© А.Т. Ерыгин, А.Н. Шатило, 2007

УДК 621.3.011.1

А.Т. Ерыгин, А.Н. Шатило

ОБ ОЦЕНКЕ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ НАГРЕТЫХ ТЕЛ МАЛОГО РАЗМЕРА В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ, ЭКСПЛУАТИРУЕМОМ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Семинар № 21

Современные испытания на взрывобезопасность нагретых тел малого размера в электрооборудовании осуществляются во взрывных камерах, заполненных испытательной взрывоопасной смесью при давлении 0,1 МПа (760 ± 20 мм рт. ст.) и температуре (20–30) ^{0}С. Результаты проведенных испытаний на взрывобезопасность нагретых тел малого размера в электрооборудовании будут справедливы только для данного диапазона температур окружающей среды.

В настоящее время современный стандарт [1] допускает испытанные при нормальных условиях нагретые тела малого размера в электрооборудовании эксплуатировать его до температуры окружающей среды 60 ^{0}С. Это является определенным допущением, так как взрывоопасная смесь при температуре 60 ^{0}С является более легко воспламеняемой в сравнении с температурой (20–30) ^{0}С. Так поступают из-за недостаточной изученности зависимости значения критериального параметра взрывоопасной смеси от ее температуры. Справедливо было бы проведение испытаний на взрывобезопасность нагретых тел малого размера в электрооборудовании при температуре испытательной взрывоопасной смеси, равной максимальной температуре окружающей среды, при которой будет эксплуатироваться данное электрооборудование. Однако такой метод испытаний имеет недостатки, связанные с технической трудностью выполнения таких испытаний при различной температуре испытательной взрывоопасной смеси.

В настоящее время положение таково, что разработчики электрооборудования с нагретыми телами малого размера применяют ее при максимальной температуре окружающей среды выше 60 ^{0}С после обычных сертификационных испытаний, что недопустимо.

Целью данной работы является доказательство значительного влияния температуры испытательной взрывоопасной смеси на снижение удельной воспламеняющей мощности и необходимость внесения корректив в современную методику испытаний в зависимости от максимальной температуре окружающей среды, при которой будет эксплуатироваться испытуемое электрооборудование.

Для ответа на поставленные вопросы воспользуемся исследованиями Н.Д. Гавриленко [2] по установлению минимальных воспламеняющих энергий электрического разряда в зависимости от температуры для четырех представи-

Таблица 1

Представительный газ	Значения минимальной воспламеняющей энергии электрического разряда (мДж) при различной температуре (^{0}C) взрывоопасной смеси					
	25	50	75	100	125	150
Метан	0,3	0,276	0,26	0,239	0,203	0,167
Петролейный эфир	0,25	0,225	0,202	0,185	0,167	0,159
Этилен	0,121	0,096	0,078	0,075	0,066	0,062
Водород	0,011	0,0098	0,0086	0,0076	0,007	0,0051

Таблица 2

Представительный газ	Уравнения	Коэффициент детерминации
Метан	$W = 0{,}308 - 0{,}0003T - 0{,}000006T^2$	$R^2 = 0{,}9952$
Петролейный эфир	$W = 0{,}2801 - 0{,}0013T - 0{,}0006T^2$	$R^2 = 0{,}9988$
Этилен	$W = 0{,}4064T^{-0{,}3744}$	$R^2 = 0{,}9904$
Водород	$W = 0{,}0121 - 0{,}00005T$	$R^2 = 0{,}9840$

тельных взрывоопасных смесей. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Анализ данных, приведенных в табл. 1, показывает, что минимальная воспламеняющая энергия электрического разряда при увеличении температуры взрывоопасной смеси до 150 ^{0}C снижается практически вдвое, что нельзя не учитывать в процессе испытаний на взрывобезопасность нагретых тел малого размера.

Приведенные данные в табл. 1 были обработаны с помощью методов математической статистики. Результаты анализа сведены в табл. 2.

Полученные результаты анализа могут быть использованы для совершенствования испытаний на взрывобезопасность нагретых тел малого размера с точки зрения учета максимальной температуры окружающей среды, при которой будет эксплуатироваться электрооборудование. Для этого необходимо определить степень снижения удельной воспламеняющей мощности (УВМ) по отношению к $УВМ_0$, определенной при температуре взрывоопасной смеси 25 ^{0}C из выражения

$$УВМ/УВМ_0 = (W/W_0)^{0,467}, \qquad (1)$$

где W_0 – минимальная энергия электрического разряда при температуре 25 ^{0}C; W – минимальная энергия электрического разряда при темпе-ратуре T.

В соответствии с предложенным методом нагретые тела малого размера испытываются обычным способом в соответствии с ГОСТ Р 51330.11-99 в представительных взрывоопасных смесях с увеличенными мощностями, выделяемыми в нагретых телах малого размера, на коэффициент бе-зопасности и дополнительно для учета температуры окружающей среды мощности в ней дополнительно увеличиваются на величину, определяемую выражением (2).

$$УВМ_0/УВМ = 1/(W/W_0)^{0,467} = (W_0/W)^{0,467} \qquad (2)$$

где $УВМ_0/УВМ$ – коэффициент дополнительного увеличения мощности, выделяемой в нагретом теле малого размера для учета температуры ок-ружающей среды.

Значение $(W_0/W)^{0,467}$ вычисляется на основании выражений для представительных взрывоопасных смесей с учетом максимальной температуры окружающей среды, приведенных в табл. 2. Однако данный метод не всегда может быть выполнен из-за невозможности увеличения мощности, выделяемой в нагретом теле малого размера. Другим методом, на наш взгляд, более простым и доступным, являются испытания на взрывобезопасность нагретых тел малого размера в электрооборудовании в активизированных испытательных взрывоопасных смесях, обеспечивающих коэффициент безопасности. Дополнительная активизация испытательных взрывоопасных смесей (увеличение коэффициента безопасности) определяется максимальной температурой окружающей среды, при которой будет эксплуатироваться электрооборудование определяется из выражения (3)

$$УВМ = УВМ_0 \times (W/W_0)^{0,467} \qquad (3)$$

где УВМ – значение классификационного параметра активизированной испытательной взрывоопасной смеси, учитывающей максимальную темпера-туру окружающей среды; $УВМ_0$ – зна-чение классификационного парамет-ра активизированной испытательной взрывоопасной смеси, приведенной в ГОСТ Р 51330.1-99.

Значение $(W/W0)^{0,467}$ вычисляется на основании выражений для представительных взрывоопасных смесей с учетом максимальной температуры окружающей среды, приведенных в табл. 2.

Пример 1. Выбрать коэффициент безопасности (степень увеличения удельной мощности) при испытаниях на взрывобезопасность нагретых тел малого размера в электрооборудовании в представительной взрывоопасной смеси категории IIA, предназначенного для работы при максимальной температуре окружающей среды 100 ^{0}C. Используя уравнение, приведенное в табл. 2 для представительной взрывоопасной смеси категории IIA, вычислим значение (W/W_0)= =0,7312. Откуда $(W_0/W)^{0,467}$ = $=(1/0,7312)^{0,467}$ = 1,156. Коэффициент безопасности при испытании обо-лочки должен быть равен 1,50x1,156 = 1,736.

Пример 2. Выбрать состав активизированной испытательной взрывоопасной смеси для проведения испытаний на взрывобезопасность нагретых тел малого размера в электрооборудовании подгруппы IIA, предназначенном для работы при максимальной температуре окружающей среды 150 ^{0}C. Используя уравнение, приведенное в табл. 2 для представительной взрывоопасной смеси категории IIA, вычислим значение (W/W_0) = =0,6330. Откуда $(W/W_0)^{0,467}$ = $=(0,6330)^{0,467}$ = 0,8077. Значение классификационного параметра активизированной испытательной взрывоопасной смеси УВМ, учитывающей максимальную температуру окружающей среды 150 ^{0}C, определится из выражения (3). Значение классификационного параметра активизированной испытательной взрывоопасной смеси $УВМ_0$, учитывающей максимальную температуру окружающей среды 25 ^{0}C, равно 1,22 Вт/мм. Откуда УВМ = $УВМ_0$ x 0,8077 = 0,985 Вт/мм. Водородокислородная смесь с содержанием кислорода 8 % характеризуется классификационным параметром УВМ, равным 0,985 Вт/мм.

Пример 3. Выбрать состав активизированной испытательной взрывоопасной смеси для проведения испытаний на взрывобезопасность нагретых тел малого размера в электрооборудовании подгруппы IIC, предназначенном для работы при максимальной температуре окружающей среды 100 ^{0}C. Используя уравнение, приведенное в табл. 2 для

представительной взрывоопасной смеси категории IIC, вычислим значение $(W/W_0) = = 0,6940$. Откуда $(W/W_0)^{0,467} = =(0,6940)^{0,467} = 0,8432$. Значение классификационного параметра активизированной испытательной взрывоопасной смеси УВМ, учитывающей максимальную температуру окружа-ющей среды 100 ^{0}С, определится из выражения (3). Значение классификационного параметра активизированной испытательной взрывоопасной смеси $УВМ_0$, учитывающей максимальную температуру окружающей среды 25 ^{0}С, равно 0,460 Вт/мм. Откуда УВМ = $УВМ_0$ x 0,8432 = 0,388 Вт/мм. Водородокислородная смесь с содержанием кислорода 24 % кислорода характеризуется классификационным параметром УВМ, равным 0,388 Вт/мм.

Заключение

1. Повышение температуры окружающей среды и как следствие взрывоопасной смеси снижает уровень воспламеняющей энергии электрического разряда и допустимый уровень зазоров во взрывонепроницаемых оболочках электрооборудования. При температуре испытательной взрывоопасной смеси 150 ^{0}С минимальная воспламеняющая энергия электрического разряда в сравнении с температурой 25 ^{0}С снижается в два раза, что нельзя не учитывать при испытаниях на взрывонепроницаемость оболочек электрооборудования.

2. На основании экспериментальных данных о минимальных воспламеняющих энергиях электрического раз-ряда в диапазоне от 25 ^{0}С до 150 ^{0}С установлены с высокой степенью достоверности законы ее изменения от температуры для 4 представительных взрывоопасных смесей.

3. Установлены взаимосвязи между максимальной температурой окружающей среды и составами испытательных взрывоопасных смесей.

4. Предложены способы испытаний на взрывобезопасность нагретых тел малого размера в электрооборудовании, эксплуатируемом при температуре окружающей среды в диапазоне от 25 ^{0}С до 150 ^{0}С. Способы испытаний проиллюстрированы примерами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51330.10-99. Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i. Введ. от 01.01.00. – М.: Изд-во стандартов, 2000.-117с

2. *Гавриленко Н.Д.* Исследование воспламеняющей способности разрядов статического электричества в паро-газо-воздушных средах и разработка методов и средств защиты. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Севастополь, 1975. – 27с.

Коротко об авторах

Ерыгин Александр Тимофеевич – ИПКОН РАН, профессор, доктор технических наук,
Шатило Алексей Николаевич – МОС «Сертиум», доктор технических наук.