

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РАЗОМКНУТОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 10 КВ РЭС «К»

Зубель А.В.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор ФУРСАНОВ М.И.

Выполнено проектирование развития разомкнутой электрической сети 10 кВ района «К». Общая характеристика сети: 6 понижающих питающих подстанций с 41 отходящими распределительными линиями (РЛ) суммарной протяжённостью 626,25 км и установленной трансформаторной мощностью 59 180 кВА.

Расчёты проводились с использованием программного обеспечения, разработанного на кафедре «Электрические системы» БНТУ [1].

Апробация основных этапов проектирования производилась на примере схемы отдельной распределительной линии, приведенной на рисунке 1.

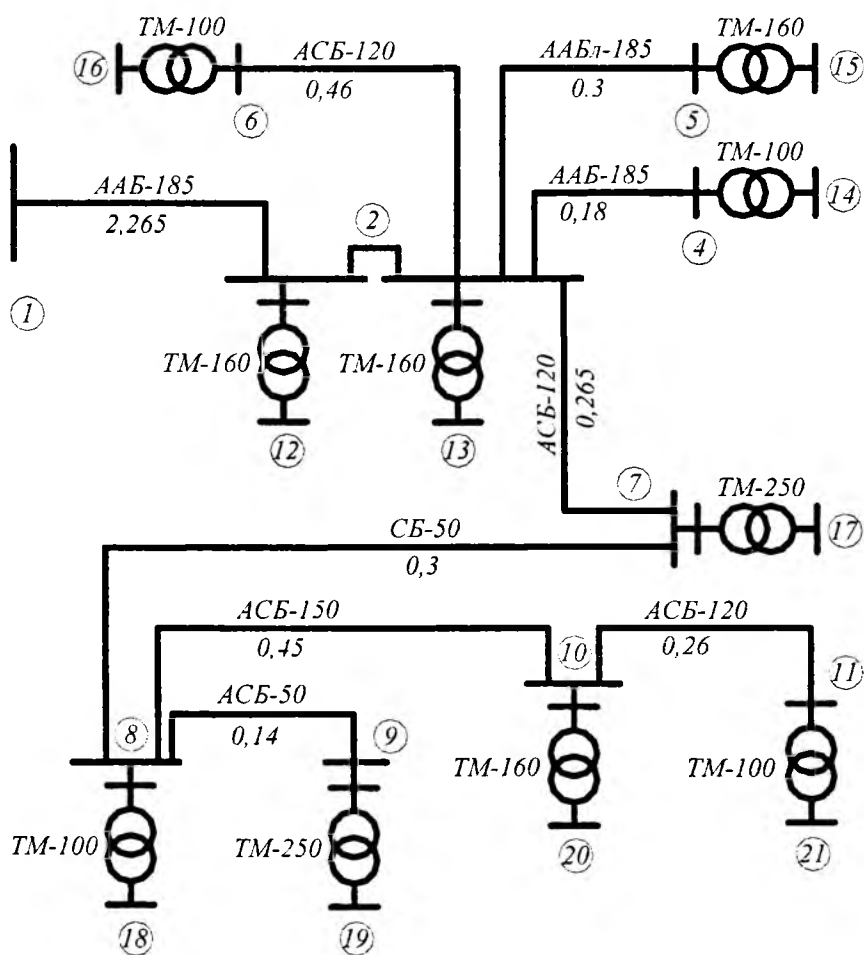


Рисунок 1. Схема распределительной линии 10 кВ

В процессе реконструкции и проектирования развития разомкнутых электрических сетей приходится определять число и месторасположение центров питания, радиусы действия и сечения проводов воздушных линий, мощности трансформаторов понижающих подстанций и другие характеристики сети. Данные задачи носят технико-экономический характер, т. е. в качестве целевой функции следует принимать минимум

стоимости передачи электроэнергии при соблюдении условий по техническим ограничениям. Эти задачи усложняются тем, что распределительную сеть 6–20 кВ необходимо рассматривать только в динамике, как постоянно развивающуюся вследствие естественного прироста электропотребления. Это обуславливает необходимость разработки плана предстоящих работ по реконструкции и развитию сети на текущее пятилетие. Прежде всего, в него должны быть включены пространственно-временные координаты замены проводов и мощностей трансформаторов на более оптимальные значения с оценкой экономической эффективности данных мероприятий.

Основным фактором, ограничивающим пропускную способность распределительных сетей, служат допустимые потери напряжения. Стоимость серийно выпускаемого для этих сетей оборудования относительно не велика. Поэтому экономические интервалы сечений проводов и мощностей трансформаторов находятся около или за пределами технических ограничений. Например, при радиусе действия сети 10 кВ порядка 15 км и наличии на ответвлениях участков со стальными проводами режиму с допустимыми потерями напряжения соответствует плотность тока 0,3–0,5 А/мм², что значительно ниже экономической. Экономическая загрузка трансформаторов в большинстве случаев находится за пределами номинальной, тогда как по условиям их допустимой нагрузочной способности она составляет 1,6–1,7 от номинальной.

В рассмотренных условиях реализация задач выбора оптимального сечения провода или мощности трансформатора при известном законе ежегодного прироста нагрузок не является простой. Оптимальное решение будет в том случае, если в процессе предстоящей реконструкции сети предполагать замену выбираемого параметра на другой, более оптимальный, т. е. исследовать спектр параметров с учётом дополнительных затрат на развитие сети в процессе её эксплуатации. Эффективных алгоритмов решения таких задач пока нет. В то же время, по предварительным оценкам, их осуществление позволяет получить дополнительный экономический эффект порядка 25 у.д.е. в год на один километр линии и 100 у.д.е. в год на каждый трансформатор по сравнению с известными методами выбора сечений проводов воздушных линий и мощностей трансформаторов.

В процессе эксплуатации распределительных электрических сетей возникает необходимость замены трансформаторов на понижающих подстанциях 6–20/0,38 кВ. Она выполняется в следующих случаях:

- при перегрузке трансформаторов;
- по экономическим условиям, при низком коэффициенте использования установленной трансформаторной мощности (исследования показывают, что уже при загрузке трансформатора в максимум нагрузки менее 40 % целесообразна его замена на трансформатор меньшей мощности);
- при повреждении установленных трансформаторов (обрыв цепи, пробой изоляции и другие неисправности).

На основании полученных данных были определены теоретические оптимальные уровни потерь электроэнергии для режима с минимальной стоимостью передачи электроэнергии. По этим данным построена зависимость стоимости передачи электроэнергии в функции ее загрузки (рисунок 2).

Анализ результатов показал, что для распределительной линии 10 кВ резерв по снижению технических потерь электроэнергии определяется по формулам

$$\delta(\Delta W_{ХТ}^0)\% = \Delta W_{ХТ}\% - \Delta W_{ХТ}^0\%;$$

$$\delta(\Delta W_{НТ}^0)\% = \Delta W_{НТ}\% - \Delta W_{НТ}^0\%;$$

$$\delta(\Delta W_{НЛ}^0)\% = \Delta W_{НЛ}\% - \Delta W_{НЛ}^0\%;$$

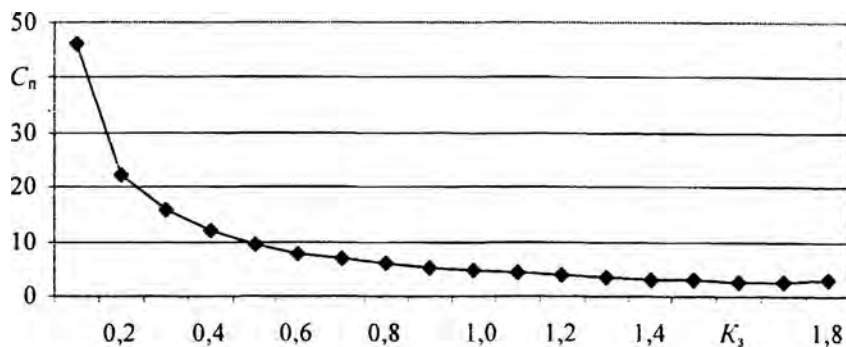


Рисунок 2. Зависимость стоимости передачи электроэнергии в функции ее загрузки

$$\delta(\Delta W)\% = \Delta W\% - \Delta W^0\% ;$$

$$\delta(\Delta W) = \frac{\delta(\Delta W)\%W_p}{100} ;$$

$$\delta(B) = \delta(\Delta W)b ,$$

где $\Delta W_{ХТ}$ – условно-постоянные потери электроэнергии в стали трансформаторов;

$\Delta W_{ХТ}^0$ – то же, в оптимальном режиме;

$\Delta W_{ХТ}\%$ – то же в процентах;

$\Delta W_{НТ}$ – переменные (нагрузочные) потери в трансформаторах;

$\Delta W_{НЛ}$ – нагрузочные потери в линиях;

ΔW – суммарные потери в схеме РЛ;

$\delta(B)$ – экономия топлива;

b – удельный расход топлива, кг/кВт·ч.

Резерв по снижению технических потерь электроэнергии составляет:

$$\delta(\Delta W_{ХТ}^0)\% = 5,24 - 1,30 = 3,94 \%;$$

$$\delta(\Delta W_{НТ}^0)\% = 0,43 - 1,34 = -0,91 \%;$$

$$\delta(\Delta W_{НЛ}^0)\% = 0,17 - 0,53 = -0,36 \%;$$

$$\delta(\Delta W)\% = 5,84 - 3,17 = 2,67 \%;$$

$$\delta(\Delta W) = \frac{2,67 \cdot 398,41}{100} \cdot 10^3 = 10\,518,024 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$\delta(B) = 10\,518,024 \cdot 317 = 3,334 \text{ т у.т.},$$

где $b = 317$ г у.т. /кВт·ч взят для Лукомльской ГРЭС.

Это обстоятельство позволяет судить о возможности и необходимости снижения потерь электроэнергии для конкретной сети, что является важным аспектом при рассмотрении вопросов эксплуатации сетей.

С целью достижения уровня потерь в распределительной линии было произведено внедрение некоторых мероприятий по снижению потерь. Анализ показал, что при загрузке трансформаторов на понижающих подстанциях 10/0,38 кВ менее 30 % экономически целесообразна их замена на трансформаторы меньшей мощности.

Литература

1. Фурсанов, М.И. Определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем. – Минск: УВИЦ при УП «Белэнергосбережение», 2005. – 207 с.