

УДК 614.841.332

ОЦЕНКА ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

О.В. Антонюк, А.П. Ковалёв

Донецкий национальный технический университет

Анализ аварий на газопроводах показывает, что 7% аварий от общего количества происходят от аварийного повышения давления после газораспределительного пункта, и происходит совпадение в пространстве и времени трех случайных событий: отказал регулятор давления на ГРП; отказал отсекающий мгновенного действия; отказал сбросной клапан. В этом случае, газ под большим давлением вырывается из газовых плит квартир и при концентрации метана в воздухе от 4,5 до 16% образуется гремучая смесь, способная самовзрываться. Поэтому моделирование подобных аварий и разработка организационных и технических рекомендаций по предотвращению подобных ситуаций, является актуальной научной задачей, решение которой позволит обеспечить взрывобезопасность домов жилого комплекса Украины.

Взрыв – это физический или химический быстропротекающий процесс горения с выделением значительной энергии в небольшом объеме за короткий промежуток времени, приводящий к ударам, вибрационным и тепловым воздействиям на строительные конструкции зданий и сооружений и окружающую среду.

В последние годы на территории нашей страны участились случаи взрывов природного газа в жилых домах.

Основными причинами возникновения аварийных ситуаций в газифицированных помещениях являются нарушение правил техники безопасности и неисправность оборудования на газораспределительном пункте (ГРП). Когда мы говорим о безопасности, надёжности и эффективности системы газоснабжения, то понимаем целый перечень факторов, определяющих эти показатели. Одним из основных является надёжная работа газорегуляторных пунктов (ГРП) и установок (ГРУ), главными функциями которых являются: снижение давления, стабилизация давления во всех режимах загрузки сетей, отключение подачи газа в случае превышения или снижения давления сверхнормативных значений, аварийный сброс давления газа, его очистку, учёт расхода и обеспечение возможности диспетчерского контроля за состоянием работы ГРП и его дистанционного управления.

Если на ГРП не осуществляется снижение давления, то может произойти переход газа среднего давления (от 0,005 до 0,3 МПа) в трубопровод, где газ эксплуатируется под давлением до 5 кПа. Повышение давления может способствовать отрыву пламени от горелок газовых плит, что приводит к загазированию помещения до взрывоопасной концентрации (5-15 % метана в воздухе). Авария происходит при совпадении в пространстве и времени трех случайных событий: отказал регулятор давления на ГРП; отказал отсекающий мгновенного действия; отказал сбросной клапан. В этом случае, газ под большим давлением вырывается из газовых плит квартир и при повышении концентрации метана в воздухе образуется гремучая смесь, способная самовзрываться.

Ситуацию осложняет техническая отсталость и несоответствие газового оборудования современным требованиям и нормативным документам. В настоящее время, в связи с участвовавшими случаями взрывов бытового газа, в новых строящихся квартирах нормативные документы предусматривают установку газовых защит с действием на сигнал. Частные предприятия проектируют клапаны-отсекатели, которые работают совместно с газовой защитой и, по согласованию с газовыми службами, могут быть установлены в квартирах.

Поэтому моделирование подобных аварий и разработка организационных и технических рекомендаций по предотвращению подобных ситуаций, является актуальной научной задачей, решение которой позволит обеспечить взрывобезопасность домов жилого комплекса Украины и России.

По данным МЧС России за период с 2006 по 2009 года в газифицированных квартирах россиян произошло $n_1 = 96$ взрывов из-за утечек бытового газа. За этот же период ($t=4$ года) в России находилось в эксплуатации около $N_1=29\,479\,750$ газифицированных квартир. Установлено, что интервалы времени между взрывами бытового газа не противоречат экспоненциальной функции распределения вероятностей по критерию согласия Бартлетта [1].

Из этого следует, что параметр потока взрывов в квартире можно определить следующим образом:

$$H_1 = \frac{n_1}{N_1 \cdot t} = \frac{96}{29479750 \cdot 4} = 8 \cdot 10^{-7} \text{ 1/год.} \quad (1)$$

Для случая, когда $N_1 \cdot t < 0.1$ вероятность появления взрыва в газифицированной квартире в течении года определим следующим образом:

$$Q_1(t) = 1 - e^{(-N_1 \cdot t)} \cong 1 - (1 - N_1 \cdot t) \cong N_1 \cdot t \cong N_1. \quad (2)$$

Используя формулу Муавра-Лапласа, с доверительной вероятностью 0.95 получим доверительный интервал [2]:

$$P\{6,72 \cdot 10^{-7} < Q_1(0;1) < 9,41 \cdot 10^{-7}\} \leq 0,95. \quad (3)$$

Следовательно, в квартирах россиян с доверительной вероятностью 0.95 число взрывов в год будет колебаться в пределах от 79 до 111 взрывов.

По данным МЧС Украины за период с 2006 по 2009 год в газифицированных квартирах украинцев произошло $n_2 = 63$ взрыва из-за утечек бытового газа. За этот же период времени в эксплуатации находилось около $N_2 = 15\,914\,464$ газифицированных квартир. Следовательно:

$$H_2 = \frac{n_2}{N_2 \cdot t} = \frac{63}{15914464 \cdot 4} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год}. \quad (4)$$

Для случая, когда $N_2 \cdot t < 0.1$, вероятность появления взрывов в течение года равна:

$$Q_2(t) = 1 - e^{-1 \cdot 10^{-6} \cdot 1} \cong N_2 \cdot t = 1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год}. \quad (5)$$

Доверительный интервал с доверительной вероятностью 0.95, в которых находится значение $Q_2(1)$, имеет вид:

$$P\{1,04 \cdot 10^{-6} < Q_2(0;1) < 1,6 \cdot 10^{-6}\}. \quad (6)$$

Это означает, что с доверительной вероятностью 0.95 в квартирах украинцев произойдет минимум 50 взрывов газа, а максимум 76.

Вывод

Для того, чтобы практически полностью исключить взрывы бытового газа в квартирах россиян и украинцев, необходимо выяснить и оценить основные факторы, влияющие на их взрывобезопасность и научно обосновать технические и организационные мероприятия, при использовании которых, величина взрывов бытового газа будет на несколько порядков ниже полученного статистического уровня.

Перечень ссылок

1. Канур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем/Пер. с англ. Под ред. Ушакова И. А. – М.: Мир, 1980г., 604с.
2. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем-СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2007 г., 278 с.