

Выбор значений частот ω_1 и ω_2 производится из условия, чтобы эти значения не превышали частоты среза $\omega_0 = \tau_0^{-1}$. Для генератора водорода на основе гидрореагирующих составов с вертикально расположенными реагирующими поверхностями при расходе водорода $4 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$ и при соотношении площади выходного отверстия генератора и площади поверхности газовыделения, равном 0,02, величина частоты среза составляет порядка $(80,0 - 90,0) \text{ с}^{-1}$ [3].

Смысл критериев (1) и (2) заключается в том, что если эти условия не выполняются, то это свидетельствует о том, что фигуративные точки выходят за пределы областей

$$\tau_0 \pm \xi_1; \quad K_0 \pm \xi_2. \quad (3)$$

Наличие таких событий свидетельствует об отказе газогенератора водорода, т.е. имеет место ситуация, которая предопределяет появление чрезвычайной ситуации.

Таким образом, использование рассмотренного алгоритма контроля технического состояния генератора водорода позволяет решать задачи по предупреждению чрезвычайных ситуаций в системе хранения и подачи водорода.

Цитируемая литература

1. Кривцова В.И. Ветроводородная энергетика / В.И. Кривцова, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Х.: Нац. Аэрокосм.Ун-т “ХАИ”. – 2007. – 606 с.

2. Yu. Abramov, V. Borisenko, V. Krivtsova. Design of control algorithm over technical condition of hydrogen generators based on hydro-reactive compositions. Східноєвропейський журнал передових технологій № 5/8 (89). – Харків: Технологічний центр, 2017. – С. 16-25.

3. Абрамов Ю.А. Системы хранения и подачи водорода на основе твердых веществ для бортовых энергетических установок / Ю.А. Абрамов, В.И. Кривцова, В.В. Соловей. – Х.: 2002. – 277 с. – ISBN 966-03-1094-3.

Абрамов Ю.О., д-р. техн. наук, проф.,

Басманов О.Є., д-р. техн. наук, проф.,

Саламов Дж.О.

АНАЛІЗ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ РЕЗЕРВУАРА СТРУМЕННЯМИ ВОДИ

Характерною особливістю пожежа в групі резервуарів з нафтопродуктами є загроза її каскадного поширення на інші резервуари групи. Основним засобом захисту резервуарів є подача води на стінки резервуарів. Однією з проблем при цьому є забезпечення достатньої інтенсивності і тривалості подачі води.

В Інструкції щодо гасіння пожеж в резервуарах з нафтою і нафтопродуктами [1] наведено нормативні інтенсивності подачі води на охолодження резервуарів. Ці нормативи не враховують вид нафтопродукту, що горить. В [2] на прикладі резервуара РВС-5000 показано, що інтенсивність подачі води за допомогою пересувної техніки на охолодження резервуара, що горить, має складати $(0,22 \div 1,1) \text{ л/м} \cdot \text{с}$ і залежить від виду нафтопродукту і висоти сухої стінки.

Метою роботи є аналіз систем охолодження резервуара в резервуарному парку з нафтопродуктами.

В роботі [3] побудовано модель теплового впливу пожежі на резервуар з нафтопродуктом, яка враховує променевий і конвекційний теплообмін стінки резервуара з полум'ям і навколишнім середовищем:

$$\begin{aligned} \frac{dT_w}{dt} = & \frac{c_0 \varepsilon_{fr} \varepsilon_w}{\rho \delta_w c} \left[\left(\frac{T_{fr}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_w}{100} \right)^4 \right] \psi + \frac{c_0 \varepsilon_w}{\rho \delta_w c} \left[\left(\frac{T_0}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_w}{100} \right)^4 \right] (1 - \psi) + \\ & + \frac{\alpha_2 (T_f - T_w)}{\rho \delta_w c} + \frac{c_0 \varepsilon_w^2}{\rho \delta_w c} \left[\left(\frac{T_0}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_w}{100} \right)^4 \right] + \frac{\alpha_5 (T_0 - T_w)}{\rho \delta_w c}, \end{aligned} \quad (1)$$

де T_w – температура елементарної площадки на стінці резервуара; $c_0 = 5.67 \text{ Вм}/(\text{м}^2 \text{К}^4)$; ε_{fr} , ε_w – ступені чорноти факела і елементарної площадки; T_{fr} , T_w – температури випромінюючої поверхні факела і елементарної площадки відповідно; δ_w – товщина стінки резервуара; ρ , c – густина і теплоємність матеріалу стінки резервуара; ψ – коефіцієнт взаємного опромінення; α_2 – коефіцієнт конвекційного теплообміну стінки з навколишнім середовищем; T_f – температура навколишнього середовища; α_5 – коефіцієнт конвекційного теплообміну стінки резервуара з газовим простором всередині резервуара.

При конвекційному теплообміні стінки резервуара з пароповітряною сумішшю в газовому просторі має місце вільна конвекція, і коефіцієнт конвекційного теплообміну має вигляд

$$\alpha_5 = \left[-4.1 \cdot 10^{-3} (T_w + T_0) + 15.904 \right] \left| \frac{T_w - T_f}{T_w + T_f} \right|^{1/3}. \quad (2)$$

При охолодженні резервуара водою утворюється водна плівка, коефіцієнт конвекційного теплообміну якої зі стінкою резервуара описується виразом [4]

$$\alpha_2 = (238.53 T_c - 45098) I^{0.25}, \quad (3)$$

де T_c – температура водної плівки; I – інтенсивність подачі води на охолодження стінки ($л/(м \cdot с)$).

Модель (1)-(3) є основою для розрахунку необхідної інтенсивності охолодження резервуарів у випадку пожежі в резервуарній групі.

Зважаючи на те, що надзвичайна подія, що призвела до проливу горючої рідини, може викликати пошкодження зрошувальних кілець, в [5] розглянуто використання пожежних гідромоніторів, розташованих за межами обвалування. Таке розташування дозволяє уникнути можливого руйнування системи охолодження. До її недоліків слід віднести стаціонарне розташування гідромоніторів, що не дозволяє використати їх разом для охолодження певного резервуара.

В [6] для забезпечення ефективності охолодження резервуарів в резервуарній групі запропоновано систему, яка складається із модулів, що пересуваються, які включають ємності із рідиною для охолодження резервуарів і засоби її доставки, із монорейок, на яких розміщені модулі, та із опор, додатково одна монорейка виконана у вигляді кола, діаметр якого перевищує максимальний розмір обвалування резервуарної групи у плані, друга монорейка встановлена вздовж діаметра першої монорейки, а опори, на яких розміщені монорейки, розташовані на кінцях діаметрів першої монорейки, що перпендикулярні між собою.

При виникненні пожежі на одному із резервуарів модулі пересуваються по монорейках на найкоротшу відстань до цього резервуара і із ємностей цих модулів за допомогою лафетних стволів на резервуар, що горить, подається рідина для охолодження. Головним недоліком такої системи є обмеженість запасів рідини в ємностях [7].

Збільшення часу охолодження може бути реалізовано за рахунок заправки ємностей з рідиною шляхом введення трубопроводу, встановленого вертикально в центрі резервуарної групи, нижній кінець якого з'єднаний із стаціонарною гідромагістраллю, а верхній кінець з'єднаний з іншими трубопроводами, які встановлені на опорах вздовж взаємно перпендикулярних діаметрів монорейки, а на їх інших кінцях встановлено запірні пристрої. Ці трубопроводи призначені для поповнення ємностей модулів рідиною [7].

Проведено аналіз систем охолодження резервуарів в резервуарному парку. Захист резервуара за допомогою зрошувальних кілець, закріплених на його стінках, є неефективним у випадку коли надзвичайна подія, що передуює розливу нафтопродукту, також приводить до руйнування елементів системи охолодження. Пожежні гідромонітори, стаціонарно розташовані за межами обвалування, позбавлені цього недоліку, але стаціонарне розташування не дає можливості зосередити подачу охолоджувальної рідини на один резервуар. Запропоновано систему з рухомих модулів, яка забезпечує збільшення інтенсивності подачі рідини для охолодження резервуара за рахунок переміщення модулів до заданого резервуара. Наведено опис системи, в якій реалізовано можливість заправки модулів рідиною, що забезпечує тривалість охолодження резервуара.

Цитована література

1. Інструкція щодо гасіння пожеж у резервуарах із нафтою і нафтопродуктами. НАПБ 05.02: Офіц. вид. – К.: М-во з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. 2003. – 81 с. – (нормативний документ МНС України. Інструкція). Режим доступу: http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/950/nafta-instrukcia8s.pdf
2. Басманов А.Е. Локалізація пожег в резервуарах с нефтепродуктами [Текст] / А.Е. Басманов, А.А. Михайлюк. – Харьков: НУГЗУ. 2011. – 108 с. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/261>
3. Басманов А.Е. Моделирование теплового воздействия пожара в обваловании на резервуар с нефтепродуктом [Текст] / О.Є. Басманов, Я.С. Кулик // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ. 2013. №34. С. 25-29. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/290>
4. Basmanov O.E. Estimation of the convection heat exchange rate for tank shells covered with falling water film [Text] / O.E. Basmanov, Y.S. Kylik // East journal of security studies. – 2017. – V. 1. – P. 145-154. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/6121>
5. Шароварников А.Ф. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов [Текст] / А.Ф. Шароварников, В.П. Молчанов, С.С. Воевода, С.А. Шароварников. – М.: Калан. 2002. – 448 с.
6. Система для охолодження резервуарів в резервуарній групі [Текст]: пат. 118445 Україна, МПК А62С 3/06 / Абрамов Ю.О., Басманов О.Є., Кулик Я.С.; заявник і патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – № U201701623; заявл. 20.02.2017; опубл. 10.08.2017.
7. Саламов Д.О. Аналіз систем охолодження резервуарів в резервуарному парку з нафтопродуктами [Текст] / Д.О. Саламов, Ю.О. Абрамов, О.Є. Басманов // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ. 2018. – №42. – С. 156-161. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/6940>.

Алексєєва О.С., канд. техн. наук, доц.,

Наконечний В.В., Алексєєв А.Г.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОГЕННОЇ АВАРІЇ НА ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНОМУ ПУНКТІ

Газонаповнювальні пункти (ГНП) є небезпечними об'єктами, тому важлива оцінка маси викиду та маси речовини, яка може приймати участь в техногенній аварії. Для визначення використовувалось моделювання техногенної аварії на ГНП у разі розгерметизації одного із блоків. У моделюванні здійснено припущення наступних передумов: у викиді бере участь весь вміст аварійного блоку; відбувається одночасно викид речовин по прямому і зворотному потоках до місця руйнування з сусідніх блоків протягом часу, необхідного для перекриття потоків.