

СЕКЦИЯ VIII

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ

КОРРЕКТИРОВКИ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ НАГРЕВА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАСЧЕТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

И. В. Алексеева

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

Научный руководитель А. Г. Ус, канд. техн. наук, доцент

Одним из важных этапов при проектировании систем электроснабжения потребителей является правильное определение расчетных электрических нагрузок, являющихся условными нагрузками эквивалентным ожидаемым изменяющимся нагрузкам по наиболее тяжелому тепловому воздействию: максимальной температуре нагрева проводника или тепловому износу его изоляции.

Расчетная электрическая нагрузка от группы трех и более электроприемников всегда меньше суммы номинальных мощностей этих приемников. Это объясняется неполным использованием их по мощности и времени, одновременностью их работы в период эксплуатации.

От правильной оценки ожидаемых электрических нагрузок зависит степень капиталовложений при организации электроснабжения. Завышение ожидаемых нагрузок ведет к удорожанию строительства, перерасходу материалов, неоправданному увеличению питающих мощностей.

Занижение нагрузок либо проектирование электроснабжения без учета перспективного роста мощности производства может привести к дополнительным потерям мощности, перегрузке оборудования либо к необходимости кардинальной перестройки системы электроснабжения.

Для определения расчетных нагрузок при проектировании систем электроснабжения одним из основных, применяемых в настоящее время, является метод упорядоченных диаграмм показателей графиков электрических нагрузок. Особенно характерными в этом плане являются системы электроснабжения промышленных предприятий.

К наиболее важным проблемам функционирования электроэнергетического хозяйства промышленных потребителей относятся выход из строя элементов электроснабжения и низкая их загрузка. Причем затраты на элементы электроснабжения часто недостаточно обоснованы. Одной из причин этого является недостаточно точное определение электрических нагрузок на данные элементы при их выборе. Поэтому учет дополнительных факторов, оказывающих влияние на формирование электрической нагрузки, является весьма актуальной задачей.

Поскольку процесс нагрева токоведущих частей определяется не только величиной нагрузки, но и продолжительностью нагрева их до установившейся температуры, последнюю целесообразно учитывать при выборе элементов систем электроснабжения. На практике данным периодом является величина, равная утроенному значению постоянной времени нагрева (T_0) токоведущих частей: $T_{\text{укр}} = 3T_0$.

При определении расчетной электрической нагрузки согласно методу упорядоченных диаграмм постоянная времени нагрева T_0 электрической сети учитывается в коэффициентах расчетной нагрузки K_P , определяемых дифференцированно на каждом уровне системы электроснабжения.

В рамках темы предлагаем для решения данной задачи способ, основанный на следующем итерационном алгоритме:

1. По расчетному току I_P исходя из условия нагрева по справочнику выбирается проводник сечением $F_{(0)}$, для которого определяется постоянная времени нагрева.

2. Пересчитывается коэффициент расчетной нагрузки K_P с учетом полученной постоянной времени нагрева относительно начальной постоянной времени нагрева ($T_{0(0)} = 10$ мин) по известной формуле

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

3. Уточняется исходный расчетный ток по формуле

$$I_{P(i)} = I_{P(i-1)} \frac{K_{P(i)}}{K_{P(i-1)}}. \quad (2)$$

4. По уточненному значению расчетного тока $I_{P(i)}$ исходя из условия нагрева выбирается проводник сечением (i). Если выбранные сечения на текущей и предыдущей итерации не совпадают (например, при первой итерации $F_{(0)} \neq F_{(i)}$), то расчет повторяют по пп. 2–4 до тех пор, пока итерационный процесс не сойдется ($F_{(i-1)} = F_{(i)}$).

Алгоритм предполагает, что после нескольких итераций расчетная нагрузка группы электроприемников будет соответствовать длительно допустимому току проводника с его реальной постоянной времени нагрева T_0 .

Необходимо отметить, что при некоторых исходных значениях расчетного тока (I_P) и коэффициента расчетной нагрузки (K_P) итерационный процесс не сходится. Например, необходимо выбрать провод с резиновой изоляцией при открытой прокладке в цеховой электрической сети, используя следующие результаты определения расчетной нагрузки при $T_0 = 10$ мин: $I_P = 250$ А, $K_P = 3$.

По условию нагрева по справочнику принимаем провод сечением $F = 95$ мм², $I_{д. доп} = 255$ А, $T_0 = 18,4$ мин.

Пересчитываем коэффициент K_P с учетом постоянной времени нагрева выбранного провода:

$$K_{P(i)} = 1 + \frac{K_P - 1}{\sqrt{\frac{3T_0}{3 \cdot 10}}} = 1 + \frac{3 - 1}{\sqrt{\frac{3 \cdot 18,4}{3 \cdot 10}}} = 2,47. \quad (3)$$

Уточняем исходный расчетный ток I_P :

$$I_{P(i)} = I_P + \frac{K_{P(1)}}{K_P} = 255 \cdot \frac{2,47}{3} = 205,8 \text{ А}. \quad (4)$$

Используя уточненное значение расчетного тока I_p (1), выбираем проводник сечением $F_{(1)} = 70 \text{ мм}^2$; $I_{\text{д.доп}} = 210 \text{ А}$; $T_0 = 15 \text{ мин}$.

Поскольку $F_{(1)} \neq F_{(0)}$, расчет продолжаем:

$$K_{P(2)} = 1 + \frac{2,47 - 1}{\sqrt{\frac{3 \cdot 15}{3 \cdot 18,4}}} = 2,63; \quad I_{P(2)} = 205,8 + \frac{2,63}{2,47} = 219,1 \text{ А}.$$

Далее, на основе уточненного расчетного тока выбираем проводник $F_{(2)} = 95 \text{ мм}^2$.

Дальнейшим расчетом можно убедиться, что выбираемое сечение с каждым шагом будет колебаться между значениями 70 и 95 мм^2 и итерационный процесс сходиться не будет.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что в области малых сечений, как правило, требуется увеличение сечения проводника. Поэтому уточнение расчетной нагрузки и увеличение сечения позволяют повысить надежность электропитания. В области больших сечений и больших значений коэффициента расчетной нагрузки, наоборот, возможно уменьшение сечения проводника и, следовательно, затрат на электропитание. Таким образом, при больших значениях K_p выбор сечений по условию нагрева крайне целесообразно осуществлять с учетом реальной постоянной времени нагрева токоведущих элементов.