

УДК 621.311.245

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Васина А.И., студентка; Павлюков В.А., канд. техн. наук, доцент
(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Схемы выдачи мощности ветровых электрических станций (ВЭС) имеют ряд особенностей по сравнению со схемами других типов электростанций, например, тепловых электростанций (ТЭС):

- применение укрупненных блоков, в которых к одному повышающему трансформатору подключается 6 – 11 ветровых агрегатов (ВА); такие трансформаторы названы на ВЭС трансформаторными пунктами (ТП);
- применение кроме синхронных и асинхронных генераторов, возбуждение для которых подается от подключаемых к ошиновке генератора конденсаторов;
- наличие внутростанционных сетей, по которым выработанная мощность от ВА подается на распределительное устройство высокого напряжения;
- большим количеством ВА, исчисляемым сотнями, которые группируются в ветровые поля (ВП).

Таким образом, если на ТЭС количество ветвей и узлов схемы главных электрических соединений исчисляется десятками, то для ВЭС – сотнями. При математическом моделировании на ПЭВМ режимов ВЭС указанные выше их особенности определяют повышенный на порядок размер расчетной электрической схемы. В этих случаях использование традиционных программ расчета токов КЗ на ПЭВМ становится неудобным. Потребовалась их доработка к расчету схем повышенной размерности.

В основу адаптированной программы был положен алгоритм преобразования схем ветрополей до отдельных лучей ТП. Все ветви расчетной схемы разбиваются на две группы по отношению к ветрополям: внешние и внутренние. Первые из них представляют внешнюю схему выдачи мощности и традиционно заносятся в матрицу исходных данных ветвей. Их количество небольшое и в зависимости от сложности сети насчитывает 5 – 10 ветвей.

Многочисленная информация об электрическом оборудовании ветрополей (ВА, кабельных линиях, конденсаторах, трансформаторах) заносятся в специальные векторы и матрицы. Для каждого ВП формируется вектор данных ТП, как с укрупненными блоками ВА, так и с моноблоками для ВА большой единичной мощности. Последние применяются для ВА большой единичной мощности (600, 1100 кВт и более). Каждым элементом указанного вектора ВП является матрица данных отдельного ТП. В отдельные строки матрицы заносятся данные одного ВА:

- его станционное обозначение;
- номера записей входящих в состав ВА генератора, трансформатора, кабеля и автоматического выключателя в их базах данных, выполненных в виде матриц справочных данных;

- длины первого и второго кабелей в схеме отдельного ВА;
- состояние ВА (включенное или отключенное).

С помощью функции пользователя Swertka, занесенная в вектора данных ВП, информация обрабатывается. Определяются сопротивления всех элементов ветроагрегатов, а затем они преобразовываются путем последовательного и параллельного сложения сопротивлений в начале в эквивалентные сопротивления отдельных ВА, затем их блоков (ТП). Создание такого алгоритма стало возможным по двум причинам:

- однотипности структур схем отдельных ВА: генератор, кабель, конденсатор, второй кабель, автомат;
- небольшим расстоянием соединительных ЛЭП, сопротивлениями которых можно пренебречь.

После преобразования схем ТП их сопротивления вносятся в указанную выше матрицу ветвей всей схемы ВЭС и затем расчет токов КЗ выполняется методом узловых потенциалов в матричной форме по следующему алгоритму:

- автоматически с помощью функции пользователя формируется матрица связей «ветвей – узлов» на основании использования данных о начальных и конечных номерах узлов, с которыми связана ветвь;
- по исходным векторам ветвей, э.д.с. и созданной матрицы связей формируются матрицы узловых проводимостей и узловых токов;
- для заданного узла расчетной схемы в диагональный элемент матрицы узловых проводимостей заносятся параметры шунта КЗ.
- выполняется обращение матрицы узловых проводимостей, а затем умножение ее на вектор узловых токов;
- по полученному вектору напряжений определяются периодическая составляющая суммарного тока КЗ, ударный ток КЗ, его тепловой импульс и другие параметры

При необходимости расчета токов КЗ в пределах ТП производится обратное преобразование расчетной схемы в соответствии с заданными точкой КЗ, ТП и ВА.

Расчеты токов КЗ производятся для двух режимов: максимального и минимального. Первый из них необходим для выбора и проверки оборудования и токопроводов на термическую и динамическую стойкость, а второй для проверки чувствительности устройств релейной защиты и автоматических выключателей.

Описанный выше алгоритм реализован в виде программы расчета в среде пакета MathCAD. По этой программе были выполнены расчеты токов КЗ для Новоазовской ВЭС (Донецкая область). Программа также используется в учебном процессе при выполнении проектов ВЭС аналогичной с указанной структуры. Кроме того разработанный алгоритм может быть использован для расчетов токов КЗ в схемах других промышленных предприятий, имеющих разветвленные схемы с участками одинаковой структуры. В заключение следует отметить, что программа расчета не имеет ограничений на объем решаемых задач, имеет удобный интерфейс пользователя, высокое быстродействие.