

Козлова Е.В.

Научный руководитель: С.Н. Серeda

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: katya199719971997@mail.ru

Обеспечение пожарной безопасности на объектах использующих газовое оборудование

Чрезвычайные ситуации (ЧС), связанные с авариями на технологическом оборудовании и установках предприятий использующих природный газ, характеризуются большими объемами выбросов взрывоопасных веществ, образованием облаков газо-воздушных смесей (ГВС) и, как следствие, взрывами, приводящими к разрушению или повреждению зданий, сооружений..

Целью статьи является изучение модели задачи минимизации уровня взрывоопасности технологического блока объекта предприятия, на котором возможны взрывы облаков газоздушных смесей.

Рассмотрим технологический блок предприятия (использующие газовое оборудование) содержит технологическое оборудование (аппараты) S_i , $i=1, 2, \dots, I$, на каждом из которых может произойти ЧС с выбросом взрывоопасной газообразной смеси, образованием облака ГВС и ее взрывом.

Разрушение технологического аппарата может сопровождаться ЧС трех видов ($k = 1, 2, 3$) – взрыв, пожар, выброс [1]. Нас будет интересовать ЧС сопровождается выбросом взрывоопасного вещества и образованием облака ГВС с ее последующим взрывом.

Взрывное преобразование может происходить по двум сценариям ($v = 1, 2$) - по детонационным или по дефлаграционным механизмам.

Для количественной характеристики уровня технологического взрывоопасности блока в работах [2, 3] введен интегральный критерий A :

$$A = \sum_{i=1}^I \lambda_i \cdot A_i, \quad (1)$$

где A_i - частичный критерий, количественно характеризующий уровень взрывоопасности объекта;

λ_i - весовая функция объекта S_i моделирующее влияние степень взрыва облака ГВС, которое образовалось при ЧС на нем, на соседние объекты $i=1, 2, \dots, I$.

Для вычисления величины частичного критерия A_i и предлагается формула [2, 3]:

$$A_i = E_B^i \cdot Q_{HC}^{in} \cdot Q_B^{in} \cdot q_{iv}, \quad (2)$$

$$n \in \{1, 2, \dots, 5\}, v \in \{1, 2\}$$

где E_B^i - относительный энергетический потенциал взрывоопасности объекта S_i ;

Q_{HC}^{in} - вероятность возникновения ЧС с выбросом взрывоопасной вещества и возникновением облака ГВС на объекте S_i ;

Q_B^{in} - вероятность взрывного преобразования облака ГВС, возникшего при ЧС на объекте S_i ;

q_{iv} - вероятность реализации сценария взрыва.

Задача минимизации уровня взрывоопасности технологического блока имеет вид [2]:

$$\min A_W = \min_w \left(\sum_{i=1}^I \lambda_i \cdot A_i \right). \quad (3)$$

Область W допустимых решений задачи содержит систему геометрических W_G и технологических W_T ограничений [4]:

$$W = W_G \cup W_T.$$

Как было показано в [2], оптимизационная задача (3) минимизации уровня взрывоопасности технологического блока может быть сформулирована как задача оптимизации размещения технологических аппаратов блока с учетом параметров взрыва облаков ГВС.

Область размещения Ω - это территория технологического блока без зон Q_n ($n=1, 2, \dots, N$), в которых расположение объектов S_i не допускается. Размещение объектов S_i в пределах области Ω задается вектором параметров размещения

$$Z = (z_1, z_2, \dots, z_N) = (x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_N, y_N).$$

Поиск локального минимума выполняется численным методом, основанным на схеме метода минимизации по группам переменных [5, 6], в качестве которых выполняют параметры размещения объектов S_i ($i=1, 2, \dots, I$). Изменение положения объектов выполняется таким образом, что новому вектору размещения соответствует меньшее значение целевого критерия A . Если на i -ом шаге не один из объектов не изменив своего положения, то вектор параметров размещения, полученный на i -ом шаге считается решением оптимизационной задачи.

Схема метода решения оптимизационной задачи (3) состоит из следующих этапов.

1. Определение первоначального варианта размещения объектов в пределах технологического блока - начальной точки оптимизации.

$$S^0(x_1^0, y_1^0, \dots, x_N^0, y_N^0)$$

2. Определение для первоначального варианта размещения – начальных данных для оптимизации.

3. Расчет критерия A .

4. Определение вектора параметров размещения объектов.

5. Перебор локальных минимумов для множества ориентаций блока относительно сторон света с определением вектора размещения объектов, который соответствует минимуму целого критерия A .

Литература

1. Войцеховский И.А. Прогнозирование последствий чрезвычайной ситуации с взрывом облака газовой-воздушной смеси / И. А. Войцеховский, В. В. Малышев // Газовая промышленность. – 2019. - Вып. 123. - С. 142-156.

2. Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах: Сб. документов. Серия 27. Выпуск 2 / Колл. авт. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2010. – 208 с.

3. Приказ Ростехнадзора от 31.03.2016 N 137 "Об утверждении Руководства по безопасности "Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей" – М.: 2016. – 18 с.

4. Попов В.М. Моделирование характеристик потока отказов основных производственных фондов объектов повышенной опасности / В.М. Попов, И.А. Чуб, М.В. Новожилова // Проблемы чрезвычайных ситуаций. – 2015. – Вып. 21. – С. 64-70. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol21/Popov.pdf>.

5. Ковалев Е.М. Оптимизация расположения оборудования опасных производственных объектов нефтеперерабатывающей промышленности / Е.М. Ковалев, Р.Р. Гляшева, Л.Г. Чиркова // Мировое сообщество: проблемы и пути решения: Сб. науч. тр. – Уфа: УГНТУ, 2005. – С. 176-180.

6. Шебеко Ю.Н. Оценка индивидуального и социального риска аварий с пожарами и взрывами для наружных технологических установок / Ю.Н. Шебеко, А.П. Шевчук, В.А. Колосов // Пожаровзрывобезопасность. – 1995. – № 1. – С. 21-29.