

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КАБЕЛЕ ПРИ ИЗБЫТОЧНОЙ ТОКОВОЙ НАГРУЗКЕ

В.М. Волков¹, Г.Ф. Громыко¹, Н.П. Мацука¹, А.А. Швед²

¹ Институт математики НАН Беларуси, Сурганова 11, 220072 Минск, Беларусь
v.volkov@tut.by, {grom,matsuka}@im.bas-net.by

² Научно-практический центр Минского городского управления МЧС Беларуси
Козлова 26/8, 220037 Минск, Беларусь

Задача повышенного нагрева проводников при избыточной токовой нагрузке представляет большой интерес для установления вероятной причастности тока короткого замыкания к возникновению пожара, оценки пожарной безопасности кабельной продукции и систем электроснабжения. Для анализа динамики тепловых полей в электрическом кабеле разработана двухуровневая математическая модель на основе систем уравнений, выражающих баланс тепловой энергии в системе проводник-окружающая среда.

Модель первого уровня (динамическая модель) представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений для температуры проводника и силы тока короткого замыкания с учетом комплексной нагрузки цепи, переходных процессов, зависимости электрических параметров цепи от температуры окружающей среды и повышенного нагрева проводников в условиях теплообмена с изоляцией и окружающей средой.

Модель второго уровня на основе двумерного уравнения теплопроводности описывает пространственную динамику температуры и позволяет более детально учесть геометрию поперечного сечения многожильного кабеля, локализацию в нем источников тепла и теплообмен с окружающей средой.

Результаты численных экспериментов показывают, что обе модели дают приблизительно одинаковые результаты, различия между которыми для большинства практически значимых случаев составляет 2–3 % при оценке температуры повышенного нагрева токонесущих жил и 5–7 % при оценке температуры внешней поверхности кабеля. Предложенные методы математического моделирования использованы для разработки новой методики оценки причастности коротких замыканий к возникновению пожара.

Литература

1. Волков В.М., Мацука Н.П. Математическое моделирование термического действия тока при коротком замыкании для оценки его вероятной причастности к возникновению пожара // Обработка информации и управление в чрезвычайных и экстремальных ситуациях. 2006. Т. 1. С. 118–123.