

## ПРОГРАММЫ РАСЧЁТА САМОЗАПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Новак А.В., Ерохов Е.Л., Баран А.Г.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Новаш И.В.

На электростанциях все важнейшие механизмы собственных нужд одновременно обеспечивают непрерывность технологического процесса превращения химической энергии топлива в тепловую и электрическую энергию, т. е. нормальную работу энергоблока, а нарушение работы любого ответственного механизма собственных нужд приводит к нарушению работы всего энергоблока. Отсюда и возникает необходимость в обеспечении условий для самозапуска двигателей собственных нужд на электростанции.

Для оценки надежности самозапуска двигателей собственных нужд электростанций производятся расчеты с применением различных программ. Проектные организации применяют программы расчета самозапуска, базирующиеся на методах СПО (свободное программное обеспечение).

ElectricaNW – программа для автоматизированного проектирования электроснабжения силового электрооборудования и внутреннего электроосвещения промышленных и гражданских объектов строительства, а также для анализа действующей электрической сети.

Построение электрической сети начинается с главного распределительного устройства, к которому подключается источник питания. Главное распределительное устройство может иметь один или два ввода. Из группы панелей можно сформировать комплектное распределительное устройство.

Электроприемники подразделяются на два типа: осветительное оборудование и технологическое оборудование. Технологическое оборудование задается технологом и по типу нагрузки подразделяются на оборудование имеющий в своем составе асинхронный двигатель, тепловую нагрузку и комплексную нагрузку. Все оборудование группируется по характерным однородным категориям электроприемников.

При расчете электрических нагрузок по методике СПЗ1-110-2003 коэффициент спроса задается автоматически из встроенных таблиц базы данных, при расчете по методике РТМ 36.18.32.4-92 коэффициент использования и групповой коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ) задаются по справочным данным. Для ввода коэффициентов служит встроенная «База данных коэффициентов использования», построенная в соответствии с техническим циркуляром ВНИПИ Тяжпромэлектропроект №358-90 от 1 августа 1990 г., шифр М788-1068.

База данных оборудования представляет собой файл базы данных формата MS Access (файл с расширением .mdb). Реализована возможность подключения попеременно любого количества баз данных. Пользователи могут создавать сколько угодно баз данных новых производителей. Имеется возможность импорта оборудования из других баз данных. При внесении в проект нового оборудования происходит автоматическая загрузка выбранного оборудования в базу данных проекта. Все базы данных располагаются в папке «Base», если подключаемая база расположена вне данной директории, то создается копия база данных, которая копируется в папку «Base».

Вся выходная документация автоматически создается при помощи программы Microsoft Office Word.

Программа позволяет решить следующие задачи:

- расчет внутреннего освещения методом коэффициента спроса;
- расчет электрических нагрузок розеточной сети;
- расчет электрических нагрузок технологического оборудования;
- расчет электрических нагрузок ввода в общественные и жилые здания;
- расчет электрических нагрузок по методикам РТМ 36.18.32.4-92, СП31-110-2003;
- расчет токов 1-, 3-фазного короткого замыкания;
- расчет потерь напряжения;
- проверка электрических сетей по условиям пуска и самозапуска электродвигателей.

В результате работы в ElectricaNW на выходе получается следующий перечень проектной документации:

- таблица расчета электрических нагрузок по методике СП31-110-92;
- таблица расчета электрических нагрузок по методике РТМ36.18.32.4-92;
- результирующий расчет нагрузок для трансформаторной подстанции и выбор мощности трансформаторов.
- спецификация;
- кабельный журнал;
- принципиальные схемы щитов;
- принципиальная схема электрической сети.

Разработчиком и правообладателем программы Gumotors является кафедра «Электрические станции» Московского энергетического института.

Программа может быть использована при настройке устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики, а также при проверке режимов работы электротехнического и технологического оборудования электростанций и промышленных предприятий при пусках и перерывах питания асинхронных электродвигателей напряжением 6 кВ:

В качестве результатов расчета программа выдает в графической и табличной формах:

- скорости вращения и токи двигателей;
- напряжение на секциях;
- токи в цепях питания сборок;
- ток в цепи короткозамкнутого присоединения секции (при трехфазном коротком замыкании);
- моменты торможения механизмов.

В табличной форме дополнительно выдаются:

- электромагнитные моменты двигателей;
- составляющие (активная, реактивная и полная) токов и мощностей в цепях питания сборок;
- значения интеграла Джоуля для каждого двигателя, определяемые по току статора двигателей.

Табличные и графические результаты расчета могут быть распечатаны на принтере.

На кафедре «Электрические станции» Донецкого политехнического института для расчёта самозапуска электродвигателя разработаны и используются в учебном процессе программные продукты выполненные в среде MathCAD2000 и AutoCAD2000. Математический пакет MathCAD2000 характеризуется отсутствием трудоёмкой реализации различных вычислительных методов, что не только ускоряет работу, но и позволяет легко использовать при решении целый набор стандартных математических методов и функций, уже встроенных в пакет. Отличительной особенностью среды

программирования MathCAD2000 является необычайная лёгкость при построении математических схем моделей и, что особенно важно, наглядное представление протекающих потоков информации. Графический пакет AutoCAD2000 позволяет выполнять расчёты во встроенный в пакет язык программирования AutoLisp, то есть рассматриваемые процессы можно сопровождать графическо-математической информацией. Отсутствие возможности работы с комплексными числами в AutoLisp не реализовывает необходимые для расчётов возможности. При поисках был найден альтернативный вариант, который заключается в использовании для написания программ других языков программирования, таких как C++, Visual Fortran, и другие. От AutoCAD2000 в данном случае требуется только передать необходимые данные для расчётов в текстовый файл, то есть графический пакет является своеобразным буфером. Анализ вариантов диалога человек-компьютер, при расчёте вышеуказанных режимов, позволил найти четыре способа передачи паспортных данных оборудования в программу AutoCAD2000, связанную с выполнением расчётов:

- гиперссылки к записи СБД с выборкой данных из записи с помощью SQL запросов во время выполнения расчётов;
- занесение данных, выбранных из СБД в виде расширенных данных графических элементов;
- занесение данных, выбранных из СБД в виде атрибутов блоков;
- использование штатного интерфейса AutoCAD2000 с СБД с последующей выборкой и корректировкой данных при необходимости.

Первые три метода обладают в различной степени необходимостью ввода данных с клавиатуры, на что требуется определённое время. Последний вариант позволяет в максимальной степени автоматизировать ввод данных. Пользователю предоставляется воспользоваться всеми возможностями AutoCAD2000 для графического изображения электрической схемы. Выделяя поэлементно графические объекты схемы для дальнейших расчётов необходимо связать их с паспортными данными, которые, в результате проведенной работы, можно не вводить с клавиатуры, а связав графическую интерпретацию схемы с базой данных Access. Найденная возможность использования штатного интерфейса также предполагает передачу информации об оборудовании в текстовый файл двумя способами:

- comma-delimited format при котором переданные данные будут отображены разделёнными запятой;
- space-delimited format при котором данные будут разделены пробелами.

Штатный интерфейс предполагает обработку данных (с последующим получением результата), полученных в программе AutoCAD2000 как математическим пакетом MathCAD2000, так и языками программирования высокого уровня, в состав которых входят C++, Visual Fortran и другие. В этом случае обязательным является способность языка читать текстовые файлы (расширение \*.txt).

На кафедре «Электрические станции» Белорусского национального технического университета для расчёта самозапуска электродвигателя разработан и используется в учебном процессе программный комплекс SAMOSAPU, разработанный на базе алгоритмических языков Паскаль и Фортран и работает под управлением Windows XP. Программный комплекс предназначен для расчета самозапуска электродвигателей напряжением 6 кВ собственных нужд (СН) ТЭЦ. При расчете самозапуска электродвигателей автоматически выполняются расчеты: исходного установившегося режима, режима короткого замыкания, группового выбега электродвигателей в бестоковую паузу и группового самозапуска электродвигателей после восстановления напряжения. Особенностью программы является наличие встроенной базы данных, содержащей сведения о трансформаторах СН ТЭЦ о секциях напряжением 6 кВ

распределительных устройств (РУ) СН ТЭЦ связях между секциями 6 кВ, об электродвигателях напряжением 6 кВ и механизмах СН. Информация в базе данных ограничена сведениями, необходимыми для расчета самозапуска электродвигателей. Эти данные постоянно находятся в запоминающем устройстве персонального компьютера (ПК) и легко могут быть изменены, удалены или внесены их другие значения. Это позволяет исключить большие затраты времени и труда по сбору, предварительной обработке и заданию исходных данных в случае периодически повторяющихся расчетов. Результаты расчета самозапуска электродвигателей представляются в виде осциллограмм напряжения и тока секции (секций), скоростей вращения электродвигателей в процессе самозапуска. Исходные данные для каждого конкретного расчета формируются в виде таблиц, содержащих условия расчета и необходимые пояснения.

Программа представляет собой комплекс, включающий в себя программу-диспетчер и отдельные программные блоки, позволяющие выполнять операции с базой данных, расчет самозапуска электродвигателей и отображение результатов расчета.