

Комплексная оценка надежности установки пожаротушения тонкораспыленной водой при тушении электрооборудования, находящегося под напряжением.

При тушении пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением, в настоящее время используется только один параметр, определяющий безопасность установки пожаротушения – сила тока утечки по струе огнетушащего состава $I_{\text{утеч.}}$, который не должен превышать 0,5 МА. Данный показатель характеризует безопасность персонала, применяющего установку пожаротушения при ликвидации пожара электрооборудования, находящегося под напряжением.

Однако, по нашему мнению, данного параметра недостаточно для оценки общей безопасности установок пожаротушения в течение всего срока службы, так как целый ряд важных характеристик состояния установок упомянутым параметром не отражается. Например, неизвестно как влияют химические изменения, происходящие в тушащем составе, появление продуктов коррозии на состоянии установок и т.п. Возможность оценки уровня безопасности установок пожаротушения особенно важна для обеспечения эффективности и безопасности при тушении электрооборудования тонкораспыленной водой и водой с добавками. Неизвестно как будет влиять на работоспособность электрооборудования орошение водным составом токоведущих элементов.

В Министерстве энергетики СССР в 1976г. разработали технологический регламент по обмыву высоковольтных изоляторов ЛЭП, находящихся под напряжением до 100кВ. Обмыв производится непрерывной струей воды из пожарного ствола. Для оценки безопасности измеряется **удельное объемное сопротивление воды**, которое должно быть не менее 700-650 Ом* см.

Учитывая опыт энергетиков, считаем целесообразным для оценки безопасности работы установок пожаротушения кроме проверки тока утечки производить измерение удельного объемного сопротивления огнетушащего состава не реже 1-го раза в год. Это обеспечит надежный мониторинг надежности установок пожаротушения для электрооборудования в течение всего срока службы.

Наше предприятие совместно с ВНИИПО МЧС РФ, 1-ым ЦНИИ МО, ВГУП ЦКМБ «Алмаз», СПБМ «Малахит» провело испытания установки пожаротушения тонкораспыленной водой на основе модулей МУПТВ 100-Г ВД по тушению электрооборудования, находящегося под напряжением 50 кВ.

Измеряемыми параметрами являлись токи утечки по струе и удельное объемное сопротивление тушащих составов.

Испытательная установка представлена на рис.1



Рис.1 Объект испытаний на испытательной площадке

Испытания проводились в высоковольтном зале института передачи постоянных токов. В качестве макета электрооборудования использовалась металлическая сетка размером 1,2 x 1,2 м, которая была установлена на стержневой опоре изолятора и соединена со вторичной обмоткой высоковольтного испытательного трансформатора, обеспечивающего напряжение 50 кВ.

Источником высоковольтного напряжения служил трансформатор FPEO 300/500 ГОСТ 103.90. Распылитель располагался перпендикулярно сетке, так что его ось была направлена в ее центр. Расстояние от распылителя до сетки 3 м. К распылителю был прикреплен контактный элемент, от которого по кабелю отводился ток утечки через измерительный прибор (микроамперметр) на землю.

Перед началом подачи высокого напряжения на сетку измерялся фоновый ток утечки $I_{\text{фон}}$. После подачи напряжения на сетку открывался клапан подачи тушащего состава через распылитель на сетку и производилось измерение тока утечки по струе. Время работы распылителя составляло не менее 30 сек. За величину расчетного тока утечки принималась разница между максимальным значением тока

за время работы распылителя и фонового тока вначале испытаний до включения клапана модуля.

Расчетный ток и $I_{расч.}$ определялся как разница между максимальным и фоновым током. Проводились следующие испытания по видам состава:

1. Орошение водопроводной водой;
2. Орошение составом ОТВ-В1.

Результаты испытаний отображены в табл.1

Таблица1.

№	Текущий состав	Удельное объемное сопротивление тушащего состава, Ом см	Тип распыляющего устройства	U, кВ	Ток утечки, мкА		
					$I_{фон.}$	$I_{раб.}$	$I_{расч.}$
1	Пресная водопроводная вода	8000,0	РУ-1	50	15	155	140
			РУ-2			151	136
2	Пресная водопроводная вода с добавкой смачивателя В-1	675,0	РУ-1	50	15	145	130
			РУ-2			153	138

Дополнительно проводились испытания на определение тока утечки в зависимости от изменения напряжения. Они проводились на аналогичном оборудовании, при этом сетка устанавливалась вертикально, а распылитель - горизонтально. На сетку подавалось напряжение 36 кВ и 70 кВ. Расстояние между сеткой и распылителем составляло 1м.

Испытания проводились со следующими видами состава:

1. Водопроводная вода
2. Дистиллированная вода
3. ОТВ-В1 на основе дистиллированной воды

Результаты приведены в табл.2

Таблица 2.

№	Этап испытаний	№ испытаний	I _{фон.} мкА	I _{раб.} мкА	I _{расч.} мкА	U, кВ	Удельное объемное сопрот. тушащего состава, Ом см
1	Водопроводная вода	1	9,5	11,5	2,0	36	10000
		2		22,0	12,5	70	
2	Дистиллированная вода	1	6,1	6,4	0,3	36	50000
		2		10,0	3,9	70	
3	ОТВ-В1 на основе дистиллир. воды	1	5,7	6,3	0,6	36	2050
		2		9,7	4,0	70	

Расчетные значения тока утечки I_{рас.}, проходящего по струям различных видов тушащего состава через распылители, лежат в диапазоне от 4 до 140 мкА в зависимости от вертикального и горизонтального расположения мишени, и не превышают нормативный ток утечки I_{раб.} = 500 мкА (0,5 мА).

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека. При длительном воздействии более 10сек. – 2000 мкА (2 МА) и менее 10сек. - 6000 мкА (6 МА).

Ток, при котором пострадавший не может самостоятельно оторваться от токоведущих частей, называется неотпускаемым (см. ГОСТ 12.1.038. «Предельно допустимые значения напряжений прикосновения к токам»).

Возможность работы электрооборудования при тушении пожара тонкораспыленной водой модулем МУПТВ 100-Г-ВО проверено на испытательной базе ЦНИИ СЭТ (судовой электротехники).

На стенде были установлены электродвигатели ГДМШ 132 мощностью 7кВт 380 В; щит-распределитель 643.03.129. на 600А; магнитный пускатель ПММ 2111 ток 23,3А; ящик-соединитель СЯ 200-11-ОП. Кроме этого, на стенде был помещен модельный очаг Ø300 мм, вмещавший 5 л дизтоплива. Время свободного горения очага составляло 40 сек. Тушение производилось тонкораспыленной водой и водным составом ОТВ-В1. Время орошения составляло 2,5 мин., при этом распределительный щит был полностью открыт. Во время тушения работоспособность электрооборудования не нарушалась. Опыт был проведен 3 раза. Сопротивление изоляции электрооборудования составило более 0,5 МОМ, удельное объемное сопротивление водопроводной воды - 8000 Ом/см, дистиллированной воды с ОТВ-В1 - 2000 Ом/ см.

В рамках проведения сертификационных испытаний продукции нашей компании для нужд военно-морского флота, проводились испытания на воздействие тонкораспыленным водным составом на токоведущие элементы. Испытания заключались в проверке образования дуги между токоведущими элементами, находящимися под напряжением при их орошении водным составом. В процессе испытаний проводились измерения максимального тока, протекающего между электродами, который возникает в результате появления проводящей среды между двумя токоведущими элементами. Испытательная установка была выполнена в виде двух электродов, прижатых к пластине из электроизоляционного материала с усилием 0,1 кгс/см². Электроды располагались на расстоянии 4 мм друг от друга. Над ними была установлена капельница с водным составом, которая имитировала орошение контактов тонкораспыленной водой. Объектами испытаний являлись водопроводная вода, морская вода, состав ОТВ-В1. Время орошения было не менее 120 сек. Удельное объемное сопротивление водопроводной водой составило - 8000 Ом/ см, морской водой - 420 Ом/ см, состава ОТВ-В1 - 2500 Ом /см. При орошении водопроводной водой, составом ОТВ-В1 образование дуги или пробоя не наблюдалось. При орошении морской водой произошло образование дуги между электродами.

Т.о., испытания показали, что применение тонкораспыленной воды при тушении оборудования, находящегося под напряжением, не вызывает нарушения его работоспособности. Безопасность установок пожаротушения обеспечена при условии периодической проверки тушащего состава на соответствие параметра удельного объемного сопротивления, значение которого должно быть не менее 650 Ом/см.

На основании проведенных испытаний разработаны проекты тушения трансформаторных подстанций с напряжением 110 кВ и кабельных каналов как электростанций, так и других промышленных объектов, и объектов военно-морского флота.