}{S_k} \left(\left(\frac{T_{кин}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) \right] + \left(\left(\frac{T_o}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) +$$

Михайлюк Андрей Александрович, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, Национальный университет гражданской защиты Украины; Украина, г. Харьков, e-mail: adkt@mail. ru

© Михайлюк А. А., 2013

$$+ \sum_{i=1}^N \varepsilon_i \frac{H_{ki}}{S_k} \left(\frac{T_i}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \Big] + \\ + \alpha_c (T_k - T_{\text{кун}}) + \alpha_e (T_k - T_0).$$

Библиографический список

1. **Рябова, И. Б.** Термодинаміка і теплопередача у пожежній справі / И. Б. Рябова, И. В. Сайчук, А. Я. Шаршанов. — Харків: АПБУ, 2002. — 352 с.
2. **Луканин, В. Н.** Теплотехника / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер. — М.: Высш. шк., 2002. — 671 с.
3. **Кутателадзе, С. С.** Основы теории теплообмена / С. С. Кутателадзе. — Новосибирск: Наука, 1970. — 658 с.

где c_c , ρ_c — теплоемкость и плотность стали; δ_c — толщина стенки.

Построенная модель может быть использована для определения температуры сухой стенки горящего резервуара и величины теплового потока.

References

1. **Ryabova, I. B.** Termodinamika i teploperedacha u pozhezhnij spravi / I. B. Ryabova, I. V. Sajchuk, A. Ya. Sharshanov. — Xarkiv: APBU, 2002. — 352 s.
2. **Lukanin, V. N.** Teplotexnika / V. N. Lukanin, M. G. Shatrov, G. M. Kamfer. — M.: Vyssh. shk., 2002. — 671 s.
3. **Kutateladze, S. S.** Osnovy teorii teploobmena / S. S. Kutateladze. — Novosibirsk: Nauka, 1970. — 658 s.

HEAT A DRY WALL OF A BURNING TANK WITH OIL

Mixajlyuk A. A.,

PhD in Engineering, Senior Research fellow,
National University of Civil Protection of Ukraine;
Ukraine, Kharkov, e-mail: adkt@mail.ru

It is necessary to estimate value of the heat flux from the burning tank, which consists of a heat flow from the torch of fire and warm dry wall of a burning tank. The aim of this work is to develop a model of the heating of dry wall of a burning tank with account of the uneven heating. The developed model can be used to measure the temperature of dry wall of a burning tank and magnitude of heat flow.

Keywords: heat flow, burning tank, uneven heating.



Ежегодно в Воронежском институте ГПС МЧС России проводятся следующие научные конференции:

– всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций», время проведения — апрель;

– всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Пожарная безопасность: проблемы и перспективы», время проведения — сентябрь;

– всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций», время проведения — декабрь.

Место проведения конференций — г. Воронеж, ул. Краснознаменная, д. 231, Воронежский институт ГПС МЧС России.

Правила регистрации участников и направления материалов публикуются на официальном сайте института: <http://вигпс.рф>.

По материалам конференций публикуются сборники научных статей.

Приглашаем вас принять участие в конференциях в 2014 году!

Вопросы можно направлять на электронный адрес: vigps_onirio@mail.ru.