

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗОЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТИ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА ОПАСНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

*И.Ф. Дадашов, А.А. Киреев, Д.Г. Трезубов*

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аварийный разлив опасных жидкостей возможен при использовании, переработке, хранении, транспортировании легкокипящих жидкостей. В технологическом цикле, как правило, они присутствуют в ограниченных объемах. Больше их количество может храниться на складах. Т.е. аварии в технологическом цикле обращения легкокипящих жидкостей чаще будут локальными, в пределах территории предприятия. Соответственно поражение опасным фактором (превышение ПДК, воздействие факторов взрыва) будет получать производственный персонал.

Запас химических веществ для технологического цикла должен обеспечить 3 суток работы, а на некоторых производствах – до 15 суток. Это определяется объемами внутреннего потребления, изготовления, транспортирования, необходимостью технологических остановок, предотвращения аварийных ситуаций, сезонностью поставок, степенью токсичности и нормами пожарной безопасности.

Т.е., на больших складах могут находиться тысячи тон сильнодействующих отравляющих или пожароопасных веществ. Их хранение осуществляется, как правило, в резервуарах из алюминия, железа или железобетона требуемой формы и емкости с соблюдением необходимых условий поддержания безопасности.

При больших аварийных разливах, например, на складах или при транспортировании, паровоздушная зона опасной загазованности может распространяться на значительные расстояния, что создает угрозу населению [1]. Под действием ветра возникает значительное увеличение интенсивности испарения и горизонтальное эллиптическое вытягивание зоны загазованности. При наличии ветра опасную зону загазованности могут образовать и жидкости с большой температурой кипения. Интенсивность испарения связана со скоростью ветра эмпирической зависимостью (1), что предопределяет горизонтальный размер зоны загазованности (2) [3]:

$$I_{\text{исп}} = 10^{-6} P_{\text{нп}} \mu_{\text{ж}} (0,734 + 1,637 v_{\text{в}}), \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (1)$$

$$R_{\text{заг}} = 3,15 \sqrt{\frac{\tau_{\text{исп}}}{3600} \left( \frac{P_{\text{нп}}}{\varphi_{\text{кр}}} \right)^{0,813} \left( \frac{m_{\text{пар}}}{\rho_{\text{пар}} P_{\text{нп}}} \right)^{0,333}}, \text{ м}, \quad (2)$$

где  $\mu_{\text{ж}}$  – молярная масса жидкости,  $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$ ;

$v_B$  – скорость движения воздуха над поверхностью испарения,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;

$\varphi_{\text{кр}}$  – критическая концентрация пара (ПДК или НКПРП), %;

$\rho_{\text{пар}}$  – плотность пара при данных условиях,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ;

$P_{\text{нп}}$  – давление насыщенного пара жидкости, кПа;

$m_{\text{пар}}$  – масса испарившейся жидкости за время испарения с площади аварийного разлива, кг;  $\tau_{\text{исп}}$  – время испарения (но не больше 3600 с), с.

Из формулы (1) следует, что появление ветра 10 м/с увеличивает интенсивность испарения в 22 раза по сравнению с неподвижной воздушной средой. Для предотвращения образования опасных концентраций используют заблаговременную изоляцию поверхности аварийного разлива, например с помощью стандартных пен. Но стойкость пен на поверхности многих жидкостей низкая. Перспективна возможность удержанию на поверхности жидкостей гелей [2]. Под гелем мы понимаем вязкую водонасыщенную стойкую структурированную систему частиц, например гелеобразующая система  $\text{CaCl}_2(10\%)+\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,7\text{SiO}_2(10\%)$ . Как и пленка «легкой воды» фторсинтетических пен, водонаполненный гель обладает улучшенными изолирующими свойствами, но является экологически безопаснее.

Влияние пены или геля на испарение в формуле (1) можно учесть с помощью коэффициента замедления испарения:  $K_\tau = \Delta m_1 / \Delta m_2$ , где  $\Delta m_1$  и  $\Delta m_2$  – массы жидкости, испарившиеся с поверхности аварийного разлива и через слой геля. Гель наносили на сетку, натянутую по поверхности жидкости, определяли потери масс и коэффициент замедления испарения для  $t = 15; 20; 25^\circ\text{C}$  при поверхностных расходах геля 0,13; 0,25; 0,40  $\text{г}/\text{см}^2$  сразу после нанесения ( $K_0$ ) и через 24 часа ( $K_{24}$ ).

По результатам эксперимента наибольшие изолирующие свойства гелевый слой проявляет по отношению к веществам плохо растворимым в воде (бензол, бензин), наименьшие – для спиртов. Это можно объяснить тем, что гель – водонаполненная среда и растворяет водорастворимые жидкости, как и «легкая вода».

Также установлен незначительный рост изолирующих свойств геля с увеличением его толщины: для спиртов – более интенсивный, а для углеводов – менее. Во времени (сравнение показателей  $K_0$  и  $K_{24}$ ) – с потерей влаги геля, его изолирующие свойства, особенно для тонких слоев, уменьшаются.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальов О.С. Аналіз стану хімічної безпеки на Україні у світлі аварій на підприємствах з обертанням аміаку / Д.Г. Трегубов, О.С. Ковальов // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА. - 2013. – №74. – С. 390-394. Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/2708>.

2. Дадашов И.Ф. Экспериментальное исследование влияния характеристик гелеобразного слоя на его изолирующие свойства по отношению к парам токсичных

и горючих жидкостей / И.Ф. Дадашов, А.А. Киреев, А.Я. Шаршанов и др. // Проблемы надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ. – 2017. - №26. – с. 43 - 48. Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/6237>.

3. Тарахно О.В. Теорія розвитку та припинення горіння. Практикум у 2-х частинах / О.В. Тарахно, Д.Г. Трегубов, К.В. Жернокльов та ін. – Харків: НУЦЗУ. - 2010. – 822 с. Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3231>.