

**ВАЛИДАЦИЯ РАСЧЁТНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ
ИСПАРЕНИЯ ЛВЖ ПРИ АВАРИЙНОМ ПРОЛИВЕ В ОТКРЫТОЙ АТМОСФЕРЕ С
РЕЗУЛЬТАТАМИ ЭКСПЕРИМЕНТА****Роженцова Анна Сергеевна**

студент, Поволжский государственный технологический университет, РФ, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола

С ростом числа применимости химических веществ на производстве, увеличивается и число аварии, связанных с ЛВЖ в частности. Именно поэтому важным является прогнозирование чрезвычайного происшествия (ЧП) такого типа, одной из стадий которого является образование так называемого вторичного облака вследствие испарения жидкости со свободной поверхности. Последнее учитывает такой важный параметр, удельная массовая скорость испарения вещества.

На сегодняшний день методы расчета массы испарившихся веществ с поверхности аварийного пролива ЛВЖ в условиях открытой атмосферы весьма разноречивы и предназначены только для установившихся процессов испарения опасных веществ (ОВ).

Теоретические данные

В результате анализа было выделено несколько как отечественных, так и зарубежных методик по исчислению удельной массовой скорости испарения веществ, подробный анализ которых представлен в [9]. К ним относятся:

1. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Метод расчета параметров испарения горючих ненагретых жидкостей и сжиженных углеводородных газов» [3];
2. Руководство по безопасности "Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ"[7];
3. Метод Н.Ф. Тищенко и А.Н. Тищенко [8];
4. Метод Саттона из «Руководства Всемирного банка» [2];
5. Модель Кавамуры-Маккея, рекомендуемая Руководством «Методы расчета физических эффектов» CPR-14 [1].

По данным методикам произведем вычисления для исходных жидкостей. В табл.1 представлены исходные данные, необходимые для вычислений.

Таблица 1.**Исходные данные для определения интенсивности испарения**

Исследуемое вещество	Молярная масса М, г/моль	Давление насыщенного пара Р, кПа	Температура окружающей среды Т, °С	Скорость испарения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С
Уайт-спирит	147	0,25	13,6	0,94	
Керосин	154,7	1,94	10,9	0,82	
Ацетон	58,08	16,7	11,7	1,0	

Площадь испарения составит 0,017 м². Испарение происходит на открытой местности.

Давление насыщенных паров вещества рассчитано по уравнению Антуана.

Произведя все вычисления, получаются следующие данные (табл.2)

Таблица 2.

Результаты теоретических исчислений

Исследуемое вещество	Интенсивность испарения, согласно			
	ГОСТ Р 12.3. 047-2012	Руководство по безопасности	Метод Н.Ф. Тищенко и А.Н. Тищенко	Руководства Всемирного банка
Уайт-спирит	$3,1 \cdot 10^{-6}$	$7,0 \cdot 10^{-6}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$
Керосин	$2,4 \cdot 10^{-5}$	$5,4 \cdot 10^{-5}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
Ацетон	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$4,9 \cdot 10^{-3}$

Экспериментальные данные

Суть проведения эксперимента заключалась в том, чтобы проследить изменение массы исследуемой жидкости за определенный промежуток времени. Параллельно проводились замеры параметров окружающей среды: температуры и скорости воздуха. Следует сказать, что эксперимент считался завершенным при изменении массы исследуемой жидкости более чем на 30 % (или по истечении 3 часов). В результате получились следующие значения (табл. 3)

Таблица 3.

Результаты эксперимента

Исследуемое вещество	Время проведения эксперимента t, мин	Изменение массы жидкости , кг	Параметры окружающей среды		Испарение
			Скорость ветра ,	Температура воздуха Т,	
Уайт - спирт	40		0,94	13,6	
Керосин	315	0,014	0,82	10,9	
Ацетон	50	0,056	1,0	11,7	

Заключение

Анализ результатов проведенного исследования показал, что полученные в ходе расчёта данные разнятся с результатами проведенного эксперимента. Так, для всех полученных веществ максимальное отклонение наблюдается по модели Саттона, где числовые значения на порядок отличаются. Выделить какой-то один метод, приблизительно подходящий к экспериментальным данным, не представляется возможным, так как все методы обладают неопределенностью. Источники этой неопределенности имеют как объективную (вследствие изменчивости свойств техносферы), так и субъективную составляющие (вследствие скудности имеющихся знаний и альтернативностью используемых моделей). На основании обзорного материала можно утверждать, что на сегодняшний день необходимо совершенствовать методики расчёта интенсивности испарения и определения количества опасного вещества, поступающего в окружающую среду при испарении с поверхности аварийного пролива легковоспламеняющейся жидкости.

Список литературы:

1. CPR-14E Methods for the calculation of physical effects (yellow book). 3th ed. – Hague: VROM, 2005 – 870 p.
2. World bank technical paper № 55. Techniques for assessing industrial hazard. A manual. – NY.:Technica Ltd, 1988. – 188 p.
3. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.– М.: Стандартиформ, 2014. – 65с.
4. Колесников Е.Ю. Неопределенность оценок аварийного риска объектов нефтегазовой отрасли: дис. на соиск. уч. ст. доктора техн. наук. – Йошкар-Ола, 2019. – Режим доступа: <http://www.nsc.ru/interval/Library/ApplyDiss/KolesnikovEYu-disser.pdf>
5. Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ (РД-03-26-2007). Серия 27. Выпуск 6 / Колл.авт. — М.: Научно-технический центр по безопасности в промышленности. 2008. — 124 с.
6. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ.изд.: в 2 книгах; кн.1 / А.Н.Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. – М., Химия, 1990 – 496 с.
7. Руководство по безопасности «Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ» – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2015. — 130 с.
8. Тищенко Н.Ф., Тищенко А.Н. Охрана атмосферного воздуха : в 2-х кн. Часть 1: выделение вредных веществ. – М.: Химия, 1993. – 192 с.
9. Роженцова А.С. Анализ действующих методик расчёта массовой удельной скорости испарения веществ // Студенческий форум: электрон. научн. журн. 2021. № 43(179). URL: <https://nauchforum.ru/journal/stud/179/103746> (дата обращения: 28.12.2021).