

УДК 621.314; 681.518.5

**АНАЛИЗ РАБОТЫ УСТАНОВОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ
ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА НА ПРОБОЙ**

**ANALYSIS OF THE INSTALLATIONS OPERATION
FOR TESTING TRANSFORMER OIL TO BREAKDOWN**

©**Абдурахмонов С. У.**,

Андижанский машиностроительный институт,
г. Андижан, Узбекистан, as.farruhbek@mail.ru

©**Abdurahmonov S.**,

Andijan Machine Building Institute,
Andijan, Uzbekistan, as.farruhbek@mail.ru

©**Узаков Р.**,

Андижанский машиностроительный институт,
г. Андижан, Узбекистан, uzakov_r@mail.ru

©**Uzakov R.**,

Andijan Machine Building Institute,
Andijan, Uzbekistan, uzakov_r@mail.ru

©**Зокирова И. З.**,

Андижанский машиностроительный институт,
г. Андижан, Узбекистан, i.zokirova@mail.ru

©**Zokirova I.**,

Andijan Machine Building Institute,
Andijan, Uzbekistan, i.zokirova@mail.ru

Аннотация. В статье приведено сравнение работы испытательных установок пробоя трансформаторного масла. В процессе работы было установлено, что последние модели устройств для испытания трансформаторных масел, имеют большие преимущества по сравнению с предыдущими моделями.

Новые модели электротехнических установок и аппаратов для испытания трансформаторных масел позволяют на основании анализа взятых образцов с высокой точностью сделать выводы о необходимости проведения ремонтных работ.

Abstract. This article deals with the comparison of trial devices in voltage of transformative oil.

In the process of work it was found that the latest models of devices for testing transformer oils have great advantages in comparison with previous models.

New models of electrical installations and apparatus for testing transformer oils make it possible to draw conclusions on the need for repair work on the basis of analysis of samples taken with high accuracy.

Ключевые слова: трансформаторное масло, качество масла, степень влажности масла, пробивное напряжение, АИМ-90, УИМ-90м, анализ состояния масла.

Keywords: transformer oil, oil quality, degree of oil, damp needs humidity, disruptive voltage, AIM-90, UIM-90m, analyses oil qualities.

Развитие электроэнергетики и электромашиностроения связано с использованием широкого ассортимента электроизоляционных материалов.

Интенсивное развитие науки и техники требует усложнения и повышения условий, поставленных перед электротехнической изоляцией.

Исходя из вышеприведенного, необходимо подчеркнуть, что главной целью является в проводимых испытаниях изоляционных материалов определение их соответствие техническим условиям и требованиям стандартов. В этих испытаниях необходимость достижения качественных, положительных и точных результатов предопределяет использование специальных устройств и инструментов.

В энергетических системах трансформаторы применяются в качестве передающего, принимающего и распределительного устройства. В повышении сроков работы и поддержании на заданном уровне качественных показателей трансформаторов зависит от качества заливаемых трансформаторных масел [1-6].

Трансформаторное масло — это продукт нагрева нефти до 280-420 °С, оно имеет сложный углеводородный состав, содержащий из серных и твердопарафинных углеводородов. В производстве эти масла используются после очищения от серы и парафина. В настоящее время в энергетических системах широко используются трансформаторные масла марок ТКп, Т-750, Т-1500, ТАп, ТСн О'z.

По состоянию трансформаторные масла делятся на классы: свежие, чистые, сухие, регенерированные, использованные на производстве и переработанные.

Трансформаторные масла в основном выполняют роль изоляции в электрических установках, применяется в качестве защитной оболочки, используется по целевым свойствам и заливается устройствам: силовым трансформаторам, устройствам РПН силовых трансформаторов, измерительным трансформаторам и масляным выключателям.

Для силовых трансформаторов мощностью до 100 кВА ($U < 10$ кВ) в период их работы из используемого масла образцы не берутся, а качество масла оценивается по результатам профилактических испытаний. Качество масла дает информацию о состоянии самого трансформатора. Для надежной работы трансформаторов масло должно быть высококачественным и должно отвечать требованиям стандартов. В эксплуатационных условиях силовых трансформаторов постоянно контролируется состояние масла. Качество масла устанавливается по наличию примесей в его составе. Если же влажность масла составляет 0,01-0,02%, то величина напряжения пробоя масла уменьшается 4-5 раза.

Степень влажности должна быть в норме, в то же время масло должно быть чистым. Во время эксплуатации масло становится влажным, загрязняется и окисляется. По этой причине всегда необходимо проводить химический анализ.

С маслonaполненных электроустановок и оборудования берутся образцы масла для испытаний перед пуском, в процессе эксплуатации, а также после отключения при повреждениях для проведения электрического, химического и хроматографического анализа. Лицо, берущее образцы должен быть специалистом высокой квалификации, при ухудшении погоды запрещается брать образцы для анализа, посуда для образца должна быть вымыта с мыльным порошком, несколько раз ополаскивается чистой водой, повесить на крючок и сушить горячим воздухом или сушить 2-3 часа в сушильном шкафу под температурой 100 °С, посуда должна быть в объеме 0,8-1,0 литров.

Электрический анализ трансформаторных масел основан на нижеследующем: определение напряжения пробоя, температуру вспышки, тангенс угла диэлектрических потерь.

Химический анализ состоит: определение кислотного числа, наличия растворимых в воде кислот и щелочей, количества влаги.

Одним из основных показателей трансформаторного масла — это его напряжение пробоя — $U_{пр}$.

Нормы напряжения пробоя установлены на основании напряжений электрических установок (Таблица 1).

Таблица 1.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Категория электроустановки	В новых установках, кВ		В эксплуатации, кВ	
	До заливки	После заливки	До ремонта	После ремонта
До 15 кВ	30	25	30	25
До 35 кВ	35	30	35	30
До 110 кВ	60	55	60	55
До 500 кВ	65	60	65	60

В сегодняшний день на производстве для определения напряжения пробоя используются следующие аппаратуры:

Для сравнения приводятся технические характеристики этих аппаратов (Таблица 2).

Таблица 2.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АИМ-90 и УИМ-90м

Характеристики	АИМ-90 Аппарат испытания масла	УИМ-90м Установка испытания масла
однофазный источник переменного тока, В	220 ± 22	220 ± 22
частота, Гц	50 ± 1	50 ± 1
вольтметр, кВ	90	80
ячейка (посуда), см ³	400	400
установленная мощность, кВА (не ниже)	0,5	0,5
вес аппарата, кг	35	26

В аппарате АИМ-90 определяется напряжение пробоя трансформаторного масла. К примеру, во многих случаях при анализе на данном аппарате применяется ручной труд — время испытания фиксируется песочными часами, а регистрация результатов производится записями в книгу.

В настоящее время, в период развития электроники создаются все новые современные установки. Одним из этих является установка марки УИМ-90м (Установка испытания масла), выпущенное предприятием ООО «Харьковэнергоприбор».

При определении напряжения пробоя трансформаторного масла на аппарате УИМ-90м в сравнении с аппаратом АИМ-90 имеются несколько удобств и его масса значительно легче предшественника. Например: время между анализами определяется автоматически, полученные результаты сохраняются автоматически, еще самое удобное то — работник лаборатории может проводить анализ и получить данные с расстояния через пульт управления.

При определении напряжения пробоя результаты берутся шесть раз, общее значение делится на шесть:

$$U_{np} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_{np} dt$$

Или еще проще:

$$U_{np} = (U_{np\ 1} + U_{np\ 2} + U_{np\ 3} + U_{np\ 4} + U_{np\ 5} + U_{np\ 6})/6.$$

Здесь $U_{np\ 1}$; $U_{np\ 2}$; $U_{np\ 3}$; $U_{np\ 4}$; $U_{np\ 5}$; $U_{np\ 6}$ — результаты испытаний в киловольтах:

6 — количество проведенных испытаний.

Пример:

$$U_{\text{пр}} = (U_{\text{пр } 1} + U_{\text{пр } 2} + U_{\text{пр } 3} + U_{\text{пр } 4} + U_{\text{пр } 5} + U_{\text{пр } 6})/6 = (35 + 40 + 42 + 42 + 45 + 45)/6 = 249/6 = 41,5 \text{ кВ.}$$

Значит, напряжения пробоя трансформаторного масла 41,5 кВ, то есть масло годится для использования в электро установках напряжением 35 кВ.

В заключение можно сказать следующее — последние модели устройств для испытания трансформаторных масел, имеют большие преимущества по сравнению с предыдущими моделями. Новые модели электротехнических установок и аппаратов для испытания трансформаторных масел позволяют на основании анализа взятых образцов с высокой точностью сделать выводы о необходимости проведения ремонтных работ.

Источники:

1. Материалы электроизоляционные жидкие. Методы электрических испытаний ГОСТ 6581-75 (СТ СЭВ 3166-81). Издательство стандартов, 1986
2. Нефтепродукты. Методы определения наличия водорастворимых кислот и щелочей. ГОСТ 6307-75. Издательство стандартов, 1984
3. Казарановский Д. М., Тареев Б. М. Испытание электроизоляционных материалов и изделий. Ленинград: Энергия, 1988.
4. Инструкция при работах на приборе АИМ-90 и УИМ-90м

Список литературы:

1. Кашин Я. М., Кириллов Г. А., Варенов А. В., Ермолаев А. А., Габидулин В. Е. Анализ современных методов и аппаратуры контроля качества трансформаторного масла // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2017. №3 (206). С. 109-121.
2. Коробейников С. М., Бычков А. Л., Чимитова Е. В., Демин В. А. Статистический анализ характеристик частичных разрядов в трансформаторном масле у острого электрода на переменном напряжении // Проблемы региональной энергетики. 2017. №2 (34).
3. Дьяченко М. Д., Кодулев С. В. Программно-аппаратный комплекс мониторинга работы маслонасосов силовых высоковольтных трансформаторов // Вестник Приазовского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2017. №34.
4. Christian B., Gläser A. The behavior of different transformer oils relating to the generation of fault gases after electrical flashovers // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. 2017. V. 84. P. 261-266.
5. Yang Q., Su P., Chen Y. Comparison of Impulse Wave and Sweep Frequency Response Analysis Methods for Diagnosis of Transformer Winding Faults // Energies. 2017. V. 10. №4. P. 431.
6. Amiri A., Shanbedi M., Ahmadi G., Rozali, S. Transformer oils-based graphene quantum dots nanofluid as a new generation of highly conductive and stable coolant // International Communications in Heat and Mass Transfer. 2017. V. 83. P. 40-47.

References:

1. Kashin, Ya. M., Kirillov, G. A., Varenov, A. B., Ermolaev, A. A., & Gabidulin, V. E. (2017). Analysis of modern methods and equipment for quality control of transformer oil. *Bulletin of the Adyge State University. Series 4: Natural-mathematical and technical sciences*, (3), 109-121
2. Korobeinikov, S. M., Bychkov, A. L., Chimitova, E. V., & Demin, V. A. (2017). Statistical analysis of characteristics of partial discharges in transformer oil at a point electrode at alternating voltage. *Problems of regional energy*, (2)

3. Dyachenko, M. D., & Kodulev, S. V. (2017). Software and hardware complex for monitoring the operation of oil pumps of power high-voltage transformers. *Bulletin of the Priazov State Technical University. Series: Engineering*, (34)

4. Christian, B., & Gläser, A. (2017). The behavior of different transformer oils relating to the generation of fault gases after electrical flashovers. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 84, 261-266

5. Yang, Q., Su, P., & Chen, Y. (2017). Comparison of Impulse Wave and Sweep Frequency Response Analysis Methods for Diagnosis of Transformer Winding Faults. *Energies*, 10, (4), 431

6. Amiri, A., Shanbedi, M., Ahmadi, G., & Rozali, S. (2017). Transformer oils-based graphene quantum dots nanofluid as a new generation of highly conductive and stable coolant. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 83, 40-47

Работа поступила
в редакцию 17.02.2018 г.

Принята к публикации
21.02.2018 г.

Ссылка для цитирования:

Абдурахмонов С. У., Узаков Р., Зокирова И. З. Анализ работы установок для испытания трансформаторного масла на пробой // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №3. С. 130-134. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/abdurahmonov> (дата обращения 15.03.2018).

Cite as (APA):

Abdurahmonov, S., Uzakov, R., & Zokirova, I. (2018). Analysis of the installations operation for testing transformer oil to breakdown. *Bulletin of Science and Practice*, 4, (3), 130-134