

УДК 621.316.91; 537.39

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**Мисюкевич Н. С.**

*Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Обоснована необходимость определения температурно-временных характеристик кабельных изделий и описана методика экспериментального исследования.

**Ключевые слова:** время, кабель, температура, характеристика, электрический ток.

**METHOD OF EXPERIMENTAL DETERMINATION OF TEMPERATURE-TIME CHARACTERISTICS OF CABLE PRODUCTS**

**Misiukevich N.**

*Belarusian National Technical University*

*Minsk, Republic of Belarus*

**Annotation.** The need to determine the temperature-time characteristics of cable products is substantiated and the experimental research methodology is described.

**Key words:** time, cable, temperature, characteristic, electric current.

*Адрес для переписки: Мисюкевич Н. С., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь  
e-mail: Misjukevitsch@mail.ru*

По данным многолетних исследований СТГФ Центра мировой пожарной статистики распространенной причиной пожаров в разных странах является тепловое проявление электрического тока [1]. При выборе параметров расцепителей аппаратов защиты электрических сетей учитываются условия нагрева кабельных изделий (кабелей, проводов, шнуров). Однако, методики выбора аппаратов защиты, как свидетельствует статистика, не предотвращают пожароопасного проявления электрического тока в кабельных изделиях. Условия выхода изоляции в пожароопасный режим при нагреве в результате теплового проявления электрического тока могут быть описаны температурно-временной характеристикой кабельных изделий. Она указывает на значение температуры проводника и изоляции в месте контакта с проводником в зависимости от времени протекания сверхтока и его значения, что может сопоставляться с тока-временной характеристикой аппаратов защиты.

Методика и экспериментальное оборудование используются для установления температуры на поверхности покрытых изоляцией электропроводников при прохождении через них сверхтока.

В ходе испытаний кабельной продукции во ВНИИПО МЧС Российской Федерации установлено, что места соединений кабельной продукции с оборудованием оказывают охлаждающее влияние на тепловой режим ее изоляции лишь на незначительном удалении от места соединения: не более трех диаметров токопроводящих жил.

На электропроводящие жилы кабельных изделий под изоляцию устанавливаем термоэлектрические преобразователи. Для получения массива данных в одном эксперименте на одну жилу устанавливаем не менее трех термоэлектрических

преобразователей. С учетом возможного охлаждающего действия в местах присоединения к оборудованию крайние термоэлектрические преобразователи устанавливаем на расстоянии примерно равному десяти диаметрам токопроводящей жилы. Остальные термопреобразователи устанавливаем на жиле равноудаленно между двумя крайними. Для уменьшения влияния на тепловые процессы изменения геометрических размеров кабельного изделия при установке термоэлектрических преобразователей изоляцию проводника прокалываем стержнем диаметром не более 2 мм до токопроводящей жилы на длину не менее 5 мм вдоль токопроводящей жилы и в образовавшееся отверстие вводим термоэлектрический преобразователь. Для образования качественного соединения прокол выполняем под острым углом. За счет упругих свойств изоляции отверстие герметизируется и термоэлектрический преобразователь плотно прижимается к жиле.

На рисунке 1 приведена схема расположения термоэлектрических преобразователей для проведения испытаний.

Испытания проводим на не менее чем трех образцах однотипной кабельной продукции длиной не менее сорока диаметров, но не менее  $1,5 + 0,05$  м.

Если показания одного из термоэлектрических преобразователей отличаются от других более чем на 30 %, данные измерений этим термоэлектрическим преобразователем считаем недостоверными и не учитываем при обработке результатов. По результатам полученных измерений определяем среднеарифметические значения температуры в зависимости от значения сверхтока и времени испытаний, а также рассчитываем величину погрешности измерений.

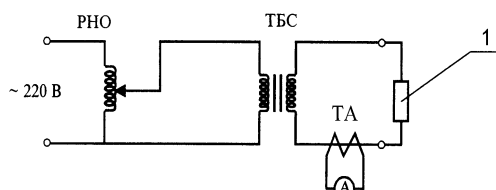
Для двухжильной кабельной продукции жилы на одном конце образца соединяем накоротко, а жилы на другом конце подключаем к соответствующим клеммам. Для многожильной кабельной продукции жилы на каждом из концов образца соединяем накоротко для равномерного распределения тока и подключаем концы к соответствующим клеммам для испытаний.



1, 2, 3 – термоэлектрические преобразователи;  
4 – изоляция электропроводки;  
5 – токопроводящая жила

Рисунок 1 – Схема расположения термоэлектрических преобразователей на испытываемом образце

Принципиальная схема установки представлена на рисунке 2.



1 – испытываемый образец кабельной продукции;  
РНО – автотрансформатор; ТБС – источник  
повышенного тока; ТА – трансформатор тока;  
А – амперметр

Рисунок 2 – Принципиальная схема установки:

Соединение жил выполняем путем скручивания, применяя установочные или винтовые изделия.

Наиболее пожароопасный режим работы кабельных изделий соответствует отсутствию принудительного скоростного воздушного потока у поверхности образца. Обеспечиваем данный режим в помещении для испытаний. Отвод тепла от поверхности изоляции происходит только за счет конвективного теплообмена. Во время испытаний контролируем температуру окружающей среды. На результат испытаний могут оказывать влияние относительная влажность воздуха и изменения атмосферного давления. Однако, это влияние незначительно и находится в пределах относительной погрешности.

При проведении испытаний образец укладываем горизонтально на негорючее диэлектрическое основание. Кратковременное включение питания собранной схемы используем для установления режима испытаний. После установления необходимого значения тока путем регулировки источника повышенного тока подачу тока на об-

разец отключаем на время необходимое для охлаждения образца до температуры окружающей среды. После охлаждения проводим испытания, задавая значения сверхтока кратное номинальному. Для установки значения тока при испытаниях можно использовать образец кабельной продукции аналогичный испытываемому с последующим переподключением на испытываемый образец, что не потребует дополнительного времени на охлаждение образца до температуры окружающей среды. Испытания начинаем со значения сверхтока, соответствующего 1,2 допустимому ( $I_{доп}$ ). В процессе испытания проводим регулировку источника повышенного тока для поддержания заданного значения с допустимым отклонением не более 2 %, так как значение тока изменится при нагреве образца.

Температуру контролируем с записью результатов через равные промежутки времени. Для снижения неопределенности измерений рекомендуется использовать запоминающее устройство.

Испытания проводим до предельно допустимой температуры нагрева в точках 1, 2, 3 (рисунок 1), или установившегося режима теплопередачи. Установившимся режимом теплопередачи считаем режим, при котором температура жил в течение десяти минут остается неизменной.

Испытания образцов последовательно проводим для токовых нагрузок от 1,2  $I_{доп}$  до 9,9  $I_{доп}$  с определением значения сверхтока, при котором предельно допустимая температура достигается менее чем за 30 с. Испытания для нового значения токовой нагрузки повторяем, увеличив значение сверхтока на 30 % относительно предыдущего значения. При этом по окончании каждого испытания испытуемый образец заменяем на новый. Если использованный образец во время испытаний остался неповрежденным, после его охлаждения до температуры окружающей среды он может быть использован в ходе следующего испытания при повышенном значении сверхтока.

Результаты испытаний используем для построения графика зависимости

$$t = f(I/I_{доп}), \quad (1)$$

где  $t$  – время достижения максимальной температуры при испытании.

Испытания проводим при любой температуре окружающей среды, а результат корректируем относительно контрольной температуры, как правило 30 °С, для возможности совмещения температурно-временной характеристики кабельного изделия и тока-временных характеристик аппаратов защиты.

#### Литература

1. Ежегодные отчеты CTIF [Электронный ресурс]. – Центр мировой пожарной статистики. – Режим доступа: <https://ctif.org/world-fire-statistics>. – Дата доступа: 30.09.2024.