

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей и неорганической химии
наименование кафедры

Получение, транспортировка и условия хранения хлора

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента (ки) 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»
код и наименование направления

Института химии

наименование факультета

Кузнецова Алексея Васильевича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

доцент, к.х.н
должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Т.В. Захарова
инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:

д.х.н., доцент
должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Д.Г. Черкасов
инициалы, фамилия

Саратов 2017 г.

Введение

В настоящее время на современных производствах применяются агрессивные и ядовитые компоненты, в то же время большое количество энергетических мощностей концентрируется на небольших территориях. Все эти факторы способствуют активному росту аварийных ситуаций, которые во многих случаях приобретают характер катастроф.

Хлор является особо опасным веществом, но при этом широко используется в ряде промышленных производств: в производстве синтетического каучука и поливинилхлорида; в химическом производстве удобрений, лекарств, соляной кислоты; в металлургии для производства таких металлов как тантал, ниобий, олово и титан.

В литературе известны случаи аварий, связанных с транспортировкой и нарушением условий хранения галогенов, которые приводили к тяжелым последствиям для населения и окружающей среды. Так как галогены преимущественно перевозят железнодорожным транспортом, необходимо выявить самые опасные аварийные ситуации, связанные с транспортировкой галогенов, чтобы незамедлительно ликвидировать последствия такой аварии.

Поэтому **целью** работы является математическое моделирование потенциально опасной аварийной ситуации, которая может произойти при опрокидывании цистерны с хлором в ходе его транспортировки.

Задачи:

1. Определение наиболее опасной аварийной ситуации;
2. Расчет параметров, характеризующих аварийную ситуацию.

Работа представлена на 63 страницах, содержит 8 рисунков и 13 таблиц, включая приложения.

Структура работы: введение, раздел 1: обзор литературы; раздел 2: правила безопасности при работе с жидким хлором, прогнозирование аварийной ситуации; заключение; список использованных источников, содержит 20 наименований. Приложения.

Основное содержание работы

Последствия, при возникновении аварийной ситуации были спрогнозированы согласно методике прогнозирования масштабов заражения АХОВ. Эта методика направлена на заблаговременное и оперативное прогнозирование масштабов заражения АХОВ при авариях [1].

Описание аварийной ситуации:

Произошло опрокидывание цистерны с хлором с железнодорожных путей, горловина открылась, и хлор начал разливаться.

Исходные данные для прогнозирования заражения:

1. Емкость цистерны с хлором – 47,6 т (степень заполнения 80% или 38,08 т)

2. Количество хлора выброшенного в атмосферу – 38,08 т; характер разлива – свободно.

3. Метеорологические условия: температура воздуха – (-20°C, 0°C, +20°C); скорость ветра – 1 м/с и 3 м/с; степень вертикальной устойчивости воздуха – инверсия.

4. Время от начала аварии – 1 час (60 мин).

Определение эквивалентного количества вещества в первичном облаке:

Эквивалентное количество $Q_{э1}(т)$ вещества в первичном облаке определяется по формуле:

$$Q_{э1} = K_1 * K_3 * K_5 * K_7 * Q_0, \text{ где}$$

Коэффициент	Значение
K_1	коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ
K_3	коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ
K_5	коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы; для инверсии принимается равным 1, для изотермии 0, 23, для конвекции 0, 08
K_7	коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха
Q_0	количество выброшенного (разлитого) при аварии вещества, т

Определение времени испарения хлора:

Время испарения Т (ч) АХОВ с площади разлива определяется по формуле:

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7}, \text{ где}$$

Коэффициент	Значение
h	толщина слоя АХОВ, м
d	плотность АХОВ, т/м ³
K ₂	коэффициент, зависящий от физико – химических свойств АХОВ
K ₄	коэффициент, учитывающий скорость ветра
K ₇	коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха

Определение эквивалентного числа хлора во вторичном облаке.

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{вз}} = (1 - K_1) * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 * K_7 \frac{Q_0}{hd}, \text{ где}$$

Коэффициент	Значение
K ₁	коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ
K ₂	коэффициент, зависящий от физико – химических свойств АХОВ
K ₃	коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ
K ₄	коэффициент, учитывающий скорость ветра
K ₅	коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы; для инверсии принимается равным 1, для изотермии 0, 23, для конвекции 0, 08
K ₆	коэффициент, зависящий от времени N, прошедшего после начала аварии
K ₇	коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха
Q ₀	количество выброшенного (разлитого) при аварии вещества, т
d	плотность АХОВ, т/м ³
h	толщина слоя АХОВ, м

Определение глубины зоны поражения для первичного облака.

Глубина зоны заражения (км), которая определена согласно методике прогнозирования масштабов заражения АХОВ при авариях на ХОО и транспорте, приведена в таблице 1.

Таблица №1. Глубина зоны заражения

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное число АХОВ, т					
	1	3	5	10	20	30

1	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13
3	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18

Определение полной глубины заражения:

Полная глубина зоны заражения Γ (км), обусловленной воздействием первичного и вторичного облака АХОВ, определяется: $\Gamma = \Gamma' + 0,5 * \Gamma''$, где Γ' – наибольший, Γ'' – наименьший из размеров Γ_1 и Γ_2 . Полученное значение сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{п}$, определяемым по формуле:

$$\Gamma_{п} = N * v, \text{ где}$$

Коэффициент	Значение
N	время от начала аварии, ч
v	скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км\ч

Определение площади зоны возможного заражения:

Площадь зоны возможного заражения для первичного (вторичного) облака АХОВ определяется по формуле:

$$S_{в} = 8.72 * 10^{-3} * \Gamma^2 * \varphi, \text{ где}$$

Коэффициент	Значение
$S_{в}$	площадь зоны возможного заражения АХОВ, км ²
Γ	глубина зоны заражения, км
φ	угловые размеры зоны возможного заражения

Угловые размеры зоны зависят от скорости ветра и определяются в соответствии с Таблицей 2.

Таблица № 2. Угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ в зависимости от скорости ветра.

v, м\с	<0,5	0,6 – 1	1,1 – 2	>2
$\varphi, ^\circ$	360	180	90	45

Определение площади зоны фактического заражения:

Площадь зоны фактического заражения $S_{ф}$ (км²), рассчитывается по формуле: $S_{ф} = K_{в} * \Gamma^2 * N^{0.2}$, где

Коэффициент	Значение
-------------	----------

S_{Φ}	площадь зоны фактического заражения АХОВ, км ²
K_8	коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха, принимается равным: при инверсии – 0,081, при изотермии – 0,133, при конверсии – 0,235
$N^{0,2}$	время, прошедшее после начала аварии, ч

Общие результаты прогнозирования масштабов заражения АХОВ представлены в Таблице 3.

Таблица №3. Результаты прогнозирования масштабов заражения АХОВ при аварийной ситуации.

Температура, °С	-20	0	+20	-20	0	+20
Скорость ветра, м/с	1	1	1	3	3	3
Глубина поражения	17,6	27,7	41,7	9,7	14,6	17,8
Площадь зоны фактического заражения для первичного облака, км ²	4,0	11	18	0,8	1,7	3,0
Площадь зоны фактического заражения для вторичного облака, км ²	16	38	95	5,3	12	17
Площадь зоны возможного заражения для первичного облака, км ²	76,9	222	348	16,4	34,7	56,5
Площадь зоны возможного заражения для вторичного облака, км ²	312,0	745,2	1846	103,0	236,0	348,8

На основе полученных результатов, были составлены графики зависимости, на которых можно увидеть, что с увеличением температуры повышается и глубина зоны заражения АХОВ, и зона фактического заражения для вторичного облака АХОВ (Рисунок 1, 2).

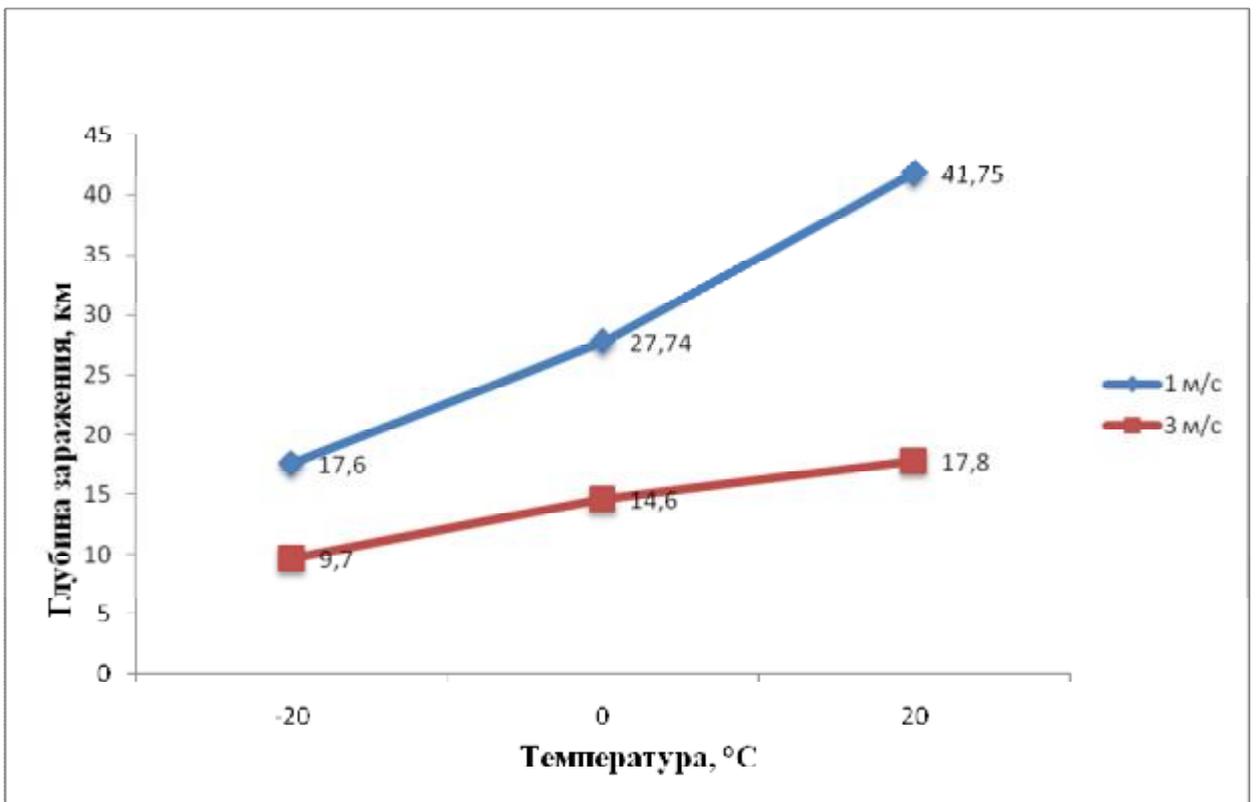


Рисунок 1. График зависимости глубины заражения АХОВ от температуры.

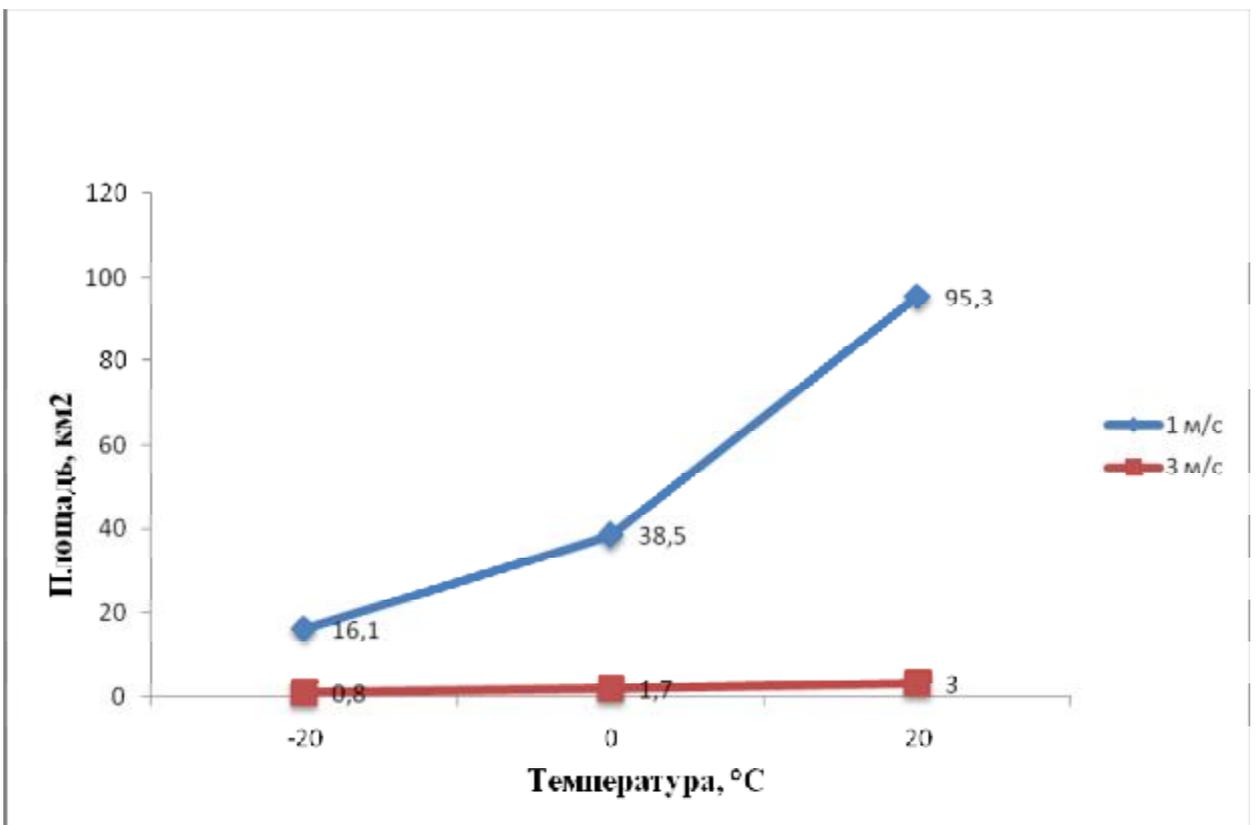


Рисунок 2. График зависимости зоны фактического заражения для вторичного облака АХОВ от температуры.

Таким образом все рассчитанные параметры имеют наименьшее значение при большей скорости ветра, например глубина поражения и площадь зоны фактического заражения для вторичного облака АХОВ при температуре 0°С имеют большее значение при скорости ветра 1м/с (27,7 км), чем при скорости 3 м/с (14,6 км). Площадь распространения АХОВ почти в 10 раз выше для первичного облака и примерно в 3 раза выше для вторичного облака по сравнению со скоростью 3 м/с. Это объясняется тем, что при большей скорости ветра воздушные массы лучше обмениваются и степень загрязнения уменьшается.

РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Проработать вопрос с операторами сотовой связи для оповещения населения с целью экстренной эвакуации из прогнозируемой зоны заражения.

2. Провести инструктаж и практические учения с сотрудниками транспортных компаний, осуществляющих перевозку галогенов железнодорожным транспортом, по технике безопасности и порядке ликвидации последствий утечки галогенов (в частности, хлора).

3. Предоставить сведения о зонах возможного заражения службам МЧС, ответственным за г. Татищено, для ускорения оповещения населения.

4. Проработать вопрос о написании программы для графической визуализации зоны поражения хлором (и другими АХОВ) на основе данных о погодных условиях на месте аварии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Спрогнозирована наиболее опасная аварийная ситуация для принятых исходных данных с учетом полного вылива хлора из цистерны на поверхность.

2. Рассчитаны: глубина поражения и площади зон возможного и фактического заражения для первичного и вторичного облаков.

3. Установлено, что при повышении температуры воздуха на 20°C увеличивается глубина заражения в 2 раза, а площадь зоны фактического заражения в 4 раза.

4. Показано, что площадь распространения АХОВ почти в 10 раз выше для первичного облака и примерно в 3 раза выше для вторичного облака с уменьшением скорости ветра.

5. Подготовлена и отправлена в печать статья «Прогнозирование последствий аварий при транспортировке хлора железнодорожным транспортом». *Кузнецов А.В., Захарова Т.В., Пожаров М.В.* в сборник «Вопросы химии, биологии, экологии и методики обучения».

Список использованных источников

1. РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Консорциум Кодекс» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007358> (дата обращения – 31.05.17). Загл. с экрана. Яз. рус.