

– Снижение материального ущерба от повреждения транспортных средств, грузов, людей, транспортной инфраструктуры.

Благодаря данной системе навигации водитель грузового автомобиля будет чувствовать себя более комфортно и уверенно

даже в незнакомой местности, искать более короткие пути объезда, избегать непреодолимых препятствий (мостов, эстакад, туннелей, путепроводов и других опасных участков), меньше нарушать ПДД и не создавать аварийных ситуаций. Что в свою очередь повысит качество работы УДС для всех её участников.

Литература:

1. [Электронный ресурс].— Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8

Определение электрической прочности трансформаторного масла

Юсупов Дилмурод Турдалиевич, доцент
Институт энергетических проблем АН РУз (г. Ташкент, Узбекистан)

Авазов Журабек Узок угли, студент магистратуры;
Носиров Асрорбек Исмоилжон угли, студент магистратуры
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

В статье приведены результаты определения электрической прочности масла силового трансформатора ТДН-63000/110. Результаты показали, что концентрация влаги в масле составляет 0,2 г/Т и масло пригодно к эксплуатации.

Ключевые слова: трансформаторное масло, электрическая прочность, пробивное напряжение, примеси, влага.

Введение

Одним из основных показателей, характеризующих изоляционные свойства трансформаторных масел, является их электрическая прочность [1–3]:

$$E = U_{\text{пр}} / h, \quad (1)$$

Где:

$U_{\text{пр}}$ — пробивное напряжение;

h — расстояние между электродами.

Пробивное напряжение весьма чувствительно к присутствию примесей. При ухудшении состояния трансформаторного масла и появлении в нем увлажненных примесей электрическая прочность резко уменьшается.

Чистое трансформаторное масло, свободное от различных примесей, обладает достаточным для использования пробивным напряжением (более 60 кВ), определяемым электродами расстоянием между ними 2,5 мм.

Материалы и методы исследования

Важнейший признак состояния изоляции — наименьшее пробивное напряжение для трансформаторов и устанавливается согласно таблице 1 [1–3].

Если постепенно повышать приложенное к диэлектрику напряжение, то сопротивление диэлектрика резко уменьшается. Это критическое состояние, при котором диэлектрик становится проводником, определяет электрическую прочность масла (кВ/см). Напряжение, при котором происходит пробой масла, называется пробивным напряжением (кВ) [1–3].

Снижение пробивного напряжения свидетельствует, как правило, о загрязнении масла различными примесями.

Таблица 1. Наименьшее пробивное напряжение для изоляции трансформаторов [1–3]

Рабочее напряжение трансформатора, кВ	Пробивное напряжение масла, кВ
До 15 (включительно)	30
Св. 15 до 35 (включительно)	35

Рабочее напряжение трансформатора, кВ	Пробивное напряжение масла, кВ
От 60 до 150 (включительно)	55
От 220 до 500 (включительно)	60

Среднее арифметическое значение пробивного напряжения $U_{пр}$ в кВ:

$$U_{пр\text{сред.}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_{пр.i} \tag{2}$$

Где:

$U_{пр. \text{сред.}}$ — пробивное напряжение (среднее арифметическое значение), кВ;

$U_{пр.i}$ — величина, полученная при последовательных пробоях, кВ;

n — число пробоев.

Концентрация влаги в масле определяется согласно формуле 2:

$$U_{пр. \text{сред.}} = -8,543 \ln(x) + 42,247 \tag{3}$$

Где:

$U_{пр. \text{сред.}}$ — пробивное напряжение (среднее арифметическое значение), кВ;

x — концентрация влаги в масле, г/Т.

Экспериментальное исследование и обработка полученных результатов

В результате испытания масла силового трансформатора ТДН-63000/110 на пробивное напряжение получены следующие результаты:

$U_{пр1}$, кВ	$U_{пр2}$, кВ	$U_{пр3}$, кВ	$U_{пр4}$, кВ	$U_{пр5}$, кВ
57	55	58	56	59

Вставляя формулу 2, определим

$$U_{пр\text{сред.}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_{пр} = \frac{(57 + 55 + 58 + 56 + 59)}{5} = \frac{285}{5} = 57 \text{ кВ}$$

Нарисуем график изменения пробивного напряжения масла силового трансформатора ТДН-63000/110:



Рис. 1. График изменения пробивного напряжения масла силового трансформатора ТДН-63000/110

Определим концентрацию влаги в масле согласно формуле 3:

$$57 = -8,543 \ln(x) + 42,247$$

$$8,543 \ln(x) = -57 + 42,247$$

$$8,543 \ln(x) = -14,753$$

$$\ln(x) = -1,727$$

$$x = 0,2$$

Концентрация влаги в масле силового трансформатора ТДН-63000/110 составляет 0,2 г/Т.

Согласно таблице 1 нормативное значение пробивного напряжения эксплуатируемого масла должен быть не ниже 55 кВ для силового трансформатора напряжением 110 кВ.

Заключение

Концентрация влаги в масле силового трансформатора ТДН-63000/110 составляет 0,2 г/Т. Трансформаторное масло пригодно к эксплуатацию.

Литература:

1. Серебряков А. С. Трансформаторы: Учебное пособие для вузов // «Издательский дом МЭИ», Москва — 2013 г., 360 с.
2. Серебряков А. С., Семенов Д. А. Диагностика корпусной изоляции распределительных трансформаторов // ЭЛЕКТРО. 2013. № 1. С. 47–51.
3. Силовые трансформаторы: справ. кн. / под ред. С. Д. Лизунова, А. К. Лоханина. М.: Энергоиздат, 2004.