



Рис. 2. Схема управления пожарными рисками на постах ЭЦ, ДЦ, ГАЦ

Литература

1. Костерин И. В. Экспертный метод оценки пожарной опасности многофункциональных общественных зданий // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<http://ipb.mos.ru/ttb>). Выпуск №2 (36)-2011 г.
2. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 13. 07. 2015).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ КОРРОЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ НА СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Савченко А.В.

E-mail: npd@nuczu.edu.ua

Национальный университет гражданской защиты Украины

В работе представлены результаты определения показателя коррозионной активности гелеобразующей системы $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ на стальные элементы резервуаров для нефтепродуктов. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о возможности использования гелеобразующих систем для охлаждения стен резервуаров и цистерн с углеводородами от теплового воздействия пожара.

Ключевые слова: гелеобразующая система, резервуар, коррозия, охлаждение.

DEFINITION OF CORROSIVE ACTIVITY GELLING SYSTEM $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ ELEMENTS FOR STEEL TANKS FOR OIL

Savchenko A.V.

The paper presents the results of the determination of corrosive activity of a gelling system $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ on steel elements tanks for mineral oil. The results of the study suggest the possibility of using geleobrazuyudlya cooling the walls of tanks and tanks with hydrocarbons from the heat of fire exposure.

Key terms: gelling system, the reservoir, corrosion, cooling.

В настоящее время в странах СНГ находится в эксплуатации более 40 тысяч вертикальных и горизонтальных цилиндрических резервуаров емкостью от 100 до 50000 м³. С 2000 по 2010 год в странах СНГ произошло более 6500 аварийных ситуаций при перевозке нефтепродуктов в вагонах-цистернах железнодорожным транспортом, из них – более 2700 было связано с утечками горючих жидкостей и их возгоранием вследствие повреждений котлов таких цистерн.

За последние 20 лет на объектах хранения, переработки и транспортировки нефти и нефтепродуктов, находящихся на территории Украины, из 200 пожаров – 92% возникло в наземных резервуарах, (из них 26% - в резервуарах с нефтью, 49% - с бензином и 24% - в резервуарах с мазутом, дизтопливом и керосином). Чаще всего пожары возникали в резервуарах типа РВС-5000 (32% от общего количества), РВС-3000 (27%), РВС-10000 и РВС-20000 (19%) [1].

При ликвидации пожаров в резервуарных парках и на железной дороге оперативно-спасательными подразделениями, кроме тушения выполняется еще ряд работ, в том числе и защита аппаратуры и стенок соседних резервуаров от теплового излучения. Это особенно актуально при недостаточном количестве сил и средств [2].

В работе [3] было установлено, что существенно уменьшить потери огнетушащего вещества (ОВ) при тушении пожаров позволяет применение гелеобразующих систем (ГОС).

При тепловом воздействии вода, даже с добавками поверхностно-активных веществ, не обеспечивает длительную защиту горючего материала. Увеличение количества воды, подаваемой на защиту, приводит лишь к дополнительным потерям и проливу. В отличие от жидкостных средств пожаротушения, ГОС практически на 100% остается на защищаемой поверхности. К тому же толщину гелевой пленки при необходимости можно увеличивать в особо опасных местах.

Представляется интересным подбор и анализ свойств известных ГОС для охлаждения стенок резервуаров с углеводородами от теплового воздействия пожара.

Перед внедрением нового ОБ необходимо установить его воздействие на конструкции и материалы. Очевидно, для резервуаров хранения нефтепродуктов таким показателем является коррозионная активность ОБ и его компонентов.

В работе была поставлена задача экспериментально определить коррозионное действие компонентов ГОС на конструкции резервуаров для нефтепродуктов, для этого были выбраны следующие ОБ:

1. ГОС $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - 16,56\%$, $\text{CaCl}_2 - 2,76\%$ (ОБ с избытком силиката натрия);
2. ГОС $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - 3,63\%$, $\text{CaCl}_2 - 7,79\%$ (ОБ с избытком хлорида кальция);
3. $\text{CaCl}_2 - 42\%$ (CaCl_2 – наиболее агрессивный компонент ГОС);
4. концентрат пенообразователя ППЛВ (Универсал)-106м (для сравнения с рассматриваемыми ГОС).

Эксперимент проводился на фрагментах листового элемента стенки резервуаров стали марки Ст. 3 толщиной 5 мм.

В литературе отмечается, что коррозионная активность зависит от водородного показателя (рН) среды. В кислой среде (рН <4,0) пленка оксида железа растворяется, скорость коррозии максимальна. В пределах рН 4,0-10 скорость коррозии железа стабильна. Увеличение щелочности среды (рН >10) приводит к уменьшению скорости коррозии, так как железо все больше пассивируется [4,5]. Предварительно экспериментально был определен рН для исследуемых веществ. Для концентрированных растворов $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2$, CaCl_2 , и концентрата пенообразователя ППЛВ (Универсал)-106м, рН составил ≥ 12 , 5, 6 соответственно.

Для определения коррозионных свойств исследуемых ГОС и их компонентов была использована экспериментальная методика определения показателя коррозионной активности водных и водопенных огнетушащих веществ, а также водных растворов, в том числе и огнезащитных веществ, разработанная в УкрНИИГЗ [6].

Суть метода заключается в определении средней скорости потери массы с единицы площади металлических пластин при их экспонировании в исследуемом водном растворе.

Для этого были подготовлены стеклянные цилиндрические сосуды и металлические пластины из расчета по 2 пластины на каждый сосуд. Определялся объем раствора, который необходимо залить в стеклянные сосуды, чтобы он покрыл подвешенные пластины до половины их высоты. Металлические пластины шлифовались шкуркой, промывались ацетоном и протирались фильтровальной бумагой. Пронумерованные пластины, взве-

шивались, фиксировалось значение их массы и номера сосудов. Исследуемый раствор заливался в сосуды.

После экспонирования пластин в исследуемом растворе в течение 30 суток определялась потеря массы пластин. Для этого обе пластины вынимались из сосудов, промывались водой, после чего пластины на 1,5-2 часа полностью погружались в 10% раствор виннокислого аммония. Пластины снова промывались дистиллированной водой, вытирались насухо фильтровальной бумагой и взвешивались. Величина потери массы пластины определялась как разность результатов ее взвешивания после обработки и перед обработкой. Площадь поверхности контакта пластин с исследуемым раствором определялась путем измерения линейных размеров той части пластины, которая была погружена в раствор.

Средняя удельная скорость потери массы пластины ($V_{\text{п}}$, кг/(м²·с)) рассчитывалась по формуле:

$$V_{\text{п}} = \frac{P}{S \cdot t}, \quad (1)$$

где P – потеря массы пластины, кг;

S - площадь поверхности контакта пластины с раствором огнетушащего вещества, м²;

t- длительность экспозиции пластины в растворе огнетушащего вещества, (t= 2592000 с).

За результат определения показателя коррозионной активности (ПКА) принималось среднее арифметическое значение результатов двух параллельных измерений. Допустимое расхождение между результатами параллельных измерений, не превышало ± 10% относительно среднего арифметического значения.

Результаты исследований по определению ПКА исследуемых ОБ приведены в таблицах 1-4.

Таблица 1

Результаты исследований ПКА ОБ – ГОС Na₂O·2,95SiO₂ –16,56%,
CaCl₂ – 2,76%

№ пластины	Масса пластины до испытаний m_1 , кг	Масса пластины после испытаний m_2 , кг	Потеря массы пластины $P = (m_1 - m_2)$, кг	Коррозионная активность (скорость коррозии), кг/(м ² ·с)	Среднее значение коррозионной активности кг/(м ² ·с)	Расхождение результатов испытаний
1	0,104202	0,103978	0,000224	$2,87912 \cdot 10^{-8}$	$2,78468 \cdot 10^{-8}$	0,03
2	0,108605	0,108395	0,00021	$2,69023 \cdot 10^{-8}$		

Таблица 2

Результаты исследований ПКА ОВ ГОС $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - 3,63\%$,
 $\text{CaCl}_2 - 7,79\%$

№ пластины	Масса пластины до испытаний m_1 , кг	Масса пластины после испытаний m_2 , кг	Потеря массы пластины $P = (m_1 - m_2)$, кг	Коррозионная активность (скорость коррозии), $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Среднее значение коррозионной активности $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Расхождение результатов испытаний
1	0,106832	0,106641	0,000191	$2,06637 \cdot 10^{-8}$	$2,2823 \cdot 10^{-8}$	0,095
2	0,101165	0,100962	0,000203	$2,49824 \cdot 10^{-8}$		

Таблица 3

Результаты исследований ПКА ОВ – $\text{CaCl}_2 - 42\%$

№ пластины	Масса пластины до испытаний m_1 , кг	Масса пластины после испытаний m_2 , кг	Потеря массы пластины $P = (m_1 - m_2)$, кг	Коррозионная активность (скорость коррозии), $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Среднее значение коррозионной активности $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Расхождение результатов испытаний
1	0,103211	0,102972	0,00015774	$1,82544 \cdot 10^{-8}$	$1,77389 \cdot 10^{-8}$	0,03
2	0,104745	0,104515	0,0001518	$1,72233 \cdot 10^{-8}$		

Таблица 4

Результаты исследований ПКА ОВ – концентрат пенообразователя ППЛВ (Универсал)-106м

№ пластины	Масса пластины до испытаний m_1 , кг	Масса пластины после испытаний m_2 , кг	Потеря массы пластины $P = (m_1 - m_2)$, кг	Коррозионная активность (скорость коррозии), $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Среднее значение коррозионной активности $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Расхождение результатов испытаний
1	0,105348	0,105139	0,000209	$2,22434 \cdot 10^{-8}$	$2,43777 \cdot 10^{-8}$	0,088
2	0,102292	0,102061	0,000231	$2,65121 \cdot 10^{-8}$		

Полученные результаты свидетельствуют, что наименее агрессивной системой является концентрированный $\text{CaCl}_2 - 42\%$. Среднее значение коррозионной активности составило: $1,77389 \cdot 10^{-8} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ или 560 г/($\text{м}^2 \cdot \text{год}$) соответственно, что сопоставимо со скоростью коррозии стали в промышленной атмосфере 450-500 г/($\text{м}^2 \cdot \text{год}$) [6].

Следующими, по коррозионной активности оказались:

ГОС $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - 3,63\%$, $\text{CaCl}_2 - 7,79\%$ – $2,2823 \cdot 10^{-8} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ или 720 г/($\text{м}^2 \cdot \text{год}$);

концентрат пенообразователя ППЛВ (Универсал)-106м – $2,43777 \cdot 10^{-8}$ кг/(м²·с) или 770 г/(м²·год);

ГОС Na₂O·2,95SiO₂ – 16,56%, CaCl₂ – 2,76% – $2,78468 \cdot 10^{-8}$ кг/(м²·с) или 880 г/(м²·год).

Следует отметить, что все полученные ПКА оказались меньше чем для морской воды 912 г/(м²·год) [5].

Результаты экспериментов хорошо согласуются с теорией. С возрастанием концентрации соли скорость коррозии вначале увеличивается, затем снижается. По мере повышения концентрации постепенно уменьшается растворимость кислорода в воде [4,5]. Этим объясняется факт большей коррозионной активности ГОС с избытком силиката натрия и наименьшую агрессивность раствора CaCl₂ – 42% (концентрированного).

Обращает внимание полученное значение ПКА концентрата пенообразователя ППЛВ (Универсал)-106м, которое оказалось между значениями ПКА для рассмотренных ГОС.

Учитывая, что полученные значения ПКА ГОС и сертифицированного пенообразователя ППЛВ (Универсал)-106м близки, можно утверждать, что коррозионное влияние рассматриваемых ГОС и его компонентов на стальные элементы резервуаров для нефтепродуктов сопоставимы. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о возможности использования ГОС для охлаждения стен резервуаров и цистерн с углеводородами от теплового воздействия пожара.

Литература

1. Свиридов В.А. Деякі проблемні питання системи протипожежного захисту нафтопереробних підприємств. // Надзвичайна ситуація. 2013. – №1. – С. 36–38.
2. Шароварников А.Ф., Молчанов В.П., Воевода С.С., Шароварников С.А. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов – М.: «Калан», 2002. – 482 с.
3. Савченко О.В., Островерх О.О., Семків О.М., Волков С.В. Використання гелеутворюючих систем для оперативного захисту конструкцій та матеріалів при гасінні пожеж. / Проблеми пожежної безпеки: Сб. науч. тр. – Харьков, 2012. – Вып. 32. – С.180 – 188.
4. Улиг Г.Г., Ревн Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику Пер. с англ. под ред. А.М. Сухотина, Л: Химия, 1989. – Пер. изд., США 1985.– 456 с.: ил.
5. Жуков А.П., Малахов А.И. Основы металловедения и теории коррозии: учебник для машиностроителей средних учебных заведений – 2-е изд., перераб. и доп., М.: Высшая школа 1991. – 168с.
6. Уханский Р.В. Обґрунтування ефективних умов застосування для пожежогасіння водної вогнегасної речовини на основі полімерів гуанідинового ряду / Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.02 „Пожежна безпека”. – Черкаси, 2013.–20с.