

возможно сэкономить до 30 % электроэнергии по сравнению с питанием от электромагнитного ПРА и в шесть раз по сравнению с лампой накаливания; повысить на 20 % светоотдачу; увеличить срок службы на 20 % и более. При этом гарантируется мгновенное включение, ровный, без мерцаний свет, отсутствие стробоскопического эффекта.

Еще одним современным источником света является натриевая лампа высокого давления ДНаТ. Лампы типа ДНаТ и ртутные лампы высокого давления ДРЛ по своим техническим характеристикам и сферам применения очень схожи. Однако при одинаковом световом потоке и сроке службы лампы ДНаТ потребляют примерно на 30 % меньше электроэнергии. Кроме того, ДНаТ не теряют своих светотехнических характеристик в процессе эксплуатации.

Широкий перечень энергосберегающего светотехнического оборудования выпускают целый ряд промышленных предприятий Республики: Белорусское оптико-механическое объединение, Брестский электроламповый завод, Лидский завод электроизделий, НПО «Интеграл» и др. Их продукция в ряде случаев комплектуется галогенными лампами, усовершенствованными люминесцентными лампами, ЭПРА.

Для более успешного решения проблемы энергосбережения в Республике за счет применения энергосберегающих светотехнических устройств требуется расширять номенклатуру их изделий, повышать надежность и уменьшать стоимость.

УДК 621.316

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРИ НЕТОЧНЫХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Кирснэ А.Ю.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор АНИЩЕНКО В.А.

Оптимальность параметров проектируемых систем электроснабжения зависит от достоверности исходных данных, в первую очередь – расчетных электрических нагрузок. В условиях неопределенности, когда нет большой уверенности в той или иной тенденции изменения нагрузки, целесообразно в ряде случаев перейти от точечной оценки расчетной нагрузки S_p к ее интегральной оценке $S_p + \Delta S_p$. В такой постановке на стадии первоначального выбора отдельных элементов и схемы системы электроснабжения в целом учитывается возможная вариация нагрузки в диапазоне $2\Delta S_p$.

Рассмотрим задачу выбора мощности одностранформаторной цеховой подстанции, питающей потребителей III категории и не связанной взаимным резервированием на вторичном напряжении с другими подстанциями. В этом случае загрузка трансформатора β_T может быть принята равной 0,95. Выбор производим на основе сравнения суммарных приведенных затрат двух смежных по стандартной шкале мощностей трансформаторов вариантов

$$\begin{aligned} Z_i &= E_H K_i + C_i; \\ Z_{i-1} &= E_H K_{i-1} + C_{i-1} + Y, \end{aligned} \quad (1)$$

где Z_i и Z_{i-1} – затраты по вариантам с трансформаторами соответственно большей и меньшей мощности;

K_i и K_{i-1} – единовременные капитальные затраты;

C_i и C_{i-1} – постоянные ежегодные эксплуатационные расходы по тем же вариантам;

E_H – нормативный коэффициент экономической эффективности;

Y – ущерб, вызванный ожидаемым вынужденным отключением части потребителей из-за длительного превышения фактической нагрузки номинальной мощности трансформатора S_H .

Величину ущерба предлагается определять по формуле

$$Y = y_0 \Delta W_{отк}, \quad (2)$$

где y_0 – удельный ущерб, обусловленный предполагаемым вынужденным отключением части потребителей, руб/кВт·ч;

$\Delta W_{отк}$ – ожидаемая величина годового недоотпуска электроэнергии, кВт·ч.

Поскольку ожидаемая величина недоотпуска электроэнергии связана с превышением текущей нагрузки расчетной активной мощности трансформатора P_p (кВт), то для ее расчета используем следующую формулу

$$\Delta W_{отк} = P_p T_{отк}, \quad (3)$$

где $T_{отк}$ – ожидаемая средняя величина времени отключения трансформатора в году, зависящая от числа часов его работы в году T_B (ч), и от вероятности q превышения текущей нагрузки значения расчетной мощности.

Расчет вероятности превышения нагрузки расчетного значения будем производить на основании нормального закона распределения нагрузки.

Полная расчетная нагрузка с учетом загрузки трансформатора β_T определяется по формуле

$$S_p = S_H \beta_T.$$

Расчетная активная нагрузка рассчитывается по формуле

$$P_p = S_p \cos \varphi.$$

Принимая расчетное значение P_p равным максимальной активной нагрузке P_{max} , определяем среднегодовое потребление электроэнергии W_c (кВт·ч),

$$W_c = P_{max} T_{max},$$

где T_{max} – время использования максимальной нагрузки, ч.

Тогда среднегодовая потребляемая мощность P_c (кВт),

$$P_c = \frac{W_c}{8760},$$

где 8760 – число часов в году, ч.

Среднеквадратическое отклонение от среднего значения мощности σ , кВт, находим по формуле

$$\sigma = P_c \sqrt{k_f^2 - 1},$$

где k_f – коэффициент формы графика нагрузки, изменяющийся в пределах 1,05–1,2.

Верхнюю границу среднегодовой мощности $P_{св}$ (кВт), определяем по формуле

$$P_{св} = P_c + \beta \sigma,$$

где $\beta = 3$ – принятая согласно правилу "трех сигм" кратность меры рассеяния фактической нагрузки относительно среднегодовой мощности.

Тогда вероятность нахождения фактической нагрузки в диапазоне от максимального расчетного значения P_p до верхней границы среднегодовой мощности $P_{св}$ определяется соотношением

$$q(P_p < P < P_{cB}) = \int_{P_c}^{P_{cB}} f(p) dP - \int_{P_c}^{P_p} f(p) dP.$$

Время вынужденного отключения трансформатора в году рассчитаем по формуле

$$T_{отк} = T_B q(P_p < P < P_{cB}).$$

Далее по формулам (2) и (3) определяем величину годового ущерба и рассчитываем согласно (1) приведенные затраты для смежных мощностей трансформаторов. На основании полученных приведенных затрат можно, принимая в качестве расчетной нагрузки верхнее значение ее интегральной оценки $S_p + \Delta S_p$ и в зависимости от величины ΔS_p формируем шкалу коэффициентов загрузки трансформаторов. В таблице 1 приведены результаты расчетов для следующих исходных данных: $T_{max} = 4500$ ч, $T_B = 4500$ ч, $k_c = 0,75$, $k_u = 0,572$, $y_0 = 1,3$ руб/кВт·ч, $\cos \phi = 0,7$.

Таблица 1. Результаты расчета

S_H , кВА	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	6300	
Предлагаемая шкала коэффициентов загрузки трансформаторов β_T											
Вариация ΔS_p , %	0	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94
	10	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,84
	20	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,75

Таким образом, переход от используемой в настоящее время при проектировании точечной оценки расчетной мощности к ее интегральной оценке приводит к увеличению мощностей выбираемых трансформаторов.

УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ТАРИФОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Евстафьев А.М., Сокольников А.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент КОЗЛОВСКАЯ В.Б.

В режимной практике взаимодействия энергосистем и потребителей долгое время управление электропотреблением рассматривалось как управление дефицитом мощности. В связи с этим в энергосистемах накоплен большой опыт управления электрическими нагрузками потребителей путем их ограничения в часы максимальных нагрузок энергосистем и в случаях возникновения дефицита мощности или энергии. В такой постановке вопрос о режимном взаимодействии энергосистемы и потребителей электроэнергии не ставился, поскольку энергосистема волевым решением заставляла потребителей снижать нагрузки до требуемого уровня. При этом никакого стимулирования по выполнению этих мероприятий не предполагалось.

Рост цен на импортируемый из России природный газ явился главной причиной роста себестоимости производства электроэнергии в Беларуси, вследствие чего растут тарифы на электроэнергию, отпускаемую потребителям. Кроме того, в республику осуществляется частичный импорт электроэнергии, причем цены на нее и объемы ее получения зависят от времени суток, а нарушение графика импорта влечет за собой штрафы.