****

**МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ**

**Цахилгаан техникт хэрэглэх шингэн - Трансформатор ба хуваарилах байгууламжид хэрэглээгүй тусгаарлагч эрдэс тос**

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

**MNS IEC 60296**

**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, ...................................... шүүмж, 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: [masm@mongol.net](mailto:masm@mongol.net); [standardinform@masm.gov.mn](mailto: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 /Цэвэрлэгээ/ ба тогтвортой байдал………………………….9

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

4.4 Хүрээлэн буй орчин, эрүүл мэндийн хамгаалал ба аюулгүй байдлын шинж чанар (ХАБЭА)……………………………………………………………………….. 9

5. Ангилал, зориулалт, тээвэрлэлтийн ерөнхий шаардлага ба сорьц авах…………...9

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

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

5.1.2 Үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт (химийн урвалыг удаашруулагч) агууламж…………………………………………………………………………………………9

5.1.3 Цэнэглэх температурыг холбох /залгах/ хамгийн бага……………9 температур

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

5.3 Холилдох байдал…………………………………………………………………..9

5.4 Зориулалт, тээвэрлэлтийн ерөнхий шаардлага……………………………...9

5.5 Сорьц авах……………………………………………………………………………9

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

6.1 Зуурамтгай чанар…………………………………………………………………..9

6.2 Царцалтын температур……………………………………………………………9

6.3 Усны агууламж……………………………………………………………………...9

6.4 Эвдрэлийн хүчдэл………………………………………………………………….9

6.5 Диэлектрикийн алдагдлын коэффициент (ДАК)………………………………8

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

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

6.8 Харилцах гадаргуугийн таталтын хүч (ХГТХ)………………………………….6

6.9 Хүхрийн агууламж………………………………………………………………….7

6.10 Зэврүүлэгч хүхэр ба потенциал зэврүүлэгч 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-ийг үзнэ үү)…………………..….7

6.11.3 Идэвхгүй болгогч металл……………………………………………7

6.11.4 Царцалтын температурыг бууруулагч…………………………….7

6.12 Исэлдэх урвалыг тэсвэрлэх чадвар…………………………………………7

6.13 Хийжих хандлага……… ………………………….7

6.14 Цахилгаан статикийн цэнэглэлтийн хандлага (ЦСЦХ)

6.15 Дүрс хийх температур………………………………………………………….7

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

6.17 Полицикл үнэрт агууламж (ПХА)……………………......…………………...9

6.18 Полицикл бифенилын агууламж (ПХБ)……………………………………...9

6.19 2-[Фурфурол](javascript:void(0)) (2-FAL) ба холбоотой нэгдлүүдийн агууламж………………7

6.20 Тоосонцрын агууламж………………………………………………………….7

6.21 DBDS агууламж………………………………………………………………….8

6.22 Тосны тэнэмэл хийжих үзэгдэл..................................................................7

7. Тусгай хэрэглээний тодорхой шаардлага……………………………………………...8

7.1 Өндөр исэлдэх урвалыг тэсвэрлэх чадвар ба бага хүхрийн агууламж….9 Higher oxidation stability and low Sulphur content

7.2 Цахилгаан статикийн цэнэглэлтийн хандлага (ЦСЦХ)

A хавсралт (мэдээллийн) Потенциал зэврүүлэгч хүхэр………………………………...7

Ашигласан ном хэвлэл………………………………………………………………………..7

1-р хүснэгт – Энергийн температурын хамгийн нам трансформаторын тос болон хамгийн их зуурамтгай чанар ба царцалтын температур ………………………………7

2-р хүснэгт – Ерөнхий тодорхойлолт……………………………………………………….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…….......………………….......………………….......……

**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 дараах техникийн томоохон өөрчлөлтүүдийг багтаасан болно.

* трансформаторт зэсийн сульфидын тунадас үүсгэж болох зэврүүлэгч хүхрийн нэгдлүүдийн техникийн үзүүлэлтүүд (идэвхгүй ба идэвхгүй болгогчтой тусгаарлагч тос)
* тосон дахь нэмэлт тодорхойлолт; эсвэл
* исэлдэлтийн талаар алга болсон 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.

ОУЦТК-ын “http://webstore.iec.ch” гэсэн цахим хуудас дээрх энэ нийтлэлийн талаарх мэдээллийн хэсэгт заасан тогтвортой байдлын огноо болох хүртэл энэ баримт бичгийн агуулгыг өөрчлөхгүй хэвээр байлгахаар ОУЦТК-ын Техникийн Хороо шийдсэн. Тэр огноо болоход энэ нийтлэлийг

* дахин баталгаажуулна,
* буцаана,
* шинэчилсэн хэвлэлээр солино, эсвэл
* нэмэлт, өөрчлөлт оруулна.

## **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 стандарт нь түүнийг хэрэглэхтэй уялдаа холбоотой аюулгүй байдлын бүх асуудлыг шийдвэрлэх зорилго агуулаагүй болно. Стандарт хэрэглэгчийн эрүүл мэнд, аюулгүй байдлын зохих дадлыг бий болгож, хэрэглэхээс өмнө зохицуулалтын хязгаарлалтыг хэрэглэх боломжтой эсэхийг тодорхойлох үүрэгтэй.

Энэхүү стандартын сэдэв болох тусгаарлагч эрдэс тосны хувийн ариун цэврийн байдлыг чандлан сахих ёстой. Нүдэнд шууд контакт хүрэх нь цочрол үүсгэдэг. Нүдэнд хүрэхэд их хэмжээний цэвэр усны урсгалаар усжуулалт хийж, эмчийн зөвлөгөө авах заавал шаардлагатай. Энэхүү стандартад заасан зарим туршилтууд нь аюултай нөхцөл байдалд хүргэж болзошгүй процессыг хэрэглэхтэй уялдаа холбоотой байдаг. Удирдамжийн холбогдох стандартад анхаарах хэрэгтэй.

## Энэхүү стандарт нь тусгаарлагч эрдэс тос, химийн бодис, ба хэрэглэсэн сорьцтой саванд хэрэглэгддэг. Эдгээр бодисыг устгах ажлыг хүрээлэн буй орчинд нөлөө үзүүлэх талаар орон нутгийн журмын дагуу хийх ёстой. Тусгаарлагч эрдэс тосыг хүрээлэн буй орчинд 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 техникт хэрэглэх шингэн - Трансформатор ба хуваарилах байгууламжид хэрэглээгүй тусгаарлагч эрдэс тос** | **MNS IEC 60296:2021** |
| **Fluids for electro technical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear** | **IEC 60296:** |

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  Энэхүү олон улсын стандарт нь хэрэглээгүй тусгаарлагч эрдэс тосны тодорхойлолт, туршилтын аргуудад хэрэглэгддэг (тодорхойлолтыг 3-р Зүйлээс үзнэ үү). Энэ тос нь тусгаарлагч, дулаан дамжуулалт түүнд хэрэглэгддэг трансформатор, хуваарилах байгууламж болон түүнтэй төсөөтэй цахилгаан тоног төхөөрөмжид хэрэглэхэд зориулагдана.  Эдгээр тосыг түүхий бүтээгдэхүүн болон бусад нүүрсустөрөгчийг цэвэршүүлэх, өөрчлөх, ба/эсвэл холих замаар гаргаж авдаг.  Нэмэлттэй ба нэмэлтгүй тос нь хоёулаа энэ стандартын хамрах хүрээнд багтдаг. Энэхүү стандарт нь зөвхөн хэрэглээгүй тусгаарлагч эрдэс тосонд хамаарна.  Энэ стандартын хамрах хүрээнд дахин боловсруулсан тосыг ороогүй болно.  Тайлбар: Дахин боловсруулсан тосны тодорхойлолт, үзүүлэлтүүдийг IEC 627011 стандартад хамруулна.  Энэхүү стандарт нь кабель ба конденсаторуудад нэвчүүлэн хэрэглэгддэг тусгаарлагч эрдэс тосонд хамаарахгүй.  2. Норматив эшлэл  Дараах баримт бичгийг бүхэлд нь эсвэл хэсэгчлэн энэхүү баримт бичгийн норматив эшлэлээр авсан бөгөөд энэ стандартын хэрэглээнд 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, *Тусгаарлагч шингэн – Эрчим хүчний давтамж дахь эвдрэлийн хүчдэлийн түвшнийг тооцоолох –Туршилтын арга*  IEC 60247, *Тусгаарлагч шингэн – Тогтмол гүйдлийн эсэргүүцлийн ба диэлектрикийн алдагдлын коэффициент (tan δ), харьцангуй хөндийрүүлгийн нэвтрэмжийн хэмжил*    IEC 60422, *Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн тусгаарлагч эрдэс тос* – Техникийн ү*йлчилгээний ба хянан шалгалтын гарын авлага*  IEC 60475, *Шингэн диэлектрикээс сорьц авах арга*  IEC 60628:1985, *Цахилгааны механик хүчдэлтэй байх үеийн ба ионжуулалтын шингэн тусгаарлагчийн хийжих үзэгдэл*  IEC 60666, *Тусгаарлагч эрдэс тосонд өгөгдсөн нэмэлтийг илрүүлэх ба тодорхойлох*  IEC 60814, *Тусгаарлагч шингэн – Тосоор нэвчүүлсэн цаас ба шахмал хавтан – Карл Флишерийн автомат кулонометрийн аргаар усыг тодорхойлох*  IEC 60970, *Тусгаарлагч шингэн – Тоосонцрын тоог хэмжих арга*  IEC 61125:1992, *Хэрэглээгүй нүүрсустөрөгч дээр үндэслэгдсэн тусгаарлагын шингэн – Исэлдэх урвалыг тэсвэрлэх чадварыг тодорхойлох туршилтын аргууд*  Нэмэлт өөрчлөлт 1 (2004)  IEC 61198, Тусгаарлагч эрдэс тос *– 2-фурфурал болон холбогдох химийн нэгдлүүдийг тодорхойлох аргачлал*  IEC 61619, *Тусгаарлагч шингэн – Полихлоржуулсан бифенилаар бохирдол – Капилляр колонийн хийн хроматографикийн тусламжтай тодорхойлох арга*  IEC 61620, *Тусгаарлагч шингэн – Цахилгаан дамжуулах чадвар болон багтаамжийг хэмжих замаар диэлектрикийн сарнилын коэффициентыг тодорхойлох - Туршилтын арга*  IEC 61868, *Тусгаарлагч эрдэс тос –Маш бага температуртай үед кинематик зуурамтгай чанарыг*  *тодорхойлох*  IEC 62021-1, *Тусгаарлагч шингэн – Хүчиллэг чанарыг тодорхойлох - 1 дүгээр бүлэг: Автомат потенциометрээр* [*титрлэх*](javascript:void(0))  IEC 62021-2, *Тусгаарлагч шингэн –Хүчиллэг чанарыг тодорхойлох - 2 дугаар бүлэг: Колорметрээр титрлэх*  IEC 62535:2008*, Тусгаарлагч шингэн – Туршилтын арга буюу хэрэглэгддэг ба хэрэглээгүй тусгаарлагч тосонд зэврүүлэгч хүхрийг илрүүлэх*  *ISO 2719, Дүрс хийх температурыг тодорхойлох - Пенски - Мартенс хаалттай аяганы арга*  *ISO 3016, Түүхий бүтээгдэхүүн –Царцалтын температурыг тодорхойлох*  ISO 3104, *Түүхий бүтээгдэхүүн –Тунгалаг ба гэрэл нэвтрүүлдэггүй шингэн – Кинематик зуурамтгай чанарын тодорхойлолт ба динамик зуурамтгай чанарын тооцоолох*  *ISO 3675, Түүхий газрын тос ба түүхий шингэн бүтээгдэхүүн – Лабораторийн нягтыг тодорхойлох –* [*Шингэний нягтрал хэмжигч*](javascript:void(0)) *арга*  ISO 12185, *Түүхий бүтээгдэхүүн ба түүхий бүтээгдэхүүн – Нягтыг тодорхойлох – U хэлбэрийн доргилтын арга*  ISO 14596, *Түүхий бүтээгдэхүүн – Хүхрийн агууламжийг тодорхойлох – Долгионы уртаар дисперстэй* [*спектрометр*](javascript:void(0))  ASTM D971*, Цагариган аргаар усны эсрэг тосон харилцах гадаргуугийн таталтын хүчний туршилтын стандарт арга*  ASTM D7150*, Бага температурт дулааны механик хүчдэлтэй байх үеийн тусгаарлагч шингэний хийн шинж чанарыг тодорхойлох туршилтын стандарт арга*  DIN 51353, *Тусгаарлагч тосыг турших; зэврүүлэгч хүхрийг илрүүлэх; Мөнгөлөг туузын туршилт*  EN 14210, *Гадаргуугийн идэвхтэй бодис - Гадаргуугийн идэвхтэй бодисын харилцах гадаргуугийн таталтын хүчний байдлыг дөрөө эсвэл цагаригийн аргаар тодорхойлох*  IP 346, Тосолгооны суурь тос ба газрын тосны асфальтены чөлөөт эзлэх хувийн полицикл үнэртийг тодорхойлох *– Диметилсульфоксид хугарлын арга*  IP 373, Гэрэл ба нэрсэн дундаж хүхрийн агууламжийг тодорхойлох *– Исэлдэх урвалын микрокулонометр*  3. Нэр томьёо ба тодорхойлолт  Энэ баримт бичгийн шаардлагад дараах нэр томьёо болон тодорхойлолтыг ашиглана.  3.1  трансформаторын тос  трансформатор ба төсөөтэй цахилгаан тоног төхөөрөмжийн тусгаарлагч эрдэс тос  3.2  хуваарилах байгууламжийн бага температурын тос  маш хүйтэн цаг уурын нөхцөлд гадна байх зориулалттай тосоор дүүргэх хуваарилах байгууламжийн тусгаарлагч эрдэс тос  3.3  тусгаарлагч эрдэс тос  тосны бүтээгдэхүүн болон бусад нүүрсустөрөгчийг цэвэршүүлэх, өөрчлөх, ба/эсвэл холих замаар гаргаж авсан тусгаарлагч тос  1-р тайлбар: Үүнд эфир, хиймэл үнэрт эсвэл силикон шингэн зэрэг тусгаарлагч шингэн ороогүй болно.  3.4  нэмэлт бодис  тодорхой шинж чанаруудыг сайжруулахаар тусгаарлагч эрдэс тосонд нэмдэг тусгай химийн бодис  1-р тайлбар: Жишээ нь: үл исэлдүүлэгч, металл идэвхгүй болгогч, цахилгаан статик цэнэгийг бууруулах хандлага, хий шингээх, царцалтын температурыг бууруулагч, хөөсрөлтийн эсрэг агентууд болон цэвэршүүлэх үйл явцыг сайжруулагчид гэх мэт  3.5  үл исэлдүүлэгч нэмэлт  исэлдэх урвалыг тэсвэрлэх чадварыг сайжруулахаар тусгаарлагч эрдэс тосонд орсон нэмэлт бодис  1-р тайлбар: Исэлдэх урвалыг тэсвэрлэх чадварыг сайжруулдаг олон тооны нэмэлт бодисууд, үүнд химийн урвалыг удаашруулагч, хэт исэл задлагч, металл идэвхгүй болгогч зэрэг орно. Хэрэв ил тод тосонд хэрэглэж болно. (6.11.1 ба 6.11.2-ыг үзнэ үү).  3.5.1  химийн урвалыг удаашруулагч  IEC 60666-т тодорхойлсон DBPC ба DBP зэрэг фенолын буюу амин төрлийн үл исэлдүүлэгчийн нэмэлтүүд  1-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 нэмэлт  3.5.3  идэвхгүй болгогч  цахилгаан статик цэнэгийг бууруулагч болгон хэрэглэдэг металл идэвхгүй болгогч нэмэлт бодис боловч исэлдэх урвалыг тэсвэрлэх чадварыг сайжруулж чаддаг  1-р тайлбар: Металл идэвхгүй болгогч нь заримдаа металл идэвхгүй болгогч эсвэл химийн урвалыг удаашруулагч зэврүүлэгч хүхрийг тодорхойлно.  3.6  Удаашруулагчгүй тос  Химийн урвалыг удаашруулагч агуулаагүй тусгаарлагч эрдэс тос  1-р тайлбар: Химийн урвалыг удаашруулагч агуулаагүй гэдэг нь нийт химийн урвалыг удаашруулагчийн агууламж нь IEC 60666 стандартад заасны дагуу илрүүлэх хязгаараас 0.01 %-иас доош байна.  3.7  үлдэгдэл химийн урвалыг  удаашруулагч тос  үл исэлдүүлэгчийн нийт агууламжийг хэмжихэд IEC 60666 стандартын дагуу 0,08%-иас ихгүй агуулсан тусгаарлагч эрдэс тос  3.8  удаашруулагчтай тос  үл исэлдүүлэгчийн агууламжийг хэмжихэд хамгийн багадаа 0,08 %, хамгийн ихдээ 0,40 % агуулсан тусгаарлагч эрдэс тос  3.9  хэрэглээгүй тусгаарлагч эрдэс тос  ханган нийлүүлэгчээс ирсэн чигээрээ дахин ашигласан тусгаарлагч эрдэс тос  1-р тайлбар: Үйлдвэрлэлт, хадгалалт болон тээвэрлэлтэд шаардлагагүй цахилгаан тоног төхөөрөмж ба бусад тоног төхөөрөмжтэй контактад хамт байгаагүй ба хэрэглээгүй тос.  Хэрэглээгүй эрдэс тосыг үйлдвэрлэгч буюу ханган нийлүүлэгч нь полихлоржуулсан бифенил (ПХБ) буюу терфенил (ПХТ) дахин сэргээх эсвэл дехлоржуулсан бусад хольцын бохирдол байхгүй хангах бүх арга хэмжээг авах ёстой.  2-р тайлбар: Дахин ашигласан тосны тодорхойлолтыг IEC 62701 (бэлтгэлд) үзүүлсэн.  3-р тайлбар: Хэрэглээгүй болон дахин ашигласан тосыг хэдэн тэнцүү хольж дахин боловсруулна.  4. Тосны шинж чанар  Тайлбар: Тосны шинж чанарыг 1, 2-р Хүснэгтэд болон 6-р Зүйлд жагсаасан.  4.1 Функциональ шинж чанар  Тусгаарлагч ба хөргөх шингэний фунцкэд үзүүлэх нөлөөллийн тосны шинж чанар.  Тайлбар: Функциональ шинж чанар нь зуурамтгай чанар, нягт, царцалтын температур, усны агууламж, эвдрэлийн хүчдэл ба диэлектрикийн алдагдлын коэффициент. 4.2 Цэвэршүүлсэн ба тэсвэрлэх чадвар Нэмэлт ба цэвэршүүлсэн төрөл чанараас хамаарах тосны шинж чанар  Тайлбар: Эдгээр нь гадна харагдах байдал, харилцах гадаргуугийн таталтын хүч, хүхрийн агууламж, хүчиллэг, зэврүүлэгч хүхэр, 2-фурфорол ба нэгдэлтэй холбоотой агууламж болон хий үүсэх гэх мэт шинж чанарыг багтааж болно. Техникийн тодорхойлолт Тосны удаан хугацааны ашиглалтын явцад ба/эсвэл түүний өндөр температуртай цахилгааны механик хүчдэлд үзүүлэх урвалтай холбоотой шинж чанар юм.  Тайлбар: Жишээ нь исэлдэх урвалыг тэсвэрлэх чадвар, хий ялгаруулах хандлага ба цахилгаан статик цэнэгийн хандлага (ЦЦХ) орно. 4.4 Хүрээлэн буй орчин, эрүүл мэндийн хамгаалал ба аюулгүй байдлын шинж чанар (ХАБЭА) Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах ба аюулгүй байдалтай холбоотой тосны шинж чанар  Тайлбар: Жишээ нь дүрс хийх температур, нягт, (полициклтэй үнэрт) ПЦА ба полихлоржуулсан бифенил/терфенилүүд (ПХБ/ПХТ) 5. Ангилал, зориулалт, хүргэлт ба сорьц авахад тавигдах ерөнхий шаардлагаАнгилал  5.1.1 Анги Энэ стандартын зорилго нь тусгаарлагч эрдэс тосыг хоёр ангид ангилна. Үүнд:   * трансформаторын тос; * хуваарилах байгууламжид зориулсан бага температурт тос  Үл исэлдүүлэгчийн (химийн урвалыг удаашруулагч) нэмэлт агууламж Трансформаторын тосыг үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт агууламжаар гурван бүлэгт ангилна. Үүнд:   * удаашруулагчгүй трансформаторын тос: U үсгээр тэмдэглэнэ; * бага зэрэг удаашруулагчтай трансформаторын тос: T үсгээр тэмдэглэнэ; * удаашруулагчтай трансформаторын тос: I үсгээр тэмдэглэнэ.  5.1.3 Тэжээлийн хүйтэн асаалт буюу явалтын хамгийн бага температур (LCSET) Химийн урвалыг удаашруулагчийг тэмдэглэсний дараа, LCSET-т заасан байх ёстой.  Энэ стандартын LCSET нь -30 °C; заавал биш, бусад LCSET-ийг 1-р хүснэгттэй харгалзуулан сонгож болно. Шаардлага Энэ стандартын ерөнхий шаардлагыг 2-р хүснэгтэд үзүүлсэн. Тодорхой шаардлагыг 7-р Зүйлд тодорхойлсон. 5.3 Холилдох байдал Нэг ангиллын (5.1.1), ижил бүлгийн (5.1.2), ижил LCSET-ийн (5.1.3) хэрэглээгүй тусгаарлагч эрдэс тосыг ижил төрлийн нэмэлт агуулсан холимог, өөр хоорондоо нийцнэ гэж тооцно. (IEC-ийг үзнэ үү. 60422). 5.4 Зориулалт ба хүргэлтийн ерөнхий шаардлага Зориулалт ба хүргэлтийн ерөнхий шаардлагуудыг дараах байдлаар авч үзнэ:   1. Тосыг ихэвчлэн бөөнөөр, төмөр замын [цистерн](javascript:void(0))үүд, контейнер цистернүүд сав, торхнууд буюу ЗҮК (завсрын үндсэн контейнерүүд)-д нийлүүлнэ. Тэдгээр нь харгалзсан зорилгоор бохирдлоос зайлсхийн цэвэр ба тохирсон байх ёстой. 2. Сорьцод зориулсан контейнерүүд ба тостой торхнууд дор хаяж дараах тэмдэглэгээтэй байх ёстой. Үүнд:    * ханган нийлүүлэгчийн нэр, заалт;    * тосны ангилал (5.1-ийг үзнэ үү);    * тосны тоо хэмжээ. 3. Тосны хүргэлт бүрд хүргэгчээс дараах баримт бичиг дагалдах ба хүргэгчийн таних тэмдэглэгээ, тосны ангилал ба шаардлага хангаж байгаа гэрчилгээг заах ёстой.   Тайлбар: Энэхүү стандартыг боловсруулсан тосны тодорхой багцад мөрдөх боломжтой байж болно.   1. Ханган нийлүүлэгч нь бүх нэмэлтүүдийн ерөнхий төрөл ба тэдгээрийн концентрацийн химийн урвалыг удаашруулагч ба идэвхгүй болгогчийн нөхцөл байдлыг мэдээлэх ёстой.  Сорьц авах IEC 60475 стандартад тайлбарлан бичсэн ажилбарыг харгалзан заавал сорьц авах ёстой. 6. Шинж чанар, тэдгээрийн ач холбогдол ба туршилтын аргаЗуурамтгай чанар Зуурамтгай чанар нь дулаан дамжуулалт ба тоног төхөөрөмжийн температур ихсэхэд нөлөөлнө. Зуурамтгай чанар хэр доогуур байна тэр хэмжээгээр эрдэс тос эргэлтэд байж, дулаан дамжуулалтыг сайжруулна. Хүйтэн асаах үед ачааллын залгах хамгийн хүйтэн температуртай үед (LCSET) зуурамтгай чанар нь 1800 мм2/с-ээс хэтрэх ёсгүй, 2500 mm2/с -40°C температуртай үед 1-р хүснэгтийг үзнэ үү. Энэ стандартад трансформаторын тусгаарлагч эрдэс тосны хувьд -30°C температурт LCSET адил тогтоогдсон. Ханган нийлцүүлэгч ба худалдан авагч зөвшилцлөөр LCSET (1-р хүснэгтийг үзнэ үү) температурыг тогтоож болно.  Хуваарилах байгууламжийн бага температурт эрдэс тос нь LCSET-тай үед зуурамтгай чанар 400 мм2/с илүүгүй байх ёстой. Хуваарилах байгууламжийн хувьд бага температур нь -40 °C боловч ханган нийлүүлэгч ба худалдан авагч нь зөвшилцөн LCSET өөр температурыг тогтоож болно. | Scope This 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. 2. Normative references The 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 definitions For the purposes of this document, the following terms and definitions apply. 3.1 transformer oil  mineral insulating oil for transformers and similar electrical equipment 3.2 low temperature switchgear oil  mineral insulating oil for oil-filled switchgear for outdoor application in very cold climatic conditions 3.3 mineral insulating oil  insulating oil obtained by refining, modifying and/or blending of petroleum products and other hydrocarbons  Note 1 to entry This does not include insulating liquids such as esters, synthetic aromatics or silicone fluids. 3.4 additive  chemical substance that is added to mineral insulating oil in order to improve certain characteristics  Note 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. 3.5 antioxidant additive  additive incorporated in mineral insulating oil that improves oxidation stability  Note 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). 3.5.1 inhibitor  antioxidant additives of the phenolic-or amine-type, such as DBPC and DBP described in IEC 60666  Note 1 to entry DBPC = 2,6-di-tert-butyl-para-cresol; DBP = 2,6-di-tert-butyl-phenol. 3.5.2 other antioxidant additive  antioxidant additive of the sulphur-or phosphorous-type 3.5.3 passivator  metal passivator additive used primarily as electrostatic charging depressant, but which may also improve oxidation stability  Note 1 to entry Metal passivators are sometimes described as metal deactivators or corrosion inhibitors.  3.6  Uninhibited oil  Mineral insulating oil containing no inhibitor  Note 1 to entry No inhibitor means that the total inhibitor content is below the detection limit of 0,01 % indicated in IEC 60666. 3.7 trace inhibited oil  mineral insulating oil containing less than 0,08 % of total inhibitor content as measured by IEC 60666 3.8 inhibited oil  mineral insulating oil containing a minimum of 0,08 % and a maximum of 0,40 % of total inhibitor content as measured by IEC 60666 3.9 unused mineral insulating oil  mineral insulating oil not recycled as delivered by the supplier  Note 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 oil NOTE Oil characteristics are listed in Tables 1 and 2 and in Clause 6. Functional properties Properties 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 stability Properties 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.    Performance Properties 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) properties Oil 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 Classes For 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) content Transformer 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. Requirements General requirements of this standard are given in Table 2. Specific requirements are defined under Clause 7. 5.3 Miscibility Unused 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 requirements Identification 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.  Sampling Sampling shall be carried out in accordance with the procedure described in IEC 60475. 6. Properties, their significance and test methodsViscosity Viscosity 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 – Хамгийн их зуурамтгай чанар ба хамгийн бага хүйтэнд эхлэх үед царцалтын температурm трансформаторыг цэнэглэх тос (LCSET)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **LCSET**  °C | **Хамгийн их зуурамтгай чанар**  мм2/сек | **Хамгийн их царцалтын 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 температурт зуурамтгай чанарыг IEC 61868 ба ISO 3104 стандартын дагуу заавал хэмжинэ.  ***6.2 Царцалтын температур***  Тусгаарлагч эрдэс тос нь энэ үед үргэлжлэн урсах хамгийн бага температур нь царцалтын температур болно. Царцалтын температур хүчдэлд трансформаторыг залгах хамгийн бага температураас (LCSET) 10 К-ээр бага байх ёстой. Хэрэв царцалтын температурыг бууруулагч нэмэлт хэрэглэх үед ханган нийлүүлэгч хэрэглэгчид мэдээлэх ёстой. Царцалтын температур ISO 3016 стандартын дагуу хэмжинэ.  ***6.3 Усны агууламж***  Тусгаарлагч эрдэс тосонд усны агууламж бага байх нь зарцуулагдах алдагдлын ба эвдрэлийн хүчдэлийн шаардлагыг хангахад хэрэгтэй. Илүүдэл усыг ялгаруулахаас зайлсхийхийн тулд хэрэглээгүй тусгаарлагч эрдэс тосонд усны хязгаарлагдмал агууламжтай байх ёстой. Цахилгаан тоног төхөөрөмжийг дүүргэхийн өмнө IEC 60422-ийн шаардлагатай харгалзуулан боловсруулахыг мөрдөнө. Усны агууламж IEC 60814 стандартын дагуу заавал хэмжинэ.  ***6.4 Эвдрэлийн хүчдэл***  Трансформаторын тосны эвдрэлийн хүчдэл цахилгаан тоног төхөөрөмж дэх цахилгаан механик хүчдэл үзүүлж түүний чадварыг заадаг. Эвдрэлийн хүчдэл нь IEC 60156-тай харгалзан хэмжигдэх ёстой.  Тусгаарлагч эрдсэн тос вакум аргаар ууссан агаар ба чийг, хатуу жижиг хэсгийг зайлуулан боловсруулсны дараа өндөр диэлектрик бат бөх чанартай эвдрэлийн хүчдэл 70 кВ багагүй байх ёстой. (тайлбарыг үзнэ үү) Худалдан авагчийн шаардлагаар тосны нийлүүлэгч хүргэгч, вакумжуулах замаар ууссан агаарыг зайлуулан чийг ба хатуу жижиг хэсгүүдийг зайлуулах зорилгоор цэвэрлэгээ боловсруулалтын дараа үзүүлэх ёстой, (тайлбарыг үзнэ үү) тос нь 70 кВ багагүй (эвдрэлийн хүчдэл) цохилтын хүчдэлийг даах, өндөр диэлектрикийн бат бөх чанартай байх ёстой.  **Тайлбар: Энэ боловсруулалт (цэвэрлэгээ) нь сиймгэр /сиймхий/ шилэн фильтерээр вакумд (даралт 2,5 кПа-бага) 60°C үед тосыг филтертлэхэд оршино.**  ***6.5 Диэлектрик алдагдлын коэффициент* (ДАК)**  ДАК нь тосны үүсгэсэн диэлектрик алдагдлын хэмжүүр. Диэлектрик алдагдлын коэффициентын утга ихсэх нь ууссан туйлширсан хольцууд хатуу жижиг хэсгүүдээр бохирдсон эрдэс тосонд ус орсон буюу цэвэрлэгээний чанар муу болохыг. Диэлектрик алдагдлын коэффициент нь IEC 60247 буюу IEC 61620-ийн 90 °C дагуу хэмжинэ, санал зөрөх тохиолдолд IEC 60247-оор 90 °C үед хэмжсэн үр дүнг хэрэглэнэ.  **Тайлбар: Талуудын зөвшилцлөөр диэлектрик алдагдлын коэффициент (ДАТ), 90 °C-ээс өөр температурт хэмжиж болно. Тийм тохиолдолд хэмжлийн температурыг тайланд заах ёстой.**  ***6.6 Харагдах байдал***  Тусгаарлагч тосны харагдах бохирдол, чөлөөт чийг буюу тэнссэн (жигнэсэн) бодисууд байгааг хүрээлэн буй орчин үе давхаргын зузаантай үед нэвтрэх гэрэлд загварыг судлах шинжлэх замаар гүйцэтгэнэ.  ***6.7 Хүчиллэг чанар***  Хэрэглээгүй тусгаарлагч эрдэс тос хүчлийн нэгдлүүд агуулаагүй байх ёстой. Хүчиллэг чанарыг IEC 62021-1 ба IEC 62021-2 стандартын дагуу заавал хэмжинэ.  ***6.8 Гадаргуугийн таталцал (ГТ)***  Гадаргуугийн таталцал бага байх үед хүсээгүй бохирдлууд байгааг заана. Гадаргуугийн таталцлыг EN 14210 эсвэл ASTM D971 стандартын дагуу заавал хэмжинэ.  ***6.9 Хүхрийн агууламж***  Эрдэс тосонд, түүхий нефтийн галаас түүний цэвэрлэгээний төрөл зэргээс хамааран өөр өөр хүхрийн органик нэгдлүүд байдаг. Үнэрт нүүрcус төрөгчид болон хүхрийн хольцыг зайлуулна. Хүхрийн зарим нэгдлүүд металлуудтай нэг төрлийн адил байдгаас тэдгээр нь зэсийн идэвхгүй болгогчийн адил байж идэгдэл зэврэлтийг үүсгэж болно.  Хүхрийн агууламж нь 7.1-ийн тодорхой шаардлага юм.  Хүхрийн агууламж нь ISO 373 эсвэл ISO 14596 стандартын дагуу хэмжигдэх ёстой.  ***6.10 Зэврүүлэгч хүхэр ба потенциал зэврүүлэгч хүхэр***  Зарим хүхрийн нэгдлүүд, ж.нь меркаптанууд, ган, зэс ба мөнгө гэх мэт металл гадаргуугийн хувьд зэврүүлэгч болдог бөгөөд тэдгээр нь зэсийн шинэ тосонд байх ёсгүй. Энэ загварын зэврүүлэгч хүхрийг DIN 51353 стандартын дагуу илрүүлэх шаардлагатай.  Бусад зарим хүхрийн нэгдлүүд, ж.нь dibenzyldisulphide (DBDS) нь зэсийн сульфид (Cu2S)-ийг цаасан тусгаарлагчид хуримтлуулж, цахилгаан тусгаарлагчийн шинж чанарыг бууруулж болзошгүй юм (А хавсралтыг үзнэ үү). Үүний үр дүнд хэд хэдэн тоног төхөөрөмжийн эвдрэл гарсан.  IEC 62535 нь CIGRE WG A2.32-ийн гүйцэтгэсэн ажилд үндэслэн тосон дахь зэврүүлэгч хүхрийн нэгдлийг илрүүлэх хамгийн сайн аргыг хангаж өгдөг. Энэ нь зөвхөн нэмэлт металл идэвхгүй болгогч агуулаагүй (мэдүүлсэн эсвэл мэдэгдээгүй) тосонд хамаарна.  Идэвхгүй болгогч агуулсан тосны талаар А.3-р Зүйлийг үзнэ үү.  **6.11 Нэмэлт (3.4-ийг үзнэ үү)**  **6.11.1 Ерөнхий зүйл**  Бүх нэмэлт ерөнхий төрөл бүтээгдэхүүний өгөгдлийн жагсаалт, шаардлага хангаж байгаа эсэхийн гэрчилгээнд тэмдэглэнэ. Үл исэлдүүлэгч нэмэлт ба идэвхгүй болгогчийн хувьд тэдгээрийн концентрацыг мөн зааж өгнө.  **6.11.2 Үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт (3.5-ийг үзнэ үү)**  Үл исэлдүүлэгч нь тосны исэлдэх урвалыг удаашруулдаг тул тосны буртаг, хүчиллэг чанар зэрэг задралын бүтээгдэхүүн бий болдог. /үүсдэг/ Үйлчилгээний явцад нэмэлт бодисын хомсдолыг хянахын тулд үл исэлдүүлэгчийн нэмэлтийг хэдэн хувь нэмсэн эсэхийг мэдэх нь чухал юм.  Тусгаарлагч эрдэс тосны исэлдэх урвалыг удаашруулдаг дараах нэмэлтүүд орно.  - химийн урвалыг удаашруулагч фенол, амин гэх мэт (3.5.1-ийг үзнэ үү). Хамгийн өргөн хэрэглэгддэг химийн урвалыг удаашруулагч бол ди-трет-бутил-п-крезол (DBPC) ба ди-трет-бутил-фенол (DBP) юм (3.5.1-ийг үзнэ үү). DBPC ба DBP-ийн илрүүлэх ба хэмжилтийг IEC 60666 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ. IEC туршилтын аргууд нь бусад төрлийн химийн урвалыг удаашруулагчийн хувьд боломжгүй байдаг.  - хүхэр ба фосфор агуулсан нэгдлүүд гэх мэт бусад үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт органик полисульфид ба дитиофосфат (3.5.2-ийг үзнэ үү). Энэ төрлийн үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт нь DBDS (6.10-ыг үзнэ үү) боловч зэсийг зэврүүлэгч болгодог тул тос нь IEC 62535-ийн зэврүүлэгч хүхрийн туршилтыг хөнөөлтэй байж болзошгүй тул үүнийг хүлээн зөвшөөрдөггүй. IEC туршилтын аргууд нь зөвхөн DBDS-д бэлддэг (6.21-ийг үзнэ үү), энэ төрлийн бусад үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт биш.  - металл идэвхгүй болгогч (6.11.3-ийг үзнэ үү)  ***6.11.3 Металл идэвхгүй болгогч***  Эдгээр нэмэлтүүдийн зарим нь зэс дээр нимгэн хальс үүсгэдэг тул тосонд агуулагдах зэсийн өөрчилж байгаа  нөлөө болон тосонд агуулагдах зэврүүлэгч хүхрийн нэгдлүүдтэй урвалд орж цаасан дахь хортой зэсийн сульфидын ордууд үүсэхээс сэргийлдэг. Тэдгээрийн зарим нь металлын өөрчилж байгаа үйлчлэлээс тосыг хамгаалж, тосны исэлдэх урвалын түвшнийг удаашруулдаг. Тиймээс идэвхгүй болгогч нь катализатор зэс утасны гадаргууг идэвхгүйжүүлдэг тул IEC 61125 стандартын исэлдэх урвалын явцыг удаашруулж улмаар исэлдэх урвалын тогтвортой байдлын туршилтын сайн үр дүнд хүргэдэг. Тэдгээрийн заримыг тосны цахилгаан статик цэнэглэх хандлагыг бууруулахад ашигладаг (6.14-ийг үзнэ үү).  Бензотриазолын үүсмэл /дайвар бүтээгдэхүүн/ нь гурван үндсэн төрлийг ихэвчлэн металл нэмэлт идэвхгүй болгогч болгон ашигладаг: N-bis (2-Ethylhexyl)-aminomethyl-tolutriazole (TTAA), benzotriazole (BTA) ба 5-methyl-1H-benzotriazole (TTA). Эдгээр нэмэлтийг шалгах, хэмжих аргыг IEC 60666 стандартын дагуу байх ёстой.  N, N-bis (2-ethylhexyl) -1H-1,2,4-triazole-1 methanamine (TAA), диамино-дифенилдисульфид, IEC-ийн туршилтын арга байхгүй диамино-дифенилдисульфид, никотины хүчил, гидрохинолин ба бусад хүхэрт суурилсан нэгдлүүд.  **6.11.4 Царцалтын температурыг бууруулагч**  Эдгээр нэмэлтүүд нь зуурамтгай чанарыг сайжруулж, тосыг маш бага температурт хэрэглэдэг. Царцалтын температурыг бууруулагч нэмэлт хоёр төрлийн (полинафталин ба полиметакрилат) илрүүлэх ба хэмжлийг IEC 60666 стандартын дагуу хийнэ.  **6.12 Исэлдэх урвалын тогтвортой байдал**  Тосны исэлдэх урвал нь хүчиллэг, буртаг үүсэх шалтгаан болдог. Энэ нь буртгийг хамгийн бага байлгах, тусгаарлагын ашиглалтын хугацааг уртасгах замаар исэлдэх урвалын тогтвортой байдал өндөртэй, удаан эдэлгээтэй тосыг ашигласнаар багасгаж болно. Исэлдэх урвалын тогтвортой байдлыг IEC 61125:1992 стандартын Арга С-ийн дагуу хэмжинэ. Тодорхой заасан хэрэглээний хувьд хатуу хязгаарлалт хийх сонголт байдаг. Зарим улсад илүү хатуу хязгаарлалт ба/эсвэл нэмэлт шаардлага, туршилтыг шаардаж болно.  Химийн урвалыг удаашруулагч агуулсан тосыг турших хугацаа нь 2-р хүснэгтэд заасны дагуу байх ёстой. Бусад үл исэлдүүлэгчийн нэмэлт болон металл идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг турших хугацаа 500 цаг байна.  Идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг идэвхгүй болгогчийн нэмэлтийг тосонд нэмэхээс өмнө (хэрэв боломжтой бол) 23-р хүснэгтийн туршилтын хугацааг ашиглан исэлдэх урвалын тогтвортой байдлыг шалгана.  **6.13 Хийжих үзэгдлийн хандлага**  Тусгаарлагч эрдэс тосны хийжих хандлага, өөрөөр хэлбэл бяцхан титэмт цахилалтад өртөх үед тосны хий шингээх шинж чанар нь зөвхөн ӨХ (өндөр хүчдэлийн) багажийн трансформатор ба булцуу гэх мэт тусгай тоног төхөөрөмжид зайлшгүй шаардлагатай бөгөөд чухал ач холбогдолтой юм. Энэ нь тогтоосон лабораторийн нөхцөлд хийн тосонд шингэх буюу хувьсах хурдыг хэмждэг хэмжигдэхүүн юм. Хийн шингээлтийн шинж чанар нь тосны анхилуун үнэртэй холбоотой байж болно. Хийжих үзэгдлийн хандлагыг IEC 60628:1985 стандартын А аргыг ашиглан хэмждэг.  Хийжих үзэгдлийн хандлагын туршилт нь 7.3-ийн тодорхой шаардлага юм.  **Тэмдэглэл 1,2,3,4-тетрагидронафталин (тетралин), моно эсвэл дибензилтолуол болон бусад нэмэлт бодисуудыг зарим тосны хий ялгаруулах хандлагыг бууруулахаар санал болгосон боловч IEC 60666-д тайлбарлаагүй болно. Моно ба дибензилтолуоленыг IEC 60867 стандартад тайлбарласан болно.**  **6.14 Цахилгаан статик цэнэглэх хандлага (ЦЦХ)**  Тосны ЦЦХ нь цахилгаан статик цэнэгийг бий болгоход хүргэдэг тосолгооны шахалтын хурдтай ӨХ ба EHV трансформаторын тодорхой дизайны чухал шинж чанар юм. Энэхүү цэнэг нь трансформаторын эвдрэлийг үүсгэдэг эрчим хүчний цахилалтын байдалд хүргэж болзошгүй юм.  ЦЦХ-ын туршилт нь 7.2-ийн тодорхой шаардлага юм.  **Тайлбар: ЦЦХ-ын хэмжих аргыг CIGRE Техникийн Брошюр 170 санал болгож байна. BТА, ТТА зэрэг металл идэвхгүй болгогч нэмэлтийг ашиглан ЦЦХ-ыг бууруулах боломжтой.**  **6.15 Дүрс хийх температур**  Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа нь ISO 2719 (Пенский-Мартенс хаалттай аяганы аргачлал)-ын дагуу хэмжихэд хангалттай өндөр дүрс хийх температурыг шаарддаг.  **6.16 Нягт**  Хүйтэн цаг агаарт тосны нягт нь тосны гадаргуу дээр хөвөх, улмаар дамжуулагчийн анивчих зэрэг эвдрэл үүсэх нөхцөлийг бүрдүүлэх илүүдэл усны хөлдөлтөөс үүсэх мөсөөс зайлсхийх хангалттай бага байх ёстой. Нягтыг ISO 3675 (жишиг арга) стандартын дагуу хэмжих боловч ISO 12185 стандартыг хүлээн зөвшөөрсөн болно.  ***6.17 Полицикл үнэрт агууламж (ПЦА)***  Зарим ПЦА-ийг хорт хавдар үүсгэдэг бодис гэж ангилдаг тул тусгаарлагч эрдэс тосны зөвшөөрөгдөх түвшинд хяналт тавих шаардлагатай байдаг. ПЦА-ийн нийт хэмжээг IP 346-ийн нөхцөлд DMSO (диметилсульфоксид)-аар олборлож хэмжиж болно.  **Тайлбар: Нийт эсвэл хувийн ПА-ийн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг үндэсний болон орон нутгийн дүрэм журамд заасан болно.**  **6.18 Полихлорт бифенилын агууламж (ПХБ)**  Хэрэглээгүй тусгаарлагч эрдэс тос нь ПХБ-ээс ангид байх ёстой. Туршилтын эшлэлийн арга нь IEC 61619 юм.  **Тайлбар: Нийт эсвэл бие даасан ПХБ-ийн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг үндэсний болон орон нутгийн дүрэм журамд заасан болно. Цаашид Европын техникийн үзүүлэлтийг 96/59/EC Захирамжид тайлбарласан болно.**  **6.19 2-Furfural (2-FAL) ба холбогдох нэгдлүүдийн агууламж**  Хэрэглэгдээгүй тусгаарлагч эрдэс тосонд агуулагдах 2-FAL ба түүнтэй холбоотой нэгдлүүд нь цэвэршүүлэх явцад уусгагчийг гаргаж авсны дараа дахин нэрэлт буруу хийснээс эсвэл ашигласан тосоор бохирдсоноос үүсдэг.  Хэрэглээгүй тусгаарлагч эрдэс тос нь бага түвшний 2-FAL ба холбогдох нэгдлүүдтэй байх ёстой; хэмжлийг IEC 61198 стандартын дагуу хийх ёстой.  **Тайлбар: “Нэгдэлтэй холбоотой” …..: 5-hydroxymethyl-2-фурфурал (5HMF), 2-furfurylalcohol (2FOL), 2-acetylfuran (2ACF) ба 5-methyl-2-фурурал (5MEF).**  **6.20 Тоосонцрын агууламж**  Хэрэглээгүй тусгаарлагч тосонд агуулагдах тоосонцор нь тосыг үйлдвэрлэх, хадгалах, боловсруулахтай холбоотойгоор үүсэх ба эвдрэлийн хүчдэлд нөлөөлж болзошгүй (6.4-ийг үзнэ үү). Хэмжлийг IEC 60970 стандартын дагуу хийх ёстой.  **6.21 DBDS агууламж**  Энэхүү нэгдэл нь хэвийн ажиллах трансформаторын температур ба зэсийн сульфид үүсэх боломжтой. Тиймээс энэ нь хэрэглээгүй тосонд байх ёсгүй (6.10-ыг үзнэ үү). DBDS хэмжих туршилтын аргыг IEC 62697-1 стандартаас үзнэ үү.  **6.22 Тосны хийжих хандлага**  Зарим тос нь устөрөгч, нүүрсустөрөгч, нүүрстөрөгчийн исэл зэрэг хийг бага температурт (<120 °C) трансформатор дахь дулааны болон цахилгаан гэмтэлгүй, заримдаа ашиглалтын стрессгүйгээр ч гаргаж чаддаг.  **Тайлбар: Хийн хэмжих аргыг CIGRE Brochure 296 ба ASTM D7150 стандартад тодорхойлсон. Химийн урвалыг удаашруулагч төрлүүдэд үүсэх хийжих нэг удаашруулагчгүй.** | 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 /харагдах байдал/** 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 /гадаргуугийн ниргэлэг/ 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** | | | | | |
| зуурамтгай чанар 40 °C байх үед | ISO 3104 | | Хамгийн их12 мм2/сек | Хамгийн их 3,5 мм2 /сек | |
| зуурамтгай чанар -30 °C a байх үед | ISO 3104 | | Хамгийн их 1 800 мм2/сек | – | |
| зуурамтгай чанар -40 °C b байх үед | IEC 61868 | | – | Хамгийн их 400 мм2/сек | |
| Царцалтын цэг | ISO 3016 | | Хамгийн их -40 °C | Хамгийн их -60 °C | |
| Усны агууламж | IEC 60814 | | Хамгийн их 30 мг/кг c/ 40 мг/kг d | | |
| Эвдрэлийн хүчдэл | IEC 60156 | | Хамгийн бага 30 кВ / 70 kВ e | | |
| Нягт 20 °C байх үед | ISO 3675 эсхүл ISO 12185 | | Хамгийн их 0,895 г/мл | | |
| DDF 90 °C байх үед | IEC 60247 эсхүл IEC 61620 | | Хамгийн их 0,005 | | |
| Тоосонцрын агууламж | IEC 60970 | | Ерөнхий шаардлага байхгүй j | | |
| **2 – боловсруулалт/тогтвортой байдал** | | | | | |
| Харагдах байдал | – | | тунгалаг, тунадас агуулаагүй ба free from sediment and suspended matter | | |
| Хүчиллэг чанар | IEC 62021-1 эсхүл 62021-2 | | Хамгийн их 0,01 mg KOH/g | | |
| Харилцах гадаргуугийн таталтын хүч | EN 14210 эсхүл ASTM D971 | | Ерөнхий шаардлага байхгүй f | | |
| Нийт хүхрийн агууламж | IP 373 эсхүл  ISO 14596 | | Ерөнхий шаардлага байхгүй | | |
| Зэврүүлэгч хүхэр | DIN 51353 | | Зэврүүлэгч биш | | |
| Байж болзошгүй зэврүүлэгч хүхэр | IEC 62535 | | Зэврүүлэгч биш | | |
| DBDS | IEC 62697-1 (бэлтгэлд) | | Илрүүлэх боломжгүй ( 5 mg/kg) | | |
| IEC 60666 удаашруулагчтай үед | IEC 60666 | | 1. удаашруулагчгүй тос: илрүүлэх боломжгүй ( 0,01%)   (T) үлдэгдэл химийн урвалыг удаашруулагч тос:  0,08 %   * 1. удаашруулагч тоснууд: 0,08 % – 0,40 %   (3.6 болон 3.8 үзнэ үү) | | |
| IEC 60666 стандартын металл идэвхгүй болгогчын нэмэлтүүд | IEC 60666 | | Илрүүлэх боломжгүй ( 5mg/kg), эсвэл худалдан авагчтай тохиролцсоны дагуу | | |
| Бусад нэмэлт зүйл |  | | Үзнэ үү g | | |
| 2- [Фурфурол](javascript:void(0)) ба түүнтэй холбоотой нэгдлүүдийн агууламж | IEC 61198 | | Илрүүлэх боломжгүй ( 0,05 mg/kg) тус тусдаа нэгдэл тус бүрийн хувьд | | |
| хийжих үзэгдэл | 6.22-ийг үзнэ үү | | Ерөнхий шаардлага байхгүй h | | |
| **3 – Техникийн тодорхойлолт** | | | | | |
| Исэлдэх урвалыг тэсвэрлэх чадвар | 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 метал пассиваторын нэмэлттэй тосыг 6.12-аас үзнэ үү. | | |
| - Нийт хүчиллэг чанар i | IEC 61125:1992 стандартын 1.9.4 | | Хамгийн их 1,2 mg KOH/g | | |
| - Буртаг i | IEC 61125:1992 стандартын 1.9.1 | | Хамгийн их 0,8 % | | |
| - DDF at 90 **°**C i | 1.9.6 of IEC 61125, нэмэлт өөрчлөлт 1 (2004) + IEC 60247 | | Хамгийн их 0,500 i | | |
| Хийжих үзэгдэл, хандлага | IEC 60628:1985, стандартын А арга | | Ерөнхий шаардлага байхгүй h | | |
| ECT | 6.14 үзнэ үү | | Ерөнхий шаардлага байхгүй h | | |
| **4 –** Хүрээлэн буй орчин, аюулгүй байдал, эрүүл мэнд | | | | | |
| Дүрс хийх температур | ISO 2719 | Хамгийн бага 135 °C | | | Хамгийн бага 100 °C |
| PCA агууламж | IP 346 | Хамгийн их 3 % | | | |
| PCB агууламж | IEC 61619 | Илрүүлэх боломжгүй ( 2 мг/kг) | | | |
| a Энэ бол трансформаторын тосны стандарт LCSET (6.1-ийг үзнэ үү) бөгөөд улс орон бүрийн цаг уурын онцлогоос хамааран өөрчилж болно. Царцалтын цэг нь LCSET-ээс хамгийн багадаа 10 К байх ёстой.  B Бага /нам/ температурт хуваарилах байгууламжийн тосны стандарт LCSET  c Үндсэн хангамжийн.  d Бөмбөр болон IBC-д хүрэх.  e Лабораторийн боловсруулах үйлдлийн дараа (6.4-ийг үзнэ үү.)  f Ерөнхий шаардлага болгон ашиглаж байгаа тохиолдолд хамгийн багадаа 40 мН / м-ийн хязгаарлалтыг зөвлөж байна.  g Нийлүүлэгч нь бүх нэмэлтүүдийн ерөнхий төрөл, тэдгээрийн антиоксидант нэмэлтүүдийн агууламжтай байна..  h Нийлүүлэгч ба худалдан авагчийн хооронд тохиролцох.  i Исэлдэлтийн тогтвортой байдлын туршилтын төгсгөлд.  j Нефть хүргэх үед бөмбөр дэх бөөмсийн агууламжийг нийлүүлэх явцад статистикийн лавлагааг үндэслэн нийлүүлэгч ба захиалагчийн хооронд тохиролцож болно.  k Зарим хэрэглээний хувьд исэлдэлтийн эсэргүүцлийн шаардлага бага байдаг Канад, АНУ-д туршилтын хугацааг дараахь байдлаар бууруулж болно: (T) ул мөрийг дарангуйлсан тос: 164 цаг; (I) дарангуйлсан тос: 332 цаг. Эдгээр шаардлагууд нь байнгын шинж чанартай байдаг.  l Хамгийн их DDF 2 цаг исэлдсэний дараа 0,020 (IEC 61125: 1992, С аргыг үзнэ үү) -ийг EHV багажийн трансформатор ба булцуунд ашиглаж 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 or  ISO 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 хэрэглээтэй онцлог шаардлага**  **7.1 Хүхрийн бага агууламж ба исэлдэх урвалыг тэсвэрлэх өндөр чадвар**  Ажиллах температур өндөр эсвэл ашиглалтын хугацааг уртасгасан трансформаторын хувьд исэлдэлтийн туршилтын дараа хязгаарлагдмал хязгаарлалт байж болно (IEC 61125: 1992 стандартын, Aрга С-ийг үзнэ үү). Ихэнхдээ, ийм тос нь химийн урвалыг удаашруулна.  - Нийт хүчиллэг: хамгийн их. 0,3 мг KOH / грамм;  - Буртаг: хамгийн их. 0,05%;  - 90 °С-ийн DDF: хамгийн их. 0,050;  - Нийт хүхрийн агууламж: хамгийн их. 0,05% (исэлдэх урвалын туршилтын өмнө).  ***7.2 Цахилгаан статик цэнэгийн хандлага (ЦСЦХ)***  Тосны өндөр эргэлтийн хурдтай тоног төхөөрөмжид (OF-эсвэл OD хөргөлттэй цахилгаан трансформатор (IEC 60076-2)), ж.нь. HV / DC трансформатор, хязгаарыг худалдан авагч ба үйлдвэрлэгч хоорондоо тохиролцож болно.  ***7.3 Хийжих хандлага***  Цахилгааны талбайн ачаалал ихтэй эсвэл тусгай хийцтэй тоног төхөөрөмжийн хувьд бяцхан титэм цахилалтад (6.13) өртөхөд үүссэн хийг тосонд шингээнэ. Тиймээс IEC 60628 стандартын дагуу хий ялгаруулах хандлагыг ийм тоног төхөөрөмжийн тосыг ханган нийлүүлэгч ба худалдан авагчийн хооронд тохиролцох ёстой.  **Тайлбар**: **Польш улсад 400 кВ-ын хүчин чадалтай тоног төхөөрөмжид ашигладаг хийн таталт ≤ + 5мм3 / мин байдаг.** | **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.** |

# **Хавсралт А**

**(мэдээллийн)**

**Потенциал зэврүүлэгч хүхэр**

**А.1 Зэсийн сульфидын тунадасны механизм**

Зэсийн сульфидын тунадасны механизм нь зэсийг агууламжийн төрөл зүйл агуулсан хүхрээр зэсийг татан буулгах, тээвэрлэх ажил орно. Дараа нь эдгээр комплекс Cu2S болгон целлюлоз тусгаарлагчийн задралаар шингээж авах боломжтой.

Энэ процесст температур ба хүчилтөрөгчийн хүчтэй нөлөөлөл нь зарим исэлдсэн хүхрийн төрөл зүйл нь анх газрын тосонд байдагтай харьцуулахад илүү идэвхтэй байж болохыг харуулж байгаа эсвэл бусад исэлдэлтийн бүтээгдэхүүнүүд зэрэгцэн нийлүүлэгч бодис болох нь чухал болохыг харуулж байна (CIGRE Техникийн товхимол 378-ыг үзнэ үү). Cu2S тунадасжилт нь газрын тосонд хүхрийн идэмхий нэгдлүүд байдаг, өнгөлөгдөөгүй эсвэл хамгаалалтгүй зэс хэрэглэдэг, ашиглалтын температур өндөр, газрын тосны хүчилтөрөгчийн хэмжээ хязгаарлагдмал тоног төхөөрөмжид илүү тохиромжтой байдаг. Зэс тээвэрлэхэд хамгийн тохиромжтой хүчилтөрөгчийн агууламж харьцангуй бага, магадгүй хэдэн мянган ul / l орчим байх магадлалтай боловч хүчилтөрөгчийн агууламж ихтэй байдаг.

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

Олон тооны хүхрийн нэгдлүүд зэврүүлэгч зэсийг нөлөөтэй гэж мэддэг боловч цөөн тооны тусгаарлагч тосны бүрэлдэхүүн хэсэг болох нь тогтоогдсон байдаг. Cu2S үүсгэгч хүчтэй бодис бөгөөд трансформаторын тосонд их хэмжээгээр агуулагдах цорын ганц нэгдэл бол дибензил дисульфид (DBDS) юм. Cu2S үүсгэдэг ихэнх тосонд энэ бодис агуулагддаг. Гэсэн хэдий ч хүчтэй усан эмчилгээ ашиглан цэвэршүүлэх процессууд нь энэхүү реактив нэгдлийг газрын тосноос амархан арилгаж чаддаг. Бусад хэд хэдэн бодисууд (үүнд дисульфид, тиоэфир, янз бүрийн исэлдсэн хүхрийн нэгдэл ба элементийн хүхэр орно) нь анх идэмхий бус тосонд нэмэхэд IEC 62535 туршилтаар Cu2S үүсэхийг харуулсан болно.

**А.3 Идэвхгүй болгогч агуулсан тос дахь хүхрийн идэмхий нэгдлийг илрүүлэх**

Трансформатор дахь тосонд нэмэлт металл идэвхгүй болгогч агуулагдах үед зэсийн гадаргуу дээр идэвхгүй болгогч нимгэн хамгаалалтын давхарга үүсэж, зэс нь тосонд уусахаас сэргийлж, тосонд агуулагдах хүхрийн идэмхий нэгдлүүдтэй урвалд орж, цаасан тусгаарлагчид хортой зэсийн сульфид (Cu2S) болгон хадгална.

IEC 62535 стандартын дагуу идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг туршихад мөн адил тохиолддог. Энэ туршилтын арга нь пассивжуулагч тосонд агуулагдах хүхрийн идэмхий нэгдлийг илрүүлэх боломжгүй тул ийм тосонд "хуурамч сөрөг" үр дүн өгч болзошгүй юм. Идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг туршиж үзэхэд шинэ тос шиг сөрөг шинж тэмдэг илэрч, трансформаторын үйлчилгээнд хөгшрөлтөд нэмэлт бодис хэрэглэсний дараа хортой Cu2S хуримтлагдаж эхэлдэг.

Нэмэлт металл идэвхгүй болгогчийг (тунхагласан эсвэл сэжиглэгдсэн) агуулсан тосон дахь хүхрийн идэмхий нэгдлийг илрүүлэхийн тулд нэмэлт идэвхгүй болгогчийг тосноос хамгийн түрүүнд зайлуулах шаардлагатай. Үүний тулд дараах хоёр процедурыг ашиглаж болно. Энэ хоёулаа ердийн тос нийлүүлэх зориулалтаар бус зөвхөн шинээр авах боломжтой тосонд зориулагдсан болно.

**Процедур 1**

Энэ процедурын дагуу нэмэлт металл идэвхгүй болгогчийг газрын тосноос шингээх замаар зайлуулдаг.

а) 100 мл идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг 500 мг Chromabond HR-XC шингээгчтэй (хүчтэй, холимог горим, полимер дээр суурилсан катион солилцогч суурь анализ хийдэг) 1 цаг хутгаж, дараа нь шингээгчийг шүүнэ; эсвэл

b) идэвхгүй болгогч эхний концентраци <200 мг/кг байсан бол 200 мг адсорбент агуулсан 3 мл баганад бага зэргийн вакум дор 60 мл тос гаргаж авна.

**Процедур 2**

Энэхүү процедур нь газрын тосонд агуулагдах металл идэвхгүй болгогч нэмэлтийг исэлдэлтийн хөгшрөлтөд (лабораторид түргэвчилсэн туршилт болон ашиглагдаж буй трансформаторуудад) хэрэглэдэг болохыг ажиглахад үндэслэсэн болно.

a) идэвхгүй болгогч агуулсан тосыг IEC 61125:1992 стандартын C аргад ашигласан туршилтын үүрт ажиллуулна

Идэвхгүй болгогч исэлдүүлэхэд идэгдсэн эсэхийг баталгаажуулахын тулд 0,15 л/цаг агаарын урсгалын хамт 164 цагийн турш 120°С-т байлгана.

b) Хөгжсөн тосыг зэврэлт бүхий хүхрийн агууламжийг IEC 62535-ийн туршилтын эсэд шинэ цаас ороосон дамжуулагчаар туршина.

c) Хөгширсөн тосны хуурамч эерэг нөлөөллөөс зайлсхийхийн тулд (өөрөөр хэлбэл газрын тосны исэлдэлтийн хөгшрөлтийн нэгдлийг андуурч Cu2S гэж тайлбарласан тохиолдолд) Cu2S тунадсыг SEM / EDX эсвэл бусад техникээр баталгаажуулна уу (IEC 62535: 2008 B хавсралтын дагуу). IEC 62535-ийн хоёр дахь туршилтыг зөвхөн зэс туузгүйгээр зөвхөн цаасан дээр хийж, хоёр туршилтын дараа цаасны гадаад төрхийг зэсийн хамт ба зэсгүй харьцуулах замаар хуурамч эерэг байдлаас зайлсхийх боломжтой.

1-р тайлбар: Лабораторийн хөгшрөлтийн туршилтын дараа зэс дээрх идэвхгүй болгогчийн хамгаалалтын давхарга зэс дээр үлдэх нь ажиглагдсан боловч ашиглагдаж байгаа трансформаторуудад зэс дээр үлдэх эсэх, хэр удаан үлдэх талаар бага мэдлэгтэй байна.

2-р тайлбар: IEC 62535 ба идэвхгүй болгогч агуулсан тосны 1 ба 2-р журмын нэмэлт болгон газрын тосонд агуулагдах хүхрийн идэмхий нэгдлүүдийн (жишээлбэл, дибензилдисульфид (DBDS) ба нийт дисульфид) тоон үзүүлэлтийг нэмэлт байдлаар ашиглах нь эдгээр хор уршигтай нэгдлүүдийн аль нэгийг нь ашиглахгүй байх боломжийг олгоно. газрын тосонд байдаг.

**А.4 Тосны бохирдол**

Силикон тос, фталат болон бусад гадаргуугийн идэвхтэй химийн бодис, тосоор санамсаргүйгээр бохирдсон гэж сэжиглэж буй ашигт малтмалын тусгаарлагч тосыг трансформаторт оруулах ёсгүй, учир нь эдгээр нэгдлүүд нь трансформаторыг тосгүйжүүлэхэд тосонд хөөс үүсгэж улмаар хэцүү, боломжгүй болгодог. трансформаторын тосыг бүрэн тослох. Ийм бохирдлыг илрүүлэхийн тулд ISO 6247 стандартын хөөсрөх хандлагын тестийг ашиглаж 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.

## **Ашигласан ном**

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

IEC 62697-1***,*** *Тусгаарлагч шингэн – Хэрэглэсэн ба хэрэглээгүй тусгаарлагч шингэний зэврүүлэгч 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 тусгаарлагч эрдэс тос*

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

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)*