

РАСЧЕТНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ КРУПНОМАСШТАБНЫХ АВАРИЙ НА ПРОИЗВОДСТВАХ ВОДОРОДА С ПРИМЕНЕНИЕМ CFD КОДОВ

Д. А. Мاستюк^{1, 2}, Е. В. Безгодов¹, Д. Ф. Ганеева¹, К. С. Кутузова¹, Ю. А. Томилов^{1, 3}

¹ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина», Снежинск, Россия

²ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», Челябинск, Россия

³ФГАО ВО «Снежинский физико-технический институт Национального исследовательского ядерного университета МИФИ», Снежинск, Россия

В последнее время активно исследуется применение водорода как альтернативного источника энергии с целью снижения выбросов углекислого газа. Водород в смеси с воздухом является взрывоопасным в широком диапазоне концентраций [1]. В связи с этим нарушение герметичности емкостей может привести к авариям со значительными последствиями для окружающей среды, оборудования и здоровья персонала. Во избежание возникновения аварийных ситуаций на объектах производства водорода необходимо исследование протекающих физических процессов и оценка их воздействий.

Одним из способов исследования является численное моделирование с применением инженерных моделей и кодов вычислительной гидродинамики (CFD код). Преимуществом инженерных моделей является возможность проведения большого числа расчетов за короткий промежуток времени. При этом эти модели не учитывают рельеф местности, наличие загромождений и условий окружающей среды, однако все это может быть учтено при использовании CFD кодов.

В работе представлена расчетная методика для оценки безопасности гипотетического объекта производства и хранения водорода в случае крупной аварии. Эта методика включает в себя проведение расчетов с использованием двух CFD кодов: OpenFOAM [2] для первичного расчета смешивания горючего газа с воздухом, его распространения и рассеивания в окружающей среде и ПК КЕДР [3] для расчетов последствий горения и детонации образованной пожароопасной смеси. Дополнительно проводились расчеты барических нагрузок по инженерной модели, описанной в ГОСТ [4]. На ее основе оценивалась вероятность поражения персонала и сооружений.

На рисунке 1 приведено сравнение результатов расчетов по разработанной расчетной методике и инженерной модели. Зона поражения, полученная по результатам использования расчетной методики, больше, что связано с наличием загромождений на пути распространения детонационной волны. Данная методика позволяет делать более реалистичные оценки последствий аварий.

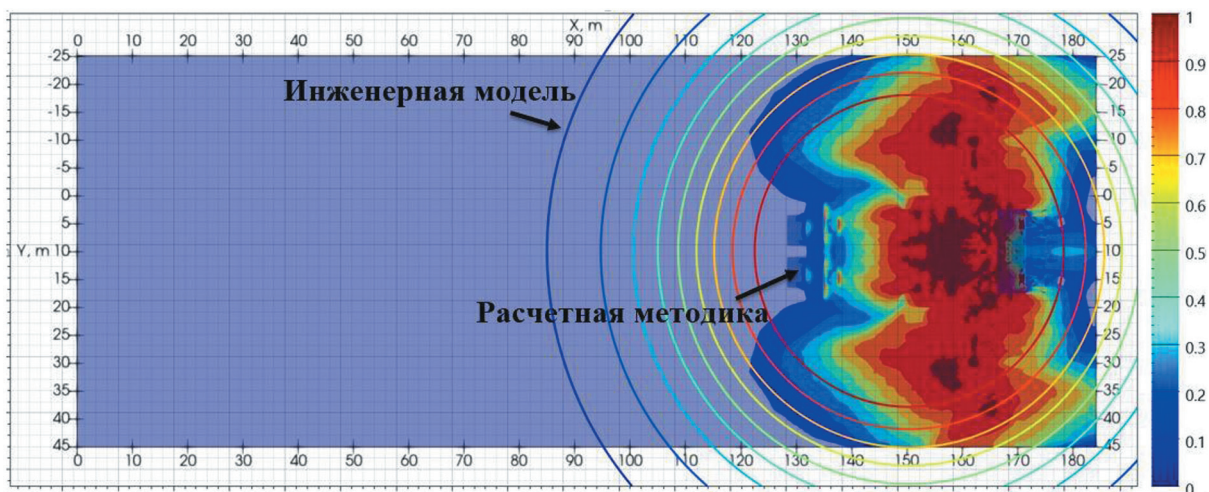


Рис. 1. Поле вероятности разрыва барабанных перепонок у людей, оцененное по инженерной модели [4] и по расчетной методике из настоящей работы

Литература

1. **Гельфанд, Б. Е.** Термодинамика горения и взрыва водорода [Текст] / Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников, С. П. Медведев, С. В. Хомик. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та.
 2. OpenFOAM The Open Source CFD Toolbox / User Guide 2016.
 3. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ Программный комплекс КЕДР 2.1 (ПК КЕДР 2.1) / ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ». Макеева И. Р., Беляев П. Е., Куприянец Т. А., Мастюк Д. А., Пигасов Е. Е. – 2025. – № 2025610061.
 4. **ГОСТ Р 12.3.047-2012.** Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
-