

2. Особенно большие погрешности в тепловом расчёте возникают при замене исходного графика нагрузки двухступенчатым эквивалентным.

Литература

1. ГОСТ 14209-85. Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки. – М., 1987.
2. Боднар В.В. Нагрузочная способность силовых масляных трансформаторов. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Рунов Ю.А. Нужно ли преобразование заданного многоступенчатого графика //Электроэнергетика. – 1999. – № 1.

ИНЕРЦИОННОЕ ЗВЕНО С БОЛЬШОЙ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Д.И. Зализный, Д.М. Лось

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

Научный руководитель Рунов Ю.А.

Одна из основных проблем отечественного электроснабжения – это низкая эффективность использования по мощности силовых трансформаторов. Речь идет не только о последнем десятилетии, когда нагрузки чрезвычайно малы из-за снижения производственных мощностей предприятий, но и о более раннем периоде, когда предприятия работали на полную мощность. Даже тогда на каждый кВА передаваемой мощности устанавливали 2-3 кВА трансформаторной мощности.

Низкая эффективность использования силовых трансформаторов объясняется тем, что они эксплуатируются без надлежащего контроля их тепловых режимов и тепловая защита в них фактически отсутствует. Применяющийся сегодня прибор ТКП – 160 для контроля температуры масла в верхних слоях не дает информации о таких важнейших показателях, как температура наиболее нагретой точки (ННТ) обмотки и тепловой износ изоляции [1]. А ведь именно они определяют нагрузочную способность силовых трансформаторов.

На сегодняшний день существует ряд разработок, позволяющих контролировать температуру ННТ обмотки [2], [3], но они не нашли широкого применения из-за их низкой надежности и высокой стоимости.

Непосредственное измерение температуры ННТ обмотки осложнено, с одной стороны, тем, что обмотка находится под высоким напряжением, а с другой – тем, что датчики измеряющего устройства можно устанавливать только на этапе сборки трансформатора. Поэтому более эффективным и целесообразным является метод тепловых моделей [2]. Устройства, работающие на основе данного метода, измеряют температуру ННТ обмотки косвенно, используя для расчета тепловых параметров физико-математическую тепловую модель. Эта модель должна быть максимально приближена к реальным процессам в трансформаторе.

В процессе теоретических исследований нами была рассмотрена и усовершенствована математическая тепловая модель силовых масляных трансформаторов как системы трех однородных тел: обмотки, масла и магнитопровода, приведенная в [2]. На основе полученных расчетных соотношений разработана принципиальная схема требуемого устройства.

Его принцип действия состоит в следующем. В процессе работы устройство измеряет ток нагрузки силового трансформатора, температуру окружающего воздуха и

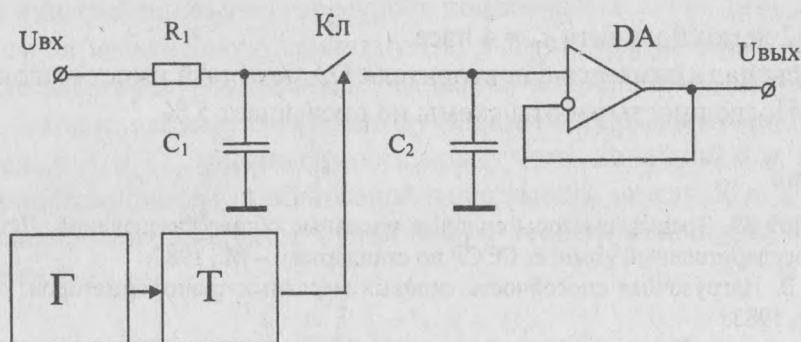
в режиме реального времени рассчитывает температуру ННТ обмотки и тепловой износ изоляции. Данные выводятся на цифровой, либо стрелочный индикатор.

По достижении температуры ННТ обмотки или суточного теплового износа изоляции максимально допустимых значений устройство формирует специальный сигнал аварийного режима, который может быть использован для тепловой защиты трансформатора.

Разработанное устройство обеспечивает следующие преимущества по сравнению с приборами-аналогами:

1. Имеет низкую стоимость (не более 100 у.е.) и высокую надежность эксплуатации.
2. В устройстве отсутствует непосредственный контакт с трансформатором, а, следовательно, достигается максимальная безопасность эксплуатации.
3. Устройство определяет ресурс выработки силовых трансформаторов как при систематических нагрузках, так и в аварийном режиме.

Основными структурными блоками устройства являются инерционные (реально-интегрирующие) звенья с большими постоянными времени, равными постоянным времени экспоненциальных составляющих, из которых состоят кривые охлаждения и нагревания силовых трансформаторов [2]. Максимальные значения постоянных времени могут достигать четырех часов. Для реализации инерционного звена с такой постоянной времени была разработана специальная схема, изображенная на рисунке.



Функциональная схема инерционного звена с большой постоянной времени

Инерционное звено с большой постоянной времени работает подобно устройству выборки-хранения. В момент выборки электронный ключ Кл замкнут и, поскольку в данной схеме емкость конденсатора C_1 намного меньше емкости C_2 , то конденсатор C_2 заряжается по экспоненте с постоянной времени τ , равной:

$$\tau = R_1 \cdot C_2.$$

Процесс выборки протекает в течение времени T . Затем ключ Кл размыкается и схема переходит в режим хранения. Напряжение хранится на конденсаторе C_2 в течение времени хранения t_x , которое в N раз больше времени выборки:

$$t_x = N \cdot T.$$

При очередном замыкании ключа Кл процесс заряда или разряда конденсатора C_2 должен начаться с того же значения, что и закончился в предыдущий момент вы-

борки и протекать также по экспоненте. Для достижения данного условия в схему введен конденсатор C_1 , емкость которого намного меньше емкости C_2 . Конденсатор C_1 – это своеобразный демпфер переходного процесса в момент выборки. При коммутации напряжений, имеющих на C_1 и C_2 , выполняется принцип емкостного делителя, и результирующее напряжение фактически мгновенно становится равным напряжению, хранившемуся на C_2 , поскольку его емкость намного больше.

Ключом Кл управляет генератор импульсов ГИ, частота которого равна:

$$f_r = \frac{1}{T}.$$

С генератора частота поступает на таймер ТМ, представляющий собой двоичный счетчик с импульсным выходом переполнения, с которого снимается управляющий сигнал для ключа Кл. Тогда N – это число импульсов, подсчитанное счетчиком.

Таким образом реализуется «растяжка» экспоненты во времени. Полученный ступенчатый сигнал можно заменить экспонентой, соединив точки в моменты начала выборки. Погрешность от такой замены мала, так как t_x намного больше T . Постоянная времени полученной «растянутой» экспоненты будет равна:

$$\tau_p = N \cdot \tau = N \cdot R_1 \cdot C_2.$$

При $N = 512$ легко получить $\tau_p = 4$ часа.

Выходной сигнал снимается с повторителя ДА, который имеет высокое входное сопротивление. Погрешность работы схемы не превышает 5 %.

Литература

1. ГОСТ 14209-85. Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки. Государственный комитет СССР по стандартам. – М., 1987.
2. Боднар В.В. Нагрузочная способность силовых масляных трансформаторов. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Трансформаторы. Перенапряжения и координация изоляции /Под ред. С.Д. Лизунова, А.К. Лоханина. – М.: – Энергоатомиздат, 1986.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

А.Л. Старжинский

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

Научный руководитель Прокопчик В.В.

Политика энергосбережения основанная на директивном воздействии на предприятия путем нормирования и лимитирования электропотребления не принесла ожидаемых результатов. Удельные расходы электроэнергии на единицу продукции увеличиваются практически на всех предприятиях деревообработки (или же остаются близкими к предшествующим годам). При большой номенклатуре выпускаемой продукции и нормах электропотребления по ней в условиях неравномерности работы предприятий и спада производства в отчетах по энергосбережению показывается некая экономия электроэнергии, полученная условно за счет перераспределения