
СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧС

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ, СОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛЫ, ПРИ ВОЗГОРАНИИ КОТОРЫХ ОБРАЗУЮТСЯ ОПАСНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

**О.Н. Савчук, кандидат технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы РФ;
П.А. Егоров.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Представлены расчетные данные по количественному выходу химически опасных веществ, при сгорании продукции предприятий по производству средств защиты растений, и обоснование зависимости приземной концентрации химически опасных веществ образующихся при пожаре от способа хранения и укладки.

Ключевые слова: химически опасные вещества, средства защиты растений

WAYS OF DECREASE IN TOXIC CONSEQUENCES OF FIRES ON THE OBJECTS CONTAINING MATERIALS AT WHICH IGNITION DANGEROUS CHEMICAL SUBSTANCES

O.N. Savchuk; P.A. Egorov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Settlement data on a quantitative exit of chemically dangerous substances is presented, at combustion of production of the enterprises for manufacture of protection frames of plants, and a substantiation of dependence of ground concentration of chemically dangerous substances formed at a fire from a way of storage and packing.

Key words: chemically dangerous substance, protection frames of plants

В настоящее время на территории Российской Федерации функционирует более 3000 химически опасных объектов (ХОО), ежегодно по территории страны перевозятся свыше

700 тыс. тонн, аварийно химически опасных веществ (АХОВ). В зонах возможного химического заражения в случае возникновения аварий на ХОО, проживает около 60 млн человек.

Безопасность функционирования ХОО зависит от многих факторов: физико-химических свойств сырья, характера технологического процесса, конструкции и надежности оборудования, эффективности средств противоаварийной защиты и т.д. Наличие большого количества факторов, от которых зависит безопасность функционирования ХОО, делает эту проблему крайне сложной.

Анализ причин возникновения крупных аварий, сопровождаемых выбросом (утечкой) АХОВ, показывает, что в настоящее время вероятность возникновения таких аварий довольно высокая, что связано в первую очередь с довольно большим износом технологического оборудования (до 70 %), отсутствием на ряде предприятий систем аварийной защиты и возросшей возможностью осуществления террористических актов.

В то же время для развития экономики любого государства важны все отрасли народного хозяйства и существует множество объектов, на которых хранятся (или накапливаются в производстве) материалы, которые, не являясь в обычных условиях эксплуатации токсичными, при возгорании выделяют вредные вещества, в том числе АХОВ. Промышленность признается ведущей отраслью экономики, но в то же время исторически важную роль в Российской Федерации играет сельское хозяйство.

Продовольственные проблемы в масштабе планеты с каждым годом становятся острее, поэтому для их решения важное значение приобретает развитие сельскохозяйственной отрасли. Отрасли в данном секторе довольно обширны: производство зерновых, овощеводство и др.

Но, являясь исторически аграрной страной, на территории Российской Федерации в данном секторе экономики существуют серьезные трудности. Ежегодно от вредителей, болезней и сорняков гибнет около 30 % урожая, а в некоторые годы еще больше. Уберечь посевы от вредителей и опасных заболеваний возможно с помощью применения препаратов, средств защиты растений, которые позволят на 80–90 % справиться с этой задачей.

С помощью средств защиты растений возможно проведение комплексной защиты посевов практически всех сельскохозяйственных культур в любых регионах и почвенно-климатических условиях.

На современном этапе получило развитие производство средств защиты растений для сельскохозяйственного производства, а также для владельцев личных подсобных хозяйств. Производственные мощности предприятий составляют около 70 тысяч тонн пестицидов в год, продукция поступает в 76 регионов Российской Федерации, а также широко представлена в 15 странах мира (Бразилии, Эквадоре, Сербии, Монголии, Алжире и т.д.). В перспективных планах поставка на рынки стран Латинской Америки, Ближнего Востока и Северной Африки.

Развитая сбытовая сеть, которая состоит из представительств в важнейших аграрных регионах России, а также дистрибьюторов различных стран, через которых продукция предприятий поставляется сельхозпроизводителям, способствует развитию объектов складской инфраструктуры, содержащих материалы, которые, не являясь в обычных условиях эксплуатации химически опасными, при возгорании выделяют опасные химические вещества (фосген, хлористый и цианистый водород, хлорированные и ароматические углеводороды и т.д.) [1].

Анализ структуры предприятий, производящих средства защиты растений показывает, что в их технологических линиях обращается, как правило, незначительное количество материалов, при возгорании которых образуются опасные химические вещества. Значительно большее по объему количество материалов содержится на складах предприятий.

В аварийной ситуации (загорание, пожар) средства защиты растений и полимерные канистры, в которых они хранятся, являются источниками выделения высокотоксичных

продуктов их термоокислительной деструкции, состав которых зависит от элементного состава и особенностей термолитической полимерной композиции [2].

Кроме того, опасность токсического воздействия представляют огнетушащие газы и аэрозоли, применяемые для объемного пожаротушения [3]. Они используются для противопожарной защиты производственных площадок, административных зданий, складских помещений и помещений торговли. По объему применения установки газового пожаротушения занимают третье место (после водяных и пенных) и составляют примерно пятую часть от общего количества используемых в Российской Федерации установок пожаротушения. Токсическая опасность этих газов и аэрозолей в условиях пожаротушения зависит от физико-химических свойств и биологической активности, их количества, времени контакта с пламенем или нагретыми поверхностями, продолжительности воздействия на людей и других факторов. Оценка опасности продуктов горения характеризуется показателем токсичности [4, 5].

Целесообразно, исходя из наличия таких материалов на объекте, оценить возможные последствия воздействия образующихся химически опасных веществ при пожаре на окружающую среду и определить границы зон химического заражения. Это позволит рассматривать их по классификации, установленной по степеням химической опасности химически опасных объектов и определить границы санитарно-защитной зоны.

Поэтому одним из основных факторов, ограничивающим объемы хранения средств защиты растений, должна быть их пожарная и токсическая опасность. Пожарная и токсическая опасность средств защиты растений и полимерных канистр, в которых они хранятся, определяется следующими характеристиками:

- горючестью (способностью материала загораться, поддерживать и распространять процесс горения);
- дымовыделением при горении и воздействии пламени;
- образованием химически опасных веществ, токсичностью продуктов горения и пиролиза;
- огнестойкостью конструкции (способностью сохранять физико-механические и функциональные свойства изделия при воздействии пламени) [6].

Произвести расчет концентрации химически опасных веществ на объектах, содержащих материалы, при возгорании которых образуются опасные химические вещества, можно используя существующую Методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86 Госкомгидромета (РД 52.04.212-86) [7, 10], а также расчеты содержания вредных веществ в воздухе [8, 9].

С учетом специфики процессов, возникающих при пожаре, можно рассчитать максимальное значение приземной концентрации химически опасных веществ [10], образующихся при сгорании средств защиты растений и полимерных канистр по формуле:

$$C_M = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K \frac{A \cdot M_{ij} \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T} \cdot (0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f})}, \quad (1)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, принимается равным:

- 250 – для Бурятии и Читинской области;
- 200 – для Европейской территории России южнее 50° с.ш., районов Нижнего Поволжья, Кавказа, Дальнего Востока, Сибири;
- 180 – для Европейской территории России и Урала от 50° до 52° с.ш., за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов;
- 160 – для Европейской территории России и Урала севернее 52° с.ш. (за исключением центра Европейской территории России);

140 – для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей;

N – количество АХОВ, образующиеся при возгорании из материалов j -й номенклатуры; K – количество j -х материалов, из которых при возгорании образуются АХОВ; H – высота источника выброса над уровнем земли (для наземных источников) $H=2$, м; z – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $z=1$; ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_r и температурой окружающего атмосферного воздуха T_b , °C; V_1 – расход газовой смеси, м³/с, определяемый по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_o,$$

где D – диаметр устья источника выброса, м; ω_o – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с; M_{ij} – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени при сгорании материала, г/с.

В общем случае с учетом изменения $S_{выгj}$ во время пожара, C_M может быть определено на различное время t от момента возгорания по формуле:

$$C_M = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K \frac{A \cdot \eta \cdot Q_j \cdot m_{ij} \int_0^t S_{выгj} dt}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T} \cdot (0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f})}. \quad (2)$$

Каждый пожар представляет собой единственную в своем роде ситуацию, однако пожары обладают общими закономерностями, что позволяет построить аналитическое описание общих явлений возгорания и их параметров. К основным факторам, характеризующим возможное развитие процесса горения, относятся: площадь выгорания, линейная скорость распространения пламени по поверхности материалов, пожарная нагрузка, массовая скорость выгорания, зависящие от способа укладки и расположения на объектах материалов, при возгорании которых образуются опасные химические вещества.

Анализ формул (1) и (2) показывает, что определяющим параметром является M_{ij} , которая определяется по формуле:

$$M_{ij} = Q_j \cdot m_{ij} \cdot S_{0\text{ выг}j},$$

где Q_j – скорость выгорания, согласно [1], кг/м²•мин; m_{ij} – удельный выход i -го АХОВ при сгорании j -го материала, согласно [1], мг/г; $S_{0\text{ выг}j}$ – площадь выгорания j -го материала в начальный период, м², которая будет зависеть от конфигурации укладки j -го материала и может быть определена по формуле:

$$S_{0\text{ выг}j} = \frac{Q_{0j}^*}{\rho_j \cdot h_{ук}} + 2h_{ук} \left(l_{ук} + \frac{Q_{0j}^*}{\rho_j \cdot h_{ук} \cdot l_{ук}} \right), \quad (3)$$

где Q_{0j}^* – первоначальная масса j -го материала, т; ρ_j – плотность j -го материала, т/м³; $h_{ук}$ – высота укладки j -го материала, м; $l_{ук}$ – длина укладки j -го материала, м.

Рассмотрим варианты расчетов площади выгорания материала в начальный период, на

примерах: на объектах А и В возник пожар, в обоих помещениях хранится полиэтилен массой по 10 т, высота укладки в помещениях различна $A h = 1,5$ м, $B h = 0,5$ м, длина укладки в помещениях $A l = 4$ м, в помещении $B l = 10$ м. С учетом площади оконных проемов и ворот площадь выброса токсических веществ из каждого из помещений А и В составит $S_{\text{выб}} = 50 \text{ м}^2$, среднюю скорость выхода газовой смеси из проемов источника выброса принимаем $\omega_0 = 7$ м/с, температура пожара согласно [1] равна 320 °С, температура окружающего воздуха $+20$ °С, высота выброса $H = 2$ м, местность слабо пересеченная, скорость ветра $U = 2$ м/с.

Согласно (3) определяем площадь выгорания полиэтилена в начальный период в помещении А:

$$S_{0 \text{ выг}} = \frac{10}{600 \cdot 1,5} + 3 \left(4 + \frac{10}{600 \cdot 6} \right) = 12,019 \text{ м}^2;$$

в помещении В:

$$S_{0 \text{ выг}} = \frac{10}{600 \cdot 0,5} + 1 \left(10 + \frac{10}{600 \cdot 5} \right) = 10,036 \text{ м}^2.$$

Соответственно значение приземной концентрации химически опасных веществ на объектах А и В будет различно и пропорционально зависеть от площади выгорания полиэтилена, которая в свою очередь зависит от конфигурации укладки материала.

На основе представленных расчетов по методике выявления последствий химического заражения при пожарах на объектах, содержащих материалы, при возгорании которых возможно образование химически опасных веществ [10], предлагается уменьшить опасность токсического поражения персонала объектов, проживающего вблизи населения, и сотрудников Государственной противопожарной службы, принимающих участие в ликвидации пожара, путем введения в нормативы и правила хранения, складирования и укладки средств защиты растений и полимерных канистр определенных критериев.

Литература

1. Иличкин В.С., Леонович А.А., Яненко М.В. Термические превращения и токсичность продуктов горения древесины // Обзорная информация. Вып. 8/90. М.: МВД, Главный информационный центр, 1990.
2. Иличкин В.С. Токсичность продуктов горения полимерных материалов. СПб.: Химия, 1993.
3. Оценка опасности токсического воздействия огнетушащих газов и аэрозолей, применяемых для объемного пожаротушения: методич. пособ. М.: МЧС России, ВНИИПО, 2005.
4. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. М.: Изд-во стандартов, 1998.
5. Тищенко Н.Ф., Тищенко А.Н. Охрана атмосферного воздуха. Справочник. Выделение вредных веществ. М.: Химия, 1993. Ч.1. 192 с.
6. Власов В.А. Экспериментально-статистические модели оценки и прогнозирования показателей токсичности неметаллических судостроительных материалов при горении // Российский химический журнал им. Д.И. Менделеева, 2009. № 4.
7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Л.: Госкомгидромет, 1986.
8. Тищенко Н.Ф. Справочник. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. М.: Химия, 1991.

9. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 т пара в час или менее 20 Гкал в час. М.: Гидрометеоздат, 1999.

10. Савчук О.Н. Прогнозирование токсических последствий пожаров на объектах, содержащих материалы, при возгорании которых образуются опасные химические вещества // Проблемы управления рисками в техносфере. 2010. № 3.