

УДК 614.841.415

**О возможности применения жидких огнетушащих средств для тушения пожаров в электроустановках, находящихся под напряжением 110 кВ**

Красько А.С., Протас А.М.<sup>\*</sup>, Сороко Д.М.<sup>\*</sup>

Белорусский национальный технический университет

<sup>\*</sup> Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций»

МЧС Республики Беларусь

В качестве огнетушащих составов при тушении электрооборудования используется: вода, воздушно-механическая пена, углекислый газ, порошки. Каждое из этих средств имеет свои преимущества и недостатки. Например, вода и водные растворы пенообразователей являются дешевыми и наиболее доступными средствами тушения, но обладают высокой электропроводностью, а применяемая углекислота имеет более высокие диэлектрические свойства по сравнению с водой, но при этом значительно дороже.

Вода – наиболее распространенное и достаточно эффективное средство. Наибольший огнетушащий эффект достигается при подаче воды в распыленном состоянии. Вода электропроводна. Проводимость ее тем больше, чем больше электролитов, т. е. диссоциируемых солей, кислот или оснований растворено в воде. Поэтому при введении пенообразователей, ионогенных смачивателей и особенно диссоциируемых солей электропроводность воды значительно повышается.

В рамках выполнения задания «Разработать метод тушения жидкими огнетушащими средствами пожаров электроустановок под напряжением до 110 кВ и соответствующую нормативно-методическую базу» Государственной научно-технической программы «Чрезвычайные ситуации» были проведены исследования по электропроводности водных растворов водных растворов пенообразователей и воды, взятой из различных водных источников. Результаты исследований приведены в таблице 1.

В соответствии с требованиями правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок в электроустановках находящихся под напряжением можно использовать сплошные струи воды с удельной проводимостью 667 мкСм/см

(14,99 Ом·м). Как видно из таблицы 1 вода, взятая из водных источников, соответствует этим требованиям.

Таблица 1 – Результаты исследований удельного объемного сопротивления огнетушащих веществ

Наименование огнетушащего вещества (наименование местности водозабора)	Объемное сопротивление огнетушащего вещества $R$ , Ом	Удельное объемное сопротивление огнетушащего вещества $\rho$ , Ом·м
Артезианская вода (Советский район г. Минска)	$1,2 \cdot 10^5$	34,86
Чижовское водохранилище (г. Минск)	$0,9 \cdot 10^5$	26,15
Водохранилище г. Несвиж Минской обл.	$1,0 \cdot 10^5$	29,05
Минское море г. Минск	$1,1 \cdot 10^5$	31,96
Водохранилище г. Солигорск Минской обл.	$0,84 \cdot 10^5$	24,4
р. Днепр г. Могилев	$0,9 \cdot 10^5$	26,15
р. Днепр г. Речица	$1,02 \cdot 10^5$	29,63
р. Неман г. Столбцы Минской обл.	$0,98 \cdot 10^5$	28,47
<b>6%-ный раствор пенообразователя</b>		
«Барьер» с водой из р. Днепр г. Речица	$1,75 \cdot 10^4$	5,08
«ПО-6К» с водой из р. Днепр г. Речица	$2,0 \cdot 10^4$	5,81
<b>Не разведенный пенообразователь</b>		
Пенообразователь «Барьер»	$1,8 \cdot 10^3$	0,52
Пенообразователя «ПО-6К»	$1,3 \cdot 10^3$	0,38

Как отмечалось выше, вода электропроводна, поэтому тушение пожаров электрооборудования и электрических сетей, находящихся под напряжением, связано с опасностью поражения людей электрическим током. Поражение электрическим током может наступить в результате непосредственного прикосновения человека к токоведущим частям, находящимся под напряжением, или попадания под напряжение шага.

Однако наиболее вероятным и частым случаем поражения является тот, при котором в процессе тушения струя воды, пены и другого огнетушащего средства достигает частей электроу-

тановки, находящихся под напряжением. При этом по телу человека в землю пойдет ток, значение которого зависит от сопротивления струи огнетушащего средства, сопротивления тела человека, сопротивление между телом человека и землей, сопротивление пожарных рукавов и сопротивление между пожарными рукавами и землей. Для практических целей большое значение имеет определение величины тока, протекающего через разные струи при различных напряжениях.

Специалисты НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси совместно с сотрудниками МОУ МЧС Республики Беларусь, ИППК МЧС Республики Беларусь и РУП «Белэнергосетьпроект» провели эксперименты на учебном полигоне ИППК МЧС Республики Беларусь по определению электрических параметров компактных струй воды. Как показали эксперименты, при амплитудном значении напряжения 134 кВ величина тока составила 0,1 мА. В результате экспериментов установлено, что величина тока, протекающего через струю воды, зависит от напряжения, скорости движения воды, величины капель воды при распылении ее (дисперсности водяных струй), площади распыления и покрытия объекта, равномерности заполнения этой площади каплями воды, а также расстоянии между стволом и объектом, находящимся при тушении под напряжением электрического тока.

С увеличением давления воды на выходе из ствола, а, следовательно, с увеличением скорости движения ее, увеличивается токопроводимость струи за счет увеличения насыщения ее каплями при данном расходе воды. Увеличение размера факела распыления воды при сохранении постоянства давления на стволе, благодаря уменьшению насыщения струи каплями воды, вызывает уменьшение тока, протекающего через струю.

Различают три фазы компактной струи воды. При выходе из ствола на расстоянии 15 см струя компактная. В следующей фазе (зона развертывания) струя сохраняет диаметр компактной струи на большом расстоянии, но ее структура разрыхляется (электропроводность снижается). Попадая в третью фазу (зона разбрызгивания) вода разделяется на отдельные капли и, насыщаясь воздухом, при этом значительно теряет электропроводность. При увеличении диаметра насадка ствола или напряжения, должно увеличиваться расстояние между стволом и горящим объектом.

В [1] предлагается подавать воду снизу на объект, находящийся под напряжением: сила тяжести капель воды благоприятствует разрежению компактной струи.

Тушение пожаров в электроустановках может производиться: при полном снятии напряжения; с частичным снятием напряжения; без снятия напряжения вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением; без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

В рамках выполнения задания «Разработать метод тушения жидкими огнетушащими средствами пожаров электроустановок под напряжением до 110 кВ и соответствующую нормативно-методическую базу» ГНТП «Чрезвычайные ситуации» проводились научные исследования по отработке тактических приемов, обеспечивающих безопасное и эффективное тушение электроустановок под напряжением.

Исследование токов утечки и напряжений прикосновения на испытательной установке проводились на территории учебно-тактического полигона УО «Институт подготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь. Исследования проходили как при наличии атмосферных осадков (снег, дождь), так и при отсутствии их.

Как показали экспериментальные исследования потенциал, выносимый на насадку пожарного ствола по струе воды, является величиной случайной. Поэтому для обработки результатов исследований применялись методы математической статистики, то есть определялась вероятность возникновения максимального напряжения на насадке пожарного ствола в зависимости от расстояния от насадки до очага пожара и давления.

Исследования показали, что максимальное напряжение прикосновения составило:

– при заземленной насадке пожарного ствола на расстоянии 1 м, подаче воды с давлением 6 атм. и расстоянием от ствола до мишени, находящейся под напряжением, 8–10 м. –  $U_{пр} = 155$  мВ;

– при заземленной насадке пожарного ствола на расстоянии 10 м, подаче воды с давлением 6 атм. и расстоянием от ствола до мишени, находящейся под напряжением, 10 м.  $U_{пр} = 114$  мВ.

При заземлении насадка ствола в пределах 1–10 м.  $U_{пр}$  не превышает указанных ранее величин.

При незаземленном насадке ствола, подаче воды с давлением 6 атм. и расстоянием от ствола до мишени, находящейся под напряжением, 8 м максимальное  $U_{пр}$  составило величину 14,61 В, что не соответствует п. 1.5 ГОСТ 12.1.038.

Полученные результаты испытаний при заземленном стволе не превышают величины, рекомендуемые п. 1.4 (предельно допустимого уровня напряжения прикосновения 65 В) и п. 1.5. (предельно допустимые значения напряжения прикосновения 12 В и тока утечки 2 мА) ГОСТ 12.1.038-82 (ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов).

Полученные результаты испытаний при не заземленном стволе превышают величину допустимого напряжения прикосновения рекомендуемого п. 1.5 ГОСТ 12.1.038-82. Следовательно, подача воды при не заземленной насадке пожарного ствола запрещается.

Полученные результаты на испытательной установке полностью подтвердились при проведении исследований токов утечки и напряжений прикосновения на территории подстанции 110 кВ «Вишневец», ячейка ВЛ-110 кВ Столбцы, филиала РУП «Минскэнерго» Столбцовские электрические сети.

В ходе исследований установлено, что тушение пожаров в электроустановках до 110 кВ может производиться без снятия напряжения в боевой одежде пожарного-спасателя с обязательным заземление стволов и использованием диэлектрических средств (перчаток и бот).

На основе проведенных исследований был разработан проект руководящего документа по тушению пожаров в электроустановках находящихся под напряжением.

Однако для практического применения руководящего документа по тушению пожаров в электроустановках, находящихся под напряжением, необходимо создать специализированные тренажеры для психологической и технической подготовки персонала.

## Литература

1. Фетисов П.А. Тушение водой электрических устройств, находящихся под напряжением // Зарубежная пожарная техника. Информационный сборник. – 1971. – Вып. 11. – С. 58–62.