

РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ЦЕПЕЙ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Д. В. Комнатный

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Одной из моделей для анализа процессов в электроэнергетическом оборудовании являются цепи с распределенными параметрами (так называемые длинные линии). Зачастую пренебречь каким-либо первичным параметром линии для упрощения уравнений не представляется возможным. Поэтому математическое описание этих моделей дается уравнениями в частных производных, которые традиционно называют телеграфными уравнениями или уравнениями телеграфистов.

Решение этих уравнений осложнено двумя обстоятельствами. Во-первых, получение решения при непериодических воздействиях аналитическими методами описано недостаточно. Во-вторых, при постановке задачи требуется сформулировать граничные условия. Для реальных нагрузок выражения граничных условий получаются более сложными, чем принятые в теории дифференциальных уравнений с частными производными. Следовательно, решение задачи значительно усложняется. Тем не менее можно указать две часто встречающиеся задачи из области защиты энергетического оборудования, которые сводятся к решению телеграфного уравнения. При этом граничные и начальные условия весьма просты и для полученной задачи математической физики известно общее аналитическое решение.

Задача первая. На обмотку электроэнергетической установки падает импульс перенапряжения из внешней линии. Второй конец обмотки заземлен. В этом случае начальные условия нулевые, на одной из границ задачи задан вид импульса перенапряжения, на втором – нулевое граничное условие.

Задача вторая. В достаточно протяженном в длину и глубину однородном слое земли находится заземлитель в виде протяженной шины. В некоторой точке за-

землителя к нему подводится импульс тока. С концов заземлителя ток стекает в землю. В данном случае начальные и граничные условия для неоднородного уравнения нулевые.

Такие задачи математической физики, согласно справочнику А. Д. Полянина, имеют общее аналитическое решение для произвольных начальных и граничных условий, которое достаточно просто преобразуется для рассмотрения воздействия импульсов заданной временной формы на указанные технические системы. Полученные аналитические решения имеют форму бесконечных рядов, поэтому не представляет трудностей разработка алгоритмов программных средств для получения численных результатов. Такие алгоритмы могут быть реализованы в той или иной современной математической программе с малыми затратами средств и времени. Особенно примечательна возможность расчета электромагнитных процессов в заземлителе с учетом всех его первичных параметров, так как до настоящего времени такая задача решалась только при существенных упрощениях формы импульса и пренебрегая одним из первичных параметров.

Таким образом, отмеченные аналитические решения телеграфных уравнений при импульсных воздействиях на цепь с распределенными параметрами, являющуюся моделью электроэнергетического оборудования, позволяют получить простые средства компьютерного анализа задач защиты этого оборудования от аварийных режимов и перенапряжений. Обеспечение безаварийной работы такого оборудования в настоящее время остается актуальной практической проблемой.