

Д.Т. ЮСУПОВ, PhD, с.н.с. (ИПЭ АН РУз)  
г. Ташкент

## ПОЭТАПНАЯ ОЧИСТКА ОТРАБОТАННОГО МАСЛА СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

### Введение

Трансформаторное масло является продуктом нефти, которое используется в силовых трансформаторах. Масло в трансформаторе выполняет три основные задачи [1-2]:

1. Изоляция от электрического пробоя;
2. Охлаждение трансформатора и его основных элементов (магнитопровод, обмотка и т.д.);
3. Обмывание магнитопровода и обмоток с целью предотвращения от ржавления.

Невыполнение одной из вышеперечисленных задач масла приведет к выходу из строя силового трансформатора.

Анализ литературных источников показал, что 85% выходов из строя силовых трансформаторов происходит из-за ухудшения качества их масла [3-5]. В связи с вышеперечисленным, своевременное техническое обслуживание жидким диэлектриком силовых трансформаторов является одной из главных задач энергетики.

**Целью исследования** является очистка отработанных масел силовых трансформаторов.

### Материалы и методы исследования.

Для очистки были взяты отработанные масла силового трансформатора марки ТМ 630/10 (таблица 1). Показатели отработанного трансформаторного масла приведены в таблице 2.

Таблица 1

Исследуемый объект			
Марка силового масляного трансформатора	Мощность, кВА	Напряжение, кВ	Объем масла, кг
ТМ 630/10	630	10/0,4	800

Исследуемый силовой масляный трансформатор марки ТМ 630/10 был доставлен на ремонт. Результаты анализа масла данного силового трансформатора по 8 показателям (таблица 2) выявили, что масло не пригодно к эксплуатации.

**Таблица 2**

**Показатели отработанного трансформаторного масла**

№	Показатели ТМ	Предварительные значение ОТМ до регенерации	Стандартные значения (для сравнения)	Единица измерения
1.	Пробивное напряжение	11,89	30	кВ
2.	Кинетическая вязкость	12	8	мм <sup>2</sup> /с
3.	Механические примеси	2,5	0,7	%
4.	Вода	0,08	0,01	%
5.	Кислотное число	1,2	0,4	%
6.	Температура вспышки	110	135	°С
7.	Плотность	910	885	кг/м <sup>3</sup>
8.	Диэлектрические потери	0,18	0,05	%

**Полученные результаты и их обсуждения**

Для поэтапной очистки отработанных трансформаторных масел автором данной работы разработана мобильная установка. Экспериментальные исследования по очистке отработанного масла силового трансформатора марки ТМ 630/10 проводились на предприятии электроснабжения.

Экспериментальные процессы проводились в 4 этапа. Процесс очистки на первом этапе осуществлялся в последовательности силовой трансформатор – масляный насос для циркуляции – предварительный фильтр – керамический фильтр (пористость 40-50 мкм). Процесс очистки на втором этапе осуществлялся в последовательности силовой трансформатор – масляный насос для циркуляции – предварительный фильтр – масляный нагреватель – адсорбент (силикагель). Процесс очистки на третьем этапе осуществлялся в последовательности: силовой трансформатор – масляный насос для циркуляции – предварительный фильтр – масляный нагреватель – керамический фильтр (пористость 0,3-0,5 мкм). Процесс очистки на четвертом этапе осуществлялся в последовательности: силовой трансформатор – масляный насос для циркуляции – предварительный фильтр – масляный нагреватель – вакуумное устройство.

Результаты, представленные в таблице 3, были сопоставлены с номинальными значениями, указанными в таблице 2. Результаты

поэтапной очистки отработанного масла силового трансформатора показали, что после каждого этапа улучшались показатели отработанного трансформаторного масла.

**Таблица 3**  
**Результаты отработанного трансформаторного масла, после поэтапной  
очистки**

№	Показатели ТМ	Этап №1	Этап №2	Этап №3	Этап №4	Единица измерения
1.	Пробивное напряжение	15,38	20,89	45,31	55,01	кВ
2.	Кинетическая вязкость	11	9	9	8	мм <sup>2</sup> /с
3.	Механические примеси	1,5	1,0	0,3	0,3	%
4.	Вода	0,05	0,05	0,05	0,005	%
5.	Кислотное число	0,8	0,6	0,4	0,2	%
6.	Температура вспышки	120	130	145	160	°С
7.	Плотность	900	885	885	880	кг/м <sup>3</sup>
8.	Диэлектрические потери	0,1	0,07	0,04	0,02	%

### **Выводы**

Отработанное масло силового трансформатора марки ТМ 630/10 после четвертого этапа очистки стало пригодно к эксплуатации согласно нормативному документу [6].

### **Список литературы:**

1. Hilber, P.P. Influence of ambient temperature on transformer overloading during cold load pickup // IEEE Trans. On Power Delivery, 2013. – Vol.25.– No.1.– P.153-161.
2. Zhan, W.H. Development of a low-cost self-diagnostic module for oil-immersed forced-air cooling transformers // IEEE Trans. On Power Delivery, 2015. – Vol. 30. – No.1. – P.129-137.
3. Lapthorn, A.P. A 15 kVA high-temperature superconducting partial-core transformer-Part 1: Transformer modeling // IEEE Trans. On Power Delivery, 2013. – Vol. 28. – No.1. – P. 245-252.

---

4. Юсупов, Д.Т. Анализ влияния воды и механических примесей на некоторые эксплуатационные характеристики жидкой изоляции силового трансформатора // Научно-технический журнал ФерПИ, 2017. – №1. – С.86-89.

5. Гайнуллина, Л.Р. Регенерация и очистка трансформаторных масел для электрических аппаратов высокого напряжения : Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. г. Казань, 2004. – 16 с.

6. Руководящий документ РН 34-301-633:2011. Инструкция. Эксплуатация трансформаторных масел. – Т: Узбекэнерго, 2011. – 98 с.

Информация об авторах:

Юсупов Дилмурод Турдалиевич, ученый секретарь, PhD с.н.с., ИПЭ АН РУз, 100047, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Академика Яхъё Гуламова, д. 70, dilmurod85@list.ru