

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ

А. А. Воронович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. О. Добродей

Под расчетом систем электроснабжения понимается выбор сечений проводников и расчет защиты их от аномальных режимов. Провода и кабели должны выдерживать допустимый нагрев длительным расчетным током в нормальном и в послеаварийном режимах работы, потеря напряжения в них не должна превышать допустимых значений. Кроме этого допустимый ток выбранного проводника должен соответствовать току аппарата, защищающего этот проводник по условиям нагрева токами перегрузки и КЗ [1]. Под допустимым током понимают максимальный ток, который кабель может проводить неограниченно долго, без снижения его номиналь-

ного срока службы. Токовая перегрузка возникает каждый раз, когда величина тока превышает максимально допустимый ток. Этот ток необходимо отключать за кратчайшее время, которое зависит от его амплитуды, чтобы не допустить неустраняемое повреждение кабеля (и оборудования, если токовая перегрузка вызвана неисправным элементом нагрузки).

Сети, имеющие числа часов использования максимума нагрузки более 5000 ч (кроме ответвлений к отдельным электроприемникам и осветительных сетей), могут рассчитываться по экономической плотности тока. Минимальные сечения жил проводников определяются требованиями механической прочности [2]. Таким образом, основными расчетами систем электроснабжения жилых домов, определяющими выбор сечений их проводников, являются расчет по допустимому нагреву и расчет по допустимой потере напряжения. При этих расчетах должны учитываться тип проводника и изоляции, способ прокладки кабелей и проводов, поправочные коэффициенты для различных условий окружающей среды.

Для нахождения нужного типа проводника зачастую приходится вычислять искомые величины итерационным путем, что доставляет значительные неудобства в скорости и качестве расчета.

Рассмотренные выше требования показывают сложность проведения вычислений по выбору проводников в целом. Инженерные расчеты без использования электронно-вычислительных машин могут приводить к погрешностям при определении допустимых токовых нагрузок, что, в свою очередь, приводит к не точному определению сечения проводников. В связи с этим ставится задача разработки программного обеспечения, позволяющего без значительных затрат труда производить выбор проводников и коммутационной аппаратуры.

Для решения поставленной задачи была разработана компьютерная программа, которая позволяет производить выбор проводников при их различной прокладке.

Данная программа предназначена для решения следующих задач:

- расчета длительно допустимого тока;
- определить сечение проводника;
- выбора типа проводника;
- определения диаметра проводника;
- проверки выбранного сечения на максимальную потерю напряжения;
- расчета потери напряжения;
- определения диаметра трубы, размеров кабель-канала;
- выбора защитных устройств.

Все задачи имеют математические методы решения, на основе которых разрабатываются алгоритмы. Решение этих алгоритмов производится на языке Delphi диалекта Object Pascal. Работу программы можно представить в виде логической схемы, представленной на рис. 1.

В разработанной программе предусмотрена база данных, созданная при помощи средств пакета MS Access и связанная с Delphi. Она включает в себя таблицы длительно допустимых токов, площади поперечного сечения проводников, таблицы защитных аппаратов и их характеристик, таблицы поправочных коэффициентов, корректирующий допустимый ток. Здесь предусматривается возможность добавления и удаления собственных данных, замена данных на более свежие, в связи с постоянным развитием энергетики.



Рис. 1. Логическая схема для выбора сечения кабеля и защитного устройства

Для выбора сечения проводника по условиям нагрева токами нагрузки сравниваются расчетный и допустимый токи проводника (проводов, кабелей) принятой марки с учетом условий его прокладки.

Должно соблюдаться следующее соотношение [2]:

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{I_{\text{р}}}{K_{\text{п}}},$$

где $I_{\text{р}}$ – расчетный ток длительного режима работы; $I_{\text{доп}}$ – допустимый ток проводника, принимаемый из таблиц; $K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент, корректирующий допустимый ток на температурные условия окружающей среды, в которой прокладывается проводник.

Из баз данных по длительно допустимому току определяется площадь поперечного сечения проводника. Далее, находится потеря напряжения на линии, которая сравнивается с ранее заданным значением. В случае превышения заданного значения

выбирается следующее большее сечение проводника и заново проверяется по потере напряжения.

Напряжение на зажимах электроприемников в соответствии с требованиями существующего ГОСТ на качество электроэнергии должно быть в нормальном режиме работы не менее 95 % U_n и не более 105 % U_n . Потери напряжения в элементах системы электроснабжения не нормируются. Однако допускается учитывать, что не должны превышать: 1,5–1,8 % – в магистральном шинопроводе; 2–2,5 % – в распределительном шинопроводе с равномерной нагрузкой; 4–6 % – в сетях 0,38 кВ (от ТП до ввода в здание) [2].

Однофазные двух- и трехпроводные линии, трехфазные четырех- и пятипроводные линии – при питании однофазных нагрузок, а также трехфазные четырех- и пятипроводные линии – при питании трехфазных симметричных нагрузок (например, многоламповый светильник, в котором однофазные элементы соединены в звезду) должны иметь сечение нулевых рабочих (N) проводников, равное сечению фазных проводников, если фазные проводники имеют сечение до 16 мм² по меди и 25 мм² по алюминию, а при больших сечениях – не менее 50 % сечения фазных проводников [3].

Разработанная программа может быть применена для автоматизации расчетов по выбору проводников и коммутационных устройств в проектных организациях, на предприятиях, в рамках учебного процесса студентов вузов.

Программа позволяет автоматизировать процесс расчета при проектировании СЭС жилых домов. Автоматизация расчета, учитывающая различные условия прокладки проводников, позволит инженерам-проектировщикам:

- сэкономить рабочее время в два-три раза;
- избежать ошибок при проведении электротехнических расчетов;
- повысить качество проектирования.

Гибкость разработанного программного обеспечения позволяет в дальнейшем рассматривать вопрос о развитии функциональных возможностей программы.

Литература

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1986.
2. Электроснабжение промышленных предприятий : практикум / А. Г. Ус [и др.] ; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 410 с.
3. Системы электрооборудования жилых и общественных зданий. Правила проектирования : ТКП 45-4.04-149–2009 ; М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2014. – 67 с.