

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В РАСЧЕТАХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Рудченко Ю. А. – к. т. н., доцент кафедры «Электроснабжение»,
УО Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого,
г. Гомель, Республика Беларусь

Аннотация: рассмотрены особенности моделирования электрических нагрузок потребителей частного жилого фонда при выполнении расчетов режимов работы электрических сетей напряжением 0,4кВ. Предложено нагрузку представлять активным и реактивным сопротивлениями, вольт-амперную характеристику (ВАХ) этих сопротивлений считать линейной, применять для расчета прямой метод.

Ключевые слова: моделирование, электрическая нагрузка, бытовые потребители, расчет режима.

FEATURES OF MODELING ELECTRICAL LOAD IN CALCULATIONS OF OPERATING MODES OF THE ELECTRIC NETWORK

Annotation: the features of modeling electrical loads of private residential consumers when performing calculations of operating modes of electrical networks with a voltage of 0.4 kV are considered. It is proposed to represent the load by active and reactive resistances, consider the current-voltage characteristic of these resistances to be linear, and use the direct method for calculation.

Keywords: modeling, electrical load, household consumers, mode calculation.

В рамках НИР по разработке методики оценки пропускной способности электрических сетей 0,4 кВ в условиях роста электропотребления бытовых потребителей частного жилого фонда требовалось разработать программное обеспечение для автоматизации расчетов режимов работы сети, для чего было необходимо выполнить моделирование электрических нагрузок потребителей.

Известно [1] несколько способов представления электрической нагрузки в расчетах режимов работы электрических сетей: мощностью нагрузки и сопротивлением нагрузки.

При моделировании нагрузки первым способом активная и реактивная мощности нагрузки могут задаваться в виде, так называемых, статических характеристик нагрузки, т. е. зависимостью от напряжения

$$P = P_n \cdot \left(\alpha_P \cdot \left(\frac{U}{U_n} \right)^2 + \beta_P \cdot \left(\frac{U}{U_n} \right) + \gamma_P \right),$$

$$Q = Q_n \cdot \left(\alpha_Q \cdot \left(\frac{U}{U_n} \right)^2 + \beta_Q \cdot \left(\frac{U}{U_n} \right) + \gamma_Q \right),$$

где P_n, Q_n – номинальные значения активной и реактивной мощности нагрузки; U_n – номинальное напряжение нагрузки или сети; α, β, γ – аппроксимирующие коэффициенты.

Для упрощения расчетов принимают, что мощность нагрузки не зависит от напряжения и является постоянной величиной. Вольт-амперная характеристика такой нагрузки имеет нелинейную зависимость, значение тока обратно пропорционально напряжению. Исследования показали, что у потребителей электроэнергии частной жилой застройки нет электроприемников с подобной характеристикой.

При втором способе представления нагрузки она задается активным и реактивным значениями сопротивления.

Для трехфазной нагрузки

$$R_n = \frac{3 \cdot U_n^2}{P_n}, \quad X_n = \frac{3 \cdot U_n^2}{Q_n},$$

для однофазной

$$R_n = \frac{U_n^2}{P_n}, \quad X_n = \frac{U_n^2}{Q_n}.$$

В расчетах часто пренебрегают возможными изменениями сопротивления нагрузки, считая его величиной постоянной. Вольт-амперная характеристика такой нагрузки линейна, значение тока нагрузки пропорционально напряжению. Проведенные исследования показали, что к бытовым электроприемникам, имеющим подобную характеристику, относятся различные электронагревательные приборы (электрочайник, электроплиты, электрообогреватели, утюг и т.п.), а также бытовые приборы с коллекторным двигателем (кухонные комбайны, блендеры, миксеры, пылесосы, электрические газонокосилки, ручной инструмент для ремонта и т.п.).

Такой подход дает возможность применения прямых методов расчета электрической сети, погрешность которых определяется лишь корректностью (точностью) исходных данных.

Для выбора метода расчета электрической сети 0,4 кВ частной жилой застройки были выделены их основные особенности, достоинства и недостатки, проведен их анализ. В результате было принято решение использовать прямой метод, что повлечет за собой необходимость линеаризации вольт-амперной характеристики нагрузки, что в свою очередь приведет к появлению погрешности расчета режима работы электрической сети.

Для оценки величины погрешности расчета вызванной линеаризацией вольт-амперной характеристики нагрузки было проведено экспериментальное определение зависимости сопротивлений нагрузки от напряжения для

ряда бытовых электроприемников. Было сделано предположение, что в вечерний максимум нагрузки могут работать одновременно: 1 обогреватель, 2 холодильника, 2 компьютера, 2 вентилятора, 1 микроволновая печь, 1 лампа накаливания, 1 люминесцентный светильник, 6 светодиодных светильников, 1 чайник, 1 утюг, 2 ноутбука, 2 телевизора, 1 электроплита и 1 пылесос. На рис. 1 показаны зависимости отклонения от номинального значения сопротивления (активного и реактивного) указанной нагрузки от напряжения сети, полученные с использованием математического пакета MathCAD.

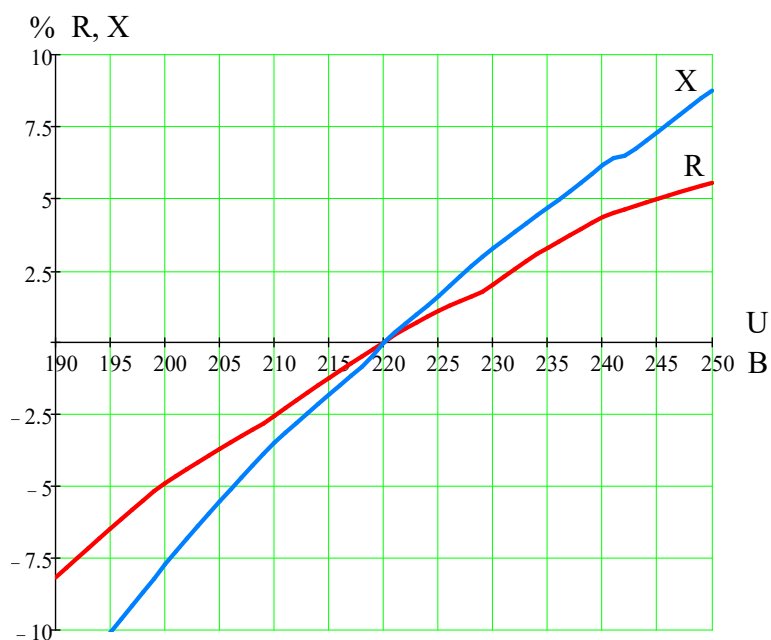


Рисунок 1 – Зависимость отклонения от номинального значения активного R и реактивного X сопротивлений нагрузки потребителя от напряжения сети

Анализ графиков (приведенных на рисунке) показывает, что в пределах допустимого отклонения напряжения ($\pm 10\%$), сопротивление нагрузки изменяется примерно на 5% от номинального значения, что можно считать допустимым для проведения линеаризации ее ВАХ. Таким образом, при расчетах режима работы электрической сети $0,4$ кВ частного жилого фонда, можно представить электрическую нагрузку бытовых потребителей в виде активного и реактивного сопротивлений и считать ВАХ нагрузки линейной, что позволит использовать прямые методы расчета.

Список литературы

1. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В. И. Идельчик. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.