
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 56947007-

ОАО «ФСК ЕЭС»

29.180.010.070-2011

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ
ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ
ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАСЕЛ НА ГРАНИЦЕ С ВОДОЙ
МЕТОДОМ ОТРЫВА КОЛЬЦА**

Стандарт организации

Дата введения: 02.03.2011

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»; правила применения стандарта организации установлены ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

Сведения о стандарте

РАЗРАБОТАН: ОАО «Научно-технический Центр Электроэнергетики» и Институтом физической химии и электрохимии им. А.Н.Фрумкина РАН

ВНЕСЕН: Департаментом технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС»

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:
приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 02.03.2011 № 126

ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу: vaga-na@fsk-ees.ru; linniksp@fsk-ees.ru.

Настоящий стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС».

Содержание

1 Область применения.....	4
2 Нормативные ссылки.....	4
3 Термины и определения.....	5
4 Общие положения.....	5
5 Отбор, транспортировка и хранение проб трансформаторного масла для определения поверхностного натяжения.....	6
6 Методика определения поверхностного натяжения трансформаторного масла.....	7
7 Оценка состояния масла по показателю поверхностного натяжения...	15
8 Требования к безопасности при проведении работ по определению поверхностного натяжения трансформаторного масла.....	15
Библиография.....	16

1. Область применения

Настоящий Стандарт организации распространяется на трансформаторные масла для определения поверхностного натяжения на границе раздела фаз между водой и маслом для свежих, подготовленных к заливке в электрооборудование и эксплуатационных масел баков трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов напряжением 35 кВ и выше.

Положения настоящего стандарта предназначены для применения эксплуатационными и ремонтными энергопредприятиями и предприятиями производителями, а также специализированными организациями, научно-исследовательскими институтами при выполнении работ по заказу собственника энергопредприятия.

2. Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 1.4-2005. Национальный стандарт РФ «Стандартизация в РФ. Стандарты организаций. Общие положения»

ГОСТ Р 1.5-2002. Национальный стандарт РФ «Стандартизация в РФ. Стандарты национальные РФ. Правила построения, изложения, оформления и обозначения»

ГОСТ 12.0.004-90. ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.009-83. ССБТ Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание

ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Средства защиты работающих

ГОСТ 2517-85. Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб

ГОСТ 4328-77. Реактивы. Натрий гидроксид, ЧДА

ГОСТ 5962-67. Спирт этиловый, ректификованный. Технические условия

ГОСТ 6433.5-84. (МЭК 475). Диэлектрики жидкие. Отбор проб

ГОСТ 10455-80. Реактивы. 1,4 – диоксан, ЧДА

ГОСТ 14261-77. Кислота соляная. Технические условия

ГОСТ 20015-88. Реактивы. Хлороформ
ГОСТ 20292-91. Посуда лабораторная стеклянная
ГОСТ 20298-74. Смолы ионообменные. Катиониты. Технические условия
ГОСТ 20301-74. Смолы ионообменные. Аниониты. Технические условия
ГОСТ 30830-2002. Трансформаторы силовые. Часть 1. Общие положения

Примечание – При использовании настоящего стандарта целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, а также по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3. Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 30830. Дополнительные термины:

Поверхностное (межфазное) натяжение - стремление вещества (жидкости или твердой фазы) уменьшить избыток своей потенциальной энергии на границе раздела с другой фазой (поверхностную энергию), определяется как работа, затрачиваемая на создание единицы площади поверхности раздела фаз, дж/м² (н/м)

Регенерация - совокупность процессов восстановления химических реактивов для их последующего использования.

Тензиометр - прибор для измерения поверхностного натяжения.

4. Общие положения

4.1. Поверхностное натяжение на границе раздела фаз трансформаторных масел с водой (далее - поверхностное натяжение) является интегральным показателем качества свежих, подготовленных к заливке в электрооборудование и эксплуатационных трансформаторных масел [1].

4.2. Значение показателя поверхностного натяжения уменьшается с ростом концентраций в масле растворенной воды, кислых и окисленных (омыленные вещества с карбоидными группами, сложные эфиры и т.д.) полярных продуктов старения бумажной изоляции и масла, коллоидных соединений металлов конструкционных материалов и других загрязнителей,

включая возможное образование растворимого шлама и осадка [2].

4.3. Поверхностное натяжение масел измеряется методом отрыва кольца с применением автоматических или ручных тензиометров [3].

4.4. Измерение показателя поверхностного натяжения масел производится:

- для свежих масел, подготовленных к заливке в новое электрооборудование, а также регенерированных и очищенных масел, подготовленных к заливке в электрооборудование после его ремонта;
- для эксплуатационных масел резервного электрооборудования: трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов - при вводе в эксплуатацию;
- для эксплуатационных масел перед капитальными и текущими ремонтами трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов;
- при диагностических обследованиях эксплуатационных масел трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов, в том числе с целью продления срока службы, - не реже, чем один раз в пять лет.

5. Отбор, транспортировка и хранение проб трансформаторного масла для определения поверхностного натяжения

5.1. Пробоотборники, их подготовка и транспортировка.

5.1.1. В качестве пробоотборников следует использовать чистые сухие стеклянные бутылки емкостью не менее 700мл.

5.1.2. Пробоотборники следует тщательно обработать моющим средством и промыть горячей водой, а затем большим количеством проточной водопроводной воды, потом вымыть дистиллированной водой или «бидистиллятом» до «полного стекания». После этого высушить в сушильном шкафу при 105⁰С, медленно остудить, избегая «отпотевания» посуды, и герметично закупорить.

5.1.3. Пробоотборники транспортируют к месту отбора проб в контейнере или коробке для устранения риска их загрязнения или повреждения.

5.2. Отбор масла в пробоотборники.

5.2.1. Отбор проб масла из электрооборудования производится по ГОСТ 6433.5 и ГОСТ 2517. Отбор проб в зависимости от его типа осуществляется при обычном режиме работы или сразу после отключения, если нет устройств для отбора масла при работе оборудования. Следует избегать выполнения отбора проб при плохой погоде (осадки, сильный ветер, пыль, отрицательная температура электрооборудования и др.) или соблюдать при этом дополнительные меры защиты и предосторожности.

5.2.2. При проведении отбора на штуцер оборудования следует плотно надеть резиновый шланг, открыть вентиль и слить достаточное количество

масла (в зависимости от типа аппарата 1,5-2 литра) для устранения загрязнений, которые могут находиться на пробоотборном устройстве оборудования, в любую емкость не загрязняя окружающую среду. После этого откупоривают пробоотборник и, по возможности, не касаясь его шлангом, ополаскивают 2-3 раза отбираемым маслом. Затем перекрывают вентиль, и заменив резиновый шланг на полимерный медицинский, опускают последний до дна пробоотборника, заполняют пробоотборник не менее чем на 95% объема и герметично закрывают.

5.2.3. На листе бумаги заполняют маркировку отобранной пробы, включая в обязательном порядке: тип оборудования, завод-изготовитель, год выпуска, год ввода в эксплуатацию, место эксплуатации, тип масла или смесевой масляной композиции, информацию о дегазациях и осушках, доливах, смене силикагеля в системе термосифонных фильтров. Маркировку аккуратно и надежно закрепляют на пробоотборнике.

5.2.4. После отбора пробы восстанавливают первоначальный вид штуцера на электрическом аппарате, плотно перекрывают вентиль, не допуская протечек, завернув защитный колпачок.

5.3. Транспортировка и хранение проб трансформаторного масла

5.3.1. Пробоотборники с трансформаторным маслом транспортируют к месту проведения анализов в контейнерах или коробках, обеспечивающих сохранность пробоотборников и маркировки и исключающих попадание на них света.

5.3.2. Хранение проб с трансформаторным маслом до проведения анализов осуществляют в металлических контейнерах в темном месте при комнатной температуре. Интервал времени от отбора пробы до проведения анализа должен составлять не более 5 дней [4].

6. Методика определения поверхностного натяжения трансформаторного масла

6.1. Реактивы и аппаратура.

6.1.1. Перечень необходимых реактивов:

- вода, бидистиллят; вода особо чистая с электропроводностью не выше $1,5 \times 10^{-7} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$;
- спирт этиловый, ректификат ГОСТ 5962-67;
- н-гексан, ЧДА [5];
- ацетон, ЧДА [6];
- 1,4 диоксан, ЧДА ГОСТ 10455-80;
- хлороформ ГОСТ 20015-88;
- соляная кислота ГОСТ 14261-77 ;

- натрий гидроокись, ЧДА. ГОСТ 4328-77;
- катионообменник КУ–28ЧС ГОСТ 20298-74;
- анионообменник АВ–17–8 ГОСТ 20301-74.

6.1.2. Комплектность аппаратуры:

шкаф сушильный, ШСВ или аналогичный, T=200°C	1 шт.;
пипетка лабораторная объемом 25 мл. ГОСТ 20292	10 шт.;
горелка газовая лабораторная	1 шт.;
колонка из стекла «пирекс» длиной 75 см и диаметром 7 см со стеклянным фильтром Шотта №2	1 шт.;
кондуктометр типа ОК-104 или аналогичный с проточной кондуктометрической ячейкой	1 шт.;
сборник для особо чистой воды кварцевый объемом 1,5л по ГОСТ 20292	1 шт.;
шланг полимерный медицинский	5м;
тензиометр автоматический Sigma 702ЕТ или аналогичный	1 шт.;
кольцо Дью-Нуи	2 шт.;
чаша для образцов диаметром 70 мм. ГОСТ 20292	6 шт.;
комплект для определения плотности жидких образцов до 2,2 г/мл	1 шт.;
дистиллятор (бидистиллятор) лабораторный	1 шт.;
прибор для получения особо чистой воды типа «Водолей» или аналогичный	1 шт.;
баня термостатируемая Julabo ED-5 или аналогичная	1 шт.

6.2. Подготовка к испытанию.

6.2.1. Подготовка воды.

Особо чистую воду с электропроводностью 1×10^{-7} Ом⁻¹см⁻¹ получают доочисткой дистиллированной или бидистиллированной воды посредством прибора для получения особо чистой воды «Водолей» или аналогичного, а при его отсутствии – по методике, описанной в п.п. 6.2.1.1 – 6.2.1.8.

6.2.1.1. Особо чистую воду (с электропроводностью от 7×10^{-8} до $1,5 \times 10^{-7}$ Ом⁻¹·см⁻¹) получают путем ионного обмена на смеси ионообменных смол КУ–28ЧС и АВ–17–8 в установке, схематически показанной на рисунке 1.

6.2.1.2. Сначала проводят предварительную обработку смолы или ее регенерацию. Перед регенерацией смолы смесь разделяют. В химический стакан вносят смолу, суспендируют ее в этаноле и добавляют хлороформ. При этом анионообменник собирается в верхнем слое. Смесь разделяют на составные части и проводят раздельную регенерацию

6.2.1.3. Катионообменник КУ- 28ЧС несколько раз промывают дистиллированной водой, удаляя мелкие частицы декантацией. Затем на стеклянном пористом фильтре смолу дважды обрабатывают попеременно 1н. NaOH и 2н. HCl, промывая после каждой обработки дистиллированной водой до нейтральной реакции.

6.2.1.4. Анионообменник АВ-17-8 сначала также промывают дистиллированной водой. После декантации смолу на стеклянном пористом фильтре обрабатывают 2н. NaOH, не содержащим карбонатов (воду для приготовления раствора освобождают от диоксида углерода перегонкой). Обработку ведут до тех пор, пока концентрация ионов хлора в элюате не понизится до отрицательной реакции на ионы хлора, определяемые аргентометрически [7]. После этого смолу промывают дистиллированной водой до достижения нейтральной реакции в промывных водах.

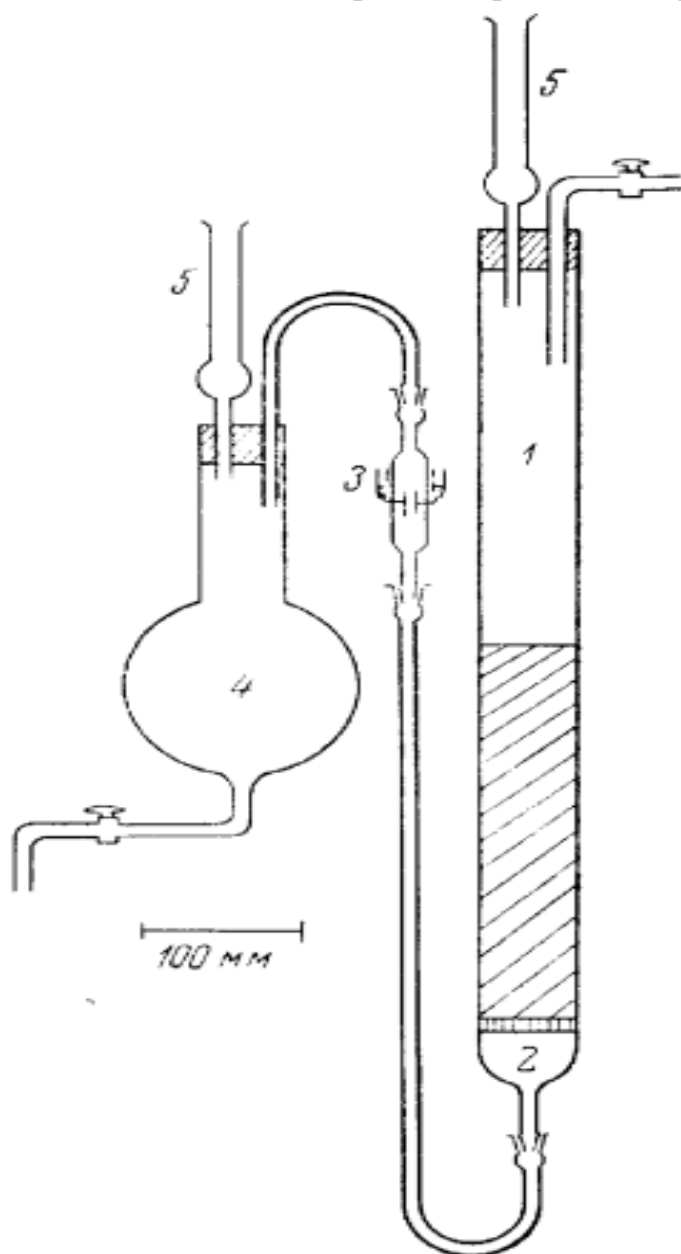


Рисунок 1. Конструкция установки для получения воды особой чистоты путем ионного обмена.

1 — ионообменная колонна; 2 — пористый стеклянный фильтр; 3 — ячейка для измерения электропроводности; 4 — сборник; 5 — трубка для поглощения диоксида углерода.

6.2.1.5. Колонку из стекла пирекс (длиной 75 см и диаметром 7,5 см) с пористой стеклянной пластинкой на дне наполняют смесью (750 г), состоящей из одной весовой части КУ–28ЧС и двух весовых частей АВ–17–8

6.2.1.6. Смолу в колонке накрывают перфорированным полиэтиленовым кружком, плавающим в растворе и служащим для предотвращения взмучивания смолы потоком воды.

6.2.1.7. Через колонку пропускают дистиллированную воду. Как только электропроводность воды, измеряемая в ячейке 5, достигнет достаточно низкого значения, сначала промывают, а затем наполняют ею сосуд 4. Попадание в воду диоксида углерода из воздуха предотвращают при помощи двух вставленных в колонну и в приемник хлоркальциевых трубок 5, заполненных гранулированным «карбосорбом» с индикатором.

6.2.1.8. Срок годности воды для измерений поверхностного натяжения масла составляет не более 48 часов при хранении в кварцевой посуде.

6.2.2. Подготовка чаш для пробы и кольца Дью-Нуи к работе.

6.2.2.1. Чаши для пробы очищают с применением моющего средства и горячей воды с последующей промывкой проточной водопроводной водой.

6.2.2.2. Далее чаши моют дистиллятом или бидистиллятом и ополаскивают особо чистой водой до «полного стекания».

6.2.2.3. После указанных процедур чаши наполняют особо чистой водой и используют для измерения поверхностного натяжения немедленно.

6.2.2.4. Чаши хранят в эксикаторе, избегая запыления.

6.2.2.5. Кольцо Дью-Нуи тщательно очищают непосредственно перед началом каждого измерения.

6.2.2.6. Опускают его в лабораторный цилиндр, содержащий 1,4 –диоксан или гексан, а затем в цилиндр, содержащий ацетон.

6.2.2.7. Затем в течении 5с кольцо прокалывают над пламенем горелки, вращая его для достижения равномерного прокалывания.

6.2.2.8. В перерывах между измерениями кольцо следует хранить в подвешенном состоянии в сосуде с этанолом.

6.2.2.9. Перед началом использования кольцо ополаскивают сначала этанолом, затем водой и прокаливают, как описано выше.

6.2.2.10. Все использованные растворители сливаются отдельно в сливные склянки и подлежат регенерации путем перегонки при температурах их кипения [8].

6.2.3. Подготовка проб масла.

6.2.3.1. Пробоотборник с трансформаторным маслом необходимо взболтать либо несколько раз вручную, либо в течение 20-30 минут на лабораторной «качалке».

6.2.3.2. По истечении этой процедуры чистую пипетку или чистый герметичный стеклянный шприц без иглы вставляют в медицинский полимерный (стерильный) шланг, троекратно обмывают их пробой из пробоотборника и наполняют. Пробу из пипетки или шприца посредством шланга переносят на поверхность воды в чаше тензиометра, не касаясь кольца Дью-Нуи.

6.3. Проведение испытания.

6.3.1. Измерение поверхностного натяжения на границе между водой и воздухом.

6.3.1.1. Тензиометр следует включить не позднее, чем за полчаса до начала эксперимента. Измерения поверхностного натяжения следует проводить в соответствии с руководством по эксплуатации тензиометра.

6.3.1.2. В отдельной пробе проводят измерение плотности образца с точностью $\pm 0,001$ г/мл посредством соответствующих денсиметров (ареометров) или используя специальную опцию тензиометра при температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$, используя термостатируемую баню.

6.3.1.3. В чистую чашу для пробы наливают не менее 50мл особо чистой воды, что составляет 10-15 мм для чаши диаметром 70 мм.

6.3.1.4. Помещают чашу в термостатируемую ячейку в середине платформы тензиометра, покрывают чистым покровным (часовым) стеклом и доводят температуру образца до $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

6.3.1.5. Следует убедиться, что на поверхности воды отсутствуют пена и пузырьки. В противном случае процедуру очистки и наполнения чаши следует повторить, т.к. их наличие свидетельствует о загрязненности чаши или воды.

6.3.1.6. Очищают кольцо и опускают его на крючок весов тензиометра.

6.3.1.7. Измеряют поверхностное натяжение воды согласно инструкции или «мануальному руководству» производителя тензиометра.

6.3.2. Проведение измерения поверхностного натяжения на границе между водой и маслом.

6.3.2.1. Тщательно наносят слой масла согласно п.6.2.3 высотой 10 мм на поверхность воды при погруженном в воду кольце. Поверхность раздела фаз формируется в течение 30 ± 1 сек. после нанесения масла на поверхность воды.

6.3.2.2. Измеряют поверхностное натяжение масла согласно инструкции производителя тензиометра. Вся операция от момента нанесения слоя масла на поверхность воды до разрушения межфазной поверхности должна занимать не более 60 ± 10 с.

6.3.2.3. Проводят 6 измерений поверхностного натяжения трансформаторного масла, анализ при этом занимает не более 2 часов.

6.3.2.4. По окончании измерений кольцо и использованные чаши очищают согласно п.6.2.2

6.3.3. При использовании ручных тензиометров расчет поверхностного натяжения на границе между водой и маслом проводится посредством следующего соотношения:

$$\sigma = P * F,$$

где σ – поверхностное натяжение на границе масло-вода; P – показание шкалы тензиометра при разрыве пленки межфазной поверхности (н/м); F – фактор обращения показаний шкалы тензиометра в н/м в межфазное натяжение, зависящей от размеров кольца Дью-Нуи и характеристик испытуемого масла в соответствии со следующим соотношением:

$$F = 0,7250 + \sqrt{\frac{1,452P}{C^2(D-d)} + 0,04534} - \frac{1,679}{R/r}$$

где C – окружность кольца Дью-Нуи, мм; D – плотность воды при 25°C , г/мл; d – плотность исследуемого образца масла при 25°C , г/мл; R – радиус кольца Дью-Нуи, мм; r – радиус проволоки кольца Дью-Нуи, мм.

6.4. Обработка результатов измерений.

Статистические расчеты проводят на основании результатов не менее 6 измерений на одной пробе при каждом фиксированном комплексе исследуемых факторов с доверительной вероятностью $\beta=0,95$. Ошибку воспроизводимости S_σ (среднеквадратическое отклонение) измеряемой величины определяют по формуле:

$$S_\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (\bar{\sigma} - \sigma_i)^2}{m-1}},$$

где m - число опытов, σ_i - значение измеренной величины поверхностного натяжения трансформаторного масла, полученное в i -том опыте;

$$\bar{\sigma} = \frac{(\sum_{i=1}^m \sigma)}{m} - \text{среднее арифметическое.}$$

Для выявления и исключения экспериментальных данных, содержащих грубую ошибку, проводят проверку однородности результатов. Для этого вычисляют величины V и V' :

$$V = \frac{\sigma_{\max} - \bar{\sigma}}{S_{\sigma} \sqrt{\frac{m-1}{m}}}; \quad V' = \frac{\bar{\sigma} - \sigma_{\min}}{S_{\sigma} \sqrt{\frac{m-1}{m}}},$$

где σ_{\max} и σ_{\min} - наибольший и наименьший результат измерения.

Величины σ_{\max} и σ_{\min} исключаются из выборки как грубое измерение, если значение V или V' оказывается больше табличного. После исключения значений σ_{\max} и σ_{\min} величины $\bar{\sigma}$ и S_{σ} пересчитываются заново.

Ввиду небольшого объема выборки для оценки доверительного интервала используют распределение Стьюдента. При этом, границы доверительного интервала вычисляют из соотношения:

$$\bar{\sigma} - \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{m}} \times t_{\beta} \leq m_{\sigma} \leq \bar{\sigma} + \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{m}} \times t_{\beta},$$

где m_{σ} - математическое ожидание, t_{β} - параметр распределения Стьюдента для уравнения доверительной вероятности β и числа степеней свободы $f=m-1$.

Рассчитают стандартное отклонение по формуле

$$\Delta\sigma = S_{\sigma} \times \frac{t_{\beta}}{\sqrt{m}}$$

Значение поверхностного натяжения трансформаторного масла представляют в виде:

$$\sigma = \bar{\sigma} \pm \Delta\sigma,$$

Для каждой пробы должны получить среднее значение поверхностного натяжения трансформаторного масла и стандартное отклонение.

6.5. Оформление результатов.

6.5.1. По окончании работы для каждой пробы составляется протокол результатов определения поверхностного натяжения трансформаторного масла.

6.5.2. Протокол должен содержать следующую информацию:

- данные маркировки пробы масла в соответствии с п.5.2.3;

- плотность пробы масла;
- тип тензиометра для определения поверхностного натяжения;
- среднее значение поверхностного натяжения трансформаторного масла и стандартное отклонение.

7. Оценка состояния масла по показателю поверхностного натяжения

7.1. Для свежих масел, подготовленных к заливке в новое электрооборудование, а также регенерированных и очищенных масел, подготовленных к заливке в электрооборудование после его ремонта показатель поверхностного натяжения масла на границе с водой должен быть не менее 40мН/м.

7.2. Для эксплуатационных масел значение показателя поверхностного натяжения, ограничивающего область нормального состояния масла вследствие его окисления и развития в нем коллоидно-дисперсных процессов, составляет 28мН/м.

7.3. Предельно допустимое значение показателя 22 мН/м свидетельствует об опасной степени развития коллоидно-дисперсных процессов в эксплуатационном масле.

8. Требования к безопасности при проведении работ по определению поверхностного натяжения трансформаторного масла

8.1. К подготовке пробы, выполнению измерений и обработке их результатов допускаются лица, не моложе 18 лет, имеющие квалификацию инженер, техник или лаборант, прошедшие инструктаж и имеющие навык работы в химической лаборатории с кислотами, щелочами, органическими растворителями, группу по электробезопасности не ниже 2. ГОСТ 12.0.004-91.

8.2. Используемый н-гексан относится к 4 классу опасности, ацетон, 1,4-диоксан - к 3 классу опасности по ГОСТ 12.1.007-76.

8.3. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны.

8.3.1. На рабочих местах концентрация реактивов не должна превышать ПДК:

- 1,4-диоксана в виде паров - 2 мг/м³;
- н-гексана в виде паров -300 мг/м³;
- ацетона в виде паров – 1780 мг/м³.

8.3.2. Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88.

8.4. Работы, связанные с указанными в п.6.1.1 реактивами, следует проводить в местном вытяжном устройстве (вытяжном шкафу).

8.5. Пожарная безопасность должна отвечать требованиям ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.4.009.

8.6. При работе с органическими растворителями работающий должен применять средства защиты согласно ГОСТ 12.4.011.

8.7. Бутыли с органическими растворителями должны храниться отдельно в металлической таре в специально отведенных местах.

8.8. При разливе растворителей на рабочую поверхность или кожу работающего необходимо смыть их водой.

8.9. Отработанные растворители подлежат регенерации согласно п.6.2.2.10. Кислоты и щелочи после нейтрализации сливаются. Ионообменные смолы регенерируют в соответствии с п.п. 6.2.1.2, 6.2.1.3, 6.2.1.4.

Библиография

- [1] Международный Минеральные изоляционные масла в Стандарт МЭК электрооборудовании. Руководство по 60422 контролю и их техническому обслуживанию, третье издание, ноябрь 2005.
- [2] O.Berg, K.Herdlevar, M. Dahlund, K.Renstrom, A.Danielsen, U.Thiess Experiences from on-site transformer oil reclaiming. Session SIGRE 2002, 12 – 103.
- [3] Международный Стандартный метод контроля для межфазного Стандарт ASTM натяжения между маслом и водой методом D 971-99a-2004 кольца.
- [4] РД 34.43.107 – 95 Методические указания по определению содержания воды и воздуха в трансформаторном масле

- [5] ТУ 6-09-3375-78 н-гексан. ЧДА.
- [6] ТУ 6-09-3513-86 Ацетон. ЧДА.
- [7] Международный Метод определения содержания хлора в воде. Стандарт ИСО 9297
- [8] РД 34.03.277-93 Типовая инструкция по охране труда для лаборанта химического анализа