

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Сборник материалов
V Международной заочной научно-практической конференции,
посвященной Всемирному дню охраны окружающей среды*

5 июня 2018 года

Минск
УГЗ
2018

«Техногенные объекты», содержащие данные об объектах, на которых возможны инциденты пролива нефтепродуктов, «Физико-химические свойства нефтепродуктов». Экспертная система реализована в виде web-сервера на основе технологии ASP.NET 4.5. MVC 5.0.

Модель носит комплексный характер и разделена на уровни, соответствующим слоям геологической среды: поверхностный, почвенный, грунтовый, грунтовые воды.

Для вычислений прогнозов в модели используются данные о географических координатах пролива, тип и объем пролитого нефтепродукта. Используются справочные данные о физико-химических свойствах нефтепродуктов, почвы и грунта. Так же применяются картографические данные.

ММП позволяет прогнозировать: площадь и форму наземного пятна загрязнения, массу испарение НП с поверхностного слоя, глубину и скорость проникновения НП в почву и грунт, адсорбированную массу НП в почве и грунте, максимальную концентрацию НП в почве и грунте, максимальную концентрацию нефтепродуктов в грунтовых водах, временной интервал для достижения максимальной концентрации в грунтовых водах, скорость распространения фронта загрязнения с грунтовыми водами в область окрестных природоохранных объектов.

При тестировании модели были сопоставлены данные полученные на выходе из экспертной системы и данные с реальных объектов после аварии.

Модель показала, что при проливе 1000 м³ бензина, наземное пятно загрязнения приняло форму круга радиусом 40 м (нет информации о других точках, позволяющих предположить иную форму пятна), площадью 5000 м². При этом пятно имеет толщину 0.2 м.

Из общей массы (750 т) 50 т бензина испарится, а остальные 700т проникнут в почву и грунт. Почва адсорбирует 75 т, а грунт 138 т. При этом под пятном загрязнения в каждом килограмме почвы будет 100 г, а одном кубическом метре грунта 9.2 кг бензина.

Примерно через 12 суток под наземным пятном загрязнения вертикальный фронт бензинового загрязнения достигнет грунтовых вод. Остаток (562 т) нефтепродукта будет постепенно разноситься грунтовыми водами, вначале образуя высококонцентрированную (110 кг/м³) бензиновую пленку.

Природоохранный объект № 1 расположен на расстоянии 38 м от центра пролива, т. е. он попал в наземное пятно загрязнения. Поэтому предполагается, что процесс загрязнения будет протекать аналогично описанному выше.

Природоохранный объект № 2 расположен на расстоянии 55 м, т. е. за границами наземного пятна загрязнения. По перепаду высот центра пролива и географической точки, представляющей природоохранный объект, составляющем 0.007 градуса, можно предположить, что течение грунтовых вод направленно в сторону этого природоохранного объекта. При таком угле, оценка скорости продвижения фронта загрязнения с грунтовыми водами составляет приблизительно 2 мм в сутки, что позволяет вычислить, что фронт загрязнения с грунтовыми водами достигнет природоохранный объект через 79

лет. При этом максимальный уровень концентрации поверхностной пленки загрязнения достигнет 110 кг/м^3 , в верхнем слое (до 1 м) водоносного слоя загрязнение не будет превышать 9.2 кг/м^3 .

Данные, полученные в результате тестирования модели не противоречат данным, которые были получены с реальных объектов после аварии.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗОЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТИ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА ОПАСНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

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

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 территорией 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 увеличением 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]:

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

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

где $\mu_{\text{ж}}$ – молярная масса жидкости, кг·кмоль⁻¹;

$v_{\text{в}}$ – скорость движения воздуха над поверхностью испарения, м·с⁻¹;

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

$\rho_{\text{пар}}$ – плотность пара при данных условиях, кг·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 Δm_1 и Δm_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 г/см² 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 углеводородов – 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 /