

ВЗРЫВООПАСНОСТЬ ПОМЕЩЕНИЙ С ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ.

Производства с использованием природного газа очень распространены. Их опасность связана с опасными свойствами природного газа. Однако, свойства природного газа не постоянны. Они меняются от скважины к скважине и даже для одной скважины со временем. В местах потребления могут использоваться смеси газов из разных месторождений. Взрывоопасность производств может зависеть от состава используемого природного газа.

В статье [2] рассматривается вопрос устойчивости математического алгоритма из [1] для наружных установок. Была рассмотрена взрывоопасность установки по переработке газа. Определена надежность алгоритма для этого случая. Неоднородность газа не рассматривалась. Главная задача этого и предыдущих исследований автора [1,2 и др.] сделать оценки опасности надежными. Надежность алгоритма в данной работе понимается как свойство алгоритма получать верный результат при всех возможных отклонениях (погрешностях) заданных данных. Неверным результатом в рамках этой статьи является отнесение помещения к разряду взрывоопасных, когда к взрывоопасным оно не относится и наоборот. Надежность оценок связана с устойчивостью математического алгоритма к возмущениям исходных данных. Алгоритм решения задачи называется вычислительно неустойчивыми, если малые изменения входных данных приводят к заметным изменениям решения. Поскольку осуществляются с некоторой погрешностью, вычислительная неустойчивость приводит к невозможности решения ряда задач некоторыми алгоритмами, которые при абсолютно точных вычислениях давали бы решения. В предложенном здесь исследовании в качестве таких возмущений рассматривается неоднородность состава газа.

Основную часть природного газа составляет метан (CH_4) — от 70 до 98 %. Неопределенность в неизвестности процента метана ведет к неопределённости его свойств: плотность, теплоемкость, удельная теплота сгорания... Разброс в этих свойствах может быть следующий.

1. Плотность природного газа может изменяться от 0,68 до 0,85 кг/м³.
2. Удельная теплота сгорания: 28—46 МДж/м³ (используем в расчетах 35,5МДж/м³).
3. Молярная масса природного газа меняется 16-20г/моль.

Рассмотрим опасность котельной, которая имеет размеры 25 × 15 × 10м. В котельной находится котел с подогревом природным газом. Производительность компрессора - 0,5м³ / с. Кратность вентиляции 12ч⁻¹, отключение автоматическое (25с), температура воздуха в помещении - 20°С.

На основе математической модели документа [1] определим избыточное давление взрыва.

$$\Delta P = (P_m - P_0) \frac{m^* \cdot z}{V_v \cdot \rho_{z.n.}} \cdot \frac{100}{\varphi_{ст.}} \cdot \frac{1}{K_u} = (900 - 101) \frac{9,35 \cdot 0,5}{3638,16 \cdot 0,75} \cdot \frac{100}{9,36} \cdot \frac{1}{3} = 4,87 \text{ кПа. (1)}$$

где

P_{\max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газозоудной или парозоудной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным;

P_0 - начальное давление, кПа;

m — масса горючего газа, вышедшего в результате расчетной аварии в помещение, кг;

Z — коэффициент участия горючих газов и паров в горении;

Ст - стехиометрическая концентрация горючего газа;

$V_{св}$ — свободный объем помещения, m^3 ;

ρ —плотность при расчетной температуре t_p , kg/m^3 .

K_n коэффициент, учитывающий не герметичность помещения и неадиабатичность процесса горения.

Согласно документу, если давление превышает 5 кПа, помещение считается взрывоопасным. Таким образом, помещение компрессорного отсека следует рассматривать как не взрывоопасное помещение. Однако, избыточное давление взрыва может зависеть от плотности природного газа в пределах естественных изменений его химического состава. Построим график такой зависимости (рис.1). В результате естественных химических изменений природного газа избыточное давление взрыва может превзойти 5кПа. Значит помещение может относиться к категории «А».

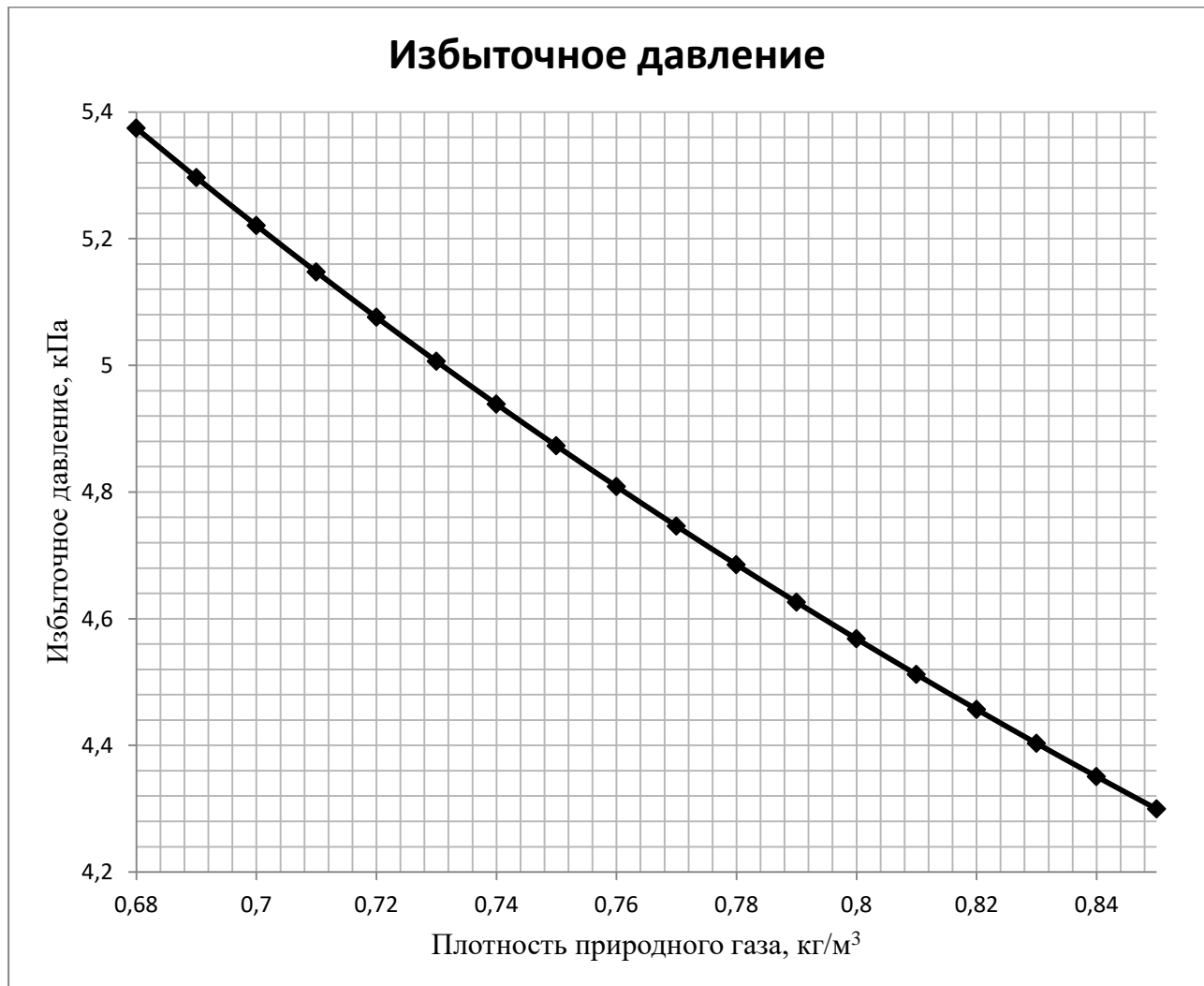


Рис. 1. – График зависимости избыточного давления взрыва от плотности природного газа.

Аналогичный результат можно ожидать для удельной теплоты сгорания и молярной массы газа (рис. 2).

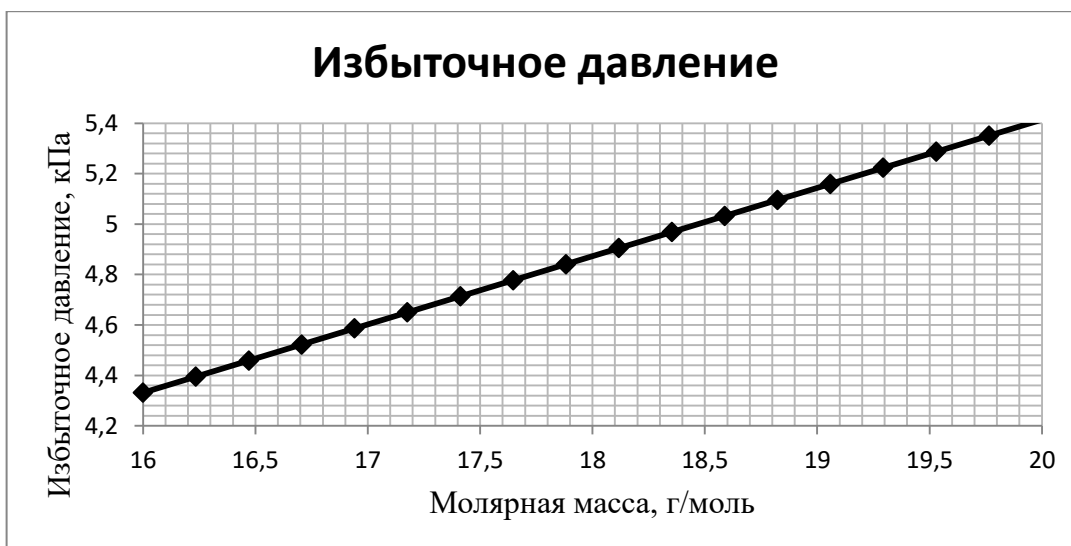


Рис. 2. – График зависимости избыточного давления взрыва от молярной массы газа.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Время отключения является тем параметром, к которому очень чувствительно избыточное давление. Именно этим параметром можно эффективно управлять взрывоопасностью объекта.

2. От плотности природного газа нет зависимости избыточного давления в рамках математической модели [1]. Обусловлено это тем, что плотность присутствует в знаменателе (формула 1) и в неявном виде находится в массе газа (формула 6).

3. Молярная масса не влияет на избыточное давление в рамках формулы 1 по причинам сходным с пунктом 2. В формуле 1 молярная масса фигурирует в вычислении плотности.

При определении категории помещения неоднородность реального природного газа оказывает влияние на результаты определения опасности помещения.

ЛІТЕРАТУРА

1. Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности : НАПБ Б.03.002-2007. — Офіц. вид. — К. : МНС України, 2007. — 25с. — (Наказ МНС від 03.12.2007 року № 833)..

2. Teslenko A.A. Reliable estimates explosion for external unit in Russia, Belarus and Ukraine / A.A.Teslenko, A. I. Tokar // Eastern european scientific journal. Dusseldorf. – 2014. – DOI 10.12851/EESJ201410. – P.210-215.

A.A. Teslenko, Candidate of Physico-Mathematical Sciences,
National University of Civil Defense Ukraine

EXPLOSIVE PROPERTY FOR SHOP FLOOR WITH NATURAL GAS.

The dispersion of explosive properties of production facilities that use natural gas were considered. The influence of the natural gas composition, density, specific heat of combustion, etc. on explosion criteria was studied. The stability of the algorithm for determining the explosive properties of the dispersion of these factors was researched.