

МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ

Авторы: Фролов Алексей Александрович (СамГТУ)

Научный руководитель: Губанов Николай Геннадьевич (Самарский государственный технический университет)

Аннотация: В данной статье рассмотрены модели прогнозирования аварийных ситуаций на газораспределительных станциях.

Ключевые слова: ГРС, модели прогнозирования, авария.

Annotation: This article discusses models for predicting emergency situations at gas distribution stations.

Keywords: GDS, forecasting models, accident.

Благодаря закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» мы знаем, что ГРС является опасным высокоэнергонасыщенным промышленным объектом. Множество факторов такие, как старение и изнашивание трубопроводных конструкций ведет к увеличению количества аварий с тяжелыми социальными, экологическими и экономическими последствиями.

Несмотря на то, что мировое развитие методов и средств обеспечения промышленной безопасности объектов ТЭК идет в ногу с технологиями, количество аварий и инцидентов на трубопроводных системах и связанные с ними экологические проблемы техногенного характера сохраняются на высоком уровне.

По данным анализа статистических данных чрезвычайных ситуаций в системах газопотребления за последние 10 лет показывает, что причины аварий, произошедшие на ГРС следующие:

1. механические повреждения наружных газопроводов при производстве земляных работ - 25%;
2. взрывы котлов в котельных из-за загазованности топочного пространства и газоходов котлов в результате нарушений оператором производственной инструкции по розжигу - 44% всех аварий;
3. коррозионные повреждения подземных газопроводов - 4%;
4. повреждения подземных технологических газопроводов ГРС, вызванные потерей прочности сварных стыков (разрывы) из-за брака, допущенного при строительстве - 8%;
5. повреждения надземных газопроводов транспортными средствами и в результате природных явлений - 12 %;
6. прочие - 7%.

Одним из основных направлений повышения пожарной и промышленной безопасности ГРС является использование численного моделирования для анализа как

номинальных, так и аварийных режимов функционирования ГРС. Анализ номинальных режимов позволяет выбрать наиболее безопасные режимы работы ГРС.

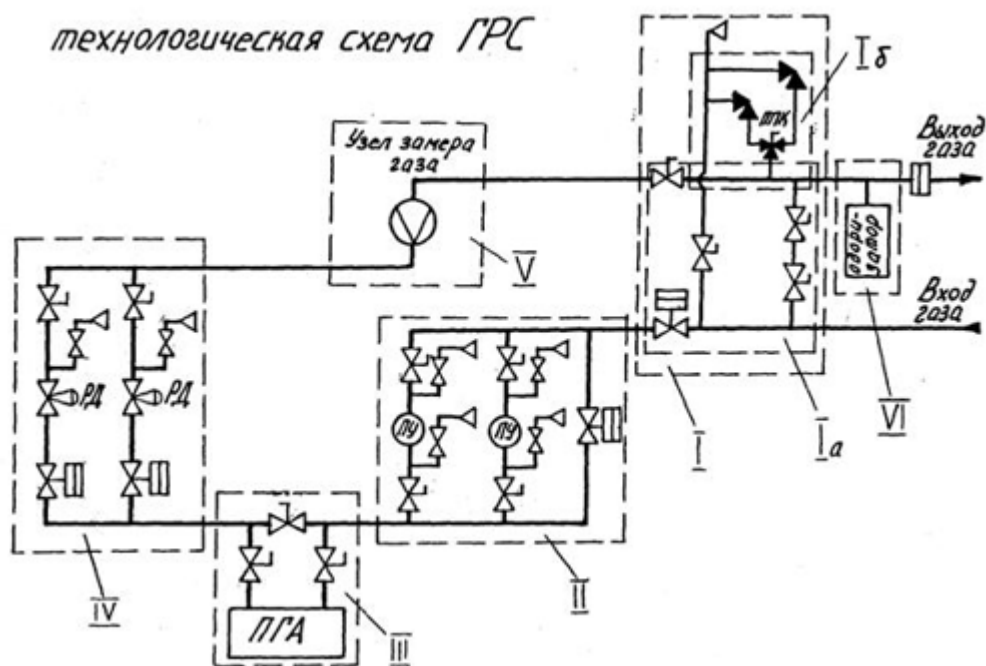


Рис . 1. - Технологическая схема ГРС.

Основными узлами ГРС являются:

1. узел переключения;
2. узел очистки газа;
3. узел предотвращения гидратообразования;
4. узел редуцирования;
5. узел учета газа;
6. узел одоризации газа.

Аварии на ГРС развиваются, как правило, по сложному сценарию, включающему разные типы событий чрезвычайных ситуаций, наиболее часто наблюдаются пожары, взрывы, выбросы опасных веществ.

В свою очередь, пожары, взрывы и выбросы могут находиться во взаимосвязи между собой и являться причинами возникновения друг друга.

Основными функциями АСОДУ ГРС в соответствии с требованиями отраслевых стандартов и руководящих документов является: защита потребителя (автоматический контроль и управление запорной арматурой для предотвращения аварийных ситуаций).

На рисунке 3 показана схема развития аварии при освобождении газопаровоздушных смесей.

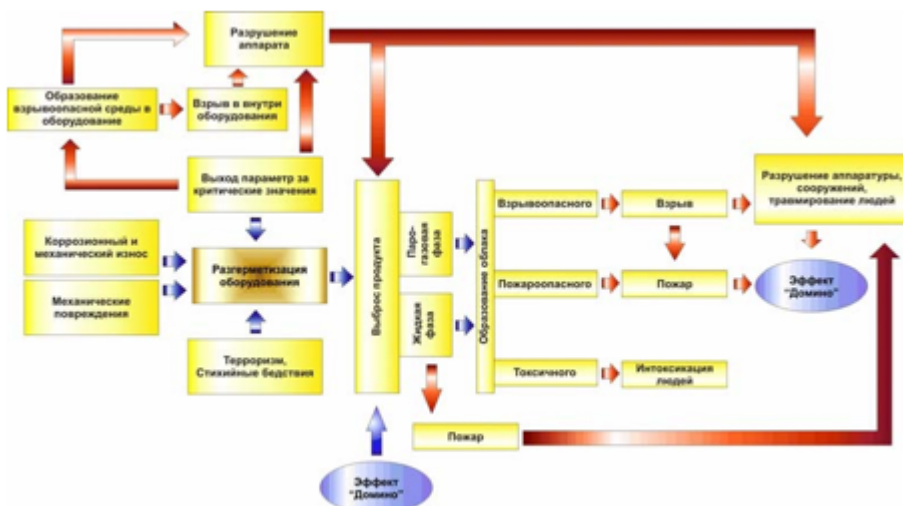


Рис. 3. - Схема развития при освобождении газопаровоздушной смеси.

Стандартные методы определения последствий аварийных ситуаций

В настоящее время существует большое количество методик для расчета последствий аварийных выбросов пожаровзрывоопасных веществ. В нашей стране гауссовские методики реализованы, интегральные методы в ГОСТе, а методы, основанные на решении уравнений в частных производных, в программных продуктах CFD. Основным документом, регламентирующим расчет рассеивания и определение приземных концентраций выбросов промышленных предприятий, является ОНД-86 [2].

Среди отечественных методик расчета последствий аварийных выбросов опасных веществ, отметим ГОСТ 12.3.047-98, РД 03-409-01, ПБ 09-540-03, методику оценки последствий химических аварий (методика ТОКСИ), методику прогнозирования масштабов заражения СДЯВ на химически опасных объектах и транспорте (РД 52.04.253-90) и методику детерминированной оценки степени опасности химических объектов при прогнозировании последствий аварии (Методика СПО РЭА).

Эти методики с различной степенью детализации рассматривают такие процессы как:

1. поступление опасных веществ в окружающую среду (залповое (мгновенное) и продолжительное истечение газа, жидкости или двухфазного потока из отверстий или патрубков, трубопроводов);
2. распространение опасных веществ в окружающей среде (растекание по поверхности, рассеяние в атмосфере);
3. фазовые переходы и химическое разложение опасных веществ (кипение, испарение, горение и взрыв);
4. воздействие поражающих факторов на объекты (токсическое воздействие, воздействие волн давления, удар пламенем, осколки, термическое излучение от пожаров пролива, горящих облаков, огненных шаров).

На сегодняшний день задача описания образования и рассеивания облака тяжелого газа в условиях термической и орографической неоднородности является

одной из наиболее актуальных задач в промышленной безопасности. Использование методов численного моделирования позволяют учесть рельеф местности и наличие застройки, что не могут учесть гауссовские модели и модели рассеивания. Основанный на процессах массо-, энерго- и теплообмена данный метод позволяет учесть практически все существенные факторы, а потому метод численного моделирования является самым точным, и одновременно самым трудоемким способом для решения задач связанных с моделированием процесса рассеивания газообразных веществ.

В течение нескольких последних лет методология анализа взрывов газопаровоздушных смесей быстро развивается, особенно с использованием современных программ CFD (вычислительная газодинамика).

Прогнозирование поведения пожаровзрывоопасных газопаровоздушных смесей в атмосфере, является важной задачей на основании которой обеспечивается возможность её предотвращения или снижения последствий её воздействия на окружающую среду и человека.

Существует ряд отечественных и зарубежных программных комплексов позволяющие рассмотреть эволюцию облака газопаровоздушных смесей.

К российским программным продуктам относятся: программные разработки ВНИИГАЗа (всесторонне аттестованные по результатам соответствующих промышленных экспериментов), GAS DYNAMICS TOOL, FlowVision.

Среди зарубежных разработок следует выделить работы: Американской Газовой Ассоциации; Шелл; Бритиш Газ; Ливерморская национальная лаборатория; Газовый технологический Институт; Американское общество инженеров и химиков, и реализованные программные продукты: PHOENICS, Star- CD, PHAST, FLACS, ANSYS CFX и др.

Интенсивно развивающаяся CFD система нового поколения FlowVision находит широкое применение как в научно-исследовательских работах, посвященных изучению вопросов динамики жидкости и газа.

Использование CFD-технологий позволяют получить распределение всех газодинамических параметров во всей счетной области и в каждой отдельно взятой ячейке. Если процесс нестационарный, то при численном моделировании исследователь имеет возможность качественно и количественно проследить эволюцию изучаемого явления.

Эти преимущества сделали численное моделирование основным инструментом в исследовании сложных, нелинейных и нестационарных процессов газовой динамики.

Отметив преимущества численных экспериментов необходимо отметить и их недостатки:

- значительные затраты машинного времени;

- трудность или невозможность корректной постановки граничных условий некоторых типов;
- несовместимость машинных кодов для различных операционных платформ;
- жесткие требования к оперативной памяти, быстродействию и другим характеристикам вычислительной машины;
- неустойчивость работы схем в некоторых режимах;
- сложность разработки универсальных программ, применимых для изучения различных явлений в рамках единого подхода.

Следует отметить тот факт, что при проведении инженерного анализа в силу определенной ограниченности инструментальной базы далеко не всегда удастся построить обоснованный сценарий развития сложной аварии и обеспечить достоверный прогноз зон их негативного физического воздействия на окружающую среду.

Тем не менее, значение численных методов решения задач в газовой

Динамике неуклонно возрастает. Появление новой высокопроизводительной компьютерной техники открывает огромные возможности для применения CFD-технологий в решении еще вчера казавшихся неразрешимыми проблем.

Список использованной литературы:

1. Алекина Е.В., Мельникова Д.А., Яговкин Г.Н. Теоретические основы формирования интегративной системы управления безопасностью производства / Под общ. ред. Г.Н. Яговкина. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018. 281 с
2. Бубнов М.В. Управление безопасностью - задачи обеспечения экономической эффективности // Охрана труда. 2008. Вып. 3. С. 80-90
3. Браун Д.Б. Анализ и разработка систем обеспечения техники безопасности: Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1979. 359 с.
4. Чучуева И.А. Классификация методов и моделей прогнозирования [Электронный ресурс] / URL<https://habrahabr.ru/post/177633/> (дата обращения: 15.02.2016).
5. Имильбаев Р.Р. Использование интервальных временных рядов для прогнозирования состояния газораспределительной сети [Текст] / Р.Р. Имильбаев, В.Г. Крымский, А.Р. Юнусов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. - 2016.
6. Имильбаев Р.Р. Анализ эффективности применения алгоритмов прогнозирования в процессе контроля состояния газораспределительной сети
7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ,

содержащихся в выбросах промышленных предприятий (ОНД-86). – Л.:
Гидрометиоиздат, 1987.

8. ВРД 39-1«Положения по технической эксплуатации газораспределительных станций
магистральных газопроводов».