

ПАРАМЕТРЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ НАГРУЗКАХ

Показано, як змінюються оптимальні за критерієм "зведені витрати" значення діаметра стрижня, густини струму та теплового навантаження обмоток в залежності від характеру навантажень розподільчих трансформаторів, що має враховуватися при їх проектуванні.

Показано, как изменяются оптимальные по критерию «приведенные затраты» значения диаметра стержня, плотности тока и тепловой нагрузки обмоток в зависимости от характера нагрузки распределительных трансформаторов, что должно учитываться при их проектировании.

Is shown as the current densities and thermal load of windings are changed optimum on a criterion of the indicated costs of significance of a diameter of a rod, depending on a character of a load of distributive transformers, that should be taken into account for want of their designing.

Рациональное использование электрооборудования - одно из приоритетных направлений реформы, проводимой в электроэнергетике, с которым связаны понятия «энергосбережение», «ресурсосбережение» в широком и наиболее правильном смысле.

Трансформатор - один из основных элементов энергетической системы, его характеристики (параметры) и надлежащая эксплуатация во многом определяют уровень технических потерь электроэнергии в сетях 0,4-110 кВ.

Решение задачи снижения затрат на трансформацию электроэнергии во многом связано с вопросами загрузки трансформаторов.

Загрузка распределительных трансформаторов (РТ) на многих предприятиях в нормальном режиме составляет 35...40 % и менее, хотя производительность технологических установок достигает и даже превышает проектные значения.

Одной из причин недоиспользования мощности трансформаторов как цеховых (6-10/0,4 кВ), так и заводских (110/6-10 кВ) подстанций является пренебрежение условиями эксплуатации трансформаторов на стадии их проектирования, хотя в действительности РТ работают с сильно различающимися графиками нагрузки.

За рубежом РТ в зависимости от предполагаемых условий эксплуатации, проектируются с разными соотношениями потерь КЗ и ХХ.

В отечественной практике проектирования при оптимизации трансформаторов обычно применяют критерий приведенные затраты [1].

Учитывая то, что цена электрической энергии, которая идет на покрытие потерь ХХ и КЗ в трансформаторе, одинакова, то вышеуказанный критерий можно представить в виде

$$Z_n = C_a + C_e \cdot (P_0 + P_n),$$

где C_a - стоимость активной части (магнитная система и обмотки); C_e - цена электрической энергии, которая идет на покрытие потерь в трансформаторе; P_0, P_n - соответственно суммарные потери в магнитной системе и нагрузочные потери (в обмотках) за определенный срок работы РТ, т. е. реальные потери, имеющие место в отдельных элементах РТ с учетом режима его работы.

Такое представление критерия не противоречит общепризнанному.

Величину P_0, P_n , определяют согласно графиков нагрузки. Такая статистика имеется практически на всех предприятиях по обслуживанию электрических сетей.

Анализ графиков нагрузки для различных потребителей позволяет систематизировать все РТ по группам, у которых время номинальных потерь t_n и включения T_v соотносятся следующим образом $K_t = t_n T_v = (0,25; 0,5; 0,75; 1,0)$.

Здесь $K_t = 0,25$ соответствует работе РТ на осветительную нагрузку жилых районов и предприятия с односменным режимом работы. РТ собственных нужд электростанций и предприятий с трехсменным режимом работы (непрерывное производство: хлебозаводы, химические производства и т.п.) работают с $K_t = 1$.

Исходя из этого, при проектировании ставится задача по определению оптимальной конструкции РТ, работающих в различных эксплуатационных условиях.

Рассматриваемые в рамках данной статьи РТ являются сетевыми понижающими, так как именно для них имеют место такие условия эксплуатации, при которых время включения составляет 8000...8600 часов в году, т.е. они постоянно включены (возбуждены).

В [2] показано, что индукцию в электротехнической стали (ЭТС) можно определить аналитически и для современных ЭТС ее значение определяется насыщением в режиме перевозбуждения. С учетом 10 %

перевозбуждения величину индукции можно принять равной 1,7 Тл. Поэтому в настоящих исследованиях величина индукции не оптимизировалась и принималась постоянной.

В [3] показано, что на основе частного критерия на обмотку, плотность тока в обмотках обратно пропорциональна $(K_t)^{0,5}$.

Расчетные исследования выполнялись для РТ одинаковой мощности, класса напряжения при заданном (постоянном) напряжении КЗ и ставили целью определить оптимальные по критерию приведенные затраты значения плотности тока j , основного геометрического размера магнитной системы - диаметра стержня D и удельной тепловой нагрузки обмоток q для каждого соотношения K_t .

Объектом исследований были выбраны РТ мощностью от 10 до 40 МВ·А (класс напряжений до 110 кВ) и РТ мощностью от 100 до 2500 кВ·А (класс напряжений 10...35 кВ). Рассматривались варианты выполнения трансформаторов как с медными, так и с алюминиевыми обмотками.

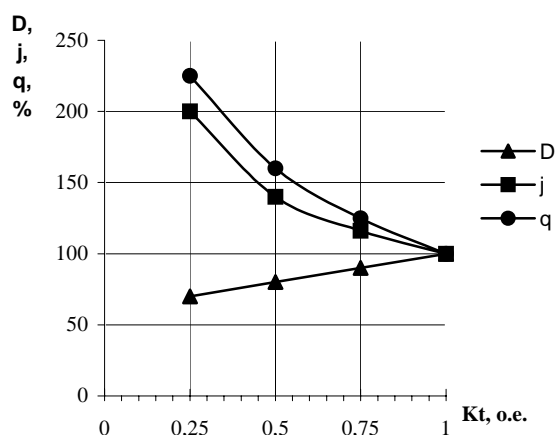


Рис. 1. Зависимость оптимальных характеристик РТ от величины загрузки

Анализ полученных результатов, приведенных на рис. 1, позволяет сделать такие выводы.

1. В рассматриваемом диапазоне изменения K_t параметры РТ изменяются следующим образом:

- величина плотности тока изменяется в 2 раза;
- диаметры стержня на три ступени по нормализованной шкале;
- тепловая нагрузка, без соответствующих мер по изменению поверхности охлаждения обмоток, изменяется значительно и примерно обратно пропорционально K_t .

2. Различные характеры нагрузки, которым соответствуют различные соотношения $K_t = t_n / T_v$ (времени номинальных потерь t_n и включения T_v трансформаторов) приводят к значительному изменению оптимальных значений плотностей токов в обмотках, и следовательно, тепловых условий, что должно учитываться

при их проектировании и определении установленной мощности на подстанциях.

3. Для экономии материальных и энергетических ресурсов при выборе установленной мощности трансформаторов на подстанциях при малых $K_t = t_n / T_v$ можно выбрать РТ с меньшей ближайшей мощностью, предусмотрев интенсификацию охлаждения при работе РТ в номинальном режиме.

Список использованной литературы

1. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 528 с.
2. Чайковский В. П., Матухно В. А., Кузьмина Е.П. Экономичное значение индукции в магнитопроводе распределительных трансформаторов // Электромашинобуд. и электрообладн. Міжвід. наук.-техн. зб. – 2004. – Вип. 62. – С. 122-124.
3. Чайковский В.П., Матухно В.А., Насыпанная Е.П. Оптимальное значение плотности тока в обмотках трансформаторов 1 и 2 габаритов // Зб. наук. праць Нац. ун-ту кораблебуд. – Миколаїв: – 2004. – № 3. – С. 64-67.

Получено 07.07.06



Чайковский Владимир Павлович, канд. техн. наук, доцент кафедры электрических машин ОНПУ, г. Одесса, пр. Шевченка, 1. служ. тел. 28-86-81



Матухно Валентин Анатольевич, ст. преподаватель кафедры электрических машин ОНПУ, г. Одесса, пр. Шевченка, 1. служ. тел. 28-86-81

Игнатенко Сергей Александрович
Студент, ОНПУ