

УДК 614.84

DOI: <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2025.84.46.003>

EDN: <https://elibrary.ru/gaeibl>

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКОВ УТЕЧКИ ПРИ РАБОТЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

*Александр Михайлович Солоненко, Михаил Васильевич Шишков, Андрей Юрьевич Мазуренко, Павел Геннадьевич Аксютин*

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

**Аннотация.** В статье представлены результаты экспериментального исследования токов утечки, возникающих при работе автоматических установок пенного пожаротушения (АУПТ). Целью работы являлась оценка возможности безопасного применения АУПТ для тушения электрооборудования под напряжением 36 кВ переменного тока. Описана разработанная экспериментальная установка, методика проведения измерений и полученные значения токов утечки для различных типов АУПТ. Сделан вывод о возможности применения АУПТ для тушения электрооборудования под напряжением при соблюдении определенных условий, касающихся интенсивности подачи огнетушащего вещества.

**Ключевые слова:** ток утечки, автоматическая установка пенного пожаротушения, электрооборудование, объекты энергетики, эксперимент

**Для цитирования:** Экспериментальное определение токов утечки при работе автоматических установок пенного пожаротушения / А.М. Солоненко, М.В. Шишков, А.Ю. Мазуренко, П.Г. Аксютин // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2025. № 1 (23). С. 34–39. DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.84.46.003. EDN GAEIBL.

## EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF LEAKAGE CURRENT MAGNITUDE IN AUTOMATIC FOAM FIRE SUPPRESSION SYSTEMS

*Alexandr M. Solonenko, Mikhail V. Shishkov, Andrey Yu. Mazurenko, Pavel G. Aksyutin*

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

**Abstract.** The article presents the results of an experimental study of leakage currents that occur during the operation of automatic foam extinguishing systems (AUPT). The purpose of the work was to evaluate the possibility of safe use of AUPT for extinguishing electrical equipment under 36 kV AC voltage. The developed experimental setup and measurement procedure are described, and the values of leakage currents for various types of AUPT are obtained. It is concluded that the AUPT can be used to extinguish electrical equipment under voltage, subject to certain conditions regarding the intensity of the fire extinguishing agent supply.

**Keywords:** leakage current, automatic foam fire extinguishing installation, electrical equipment, energy facilities, experiment

**For citation:** Solonenko A.M., Shishkov M.V., Mazurenko A.Yu., Aksyutin P.G. Experimental Assessment of Leakage Current Magnitude in Automatic Foam Fire Suppression Systems. Aktual'nye voprosy pozharnoi bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2025, no. 1, pp. 39-34. (In Russ.). DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.84.46.003. EDN GAEIBL.

Тушение пожаров на электроэнергетических объектах, где оборудование остается под напряжением, представляет серьезную проблему. Из-за высокой вероятности поражения электрическим током персонала и пожарных применение автоматических установок пожаротушения (АУПТ) рассматривается как один из перспективных подходов для повышения безопасности при ликвидации таких возгораний.

Несмотря на известные риски, применение АУПТ для тушения электрооборудования под напряжением может быть оправдано при соблюдении строгих мер безопасности и подтверждении низкого уровня токов утечки. В этой связи актуальными становятся экспериментальные исследования, направленные на оценку величины токов утечки, возникающих при использовании различных типов АУПТ.

Действующие на данный момент нормы не разрешают использовать автоматические установки пожаротушения для ликвидации возгорания электрооборудования под напряжением на объектах энергетики, в п. 6.1.6 СП 485.1311500.2020 [1] указано, что для помещений, в которых имеется оборудование с открытыми неизолированными токоведущими частями, находящимися под напряжением, следует предусматривать подачу огнетушащего вещества при срабатывании АУПТ после отключения электроэнергии. Допускается подача огнетушащего вещества при срабатывании АУПТ для тушения оборудования с открытыми неизолированными токоведущими частями, находящимися под напряжением, без отключения электроэнергии, если в проектной документации приведены мероприятия, исключающие поражение электрическим током персонала.

Токи утечки могут повредить или вывести из строя спасательное оборудование, системы автоматического пожаротушения и другое электрооборудование, необходимое для борьбы с огнем.

Оценка безопасности применения автоматической установки пожаротушения требует анализа величины тока утечки, который является критическим параметром с точки зрения электробезопасности. Предельно допустимое значение тока утечки, не вызывающее ощутимых физиологических реакций, составляет 0,5 мА [2]. Превышение этого значения может привести к поражению электрическим током, особенно в условиях повышенной влажности, характерных для тушения пожара.

Дополнительной задачей исследования являлось установление работоспособности автоматической установки пенного пожаротушения при тушении электрооборудования под напряжением.

Для проведения измерений тока утечки, возникающего при работе АУПТ, был спроектирован и изготовлен специальный стенд [3]. В качестве мишени использовалась металлическая сетка размером 1 × 1 м, закрепленная на изоляторах ИОС-110-400 для предотвращения утечки тока на землю. Высоковольтный аппарат АИД-70М обеспечивал создание переменного напряжения в диапазоне от 2 до 50 кВ и был подключен к мишени. Измерение тока утечки осуществлялось с помощью мультиметра Fluke 28 II, обладающего высокой точностью и широким диапазоном измерений (от 0,1 мкА до 10 А). Общий вид стенда представлен на рис. 1.



**Рис. 1. Общий вид стенда по определению тока утечки из автоматических установок пожаротушения**

С целью всесторонней оценки токов утечки при работе автоматических установок пенного пожаротушения были проведены экспериментальные исследования в ЗУЦ «Нагорное» Академии ГПС МЧС России. В рамках исследований были испытаны три различных типа АУПТ, отличающиеся параметрами интенсивности подачи огнетушащего вещества (ОТВ), представленные на рис. 2–4. Серия экспериментов была реализована в закрытом помещении площадью 70 м<sup>2</sup> при контролируемых параметрах окружающей среды: средней температуре воздуха в диапазоне +10...+15 °С и относительной влажности от 55 % до 69 %. Использование различных типов АУПТ позволило оценить влияние интенсивности подачи ОТВ на величину тока утечки.



**Рис. 2. Модульная установка пенного пожаротушения и форсунка с к-Фактором 3,2 л/(мин · √бар)**



**Рис. 3. Модульная установка пенного пожаротушения подвешного типа и форсунка с к-Фактором 2 л/(мин · √бар)**



**Рис. 4. Автоматическая установка пенного пожаротушения и форсунка с к-Фактором 1,2 л/(мин · √бар)**

Для получения достоверных результатов измерение величины тока утечки проводилось при фиксированных параметрах: переменное напряжение на мишени 36 кВ (50 Гц) и давление пенного состава 1,4 МПа. Экспериментальные исследования, представленные на рис. 5, повторялись несколько раз для каждого типа АУПТ с целью статистической обработки данных.



Рис. 5. Экспериментальное исследование МУПТВ подвешного типа и форсунки с к-Фактором  $2 \text{ л}/(\text{мин} \cdot \sqrt{\text{бар}})$

Результаты экспериментального исследования показали, что данные виды автоматических установок пожаротушения работоспособны при тушении электрооборудования под напряжением 36 кВ переменного тока с частотой 50 Гц.

Результаты экспериментального исследования автоматических установок пенного пожаротушения представлены в таблице.

**Результаты исследования автоматических установок пенного пожаротушения**

Вид АУПТ	к-Фактор распылителя, $\text{л}/(\text{мин} \cdot \sqrt{\text{бар}})$	Давление $P$ , МПа	Напряжение на мишени $U$ , кВ	Расстояние между форсункой и мишенью $L_a$ , м	Величина тока утечки на распылитель $I_{VT}$ , мА	Величина тока утечки на корпусе установки $I_{VTB}$ , мА
МУПТВ	3,2	1,4	36	1	0,30	0,12
МУПТВ подвешного типа	2	1,4	36	1	0,12	0,05
АУП	1,2	1,4	36	1	0,06	0,03

Несмотря на то, что проведенная серия экспериментов с автоматическими установками пенного пожаротушения демонстрирует возможность их применения для тушения электрооборудования под напряжением 36 кВ переменного тока, необходимо учитывать выявленную зависимость увеличения величины тока утечки от интенсивности подачи ОТВ (характеризуемой (к-Фактор  $\text{л}/(\text{мин} \cdot \sqrt{\text{бар}})$ )), экстраполяция полученных данных позволяет предположить, что при превышении некоторого критического значения к-Фактора ток утечки превысит допустимый уровень в 0,5 мА. Это, в свою очередь, может сделать использование АУПТ небезопасным для персонала при тушении электрооборудования под напряжением. Таким образом, требуется проведение дополнительных исследований для точного определения безопасных параметров применения АУПТ и разработки соответствующих рекомендаций по их эксплуатации.

Также с целью безопасного применением АУПТ на объекте, где находится электрооборудование под напряжением, необходимо проводить предварительную оценку тока утечки из автоматической установки пожаротушения.

### Список литературы

1. СП 485.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования: утв. приказом МЧС России от 31.08.2020 г. № 628 // <https://docs.cntd.ru/>: Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280> (дата обращения: 10.12.2024).

2. *Алешков М.В., Колбасин А.А., Солоненко А.М.* Анализ возможности применения автоматических установок пожаротушения для электрооборудования под напряжением на объектах энергетики // Технологии техносферной безопасности. 2022. № 4 (98). С. 21–29. DOI 10.25257/TTS.2022.4.98.21-29. EDN MLHZPL.

3. Величина тока утечки при тушении электрооборудования под напряжением автоматическими установками газового и водяного пожаротушения / *М.В. Алешков, А.А. Колбасин, Д.А. Иощенко, А.М. Солоненко* // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2023. № 2. С. 56–65. DOI 10.25257/FE.2023.2.56-65. EDN ZHIASC.

**Статья поступила в редакцию 10.12.2024;**

**одобрена после рецензирования 10.01.2025;**

**принята к публикации 10.02.2025.**

**Солоненко Александр Михайлович** – младший научный сотрудник; **Шишков Михаил Васильевич** – старший научный сотрудник; **Мазуренко Андрей Юрьевич** – научный сотрудник; **Аксютин Павел Геннадьевич** – научный сотрудник.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

**Alexandr M. Solonenko** – Junior Researcher; **Mikhail V. Shishkov** – Senior Researcher; **Andrey Yu. Mazurenko** – Researcher; **Pavel G. Aksyutin** – Researcher.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.