

токсичності. За нашими оцінками, регенерація водних розчинів біологічно “жорстких” піноутворювачів з переведенням основної маси поверхнево-активних речовин у шлам, що може бути знешкоджений (утилізований) у загальноприйнятій способи, і використання залишків його водного розчину для приготування робочого розчину біологічно “м’якого” піноутворювача без використання стабілізуючих добавок також забезпечить суттєве заощадження коштів порівняно з випадками їх регенерації традиційним способом або знешкодження (утилізації) робочого розчину біологічно “жорсткого” піноутворювача з подальшим приготуванням робочого розчину біологічно “м’якого” піноутворювача на заміну йому.

S-1-s-9

УДК 614.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА, ПОДНИМАЮЩЕГОСЯ НАД ГОРЯЩИМ РАЗЛИВОМ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

Басманов А.Е., д. т. н., проф., Кулик Я.С.

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков, Украина

Разлив и воспламенение нефтепродукта в обваловании резервуара является одной из опаснейших чрезвычайных ситуаций, способных привести как к серьезному материальному ущербу, так и человеческим жертвам. Разработка плана пожаротушения и оценка необходимых сил и средств невозможны без оценки времени, в течение которого стальные конструкции резервуара могут достичь температуры самовоспламенения паров нефтепродуктов, что приведет к распространению пожара на резервуар. Это, в свою очередь, требует построения математических моделей, описывающих тепловое воздействие пожара на резервуар.

В существующих работах, как правило, рассматриваются только предельные случаи:

- нефтепродукты горят достаточно далеко от стенок резервуара, вследствие чего теплопередача от пожара к резервуару осуществляется только излучением, а воздух, соприкасающийся со стенками резервуара, имеет температуру окружающей среды;
- горение происходит в непосредственной близости от резервуара, вследствие чего пламя соприкасается с его стенками – в этом случае полагают, что температура среды, с которой соприкасаются стенки резервуара, равна температуре пламени.

При этом нерассмотренным остается общий случай, когда на стенки резервуара оказывают тепловое воздействие продукты горения и разогретый воздух, поднимающиеся над очагом горения.

Оценим параметры (температуру и скорость) продуктов горения и разогретого воздуха, воздействующих на резервуар с нефтепродуктом, т.е. факела, формируемого восходящими потоками [3] над разливом произвольной формы.

Для оценки температуры восходящих конвективных потоков воспользуемся теорией свободных турбулентных струй [1, 2] и будем полагать, что из области разлива вертикально вверх выходит струя, имеющая температуру факела T_{ϕ} и начальную скорость u_0 . В этом случае в струе выделяют два участка: начальный OF и основной FZ (рис. 1).

При этом внутри ядра струи (часть потока, лежащая внутри конуса AFB) скорость потока и его температура равны начальным значениям – u_0 и T_{ϕ} соответственно. За пределами границы струи (поверхность бесконечного усеченного конуса CABD) среда неподвижна и имеет температуру T_0 . В пограничном слое (часть потока, заключенная между

ядром струи и границей струи) скорость потока убывает от u_0 до 0, а температура – от T_ϕ до T_0 .

В [4] для разлива горючей жидкости круговой формы построена оценка температуры и скорости движения воздушного потока над очагом горения в виде:

$$\frac{\Delta T(r, z)}{\Delta T_m(z)} = \sqrt{\frac{u(r, z)}{u_m(z)}} = \sqrt{f\left(\frac{r}{R_{rp}(z)}\right)}, \quad (1)$$

где,

$\Delta T(r, z)$, $u(r, z)$ – избыточная температура и скорость струи на расстоянии r от ядра струи z ;

$\Delta T_m(z)$, $u_m(z)$ – значения этих параметров на оси струи, где z отсчитывается от точки фокуса F ;

R_{rp} – полуширина струи для основного участка и ширина пограничного слоя для начального участка; значение функции f задано таблично [1, 2].

Скорость воздушного потока и избыточная температура на оси струи задается выражениями

$$\frac{u_m}{u_0} = \frac{43,29r_0^2(\theta - 1) + r_0\sqrt{3562r_0^2(\theta - 1) + 164,6z^2\theta}}{z^2\theta}, \quad (2)$$

$$\frac{\Delta T_m}{\Delta T_0} = \frac{31,42r_0^2(\theta - 1) + r_0\sqrt{1371r_0^2(\theta - 1) + 87,27z^2\theta}}{z^2\theta}, \quad (3)$$

где,

$$\theta = \frac{T_\phi}{T_0};$$

T_ϕ - температура факела;

$$\Delta T_0 = T_\phi - T_0;$$

T_0 - температура окружающей среды;

u_0 - скорость восходящего потока в пламени.

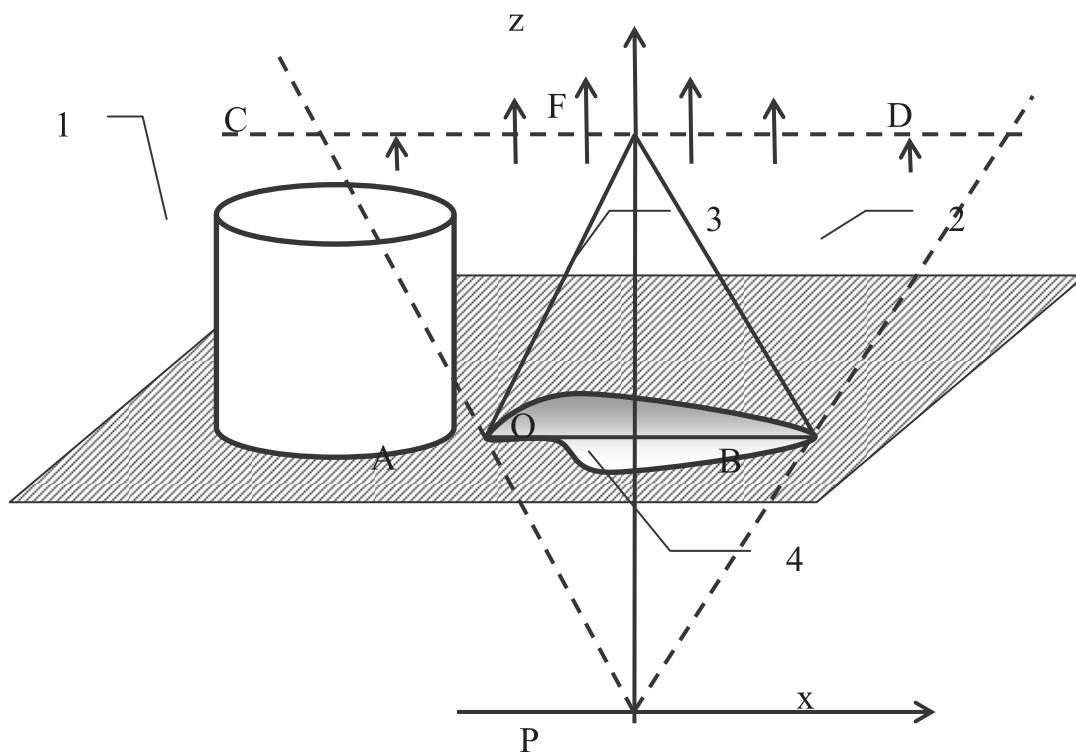


Рисунок 1 – Воздействие конвективных струй от очага горения на резервуар с нефтепродуктом: 1 – резервуар; 2 – восходящие конвективные потоки разогретого воздуха и продуктов горения; 3 – ядро струи; 4 – разлив горючей жидкости.

Для разлива некруговой формы s , имеющего границу $\partial\Omega$, ядро струи будет ограничено поверхностью $z = f(x, y)$ построенной по следующему алгоритму:

- 1) Если $(x, y) \in \Omega$, то определяется расстояние r до границы $\partial\Omega$ области разлива Ω :

$$r = \min_{(x, y) \in \partial\Omega} \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2}.$$

Тогда $z(x, y) = r \cdot c_1$, где $c_1 = 8,9$.

- 2) Если $(x, y) \notin \Omega$, то $z(x, y) = 0$.

Коэффициент c_1 выбран из тех соображений, чтобы для разлива круговой формы граница ядра струи представляла собой конус тех же размеров, что и в [1, 2, 4].

Поверхность $z = f(x, y)$, являющаяся границей струи, построена аналогично:

- 1) Если $(x, y) \notin \Omega$, то определяется расстояние r до границы $\partial\Omega$ области разлива Ω :

$$r = \min_{(x, y) \in \partial\Omega} \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2}.$$

Тогда $z(x, y) = r \cdot c_2$, где $c_2 = \frac{1}{0,2584} = 3,87$.

- 2) Если $(x, y) \in \Omega$, то $z(x, y) = 0$.

Коэффициент c_2 подобран таким образом, чтобы для разлива круговой формы граница струи совпадала с границей, приведённой в [1, 2, 4].

Избыточная температура и скорость воздушного потока в т. А будут определяться соотношением

$$\frac{\Delta T(r_1, z)}{\Delta T_m(z)} = \sqrt{\frac{u(r_1, z)}{u_m(z)}} = \sqrt{f\left(\frac{r_1}{r_1 + r_2}\right)},$$

где r_1 - расстояние до ядра струи; r_2 - расстояние до границы струи.

В том частном случае, когда разлив имеет круговую форму, полученное соотношение превратится в (1).

СПИОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. – М.: Наука, 1991. – 600 с.
2. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. – М.: Физматгиз, 1960. – 715 с.
3. Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров. – М.: Стройиздат, 1990. – 420 с.
4. Байтала М.Р. Тепловое воздействие факела, формируемого восходящими потоками, на цистерну с нефтепродуктами / М.Р. Байтала, В.П. Садковой // Проблемы пожарной безопасности. – 2010. – Вип. 28. – С. 27–32.

S-1-s-10

УДК 614. 84

АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА СТАНЦИЯХ МЕТРОПОЛИТЕНА

Бородич П.Ю., к.т.н., доц., Ревенко Р.Г.

Национальный университет гражданской защиты Украины

В докладе показано, что повышение эффективности функционирования пожарно-спасательных подразделений, персонала метрополитена и создаваемых органов управления пожаротушением требует наличия объективной оценки их деятельности, для получения которой необходимо не только проанализировать большое количество взаимозависимых промежуточных работ, которые обеспечивают тушение, эвакуацию и спасание (при необходимости) пострадавших, но и оценить как подготовленность спасателей, так и уровень соответствия станции существующим нормативно-техническим требованиям. В результате проведенных исследований, основу которых составляло имитационное моделирование, опирающееся на использование аппарата Е-сетей, были получены многофакторные зависимости времени выполнения основных процессов пожарно-оперативного обслуживания на станциях метрополитена от подготовленности личного состава пожарно-спасательных служб X_1 и персонала станций X_2 , а также степень реализации существующих нормативно-технических требований X_3 .

Для обоснования организационно-управленческих решений важно количественно сравнить их эффективность при всех возможных значениях рассматриваемых факторов. В докладе отмечается, что это можно сделать, получив соответствующие многофакторные зависимости до и после реализации разработанных в результате, например, анализа натуральных экспериментов (в нашей практике мы использовали тактико-специальные учения на станциях метрополитена глубокого залегания в г. Харькове).

Моделирование в соответствии с планом $3 \times 3 \times 3$ позволило рассчитать многофакторные зависимости времен наступления наиболее важных событий в общем комплексе аварийно-спасательных работ. После удаления незначимых эффектов стало