

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность.

На современных химических и нефтехимических предприятиях хранятся и обращаются огромные количества энергонасыщенных веществ (мономерный винилхлорид, сжиженные газы – СУГ, широкие фракции легких углеводородов – ШФЛУ и т.д.). Так на нефтехимических предприятиях, связанных с производством этилена, суммарный объем парков хранения СУГов достигает десятков тысяч тонн, при емкости отдельного резервуара 600 м<sup>3</sup>. В этих условиях аварии, связанные с возникновением пожаров, могут иметь наиболее катастрофические последствия для окружающей среды (ОС), обслуживающего персонала и рядом расположенных объектов.

Опасными факторами, характерными для аварий с пожарами на данных объектах, является тепловое воздействие и тепловое излучение при возникновении пожаров – вспышек (горение стехиометрических газопаровоздушных смесей), пожаров пролива горючих жидкостей (ГЖ), факельном горении истекающих из оборудования газов и паров, огненных шарах. Последний вариант развития аварии достаточно специфичен и относительно мало изучен. Это объясняется невозможностью крупномасштабного исследования данного явления, сложностью фиксации физических закономерностей непосредственно в процессе аварии из-за его случайной природы и относительно кратковременности самого события (10÷40 сек.).

Эволюция огненного шара (ОШ) может происходить по двум сценариям. По первому сценарию зажигание топлива частично перемешанного с воздухом происходит на начальной стадии аварийного выброса, при этом богатая смесь будет гореть в диффузионном режиме. По второму – зажигание происходит с задержкой, при этом значительная часть топлива перемешивается с воздухом, продукты горения и вовлекаемого воздуха интенсивно расширяются и объем горящего облака значительно превосходит начальный объем горючего газа. Поэтому последний сценарий является наиболее опасным по интенсивности теплового воздействия на окружающие объекты.

Под огненным шаром понимается специфическая структура паровоздушной смеси, которая образуется при залповом выбросе значительного количества (от одной до нескольких сотен тонн) сжатого или сжиженного газа в нестесненное (открытое) пространство при неблагоприятных атмосферных условиях (отсутствие ветра) с последующим зажиганием ОШ от постороннего источника. Горение данного облака характеризуется возникновением над земной поверхностью на определенной высоте фронта пламени примерно сферической формы, сопровождающееся тепловым излучением, которое оказывает поражающее воздействие на людей и на объекты, находящихся в зоне поражения.

Практически во всех теоретических моделях оценка интегральных характеристик ОШ проводится по тепловому балансу между химической энергией топлива и энтальпией высокотемпературных продуктов горения стехиометрической газовоздушной смеси.

Разработка мероприятий по обеспечению пожарной безопасности таких объектов в соответствии с действующим законодательством должна базироваться на детальной оценке их пожарной опасности. Методы оценки риска поражения по современным представлениям должны основываться на количественной оценке, как самих поражающих факторов, так и степени их воздействия на поражаемые объекты,

---

В руководстве работой принимал участие канд. техн. наук, доцент Еналеев Р.Ш.

в том числе и биологические в динамике эволюции ОШ. В данном плане большой научный и практический интерес представляет имитационное моделирование (количественное) воздействия излучения ОШ на окружающую среду. Следует отметить, что оценка рисков, сопутствующим возможным гипотетическим авариям, предполагает проведение анализа достаточно большого количества сценариев развития аварий. Их число может измеряться десятками и сотнями (например, в случае перевозки СУГов железнодорожным или автомобильным транспортом).

Поэтому к математической модели, описывающей процесс развития аварии (в том числе и при возникновении ОШ), помимо требования точности и адекватности должно предъявляться и требование по быстротедействию.

Решение поставленной задачи позволяет прогнозировать опасные зоны поражения и обосновывать управленческие решения по ликвидации последствий аварии. В настоящее время для оценки и прогнозирования теплового поражения в ГОСТИрованных методах применяется эмпирические формулы для оценки интегральных характеристик горения ОШ, а в качестве критерия поражения принята вероятность только летального исхода. Однако в реальных аварийных ситуациях объем ОШ и, соответственно, интенсивность излучения изменяются в несколько раз, кроме того, по мнению медиков для организации помощи нужна информация не только о количестве пострадавших, но и о их степени поражения. Эффективность этой помощи в условиях острого дефицита времени зависит от скорости обработки и получения информация по оценке количества пострадавших различной степени тяжести. Для прогнозирования опасности теплового поражения необходимы данные по корреляционным отношениям между различными термодинамическими и медицинскими критериями. Состояние анализируемой проблемы как в части математического моделирования эволюции ОШ, так и в части оценки термических поражений мотивировало дальнейшее исследование в этой области и выбор цели и задач исследования.

**Целью работы** является повышение пожарной безопасности на химических и нефтехимических предприятиях за счет обеспечения качества выполнения проектных работ (в части разработки мероприятий по предупреждению ЧС, пожарной безопасности и оценки степени рисков) при использовании сопряженной вычислительной модели системы «источник излучения – биообъект».

**В задачи** исследования входило:

1. Построение динамической вычислительной модели горения углеводородных газов в структуре огненного шара;
2. Установление корреляционных отношений между термодинамическими и медицинскими критериями теплового поражения человека различной степени тяжести;
3. Прогнозирование опасных зон теплового поражения биообъектов.

**Научная новизна** проведенных исследований может быть сформулирована в виде следующих ключевых положений:

- 1) проведена оценка совместного влияния физико-химических параметров на нормальную скорость горения по имеющимся в литературе фундаментальным экспериментальным данным о влиянии каждого из параметров на стандартную скорость горения;
- 2) разработана динамическая вычислительная модель двухзонного горения газов в структуре ОШ с нормальным распространением пламени на поверхности и частично перемешанных компонентов горючей смеси в ядре ОШ;