

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЙНИЯ ВОДОРОДО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В АТМОСФЕРЕ

К. П. Коробчинский, аспирант, Ю. А. Скоб, к.т.н., с.н.с., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ»

Водород широко применяется в промышленности. Он характеризуется малой плотностью, низкой температурой жидкой фазы, большой энергией сгорания, быстрым переходом горения в детонацию и, как следствие, мощными взрывами облаков в атмосфере при выбросах.

Рассматриваются нестационарные процессы истечения газообразного водорода (испарения пролитого жидкого водорода), смешения его с воздухом и дальнейшего распространения смеси в открытом пространстве с учетом движения воздуха, силы тяжести, наличия застройки на местности, термодинамических свойств газов.

Численное моделирование трехмерного течения водородо-воздушной смеси в открытом пространстве осуществляется на основе уравнений Эйлера, дополненных моделью турбулентности. Принято допущение о том, что основное влияние на процесс оказывает конвективный массообмен. Набегающий поток определяется величинами полной энтальпии, энтропийной функции, направлением вектора скорости потока, относительной массовой плотностью примеси. На непроницаемых участках ограничивающих расчетную область поверхностей, выполняются условия непротекания. В начальный момент времени в ячейках расчетной области принимаются параметры окружающей среды. Используется алгоритм численного решения основных уравнений на базе законов сохранения с использованием конечно-разностной схемы распада произвольного разрыва С.К. Годунова.

Моделируется несколько возможных сценариев на станции заправки водородным топливом транспортных средств. Наиболее опасными с точки зрения потенциальных катастрофических последствий, угрожающих оборудованию станции, персоналу и населению близлежащих жилых построек являются следующие сценарии:

- 1) пролив из цистерны всего объема жидкого водорода, последовательное испарение захоложенной жидкости, смешение газообразного водорода с движущимся воздухом и дальнейшее распространение смеси в сторону жилого квартала;
- 2) выброс всего объема сжатого под высоким давлением газообразного водорода из баллонов раздачи с образованием облака и дальнейшее его рассеяние в потоке набегающего воздуха;
- 3) взрыв облака водородо-воздушной смеси.

Сравнения изменения полей концентраций во времени для различных скоростей ветра показали, что всплытие водорода существенно лишь при низких скоростях ветра. Увеличение скорости ветра прижимает облако к земле, препятствуя всплытию.