

МИНИМИЗАЦИЯ УЩЕРБА ОТ ПОЖАРА В РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ С НЕФТЕПРОДУКТАМИ

*Ю.А. Абрамов, д-р. техн. наук, профессор, главн. научн. сотр. УГЗУ,
А.Е. Басманов, д-р. техн. наук, вед. научн. сотр. УГЗУ*

Постановка проблемы. В последнее время наметилась устойчивая тенденция к увеличению ущерба от пожаров в резервуарных парках. Пожары в резервуарных парках особенно опасны своим каскадным распространением, способным привести и к человеческим жертвам.

Анализ состояния проблемы. Несмотря на принимаемые меры, количество пожаров за последние 30 лет не сокращается. При этом каждый четвертый пожар носит затяжной характер и заканчивается полным выгоранием нефтепродуктов. Это означает как недостаточность сил и средств или неэффективное их использование, так и недостаточный учет различных факторов, влияющих на развитие пожара. Рекомендации, приводимые в Инструкции [4], не учитывают свойств горящей жидкости (высота факела, его температура, степень черноты), свойств нефтепродукта в нагреваемом резервуаре, направления и скорости ветра.

Постановка задачи и ее решение. Целью работы является минимизация ущерба от пожара в резервуарных парках путем построения комплекса математических моделей, описывающих развитие, локализацию и ликвидацию пожара, и позволяющих решить задачу об оптимальном использовании имеющихся сил и средств.

Для решения этой задачи построена математическая модель нагрева резервуара с нефтепродуктом под тепловым воздействием пожара, особенностью которой является учет неравномерного нагрева резервуара. Применение моделей, предполагающих равномерно нагретую стенку и крышу, обращенные в сторону пожара, приводит к относительной ошибке до 40%. Разработанная модель позволяет определить предельное время начала охлаждения резервуара, нагревающегося под действием пожара.

Для учета случайных изменений теплового потока, вызванных случайными пульсациями температуры и формы факела, построена стохастическая модель теплового излучения от пламени горящих нефтепродуктов [2]. Идентификация параметров модели проведена на основании экспериментальных данных.

Это позволяет применять вероятностный подход к моделированию пожарных ситуаций в резервуарном парке нефтепродуктов. Подход основан на использовании теории случайных функций для описания тепловых процессов, происходящих в горящих

и соседних резервуарах. Исходными данными для модели являются случайные процессы, характеризующие факел, результатом – закон и параметры распределения случайных процессов, описывающих температуры резервуаров. Данная модель позволяет оценить вероятность достижения негорящим резервуаром температуры самовоспламенения паров нефтепродукта в течение заданного промежутка времени. Разработанный метод позволяет прогнозировать каскадное распространение пожара в резервуарном парке и принимать решение о необходимости охлаждения данного резервуара [3].

Проведенное теоретическое обобщение детерминированного и стохастического подходов к моделированию пожара в резервуарном парке показывает, что стохастическая модель прогнозирования каскадного развития аварийной ситуации в резервуарном парке является обобщением детерминированной модели. Она позволяет более адекватно описать пожарную ситуацию за счет учета случайных факторов. Выявлены условия, при которых обе модели дают эквивалентные результаты, и условия, при которых влияние случайных факторов существенно, и пренебрегать ими нельзя. Показано, что в ряде случаев наличие случайных факторов приводит к относительному различию между моделями более 50% [3]. Метод сравнения стохастической и детерминированной моделей основывается на сравнении прогнозируемого времени достижения негорящим резервуаром температуры самовоспламенения нефтепродукта.

Процесс локализации пожара моделируется путем учета охлаждающего действия водной струи на нагретую поверхность резервуара. Построенная модель позволяют решить задачу о необходимой интенсивности подачи воды на охлаждение.

На основе стохастической модели развития пожара в резервуарном парке построен метод оценивания эффективности действий пожарных подразделений по локализации пожара [3]. Особенностью метода является оценка ожидаемого ущерба, вызванного возможным каскадным распространением пожара на другие резервуары. Данный метод позволяет на этапе разработки плана пожаротушения сравнить последствия тех или иных действий пожарных подразделений и помогает в принятии решения руководителю тушения пожара.

Разработанные модели являются основой для построения метода и алгоритма оптимальной расстановки сил и средств для локализации пожара в резервуарном парке [1]. Применение этого метода для разработки плана локализации пожара позволяет сократить ущерб от пожара до 40% по сравнению с общепринятым подходом. Выигрыш достигается за счет более точного прогноза

влияния пожара на соседние резервуары, выбора первоочередных задач и оптимального распределения боевых задач между стволами.

В Университете гражданской защиты Украины разработан программный комплекс, реализующий перечисленные модели, методы, алгоритмы, и ориентированный на проектировщиков резервуарных парков, эксплуатационников, командиров пожарных подразделений, занимающихся охраной резервуарных парков. Программный комплекс может быть использован для прогнозирования путей каскадного распространения пожаров, разработки оперативных планов пожаротушения на объектах нефтеперерабатывающей промышленности, в процессе обучения и тренировки сотрудников МЧС.

Выводы. Разработанные модели, методы, алгоритмы являются основой для синтеза системы предупреждения, локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций в резервуарных парках нефтепродуктов. В совокупности их использование позволяет минимизировать ущерб от пожаров в резервуарных парках.

Изложенный методологический подход может быть использован не только в резервуарных парках, но и на других промышленных объектах повышенной опасности. В основе плана локализации и ликвидации чрезвычайной ситуации на объекте должна лежать математическая модель, описывающая данную чрезвычайную ситуацию. Это позволяет учесть возможные пути ее развития и оптимизировать силы и средства для ее ликвидации. Программная реализация такой модели позволяет проводить обучение и тренировку сотрудников МЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.А., Басманов А.Е. Алгоритм оптимального расположения сил и средств для тушения пожара в резервуарном парке // Проблемы надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. АЦЗ України. – Харків: Фоліо, 2006. – Вип. 3. – С. 26-32.
2. Абрамов Ю.А., Басманов А.Е. Влияние случайных пульсаций пламени на нагрев резервуара при пожаре // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: Фолио, 2005. – Вып. 18. – С. 3-8.
3. Абрамов Ю.А., Басманов А.Е. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций в резервуарных парках с нефтепродуктами. – Харьков: АГЗУ, 2006. – 256 с.
4. НАПБ 05.02 Інструкція щодо гасіння пожеж у резервуарах із нафтою і нафтопродуктами.