

УДК 621.316.35

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ ЖЕСТКИХ ШИН В ВЕРШИНАХ ПРОИЗВОЛЬНОГО ТРЕУГОЛЬНИКА

Шпаковский А.А., Баран А.Г.

Научный руководитель – Климкович П.И.

На основании разработанного явного метода расчета электродинамических усилий шинных конструкций, расположенных в вершинах произвольного треугольника [1], составлена компьютерная программа (КП). Блок-схема КП представлена на рисунке 1. Программа позволяет рассчитать электродинамические усилия при трехфазном КЗ между жесткими токоведущими частями.

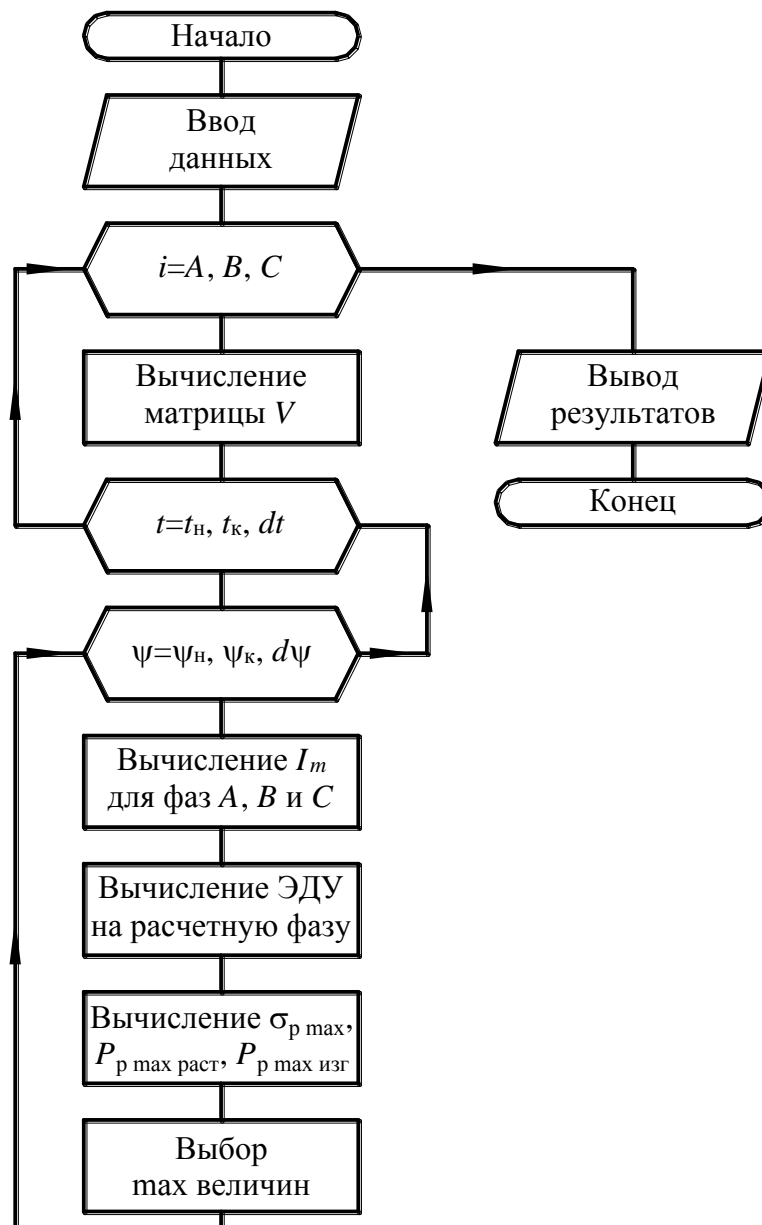


Рисунок. 1

Для написания программы был выбран инструмент быстрой разработки приложений C++ Builder. При разработке интерфейса программы основной задачей было создание эргономичного и понятного интерфейса. Использование графического

интерфейса позволило создать программу с высоким уровнем абстракции, что помогает пользователю в кратчайшие сроки понять и освоить программу. Применение объекта TChart дало возможность отображать графики изменения усилий в шинах, а также построить годограф с совместным расположением трех шин. Все эти средства облегчают анализ представляемой информации. Для облегчения поиска и устранения ошибок, а так же для упрощения последующей модификации код программы представляет собой совокупность подпрограмм, представляющих собой логические модули, которые понимаются и модифицируются как единый блок. Это, а также использование поясняющих комментариев позволило создать простой для понимания код, что, несомненно, в будущем поможет поднять уровень программы еще выше.

**Графическая оболочка.** После запуска исполняемого файла на экране появляется основное окно программы – окно ввода исходных данных (рисунок 2).

Основное окно для удобства условно разделено на две части:

- координаты шин;
- параметры.

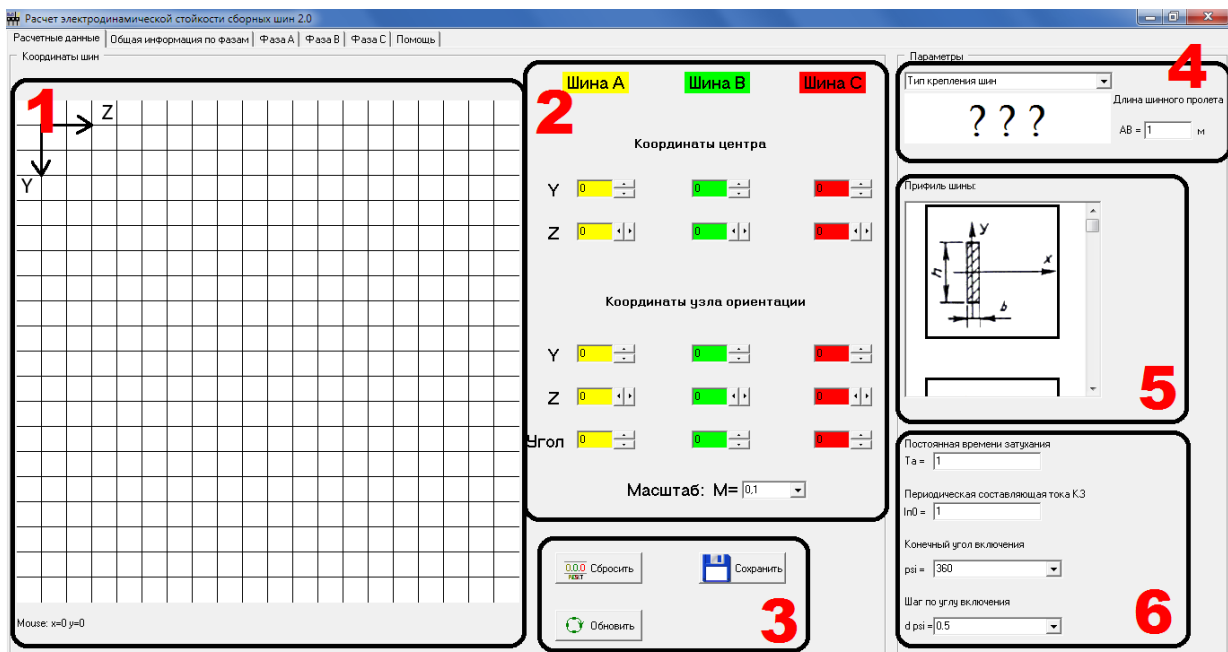


Рисунок 2. Элементы основного окна: 1 – графического ввода координат шин; 2 – коррекции координат шин; 3 – кнопка управления; 4 – выбора типа крепления шины; 5 – выбора сечения шин; 6 – ввода параметров КЗ

Ввод координат шин можно осуществить несколькими методами:

– **Графический.** Этот метод удобен в том случае, если известно примерное взаиморасположение шин. Указать координаты шины можно за два клика компьютерной мыши. Первый клик указывает положение центра шины, второй – ее ориентацию. Также если при вводе координат зажать левую клавишу и переместить мышь, то программа автоматически будет перерисовывать условное изображение вслед за мышью, что позволит указать положение шины более точно.

– **Цифровой.** Если точные координаты заранее известны, то пользователю предлагается внести их в соответствующие поля, причем имеется альтернатива между вводом координаты центра ориентации и углом наклона шины. По окончании или во время ввода можно нажать кнопку «Обновить», после чего на графическом поле будет отображено положение шин, что позволит удостовериться в правильности введенных значений.

– Комбинированный. Представляет собой графический метод с последующей коррекцией полученных значений, что позволяет максимально быстро и точно ввести данные.

При необходимости поле с изображенными на нем координатами может быть сохранено во внешнем файле как изображение.

**Вводу параметров распределительного устройства.** Тип крепления шины к изолятору выбирается в меню соответствующего выпадающего списка, снизу появляется поясняющая схема. Наиболее часто используемые профили шин были взяты из ГОСТ 30323-95 [2] и на его основании составлена база данных. После ввода всех необходимых данных для перехода к результатам расчета необходимо выбрать интересующую вкладку.

Вкладка «Общая информация по фазам» содержит обобщенную информацию, полученную при расчете, а также огибающий годограф векторов электродинамических усилий. Вкладки «Фаза А», «Фаза В», «Фаза С» содержат более детальную информацию по каждой шине фазы, представленную в виде графиков: при постоянном угле включения и изменяющемся времени процесса; при постоянном времени и изменяющемся времени процесса:

- изменение напряжения в материале шины;
- изменение усилия изгиба в вершине изолятора;
- изменение усилия растяжения в вершине изолятора.

**Работа программы.** Пошагово работа с программой выглядит следующим образом:

- задаются координаты шин;
- корректируются координаты, выставляется масштаб;
- Выбирается тип крепления шины;
- Выбирается профиль шины;
- вводятся параметры КЗ;
- выполняется расчет и проводится анализ полученных результатов (рис. 3, 4).

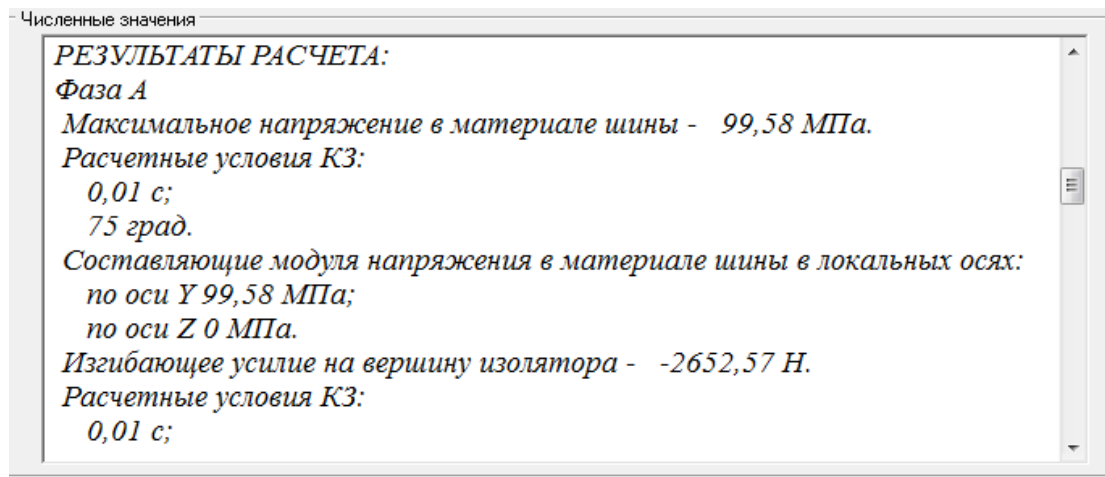


Рисунок 3. Обобщенная информация по шинам

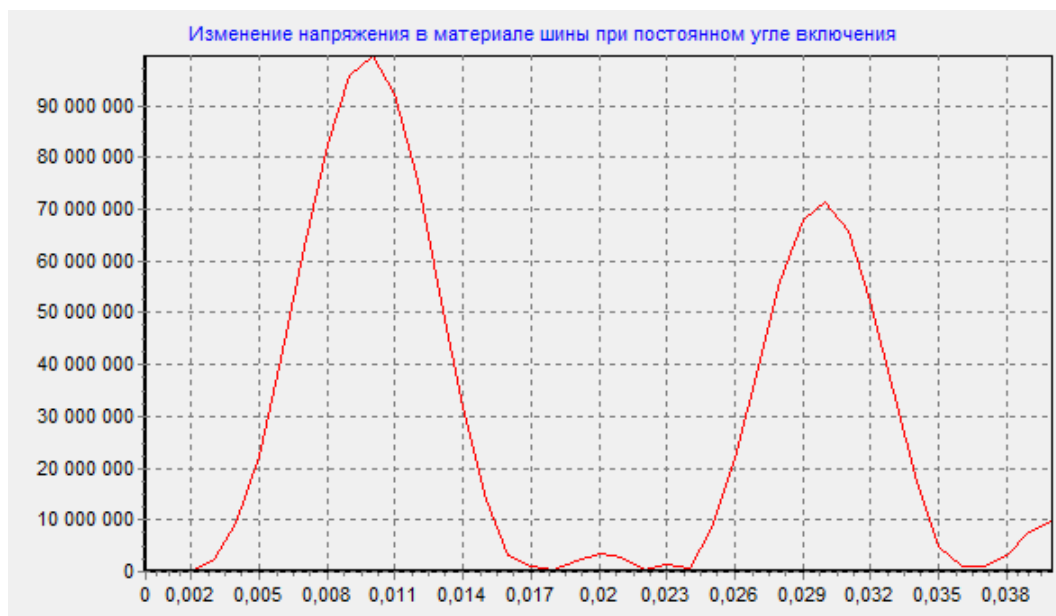


Рисунок 4. Изменение напряжения в материале шины фазы С при постоянном угле включения

**Дальнейшее развитие компьютерной программы.** В программе необходимо предусмотреть возможность создания комплексного отчета в нужном формате, а также добавление работы с базами данных. Так же планируется создание анимированного раздела «Помощь».

Разработанная КП расчета электродинамических усилий проста в использовании и может быть использована в практике конструкторских работ по разработке шинных конструкций с произвольной ориентацией шин и изоляторов.

#### Литература

1. Климкович П.И., Потачиц Я.В. Электродинамическая стойкость шинных конструкций комплектных распределительных устройств при коротком замыкании // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: сборник материалов IX Международной межвузовской научн.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов / УО ГГТУ им. П.О. Сухого. – Гомель, 2009. – С. 104–107.

2. ГОСТ 30323-95 «Короткие замыкания в электроустановках: Методы расчета электродинамического и термического действия токов короткого замыкания». Введен в действие с 01.03.1999. – 57 с.