

УДК 621.3.014.1

ТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ТОКОВЕДУЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ

Кулик Д.А., Водопьянова А.А., Будников В.В.
Научный руководитель – ассистент Бычков М.М.

Основным направлением развития электроустановок и электрооборудования для их комплектации на современном этапе является сокращение габаритов, веса, запасов механической прочности и тепловой устойчивости, а также повышение надежности и экономичности.

Составной частью электроустановок являются токоведущие системы, по которым осуществляются передача и распределение электроэнергии. Именно к ним предъявляются самые высокие требования надежности и экономичности работы, определяемые их ролью и местоположением, как единственного пути, по которому передается колоссальная мощность современных энергоблоков. Успехи в создании эффективных и компактных токоведущих систем достигнуты как за счет разработки новых конструкций, применения в них более рациональных форм сечения проводников и систем охлаждения, так и в значительной степени благодаря пересмотру традиционных методов расчета электромагнитных процессов, протекающих в самих токоведущих системах и окружающих их металлоконструкциях.

Конструкционным материалам (электротехническим и конструкционным сталям) многих составных частей присущи нелинейные свойства. Однако при аналитических решениях задачу линеаризуют. Наряду с этим следует различать два режима намагничивания. Одним из них является режим, когда известен закон изменения намагничивающего тока (намагничивающей силы), то есть известно изменение напряженности магнитного поля на краях исследуемой области.

Значительная часть узлов и деталей электроустановок выполнены из конструкционных и электротехнических сталей, которые обладают гистерезисными магнитными характеристиками. Исследование электромагнитных полей в таких средах в зависимости от режима намагничивания требует установления функциональных связей между индукцией и напряженностью магнитного поля – $B(H)$ или $H(B)$ с учетом явления гистерезиса.

В переменном поле токоведущих систем электроустановок располагаются различные металлические конструкции в виде коробов, перегородок и ограждений из листов, щитов, плит, опорных балок и т.п.. Электромагнитные процессы в таких конструкциях вызывают их нагрев и вибрацию, существенно влияют на работу самих систем, изменяют их параметры, что требует проведения расчета электромагнитных полей и принятия соответствующих технических решений по устранению их вредного влияния.

Задача расчета электромагнитных взаимодействий токоведущих частей и металлических конструктивных элементов основывается на классической задаче анализа электромагнитных процессов в проводящих средах, расположенных в поле переменных токов промышленной частоты. Исследование таких процессов проводят аналитически, численно или на основе экспериментальных данных.

Проектирование токопроводов и систем электроснабжения с их использованием требует тщательного проведения расчетов электромагнитных процессов, протекающих в токонесущей системе и определяющих их электрические параметры, нагрузочную способность, электродинамическую стойкость и т.п. в нормальных и аварийных режимах работы. Различными аспектами этой проблемы посвящено значительное число исследований. Однако, несмотря на обилие работ, задача расчета электромагнитных полей и их характеристик далека от завершения из-за отсутствия простых алгоритмов решения. Токопроводы обладают незначительным электрическим сопротивлением по сравнению с сопротивлением цепи, в которой они установлены. Их электромагнитное состояние определяется по ним током нагрузки цепи.

При формировании магистральных цеховых сетей, а также для питания мощных сварочных машин и электропечей применяются шинопроводы большого сечения, рассчитанные на токи 4000 А и более. Такие шинопроводы используются на напряжениях до 1000 В, расстояния между токоведущими частями весьма малы, что приводит к резкому проявлению эффекта близости, увеличивающему активное сопротивление шины. Учет этого эффекта традиционными методами связан с весьма сложными расчетами, мало приемлемыми в практике проектирования и эксплуатации систем электроснабжения (СЭС). Кроме того, методика основывается на рассмотрении шинопровода как локального объекта, вне его связей с питающей СЭС. В связи с этим необходим новый, системный подход к моделированию шинопроводов, отличающийся тем, что предлагаемые модели непосредственно используются в задачах расчета установившихся режимов СЭС.

Несмотря на существующее многообразие методов исследования электромагнитных процессов, эта проблема далека от своего завершения. До сих пор задачи проектирования многих частей токоведущих систем и окружающих их проводящих конструкций решаются эмпирически или с помощью упрощенной теории, основанной на замене сложных геометрических форм конструктивных элементов простыми, реальных свойств проводящих материалов идеализированными, а также обобщении накопленного опыта, аналогиях и инженерной интуиции.