

К ВОПРОСУ О КИНЕТИКЕ ИСПАРЕНИЯ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ С ПОВЕРХНОСТИ АВАРИЙНЫХ ПРОЛИВОВ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

С. А. Хлуденев, Н. М. Рябчиков, А. Г. Шумихин
ООО «УралПромБезопасность»

Для прогнозирования экологических последствий аварийных событий на нефтехимических производствах важную роль играют модели испарения опасных веществ с поверхности аварийных проливов. Они позволяют охарактеризовать интенсивность поступления в окружающую среду паров легковоспламеняющейся или токсичной жидкости, обуславливающую силу взрывного или токсического воздействия.

Известные немногочисленные модели испарения [1-4] весьма разноречивы, что затрудняет получение объективных прогнозных оценок экологического риска при нештатном функционировании нефтехимических объектов.

В этой связи нами предпринято экспериментальное исследование кинетических закономерностей испарения опасных веществ с поверхности аварийных проливов.

Объектом исследования служили крупнотоннажные продукты нефтехимии: бензол, метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ), а также этилбензол, являющиеся легковоспламеняющимися жидкостями и опасными химическими веществами II и III класса опасности.

Исследование кинетики испарения проводили на специальной лабораторной установке методом динамической термогравиметрии в политермических условиях при различной подвижности воздушной среды.

Опытные данные обрабатывались в соответствии с молекулярно-кинетической теорией испарения по уравнению

$$J = K \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$$

где J — интенсивность испарения, кг/с·м²;

E — наблюдаемая энергия активации, кДж/моль;

R — универсальная газовая постоянная, кДж/моль·К;

K — коэффициент, зависящий от химического состава вещества.

Обработка опытных данных позволила определить кинетические параметры процесса изотермического испарения опасных веществ (ОВ) для широкого интервала температур как в неподвижной, так и подвижной воздушной среде (табл. 1, 2).

Кинетические параметры испарения ОБ в условиях неподвижной воздушной среды

E , кДж/моль		K , кг/с·м ²
МТБЭ	56.39	1.7×10^7
Бензол	47.22	1.57×10^5
Этилбензол	35.36	5.09×10^2

Таблица 2

Кинетические параметры испарения ОБ в условиях обтекания пролива воздухом

$E=f(U)$, кДж/моль		$K=f(U)$
МТБЭ	$27.9 + 1.7 \cdot U - 1.6 \cdot U^2 + 0.034 \cdot U^3$	$\exp(6.34 + 0.58 \cdot U - 0.21 \cdot U^2 + 0.05 \cdot U^3)$
Бензол	$29.3 + 4.9 \cdot U - 1.6 \cdot U^2 + 0.7 \cdot U^3$	$\exp(5.83 + 3.78 \cdot U - 1.33 \cdot U^2 + 0.39 \cdot U^3)$
Этилбензол	$22.4 + 4.9 \cdot U - 0.9 \cdot U^2 + 0.001 \cdot U^3$	$\exp(1.41 + 3.48 \cdot U - 0.02 \cdot U^2 + 0.05 \cdot U^3)$

Представляет интерес сопоставительный анализ прогнозных оценок интенсивности испарения, полученных с помощью разработанной кинетической модели и моделей других исследователей [1-4].

В целях тестирования по моделям [1-4] были проведены расчеты интенсивности испарения бензола. Сопоставление результатов расчетов по цитируемым моделям с нашими данными представлено на рис. 1. Анализ результатов показывает, что прогноз интенсивности испарения по моделям [1-3] имеет существенный разброс, достигающий 800%. Прогнозные оценки по модели [4] показывают значительно более высокую интенсивность испарения и весьма близки к оценкам по предлагаемой нами модели: средняя относительная погрешность составляет 16.5 % в интервале скоростей обтекания пролива воздушным потоком $0 \div 3.5$ м/с.

Следует заметить, что модель [4] является теоретической и разрабатывалась изначально для прогнозирования интенсивности испарения фосфорорганических боевых отравляющих веществ, теплофизические свойства которых существенно отличаются от бензола — легковоспламеняющейся жидкости. Удовлетворительное соответствие результатов расчетов по обеим моделям свидетельствует как об универсальности модели [4], так и о корректности предлагаемой и указывает на возможность их практического использования в целях прогнозирования экологических последствий химических аварий.

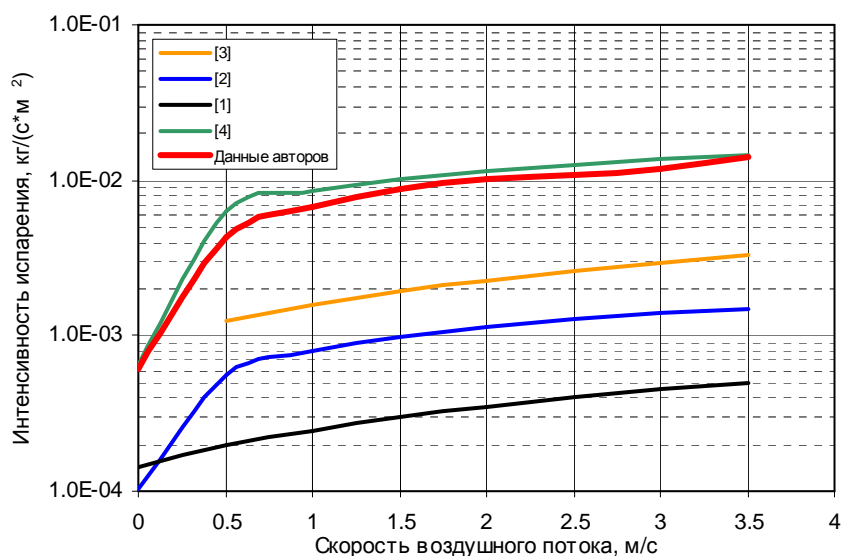


Рис. 1. Сравнение результатов модельных расчетов интенсивности испарения для бензола

Список литературы:

1. Методика оценки последствий химических аварий (Методика «Токси». Редакция 2.2). Согласована Госгортехнадзором России. –М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2001.
2. ПБ 09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 05.05.03 N 29.
3. Тищенко Н.Ф., Тищенко А.Н. Охрана атмосферного воздуха. Справочник. Выделение вредных веществ. – М.: Химия, 1993. Ч. 1. – 192 с.
4. Количественная оценка риска химических аварий /Колодкин В.М., Мурин А.В., Петров А.К., Горский В.Г. /Под ред. Колодкина В.М. – Ижевск, 2001 – 228 с.