

УДК 621.3.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ В Н.П. ПОР-ИСКИТИМ ПРОМЫШЛЕННОВСКОГО РАЙОНА КЕМЕРОВ- СКОЙ ОБЛАСТИ**

В. В. Чудов, студент, гр. ЭПБз162, III курс  
Научный руководитель: И.Н. Паскарь, старший преподаватель  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, филиал в г. Кемерово  
г. Кемерово

Современный мир нельзя представить без энергетической системы, в которой силовой трансформатор является неотъемлемым звеном в этой цепочке. При применении трансформаторов, потеря электрической энергии неизбежна. Для снижения потерь необходимо выполнение мероприятий по оптимизации загрузки трансформаторов.

При работе трансформатора существует два вида потерь, потери холостого хода и нагрузочные потери. Потери холостого хода, когда нагрузка вторичной обмотки отсутствует или ее значение очень мало. Средний срок службы силовых трансформаторов составляет 25 лет, поэтому использование трансформатора с низкой загрузкой является не рентабельным. Чтобы трансформатор окупился, он должен работать в полную силу, такому режиму характерны нагрузочные потери, нагрузка близка предельной допустимой. При повышенной нагрузке увеличивается температура обмоток, что сказывается на старении изоляции и приводит к преждевременному выходу оборудования из строя. При высоких современных ценах на силовые трансформаторы недопустимо использовать их в перегруженных режимах. Наиболее оптимальным коэффициент загрузки находится в пределах 60-80%. [2]

Для определения загрузки необходимо производить снятие замеров по низшей стороне трансформатора 10/0,4 кВ, в часы «пика нагрузки», по потребителям, в дни с более низкой температуры. После чего проводится анализ на предмет выявления трансформаторов, имеющих загрузку менее 30 %, а также предельно нагруженных трансформаторов с загрузкой более 80 %. На основе проведенного анализа составляется перечень выявленных предельно нагруженных и недогруженных трансформаторов. Если трансформатор недогружен, то в будущем рассматриваются варианты присоединения вновь подключенных абонентов, или разрешение увеличения мощности потребителя. Трансформаторы, загруженные частично разгружают при возможности подключения части потребителей к сетям подстанции с недогруженным трансформатором. Так же оптимизация возможна при установке дополнительной трансформаторной подстанции, что не является экономически эффективным. [3, п.7]

Мы рассмотрим метод оптимизации путем перестановки силовых трансформаторов, экономически выгодно, не требующий дополнительных материальных затрат на дополнительное оборудование с уменьшением потерь электроэнергии.[3,п.7]

Сначала необходимо сформировать перечень предельно нагруженных и недогруженных трансформаторов. Затем определяются все возможные варианты перестановки по принципу: пара недогруженный трансформатор большей мощности и перегруженный трансформатор меньшей мощности.

Для каждой пары необходимо рассчитать экономический эффект от замены.

Определяем нагрузочные потери в каждом трансформаторе:

$$\Delta W_n = \Delta P_{кз} \cdot \beta^2 \cdot T.$$

Затем необходимо определить загрузку каждого из переставляемых трансформаторов по формуле:

$$\beta' = \frac{P_{уст} \cdot \beta}{P'_{уст}},$$

где  $\beta$  – загрузка заменяемого трансформатора, %;  $\beta'$  – загрузка заменяющего трансформатора, %;  $P_{уст}$  – установленная мощность заменяемого трансформатора, кВА;  $P'_{уст}$  – установленная мощность заменяющего трансформатора, кВА.

Далее необходимо оценить возможность эксплуатации силового трансформатора с заданным уровнем загрузки (загрузка более 80 % неэффективна, а более 100 % – недопустима) и рассчитать нагрузочные потери после проведения перестановки.

Исходные данные для расчета

№ тр-ра	Уст.мощность тр-ра, кВА	Потери короткого замыкания, $\Delta P_{кз}$ , кВт	Потери холостого хода, $\Delta P_{хх}$ , кВт	Загрузка тр-ра, %
50	100	1,9	0,56	97
51	250	3,7	0,7	12
61	160	2,6	0,45	41
63	250	3,7	0,7	81
199	63	1,4	0,23	68
396	250	3,7	0,7	74
448	160	1,60	0,45	78
488	100	1,9	0,56	76

Как видно из таблицы, наиболее загруженным является трансформатор № 50. Его необходимо поменять местами с одним из недогруженных трансформаторов. Недогруженными являются 51 и 396. Предположим, что все представленные трансформаторы являются, на приблизительно одинаковой географической удаленности друг от друга и приоритетов замены по данному принципу нет.

Для каждого из выбранных трансформаторов (50-го, 51-го и 396-го) необходимо рассчитать нагрузочные потери до замены.[3,п.7][2]

$$\Delta W_{H50} = \Delta P_{K350} \cdot \beta_{50}^2 \cdot T = 1,9 \cdot 0,97^2 \cdot 720 = 1287 \text{ кВт} \cdot \text{ч/мес}$$

$$\Delta W_{H51} = \Delta P_{K351} \cdot \beta_{51}^2 \cdot T = 3,7 \cdot 0,12^2 \cdot 720 = 38 \text{ кВт} \cdot \text{ч/мес}$$

$$\Delta W_{H61} = \Delta P_{K361} \cdot \beta_{61}^2 \cdot T = 2,6 \cdot 0,45^2 \cdot 720 = 379 \text{ кВт} \cdot \text{ч/мес}$$

Затем определяется нагрузка заменяемых трансформаторов после проведения замены для каждого из ее вариантов:

$$\beta'_{50(51)} = \frac{P_{ycm50} \cdot \beta_{50}}{P_{ycm51}'} = \frac{100 \cdot 0,93}{250} = 37\%$$

где  $\beta'_{50(51)}$  – нагрузка Т50 после его перестановки с Т51;

$$\beta'_{50(61)} = \frac{P_{ycm50} \cdot \beta_{50}}{P_{ycm61}'} = \frac{100 \cdot 0,93}{160} = 58\%$$

$$\beta'_{51(50)} = \frac{P_{ycm51} \cdot \beta_{51}}{P_{ycm50}'} = \frac{250 \cdot 0,12}{100} = 30\%$$

$$\beta'_{51(61)} = \frac{P_{ycm51} \cdot \beta_{51}}{P_{ycm61}'} = \frac{250 \cdot 0,12}{160} = 18\%$$

$$\beta'_{61(50)} = \frac{P_{ycm61} \cdot \beta_{61}}{P_{ycm50}'} = \frac{160 \cdot 0,41}{100} = 65\%$$

$$\beta'_{61(51)} = \frac{P_{ycm61} \cdot \beta_{61}}{P_{ycm51}'} = \frac{160 \cdot 0,41}{250} = 26\%$$

Из расчетов видно, что перестановкой трансформаторов между собой эффективности можно достичь лишь при замене трансформатора 50 и 61 между собой, так как нагрузка их колеблется в пределах 60% - 80%.

На основании проведенного анализа производится согласование уменьшения или увеличения мощностей, закладываются планы на следующий год для проведения работ по оптимизации размещения трансформаторов и в конечном итоге изменяются схемы распределительных сетей.

#### Список литературы

1. Онлайн Электрик [Электронный ресурс]: Онлайн расчеты электрических систем. – 2008-2019. <http://www.online-electric.ru>
2. Воротницкий, В.Э. Нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях: результаты, проблемы, пути решения.[Текст] / В.Э. Воротницкий // Новости электротехника. -2018. 5(113)-6(114)
3. Паскарь И.Н. Методы оптимизации в энергетике [Текст] / И.Н. Паскарь.; КУЗГТУ, 2018. -85 с.