

*ШПАТЕНКО В.С., МИЛЫХ В.И.*, докт. техн. наук, проф.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННО-ПОЛЕВЫХ МЕТОДОВ В ПРОЦЕССЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КРУПНЫХ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ**

В современной мировой практике тяжелого электромашиностроения работы по совершенствованию конструкции электрических машин ведутся на фоне экономического и надвигающегося эколого-энергетического кризиса в обстановке обострения конкуренции в следующих основных направлениях [1, 2]:

- модернизации и реабилитации действующего парка машин, в основном, энергетического класса,
- снижения конструкционных запасов во вновь изготавливаемых электрических машинах (ЭМ) традиционного исполнения.

Решение перечисленных сложных научно-технических задач возможно только на основе радикального совершенствования методов расчета на этапе проектирования за счет использования численно-полевых методов (ЧПМ). Такое совершенствование применялось к решению задач по отработке конструкции наиболее высокоиспользуемых электрических машин – турбогенераторов и началось с использования методов расчета электрических машин на основе схем замещения. Переходу от таких методов к ЧПМ благоприятствовали революционные преобразования в вычислительной технике.

Главные процессы в ЭМ осуществляются через магнитное поле, поэтому использование ЧПМ для его расчетов является наиболее перспективным путем совершенствования конструкции этих машин. Развитие численных методов расчета магнитных полей (методы конечных элементов и конечных разностей) и накопленный опыт внедрения их в практику расчета ЭМ дают основу для изменения ситуации. Современные вычислительная техника, программные средства и пакеты прикладных программ для расчетов электромагнитных полей позволяют рассматривать все это в целом как готовый универсальный инструмент для расчета электромагнитных параметров любых ЭМ (магнитной индукции, магнитных потоков и потокосцеплений, падений магнитного напряжения, ЭДС, индуктивностей,

сил и моментов, потерь мощности и т.д.) с учетом их реальной геометрии и характеристик намагничивания материалов [3].

Уже существуют программы, которые позволяют это сделать как в двухмерной, так и в трехмерной постановке. Однако для реальных конструкций основных типов ЭМ практическое решение трехмерной полевой задачи требует чрезмерно больших затрат, которые адекватны поучаемому уточнению результатов расчетов только в специальных случаях. В большинстве же случаев для получения практически приемлемых результатов достаточно двухмерной постановки полевых задач.

В последнее время на базе ЧПМ расчета электромагнитного поля в статоре крупного турбогенератора удалось найти ключ к одной из основных серьезных проблем крупных синхронных генераторов (в основном, - быстроходных), которая за последние 20 лет становилась все актуальнее. Так, по мере выработки ресурса мощных синхронных генераторов стал обнаруживаться ряд новых видов дефектов:

- обрыв хвостовиков стяжных призм сердечника статора в турбогенераторах 200 - 300 МВт серии ТГВ;
- те же явления в гидрогенераторах;
- повреждение зубцов в концевой зоне сердечника статора турбогенераторов ТВВ-1000-2; аналогичные повреждения отмечаются и на двухполюсных турбогенераторах многих типов;
- систематические повреждения концевых частей обмоток статоров и водяных коллекторов на турбогенераторе того же типа, эксплуатируемых на АЭС Украины.

Эффективное применение ЧПМ и дало возможность решить этот ряд проблем, что, по сути, и есть процесс совершенствования современных турбогенераторов большой мощности.

**Список литературы:** 1. Глебов И.А., Данилевич Я.Б. Современное состояние и перспективы развития турбо- и гидрогенераторостроения // Электротехника.-1990-№ 1.-С.6-11. 2. Coetzee G.J. Current Activities and Long Term Objectives/ Study Committee A1 (Rotating Electrical Machines) – Electra, N 233, August 2007. – P. 9-12. 3. Милых В.И., Полякова Н.В. Определение электромагнитных параметров электрических машин на основе численных расчетов магнитных полей // Электротехніка і електромеханіка.-2006.-№2.-С.40-46.