Төсөл

****

**МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ**

**Цахилгаан техникийн шингэнүүдийн үзүүлэлтүүд - Трансформатор ба таслах, залгах төхөөрөмжийг хөндийрүүлэх минераль шинэ тос**

**Fluids for electro technical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear**

**MNS IEC 60296:2021**

**Албан хэвлэл**

**СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗАР**

**Улаанбаатар хот**

**2021 он**

Энэ стандартыг Эрчим хүчний эдийн засгийн хүрээлэнгийн Стандарт, норм нормативын хэлтсийн инженер техникийн ажилтан С.Насанжаргал орчуулж, ЭХЯ-ны шинжээч Ж.Гэрэл редакц хийсэн.

Анхны үзлэгийг 2026 онд, дараа нь 5 жил тутамд хийнэ.

**Стандарт, хэмжил зүйн газар (СХЗГ)**

Энхтайваны өргөн чөлөө 46А

Шуудангийн хаяг

Улаанбаатар-13343, Ш/Х - 48

Утас: 976-51-263860 Факс: 976-11-458032

E-mail: standardinform@masm.gov.mn

[www.estandard.mn](http://www.estandard.mn); [www.masm.gov.mn](http://www.masm.gov.mn)

**© СХЗГ, 2021**

“Стандартчилал, тохирлын үнэлгээний тухай” Монгол Улсын хуулийн дагуу энэхүү стандартыг бүрэн, эсвэл хэсэгчлэн хэвлэх, олшруулах эрх нь гагцхүү СХЗГ (Стандартчиллын төв байгууллага)-т байна.

**АГУУЛГА**

Хуудас

ӨМНӨХ ҮГ.........................................................................................................................4

ТАНИЛЦУУЛГА.................................................................................................................6

1. Хамрах хүрээ................................................................................................................4

2. Норматив эшлэл...........................................................................................................9

3. Нэр томьёо ба тодорхойлолт......................................................................................8

4. Тосны шинж чанар ......................................................................................................7

 4.1 Функциональ шинж чанар………………….....……………………………..8

 4.2 Боловсруулалт болон тогтворжилт.......………………………….9

 4.3 Техникийн тодорхойлолт………………………………………………………….9

 4.4 Орчны эрүүл ахуй, аюулгүй байдлын шинж чанар (ОЭААБ)……….. 9

5. Ангилал, зориулалт, хүргэлт ба дээж авахад тавих ерөнхий шаардлага…...9

 5.1 Ангилал………………………………………………………………………………9

 5.1.1 Анги....................................................................................................9

 5.1.2 5.1.2 Үл исэлдүүлэгчийн (химийн урвалыг удаашруулагч) нэмэлтийн агуулга………………………………………9

 5.1.3 Эрчим хүч өгөх, боломжтой хүйтэнд залгах үеийн хамгийн бага температур (ЭХЗҮХБТ)....................................................................

 5.2 Шаардлага…………………………………………………………………………..9

 5.3 Тосны нийцэл…………………………………………………………………..9

 5.4 Ялгах тэмдэглэгээ ба хүргэлтийн ерөнхий шаардлага ………………….9

 5.5 Дээж авах……………………………………………………………………………9

6. Шинж чанар, тэдгээрийн ач холбогдол ба туршилтын арга………………………….9

 6.1 Зууралдлага…………………………………………………………………..9

 6.2 Царцах температур......……………………………………………………………9

 6.3 Усны агуулга……………………………………………………………………...9

 6.4 Нэвт цохилтын хүчдэл…………………………………………………….9

 6.5 Диэлектрик нэвтрэлтийн хүчин зүйл (ДНХЗ)……………………8

 6.6 Харагдах байдал…………………………………………………………………...7

 6.7 Хүчиллэг чанар……………………………………………………………………..7

 6.8 Гадаргуугийн харилцан таталцах хүч (ГХТХ)………………………………….6

 6.9 Хүхрийн агуулга………………………………………………………………….7

 6.10 Идэмхий хүхэр..........................................…………………………7

 6.11 Нэмэлт (3.4-ийг үзнэ үү)………………………………………………………..7

 6.11.1 Ерөнхий зүйл…………………………………………………………..7

 6.11.2 Үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт (3.5-ыг үзнэ үү)…………………..….7

 6.11.3 Металлыг идэвхгүй болгогч ………………………………………7

 6.11.4 Царцах температурыг бууруулагч…………………………….7

 6.12 Исэлдэлтийн тогтвортой байдал …………………………………………7

 6.13 Хийжих хандлага……… ………………………….7

 6.14 Цахилгаан статик цэнэгийн хандлага (ЦСЦХ)

 6.15 Цахилах температур………………………………………………………….7

 6.16 Нягт………………………………………………………………………………..8

 6.17 Полицагирагт үнэрт бодисын агуулга (ПЦА)……………………......……...9

 6.18 Полихлорт бифенилийн агуулга (ПХБ)………………………………...9

 6.19 2-Фурфурол (2-FAL) ба холбоотой нэгдлүүдийн агуулга………………7

 6.20 Жижиг хэсэг /механик хольц/-ийн агуулга ……………………………….7

 6.21 DBDS агуулга………………………………………………………………….8

 6.22 Тос тохиолдлоор хийжих үзэгдэл................................................................7

7. Тусгай хэрэглээнд зориулсан онцлог шаардлага…………………………………...8

 7.1 Хүхрийн бага агуулга ба исэлдэх өндөр тогтворжилт….9

 7.2 Цахилгаан статик цэнэгийн хандлага (ЦСЦХ)

A хавсралт (мэдээллийн) Зэврүүлэх боломжтой идэмхий хүхэр…………………...7

Ном зүй………………………………………………………………………..7

1-р хүснэгт – Эрчим хүч өгөх боломжтой, хүйтэнд залгах үеийн хамгийн бага температур дахь хамгийн өндөр зууралдлага болон трансформаторын тосны царцах температур (ЭХЗҮХБТ)………………………………7

2-р хүснэгт – Ерөнхий үзүүлэлтүүд……………………………………………………….7

**CONTENTS**

Page

FOREWORD....................................................................................................................4

INTRODUCTION..............................................................................................................6

1 Scope............................................................................................................................6

2 Normative references....................................................................................................6

3 Terms and definitions....................................................................................................6

4 Properties of oil……………………………………………………………………………….7

 4.1 Functional properties………………………………………………………………8

 4.2 Refining and stability.......................................................................................8

 4.3 Performance………………………………………………………………………...8

 4.4 Health, safety and environment (HSE) properties………………………………9

5 Classification, identification, general delivery requirements and sampling……………..9

 5.1 Classification………………………………………………………………………...9

 5.1.1 Classes...............................................................................................9

 5.1.2 Antioxidant additive (inhibitor) content………………………………….9

 5.1.3 Lowest cold start energizing temperature (LCSET)…………………...9

 5.2 Requirements………………………………………………………………………...9

 5.3 Miscibility………………………………………………………….......……………...9

 5.4 Identification and general delivery requirements…….......………………….......

 5.5 Sampling…….......………………….......………………….......……………

6. Properties, their significance and test methods…….......………………….......…………

 6.1 Viscosity…….......………………….......………………….......……………

 6.2 Pour point…….......………………….......………………….......……………

 6.3 Water content…….......………………….......………………….......……………

 6.4 Breakdown voltage…….......………………….......………………….......………

 6.5 Dielectric dissipation factor (DDF) …….......………………….......……………

 6.6 Appearance…….......………………….......………………….......……………

 6.7 Acidity…….......………………….......………………….......……………

 6.8 Interfacial tension (IFT) …….......………………….......………………….......…

 6.9 Sulphur content…….......………………….......………………….......……………

 6.10 Corrosive and potentially corrosive sulphur…….......………………….......…

 6.11 Additives (see 3.4) …….......………………….......………………….......……

 6.11.1 General…….......………………….......………………….......…………

 6.11.2 Antioxidant additives (see 3.5) …….......………………….......………

 6.11.3 Metal passivators…….......………………….......………………….......

 6.11.4 Pour point depressants…….......………………….......……………

 6.12 Oxidation stability…….......………………….......………………….......………

 6.13 Gassing tendency…….......………………….......………………….......………

 6.14 Electrostatic charging tendency (ECT) …….......………………….......……

 6.15 Flash point…….......………………….......………………….......……………

 6.16 Density…….......………………….......………………….......……………

 6.17 Polycyclic aromatic content (PCAs) …….......………………….......…………

 6.18 Polychlorinated biphenyl content (PCBs) …….......………………….......……

 6.19 2-Furfural (2-FAL) and related compounds content…….......……………

 6.20 Particle content…….......………………….......………………….......……………

 6.21 DBDS content…….......………………….......………………….......……………

 6.22 Stray gassing of oil…….......………………….......………………….......………

7 Specific requirements for special applications…….......………………….......……………

 7.1 Higher oxidation stability and low Sulphur content…….......……………

 7.2 Electrostatic charging tendency (ECT) …….......………………….......………

Annex A (informative) Potentially corrosive sulphur…….......………………….......………

Bibliography…….......………………….......………………….......…………......……………

Table 1 – Maximum viscosity and pour point of transformer oil at lowest cold start energizing temperature (LCSET) …….......………………….......………………….......…

Table 2 – General specifications…….......………………….......………………….......……

ОЛОН УЛСЫН ЦАХИЛГААН ТЕХНИКИЙН КОМИСС

**ЦАХИЛГААН ТЕХНИКИЙН ШИНГЭНҮҮДИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД - ТРАНСФОРМАТОР БА ТАСЛАХ, ЗАЛГАХ ТӨХӨӨРӨМЖИЙГ ХӨНДИЙРҮҮЛЭХ МИНЕРАЛЬ ШИНЭ ТОС**

**ӨМНӨХ ҮГ**

1. Олон Улсын Цахилгаан Техникийн Комисс (ОУЦТК) нь бүх үндэстний Цахилгаан техникийн хороог (ОУЦТК-ын Үндэсний хороод) нэгтгэсэн дэлхий нийтийн стандартчиллын байгууллага юм. ОУЦТК-ын зорилго нь цахилгаан болон электроникийн салбарт стандартчиллын бүх асуудлаар олон улсын хамтын ажиллагааг дэмжих явдал байдаг. ОУЦТК нь энэ зорилгын хүрээнд хийх ажлууд, бусад үйл ажиллагаанаас гадна олон улсын стандартууд, Техникийн баримт бичгүүд, Техникийн илтгэлүүд, Олон нийтээр хэрэглэх боломжтой тодорхойлолтууд (PAS) болон Гарын авлагууд (цаашид “ОУЦТК-ын нийтлэл гэх”)-ыг бэлтгэн нийтэлдэг. Нийтлэлүүд бэлтгэх ажлыг техникийн хороодод үүрэг болгох бөгөөд ОУЦТК-ын аливаа үндэсний хороо сонирхсон асуудлынхаа бэлтгэл ажилд оролцох боломжтой. Мөн ОУЦТК-той холбоотой ажилладаг олон улсын, төрийн, төрийн бус байгууллагууд энэ бэлтгэл ажилд оролцож болно. ОУЦТК нь хоёр байгууллагын хоорондын гэрээгээр тодорхойлсон нөхцөлийн дагуу Олон Улсын Стандартчиллын Байгууллагатай (ОУСБ) нягт холбоотой ажилладаг.
2. Техникийн хороо бүрд тухайн асуудлыг сонирхсон Үндэсний бүх хорооны төлөөлөл байдаг тул ОУЦТК-оос техникийн асуудлаар гаргасан албан ёсны шийдвэр эсвэл хэлцэл нь хамааралтай сэдвүүдээр ирүүлсэн олон улсын саналын зөвшилцлийг нэгдмэл саналтайгаар илэрхийлнэ.
3. ОУЦТК-ын нийтлэлүүд нь олон улсын хэрэглээнд зориулсан зөвлөмж хэлбэртэй байх бөгөөд ОУЦТК-ын Үндэсний Хороод эдгээр нийтлэлийг гагцхүү энэ утгаар ойлгож хэрэглэдэг. ОУЦТК нь нийтлэлүүдийн техникийн агуулгыг аль болох үнэн зөв илэрхийлэхийн тулд боломжит хүчин чармайлт гаргадаг хэдий ч хэрэглэгч бүрийн өмнө буюу эцсийн аливаа хэрэглэгчийн буруу ойлголтод хариуцлага хүлээхгүй болно.
4. Олон улсын хэмжээнд нийтлэг байх нөхцөлийг дэмжих зорилгоор ОУЦТК-ын Үндэсний Хороодоос ОУЦТК-ын нийтлэлүүдийг бүс нутгийн болон үндэсний нийтлэлүүдэд аль болох өргөн цар хүрээтэй, тодорхой тусгах үүрэг хүлээсэн. ОУЦТК-ын аливаа нийтлэлтэй таарах бүс нутгийн эсвэл үндэсний нийтлэлд гарсан ямар нэг зөрүүг дараа нь тодорхой тэмдэглэсэн байвал зохино.
5. ОУЦТК нь өөрөө тохирлын ямар нэг аттестатчилал явуулдаггүй. Бие даасан гэрчилгээжүүлэгчийн байгууллагууд тохирлын үнэлгээний үйлчилгээ үзүүлдэг ба, зарим газарт IEC-гийн тохирлын тэмдгийг ашиглах боломжийг олгодог. ОУЦТК нь бие даасан гэрчилгээжүүлэгчийн байгууллагуудын үзүүлсэн аливаа үйлчилгээний талаар хариуцлага хүлээхгүй.
6. Бүх хэрэглэгч энэхүү нийтлэлийн хамгийн сүүлийн үеийн хэвлэлийг авсан гэдгээ өөрсдөө баталгаажуулах хэрэгтэй.
7. ОУЦТК буюу комиссын удирдлагууд, ажилтан, албан хаагчид эсвэл, бие даасан шинжээчид, техникийн хороодын болон ОУЦТК-ын Үндэсний хороодын гишүүдийг хамарсан төлөөлөгчдөд аливаа хувь хүний гэмтэл бэртэл, эд хөрөнгийн хохирол, эсвэл бусад төрлийн шууд буюу шууд бусаар учирсан гэмтлийн зардал (хуулиар тогтоогдсон хураамж г.м), мөн хэвлэн нийтлэх, ашиглах, эсвэл ОУЦТК энэ нийтлэл болон ОУЦТК-ын өөр нийтлэлтэй холбоотой гарсан төлбөрийн хариуцлага хүлээлгэхгүй болно.
8. Энэ нийтлэлд иш татсан норматив эшлэлийг анхааран авч үзэх хэрэгтэй. Лавлагаа өгөх нийтлэлийг хэрэглэхэд анхаарах зайлшгүй зүйл нь тухайн нийтлэлийг зөв ашиглах явдал юм.
9. ОУЦТК-ын энэ нийтлэлийн зарим бүрэлдэхүүн хэсгүүд зохиогчийн эрхийн дагуу хамгаалагдсан байж болохыг анхаарах хэрэгтэй. ОУЦТК нь аливаа эсвэл ийм төрлийн зохиогчийн эрхийн аль нэгийг буюу бүгдийг тодорхойлон заах хариуцлага хүлээхгүй болно.

IEC 60296 Олон Улсын Стандартыг ОУЦТК-ын “Цахилгааны техникт хэрэглэх шингэн” нэртэй 10 дугаар техникийн хороо боловсруулсан.

Энэхүү дөрөв дэх хэвлэл нь 2003 онд хэвлэгдсэн ба гурав дахь хэвлэлийг цуцалж, сольсон болно. Энэхүү хэвлэл нь техникийн шинэчлэлийг хийсэн болно.

Энэхүү хэвлэл нь өмнөх хэвлэлтэй холбоотой техникийн дараах томоохон өөрчлөлтүүдийг багтаасан болно.

* трансформаторт зэсийн сульфидын тунадас үүсгэж болох идэмхий хүхрийн нэгдлүүдийн техникийн үзүүлэлтүүд (идэвхгүй ба идэвхгүй болгогчтой хөндийрүүлэх тос)
* тосон дахь нэмэлт тодорхойлолт; эсвэл
* исэлдэлтийн талаарх дутуу тэмдэглэлийг дахин оруулах

Энэхүү стандартын бичвэр дараах баримт бичигт үндэслэсэн болно.

|  |  |
| --- | --- |
| FDIS | Санал өгөх тайлан |
| 10/78/FDIS | 10/885/RVD |

Энэ стандартыг батламжлах санал хураалтын бүх мэдээллийг дээрх хүснэгтэд заасан санал хураалтын тайлангаас үзэх боломжтой.

Энэ нийтлэл нь ОУСБ/ОУЦТК-ын Удирдамжийн 2 дугаар хэсгийн заалтад нийцүүлэн боловсруулагдсан төсөл юм.

Тус комиссоос энэ нийтлэлийн агуулгыг тодорхой нийтлэлтэй холбоотой өгөгдлүүдэд ОУЦТК-ын “http://webstore.iec.ch” гэсэн вэб сайтад заасан тогтвортой огноо хүртэл өөрчлөхгүй үлдээхээр шийдвэрлэсэн. Товлосон хугацаанд нийтлэгдэх материал нь

* дахин баталгаажуулсан,
* хэрэглэхээ больсон,
* хянан засварласан нийтлэлээр өөрчилсөн, эсвэл
* нэмэлт өөрчлөлт оруулсан байх болно.

## **FOREWORD**

1. The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non- governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2. The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3. IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4. In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5. IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6. All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7. No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8. Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9. Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60296 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications.

This fourth edition cancels and replaces the third edition, published in 2003. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

* specifications for corrosive sulphur compounds that can lead to copper sulphide deposition in transformers (in non-passivated and passivated oils);
* definitions of additives in oil; and
* re-insertion of a missing note on oxidation.

The text of this standard is based on the following documents:

|  |  |
| --- | --- |
| FDIS | Report on voting |
| 10/878/FDIS | 10/885/RVD |

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "[http://webstore.iec.ch"](http://webstore.iec.ch/) in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

* reconfirmed,
* withdrawn,
* replaced by a revised edition, or
* amended.

## **Танилцуулга**

Энэхүү стандартыг хэрэглэхтэй холбоотой аюулгүй байдлын бүх асуудлыг шийдвэрлэх зорилгыг олон улсын энэ стандартад агуулаагүй болно. Тухайн стандартыг хэрэглэгч нь хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйн зохих дүрмийг тогтоож, энэхүү стандартыг хэрэглэхээс өмнө зохицуулалтын хязгаарлалт хэрэглэх боломжтой эсэхийг тодорхойлох үүрэг хариуцлага хүлээнэ.

Энэхүү стандартын сэдэв болох хөндийрүүлэх тосыг хэрэглэхдээ эрүүл ахуйн шаардлагыг чандлан сахих хэрэгтэй. Нүдэнд тос шууд орвол цочрол үүсгэж болно. Нүдэндээ тос хүргэсэн бол их хэмжээний цэвэр усаар сайн угааж, эмчийн зөвлөгөө заавал авах шаардлагатай. Энэхүү стандартад заасан зарим туршилт нь аюултай нөхцөл байдалд хүргэж болзошгүй үйл явцыг хэрэглэхэд хамаардаг. Удирдамжид зориулсан холбогдох стандартыг анхаарах хэрэгтэй.

## Энэхүү стандартыг хөндийрүүлэх тос, химийн бодис, ба дээжод зориулан хэрэглэсэн савнуудад хэрэглэж болно. Эдгээр бодисын устгалыг хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөг тооцсон, орон нутгийн журмын дагуу хийх шаардлагатай. Хүрээлэн буй орчинд хөндийрүүлэх тос цацагдахаас урьдчилан сэргийлэхийн тулд бүх арга хэмжээг авах хэрэгтэй.

## **INTRODUCTION**

## This International Standard does not purport to address all the safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of the standard to establish appropriate health and safety practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

The mineral insulating oils which are the subject of this standard should be handled with due regard to personal hygiene. Direct contact with the eyes may cause irritation. In the case of eye contact, irrigation with copious quantities of clean running water should be carried out and medical advice sought. Some of the tests specified in this standard involve the use of processes that could lead to a hazardous situation. Attention is drawn to the relevant standard for guidance.

This standard is applicable to mineral insulating oils, chemicals and used sample containers. The disposal of these items should be carried out according to local regulations with regard to their impact on the environment. Every precaution should be taken to prevent release of mineral insulating oil into the environment.

**МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ**

**Ангилалтын код**

|  |  |
| --- | --- |
| **Цахилгаан техникийн шингэнүүдийн үзүүлэлтүүд - Трансформатор ба таслах, залгах төхөөрөмжийг хөндийрүүлэх минераль шинэ тос** | **MNS IEC 60296:2021** |
| **Fluids for electro technical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear** | **IEC 60296****Edition 4.0 2012-02** |

Стандарт хэмжил зүйн газрын даргын 2021 оны … дугаар сарын ... -ны өдрийн ... дугаар тогтоолоор батлав.

Энэ стандартыг 2021 оны ... дүгээр сарын ...-ний өдрөөс эхлэн дагаж мөрдөнө.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Хамрах хүрээ Олон улсын энэ стандартаар хөндийрүүлэх минераль шинэ (хэрэглээгүй) тосыг тодорхойлох, турших аргуудыг тодорхойлсон (3-р Зүйлээс тодорхойлолтуудыг үзнэ үү). Энэхүү тосыг трансформатор, таслах, залгах төхөөрөмж болон түүнтэй төстэй цахилгаан тоног төхөөрөмжид халалтаас хамгаалах хөндийрүүлгийн зориулалтаар хэрэглэнэ. Газрын тосны бүтээгдэхүүн болон бусад нүүрс устөрөгчийг цэвэршүүлэх, өөрчлөх, болон/эсвэл холих замаар энэ тосыг гаргаж авдаг.Нэмэлттэй болон нэмэлтгүй тосны аль алийг энэ стандартын хамрах хүрээнд оруулсан. Энэхүү стандартад хөндийрүүлэх минераль шинэ тосыг хамруулсан.Энэ стандартын хамрах хүрээнд дахин боловсруулсан тосыг оруулаагүй болно. Тайлбар: Дахин боловсруулсан тосны тодорхойлолт, үзүүлэлтүүдийг IEC 627011 стандартад оруулсан.Түүнчлэн энэхүү стандартад кабель ба конденсаторуудад нэвчүүлж хэрэглэдэг хөндийрүүлэх минераль тосыг хамруулаагүй.2. Норматив эшлэлДараах баримт бичгийг бүхэлд нь эсвэл хэсэгчлэн, энэхүү баримт бичгийн норматив эшлэлээр авсан бөгөөд энэ стандартыг хэрэглэхэд зайлшгүй шаардлагатай. Огноо товлосон эшлэлд зөвхөн дурдсан нийтлэлийг хэрэглэнэ. Огноо товлоогүй эшлэлд эш татсан тухайн бичиг баримтын (аливаа нэмэлт өөрчлөлтийг оруулсан) хамгийн сүүлийн нийтлэлийг хэрэглэнэ.IEC 60076-2, *Хүчний трансформатор – 2 дугаар бүлэг – Трансформаторын шингэний температурыг ихэсгэх* IEC 60156, *Хөндийрүүлэх шингэн – Чадлын давтамжийн үе дэх нэвт цохилтын хүчдэлийг тооцоолох –Туршилтын арга*IEC 60247, *Хөндийрүүлэх шингэнүүд – Тогтмол гүйдлийн эсэргүүцэл ба диэлектрик нэвтрэлтийн хүчин зүйл (tan δ) болон харьцангуй хувийн багтаамжийн хэмжил* IEC 60422, *Цахилгаан төхөөрөмжийн хөндийрүүлэх минераль тос* – Ашиглалт, үзлэг шалгалтын заавар IEC 60475, *Диэлектрик шингэнээс дээж авах арга* IEC 60628:1985, *Цахилгааны механик хүчдэлтэй байх үеийн ба ионжуулалтын хөндийрүүлэх шингэний хий ялгаруулалт*IEC 60666, *Хөндийрүүлэх тоснууд дахь исэлдэлтийн эсрэг тусгай нэмэлтүүдийг тодорхойлох ба тогтоох* IEC 60814, *Хөндийрүүлэх шингэнүүд – Тос шингээсэн цаас ба шахмал хавтан – Карл Флишерийн автомат кулонометрийн титрлэх аргаар усыг тодорхойлох нь*IEC 60970, *Хөндийрүүлэх шингэн дэх механик хольц жижиг хэсгүүдийн хэмжээг тодорхойлох ба тоолох арга* IEC 61125:1992, *Нүүрс устөрөгчид суурилсан шинэ хөндийрүүлэх* *шингэнүүд – Тогтвортой исэлдэлтийг үнэлэх туршилтын аргууд аргаууд*Нэмэлт өөрчлөлт 1 (2004)IEC 61198, *Хөндийрүүлэх тос* *– 2-фурфурал болон холбогдох агуулгыг тодорхойлох арга* IEC 61619, *Хөндийрүүлэх шингэнүүд – Полихлорт бифенилийн бохирдлыг Капилляр колонк бүхий хийн хроматографийн тусламжтайгаар тодорхойлох арга* IEC 61620, *Хөндийрүүлэх шингэнүүд – Цахилгаан дамжуулах чадвар болон багтаамжийг хэмжих замаар диэлектрикийн сарнилын коэффициентыг тодорхойлох - Туршилтын арга*IEC 61868, *Хөндийрүүлэх минераль тос –Маш бага температуртай үед кинематик зууралдлагыг* *тодорхойлох* IEC 62021-1, *Хөндийрүүлэх шингэн – Хүчиллэгийг тодорхойлох - 1 дүгээр бүлэг: Автомат потенциометрийн титрлэлт* IEC 62021-2, *Хөндийрүүлэх шингэн –* *Хүчиллэгийг тодорхойлох - 2 дугаар бүлэг: Өнгөөр тодорхойлох титрлэлт*IEC 62535:2008*, Хөндийрүүлэх шингэн – Шинэ болон ашигласан тосонд идэмхий хүхрийг илрүүлэх туршилтын арга**ISO 2719, Цахилах хийх - Пенски - Мартенсийн битүү тигельд цахилах температурыг тодорхойлох арга**ISO 3016, Газрын тосны бүтээгдэхүүн –Царцах температурыг тодорхойлох* ISO 3104, *Газрын тосны бүтээгдэхүүн –Тунгалаг ба бараан шингэн – Кинематик зууралдлагыг тодорхойлох ба динамик зууралдлагыг тооцоолох**ISO 3675, Түүхий газрын тос ба шингэн газрын тосны бүтээгдэхүүн – Лабораторид нягтыг тодорхойлох –* *Шингэний нягтыг хэмжи**х арга*ISO 12185, *Өтгөн газрын тос ба шингэн газрын тосны бүтээгдэхүүн – Нягтыг тодорхойлох – U хэлбэрийн хоолойн арга* ISO 14596, *Газрын тосны бүтээгдэхүүн – Хүхрийн агуулгыг тодорхойлох – Рентген туяа бүхий флюресцентэт спектрометрийн тусламжтайгаар дисперсийг тодорхойлох*ASTM D971*, Усны эсрэг тосны гадаргуугийн харилцан таталцах хүчийг цагирагийн аргаар турших стандарт*ASTM D7150*, Нам температурт дулааны механик хүчдэлтэй байх үеийн шингэний хийн шинж чанарыг тодорхойлох туршилтын стандарт арга* DIN 51353, *Хөндийрүүлэх тосыг турших; идэмхий хүхрийг илрүүлэх; Мөнгөн савхаар туршилт* *хийх*EN 14210, *Гадаргуугийн идэвхт бодис - Гадаргуугийн идэвхт бодисын гадаргуутай харилцан таталцах хүчийг дөрөө эсвэл цагаригийн аргаар тодорхойлох*IP 346, *Тосолгооны тос ба асфальтгүй газрын тосны фракц дахь поли цагираг бүхий үнэрт бодисын эзлэх хувийг тодорхойлох – Диметилсульфоксид хугарлын арга*IP 373, *Хөнгөн ба нэрсэн дундаж нэрэлттэй тосонд хүхрийн агуулгаийг тодорхойлох – Исэлдэлтийн микрокулометр* 3. Нэр томьёо ба тодорхойлолтЭнэ баримт бичгийн шаардлагад дараах нэр томьёо болон тодорхойлолтыг ашиглана.3.1 трансформаторын тострансформатор ба түүнтэй төстэй цахилгаан тоног төхөөрөмжийн хөндийрүүлэх минераль тос 3.2 таслах, залгах төхөөрөмжийн бага температуртай тосцаг уурын маш хүйтэн нөхцөлд гадаа байх зориулалттай тосоор дүүргэгдсэн таслах, залгах төхөөрөмжийн хөндийрүүлэх минераль тос3.3 хөндийрүүлэх минераль тос газрын тосны бүтээгдэхүүн болон бусад нүүрс устөрөгчийг цэвэршүүлэх, өөрчлөх, болон/эсвэл холих замаар гаргаж авсан хөндийрүүлэх тос1-р тайлбар: Үүнд эфир, хиймэл үнэрт эсвэл силикон шингэн зэрэг хөндийрүүлэх шингэн орохгүй болно.3.4 нэмэлт бодистодорхой шинж чанаруудыг сайжруулахаар хөндийрүүлэх минераль тосонд нэмдэг тусгай химийн бодис1-р тайлбар: Жишээ нь: үл исэлдүүлэгч, металлыг идэвхгүй болгогч, цахилгаан статик цэнэгийг бууруулах, хий шингээх, царцах температурыг бууруулагч, хөөсрөлтийн эсрэг хольц болон цэвэршүүлэх үйл явцыг сайжруулагчид гэх мэт.3.5үл исэлдүүлэгч нэмэлтисэлдэлтийг тэсвэрлэх чадварыг сайжруулахын тулд хөндийрүүлэх минераль тосонд нэмсэн бодис1-р тайлбар: Исэлдэлтийг тэсвэрлэх чадварыг сайжруулдаг олон тооны нэмэлт бодисууд, үүнд химийн урвалыг удаашруулагч, хэт исэл задлагч, металлыг идэвхгүй болгогч зэрэг орно. Хэрэв хүлээн зөвшөөрвөл тосонд хэрэглэж болно. (6.11.1 ба 6.11.2-ыг үзнэ үү).3.5.1 удаашруулагчIEC 60666-т тодорхойлсон DBPC ба DBP зэрэг фенолын буюу амин төрлийн үл исэлдүүлэгчийн нэмэлтүүд1-р тайлбар: DBPC = 2,6 ди-трет-бутил-пара-крезол; (DBP) = 2,6 ди-трет-бутил-фенол. 3.5.2 бусад үл исэлдүүлэгч нэмэлт хүхрийн буюу фосфорын төрлийн үл исэлдүүлэгч нэмэлт3.5.3 идэвхгүй болгогчцахилгаан статик цэнэгийг бууруулахад хэрэглэдэг металлыг идэвхгүй болгогч нэмэлт бодис нь исэлдэлтийг тэсвэрлэх чадварыг сайжруулдаг1-р тайлбар: Металлыг идэвхгүй болгогч нь заримдаа металлыг идэвхгүй болгогч эсвэл зэврэлтийг удаашруулагч байна.3.6 удаашруулагчгүй тосХимийн урвал удаашруулагч агуулаагүй хөндийрүүлэх минераль тос1-р тайлбар: Химийн урвалыг удаашруулагч агуулаагүй гэдэг нь нийт химийн урвалыг удаашруулагчийн агуулга нь IEC 60666 стандартад заасны дагуу илрүүлэх хязгаараас 0.01 %-иас доош байна.3.7 үлдэгдэл удаашруулагчтай тосIEC 60666 стандартын дагуу хэмжихэд үл исэлдүүлэгчийн агуулга 0,08%-иас ихгүй байх хөндийрүүлэх минераль тос3.8 удаашруулагчтай тосIEC 60666 стандартын дагуу хэмжихэд үл исэлдүүлэгчийн агуулга хамгийн багадаа 0,08 %, хамгийн ихдээ 0,40 % байх хөндийрүүлэх минераль тос3.9 ашиглаагүй (шинэ) хөндийрүүлэх минераль тосханган нийлүүлэгчээс ирсэн чигээрээ дахин боловсруулалт хийгээгүй хөндийрүүлэх минераль тос1-р тайлбар: Тухайн цахилгаан тоног төхөөрөмж ба бусад тоног төхөөрөмжийг үйлдвэрлэх, хадгалах, тээвэрлэх явцад тэдгээртэй хамт байгаагүй, хэрэглээгүй тос. Үйлдвэрлэгч буюу ханган нийлүүлэгч нь терфенил (ПХТ) юм уу полихлоржуулсан бифенил (ПХБ)-ийн бохирдолгүй, дахин сэргээх болон бусад хлорын хольцын бохирдолгүйгээр бүх арга хэмжээг авах шаардлагатай.2-р тайлбар: Дахин ашигласан тосны тодорхойлолтыг IEC 62701 (бэлтгэлд) үзүүлсэн.3-р тайлбар: Шинэ болон дахин ашигласан тосыг тодорхой харьцаагаар хольж, дахин боловсруулна.4. Тосны шинж чанарТайлбар: Тосны шинж чанарыг 1, 2-р Хүснэгтэд болон 6-р Зүйлд жагсаасан.4.1 Функциональ шинж чанарХөндийрүүлэх ба хөргөх шингэний үүргийг гүйцэтгэхэд нөлөөлдөг тосны шинж чанар. Тайлбар: Функциональ шинж чанарт зууралдлага, нягт, царцах температур, усны агуулга, нэвт цохилтын хүчдэл ба диэлектрикийн нэвтрэлтйн хүчин зүйл хамаарна. *4.2* Боловсруулалт болон тогтворжилт Нэмэлт ба цэвэршүүлсэн төрөл чанараас хамаарах тосны шинж чанар Тайлбар: Эдгээрт гадна талын харагдах байдал, гадаргуугийн харилцан таталцах хүчийг хүч, хүхрийн агуулга, хүчиллэг, идэмхий хүхэр, 2-фурфорол ба нэгдэлд холбогдох агуулга болон Тос тохиолдлоор хийжих хандлагыг оруулна.  Техникийн тодорхойлолтУдаан хугацааны ашиглалтын явцад болон/эсвэл түүний өндөр температуртай цахилгааны механик хүчдэлд үзүүлэх урвалтай холбоотой тосны шинж чанар юм.Тайлбар: Жишээ нь исэлдэлтийг тэсвэрлэх чадвар, хий ялгаруулах ба цахилгаан статик цэнэгийн хэлбэлзэл (ЦСЦХ) орно.4.4 Орчны эрүүл ахуй, аюулгүй байдлын шинж чанар (ОЭААБ)Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах ба аюулгүй байдалтай холбоотой тосны шинж чанар Тайлбар: Жишээ нь цахилах температур, нягт, (поли цагираг бүхий үнэрт) ба полихлорт бифенил/терфенилүүд (ПХБ/ПХТ) 5. Ангилал, зориулалт, хүргэлт ба дээж авахад тавих ерөнхий шаардлага Ангилал5.1.1 АнгиЭнэ стандартаар хөндийрүүлэх минераль тосыг хоёр ангид хуваана. Үүнд: * трансформаторын тос;
* таслах, залгах төхөөрөмжид зориулсан бага температуртай тос

Үл исэлдүүлэгчийн (химийн урвалыг удаашруулагч) нэмэлтийн агуулга Трансформаторын тосыг үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт агуулгаар гурван бүлэгт ангилна. Үүнд: * удаашруулагчгүй трансформаторын тос: U үсгээр тэмдэглэнэ;
* бага хэмжээний удаашруулагчтай трансформаторын тос: T үсгээр тэмдэглэнэ;
* удаашруулагчтай трансформаторын тос: I үсгээр тэмдэглэнэ.

5.1.3 Эрчим хүч өгөх, боломжтой хүйтэнд залгах үеийн хамгийн бага температур (ЭХЗҮХБТ)Химийн урвал удаашруулагчийн тэмдэглэгээний ЭХЗҮХБТ-ийг заах хэрэгтэй. Энэ стандартад заасан стандарт ЭХЗҮХБТ-ийн утга -30 °C бөгөөд ЭХЗҮХБТ-ийн өөр утгыг 1-р хүснэгтээс сонгож болно. ШаардлагаЭнэ стандартын ерөнхий шаардлагыг 2-р хүснэгтэд бичсэн. Тусгай шаардлагуудыг 7-р Зүйлд тодорхойлсон.5.3 Тосны нийцэлНэг ангиллын (5.1.1), ижил бүлгийн (5.1.2), ижил ЭХЗҮХБТ-ийн (5.1.3) хэрэглээгүй хөндийрүүлэх тосыг ижил төрлийн нэмэлт агуулсан холимогтой хоорондоо нийцнэ гэж тооцно. (IEC 60422 стандартыг үзнэ үү.).5.4 Ялгах тэмдэглэгээ ба хүргэлтийн ерөнхий шаардлага Ялгах тэмдэглэгээ ба хүргэлтийн ерөнхий шаардлагуудыг дараах байдлаар авч үзнэ. Үүнд:1. Тосыг ихэвчлэн бөөнөөр нь төмөр замын цистерн, контейнер цистерн сав, торх буюу ЗҮК (завсрын үндсэн контейнер)-ээр нийлүүлнэ. Эдгээр нь тухайн зорилгод нийцсэн, бохирдохоос хамгаалагдсан цэвэрхэн байх хэрэгтэй.

b) Дээжид зориулсан контейнерүүд ба тостой торхон дээр дараах тэмдэглэгээ байх шаардлагатай. Үүнд: * + ханган нийлүүлэгчийн нэр, заалт;
	+ тосны ангилал (5.1-ийг үзнэ үү);
	+ тосны тоо хэмжээ.

c) Тосны хүргэлт бүрд хангагчийн таних тэмдэглэгээ, тосны ангилал ба шаардлагыг хангаж байгааг нотлох гэрчилгээг дагалдуулах шаардлагатай.Тайлбар: Энэхүү стандартыг боловсруулсан тосны тодорхой багцад мөрдөх боломжтой байж болно.d) Ханган нийлүүлэгч нь бүх нэмэлт бодисын ерөнхий төрөл, урвал удаашруулагч ба идэвхгүй болгогчийн концентрацийг мэдээлэх хэрэгтэй. Дээж авахIEC 60475 стандартад тайлбарласан горимд нийцүүлэн, дээж авах шаардлагатай.6. Шинж чанар, тэдгээрийн ач холбогдол ба туршилтын арга ЗууралдлагаЗууралдлага нь дулаан дамжуулалтад нөлөөлөх учраас тоног төхөөрөмжийн халалтад нөлөөлнө. Зууралдлага хэдий чинээ бага байна минераль тос төдий чинээ эргэлтэд орж, дулаан дамжуулалтыг сайжруулна. Эрчим хүч өгөх боломжтой, хүйтэнд залгах үеийн хамгийн бага температуртай үед (ЭХЗҮХБТ) зууралдлага нь 1800 мм2/с-ээс хэтрэхээргүй байх хэрэгтэй бөгөөд (дарааллын дагуу -40°C температурт 2500 мм2/с байхыг 1-р хүснэгтээс үзнэ үү). Энэ стандартад трансформаторын хөндийрүүлэх минераль тосны хувьд -30°C температурт ЭХЗҮХБТ-ыг адилхан тогтоосон. Ханган нийлүүлэгч болон худалдан авагч харилцан зөвшилцөж, ЭХЗҮХБТ (1-р хүснэгтийг үзнэ үү) температурыг тогтоож болно. Таслах, залгах төхөөрөмжийн бага температурт минераль тос нь ЭХЗҮХБТ-тай үед зууралдлага 400 мм2/с ихгүй байх шаардлагатай. Таслах, залгах төхөөрөмжийн хувьд бага температур нь -40 °C боловч ханган нийлүүлэгч болон худалдан авагч зөвшилциж, ЭХЗҮХБТ өөр температурыг тогтоож болно. | ScopeThis International Standard is applicable to specifications and test methods for unused mineral insulating oils (see Clause 3 for definitions). It applies to oil delivered to the agreed point and time of delivery, intended for use in transformers, switchgear and similar electrical equipment in which oil is required for insulation and heat transfer.These oils are obtained by refining, modifying and/or blending of petroleum products and other hydrocarbons.Oils with and without additives are both within the scope of this standard. This standard is applicable only to unused mineral insulating oils.Recycled oils are beyond the scope of this standard.NOTE Definitions and specifications for recycled oils will be covered by IEC 62701[1](#_bookmark0).This standard does not apply to mineral insulating oils used as impregnants in cables or capacitors.Normative referencesThe following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.IEC 60076-2, *Power transformers – Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers*IEC 60156, *Insulating liquids – Determination of the breakdown voltage at power frequency – Test method*IEC 60247, *Insulating liquids – Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor (tan δ) and d.c. resistivity*IEC 60422, *Mineral insulating oils in electrical equipment – Supervision and maintenance guidance*IEC 60475, *Method of sampling liquid dielectrics*IEC 60628:1985, *Gassing of insulating liquids under electrical stress and ionization*IEC 60666, *Detection and determination of specified additives in mineral insulating oils*IEC 60814, *Insulating liquids – Oil-impregnated paper and pressboard – Determination of water by automatic coulometric Karl Fischer titration*IEC 60970, *Insulating liquids – Methods for counting and sizing particles*IEC 61125:1992, *Unused hydrocarbon-based insulating liquids – Test methods for evaluating the oxidation stability*Amendment 1 (2004)IEC 61198, *Mineral insulating oils – Methods for the determination of 2-furfural and related compounds*IEC 61619, *Insulating liquids – Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) – Method of determination by capillary column gas chromatography*IEC 61620, *Insulating liquids – Determination of the dielectric dissipation factor by measurement of the conductance and capacitance – Test method*IEC 61868, *Mineral insulating oils – Determination of kinematic viscosity at very low temperatures*IEC 62021-1, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 1: Automatic potentiometric titration*IEC 62021-2, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 2: Colourimetric titration*IEC 62535:2008*, Insulating liquids – Test method for detection of potentially corrosive sulphur in used and unused insulating oils*ISO 2719, *Determination of flash point – Pensky - Martens closed cup method*ISO 3016, *Petroleum products – Determination of pour point*ISO 3104, *Petroleum products – Transparent and opaque liquids – Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity*ISO 3675, *Crude petroleum and liquid petroleum products – Laboratory determination of density – Hydrometer method*ISO 12185, *Crude petroleum and petroleum products – Determination of density – Oscillating U-tube method*ISO 14596, *Petroleum products – Determination of sulfur content – Wavelength-dispersive X - ray fluorescence spectrometry*ASTM D971*, Standard Test Method for Interfacial Tension of Oil Against Water by the Ring Method*ASTM D7150*, Standard Test Method for the Determination of Gassing Characteristics of Insulating Liquids Under Thermal Stress at Low temperature*DIN 51353, *Testing of insulating oils; detection of corrosive sulfur; Silver strip test*EN 14210, *Surface active agents – Determination of interfacial tension of solutions of surface active agents by the stirrup or ring method*IP 346, *Determination of polycyclic aromatics in lubricant base oils and asphaltene free petroleum fractions – Dimethylsulfoxide refractive method*IP 373, *Determination of the sulphur content of light and middle distillates – Oxidative microcoulometry*3. Terms and definitionsFor the purposes of this document, the following terms and definitions apply.3.1transformer oilmineral insulating oil for transformers and similar electrical equipment3.2low temperature switchgear oilmineral insulating oil for oil-filled switchgear for outdoor application in very cold climatic conditions3.3mineral insulating oilinsulating oil obtained by refining, modifying and/or blending of petroleum products and other hydrocarbonsNote 1 to entry This does not include insulating liquids such as esters, synthetic aromatics or silicone fluids.3.4additivechemical substance that is added to mineral insulating oil in order to improve certain characteristicsNote 1 to entry Examples include antioxidants, metal passivators, metal deactivators, electrostatic charging tendency depressants, gas absorbers, pour point depressants, anti-foam agents and refining process improvers.3.5antioxidant additiveadditive incorporated in mineral insulating oil that improves oxidation stabilityNote 1 to entry A large number of additives which improve oxidation stability, including inhibitors, peroxide decomposers, metal passivators and metal deactivators, are available and may be used in oils if declared (see 6.11.1 and 6.11.2).3.5.1inhibitorantioxidant additives of the phenolic-or amine-type, such as DBPC and DBP described in IEC 60666Note 1 to entry DBPC = 2,6-di-tert-butyl-para-cresol; DBP = 2,6-di-tert-butyl-phenol.3.5.2other antioxidant additiveantioxidant additive of the sulphur-or phosphorous-type3.5.3passivator metal passivator additive used primarily as electrostatic charging depressant, but which may also improve oxidation stabilityNote 1 to entry Metal passivators are sometimes described as metal deactivators or corrosion inhibitors.3.6 Uninhibited oil Mineral insulating oil containing no inhibitorNote 1 to entry No inhibitor means that the total inhibitor content is below the detection limit of 0,01 % indicated in IEC 60666.3.7trace inhibited oilmineral insulating oil containing less than 0,08 % of total inhibitor content as measured by IEC 606663.8inhibited oil mineral insulating oil containing a minimum of 0,08 % and a maximum of 0,40 % of total inhibitor content as measured by IEC 606663.9unused mineral insulating oilmineral insulating oil not recycled as delivered by the supplierNote 1 to entry Such an oil has not been used in, nor been in contact with electrical equipment or other equipment not required for manufacture, storage or transport. The manufacturer and supplier of unused oil will have taken all reasonable precautions to ensure that there is no contamination with polychlorinated biphenyls or terphenyls (PCB, PCT), used, reclaimed or dechlorinated oil or other contaminants.Note 2 to entry The definition of recycled oils will be given in IEC 62701 (in preparation).Note 3 to entry A blend of unused and recycled oil in any proportion is regarded as being recycled.4. Properties of oilNOTE Oil characteristics are listed in Tables 1 and 2 and in Clause 6.Functional propertiesProperties of oil that have an impact on its function as an insulating and cooling liquid.NOTE Functional properties include viscosity, density, pour point, water content, breakdown voltage and dielectric dissipation factor. Refining and stabilityProperties of oil that are influenced by quality and type of refining and additives.NOTE These can include appearance, interfacial tension, sulphur content, acidity, corrosive sulphur, 2-furfural and related compounds content and stray gassing. PerformanceProperties that are related to the long-term behaviour of oil in service and/or its reaction to high electric stress and temperature.NOTE Examples include oxidation stability, gassing tendency and electrostatic charging tendency (ECT).4.4 Health, safety and environment (HSE) propertiesOil properties related to safe handling and environment protection.NOTE Examples can include flash point, density, PCA (polycyclic aromatics) and PCB/PCT (polychlorinated biphenyls/ terphenyls).5. Classification, identification, general delivery requirements and samplingClassification5.1.1 ClassesFor the purposes of this standard, mineral insulating oils are classified into two classes:* transformer oils;
* low temperature switchgear oils.

5.1.2 Antioxidant additive (inhibitor) contentTransformer oils are classified into three groups, according to their content of antioxidant additive:* uninhibited transformer oils: marked with U;
* trace inhibited transformer oils: marked with T;
* inhibited transformer oils: marked with I.

5.1.3 Lowest cold start energizing temperature (LCSET)After the inhibitor marking, the LCSET shall be indicated.Standard LCSET in this standard is -30 °C; optionally, other LCSET can be selected according to Table 1.RequirementsGeneral requirements of this standard are given in Table 2. Specific requirements are defined under Clause 7.5.3 MiscibilityUnused mineral insulating oils of the same class (5.1.1), the same group (5.1.2), same LCSET (5.1.3) and containing the same types of additives are considered to be miscible and compatible with each other (see IEC 60422).5.4 Identification and general delivery requirementsIdentification and general delivery requirements are as follows:a) Oil is normally delivered in bulk, rail tank cars, tank containers or packed in drums or IBC (intermediate bulk containers). These shall be clean and suitable for this purpose to avoid any contamination.b) Oil drums and sample containers shall carry at least the following markings:* + supplier's designation;
	+ classification (see 5.1);
	+ oil quantity.

c) As agreed between the supplier and purchaser each oil delivery may be accompanied by a document specifying the supplier’s designation, oil classification and compliance certificate.NOTE This standard may be traceable to a specific batch of oil processed.d) The supplier shall declare the generic type of all additives, and their concentrations in the cases of inhibitors and passivators. SamplingSampling shall be carried out in accordance with the procedure described in IEC 60475.6. Properties, their significance and test methodsViscosityViscosity influences heat transfer and therefore the temperature rise of the equipment. The lower the viscosity, the easier the oil circulates leading to improved heat transfer. At low temperatures, the resulting higher viscosity of oil is a critical factor for the cold start of transformers with poor or no circulation of oil and therefore possible overheating at the hot spots, and negatively influences the speed of moving parts such as in power circuit breakers, switchgear, on-load tap changer mechanisms, pumps and regulators. The viscosity at the lowest cold start energizing temperature (LCSET) shall not exceed 1 800 mm2/s (respectively 2 500 mm2/s at -40 °C, see Table 1). This lowest cold start energizing temperature (LCSET) for transformer oils is defined in this standard as being -30 °C (this is 5 K lower than indicated in IEC 60076-2). Other LCSET (see Table 1) can be agreed between supplier and purchaser.Low temperature switchgear oil should have a lower viscosity at LCSET: max. 400 mm2/s. Standard LCSET of low temperature switchgear oil is defined at -40 °C but other LCSET may be agreed between supplier and purchaser. |

#### **1-р хүснэгт – Эрчим хүч өгөх боломжтой, хүйтэнд залгах үеийн хамгийн бага температур дахь хамгийн өндөр зууралдлага болон трансформаторын тосны царцах температур (ЭХЗҮХБТ)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ЭХЗҮХБТ**°C | **Хамгийн их зууралдлага**мм2/сек | **Царцах хамгийн өндөр температур**°C |
| 0 | 1800 | - 10 |
| - 20 | 1800 | - 30 |
| - 30 | 1800 | - 40 |
| - 40 | 1500 | - 50 |

####  **Table 1 – Maximum viscosity and pour point of transformer oil at lowest cold start energizing temperature (LCSET)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **LCSET**°C | **Maximum viscosity**mm2/s | **Maximum pour point**°C |
| 0 | 1800 | - 10 |
| - 20 | 1800 | - 30 |
| - 30 | 1800 | - 40 |
| - 40 | 2500 | - 50 |

|  |  |
| --- | --- |
| Маш бага температур дахь зууралдлагыг IEC 61868 ба ISO 3104 стандартын дагуу хэмжвэл зохино.**6*.*2 Царцах температур**Хөндийрүүлэх минераль тосны үргэлжлэн урсах хамгийн бага температур бол царцах температур байдаг. Царцах температур нь хүчдэлд трансформаторыг залгах хамгийн бага температураас (ЭХЗҮХБТ) 10 К-ээр бага байх хэрэгтэй. Хэрэв царцах температурыг бууруулагч нэмэлт хэрэглэх бол ханган нийлүүлэгч нь хэрэглэгчид энэ талаар мэдээлэх шаардлагатай. Царцах температур ISO 3016 стандартын дагуу хэмжинэ.**6.3 Усны агуулга**Хөндийрүүлэх минераль тосонд усны агуулга бага байвал алдагдлыг бууруулах, хүчдэлийн уналтын шаардлагыг хангахад хэрэгтэй. Илүүдэл ус ялгахаас зайлсхийхийн тулд хэрэглээгүй хөндийрүүлэх минераль тосонд усны агуулгыг хязгаарлах шаардлагатай. Цахилгаан тоног төхөөрөмжийг тосоор дүүргэхийн өмнө IEC 60422 стандартын шаардлагад нийцүүлэн, боловсруулж мөрдөнө. Усны агуулгыг IEC 60814 стандартын дагуу хэмжвэл зохино. **6.4 Нэвт цохилтын хүчдэл**Трансформаторын тосны нэвт цохилтын хүчдэл нь цахилгаан тоног төхөөрөмж дэх цахилгаан механик хүчдэлийг эсэргүүцэх чадварыг заадаг. Нэвт цохилтын хүчдэлийг IEC 60156 стандартад нийцүүлэн хэмжих хэрэгтэй.Хөндийрүүлэх минераль тосонд ууссан агаар, чийг, хатуу жижиг хэсгийг багасгахын тулд вакуум аргаар боловсруулсны (тайлбарыг үзнэ үү) дараа өндөр диэлектрик бат бөх чанартай, цахилгаан дамжуулах чадвараа хадгалах хамгийн бага хүчдэл 70 кВ-оос багагүй байх шаардлагатай гэдгийг тосны ханган нийлүүлэгч (тайлбарыг үзнэ үү) үзүүлэх хэрэгтэй. Тайлбар: Энэ боловсруулалт (цэвэрлэгээ) нь сиймгэр шилэн фильтерээр (шүүх нүхний хамгийн том хэмжээ нь 2,5μм) вакуумд (даралт 2,5 кПа-бага) 60°C температурт тосыг шүүхэд оршино. **6.5 Диэлектрик нэвтрэлтийн хүчин зүйл (ДНХЗ)**ДНХЗ нь тосноос үүссэн диэлектрик алдагдлын хэмжүүр болно. Хүснэгт 2 -т заасан шаардлагаас дээш ДАКНХЗ-ийн утга нь тос туйлын бохирдуулагчаар бохирдсон, цэвэршүүлэлт муу байгааг илтгэнэ. Диэлектрик нэвтрэлтийн хүчин зүйлийг IEC 60247 эсвэл IEC 61620 стандартын дагуу 90 °C хэмд хэмжинэ. Энэ нөхцөлийг зөвшөөрөөгүй тохиолдолд IEC 60247стандартад нийцүүлэн, 90 °C хэмд хэмжсэн үр дүнг авна. Тайлбар: Талуудын зөвшилцлөөр диэлектрик нэвтрэлтийн хүчин зүйлийг (ДНХЗ) 90 °C хэмээс өөр температурт хэмжиж болно. Ийм тохиолдлуудад хэмжлийн температурыг тайланд тусгах боломжтой. **6.6 Харагдах байдал**Хөндийрүүлэх тосыг харагдах байдлаар шалгахдаа харагдаж болохуйц бохирдол, чөлөөт чийг буюу жинлэсэн бодисууд байгааг (хүрээлэн буй орчны температурт, 10 см орчим үе давхаргын зузаантай үед нэвтрэх гэрэлд дээжийг харж) тогтооно. **6.7 Хүчиллэг**Хэрэглээгүй хөндийрүүлэх минераль тос нь хүчлийн нэгдлүүд агуулаагүй байх шаардлагатай. Хүчиллэгийг IEC 62021-1 эсвэл IEC 62021-2 стандартын дагуу хэмжвэл зохино. **6.8 Гадаргуугийн харилцан таталцах хүч (ГХТХ)**Гадаргуугийн харилцан таталцах хүч бага байх нь ионжуулагч нэгдлүүд байгааг заана. ГХТХ-ийг EN 14210 эсвэл ASTM D971 стандартын дагуу хэмжих хэрэгтэй.**6.9 Хүхрийн агуулга**Минераль тосонд түүхий тосны эх үүсвэр болон цэвэрлэгээний төрөл, зэргээс хамааран, органик хүхрийн өөр өөр нэгдлүүд байдаг. Боловсруулалтаар үнэрт нүүрc устөрөгчид болон хүхрийн хольцыг багасгана. Хүхрийн байгалийн зарим нэгдэл металлуудтай адилхан байдаг учраас эдгээр нэгдэл нь байгалийн исэлдэлтийн идэвхгүй болгогч эсвэл зэврэлтийг нэмэгдүүлж болно.Хүхрийн агуулга нь 7.1-д бичсэн тодорхой шаардлага юм.Хүхрийн агуулгыг ISO 373 эсвэл ISO 14596 стандартын дагуу хэмжих шаардлагатай.**6.10 Идэмхий хүхэр ба потенциал идэмхий хүхэр**Хүхрийн зарим нэгдэл жишээ нь, меркаптан металл гадаргуу өөрөөр хэлбэл ган, зэс болон мөнгө (таслах, залгах төхөөрөмжийн контакт) гэх мэт металлыг маш ихээр зэврүүлдэг учраас шинэ тосонд байлгаж болохгүй. Идэмхий хүхрийн энэ төрлийг DIN 51353 стандартын дагуу илрүүлэх шаардлагатай.Хүхрийн бусад зарим нэгдэл жишээ нь, дибензилдисульфид (DBDS) нь цаасан тусгаарлагчид зэсийн сульфид (Cu2S) хуримтлагдахад хүргэж магадгүй. Энэ нь цахилгаан тусгаарлагчийн шинж чанарыг бууруулж болно (А хавсралтыг үзнэ үү). Үр дүнд нь ашиглалтад байсан тоног төхөөрөмжүүд эвдэрсэн.Өндөр хүчдэлийн цахилгааны томоохон системийн олон улсын зөвлөлийн A2.32-р ажлын хэсгийн (CIGRE WG A2.32) гүйцэтгэсэн ажилд үндэслэсэн IEC 62535 стандартад тосон дахь идэмхий хүхрийн нэгдлийг илрүүлэх хамгийн сайн аргыг заасан. Энэ аргыг зөвхөн металлыг идэвхгүй болгогч агуулаагүй нэмэлт (мэдүүлсэн эсвэл мэдэгдээгүй) тосонд хэрэглэнэ.Идэвхгүй болгогч агуулсан тосны хувьд А.3-р Зүйлийг үзнэ үү. **6.11 Нэмэлт (3.4-ийг үзнэ үү)****6.11.1 Ерөнхий зүйл**Бүх нэмэлтийн ерөнхий төрлийг бүтээгдэхүүний өгөгдлийн жагсаалт, нийцлийн гэрчилгээнд тэмдэглэнэ. Үл исэлдүүлэгч нэмэлт болон идэвхгүй болгогчийн хувьд концентрацыг мөн заах шаардлагатай.**6.11.2 Үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт (3.5-ыг үзнэ үү)**Үл исэлдүүлэгч нь тосны исэлдэлтийг удаашруулдаг учраас тосны шаар, хүчиллэг зэрэг задралын бүтээгдэхүүн үүсгэдэг. Үйлчилгээний явцад нэмэлт бодис барагдаж байгаа эсэхийг хянахын тулд үл исэлдүүлэгчийн нэмэлтийг ямар хувь хэмжээгээр нэмснийг мэдэх нь тустай байдаг.Хөндийрүүлэх минераль тосны исэлдэлтийг удаашруулдаг нэмэлтүүдэд:- фенол, амин гэх мэт (3.5.1-ийг үзнэ үү)химийн урвалыг удаашруулагчийг оруулна. Хамгийн өргөн хэрэглэгддэг удаашруулагч бол ди-трет-бутил-п-крезол (DBPC) болон ди-трет-бутил-фенол (DBP) юм (3.5.1-ийг үзнэ үү). DBPC ба DBP удаашруулагчийг IEC 60666 стандартын дагуу илрүүлж, хэмжинэ. ОУЦТК-оос зөвлөсөн туршилтын аргуудыг бусад төрлийн удаашруулагчид зориулан хэрэглэх боломжгүй.- органик полисульфид, дитиофосфат гэх мэт хүхэр болон фосфор агуулсан нэгдлүүд зэрэг бусад үл исэлдүүлэгчийн нэмэлтийг (3.5.2-ийг үзнэ үү) оруулдаг. Энэ төрлийн үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт нь DBDS (6.10-ыг үзнэ үү) боловч зэсийг зэврүүлдэг. Тийм учраас IEC 62535 стандартын дагуу хийх идэмхий хүхрийн туршилтыг тосон дотор хийвэл тасалдахад хүргэнэ. Энэ төрлийн бусад үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт биш зөвхөн DBDS удаашруулагчид хийх туршилтын аргуудыг ОУЦТК-оос бэлтгэж байна (6.21-ийг үзнэ үү). - металлыг идэвхгүй болгогчийг мөн оруулна (6.11.3-ийг үзнэ үү).**6.11.3 Металлыг идэвхгүй болгогч**Эдгээр нэмэлтийн зарим нь зэсийн гадаргууд нимгэн бүрхүүл үүсгэснээр тосонд агуулагдах идэмхий хүхрийн нэгдлүүдтэй урвалд орсны дүнд цаасанд зэсийн сульфидын хөнөөлтэй тунадас үүсгэх, тосон доторх зэсийн катализын нөлөө үүсэхээс сэргийлнэ. Зарим идэвхгүй болгогч нь металлын катализын нөлөөнөөс тосыг хамгаалж, тосны исэлдэлтийн хурдыг удаашруулдаг. Тиймээс идэвхгүй болгогч нь IEC 61125 стандартын дагуу исэлдэлтийн явцыг удаашруулж, катализын зэс утасны гадаргууг идэвхгүйжүүлснээр исэлдэлтийн тогтвортой байдлын туршилтыг сайн үр дүнд хүргэдэг. Тэдгээрийн заримыг тосны шинж чанарыг цахилгаан статик цэнэгт бууруулахад мөн хэрэглэнэ (6.14-ийг үзнэ үү).Бензотриазолын үүсмэл нь гурван үндсэн төрлийг металл нэмэлт идэвхгүй болгогч болгон ихэвчлэн хэрэглэдэг. Үүнд: N-bis (2-этилгексил)- аминометил-толутриазол (TTAA), бензотриазол (BTA) ба 5-метил-1H-бензотриазол (TTA) байна. Эдгээр нэмэлтийг илрүүлэх, хэмжих аргыг IEC 60666 стандартад нийцүүлэх хэрэгтэй.Зарим бусад нэгдлүүд жишээ нь, N, N-бис (2-этилгексил) -1H-1,2,4 триазол-1 метанамин (TAA), диамино-дифенилдисульфид, никотины хүчил, гидрохинолиныг металлыг идэвхгүй болгогч нэмэлтээр хэрэглэх боломжтой. Харин хүхэрт суурилсан бусад нэгдлийн хувьд ОУЦТК-оос туршилтын аргыг зөвлөөгүй болно. **6.11.4 Царцах температурыг бууруулагч**Эдгээр нэмэлтийг зууралдлагыг сайжруулах, тосыг маш бага температурт царцаахад хэрэглэдэг. Царцах температурыг бууруулдаг, хоёр үндсэн төрлийн (полинафталин ба полиметакрилат) нэмэлтийг илрүүлэх, хэмжих нь IEC 60666 стандартад нийцэх шаардлагатай.**6.12 Исэлдэлтийн тогтвортой байдал**Тосны исэлдэлт нь хүчиллэг болон шаар үүсэх шалтгаан болдог. Үүнийг исэлдэлтийн тогтвортой байдал өндөртэй тосыг хэрэглэснээр багасгах боломжтой. Энэ нь шаарын тунадсыг хамгийн бага үүсгэх, тусгаарлагын ашиглалтын хугацааг нэмэгдүүлэх замаар тос хэрэглэх хугацааг уртасгахад хүргэнэ. Исэлдэлтийн тогтвортой байдлыг IEC 61125:1992 стандартын “С” аргын дагуу хэмжинэ. Тусгай хэрэглээний хувьд илүү чанд хязгаарлалт хийх сонголт байдаг. Зарим улсад илүү чанд хязгаарлалт болон/эсвэл нэмэлт шаардлага, туршилт шаардаж болно.Исэлдэлтийг удаашруулагч агуулсан тосыг турших хугацааг 2-р хүснэгтэд заасан хугацаанд нийцүүлэх хэрэгтэй. Бусад исэлдүүлэгчийн нэмэлт болон металлыг идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг турших хугацаа 500 цаг байвал зохино. Идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг туршихдаа идэвхгүй болгогчийн нэмэлтийг тосонд нэмэхээс өмнө (хэрэв боломжтой бол) 23-р хүснэгтэд заасан туршилтын хугацаагаар исэлдэлтийн тогтвортой байдлыг шалгана.**6.13 Хийжих хандлага**Хөндийрүүлэх минераль тосны хийжих хандлага, өөрөөр хэлбэл титэмт бяцхан цахилалтад өртөх үед хий шингээх тосны шинж чанар нь зөвхөн ӨХ (өндөр хүчдэлийн) хэмжүүрийн трансформатор болон оруулга зэрэг тусгай тоног төхөөрөмжид шаардлагатай төдийгүй ач холбогдолтой юм. Энэ нь тогтоосон лабораторийн нөхцөлд хийн тосонд шингэх буюу хувьсах хурдыг хэмждэг хэмжигдэхүүн юм. Хийн шингээх шинж чанар нь тосны анхилуун үнэртэй холбоотой байж болно. Хийжих үзэгдлийн хандлагыг IEC 60628:1985 стандартын А аргыг хэрэглэн хэмждэг.Хийжих үзэгдлийн хандлагын туршилт нь 7.3-ийн тодорхой шаардлага юм.ТАЙЛБАР: 1,2,3,4-тетрагидронафталин (тетралин), моно эсвэл дибензилтолуол болон бусад нэмэлт бодисыг зарим тосны хийжих хандлагыг бууруулахад санал болгосон боловч IEC 60666 стандартад энэ хандлагыг тайлбарлаагүй болно. Моно ба дибензилтолуолены талаар IEC 60867 стандартад тайлбарласан.**6.14 Цахилгаан статик цэнэгийн хандлага (ЦСЦХ)**Тосны ЦСЦХ нь цахилгаан статик цэнэг үүсэхэд хүргэдэг тосолгооны шахалтын хурдтай ӨХ ба ХӨХ (хэт өндөр хүчдэл) трансформаторын тодорхой бүтцийн чухал шинж чанар байдаг. Энэхүү цэнэг нь трансформаторын эвдрэл үүсгэдэг эрчим хүчний цахилалтад хүргэж болзошгүй юм.ЦСЦХ-ын туршилт нь 7.2-ын тусгай шаардлага юм. ТАЙЛБАР: ЦСЦХ-ын хэмжих аргыг Өндөр хүчдэлийн цахилгааны томоохон системийн олон улсын зөвлөлийн (CIGRE) 170-р Техникийн эмхэтгэлд санал болгосон. BТА, ТТА зэрэг металлыг идэвхгүй болгогч нэмэлт хэрэглэн, ЦСЦХ-ыг бууруулах боломжтой.**6.15 Цахилах температур**ISO 2719 стандартын дагуу (Пенски - Мартенсийн битүү тигельд турших аргачлал) хэмжих, хангалттай өндөр цахилах температурыг цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаанд шаарддаг.**6.16 Нягт**Хүйтэн цаг агаарын нөхцөлд тухайн тосонд чөлөөт усны агууламж нэвчин хөлдсөнөөр усны гадаргуу дээр тос хөвж, дамжуулагч нэвт цохилтод өртөж гэмтэхээс аль болох зайлхийхээр тосны нягтыг бага байлгах хэрэгтэй. ISO 3675 (жишиг арга) стандартын дагуу нягтыг хэмжих боловч ISO 12185 стандартыг мөн хүлээн зөвшөөрсөн болно.***6.17 Полицагирагт үнэрт бодисын агуулга (ПЦА)*** Зарим полицагирагт үнэрт бодис хорт хавдар үүсгэдэг тул хөндийрүүлэх минераль тосны зөвшөөрөгдөх түвшинд хяналт тавих шаардлагатай. ПЦА-ийн нийт хэмжээг IP 346-ийн нөхцөлд DMSO (диметилсульфоксид)-ийг шахан гаргаж хэмжиж болно.Тайлбар: Нийт эсвэл хувийн ПЦА-ын зөвшөөрөгдөх хязгаарыг үндэсний болон орон нутгийн дүрэм журамд заадаг.**6.18 Полихлорт бифенилийн агуулга (ПХБ)**Хөндийрүүлэх минераль шинэ тос нь ПХБ-ээс ангид байх ёстой. Жишиг туршилтын арга нь IEC 61619 стандарт болно.Тайлбар: Нийт эсвэл бие даасан ПХБ-ийн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг үндэсний болон орон нутгийн дүрэм журамд заасан болно. Түүнчлэн 96/59/EC Захирамжид Европын техникийн үзүүлэлтийг тайлбарласан болно.**6.19 2-Фурфурол (2-FAL) ба холбоотой нэгдлүүдийн агуулга**Хөндийрүүлэх минераль шинэ тосонд агуулагдах 2-FAL болон хамааралтай нэгдлүүд нь цэвэршүүлэх явцад уусгагчийг шахаж авсны дараа дахин нэрэлтийг буруу хийснээс эсвэл ашигласан тосны бохирдлын үр дүнд үүсдэг. Хөндийрүүлэх минераль шинэ тос нь бага түвшний 2-FAL болон хамааралтай нэгдлүүдтэй байвал зохино; хэмжлийг IEC 61198 стандартын дагуу хийх хэрэгтэй.Тайлбар: “Хамааралтай нэгдлүүд” нь: 5-гидроксиметил-2-фурфурол (5HMF), 2-фурфурил спирт (2FOL), 2-ацетилфуран (2ACF) болон 5-метил-2-фурфурол (5MEF) болно.**6.20 Жижиг хэсэг /механик хольц/-ийн агуулга**Шинэ хөндийрүүлэх тосонд агуулагдах механик хольц нь тосыг үйлдвэрлэх, хадгалах, боловсруулах үед үүсэх бөгөөд нэвт цохилтын /ниргэлт/ хүчдэлд нөлөөлж болно (6.4-ийг үзнэ үү). IEC 60970 стандартын дагуу хэмжлийг хийх хэрэгтэй.**6.21 DBDS агуулга**Энэхүү нэгдэл нь трансформатор хэвийн ажиллах температур ба зэсийн сульфид үүсэх үед бий болох боломжтой. Тиймээс хэрэглээгүй тосонд энэ нэгдэл байх ёсгүй (6.10-ыг үзнэ үү). DBDS нэгдлийг хэмжих туршилтын аргыг IEC 62697-1 стандартаас үзнэ үү.**6.22 Тос тохиолдлоор хийжих хандлага**Трансформаторт дулааны болон цахилгаан гэмтэл гараагүй, бага температуртай (120 °C хэмээс бага) үед устөрөгч, нүүрс устөрөгч, нүүрстөрөгчийн исэл зэрэг хийг зарим тос ашиглалтын ачаалалгүй нөхцөлд ч ялгаруулж чаддаг. Энэ үзэгдэл нь хийн их ялгарал болон Уусахгүй хийн дүн шинжилгээг (DGA) буруу тайлбарласны дүнд үүсэх боломжтой.Тайлбар: Тохиолдлоор хийжих хандлагыг хэмжих аргыг Өндөр хүчдэлийн цахилгааны томоохон системийн олон улсын зөвлөлийн (CIGRE) 296-р эмхэтгэл болон ASTM D7150 стандартад тодорхойлсон. Тохиолдлоор хийжих хандлага нь химийн урвалыг удаашруулагчийн төрлүүдэд удаашруулагчгүй төрлүүдээс бага үүсдэг. | Viscosity shall be measured according to ISO 3104, and viscosity at very low temperatures according to IEC 61868.**Pour point**The pour point of mineral insulating oil is the lowest temperature at which the oil will just flow. It is recommended that the pour point should be at least 10 K below the lowest cold start energizing temperature (LCSET). If a pour point depressant additive is used, this shall be declared by the supplier to the user. Pour point shall be measured in accordance with ISO 3016. **Water content**A low water content of mineral insulating oil is necessary to achieve adequate breakdown voltage and low dissipation losses. To avoid separation of free water, unused insulating oil should have limited water content. Before filling the electrical equipment, the oil should be treated to meet the requirements of IEC 60422. Water content shall be measured in accordance with IEC 60814.**Breakdown voltage**The breakdown voltage of transformer oil indicates its ability to resist electrical stress in electrical equipment. Breakdown voltage shall be measured in accordance with IEC 60156.The supplier shall demonstrate that after treatment to reduce particles, water and dissolved air by a vacuum procedure (see note), the oil shall have a high dielectric strength (breakdown voltage >70 kV).NOTE This treatment referred to consists of filtration of the oil at 60°C by vacuum (pressure below 2,5 kPa) through a sintered glass filter (with a maximum pore size of 2,5 µm).**6.5 Dielectric dissipation factor (DDF)**DDF is a measure for dielectric losses within the oil. DDF values above requirements of Table 2 can indicate contamination of the oil by polar contaminants or poor refining quality. DDF shall be measured in accordance with IEC 60247 or IEC 61620 at 90 °C. In case of dispute, IEC 60247 at 90 °C should be used.NOTE By agreement between parties, DDF can be measured at temperatures other than 90 °C. In such cases the temperature of measurement can be stated in the report.**Appearance**A visual inspection of insulating oil (oil sample in transmitted light under a thickness of approximately 10 cm and at ambient temperature) will indicate the presence of visible contaminants, free water or suspended matter.**Acidity**Unused mineral insulating oil should be free from any acidic compound. Acidity shall be measured according to IEC 62021-1 or IEC 62021-2.**Interfacial tension (IFT)**Low IFT sometimes indicates the presence of polar compounds. IFT shall be measured in accordance with EN 14210 or ASTM D971.**Sulphur content**Different organo-sulphur compounds are present in mineral oils, dependent on the crude oil origin and the degree and type of refining. Refining reduces the content of sulphur and aromatic hydrocarbons. As some naturally present sulphur compounds have an affinity to metals, they may act as natural oxidation inhibitors or they may promote corrosion.Sulphur content is a specific requirement of 7.1.Sulphur content should be measured following IP 373 or ISO 14596.**Corrosive and potentially corrosive sulphur**Some sulphur compounds, e.g. mercaptans, are very corrosive to metal surfaces, i.e. steel, copper and silver (switchgear contacts) and shall not be present in new oil. This type of corrosive sulphur should be detected following DIN 51353.Some other sulphur compounds, e.g. dibenzyldisulphide (DBDS), may result in the deposition of copper sulphide (Cu2S) in paper insulation, reducing its electrical insulation properties (see Annex A). This has resulted in several equipment failures in service.IEC 62535, based on work performed by CIGRE WG A2.32, provides the best currently available method to detect potentially corrosive sulphur compounds in oil. It applies only to oils that do not contain a metal passivator additive (declared or undeclared).For passivator-containing oils, see Clause A.3.**Additives (see 3.4)****General**The generic type of all additives shall be declared in product data sheets and certificates of compliance. For antioxidant additives and passivators, their concentrations shall also be stated.**Antioxidant additives (see 3.5)**Antioxidants slow down the oxidation of oil and therefore the formation of degradation products such as oil sludge and acidity. It is useful to know whether and in what proportion antioxidant additives have been added in order to monitor additive depletion during service.Additives that slow down the oxidation of mineral insulating oils include:* inhibitors such as phenols and amines (see 3.5.1). The most widely used inhibitors are DBPC and DBP (see 3.5.1). Detection and measurement of DBPC and DBP shall be carried out in accordance with IEC 60666. IEC test methods are not available for other types of inhibitors.
* other antioxidant additives such as sulphur- and phosphor**-** containing compounds, e.g. organic polysulfides and dithiophosphates (see 3.5.2). An antioxidant additive of this type is DBDS (see 6.10), but it is not accepted as it is known to be corrosive to copper and will likely result in the oil failing the potentially corrosive sulphur test of IEC 62535. IEC test methods are in preparation only for DBDS (see 6.21) and not for the other antioxidant additives of this type.
* metal passivators (see 6.11.3).

 **Metal passivators**Some of these additives form thin films on copper, preventing the catalytic effect of copper in oil and the formation of harmful copper sulphide deposits in paper by reaction with corrosive sulphur compounds contained in the oil. Some of them protect the oil from the catalytic action of metals and slow down the rate of oxidation of oil. Passivators therefore slow down the oxidation process in IEC 61125 as they passivate the surface of the catalysing copper-wire, thus leading to an optimistic result of the oxidation stability test. Some of them are also used to reduce the electrostatic charging tendency of oils (see 6.14).Three main types of benzotriazole derivatives are typically used as metal passivator additives: N-bis(2-Ethylhexyl)-aminomethyl-tolutriazole (TTAA), benzotriazole (BTA) and 5-methyl-1H-benzotriazole (TTA). Detection and measurement of these additives shall be according to IEC 60666.Several other compounds can be used as metal passivator additives, such as N,N-bis(2-ethylhexyl)-1H-1,2,4 triazole-1 methanamine (TAA), diamino-diphenyldisulphide, nicotinic acid, hydroquinoline and other sulphur-based compounds, for which no IEC test methods are available [2](#_bookmark1). **Pour point depressants**These additives are used to improve the viscosity and pour point of oils at very low temperatures. Detection and measurement of the two main types of pour point depressant additives used (polynaphthalenes and polymethacrylates) shall be according to IEC 60666.**Oxidation stability**Oxidation of oil gives rise to acidity and sludge formation. This can be reduced by using oils with a high oxidation stability leading to longer service life time by minimizing sludge deposition and maximizing insulation life. Oxidation stability is measured in accordance with Method C of IEC 61125:1992. There is an option for stricter limits for special applications. In some countries more stringent limits and/or additional requirements and tests may be requested.Test durations for oils containing inhibitors shall be as indicated in Table 2. Test duration for oils containing other antioxidant additives and metal passivators shall be 500 h.Passivator-containing oils shall be tested for oxidation stability before the passivator additive has been added to the oil (when possible), using the test durations of Table 2[3](#_bookmark2).**Gassing tendency**Gassing tendency of mineral insulating oil, i.e. the gas absorbing property of oil when subjected to corona partial discharges, is only necessary and important for special equipment like HV (high voltage) instrument transformers and bushings. It is a measure of the rate of absorption or evolution of gas into oil under prescribed laboratory conditions. Gas absorption properties could be related to oil aromatic content. Gassing tendency is measured using Method A of IEC 60628:1985.Gassing tendency testing is a specific requirement of 7.3.NOTE Additives such as 1,2,3,4- tetrahydronaphtalene (tetralin), mono or dibenzyltoluene and others have been proposed to reduce the gassing tendency of some oils, but are not described in IEC 60666. Mono and dibenzyltoluene are described in IEC 60867.**Electrostatic charging tendency (ECT)**ECT of oil is an important property for certain designs of HV and EHV transformers which have oil pumping rates that can give rise to the build-up of electrostatic charge. This charge can result in energy discharge causing transformer failure.ECT testing is a specific requirement of 7.2.NOTE A method to measure ECT is proposed by CIGRE Technical Brochure 170. ECT can be reduced by using metal passivator additives such as BTA and TTA.**Flash point**The safe operation of electrical equipment requires an adequately high flash point that is measured in accordance with ISO 2719 (Pensky-Martens closed cup procedure).**Density**In cold climates, density of oil shall be low enough to avoid the ice that results from the freezing of free water to float to the oil surface and possibly lead to fault conditions developing such as flashover of conductors. Density shall be measured in accordance with ISO 3675 (reference method) but ISO 12185 as well is accepted.**Polycyclic aromatic content (PCAs)**Some PCAs are classified to be carcinogens and therefore need to be controlled to an acceptable level in mineral insulating oil. The total amount of PCAs can be measured by extraction with DMSO (dimethylsulfoxide) under the conditions of IP 346.NOTE Acceptable limits of total or individual PCAs are specified in national and local regulations.**Polychlorinated biphenyl content (PCBs)**Unused mineral insulating oil shall be free from PCBs. The reference test method is IEC 61619.**NOTE Acceptable limits of total or individual PCBs are specified in national and local regulations. Further European specifications are described in Directive 96/59/EC.****6.19** **2-Furfural (2-FAL) and related compounds content**2-FAL and related compounds in unused mineral insulating oils can result either from improper re-distillation after solvent extraction during refining or from contamination with used oil.Unused mineral insulating oils should have a low level of 2-FAL and related compounds; measurement should be carried out according to IEC 61198.NOTE “Related compounds” are: 5-hydroxymethyl-2-furfural (5HMF), 2-furfurylalcohol (2FOL), 2-acetylfuran (2ACF) and 5-methyl-2-furfural (5MEF).**6.20 Particle content**Particles in unused mineral insulating oil may result from manufacturing, storage or handling of the oil, and may affect its breakdown voltage (see 6.4). Measurement should be carried out according to IEC 60970.**6.21 DBDS content**This compound is corrosive at normal transformer operating temperatures and can produce copper sulphide. It therefore shall not be present in unused oil (see 6.10). For the test method for measuring DBDS, see IEC 62697-1 (in preparation).**Stray gassing of oil**Some oils can produce gases such as hydrogen, hydrocarbons and carbon oxides at low temperatures (<120 °C) without thermal or electrical faults in a transformer, sometimes even without operational stress. This phenomenon could result in a high production of gases and a misinterpretation of DGA results.NOTE Methods to measure stray gassing are described in CIGRE Brochure 296 and ASTM D7150. Inhibited grades typically produce less stray gassing than uninhibited ones. |

#### **2-р хүснэгт – Ерөнхий үзүүлэлтүүд**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Шинж чанар** | **Туршилтын арга** | **Хязгаар** |
| **Трансформаторын тос** | **Бага /нам/ температурт хуваарилах төхөөрөмжийн тос** |
| **1 – Функц** |
| зууралдлага 40 °C байх үед  | ISO 3104 | Хамгийн их утга нь 12 мм2/сек | Хамгийн их утга нь 3,5 мм2 /сек |
| зууралдлага -30 °C a байх үед | ISO 3104 | Хамгийн их утга нь 1800 мм2/сек | – |
| зууралдлага -40 °C b байх үед | IEC 61868 | – | Хамгийн их утга нь 400 мм2/сек |
| Царцах цэг | ISO 3016 | Хамгийн их -40 °C | Хамгийн их -60 °C |
| Усны агуулга | IEC 60814 | Хамгийн их утга нь 30 мг/кг c/ 40 мг/kг d |
| Эвдрэлийн хүчдэл | IEC 60156 | Хамгийн бага утга нь 30 кВ / 70 kВ e |
| Нягт 20 °C байх үед | ISO 3675 эсхүл ISO 12185 | Хамгийн их утга нь 0,895 г/мл |
| DDF 90 °C байх үед | IEC 60247 эсхүл IEC 61620 | Хамгийн их утга нь 0,005 |
|  Жижиг хэсгүүд /механик хольц/-ийн агуулга | IEC 60970 | Ерөнхий шаардлага тавихгүй j |
| **2 – боловсруулалт/тогтвортой байдал** |
| Харагдах байдал | – | тунгалаг бөгөөд тунадас, хатуу бодис агуулаагүй |
| Хүчиллэг  | IEC 62021-1 эсхүл 62021-2 | Хамгийн их утга нь 0,01 mg KOH/g |
| Гадаргуугийн харилцан таталцах хүч  | EN 14210 эсхүл ASTM D971 | Ерөнхий шаардлага тавихгүй f |
| Нийт хүхрийн агуулга | IP 373 эсхүлISO 14596 | Ерөнхий шаардлага тавихгүй |
| Идэмхий хүхэр | DIN 51353 | Зэврүүлэхгүй |
| Болзошгүй идэмхий хүхэр  | IEC 62535 | Зэврүүлэхгүй |
| DBDS | IEC 62697-1 (стандартыг боловсруулж байгаа) | Илрүүлэх боломжгүй (< 5 мг/кг) |
| IEC 60666 удаашруулагчтай үед | IEC 60666 | (U) удаашруулагчгүй тос: илрүүлэх боломжгүй (<0,01%)(T) үлдэгдэл химийн урвалыг удаашруулагч тос: <0,08 %(I) удаашруулагч тоснууд: 0,08 % – 0,40 %(3.6 - 3.8-ыг үзнэ үү) |
| IEC 60666 стандартын металлыг идэвхгүй болгогчийн нэмэлтүүд | IEC 60666 | Илрүүлэх боломжгүй (< 5 мг/кг) эсвэл худалдан авагчтай тохиролцоно |
| Бусад нэмэлт зүйл |  | g Үзнэ үү |
| 2- Фурфурол ба хамааралтай нэгдлүүдийн агуулга  | IEC 61198 | Тусдаа бүрэлдэхүүн хэсэг бүрийн хувьд илрүүлэх боломжгүй (< 5 мг/кг) |
| хийжих үзэгдэл |  6.22-ыг үзнэ үү | Ерөнхий шаардлага тавихгүй h |
| **3 – Техникийн тодорхойлолт** |
| Тогтвортой исэлдэлт | IEC 61125:1992 стандартын (C арга)Туршилтын үргэлжлэх хугацаа k(U) удаашруулагчгүй тос: 164 ц(T) үлдэгдэл химийн урвалыг удаашруулагч тос: 332 ц(I) удаашруулагчтай тос: 500 ц | Бусад антиоксидант нэмэлт болон металлыг идэвхгүй болгогч нэмэлттэй тосны хувьд 6.12-ыг үзнэ үү. |
| - Нийт хүчиллэг i | IEC 61125:1992 стандартын 1.9.4 | Хамгийн их утга нь 1,2 мг KOH/г |
| - Шаар i | IEC 61125:1992 стандартын 1.9.1 | Хамгийн их утга нь 0,8 % |
| - 90 **°**C хэмтэй үеийн DDF i | 1.9.6 of IEC 61125, нэмэлт өөрчлөлт 1 (2004) + IEC 60247 | Хамгийн их утга нь 0,500 i |
| Хийжих хандлага | IEC 60628:1985, стандартын А арга  | Ерөнхий шаардлага тавихгүй h |
| ECT | 6.14 үзнэ үү | Ерөнхий шаардлага тавихгүй h |
| Шинж чанар | Туршилтын арга | Хязгаар |
| Трансформаторын тос | Таслах, залгах төхөөрөмжийн бага температуртай тос |
| **4 –** Орчны эрүүл ахуй, аюулгүй байдлын шинж чанар (ОЭААБ) |
| Цахилах температур | ISO 2719 | Хамгийн бага утга нь 135 °C | Хамгийн бага утга нь 100 °C |
| PCA агуулга | IP 346 | Хамгийн их утга нь 3 % |
| PCB агуулга  | IEC 61619 | Илрүүлэх боломжгүй (<2 мг/kг) |
| a Трансформаторын тосны стандарт ЭХЗҮХБТ-ыг (6.1-ийг үзнэ үү) улс орон бүрийн цаг уурын онцлогоос хамааран өөрчилж болно. Царцах температур нь хамгийн багадаа ЭХЗҮХБТ-аас 10 К хэмээр бага байх шаардлагатай.b Стандарт ЭХЗҮХБТ нь таслах, залгах төхөөрөмжийн тосны бага температурт зориулсан утга юм.c Бөөний хангамжид зориулсан утга.d IBC болон бортогоор хүргэхэд зориулсан утга. e Лабораторийн боловсруулалтын дараа хэрэглэнэ. (6.4-ийг үзнэ үү) f Ерөнхий шаардлагаар хэрэглэх тохиолдолд хамгийн багадаа 40 мН / м-ийн хязгаарлалтыг зөвлөдөг.g Ханган нийлүүлэгч нь бүх нэмэлтийн ерөнхий төрөл болон антиоксидант нэмэлтүүдийн тохиолдолд концентрацийн тухай мэдээллийг өгнө.h Нийлүүлэгч болон худалдан авагч хоорондоо тохиролцоно.i Исэлдэлтийн тогтвортой байдлын туршилтын төгсгөл үеийн утга болно.j Газрын тосыг бортогоор нийлүүлэх үед жижиг хэсгүүдийн агуулгыг хүргэлтийн үеийн статистикийн лавлагааг үндэслэн, нийлүүлэгч ба захиалагчийн хооронд тохиролцож болно.k Зарим хэрэглээний хувьд исэлдэлтийн эсэргүүцэл бага байх шаардлага тавьдаг Канад, АНУ-д туршилтын хугацааг дараахь байдлаар бууруулж болно: (T) ул мөрийг дарангуйлсан тос: 164 цаг; (I) дарангуйлсан тос: 332 цаг. Эдгээр шаардлага нь байнгын шинж чанартай байдаг.l Хамгийн их DDF 2 цаг исэлдсэний дараа 0,020 (IEC 61125: 1992, С аргыг үзнэ үү) хэмжээтэй болохыг хэт өндөр хүчдэлийн хэмжүүрийн трансформатор болон оруулгад хэрэглэж болно. |

#### **Table 2 – General specifications**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Property** | **Test method** | **Limits** |
| **Transformer oil** | **Low temperature switchgear oil** |
| **1 – Function** |
| Viscosity at 40 °C | ISO 3104 | Max. 12 mm2/s | Max. 3,5 mm2 /s |
| Viscosity at - 30 °C a | ISO 3104 | Max. 1 800 mm2/s | – |
| Viscosity at - 40 °C b | IEC 61868 | – | Max. 400 mm2/s |
| Pour point | ISO 3016 | Max. –40 °C | Max. –60 °C |
| Water content | IEC 60814 | Max. 30 mg/kg c/ 40 mg/kg d |
| Breakdown voltage | IEC 60156 | Min. 30 kV / 70 kV e |
| Density at 20 °C | ISO 3675 or ISO 12185 | Max. 0,895 g/ml |
| DDF at 90 °C | IEC 60247 or IEC 61620 | Max. 0,005 |
| Particle content | IEC 60970 | No general requirement j |
| **2 – Refining/stability** |
| Appearance | – | Clear, free from sediment and suspended matter |
| Acidity | IEC 62021-1 or 62021-2 | Max. 0,01 mg KOH/g |
| Interfacial tension | EN 14210 or ASTM D971 | No general requirement f |
| Total sulphur content | IP 373 orISO 14596 | No general requirement |
| Corrosive sulphur | DIN 51353 | Not corrosive |
| Potentially corrosive sulphur | IEC 62535 | Not corrosive |
| DBDS | IEC 62697-1 (in preparation) | Not detectable (< 5 mg/kg) |
| Inhibitors of IEC 60666 | IEC 60666 | 1. uninhibited oil: not detectable (< 0,01%)

(T) trace inhibited oil: < 0,08 %* 1. inhibited oils: 0,08 % – 0,40 %

(see 3.6 to 3.8) |
| Metal passivator additives of IEC 60666 | IEC 60666 | Not detectable (< 5mg/kg), or as agreed upon with the purchaser |
| Other additives |  | See g |
| 2-Furfural and related compounds content | IEC 61198 | Not detectable (< 0,05 mg/kg) for each individual compound |
| Stray gassing | See 6.22 | No general requirement h |
| **3 – Performance** |
| Oxidation stability | IEC 61125:1992 (Method C)Test duration k(U) Uninhibited oil: 164 h(T) Trace inhibited oil: 332 h(I) Inhibited oil: 500 h | For oils with other antioxidant additives and metal passivator additives, see 6.12. |
| - Total acidity i | 1.9.4 of IEC 61125:1992 | Max. 1,2 mg KOH/g |
| - Sludge i | 1.9.1 of IEC 61125:1992 | Max. 0,8 % |
| - DDF at 90 **°**C i | 1.9.6 of IEC 61125, Amendment 1 (2004) + IEC 60247 | Max. 0,500 i |
| Gassing tendency | IEC 60628:1985, Method A | No general requirement h |
| ECT | See 6.14 | No general requirement h |
| **4 – Health, safety and environment (HSE)** |
| Flash point | ISO 2719 | Min. 135 °C | Min. 100 °C |
| PCA content | IP 346 | Max. 3 % |
| PCB content | IEC 61619 | Not detectable (< 2 mg/kg) |
| a This is the standard LCSET for a transformer oil (see 6.1) and can be modified depending on the climatic condition of each country. Pour point should be minimum 10 K below LCSET.b Standard LCSET for low temperature switchgear oil.c For bulk supply.d For delivery in drums and IBC.e After laboratory treatment (see 6.4).f Where it is used as a general requirement, a limit of minimum 40 mN/m is recommended.g The supplier shall declare the generic type of all additives, and their concentrations in the case of antioxidant additives.h To be agreed upon between supplier and purchaser.i At the end of oxidation stability tests.j Particle content in drums at delivery of oil can be agreed between supplier and customer, based on a statistical reference at delivery.k In Canada and the USA, where requirements for oxidation resistance are lower for some applications, test durations can be reduced to: (T) trace inhibited oil: 164 h; (I) inhibited oil: 332 h. These requirements are of a permanent nature.l A DDF of max. 0,020 after 2 h of oxidation (see IEC 61125:1992, Method C) can be used for application in EHV instrument transformers and bushings. |

|  |  |
| --- | --- |
| **7. Тусгай хэрэглээнд зориулсан онцлог шаардлага** **7.1 Хүхрийн бага агуулга ба исэлдэх өндөр тогтворжилт**Ажиллах температур нь өндөр эсвэл ашиглалтын уртасгасан хугацаанд зориулж тооцсон трансформаторуудын хувьд исэлдэлтийн туршилтын дараа цөөхөн хязгаарлалт тавьж болно (IEC 61125: 1992 стандартын С аргыг үзнэ үү). Ийм тос ихэнхдээ химийн урвалыг удаашруулна.- Нийт хүчиллэг: хамгийн их утга нь 0,3 мг KOH / грамм;- Шаар: хамгийн их утга нь 0,05 %;- 90 °С хэмтэй үеийн DDF: хамгийн их утга нь 0,050;- Нийт хүхрийн агуулга: хамгийн их утга нь 0,05 % (исэлдэлтийн туршилтын өмнө).**7.2 Цахилгаан статик цэнэгийн хандлага (ЦСЦХ)**Тосны эргэлтийн өндөр хурдтай тоног төхөөрөмжид (OF-эсвэл OD хөргөлттэй хүчний трансформатор (IEC 60076-2)), жишээ нь, өндөр хүчдэлийн тогтмол гүйдлийн трансформаторуудад хязгаарыг худалдан авагч болон үйлдвэрлэгч хоорондоо тохиролцож болно.**7.3 Хийжих хандлага**Өндөр ачаалалтай цахилгаан талбай эсвэл тусгай хийцтэй тоног төхөөрөмжийн хувьд титэмт бяцхан цахилалтад (6.13) өртөх үед үүссэн хийг тос шингээх шаардлагатай. Тиймээс IEC 60628 стандартын дагуу хий ялгаруулах хандлагыг ийм тоног төхөөрөмжийн тосыг ханган нийлүүлэгч болон худалдан авагч хоорондоо тохиролцох хэрэгтэй.Тайлбар: Польш улсад 400 кВ-оос их буюу тэнцүү хүчдэлийн тоног төхөөрөмжид + 5мм3 / мин-ээс их буюу тэнцүү хийжих хандлагыг хэрэглэнэ. | **7. Specific requirements for special applications*** 1. **Higher oxidation stability and low sulphur content**

For transformers with higher operating temperatures or designed for extended service life, there may exist restricted limits after oxidation test (see IEC 61125:1992, Method C). Mostly, such oil is inhibited.* Total acidity: max. 0,3 mg KOH/g;
* Sludge: max. 0,05 %;

- DDF at 90 °C: max. 0,050;* Total sulphur content: max. 0,05 % (before oxidation test).

**Electrostatic charging tendency (ECT)**For equipment with high oil circulation speed (OF-or OD-cooled power transformers (IEC 60076-2)), as e.g. HV/DC transformers, a limit may be agreed between purchaser and manufacturer.**Gassing tendency**For equipment with high electrical field stress or special design, gases formed when subjected to corona partial discharges (6.13) shall be absorbed by the oil. Therefore the gassing tendency according to IEC 60628 shall be agreed upon between the supplier and purchaser of the oil for such equipment.**NOTE In Poland, a gassing tendency ≤ +5mm3/min is used for equipment ≥ 400 kV.** |

**A хавсралт**

**(мэдээллийн)**

**Зэврүүлэх боломжтой идэмхий хүхэр**

**А.1 Зэсийн сульфидын тунадас үүсэх механизм**

Зэсийн сульфидын тунадас үүсэх механизмыг өнөөг хүртэл бүрэн тайлбарлаагүй ч зэстэй нэгдэл үүсгэх, хүхэр агуулсан төрөл зүйлүүдээр зэсийг уусгах, тээвэрлэхтэй энэ нь холбоотой байж болно. Дараа нь Cu2S болж задрах, целлюлозоор эдгээр нэгдлийг шингээж авах боломжтой.

Температур болон хүчилтөрөгч энэ үйл явцад хүчтэй нөлөөлдөг нь тосонд эхлээд байсан хүхрийн төрөл зүйлээс исэлдсэн хүхрийн зарим төрөл зүйл илүү идэвхтэй эсвэл исэлдэлтийн бусад бүтээгдэхүүн нь нэгдэл үүсгэгчтэй адил чухал болохыг тодорхойлно (CIGRE Техникийн 378-р эмхэтгэлийг үзнэ үү). Тосонд нь идэмхий хүхрийн нэгдлүүдтэй, өнгөлөөгүй эсвэл хамгаалалтгүй зэс хэрэглэдэг, ашиглалтын температур өндөртэй, тосон дахь хүчилтөрөгчийн хэмжээг хязгаарласан тоног төхөөрөмжид Cu2S тунадас нь илүү их үүсдэг. Зэсийг тээвэрлэхэд зориулсан, хүчилтөрөгчийн оновчтой агуулга харьцангуй бага бөгөөд хэдэн мянган μл / л орчим мужид байх магадлалтай ч хүчилтөрөгчийн агуулгын өргөн хүрээнд тунадас үүсэх боломжтой байдаг.

**А.2 Тосон дахь идэмхий хүхрийн нэгдлүүд**

Хүхрийн олон тооны нэгдэл зэсийг зэврүүлдэг нь тодорхой боловч эдгээрээс цөөн тооны нэгдлийг хөндийрүүлэх тосны бүрэлдэхүүн хэсгээр тогтоосон. Cu2S тунадас үүсэхэд хүчтэй нөлөөлдөг, трансформаторын тосонд их хэмжээгээр агуулагддаг цорын ганц бүрэлдэхүүн хэсэг бол дибензилдисульфид (DBDS) юм. Cu2S тунадсыг үүсгэдэг ихэнх тос энэ бодисыг агуулна. Гэхдээ усны хүчтэй эргэлтээр цэвэрлэх үйл явцуудад урвалын энэ бүрэлдэхүүн хэсгийг тосноос хялбархан угаах боломжтой. Зэврэлт үүсгэхгүй байсан тосонд бусад бодисыг (дисульфид, тиоэфир, хүхрийн янз бүрийн исэлдлийн нэгдэл болон байгалий хүхэр зэрэг) нэмэхэд Cu2S тунадас үүсгэдэг болохыг IEC 62535 стандартын дагуу хийсэн туршилтаар харуулсан.

**А.3 Идэвхгүй болгогч агуулсан тосонд идэмхий хүхрийн нэгдлийг илрүүлэх**

Трансформаторын тосонд металлыг идэвхгүй болгогч нэмэлт агуулагдах үед зэсийн гадаргуу дээр идэвхгүй болгогч, хамгаалалтын нимгэн давхарга үүсгэнэ. Энэ давхарга нь зэсийг тосонд уусахаас сэргийлж, тосонд агуулагдах хүхрийн идэмхий нэгдлүүдэд хариу үйлдэл үзүүлэн, цаасан тусгаарлагчийн дээр зэсийн хортой сульфид (Cu2S) хэлбэрээр тунадас болдог.

Идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг IEC 62535 стандартын дагуу туршихад мөн тунадас үүснэ. Тиймээс туршилтын энэ аргаар идэвхгүй болгогч тосонд агуулагдах идэмхий хүхрийн нэгдлийг илрүүлэх боломжгүй бөгөөд ийм тоснуудын хувьд "хуурамч сөрөг" гэсэн үр дүн өгч магадгүй. Шинэ тосыг туршихад эерэг үр дүн гардаг учраас идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг туршихад шиг сөрөг үр дүн гарах бөгөөд трансформаторыг удаан хугацаанд ашиглаж, хуучрах явцад нэмэлт бодис хэрэглэсний дараа хортой Cu2S тунадас хуримтлагдаж эхэлдэг.

Металлыг идэвхгүй болгогч нэмэлт (мэдэгдсэн эсвэл таамагласан) агуулсан тосонд идэмхий хүхрийн нэгдлийг илрүүлэхийн тулд тосноос идэвхгүй болгогч нэмэлтийг хамгийн түрүүнд салгаж авах шаардлагатай. Энэ зорилгоор дараах хоёр горимыг хэрэглэж болно. Хоёр горимын аль алийг тос ердийн нийлүүлэлтэд биш, зөвхөн тосны шинээр авах боломжтой төрлүүдэд зориулсан.

**1-р горим**

Энэ горимд металлыг идэвхгүй болгогч нэмэлтийг тосноос тусгай шингээлтийн аргаар салгаж авдаг.

а) 100 мл идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг 500 мг Хромабонд HR-XC шингээгчтэй (суурь анализ хийхэд зориулсан хүчтэй, холимог, полимерт суурилсан катион солилцогч) 1 цагийн турш хутгаж, шингээгчийг дараа нь шүүнэ; эсвэл

b) идэвхгүй болгогчийн эхний концентраци 200 мг/кг-аас их байвал 200 мг шингээгч агуулсан 3 мл эзлэхүүнтэй баганын дотор, бага зэргийн вакуумд 60 мл тосыг шахаж авна.

**2-р горим**

Энэхүү горимыг удаан хугацааны исэлдэлтэд хэрэглэсэн тосонд агуулагдах металлыг идэвхгүй болгогч нэмэлтийг (лабораторид болон ашиглалтад байгаа трансформаторуудад түргэвчилсэн туршилт хийх замаар) ажиглахад үндэслэсэн.

a) Идэвхгүй болгогчийг исэлдэлтэд хэрэглэснийг батлахын тулд идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг IEC 61125:1992 стандартын C аргад хэрэглэсэн туршилтын камерт 120 °C хэмд 164 цагийн турш 0,15 л/цаг агаарын урсгалд байлгана.

b) Идэмхий хүхэрт зориулж хадгалсан тосыг IEC 62535 стандартын туршилтын камерт шинэ цаасаар ороосон дамжуулагчтай туршина.

c) Хадгалсан тосонд хуурамч эерэг үр дүн гарахаас зайлсхийхийн тулд (өөрөөр хэлбэл тосны исэлдэлтийг удаашруулах бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг Cu2S нэгдэлтэй андуурч тайлбарласан тохиолдолд) Cu2S тунадсыг SEM / EDX эсвэл бусад аргаар баталгаажуулна (IEC 62535: 2008 стандартын B хавсралтын дагуу). IEC 62535 стандартын хоёрдугаар туршилтыг зэс туузгүйгээр зөвхөн цаастай хийснээр хуурамч эерэг үр дүнгээс зайлсхийх боломжтой. Зэс туузтай эсвэл туузгүй хоёр туршилтын дараа цаас харагдах байдлыг харьцуулна.

1-Р ТАЙЛБАР: Лабораторид хийх тос хадгалах туршилтын дараа зэсэн дээр үлдэх идэвхгүй болгогчийн хамгаалалтын давхаргыг ажиглагдана. Гэхдээ ашиглагдаж байгаа трансформаторуудад зэсэн дээр хамгаалалтын давхарга дээр үлдэх, хэр удаан үлдэх талаар мэдээлэл бага байдаг.

2-Р ТАЙЛБАР: Нэлээд хортой эдгээр нэгдлийн аль нь ч тосонд байхгүйг батлахын тулд IEC 62535 стандарт болон 1 ба 2-р горимд заасан идэвхгүй болгогч агуулсан тосонд нэмэлтээр тосонд агуулагдах идэмхий хүхрийн нэгдлүүдийн (жишээлбэл, дибензилдисульфид (DBDS) ба нийтлэг дисульфид) тоон үзүүлэлтийг хэрэглэж болно.

**А.4 Тосны бохирдол**

Хөндийрүүлэх минераль тосыг силикон тос, фталат болон гадаргуугийн идэвхтэй бусад химийн бодис эсвэл тосоор санаандгүй бохирдуулсан гэж эргэлзэж байвал тосыг трансформаторт хийж болохгүй. Учир нь трансформатор тосыг хийгүй болгох үед эдгээр нэгдэл нь тосонд хөөс үүсгэдэг. Тиймээс трансформаторын тосыг бүрмөсөн хийгүй болгоход хэцүү эсвэл боломжгүй болгодог. трансформаторын тосыг бүрэн тослох. Ийм бохирдлыг илрүүлэхийн тулд ISO 6247 стандартын хөөс үүсэх хандлагын туршилтыг хийж болно.

# **Annex A**

## **(informative)**

**Potentially corrosive sulphur**

### **Mechanism of copper sulphide deposition**

The mechanism of copper sulphide (Cu2S) deposition is still not fully elucidated, but it may involve dissolution and transport of copper by sulphur containing species forming complexes with copper. These complexes can then be absorbed by cellulosic insulation where they decompose into Cu2S.

The strong influence of temperature and oxygen on this process indicates that some oxidized sulphur species may be more active than those originally present in oil, or that other oxidation products are important as co-complexing agents (see CIGRE Technical Brochure 378). Cu2S deposition occurs preferentially in equipment where corrosive sulphur compounds are present in oil, unvarnished or unprotected copper is used, operating temperatures are high and the amount of oxygen in oil is limited. The optimal oxygen content for copper transport seems to be relatively low, probably in the region of a few thousand ul/l, but deposition may occur over a wide range of oxygen contents.

### **А.2 Corrosive sulphur compounds in oil**

Although many sulphur compounds are known to be corrosive for copper, few have been identified as components of insulating oil. The only compound shown so far to be a potent Cu2S forming agent and to be present in significant amounts in transformer oil is dibenzyl disulfide (DBDS). Most oils found to be forming Cu2S contain this substance. However, refining processes using severe hydrotreatment can easily remove this reactive compound from oil. Several other substances (including disulphides, thioethers, various oxidized sulphur compounds and elemental sulphur) have been shown to cause Cu2S formation in the IEC 62535 test, when added to originally non-corrosive oils.

### **А.3 Detection of corrosive sulphur compounds in passivator-containing oils**

When oil in a transformer contains a metal passivator additive, a thin protective layer of passivator is formed on copper surfaces, preventing copper from dissolving in oil, reacting with corrosive sulphur compounds present in oil, and depositing in paper insulation as harmful copper sulphide (Cu2S).

The same occurs when testing passivator-containing oils according to IEC 62535. This test method therefore cannot detect corrosive sulphur compounds present in passivating oils and may provide “false negative” results for such oils. Passivator-containing oils testing negative as new oils may then test positive and start depositing harmful Cu2S after the additive has been consumed by aging in transformers service.

In order to detect corrosive sulphur compounds in oil containing a metal passivator additive (declared or suspected), the passivator additive has to be removed first from the oil. The two following procedures can be used for that purpose. Both are intended for newly available types of oils only, not for normal deliveries of oil.

#### **Procedure 1**

In this procedure, metal passivator additives are eliminated by specific adsorption from the oil:

1. stir 100 ml of passivator-containing oil with 500 mg of Chromabond HR-XC adsorbent (a strong, mixed-mode, polymer-based cation exchanger for basic analytes), for 1 h, then filter out the adsorbent; or
2. extract 60 ml of oil under a slight vacuum on a 3 ml column containing 200 mg of the adsorbent, if the initial concentration of passivator was < 200 mg/kg.

#### **Procedure 2**

This procedure is based on the observation that metal passivator additives in oil are consumed by oxidation aging (in accelerated tests in the laboratory and in transformers in service):

1. Run the passivator-containing oil in the test cell used in Method C of IEC 61125:1992 at

120 °C for 164 h with an air flow of 0,15 l/h to ensure that the passivator has been consumed by oxidation.

1. Test the aged oil for corrosive sulphur in the test cell of IEC 62535 with new paper wrapped conductor.
2. To avoid false positives with the aged oil (i.e. where oxidation aging compounds of oil are mistakenly interpreted as Cu2S), confirm Cu2S deposition with SEM/EDX or other techniques (according to Annex B of IEC 62535:2008). False positives can also be avoided by carrying out a second IEC 62535 test without copper strip and with paper only, and comparing the appearance of papers after both tests with and without copper.

**NOTE 1 The protective layer of passivator on copper has been observed to remain on copper after aging tests in the laboratory, but there is little knowledge on whether and how long it will remain on copper in transformers in service.**

**NOTE 2 As a complement to IEC 62535 and procedures 1 and 2 for passivator-containing oils, the quantification of corrosive sulphur compounds in oil (e.g., dibenzyldisulphide (DBDS) and total disulphide) can be used to ensure that none of these potentially harmful compounds are present in oil.**

### **А.4 Contamination of oils**

Mineral insulating oils suspected of having been accidentally contaminated with silicone oils, phthalates or other surface-active chemicals or oils should not be introduced in transformers, since these compounds can produce foaming in oil when trying to degas the transformer, thus making it difficult or impossible to fully degas the transformer oil. The foaming tendency test of ISO 6247 can be used to detect such a contamination.

## **Ном зүй**

IEC 60867, *Тусгаарлагч шингэн – Синтетик үнэрт нүүрсустөрөгч дээр суурилсан хэрэглээгүй шингэний техникийн үзүүлэлтүүд*

IEC 62697-1***,*** *Тусгаарлагч шингэн – Хэрэглэсэн ба хэрэглээгүй тусгаарлагч шингэний идэмхий хүхрийн нэгдлийн тоо хэмжээг тодорхойлох – 1 дүгээр хэсэг: Дибензил дисульфидын тоог хэмжээг тодорхойлох туршилтын арга (DBDS)4*

IEC 62701, Цахилгаан техникт хэрэглэх шингэн *– Трансформатор болон хуваарилах байгууламжид хэрэглээгүй хөндийрүүлэх тос*

ISO 6247*, Газрын тосны бүтээгдэхүүн – Тосолгооны материалын хөөсөрч буй шинж чанарыг тодорхойлох*

Өндөр хүчдэлийн цахилгааны томоохон системийн олон улсын зөвлөлийн (CIGRE) Техникийн товхимол 170, Цахилгаан эрчим хүчний трансформатор дахь статик цахилгаанжуулалт*, 2000* CIGRE

Техникийн товхимол 296, Тосон ууссан хийн шинжилгээг (ТХШ) тайлбарлах орчин үеийн хөгжил, 2006 CIGRE

Техникийн товхимол 378, Трансформаторын тусгаарлагч дахь зэсийн сульфид*, 2009*

Европын Консулын Тогтоол (96/59/IEC) 1996 оны 09 дүгээр сарын 16 *–* Полихлорид бифенил ба полихлорид терпенилийн ….......... (ПХБ/ПХТ)

## **Bibliography**

IEC 60867, *Insulating liquids – Specifications for unused liquids based on synthetic aromatic hydrocarbons*

IEC 62697-1***,*** *Insulating liquids – Quantitative determination of corrosive sulfur compounds in used and unused insulating liquids – Part 1: Test method for quantitative determination of dibenzyl disulfide (DBDS)* [*4*](#_bookmark3)

IEC 62701, *Fluids for electrotechnical applications – Recycled mineral insulating oils for transformers and switchgear* [*5*](#_bookmark4)

ISO 6247*, Petroleum products – Determination of foaming characteristics of lubricating oils*

CIGRE Technical Brochure 170, *Static electrification in power transformers, 2000* CIGRE

Technical Brochure 296, *Recent developments in DGA interpretation, 2006* CIGRE

Technical Brochure 378, *Copper sulphide in transformer insulation, 2009*

European Council Directive (96/59/EC) of 16 September 1996 *– Disposal of polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls (PCB/PCT)*