© А.Ю. Охапкин, 2008

УДК 621.3.011.1

А.Ю. Охапкин

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЗРЫВООПАСНОСТИ НАГРЕТЫХ ГАЗО-ПАРОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ

Семинар № 22

Результаты различных испытаний взрывозащищенного электрооборудования на взрывозащищенность, выполненных при 20 ^{0}С (нормальные условия) распространяются и на температуру взрывоопасной среды не выше 60 ^{0}С. Проведенные в ИПКОН РАН в 2006 году экспериментальные исследования позволяют поднять эту границу до 150 ^{0}С.

Исследования производились на бинарных смесях метана, этана, пропана и водорода с воздухом. Источником поджигания взрывоопасных смесей выступали нагретые тела малого размера – спирали из нихрома с характеристическим размером 1 мм. В процессе исследований температура взрывоопасной смеси изменялась в диапазоне от 20 до 150 ^{0}С с шагом 20–30 ^{0}С.

В результате экспериментов определялись наиболее легко воспламеняемая концентрация (НЛВК) и удельная воспламеняющая мощность (УВМ) в зависимости от температуры взрывоопасной смеси. В табл. 1 представлена зависимость УВМ метановоздушной смеси от ее температуры нагрева.

Для анализа представленных в таблице 1 данных сопоставим текущие значения УВМ с базовым значением $УВМ_0$, определенным при 20 ^{0}С. Полученная величина, показатель температурной зависимости $П_t$ характеризует изменение УВМ или другого показателя взрывоопасности с ростом температуры взрывоопасной смеси.

$$П_t = УВМ_t/УВМ_0 = (МЭВ_t/МЭВ_0)^{0,467}, \quad (1)$$

где МЭВ – минимальная энергия воспламенения взрывоопасной смеси.

В табл. 2 приведена зависимость МЭВ от температуры взрывоопасной смеси по данным Н.Д. Гавриленко [1]. По этим данным также рассчитан $П_t$ по формуле (1).

Аналогичным образом рассчитаны показатели температурной зависимости для смесей этана, пропана и бутана с воздухом по данным ИПКОН РАН. Также были определены показатели температурной зависимости для 28 взрывоопасных газопаровоздушных смесей по данным Н.Д. Гавриленко [1].

Анализ полученного массива показателей температурной зависимости взрывоопасных смесей указывает на их зависимость от температуры самовоспламенения $t_{смвс}$. Эта зависимость может быть описана следующим аналитическим выражением:

$$П_t = [\,1 - (t_i - t_0)/(t_{смвс} - t_0)]^{0,11}, \quad (2)$$

где t_i – температура смеси; t_0 – базовая температура смеси; $t_{смвс}$ – температура самовоспламенения смеси.

Крайняя правая колонка табл. 1 и 2 представлена величинами УВМ и МЭВ соответственно, рассчитанными с использованием формул 1 и 2. Температура самовоспламенения метана принималась равной 537 ^{0}С [2].

Таблица 1

Зависимость УВМ метановоздушной смеси от ее температуры нагрева

t, ^{0}C	УВМ, Вт/мм	$П_t$	УВМ*, Вт/мм
20	2,48	1,000	2,48
42	2,41	0,972	2,41
67	2,25	0,907	2,31
81	2,23	0,899	2,25
102	2,14	0,863	2,15
125	2,04	0,823	2,06
151	1,93	0,778	1,93

Таблица 2

Зависимость МЭВ от температуры нагрева взрывоопасной смеси

t,^{0}C	МЭВ, мДж	$П_t$	МЭВ*, мДж
25	0,300	1,000	-
50	0,276	0,962	0,266
75	0,260	0,935	0,235
100	0,239	0,899	0,206
125	0,203	0,833	0,179
150	0,167	0,750	0,154

Для метановоздушной смеси среднеквадратичное отклонение расчетного значения УВМ от экспериментального составило ±2,99 %. Для этановоздушной смеси эта величина составила ±2,85 %, для пропановоздушной ±4,96 %, для бутановоздушной ±3,25 %.

Для показателя температурной зависимости $П_t$, рассчитанного по формуле (2) и по данным Н.Д. Гавриленко, среднеквадратичное отклонение составило:

для метановоздушной смеси ±2,09%;

для этановоздушной смеси ±4,35 %;

для пропановоздушной смеси ±1,96 %;

для этиленовоздушной смеси ±11,52 %;

для водородовоздушной смеси ±8,49 %.

Для других взрывоопасных смесей, исследованных Н.Д. Гавриленко, отклонение показателя температурной зависимости $П_t$, определенного экспериментально и по формуле (2), лежит в диапазоне от 2 % до 15 %.

При этом важно отметить, что показатель температурной зависимости $П_t$, рассчитанный по формуле (2), никогда не превышает значения, определенного экспериментально.

Иначе говоря, расчетная оценка параметра взрывоопасности смеси в диапазоне температур 20–150 ^{0}C оказывается более жесткой. Это иллюстрируется данными табл. 1 и 2. Такое свойство хорошо вписывается в систему обеспечения взрывозащищенности электрооборудования, предназначенного для эксплуатации при высокой температуре окружающей среды.

Ранее было установлено, что отношение произвольных параметров взрывоопасности взрывоопасной смеси есть величина постоянная для каждой взрывоопасной смеси [3]. Результатом данной работы следует считать подтверждение, что это постоянство сохраняется по крайней мере до 150 ^{0}С. Это дает возможность рассчитывать параметр взрывоопасности любой взрывоопасной смеси в диапазоне температур от 20 до 150 ^{0}С и проводить сертификационные испытания взрывозащищенного электрооборудования, работающего при высокой температуре окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Взрывобезопасность* электрических разрядов и фрикционных искр.// под редакцией В.С.Кравченко и В.А.Бондаря. – М.: Недра. – 1975. – 304 с.

2. *Пожарная* опасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности.// Под редакцией И.В. Рябова. – М.: Химия. – 1976. – 272 с.

3. *Ерыгин А.Т., Охапкин А.Ю.* Установление взаимосвязей между воспламеняющими параметрами при различных испытаниях взрывозащищенного электрооборудования.// Электробезопасность. – 2000. - №1. – С. 21-25. ГИАБ

Коротко об авторе

Охапкин А.Ю. – кандидат технических наук, ст. научный сотрудник ИПКОН РАН.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 22 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. *А.В. Ляхомский.*

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ГОРНЫХ ПРОЦЕССОВ НАН УКРАИНЫ			
КОЛЬЧИК Евгений Иванович	Геомеханическое обоснование устойчивости выемочных выработок при интенсивной отработке угольных пластов	05.15.02	д.т.н.