

**ВОПРОС:**

При выборе взрывозащищенного электрооборудования для объектов с пожаровзрывоопасными производствами необходимо учитывать класс взрывоопасной зоны, а также категорию и группу взрывоопасной смеси. Группа смеси зависит от температуры ее самовоспламенения, которая определяется экспериментально и указывается в справочной литературе и ГОСТах. Следует ли использовать значения температуры самовоспламенения из нормативных документов при определении максимальной температуры поверхности взрывозащищенного электрооборудования?

**ОТВЕТ:**

Многие специалисты в области обеспечения пожаровзрывобезопасности электроустановок привыкли пользоваться гл. 7.3 Правил устройства электроустановок (ПУЭ) [1], в частности табл. 7.3.3 ПУЭ, в которой указываются категории и группы различных взрывоопасных смесей. Группа смеси является определяющей при выборе температурного класса (максимальной температуры поверхности) взрывозащищенного электрооборудования (далее — *Ex*-оборудование). Главным критерием отнесения смеси к той или иной группе является температура самовоспламенения  $T_{св}$ , конкретные значения которой указаны в нормативных документах (например, в ГОСТ 30852.5–2002 [2] и ГОСТ Р МЭК 60079-20-1–2011 [3]). По ГОСТу [3] температура самовоспламенения  $T_{св}$  — наименьшая температура нагретой поверхности, при которой происходит самовоспламенение горючего газа или пара в смеси с воздухом или инертным газом при указанных условиях испытаний. В ГОСТах [2, 3] приводятся одинаковые методы испытаний с идентичным экспериментальным оборудованием. Для испытаний применяются установки двух типов — МЭК (Международная электротехническая комиссия) и DIN (*Deutsches Institut für Normung* — Институт стандартизации Германии). Размер испытательной колбы определенной формы из боросиликатного стекла составляет 200 мл. Измерения температуры самовоспламенения проводят при давлении окружающей среды ( $1,013 \pm 0,020$ ) кПа и ее температуре ( $20 \pm 2$ ) °С.

На практике при выборе температурного класса *Ex*-оборудования зачастую используют нормативные значения  $T_{св}$  [1–3] для конкретной взрывоопасной смеси, совершенно забывая о том, что они являются непостоянными величинами.

Согласно тепловой теории самовоспламенения Н. Н. Семёнова величина  $T_{св}$  зависит от скоростей тепловыделения и теплоотвода, которые, в свою очередь, зависят от объема горючего вещества, его состава, концентрации, давления, наличия катализаторов и т. д. Кроме того, опытным путем было установлено, что на параметр  $T_{св}$  влияет форма и объем сосуда, в котором находится смесь. Если форма сосудов одинаковая, то чем больше объем, тем меньше величина  $T_{св}$ . При этом для каждого вещества существует определенный максимальный объем сосуда, при котором температура самовоспламенения  $T_{св}$  больше не снижается. Это объясняется тем, что в больших объемах смесь самовоспламеняется только в части объема с наиболее благоприятными для этого условиями. В связи с этим в большом объеме изменение теплоотвода через наружные стенки сосуда практически не влияет на изменение температуры самовоспламенения смеси в отличие от малых объемов. Важно отметить, что есть и минимальный объем, в котором большая удельная площадь поверхности теплоотвода (отношение площади стенок  $S$  к объему сосуда  $V$  ( $m^{-1}$ )) приводит к тому, что скорость выделения тепла в процессе окисления смеси не может превышать скорость теплоотвода, поэтому самовоспламенения не происходит даже при очень высоких температурах.

Следует также учитывать форму сосуда, в котором нагревается смесь. В сосудах с малой площадью поверхности теплоотвода (например, в форме куба) смесь самовоспламеняется, а в сосуде с большой (например, в виде тонкой щели между двумя плоскими стенками) — самовоспламенения смеси может не быть вовсе.

Из вышесказанного следует, что специалистам при оценке температуры самовоспламенения смеси в обязательном порядке следует учитывать форму и размеры сосудов (технологического оборудования), в которых по условиям технологического процесса будет обращаться горючая смесь. Кроме того, необходимо помнить, что значительное влияние на величину  $T_{св}$  оказывает и давление в сосуде (технологическом аппарате). Чем выше давление, тем ниже температура самовоспламенения  $T_{св}$ . На производстве возможно обращение одних и тех же пожаровзрывоопасных веществ при различных давлениях, что может значительно снижать значение  $T_{св}$ .

Немаловажное влияние на величину  $T_{св}$  оказывает состав смеси и присутствие в ней катализаторов. Выделяют положительные (ускоряющие химическую реакцию) катализаторы, приводящие к снижению температуры самовоспламенения  $T_{св}$ , и отрицательные (замедляющие), вызывающие ее повышение. Применение катализаторов имеет широкое распространение в технологических процессах, что, в свою очередь, ведет к необходимости уточнения значений  $T_{св}$  при выборе безопасного электрооборудования.

С повышением точности измерительных приборов появляется возможность более качественного определения величины  $T_{св}$ . В результате для одних и тех же веществ в действующих стандартах [2, 3] значения  $T_{св}$  могут различаться. В качестве примера можно привести сероуглерод, температура самовоспламенения которого по ГОСТу [2] составляет 102 °С (группа смеси Т5), а по ГОСТу [3] — 90 °С (группа смеси Т6). Следовательно, и температурный класс *Ex*-оборудования для данного вещества может быть различным. К подобным веществам можно отнести декан, триметиламин и др. В стандартах [2, 3] представлены также вещества, имеющие “обратные” значения  $T_{св}$ . Например, этилацетат, который по ГОСТу [2] относится к группе смеси Т2, а по ГОСТу [3] — к группе смеси Т1. Эти и другие примеры расхождений в значениях  $T_{св}$  указывают на то, что при определении как группы взрывоопасной смеси, так и температурного класса *Ex*-оборудования нельзя опираться только на данные, приведенные в стандартах. На практике при выборе безопасного электрооборудования в первую очередь следует руководствоваться особенностями технологического процесса и условиями применения пожаровзрывоопасных веществ.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 640 с.
2. ГОСТ 30852.5–2002 (МЭК 60079-4:1975). Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 4. Метод определения температуры самовоспламенения. — Введ. 15.02.2014. — М.: Стандартинформ, 2014.
3. ГОСТ Р МЭК 60079-20-1–2011. Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования. — Введ. 01.07.2012. — М.: Стандартинформ, 2012.

Ответ подготовили сотрудники кафедры специальной электротехники, автоматизированных систем и связи Академии ГПС МЧС России: канд. техн. наук, профессор, академик НАНПБ В. Н. ЧЕРКАСОВ; старший преподаватель А. С. ХАРЛАМЕНКОВ (e-mail: h\_a\_s@live.ru)