

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ВЗРЫВА ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Грановский Э.А., Лыфарь В.А.,¹
Скоб Ю.А., Угрюмов М.Л., Коробчинский К.П.²

¹ *Научный центр изучения рисков «Ризикон»
пр. Советский 33-в, г. Северодонецк, Луганская обл., Украина, 93411*

² *Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт»
ул. Чкалова 17, Харьков, Украина, 61070*

Исследование процессов истечения, смешения, рассеяния горючих газов в атмосфере с образованием облаков газо-воздушных смесей и их взрывом представляет интерес для решения вопросов безопасности в отраслях промышленности, которые связаны с производством, хранением и применением этих газов.

Разработана трехмерная математическая модель истечения газообразной примеси, смешения ее с воздухом и дальнейшего распространения смеси в открытом пространстве со сложным рельефом местности, а также в закрытом помещении с принудительной (или естественной) вентиляцией [1, 2]. Рассматриваемое течение описывается системой дифференциальных уравнений Эйлера в трехмерной постановке, что позволяет выявить основные эффекты смешения, конвекции газов и распространения ударных волн, образовавшихся в результате взрыва. Изменение концентрации примеси определялось с помощью закона переноса компоненты смеси с учетом скорости турбулентной диффузии. Разработан алгоритм численного решения основных уравнений на базе законов сохранения с использованием схемы распада произвольного разрыва С.К. Годунова [3].

На основе математической модели создана компьютерная система инженерного анализа газодинамических процессов истечения, смешения, рассеяния и распространения ударных волн, которая позволяет прогнозировать изменение во времени концентрации газообразных примесей во времени и пространстве.

Получены численные решения следующих практических задач:

– образование водорода-воздушной смеси в промышленных зданиях с естественной и принудительной вентиляцией при утечках газообразного водорода из оборудования;

- истечение, смешение и рассеяние водорода в воздухе на открытом пространстве со сложным рельефом местности при мгновенных аварийных выбросах в атмосферу;
- взрыв пропано-воздушной в открытом пространстве [4, 5];
- взрывы водородо-воздушной смеси на открытом пространстве со сложным рельефом местности.

Проведено сравнение результатов расчета с опубликованными экспериментальными результатами по быстрому выбросу больших количеств жидкого водорода.

Анализируются особенности рассеяния и взрыва водорода в воздухе, обусловленные его низкой плотностью и высоким коэффициентом диффузии, высокой скоростью реакции взаимодействия с кислородом, большими скоростями распространения пламени, широкими концентрационными пределами распространения пламени в дефлаграционном и детонационном режимах.

Разработанная интегрированная интерактивная среда пользователя позволяет осуществлять инженерный трехмерный анализ газодинамических процессов смешения газов, распространения смеси в атмосфере, распространения взрывных ударных волн, а также прогнозировать во времени и пространстве концентрацию газообразной примеси.

Литература

1. Численное моделирование процесса распространения продуктов горения при пожаре в зданиях с атриумами / Ю.Д. Митасов, А.Ф. Редько, Ю.А. Скоб, М.Л. Угрюмов // Науковий вісник будівництва: 36. наук. пр. / ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – Х., 2001. – Вип. 14. – С. 258 – 262.
2. Numerical Modeling of Hydrogen Release, Mixture and Dispersion in Atmosphere / E.A. Granovskiyy, V.A. Lyfar, Yu.A. Skob, M.L. Ugryumov // Abstracts Book and CD-ROM Proceedings the International Conference on Hydrogen Safety. – Pisa (Italy). – 2005. – 10 p. (ICHS Paper No. 110021)
3. Численное решение многомерных задач газовой динамики / С.К. Годунов, А.В. Забродин, М.Я. Иванов, А.Н. Крайко, Г.П. Прокопов. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1976. – 400 с.
4. Когарко С.М., Адушкин В.В., Лямин А.Г. Исследование сферической детонации газовых смесей, ФГВ, №2, 1965.
5. Борисов А.А., Гельфанд Б.Е., Цыганов С.А. О моделировании волн давления, образующихся при детонации и горении газовых смесей. – Физика горения и взрыва №2, 1985.