ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54331— 2011 (МЭК 60296:2003)

Жидкости для применения в электротехнике

НЕИСПОЛЬЗОВАННЫЕ НЕФТЯНЫЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАСЛА ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Технические условия

IEC 60296:2003
Fluids for electrotechnical applications — Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear (MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ» (ФГУП «ВНИЦСМВ») на основе аутентичного перевода на русский язык указанного в пункте 4 стандарта, который выполнен ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 31 «Нефтяные топлива и смазочные материалы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 июня 2011 г. № 131-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 60296:2003 «Жидкости для применения в электротехнике. Неиспользованные нефтяные изоляционные масла для трансформаторов и выключателей» (IEC 60296:2003 «Fluids for electrotechnical applications — Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear»). В настоящий стандарт включены требования только к ингибированным маслам, учитывающие потребности российской экономики и устанавливающие более жесткие требования к качеству продукции.

При этом в него не включены: раздел 7, подраздел 6.14, пункт 5.1.2 и терминологические статьи 3.5, 3.6. Указанные раздел, подраздел, пункт и терминологические статьи, не включенные в основную часть настоящего стандарта, приведены в дополнительном приложении ДГ.

В настоящий стандарт дополнительно включены разделы 7—11, приложение ДА.

В стандарт включены дополнительные слова, фразы, показатели, ссылки, примечания для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации, которые выделены в тексте курсивом.

Сравнение структуры настоящего стандарта со структурой указанного международного стандарта приведено в дополнительном приложении ДВ.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (подраздел 3.5).

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДБ

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Свойства масла . . . 3
4.1 Функциональные свойства . . . 3
4.2 Очистка и стойкость к окислению . . . 3
4.3 Рабочие характеристики . . . 3
4.4 Свойства, связанные с безопасностью и охраной здоровья и окружающей среды . . . 3
5 Классификация, идентификация, общие требования к поставке, отбору и подготовке проб . . . 4
5.1 Классификация . . . 4
5.2 Требования . . . 4
5.3 Совместимость . . . 4
5.4 Идентификация и общие требования к поставке . . . 4
5.5 Отбор проб . . . 4
5.6 Подготовка проб . . . 4
6 Характеристики, их значения и методы испытаний . . . 4
6.1 Вязкость . . . 4
6.2 Температура текучести . . . 5
6.3 Содержание воды . . . 5
6.4 Напряжение пробоя . . . 5
6.5 Тангенс угла диэлектрических потерь (DDF) . . . 6
6.6 Внешний вид . . . 6
6.7 Кислотность . . . 6
6.8 Поверхностное натяжение (IFT) . . . 6
6.9 Содержание серы . . . 6
6.10 Коррозионная сера . . . 6
6.11 Содержание противоокислительных присадок . . . 6
6.12 Стойкость к окислению . . . 6
6.13 Газостойкость в электрическом поле . . . 6
6.14 Температура вспышки . . . 7
6.15 Плотность . . . 7
6.16 Полициклические ароматические углеводороды (PCA) . . . 7
6.17 Полихлорированные бифенилы (PCB) . . . 7
6.18 2-Фурфурол и родственные соединения (2-FAL) . . . 7
6.19 Общие технические требования . . . 7
7 Требования безопасности . . . 9
8 Охрана окружающей среды . . . 10
9 Правила приемки . . . 10
10 Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение . . . 10
11 Гарантии изготовителя . . . 10
Приложение ДА (обязательное) Арбитражные методы испытаний . . . 11
Приложение ДБ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 12
Приложение ДВ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта . . . 13
Приложение ДГ (справочное) Текст раздела, подраздела, пункта и терминологических статей, не включенных в текст настоящего стандарта . . . 14
Библиография . . . 15

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Жидкости для применения в электротехнике

НЕИСПОЛЬЗОВАННЫЕ НЕФТЯНЫЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАСЛА ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Технические условия

Fluids for electrotechnical applications.
Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear. Specifications

Дата введения — 2012—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к неиспользованным нефтяным электроизоляционным маслам (далее — изоляционные масла), полученным методом дистилляции и очистки из сырой нефти, предназначенным для использования в трансформаторах, выключателях и аналогичном электрооборудовании, в котором масло применяется в качестве изоляционной и теплообменной жидкости.

Стандарт распространяется на ингибированные масла с присадками, содержащие от 0,25 % масс. до 0,40 % масс. ингибитора окисления.

Настоящий стандарт не распространяется на регенерированные масла, нефтяные масла, используемые в качестве пропитки в кабелях и конденсаторах.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ЕН ИСО 2719—2008 Нефтепродукты. Методы определения температуры вспышки в закрытом тигле Пенски-Мартенса

ГОСТ Р ИСО 3675—2007 Нефть сырая и нефтепродукты жидкие. Лабораторный метод определения плотности с использованием ареометра

ГОСТ Р ЕН ИСО 14596—2008 Нефтепродукты. Определение содержания серы методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии с дисперсией по длине волны

ГОСТ Р 51069—97 Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром

ГОСТ Р 53203—2008 Нефтепродукты. Определение серы методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии с дисперсией по длине волны

ГОСТ Р 53708—2009 Нефтепродукты. Жидкости прозрачные и непрозрачные. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости

ГОСТ Р 54279—2010 Нефтепродукты. Методы определения температуры вспышки в аппарате Пенски-Мартенса в закрытом тигле

ГОСТ 12.1.007—76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.018—93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования

Издание официальное

ГОСТ 12.1.044—89 (ИСО 4589—84) Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения

ГОСТ 12.4.010—75 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия

ГОСТ 12.4.011—89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 12.4.020—82 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты рук. Номенклатура показателей качества

ГОСТ 12.4.021—75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ 12.4.034—2001 (ЕН 133—90) Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка

ГОСТ 12.4.068—79 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования

ГОСТ 12.4.103—83 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация

ГОСТ 12.4.111—82 Система стандартов безопасности труда. Костюмы мужские для защиты от нефти и нефтепродуктов. Технические условия

ГОСТ 12.4.112—82 Система стандартов безопасности труда. Костюмы женские для защиты от нефти и нефтепродуктов. Технические условия

ГОСТ 17.2.3.02—78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями

ГОСТ 33—2000 (ИСО 3104—94) Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости

ГОСТ 859—2001 Медь. Марки

ГОСТ 981—75 Масла нефтяные. Метод определения стабильности против окисления

ГОСТ 1510—84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

ГОСТ 2517—85 Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб

ГОСТ 2917—76 Масла и присадки. Метод определения коррозионного воздействия на металлы

ГОСТ 5985—79 Нефтепродукты. Метод определения кислотности и кислотного числа

ГОСТ 6356—75 Нефтепродукты. Метод определения температуры вспышки в закрытом тигле

ГОСТ 6370—83 Нефть, нефтепродукты и присадки. Метод определения механических примесей

ГОСТ 6581—75 Материалы электроизоляционные жидкие. Методы электрических испытаний

ГОСТ 11362—96 (ИСО 6619—88) Нефтепродукты и смазочные материалы. Число нейтрализации. Метод потенциометрического титрования

ГОСТ 13003—88 Масла изоляционные. Метод определения газостойкости в электрическом поле

ГОСТ 14192—96 Маркировка грузов

ГОСТ 20284—74 Нефтепродукты. Метод определения цвета на колориметре ЦНТ

ГОСТ 20287—91 Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания

ГОСТ 31340—2007 Предупредительная маркировка химической продукции. Общие требования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов 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, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт 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 следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **трансформаторное масло** (transformer oil): Нефтяное изоляционное масло для трансформаторов и аналогичного электрооборудования.

3.2 **низкотемпературное масло для выключателей** (low temperature switchgear oil): Нефтяное изоляционное масло для заполняемых маслом выключателей, применяемых вне помещений в очень холодных климатических условиях.

3.3 **присадка** (additive): Подходящее химическое вещество, которое добавляют в нефтяное изоляционное масло, чтобы улучшить определенные характеристики.

Примечание — Примерами присадок являются антиоксиданты, вещества для снижения температуры застывания, для подавления склонности к образованию электростатического заряда, такие как бензотиазол (BTA), вещества, подавляющие образование пены, вещества, повышающие эффективность процессов очистки.

3.4 **противоокислительная присадка** (antioxidant additive): Присадка, добавляемая в нефтяное изоляционное масло для улучшения его стойкости к окислению.

Примечание — Имеется большое количество противоокислительных присадок. В настоящем стандарте используют присадки, установленные в стандарте [1].

3.5 **ингибированное масло** (inhibited oil): Нефтяное изоляционное масло, содержащее от 0,25 % до 0,40 % противоокислительной присадки наряду с другими присадкам, как указано в 3.3.

3.6 **неиспользованное нефтяное изоляционное масло** (unused mineral insulating oil): Нефтяное изоляционное масло, полученное от изготовителя.

Примечание — Имеется в виду масло, которое еще не использовалось, не контактировало с электрооборудованием или другим оборудованием, кроме оборудования для производства, хранения или транспортирования. Производитель или поставщик неиспользованного масла должен принять все меры предосторожности, чтобы обеспечить отсутствие загрязнения полихлорированными бифенилами (PCB) или терфенилами (PCT), отработанным маслом или дехлорированным маслом или другими примесями.

3.7 **регенерированное масло** (reclaimed oil): Нефтяное изоляционное масло, использованное в электрооборудовании, которое подверглось химической и/или физической обработке с целью устранения растворимых и нерастворимых примесей.

Примечание — Смесь неиспользованного и регенерированного масел в любой пропорции считается регенерированным маслом.

4 Свойства масла

См. характеристики, приведенные в таблицах 1 и 2.

4.1 Функциональные свойства

Функциональные свойства — это свойства масла, которые влияют на его функцию как изоляционной и охлаждающей жидкости.

Примечания

1 Функциональные свойства включают: вязкость, плотность, температуру текучести, содержание воды, тангенс угла диэлектрических потерь и напряжение пробоя.

2 Нефтяные изоляционные масла в определенной степени гигроскопичны, степень гигроскопичности обусловлена их углеводородным составом. При ненадлежащем хранении и использовании влага в масле оказывает влияние на функциональные (электроизоляционные) свойства и рабочие характеристики масла.

4.2 Очистка и стойкость к окислению

Речь идет о характеристиках масла, на которые влияют качество и тип очистки и добавленные присадки.

Примечание — К данным характеристикам относятся: внешний вид, поверхностное натяжение, общее содержание серы, кислотность, коррозионная сера, содержание 2-фурфурола.

4.3 Рабочие характеристики

Рабочие характеристики — это свойства, влияющие на длительность работы масла в условиях эксплуатации и/или его реакцию на электрическое напряжение и температуру.

Примечание — Примерами таких характеристик являются: стойкость к окислению, газостойкость.

4.4 Свойства, связанные с безопасностью и охраной здоровья и окружающей среды

Это характеристики масла, связанные с безопасностью применения и защитой окружающей среды.

Примечание — Примеры таких характеристик: температура вспышки, плотность, содержание полициклических ароматических углеводородов (PCA), содержание полихлорированных бифенилов/терфенилов (PCB/PCT).

5 Классификация, идентификация, общие требования к поставке, отбору и подготовке проб

5.1 Классификация

5.1.1 Классы

Настоящий стандарт устанавливает два класса нефтяных изоляционных масел:

- трансформаторные масла;
- низкотемпературные масла для выключателей.

5.1.2 Самая низкая температура включения нагрузки при холодном запуске (LCSET)

При маркировке изоляционного масла при необходимости указывают значение LCSET.

Стандартная температура LCSET, устанавливаемая настоящим стандартом, составляет минус 30 °С, но при необходимости можно выбрать другую температуру LCSET по таблице 1.

5.2 Требования

Общие требования настоящего стандарта приведены в таблице 2.

5.3 Совместимость

Неиспользованные изоляционные масла, изготовленные по настоящему стандарту, относящиеся к одному классу и имеющие одну температуру LCSET, считаются смешиваемыми и совместимыми друг с другом при выполнении требований стандарта [2].

5.4 Идентификация и общие требования к поставке

Масло поставляют наливом в железнодорожных цистернах, металлических бочках или промежуточных контейнерах для наливных грузов IBC. Тара должна быть чистой, чтобы избежать загрязнения масла.

Бочки для масла и контейнеры для проб должны иметь следующую обязательную маркировку: наименование изготовителя, обозначение масла, количество масла.

Примечание — Необходимо принять все меры предосторожности при транспортировании и хранении изоляционного масла для его защиты от всех видов излучения, загрязнений или влаги.

5.5 Отбор проб

Отбор проб осуществляют по *ГОСТ 2517* или стандарту [3].

Для объединенной пробы берут 2 дм^3 масла.

Примечание — Необходимо принять все меры предосторожности при отборе проб, чтобы в изоляционное масло не попали загрязнения или влага. Отбор проб масла на открытом воздухе в дождь, туман или при сильном ветре возможен только при применении укрытия, исключающего возможность загрязнения.

5.6 Подготовка проб

Подготовку пробы перед испытанием проводят для удаления влаги и механических примесей, присутствующих в пробе масла. Достаточный объем изоляционного масла нагревают до температуры (60 ± 2) °С, затем фильтруют горячим при давлении не более 2,5 кПа через фильтр из спеченного стекла пористостью 4.

6 Характеристики, их значения и методы испытаний

6.1 Вязкость

Вязкость влияет на теплообмен и соответственно на повышение температуры оборудования. Чем ниже вязкость, тем легче масло циркулирует, улучшая теплообмен. При низких температурах повышение вязкости масла является критическим фактором для включения трансформаторов с охлаждением за счет естественной циркуляции нефтяного масла (отсутствие циркуляции и следовательно возможный перегрев в горячих точках) и негативно влияет на скорость движущихся частей, таких как разъединители, выключатели, переключатели под нагрузкой, насосы и регуляторы.

Вязкость при самой низкой температуре включения нагрузки при холодном запуске (LCSET) не должна превышать 1800 мм^2/с (соответственно 2500 мм^2/с при температуре минус 40 °С, см. таблицу 1).

В настоящем стандарте температура минус 30 °С для трансформаторных изоляционных масел установлена как температура LCSET.

Покупатель и поставщик по согласованию могут установить другую температуру LCSET (таблица 1).

Примечание — Трансформаторное масло, поставляемое на внутренний рынок Российской Федерации, должно иметь вязкость не более 1200 мм^2/с при температуре минус 30 °С и температуру текучести не выше минус 45 °С.

Низкотемпературное масло для выключателей должно иметь вязкость при температуре LCSET не более 400 мм^2/с. Стандартной температурой LCSET низкотемпературных масел для выключателей определена температура минус 40 °С, но покупатель и поставщик по согласованию могут установить другую температуру LCSET.

Примечание — Дополнительную информацию о естественной циркуляции масла без помощи насоса можно получить в стандарте [4].

Таблица 1 — Допустимые значения максимальной вязкости и температуры текучести трансформаторных масел при различных значениях самых низких температур включения нагрузки при холодном запуске трансформатора (LCSET)

LCSET °С	Вязкость, мм^2/с, не более	Температура текучести, °С, не более
0	1800	–10
–20	1800	–30
–30	1800	–40
–40	2500	–50

Примечание — В настоящем стандарте не устанавливается нижний предел значений вязкости, но при определенных условиях масла с вязкостью менее 7 мм^2/с при плюс 40 °С могут рассматриваться как потенциально опасные для работы циркуляционных систем.

Вязкость определяют по ГОСТ Р 53708 или ГОСТ 33, а вязкость при очень низких температурах по стандарту [5].

6.2 Температура текучести

Температура текучести изоляционного масла является самой низкой температурой, при которой масло продолжает течь. Рекомендуемое значение температуры текучести масла не менее чем на 10 °С ниже значения самой низкой температуры включения нагрузки при холодном запуске (LCSET). Температуру текучести определяют по ГОСТ 20287 или стандартам [6], [7].

Примечание — При изготовлении изоляционного масла не допускается использование специальных присадок для снижения температуры текучести.

6.3 Содержание воды

Низкое содержание воды в нефтяном изоляционном масле необходимо для обеспечения требований по показателям электрической прочности и тангенсу угла диэлектрических потерь. Чтобы избежать выделения несвязанной (нерастворенной) воды, содержание воды в неиспользованном масле должно быть минимальным.

Перед наполнением электрооборудования масло необходимо обработать, чтобы обеспечить требования стандарта [2], *а также требования, установленные в документах по эксплуатации энергетического оборудования*.

После обработки масла для удаления твердых частиц, влаги и растворенного воздуха вакуумным методом *по 5.6* масло должно иметь высокую диэлектрическую прочность — пробивное напряжение не менее 70 кВ.

Содержание воды определяют по стандарту [8] *после подготовки пробы по 5.6.*

6.4 Напряжение пробоя

Напряжение пробоя изоляционного масла указывает на его способность выдерживать электрическое напряжение в электрооборудовании. Напряжение пробоя определяют по ГОСТ 6581 или стандарту [9] *после подготовки пробы по 5.6.*

6.5 Тангенс угла диэлектрических потерь (DDF)

Тангенс угла диэлектрических потерь является мерой электрических свойств масла. Повышение значения тангенса угла диэлектрических потерь может указывать на попадание в масло воды, загрязнение твердыми частицами, растворимыми полярными примесями или на плохое качество очистки.

DDF определяют по ГОСТ 6581 или стандартам [10], [11] или [12] при температуре 90 °С. При разногласиях в оценке качества продукции используют метод по стандарту [10] при температуре 90 °С.

Примечания

1 По согласованию сторон DDF можно измерять при температурах, отличных от 90 °С. В этих случаях значение температуры измерения должно быть указано в протоколе испытания.

2 После транспортирования или хранения на складе DDF изоляционного масла определяют после подготовки пробы по 5.6 или ГОСТ 6581. При разногласиях в оценке качества продукции подготовку масла перед определением тангенса угла диэлектрических потерь проводят по 5.6.

6.6 Внешний вид

Внешний вид определяют визуальным контролем. Слой пробы масла толщиной приблизительно 10 см при температуре окружающей среды осматривают в проходящем свете для выявления наличия видимых примесей, несвязанной воды или взвешенного материала.

6.7 Кислотность

Неиспользованное нефтяное изоляционное масло должно быть нейтральным и не должно содержать кислых соединений. Кислотность определяют по *ГОСТ 5985, ГОСТ 11362* или стандартам [13], [14].

6.8 Поверхностное натяжение (IFT)

Низкое значение показателя поверхностного натяжения может указывать на присутствие нежелательных примесей. Поверхностное натяжение определяют по стандарту [15] или [16].

6.9 Содержание серы

В изоляционных маслах присутствуют различные органические соединения серы, и их содержание зависит от технологии производства и степени очистки. Так как некоторые соединения серы имеют сродство к металлам, они могут проявлять себя как пассиваторы меди или вызывать коррозию.

Содержание серы определяют по ГОСТ Р ЕН ИСО 14596, ГОСТ Р 53203 или стандартам [17], [18]

6.10 Коррозионная сера

Некоторые соединения серы, например меркаптаны, являются коррозионно-активными по отношению к металлическим поверхностям из стали, меди и серебра (контакты переключателей) и должны отсутствовать в неиспользованных маслах, заливаемых в оборудование. Коррозионную серу определяют по *ГОСТ 2917* или стандартам [19], [20].

6.11 Содержание противоокислительных присадок

Противоокислительная присадка (ингибитор окисления) замедляет окисление масла, образование осадка и рост кислотности. Информация о количестве противоокислительной присадки в масле необходима для контроля уменьшения ее концентрации в процессе использования масла. *В настоящем стандарте в качестве противоокислительной присадки используют 2,6-ди-трет-бутил-п-крезол (DBPC).*

Количество противоокислительной присадки определяют по стандарту [1] или [21]. Наименование и количество противоокислительной присадки должны быть указаны в паспорте качества. При использовании других присадок, в том числе в процессе очистки масла, их присутствие должно быть согласовано между изготовителем и потребителем.

6.12 Стойкость к окислению

Окисление масла приводит к повышению кислотности и образованию осадка. Повышение стойкости к окислению продлевает срок службы оборудования, уменьшает отложение осадка, снижает электрические потери и коррозию металлов, исключает отказы электрооборудования.

Стойкость к окислению определяют по стандарту [22] (метод С) *или по ГОСТ 981*.

6.13 Газостойкость в электрическом поле

Для некоторых типов специальных трансформаторов с высокой напряженностью электрического поля важна способность масла поглощать или выделять газ (водород) при воздействии электрического напряжения. Это свойство связано с наличием в масле ароматических углеводородов и косвенно зависит от установленных требований к окислительной стабильности масла.

Газостойкость определяют по ГОСТ 13003 или стандартам [23], [24].

Газостойкость является специальным требованием для некоторых типов оборудования.

6.14 Температура вспышки

Безопасная работа электрооборудования требует достаточно высокой температуры вспышки. Температуру вспышки определяют по ГОСТ Р ЕН ИСО 2719, ГОСТ Р 54279 *или ГОСТ 6356.*

6.15 Плотность

Плотность изоляционного масла должна быть достаточно низкой, чтобы при эксплуатации в условиях низких температур избежать образования льда из несвязанной воды на поверхности масла, что может привести к отказу электрооборудования из-за пробоя.

Плотность определяют по ГОСТ Р ИСО 3675, ГОСТ Р 51069 или стандарту [25].

6.16 Полициклические ароматические углеводороды (PCA)

Некоторые полициклические ароматические углеводороды являются канцерогенами, поэтому их содержание в нефтяных маслах должно соответствовать допустимому уровню.

Полициклические ароматические углеводороды определяют экстракцией диметилсульфоксидом по стандарту [26].

6.17 Полихлорированные бифенилы (PCB)

Полихлорированные бифенилы должны отсутствовать в неиспользованных нефтяных маслах. PCB определяют по стандарту [27]. Предел обнаружения для одного пика равен 0,1 мг/кг.

Примечание — Общие пределы содержания PCB устанавливаются национальным законодательством.

6.18 2-Фурфурол и родственные соединения (2-FAL)

2-Фурфурол и родственные соединения в неиспользованных маслах могут появиться при загрязнении отработанным маслом или при смешивании с маслами других марок. Неиспользованные масла должны иметь низкий уровень 2-фурфурола и родственных соединений. Определение проводят по стандарту [28].

6.19 Общие технические требования

По физико-химическим и эксплуатационным показателям электроизоляционные масла должны соответствовать требованиям и нормам, приведенным в таблице 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Значение		Метод испытания
	Трансформаторное масло	Низкотемпературное масло для выключателей	
Функциональные свойства			
1 Кинематическая вязкость, $мм^2/с$, не более, при температуре, °С: + *50* + 40 – 30 – 40	 *9* 12 *1200* —	 — 3,5 — 400	По ГОСТ Р 53708 или ГОСТ 33 По стандарту [5] или ГОСТ Р 53708, ГОСТ 33
2 Температура текучести, °С, не выше	*– 45*	– 60	По стандартам [7], [6] или ГОСТ 20287 (метод А)
3 Содержание воды, мг/кг, не более	$30^{a)}/40^{b)}$		По стандарту [8] и 6.3 настоящего стандарта
4 Напряжение пробоя, кВ, не менее	$30^{c)}/70^{d)}$		По стандарту [9] и 5.6 настоящего стандарта или ГОСТ 6581
5 Плотность, $кг/м^3$, при температуре, °С, не более: 20 *15*	 895 *897*		По ГОСТ Р ИСО 3675, ГОСТ Р 51069 или стандарту [25]

Продолжение таблицы 2

Наименование показателя	Значение		Метод испытания
	Трансформаторное масло	Низкотемпературное масло для выключателей	
6 Тангенс угла диэлектрических потерь (DDF) при температуре 90 °С, частоте 50 Гц, не более	0,005[e)]		По стандартам [10], [11], [12] и 5.6 настоящего стандарта или ГОСТ 6581
Очистка и стойкость			
7 Внешний вид	Прозрачная жидкость, без осадка и взвешенного вещества		По 6.6 настоящего стандарта
8 Кислотность, мг КОН/г масла, не более	0,01		По стандартам [13], [14] или *ГОСТ 11362*, *ГОСТ 5985*
9 Поверхностное натяжение при температуре 25 °С, мН/м, не менее	40		По стандартам [15] и [16]
10 Содержание серы, %, не более	Не нормируется. Определение обязательно		По ГОСТ Р ЕН ИСО 14596, ГОСТ Р 53203 или стандартам [17], [18]
11 Коррозионная сера	Отсутствие		По стандарту [19]
12 Содержание ингибитора окисления, %, не более	*0,25—0,40*		По стандарту [1] или [21]
13 Содержание 2-фурфурола, мг/кг, не более	0,1		По стандарту [28]
14 Содержание механических примесей	*Отсутствие*		*По ГОСТ 6370*
15 Цвет, ед. ЦНТ, не более	*1,0*		*По ГОСТ 20284 или стандарту [29]*
16 Испытание корродирующего действия на пластинку из меди марки М1К или М-2 по ГОСТ 859	*Выдерживает*		*По ГОСТ 2917 или стандарту [20]*
Рабочие характеристики			
17 Стойкость к окислению в течение 500 ч: - общая кислотность, мг КОН/г, не более - массовая доля осадка, %, не более - тангенс угла диэлектрических потерь (DDF) при 90 °С, не более	 0,15 0,005 0,050[e)]	 1,2 0,8 0,500 [e)]	По стандарту [22] (метод С) По стандартам [10], [11], [12] или ГОСТ 6581
18 Газостойкость в электрическом поле, мкл/мин	Не нормируется, определение обязательно		По стандартам [23] (метод А), [24] или ГОСТ 13003
19 Стабильность против окисления (155 °С, 14 ч, 50 мл/мин): *- масса летучих низкомолекулярных кислот, мг КОН/г масла, не более* *- массовая доля осадка, %, не более* *- кислотное число окисленного масла, мг КОН/г масла, не более*	 *0,04* *0,015* *0,1*	 — — —	*По ГОСТ 981*
Безопасность, охрана здоровья и окружающей среды			
20 Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже	135	100	По ГОСТ Р ЕН ИСО 2719, ГОСТ Р 54279 или *ГОСТ 6356*

Окончание таблицы 2

Наименование показателя	Значение		Метод испытания
	Трансформаторное масло	Низкотемпературное масло для выключателей	
21 Массовая доля полициклических ароматических углеводородов, %, не более	3		По стандарту [26]
22 Содержание полихлорированных бифенилов (PCB), мг/кг	Отсутствие		По стандарту [27]

[a] Для поставки в бочках.
[b] Для поставки в промежуточных контейнерах для наливных грузов.
[c] Напряжение пробоя без подготовки пробы.
[d] Напряжение пробоя с учетом подготовки пробы по 5.6 настоящего стандарта.
[e] *При проведении испытания по стандарту [12] значение тангенса угла диэлектрических потерь при 90 °С может выражаться в процентах.*

7 Требования безопасности

7.1 Изоляционное масло является малоопасным продуктом и по степени воздействия на организм человека относится к 4-му классу опасности в соответствии с *ГОСТ 12.1.007*.

7.2 Предельно допустимая концентрация паров углеводородов масла в воздухе рабочей зоны — 900/300 мг/м^3 в соответствии с требованиями гигиенических нормативов [30].

Содержание углеводородов в воздухе определяют по методическим указаниям [1].

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны контролируют по руководству [32].

7.3 Масло представляет собой горючую жидкость по *ГОСТ 12.1.044*.

7.4 При загорании изоляционного масла применяют следующие средства пожаротушения: распыленную воду, пену; при объемном тушении — углекислый газ, составы СЖБ и «3,5», перегретый пар.

7.5 В помещениях для хранения и применения изоляционного масла запрещается использовать открытый огонь. Электрические сети и искусственное освещение должны быть взрывозащищенного исполнения. При работе с маслом не допускается использовать инструменты, дающие при ударе искру.

7.6 Емкости и трубопроводы, предназначенные для хранения и транспортирования масла, должны быть защищены от статического электричества по *ГОСТ 12.1.018*.

7.7 При разливе масла необходимо собрать его в отдельную тару, место разлива протереть сухой тряпкой. При разливе на открытой площадке место разлива необходимо засыпать песком с последующим его удалением и обезвреживанием в соответствии с требованиями санитарных правил и норм [33].

7.8 Помещения для работ с маслом должны быть оборудованы общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией по *ГОСТ 12.4.021*. Места интенсивного выделения паров масла должны быть оборудованы местными отсосами.

В помещениях для хранения масла не допускается хранить кислоты, баллоны с кислородом и другие окислители.

7.9 При работе с маслом применяют индивидуальные средства защиты по *ГОСТ 12.4.011, ГОСТ 12.4.103, ГОСТ 12.4.111, ГОСТ 12.4.112* и типовым отраслевым нормам, утвержденным в установленном порядке.

В местах с концентрацией паров масла, превышающей 900/300 мг/м^3, необходимо применять фильтрующие противогазы марки ПФМГ с коробкой БКФ и шланговые противогазы марки ПШ-1 или аналогичные по *ГОСТ 12.4.034*.

7.10 При попадании масла на открытые участки тела необходимо его удалить и обильно промыть кожу теплой мыльной водой. При попадании на слизистую оболочку глаз необходимо обильно промыть глаза теплой водой.

Для защиты кожи рук применяют защитные рукавицы по *ГОСТ 12.4.010*, мази и пасты по *ГОСТ 12.4.068*, а также средства индивидуальной защиты рук по *ГОСТ 12.4.020*.

8 Охрана окружающей среды

8.1 Для охраны атмосферного воздуха от загрязнений выбросами вредных веществ должен быть организован контроль за содержанием предельно допустимых выбросов по *ГОСТ 17.2.3.02*.

8.2 Основными средствами охраны окружающей среды от вредных воздействий масла являются использование герметичного оборудования в технологических процессах и операциях, связанных с производством, транспортированием, применением и хранением масла, а также строгое соблюдение технологического режима.

8.3 Изоляционное масло не образует токсичные соединения в воздушной среде и сточных водах в присутствии других веществ или факторов.

Предельно допустимая концентрация масла в воде водоема — 0,3 мг/л в соответствии с гигиеническими нормативами [34].

9 Правила приемки

9.1 Изоляционное масло принимают партиями. Партией считают любое количество масла, изготовленное в ходе технологического цикла, однородное по показателям качества, сопровождаемое одним документом о качестве (паспортом продукции).

9.2 Для проверки качества изоляционного масла проводят приемо-сдаточные испытания по показателям 1—10, 12, 14—16, 19, 20 таблицы 2.

9.3 При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы по одному из показателей приемо-сдаточных испытаний, приведенных в таблице 2, по нему проводят повторные испытания вновь отобранной пробы, взятой от той же партии. Результаты повторных испытаний являются окончательными и распространяются на всю партию.

9.4 Для проверки качества изоляционного масла проводят периодические испытания по показателям 11, 13, 17, 18, 21, 22 таблицы 2 не реже одного раза в год. Результаты периодических испытаний заносят в документ о качестве (паспорт) испытуемой партии масла и в документы о качестве всех партий до очередных периодических испытаний.

9.5 При получении неудовлетворительных результатов периодических испытаний изготовитель переводит испытания по данным показателям в категорию приемо-сдаточных до получения положительных результатов не менее чем на трех партиях подряд.

9.6 При разногласиях в оценке качества изоляционного масла арбитражным методом испытаний устанавливается метод, указанный в таблице 2 первым (или приложении ДА).

10 Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

Упаковка изоляционного масла и маркировка потребительской и транспортной тары — по *ГОСТ 1510, ГОСТ 31340 и ГОСТ 14192*.

Транспортирование и хранение изоляционного масла — по *ГОСТ 1510*.

Изоляционное масло транспортируют наливом в железнодорожных цистернах, в металлических бочках по *ГОСТ 18950* или специальных контейнерах для наливных грузов.

Изоляционное масло следует хранить на стеллажах, поддонах или в штабелях в крытых складских помещениях.

11 Гарантии изготовителя

11.1 Изготовитель гарантирует соответствие изоляционного масла требованиям настоящего стандарта при соблюдении потребителем условий транспортирования и хранения, предусмотренных *ГОСТ 1510*.

Приложение ДА
(обязательное)

Арбитражные методы испытаний

Таблица ДА.1

Наименование показателя	Метод испытания
Вязкость	ГОСТ 33
Температура текучести	ГОСТ 20287 (метод А)
Температура вспышки	ГОСТ Р ЕН ИСО 2719
Напряжение пробоя	МЭК 60156
Плотность	ГОСТ Р ИСО 3675
Тангенс угла диэлектрических потерь	ГОСТ 6581
Кислотность	ГОСТ 11362
Поверхностное натяжение	АСТМ Д 971
Общее содержание серы	ГОСТ Р ЕН ИСО 14596
Коррозионная сера	DIN 51353
Содержание противоокислительной присадки	МЭК 60666
Содержание 2-фурфурола	МЭК 61198
Содержание воды	МЭК 60814
Содержание полихлорированных бифенилов	МЭК 61619
Газостойкость	МЭК 60628
Содержание полициклических ароматических углеводородов	IP 346
Стабильность против окисления в течение 500 ч	МЭК 61125
Испытание корродирующего действия на пластинку из меди марки М1К или М-2 по ГОСТ 859	ГОСТ 2917
Содержание механических примесей	ГОСТ 6370
Цвет	ГОСТ 20284
Стабильность против окисления в течение 14 ч	ГОСТ 981

Приложение ДБ
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДБ.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного стандарта
ГОСТ Р ЕН ИСО 2719—2008	IDT	ЕН ИСО 2719:2002 «Определение температуры вспышки. Метод с применением закрытого тигля Пенски-Мартенса»
ГОСТ Р ИСО 3675—2007	IDT	ИСО 3675:1998 «Сырая нефть и жидкие нефтепродукты. Лабораторное определение плотности. Метод с использованием ареометра»
ГОСТ Р ЕН ИСО 14596—2008	IDT	ЕН ИСО 14596:1998 «Нефтепродукты. Определение содержания серы. Рентгеновская флуоресцентная спектрометрия с дисперсией по длине волны»
ГОСТ Р 51069—97	MOD	АСТМ Д 1298 «Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром»
ГОСТ Р 53203—2008	IDT	АСТМ Д 2622—05 «Метод определения серы в нефтепродуктах с дисперсией по длине волны рентгенофлуоресцентной спектрометрией»
ГОСТ Р 53708—2009	IDT	АСТМ Д 445—06 «Метод определения кинематической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей (и расчет динамической вязкости)»; ИСО 3104 «Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости»
ГОСТ Р 54279—2010	IDT	АСТМ Д 93 «Стандартный метод определения температуры вспышки в закрытом тигле Пенски-Мартенса»
ГОСТ 33—2000	MOD	ИСО 3104:1994 «Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости»
ГОСТ 6581—75	NEQ	МЭК 60156—1995 «Диэлектрики жидкие. Определение пробивного напряжения при промышленной частоте. Метод испытания»; МЭК 60247 «Диэлектрики жидкие. Измерение относительной диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь и удельного сопротивления»
ГОСТ 13003—88	MOD	МЭК 60628 «Масла электроизоляционные. Газообразование изоляционных жидкостей под действием электрической напряженности и ионизации»
ГОСТ 20287—91	MOD	ИСО 3016 «Нефтепродукты. Определение температуры текучести»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

Приложение ДВ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Таблица ДВ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта МЭК 60296:2003
1 Область применения	1 Область применения
2 Нормативные ссылки	2 Нормативные ссылки
3 Термины и определения	3 Термины и определения
4 Свойства масла	4 Свойства масла
5 Классификация, идентификация, общие требования к поставке, отбору и подготовке проб	5 Классификация, идентификация, общие требования к поставке и отбору проб
6 Характеристики, их значения и методы испытаний	6 Характеристики, их значение и методы испытания
7 Требования безопасности **	7 Конкретные требования для конкретных случаев*
8 Охрана окружающей среды**	—
9 Правила приемки**	—
10 Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение**	—
11 Гарантии изготовителя**	—
Приложение ДА Арбитражные методы испытаний	—
Приложение ДБ Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте	—
Приложение ДВ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта	—
Приложение ДГ Текст раздела, подраздела, пункта и терминологических статей, не включенных в текст настоящего стандарта	—
Библиография	Библиография

* Данный раздел исключен из текста стандарта и приведен в дополнительном приложении ДГ в связи с нецелесообразностью применения данных требований в Российской Федерации.

** Включение в настоящий стандарт данных разделов обусловлено необходимостью приведения в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5.

Приложение ДГ
(справочное)

Текст раздела, подраздела, пункта и терминологических статей, не включенных в текст настоящего стандарта

3.5 **неингибированное масло** (uninhibited oil): Минеральное изоляционное масло, которое не содержит противоокислительных присадок, но может содержать другие присадки.

3.6 **незначительно ингибированное масло** (trace inhibited oil): Минеральное изоляционное масло, содержащее до 0,08 % противоокислительной присадки наряду с другими присадками, как указано в 3.4.

5.1.2 Содержание противоокислительных присадок (ингибиторов)

Электроизоляционные масла классифицируют по трем группам в зависимости от содержания в них противоокислительных присадок:

- неингибированные электроизоляционные масла, маркируемые «U»;
- незначительно ингибированные электроизоляционные масла, маркируемые «T»;
- ингибированные электроизоляционные масла, маркируемые «I».

6.14 Склонность к образованию электростатического заряда (ECT)

Склонность к образованию электростатического заряда изоляционного масла является важной характеристикой для определенных конструкций трансформаторов HV и EHV, которые имеют такую скорость прокачивания масла, при которой может образоваться электростатический заряд. Такой заряд может привести к разрядке, вызывающей поломку трансформатора. ECT является требованием в конкретном случае.

7 Конкретные требования для конкретных случаев

7.1 В некоторых случаях могут быть установлены более жесткие требования по показателям: устойчивость к окислению и содержание серы.

7.1.1 Для трансформаторов с высокими значениями рабочей температуры или для обеспечения более продолжительного срока службы могут быть установлены более строгие значения показателей после испытания на окисление МЭК 61125, метод С. Это относится в основном к ингибированным маслам I[2), 3)]:

- общая кислотность: не более 0,3 мг KOH/г;
- осадок: не более 0,05 %;
- DDF при 90 °С: не более 0,050;
- общее содержание серы: не более 0,15 %.

7.2 Склонность к образованию электростатического заряда (ECT)

Для силовых трансформаторов с охлаждением или без по МЭК 60076-2 с высокой скоростью циркуляции масла, например трансформаторов HV/DC, предельные значения могут быть согласованы между покупателем и изготовителем.

7.3 Газообразование

Для оборудования с высокой напряженностью электрического поля или специальной конструкции газ, который может образоваться в определенных условиях напряженности, должен поглощаться маслом. Склонность к газообразованию по МЭК 60628 в данном случае должна быть согласована между изготовителем и пользователем масла[4)].

[2)] В некоторых странах могут потребоваться более строгие предельные значения и/или дополнительные требования.

[3)] В некоторых странах DDF макс. 0,020 после 2 ч окисления (см. МЭК 61625, метод С) считается приемлемым для применения в измерительных трансформаторах EHV.

[4)] В некоторых странах имеются предельные значения.

Библиография

[1] МЭК 60666 (2010) Присадки специальные антиокислительные в изоляционных маслах. Обнаружение и определение

[IEC 60666 (2010)] (Detection and determination of specified antioxidant additives in insulating oils)

[2] МЭК 60422 (2003) Масла нефтяные изоляционные при применении в электрооборудовании. Руководство по контролю и поддержанию качества в эксплуатации

[IEC 60422 (2003)] (Mineral insulating oils in electrical equipment — Supervision and maintenance guidance)

[3] МЭК 60475 (1974) Диэлектрики жидкие. Метод отбора проб

[IEC 60475 (1974)] (Method of sampling liquid dielectrics)

[4] МЭК 60076-2 (2011) Трансформаторы силовые. Часть 2. Повышение температуры для маслозаполненных трансформаторов

[IEC 60076-2 (2011)] (Power transformers — Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers)

[5] МЭК 61868 (1998) Масла нефтяные изоляционные. Определение кинематической вязкости при очень низких температурах

[IEC 61868 (1998)] (Mineral insulating oils — Determination of kinematic viscosity at very low temperatures)

[6] АСТМ Д 97—09 Стандартный метод определения температуры текучести нефтепродуктов

(ASTM D 97—09) (Standard test method for pour point of petroleum products)

[7] ИСО 3016:1994 Нефтепродукты. Определение температуры текучести

(ISO 3016:1994) (Petroleum products — Determination of pour point)

[8] МЭК 60814 (1997) Жидкости изоляционные. Бумага и картон, пропитанные маслом. Определение содержания воды методом автоматического кулонометрического титрования Карла Фишера

[IEC 60814 (1997)] (Insulating liquids — Oil-impregnated paper and pressboard — Determination of water by automatic coulometric Karl Fischer titration)

[9] МЭК 60156 (1995) Диэлектрики жидкие. Определение пробивного напряжения при промышленной частоте. Метод испытания

[IEC 60156 (1995)] (Insulating liquids — Determination of the breakdown voltage at power frequency — Test methods)

[10] МЭК 60247 (2004) Диэлектрики жидкие. Измерение относительной диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь и удельного сопротивления (при постоянном токе)

[IEC 60247 (2004)] [Insulating liquids — Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor (tan δ) and d.c. resistivity]

[11] МЭК 61620 (1998) Диэлектрики жидкие. Определение коэффициента диэлектрических потерь путем измерения проводимости и емкости. Метод испытания

[IEC 61620 (1998)] (Insulating liquids — Determination of the dielectric dissipation factor by measurement of the conductance and capacitance — Test method)

[12] АСТМ Д 924—08 Стандартный метод определения тангенса угла диэлектрических потерь и относительной проницамости (диэлектрической постоянной) электроизоляционных жидкостей

[ASTM D 924—08] [Standard test method for dissipation factor (or power factor) and relative permittivity (dielectric constant) of electrical insulating liquids]

[13] МЭК 62021-1 (2003) Электроизоляционные жидкости. Определение кислотности. Часть 1. Автоматическое потенциометрическое титрование

[IEC 62021-1 (2003)] (Insulating liquids — Determination of acidity — Part 1: Automatic potentiometric titration)

[14] АСТМ Д 664:09a Стандартный метод определения кислотного числа потенциометрическим титрованием

(ASTM D 664:09a) (Standard test method acid number of petroleum products by potentiometric titration)

[15] ЕН 14210 Определение поверхностного натяжения поверхностно-активных растворов по методу пластинки или кольца

(EN 14210) (Determination of the interfacial tension of solutions of surface active agents by the stirrup or ring method)

[16]	АСТМ Д 971—99a (2004)	Стандартный метод испытания для определения поверхностного натяжения на границе вода — масло методом кольца
	[ASTM D 971—99a (2004)]	(Standard test method for interfacial tension of oil against water by the ring method)
[17]	IP 373	Определение содержания серы в легких и средних дистиллятах методом окислительной микрокулонометрии
	(IP 373)	(Determination of the sulphur content of light and middle distillates — Oxidative microcoulometry)
[18]	АСТМ Д 4294—10	Нефтепродукты. Определение содержания серы рентгеновской флуоресцентной спектрометрией с дисперсией по энергии
	(ASTM D 4294—10)	(Petroleum products — Determination of sulfur content by energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometry)
[19]	ДИН 51353	Обнаружение коррозионной серы в изоляционных маслах методом серебряной пластинки
	(DIN 51353)	(Testing of insulating oils detection of corrosive sulfur silver strip test)
[20]	АСТМ Д 1275—06	Стандартный метод испытания коррозионной серы в электроизоляционных маслах
	(ASTM D 1275—06)	(Standard test method for corrosive sulfur in electrical insulating oils)
[21]	АСТМ Д 2668—07	Стандартный метод определения 2,6-ди-трет-бутил-п-крезола, 2,6-ди-трет-бутилфенола в электроизоляционном масле с помощью измерения поглощения в инфракрасной области спектра
	(ASTM D 2668—07)	(Standard test method for 2,6-di-tert-butil-p-cresol and 2,6-di-tert-butil phenol in electrical insulating oil by infrared absorption)
[22]	МЭК 61125 (1992)	Жидкости электроизоляционные неиспользованные на основе углеводородов. Методы испытаний для определения стойкости к окислению
	(IEC 61125:1992)	(Unused hydrocarbon-based insulating liquids — Test methods for evaluating the oxidation stability)
[23]	МЭК 60628 (1985)	Газообразование изоляционных жидкостей под действием электрической напряженности и ионизации
	[IEC 60628 (1985)]	(Gassing of insulating liquids under electrical stress and ionization)
[24]	АСТМ Д 2300—08	Стандартный метод оценки газообразования электроизоляционных жидкостей под действием электрического поля и ионизации (модифицированный метод Пирелли)
	[ASTM D 2300—08]	[Standard test method for gassing of electrical insulating liquids under electrical stress and ionization (modified Pirelli method)]
[25]	АСТМ Д 4052—09	Стандартный метод определения плотности и относительной плотности с применением цифрового плотномера
	(ASTM D 4052—09)	(Standard test method for density, relative density, and API gravity of liquids by digital density meter)
[26]	IP 346	Определение полициклических ароматических веществ в базовых маслах и нефтяных фракциях, не содержащих асфальтенов. Метод показателя преломления экстрактов диметилсульфоксидом
	(IP 346)	(Determination of polycyclic aromatics in lubricating base oils and asphaltene free petroleum fractions — Dimethyl sulphoxide extraction refractive method)
[27]	МЭК 61619 (1997)	Изоляционные жидкости. Загрязнение полихлорированными бифенилами. Метод определения с помощью газовой хроматографии на капиллярных колонках
	[IEC 61619 (1997)]	[Insulating liquids — Contamination by polychlorinated biphenils (PCBs) — Method of determination by capillary column gas chromatography]
[28]	МЭК 61198 (1993)	Нефтяные изоляционные масла. Методы определения 2-фурфурола и родственных химических соединений
	[IEC 61198 (1993)]	(Mineral insulating oil — Method for the determination of 2-furfural and related compounds)
[29]	АСТМ Д 1500	Нефтепродукты. Стандартный метод определения цвета по АСТМ (цветовая шкала АСТМ)
	(ASTM D 1500)	[Standard test method for ASTM color of petroleum products (ASTM color scale)]

[30]	Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313—03	Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
[31]	Методические указания МУ 5923—91	Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций углеводородов C_1 — C_4 (раздельно) в воздухе рабочей зоны
[32]	Руководство Р 2.2.2006—05	Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
[33]	Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.7.1322—03	Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления
[34]	Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315—03	Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

УДК 621.315.612:006.354 ОКС 75.100 Б47 ОКП 02 5350

Ключевые слова: изоляционное масло, трансформаторное масло, масло для выключателей, ингибитор окисления, неиспользованные нефтяные изоляционные масла

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *О.Н. Власова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 17.08.2011. Подписано в печать 01.09.2011. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,20. Тираж 136 экз. Зак. 808.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник»,
117418 Москва, Нахимовский проспект, 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru