

УДК 621.314.212

ЮСУПОВ Д.Т. д.ф.т.н. (PhD) (ИПЭ АН РУз)
МУМИНОВ А.Б. техник (ИПЭ АН РУз)
САВРОНОВ Б.Б. магистр ТашГТУ
г. Ташкент

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

Надежная работа электростанции и электрических сетей в значительной степени зависит от надежности работы силовых масляных трансформаторов. В течение длительной эксплуатации силовые масляные трансформаторы подвергаются различным повреждениям. Особенным фактором являются внезапные отказы силовых трансформаторов, которые приводят значительным финансовым ущербом энергетической системы, т.е. поставщика и временным отключением электроэнергии потребителя. Проведенные исследования зарубежных ученых показывают [1-3], что одним из главных причин повреждений и выхода из строя силовых масляных трансформаторов являются неисправности или отказы их изоляционной системы. А основными причинами неисправностей или отказов изоляционной системы – это увлажнение и загрязнение масла и бумажной изоляции трансформатора [4]. В связи с этим, актуальным задачам энергосистемы являются повышения надежности силовых масляных трансформаторов с длительной эксплуатации.

Для решения данной проблемы зарубежные ученые проводят исследования по разработкам мобильной установки, которая позволяет провести регенерацию отработанных трансформаторных масел на месте эксплуатации силового трансформатора [5-7]. Автором данной работы также предложено решение данной проблемы с использованием мобильных установок на базе керамических мембран [8]. Предлагаемый метод проводит очистку отработанного трансформаторного масла в режиме циркуляционной прокачки. С помощью данного режима проводится регенерация масла и промывки целлюлозной изоляции трансформатора.

После проведения пробного анализа отработанного масла, взятого из трансформатора, на специальной лаборатории дается заключения, о дальнейшей регенерации масла или утилизации и заливки нового масла. Регенерация масла можно провести на основе предложенной технологии, приведенная на рисунке 2. Если даже в силовой трансформатор заливается новое масло, необходимо также провести регенерацию масла на месте эксплуатации данного электрооборудования с целью очистки целлюлозной изоляции

от увлажнений и загрязнений. Предлагаемый метод позволит провести регенерацию не только масла, а также очистку целлюлозной изоляции и сократить лишних финансовых затрат на перевозки отработанного и регенерированного (или нового) масла.

При разработке данной мобильной установки, возникает проблема очистки отработанных трансформаторных масел от увлажнения и различных загрязнения в отдельности.

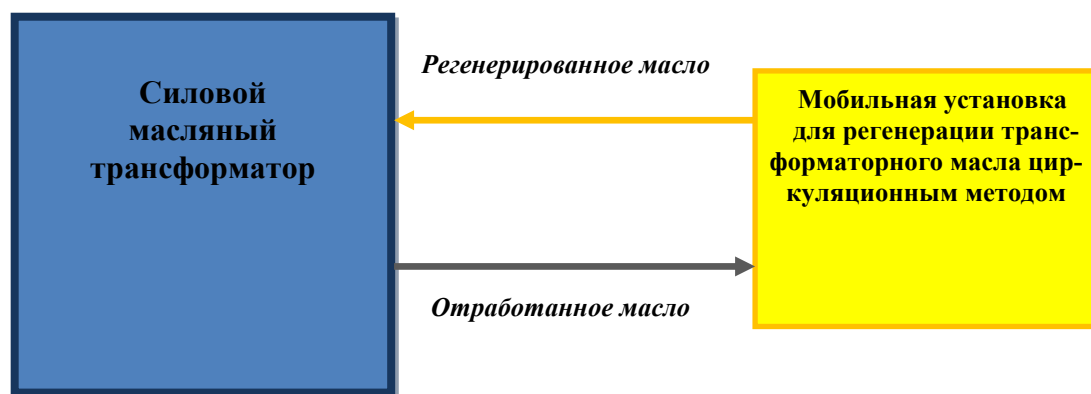


Рис.1. Предлагаемая технология регенерации отработанных трансформаторных масел

В отработанном трансформаторном масле может содержаться вода, образующаяся в процессе старения масла и изоляции, а также попадавшей из окружающей среды. В отработанном масле также может находиться различные механические примеси, являющийся нерастворенными веществами, содержащиеся в виде осадка или во взвешенном состоянии.

Технология регенерации отработанных трансформаторных масел от воды и механических примесей должна быть эффективной, экономически выгодной и малоотходной.

На основе проведенного анализа [9, 10-11] автором предлагается таблица 1, где приводятся эффективность современных методов регенерации отработанного масла.

Таблица 1

Эффективность современных методов регенерации отработанного масла

Наименование технологии регенерации	Принцип работы	Эффективность очистки		Экономическая выгода	Наличие расходных материалов
		от воды	от механических примесей		
Отстаивание	Базируется на естественном осаждении механических примесей и воды, находящихся во взвешенном состоянии, при спокойном стоянии масла.	Удаляет частично	Удаляет частично	Имеется	Не имеется

Продолжение таблицы 1

Фильтрация	Удаления частиц, механических примесей и смолистых соединений путем пропускания масла через сетчатые или пористые перегородки фильтров.	Не удаляет	Удаляет частично	Имеется	Не имеется
Центробежная сепарация	Осуществляется с помощью центрифуг один из методов удаления механических примесей и воды из масла. Метод основан на разделении различных фракций неоднородных смесей под действием центробежной силы.	Удаляет частично	Удаляет частично	Имеется	Не имеется
Вакуумирование	Основано на вакуумной обработке масла в специальной герметичной камере с целью снижения содержания влаги.	Удаляет	Не удаляет	Имеется	Не имеется
Электрофизическая очистка	Основано очистки механических примесей под воздействием электромагнитного поля и высокого напряжения.	Не удаляет	Удаляет	Имеется	Не имеется
Адсорбционная очистка	Удерживание загрязняющие масло продукты на наружной поверхности гранул и на внутренней поверхности пронизывающих гранулы капилляров.	Удаляет	Не удаляет	Имеется	Имеется

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что наибольшей эффективностью, экономичностью и малоотходностью можно достичь с применением мобильной установки комбинированного типа, который включает в себя очистку и от воды и от механической примеси.

Для удаления воды можно применять вакуумную осушку. Для удаления механические примеси с крупными размерами предлагается фильтрация грубой очистки, с маленькими размерами керамический фильтр [5, 9]. Преимуществом керамического фильтра заключается в том, что его можно использовать несколько раз, т.е. сам фильтр является регенерируемым. Предварительная мобильная установка комбинированного типа приведена на рисунке 2.

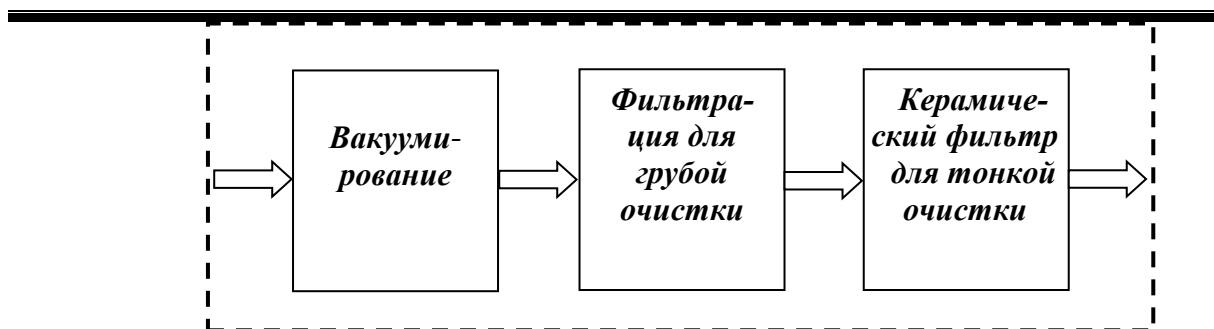


Рис.2. Предварительная мобильная установка комбинированного типа: 1 – отработанное трансформаторное масло, имеющее в составе воды и механических примесей крупного и мелкого размера; 2 – трансформаторное масло, имеющее в составе механических примесей крупного и мелкого размера; 3 – трансформаторное масло, имеющее в составе механических примесей мелкого размера; 4 – регенерированное трансформаторное масло.

Принцип работы мобильной установки таковы. Отработанное трансформаторное масло (1), имеющее в составе воды и механических примесей крупного и мелкого размера проходит через вакуумные установки. В вакуумные установки происходит сушка отработанного трансформаторного масла, т.е. масла очищается от воды (2). Затем передается в фильтр для грубой очистки, где происходит очистка трансформаторного масла от крупных механических примесей (3). Керамический фильтр позволит очистить трансформаторного масла от мелких механических примесей даже меньше 5 мкм (4).

Выводы:

1. Регенерацию масла необходимо провести на месте эксплуатируемого трансформатора с применением мобильных установок, который позволит очистить также целлюлозной изоляции силового трансформатора.
2. Применение мобильных установок комбинированного типа позволит провести очистку отработанных трансформаторных масел от воды и механических примесей.
3. Регенерация отработанных трансформаторных масел на месте эксплуатируемого трансформатора, повышает надежность эксплуатации электрооборудования, и в свою очередь, работу электростанции и электрических сетей.

Список литературы:

1. Львов М.Ю. Разработка и совершенствование методов и критериев оценки технического состояния силовых трансформаторов и автотрансформаторов напряжением 110 кВ и выше. Автореферат на соискании ученой степени доктора технических наук. Москва, 2009 г. 37 с.

2. Бондаренко В.Е., Аулова Н.В. Анализ традиционной системы оценки состояния трансформаторных масел в баках трансформаторов и автотрансформаторов напряжением 330 кВ. <http://www.kpi.kharkov.ua>

3. Хлыстиков А.В., Игнатъев И.В. Проблемы надежности работы силовых трансформаторов// Системы. Методы. Технологии. 2013 г., №3 (19), -С.117-120.

4. Осотов В.Н. Практические аспекты оценки фактического срока службы силовых трансформаторов. <http://www.sibdiag.ru/2015/presentation/1.2.pdf>

5. Бережной В.Н. Технология регенерации трансформаторного масла с многократным восстановлением адсорбента в установке без его замены. <http://www.ztz-service.com.ua/docs/travekZTZService2012.pdf>

6. Яблокова М.А., Пономаренко Е.А. Перспективные методы очистки дизельного топлива от воды и механических примесей//Современные проблемы науки и образования. 2013 г., №3. <http://www.science-education.ru/109-r9246>

7. Шуварин Д.В. Новые технологии очистки и регенерации энергетических масел. http://www.sibdiag.ru/2015/presentation/2_11.pdf

8. Кан В.В. Юсупов Д.Т. Очистка масляных трансформаторов с использованием мобильных установок на базе керамических мембран// Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики. 2014г., №6, -С.85-89.

9. Богачков И.М., Савиных Ю.А. Способ очистки трансформаторного масла// Журнал «Нефть и газ», 2011 г., №1, - С.87-91.

10. Горбунов Н.И. и др. Повышение эффективности регенерации отработанного масла//Вісник СевНТУ: зб, наук. пр. Вип. 122/2011. -С. 159-162.

Информация об авторах:

Юсупов Дилмурод Турдалиевич, д.ф.т.н. (PhD) ИПЭ АН РУз, г.Ташкент. dilmurod85@list.ru

Муминов Абдуллажон Бахромжонович, техник, ИПЭ АН РУз, г.Ташкент. abdulloh0717@mail.ru

Савронов Бахриддин Бурхон угли, магистр гр.113-20М, ТашГТУ, г.Ташкент. baxriddinsavronov@gmail.com