

УДК 614.84

А. А. ДИДЕНКО

Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР

КАТЕГОРИРОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ С МАСЛОНАПОЛНЕННЫМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ПО ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье дана оценка пожароопасности помещений с маслonaполненным оборудованием, получена расчетная зависимость для определения критического объема масла в единице оборудования.

Ключевые слова: помещение, маслonaполненное оборудование, пожароопасность, категория, трансформаторное масло, критический объем, автоматическая система пожаротушения.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Высокий уровень материальных ущербов от пожаров свидетельствует о ненадлежащем выполнении системами противопожарной защиты своего функционального назначения.

Поэтому усовершенствование существующих методов противопожарной защиты зданий и сооружений является актуальным.

Одним из основных параметров при проектировании промышленных зданий и сооружений является их категория по пожарной опасности, определение которой выдвигает требования к планировочно-конструктивным решениям, размещению помещений, инженерному оборудованию, системам противопожарной защиты и пожарной сигнализации.

Категорирование электропомещений с маслonaполненным электрооборудованием и их противопожарная защита имеют ряд особенностей. Правильное определение категории электропомещений важно, поскольку заранее определяет недостаточность или чрезмерность мероприятий по противопожарной защите.

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе [1] проведено исследование пожарной безопасности маслonaполненного оборудования и намечены пути её повышения за счет своевременного выявления дефектов.

В работе [2] выполнена оценка пожароопасности высоковольтного маслonaполненного оборудования шахтных электроподстанций и предложено включить в нормативную документацию требования об их автоматической противопожарной защите.

В работе [3] представлены особенности категорирования электропомещений, но не указаны методы и средства их противопожарной защиты.

Цель работы – категорирование помещений с маслonaполненным оборудованием по пожарной опасности, расчет критической массы трансформаторного масла в единице оборудования и разработка предложений по противопожарной защите таких объектов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Риск возникновения возгорания в электропомещениях с маслonaполненным электрооборудованием достаточно велик, а возможные последствия пожара могут принимать катастрофические последствия. Например, пожары на электроподстанциях серьезно влияют на энергоснабжение предприятия, создают угрозу его персоналу и аварийно-спасательным подразделениям. Понимание возможности возникновения пожара на таких объектах, принятие соответствующих противопожарных мер позволяет снизить пожарные риски и уменьшить последствия пожара.

© А. А. Диденко, 2017

Пожарная опасность высоковольтного маслонаполненного электрооборудования связана с эксплуатацией на электростанциях, подстанциях и в системах электроснабжения большого количества силовых трансформаторов и автотрансформаторов, шунтирующих и токоограничивающих реакторов, маслонаполненных вводов и масляных высоковольтных выключателей, измерительных трансформаторов тока и напряжения. Анализ статистики пожаров за последние годы показывает, что в электромашиных помещениях с маслонаполненным оборудованием напряжением 220–750 кВ в 90 % случаев пожары связаны с возгоранием масла, которое используется в высоковольтном оборудовании как изолирующая, охлаждающая или дугогасительная среда [1].

Трансформаторное масло в соответствии с его физико-химическими свойствами является горючей жидкостью (температура вспышки $t_{всп} = 150$ °С, теплота сгорания $Q^p = 43,111$ МДж/кг, плотность $\rho = 870$ кг/м³).

Наиболее пожароопасные ситуации возникают при внутренних коротких замыканиях (КЗ) в обмотках, вводах, устройствах регулирования напряжения силовых трансформаторов под нагрузкой или других конструктивных элементах. Проникновение воды, повреждение основной изоляции или средств защиты являются одной из основных причин искрения в изоляционном минеральном масле. При внутренних КЗ образуется электрическая дуга. Вследствие нагрева и термического разложения масла в большом объеме выделяются «газы пробоя», такие как ацетилен и водород, что приводит к быстрому повышению давления в корпусе устройства. При повреждении предохранительных клапанов это может привести к разгерметизации и разрыву корпуса. Например, при разрыве бака силового трансформатора происходит разлив масла и образование большого очага пожара в помещении, потушить который первичными средствами пожаротушения не представляется возможным вследствие теплового излучения и конвективного теплообмена.

Анализ степени повреждения силовых трансформаторов напряжением 110–500 кВ мощностью 63 кВ·А и более показывает, что интенсивность отказов трансформаторов из-за внутренних КЗ составляет 45 % в год, из них 24 % сопровождаются возгораниями и пожарами. Таким образом, вероятность возгорания трансформаторов составляет $1 \cdot 10^{-3}$ в год, что превышает допустимые значения пожарных рисков. Доля пожаров в масляных высоковольтных выключателях составляет 14 % от общего количества пожаров в электрооборудовании [2].

С категорированием электромашиных помещений с маслонаполненным оборудованием и с требованием по их противопожарной защите имеет место ряд противоречий.

В соответствии с действующей редакцией Правил устройства электроустановок (ПУЭ) электромашиные помещения по взрывопожарной и пожарной опасности относятся к категории Г независимо от наличия и количества горючих веществ, используемых в них [4].

С другой стороны, электромашиные помещения относятся к производственным помещениям, категорирование которых должно выполняться согласно требованиям НАПБ Б.03.002-2007 [5].

В соответствии с требованиями этого нормативного документа к пожароопасной категории В относятся помещения (не относящиеся к категориям А и Б), в которых удельная пожарная нагрузка на отдельных участках площадью не менее 10 м² каждый, превышает $q_{кр} = 180$ МДж/м².

Удельная пожарная нагрузка q , МДж/м², определяется по формуле

$$q = Q / S, \quad (1)$$

где Q – пожарная нагрузка, МДж;
 S – площадь размещения материалов пожарной нагрузки, м² (не менее 10 м²).

Величину пожарной загрузки Q , МДж, обусловленную наличием в пределах пожароопасного участка горючих материалов, определяют по формуле

$$Q = \sum_i G_i Q_i^p, \quad (2)$$

где G_i – количество i -го горючего материала из пожарной нагрузки, кг;
 Q_i^p – низшая теплота сгорания i -го горючего материала из пожарной нагрузки, МДж/кг.

Принимая, что основным горючим материалом в электромашиных помещениях является трансформаторное масло, из формул (1) и (2) получаем, что для того чтобы пожарная нагрузка на площади $S_{кр} = 10$ м² превышала $q \geq q_{кр} = 180$ МДж/м², необходимо количество масла $G_i = \frac{Q}{Q_m^p} = \frac{q_{кр} S_{кр}}{Q_m^p} = \frac{(180 \cdot 10)}{43,111} = 41,8$, кг или объемом $V_m, \text{ м}^3 = 0,048 \text{ м}^3 = 48$ л.

Исходя из габаритных размеров маслонаполненного оборудования, получаем, что в единице оборудования критический объем масла

$$V_m = \frac{G_m}{\rho_m} = \frac{41,8}{870} = 0,048 \text{ м}^3 = 48 \text{ л.}$$

где $N = S_{кр} / S_{об}$ – количество единиц маслонаполненного оборудования на площади $S_{кр}$, шт.;
 $S_{об}$ – площадь основания единицы маслонаполненного оборудования, м².

Например, для ячейки КРУВ-6 критический объем масла составит $v_{кр} = 4,8 \cdot 1,3 \approx 7$ л, или 6,1 кг, что в 10 раз меньше нормативного значения.

Если $v < v_{кр}$, то помещение относится к категории Г.

Размещение автоматических систем пожаротушения регламентируется ДБН В.2.5-56:2010 [6].

Согласно требованиям этого нормативного документа, оснащению автоматическими системами пожаротушения подлежат помещения трансформаторных подстанций, распределительных устройств, электроаппаратуры, электропомещения в зданиях и сооружениях при наличии масла более 60 кг в единице оборудования. Это значение никак не обосновано, не связано с габаритами помещения, его категорированием, с параметрами тушения возможного пожара. Завышенное значение критической массы масла позволяет руководителям предприятий оставлять без противопожарной защиты производственные помещения категории В.

ВЫВОДЫ

В новую редакцию нормативных документов по пожарной безопасности, и в частности ДБН В.2.5-56:2010, необходимо включить следующий пункт: «Все помещения с маслонаполненным электрооборудованием, относящиеся к категории В, должны быть оснащены автоматическими системами пожаротушения и сигнализации».

Выполнение этого требования значительно повысит пожаробезопасность промышленных предприятий и снизит ущербы от возможных пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарычев, А. Н. Повышение пожарной безопасности высоковольтного маслонаполненного электрооборудования на основе выявления комбинированных дефектов [Текст] / А. Н. Назарычев, С. Н. Животыгина, Н. Ю. Зеленцев // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Том 21, № 8. – С. 56–60.
2. О пожароопасности шахтных электроподстанций [Текст] / В. В. Мамаев, И. Ф. Дикенштейн, В. В. Гуржий, А. А. Диденко // Уголь Украины. – 2015. – № 3–4. – С. 48–50.
3. Кулаков, О. В. Особливості категорювання за вибухопожежною та пожежною небезпекою електромашинних приміщень [Текст] / О. В. Кулаков // Матеріали Х Міжнародної науково-практичної конференції «Пожежна безпека-2011» / Міністерство надзвичайних ситуацій України, Національний університет цивільного захисту України. – Харків : НУЦЗ, 2011. – С. 226–227.
4. Правила устройства электроустановок [Текст] / Госэнергонадзор. – Х. : Форт, 2009. – 704 с.
5. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [Текст]. – На заміну НАПБ Б.07.005-86 (ОНТП 24-86) // Бизнес и безопасность. – 2008. – № 1. – С. 55–64.
6. ДБН В.2.5-56:2010. Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи протипожежного захисту [Текст]. – На заміну ДБН В.2.5-13-98* ; чинні з 01.10.2011 р. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 77 с.

Получено 01.06.2017

А. О. ДІДЕНКО

КАТЕГОРУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ З МАСЛОНАПОВНЕНИМ
УСТАТКУВАННЯМ ЗА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ

Державний науково-дослідний інститут гірничорятувальної справи, пожежної безпеки
і цивільного захисту «Респіратор» МНС ДНР

Анотація. У статті дана оцінка пожежонебезпечності приміщень з маслонаповненим устаткуванням, отримана розрахункова залежність для визначення критичного об'єму масла в одиниці устаткування.

Ключові слова: приміщення, маслонаповнене устаткування, пожежонебезпечність, категорія, трансформаторне масло, критичний об'єм, автоматична система пожежегасіння.

ARTEM DIDENKO
RATING OF PREMISES WITH THE OIL-FILLED ELECTRICAL EQUIPMENT
ACCORDING TO FIRE HAZARD
State Scientific-Research Institute of Mine Rescue Work, Fire Safety and Civil Protection
«Respirator» MChS DPR

Abstract. The estimation of the fire hazard of the premises with the oil-filled electrical equipment is given in the article, the calculation dependence to determine the critical oil volume in the unit of equipment is received.

Key words: premise, oil-filled equipment, fire hazard, category, transformer oil, critical volume, automatic fire-fighting system.

Диденко Артем Алексеевич – научный сотрудник отдела пожарной безопасности Государственного научно-исследовательского института горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР. Научные интересы: пожарная безопасность различных объектов, зданий и сооружений.

Діденко Артем Олексійович – науковий співробітник відділу пожежної безпеки Державного науково-дослідного інституту гірничорятувальної справи, пожежної безпеки та цивільного захисту «Респиратор» МНС ДНР. Наукові інтереси: пожежна безпека різних об'єктів, будівель і споруд.

Didenko Artem – researcher of the Fire Safety Department, State Scientific-Research Institute of Mine Rescue Work, Fire Safety and Civil Protection «Respirator» MChS DPR. Scientific interests: fire safety of various objects, buildings and structures.