

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ
С УЧЕТОМ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ НАГРЕВА**

А. С. Харкевич

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

При проектировании (реконструкции) систем электроснабжения промышленных потребителей важным элементом является выбор проводников. Так как неправильный выбор может привести к поломкам, авариям на производстве с одной сто-

роны, завышению затрат на электроснабжение с другой стороны, актуальной является задача уточнения расчетных электрических нагрузок.

Выбор проводников, распределительных устройств в цеховых электрических сетях осуществляется, как правило, по условию нагрева:

$$I_{\text{доп}} \geq I_p. \quad (1)$$

То есть длительно допустимый ток проводника $I_{\text{доп}}$ определяется расчетным током группы электроприемников. При этом известно, что расчетный ток зависит не только от показателей работы электроприемников, но и от постоянной времени нагрева самого проводника T_0 .

На основании вышеприведенного были поставлены следующие задачи:

1. Разработка алгоритма уточнения расчетной нагрузки и выбора сечений проводников.

2. Разработка программного обеспечения для реализации данного алгоритма.

Решение этих задач позволяет выбрать реальное сечение проводника и автоматизировать процесс уточнения расчетной нагрузки и выбора токоведущих частей.

В [1] для учета постоянной времени нагрева проводников при их выборе и согласовании с током срабатывания защитного аппарата разработан способ, основанный на итерационном алгоритме, сущность которого сводится к следующему.

1. По расчетному току I_p (исходя из условия (1)), пользуясь справочником, выбираем сечение кабеля $F(0)$.

2. По таблицам определяем постоянную времени нагрева для данного сечения. Пересчитываем коэффициент расчетной нагрузки K_p с учетом полученной постоянной времени нагрева относительно начальной постоянной времени нагрева по формуле

$$K_{p(i)} = 1 + \frac{K_{p(i-1)} - 1}{\sqrt{\frac{3 \cdot T_{0(i)}}{3 \cdot T_{0(i-1)}}}}.$$

3. Уточняем исходный расчетный ток по формуле

$$I_{p(i)} = I_{p(i-1)} \cdot \frac{K_{p(i)}}{K_{p(i-1)}}.$$

4. По уточненному значению расчетного тока $I_{p(i)}$ по условию (1) выбираем проводник сечением $F(i)$. Если выбранное на данной итерации сечение не равно сечению, выбранному на предыдущей итерации, то расчет повторяют по пп. 2–4 до тех пор, пока сечения проводников на предыдущей и последующей итерации не будут совпадать.

На основании данного алгоритма с целью автоматизации расчетов было разработано в IDE Lazarus (язык Free Pascal) данное ПО. Программа изначально ориентирована на кросс-платформенность, на данный момент существуют версии для OS Linux, OS MS Windows. Так же предусмотрена расширяемость программы путем пополнения базы данных. Ниже приведены некоторые окна программы (рис. 1–3).



Рис. 1. Главное окно программы

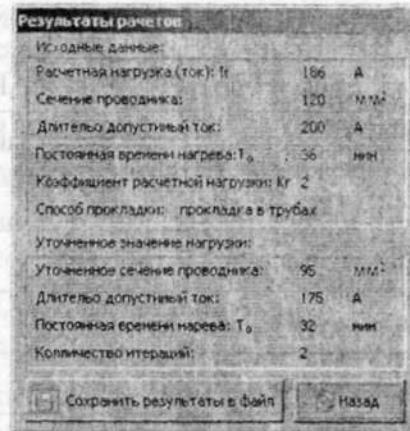


Рис. 2. Окно с результатами вычислений

Характеристики токоведущей части

Способ прокладки:
прокладка в трубах

| Сечение проводника | 6 | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|
| Постоянная времени нагрева (мин.) | 6 | 9 | 12 | 17 | 19 | 23 | 27 |
| Ток длительно допустимый (А) | 30 | 39 | 55 | 70 | 85 | 120 | 140 |

Комментарий к таблице:
Резиновая изоляция в трубах

Добавить столбец Удалить столбец

Рис. 3. Редактирование базы данных

Некоторые результаты расчетов при помощи программы представлены в виде таблиц (табл. 1 и 2):

Таблица 1

Результаты работы программы в области малых сечений

| Выбор проводников по условию нагрева | |
|---|--------------------|
| Расчетная нагрузка | 30 А |
| Коэффициент расчетной нагрузки | 2 |
| Выбранное сечение | 6 мм ² |
| Постоянная времени нагрева | 6 мин |
| Длительно допустимый ток | 30 А |
| Выбор проводников с учетом постоянной времени нагрева | |
| Уточненное сечение | 10 мм ² |
| Длительно допустимый ток | 39 А |
| Постоянная времени нагрева | 9 мин |

Результаты работы программы в области больших сечений

| Выбор проводников по условию нагрева | |
|---|---------------------|
| Расчетная нагрузка | 186 А |
| Коэффициент расчетной нагрузки | 2 |
| Выбранное сечение | 120 мм ² |
| Постоянная времени нагрева | 36 мин |
| Длительно допустимый ток | 200 А |
| Выбор проводников с учетом постоянной времени нагрева | |
| Уточненное сечение | 95 мм ² |
| Длительно допустимый ток | 186 А |
| Постоянная времени нагрева | 36 мин |

Как видно из табл. 1, в области малых нагрузок полученные с помощью программы значения расчетного тока меньше длительно допустимого тока проводника, а в области больших нагрузок (табл. 2) больше. Стоит отметить, что это происходит за счет уточнения расчетной нагрузки. В области малых нагрузок постоянная времени нагрева менее 10 мин, и это ведет к завышению расчетного тока. Так как ток увеличился, нужно увеличить и сечение. В области больших нагрузок происходит совершенно противоположное. Таким образом, при выборе сечения проводников систем электроснабжения без учета постоянной времени нагрева, в области малых нагрузок, их значение занижено и это приведет к ускоренному износу проводников (изоляция) и увеличению аварийности, а в области больших нагрузок завышенное значение ведет к увеличению капитальных затрат.

В некоторых случаях при уточнении сечения итерационный процесс расходится, очевидно, что нужно принимать большее значение сечения (реализовано в программе, выводится соответствующее сообщение). В данном направлении ведутся исследования для исключения данного случая.

Таким образом, учет постоянной времени нагрева токоведущих элементов систем электроснабжения позволяет уточнить сечение, что способствует более надежному, экономичному и безопасному электроснабжению.

Литература

1. Колесник, Ю. Н. Способ учета постоянной времени нагрева при выборе проводников и их согласовании с защитным аппаратом / Ю. Н. Колесник, Д. С. Смягликов // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. - 2004. - № 3-4.
2. Рунов, Ю. А. Электроснабжение промышленных и сельскохозяйственных предприятий : курсовое и диплом, проектирование / Ю. А. Рунов. - Минск : Ураджай, 1998. - 270 с.
3. Ермилов, А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А. А. Ермилов. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоатомиздат, 1983. - 208 с.: ил.