****

**МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ**

**Хувьсах гүйдлийн 1000В-с дээших хүчдэлийн хөндийрүүлэгдсэн оруулга**

**Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V**

**MNS IEC 60137:2024**

**Албан хэвлэл**

**СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗАР**

**Улаанбаатар хот**

**2024 он**

Энэ стандартыг ДЦС-3 ТӨХК орчуулж, ...

Анхны үзлэгийг 2029 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, 2024**

“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

[УДИРТГАЛ 14](#_Toc20730663)

[ӨМНӨХ ҮГ 16](#_Toc20730664)

[1 Ажлын хүрээ 20](#_Toc20730665)

[2 Норматив эшлэл. 21](#_Toc20730666)

[3 Нэр томъёо, тодорхойлолт 23](#_Toc20730667)

[3.1 Оруулга 23](#_Toc20730668)

3.2 Шингэн дүүргэлттэй оруулга 24

[3.3 Хөндийрүүлэх хольцоор дүүргэсэн оруулга 24](#_Toc20730670)

[3.4 Шингэнээр хөндийрүүлэгдсэн оруулга 24](#_Toc20730671)

[3.5 Хийгээр дүүргэсэн оруулга 24](#_Toc20730672)

[3.6 Хийгээр хөндийрүүлэгдсэн оруулга 25](#_Toc20730673)

[3.7 Ханасан хийн оруулга 25](#_Toc20730674)

[3.8 Тос шингээсэн цаасан оруулга 25](#_Toc20730675)

[3.9 Давирхайдсан цаасан оруулга 26](#_Toc20730676)

[3.10 Давирхайнд уусгасан цаасан оруулга. 26](#_Toc20730677)

[3.11 Давирхай шингээсэн синтетик оруулга RI 26](#_Toc20730678)

[3.12 Керамик, шил болон эдгээртэй адил органик биш материалаар хийсэн оруулга 26](#_Toc20730678)

[3.13Цутгамал давирхайн тусгаарлагч бүхий оруулга 27](#_Toc20730679)

[3.14Давхар тусгаарлагчтай оруулга 27](#_Toc20730680)

[3.15 Багтаамжийн оруулга 27](#_Toc20730681)

[3.16 Дотор ажиллах оруулга 27](#_Toc20730682)

[3.17 Гадаа орчинд ажиллах оруулга 27](#_Toc20730683)

[3.18Гадна болон дотор орчинд ажиллах оруулга 27](#_Toc20730684)

[3.19 Дотор ажиллах иммерсийн оруулга 28](#_Toc20730685)

[3.20 Гадна ажиллах иммерсийн оруулга 28](#_Toc20730686)

[3.21 Бүрэн иммерсийн оруулга 28](#_Toc20730687)

[3.22 Залгууртай оруулга 28](#_Toc20730688)

[3.23 Тоног төхөөрөмжийн шугаман хүчдэл Um 29](#_Toc20730689)

[3.24 Фазын хэвийн хүчдэл 29](#_Toc20730690)

[3.25 Хэвийн гүйдэл Ir 29](#_Toc20730691)

[3.26 Эгшин зуур халаах цахилгаан гүйдэл Ith 29](#_Toc20730692)

[3.27 Хэвийн динамик гүйдэл Id 29](#_Toc20730693)

[3.28 Халалт 30](#_Toc20730694)

[3.29 Хэвийн давтамж fr 30](#_Toc20730695)

[3.30 Хөндийрүүлэх хийн дүүргэлтийн хэвийн даралт 30](#_Toc20730696)

[3.31 Хамгийн их дотоод хийн даралт 29](#_Toc20730697)

[3.32 Гадаад хийн хамгийн их даралт 30](#_Toc20730698)

[3.33 Тооцоолсон даралт ( гаднах гэрний) 30](#_Toc20730699)

[3.34 Алдагдал 30](#_Toc20730700)

[3.35 Хөндий оруулга. 31](#_Toc20730701)

[3.36 Нэвчилтийн зай 31](#_Toc20730702)

[3.37 Нум үүсэх зай 31](#_Toc20730703)

[3.38 Туршилтийн клем, хэмжилт хийх клем, tan δ –н клем 32](#_Toc20730704)

[3.39 Хүчдэлийн клем, потенциалын клем, багтаамжийн клем 32](#_Toc20730705)

[3.40 Хүчдлийн клем дээрхи хэвийн хүчдэл 33](#_Toc20730706)

[3.41 Нийллэг оруулга 33](#_Toc20730707)

[3.42 Цахилгаан багтаамж (оруулгын) 33](#_Toc20730708)

[3.42.1 Үндсэн багтаамж С1 33](#_Toc20730709)

[3.42.2 Холболтын шонгийн багтаамж С2 34](#_Toc20730710)

[3.42.3 Цахилгаан багтаам С 34](#_Toc20730711)

[4 Хэвийн хүчин чадал 34](#_Toc20730712)

[4.1 Тоног төхөөрөмжид тохирох шугаман хүчдэлийн утга (Um) 35](#_Toc20730713)

[4.2 Нэрлэсэн хэвийн гүйдлийн утга (Ir) 35](#_Toc20730714)

[4.3 Нэрлэсэн эгшин зуурын халалтын гүйдэл (Ith) 35](#_Toc20730715)

[4.4 Нэрлэсэн динамик гүйдлийн утга (Id) 36](#_Toc20730716)

[4.5 Хэвгий механик ачааллыг даах хамгийн бага утга 37](#_Toc20730717)

[4.6 Суурилуулах өнцөг 39](#_Toc20730718)

[4.7 Цахилгаан нэвчилтийн зөвшөөрөгдөх хамгийн бага зай. Error! Bookmark not defined.](#_Toc20730720)

[4.8 Халалтын хязгаарууд, халалт ихсэх. 39](#_Toc20730725)

[4.9 Хөндийрүүлгийн түвшин 40](#_Toc20730784)

[4.10 Трансформаторын оруулга дээрхи туршилтийн гаргалга. 46](#_Toc20730785)

[5. Ажиллагааны нөхцөл 46](#_Toc20730786)

[5.1 Түр зуурын хэт хүчдэл 46](#_Toc20730787)

[5.2 Далайн түвшнээс дээших өндөр 47](#_Toc20730787)

[5.3 Орчны агаар болон иммерслэх бодисын халууны хэм. 48](#_Toc20730788)

[5.4 Газар хөдлөлтийн нөхцөл 51](#_Toc20730789)

[5.5 Маш хурдан шилжилт хөдөлгөөн (VFT) 51](#_Toc20730789)

[5.6 Трансформатор хөндийрүүлэгч шингэн 51](#_Toc20730789)

[6. Захиалгын мэдээлэл ба тэмдэг тавих. 51](#_Toc20730790)

[6.1 Оцлог шинж чанарууд 51](#_Toc20730791)

[6.1.1 Ерөнхий 52](#_Toc20730792)

[6.1.2 Ямар зориулалтаар хэрэглэх 52](#_Toc20730793)

[6.1.3 Оруулгын ангилал 52](#_Toc20730794)

[6.1.4 Хэвийн хүчин чадал 52](#_Toc20730795)

[6.1.5 Ажиллагааны горим 53](#_Toc20730795)

[6.1.6 Загвар, хийц 54](#_Toc20730796)

[6.2 Тэмдэглэл 56](#_Toc20730797)

[7. Туршилтийн шаардлага 58](#_Toc20730798)

[7.1 Ерөнхий шаардлага 58](#_Toc20730799)

[7.2 Туршилтийн ангилал 59](#_Toc20730800)

[7.2.1 Ерөнхий 59](#_Toc20730801)

[7.2.2 Төрөлжүүлсэн туршилтууд 59](#_Toc20730801)

[7.2.3 ээлжит туршилтууд 63](#_Toc20730802)

[7.2.4 Тусгай туршилт 64](#_Toc20730803)

[7.3 Диаэлектрик болон дулааны туршилтийн үеийн оруулгын нөхцөл 64](#_Toc20730804)

[8. Төрөлжсөн туршилт 68](#_Toc20730805)

[8.1 Ерөнхий 68](#_Toc20730806)

[8.2 Нойтон ба хуурай нөхцөлд хийх үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлийн туршилт 68](#_Toc20730806)

[8.2.1 Хэрэглэх боломж 68](#_Toc20730807)

[8.2.2 Туршилт хийх аргууд, тавих шаардлага 69](#_Toc20730808)

[8.2.3 Туршилт даах 69](#_Toc20730809)

[8.3 Үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлээр удаан хугацаагаар турших (ACLD) 69](#_Toc20730810)

[8.3.1 Хэрэглэх боломж 69](#_Toc20730811)

[8.3.2 туршилт хийх арга, тавих шаардлага 69](#_Toc20730812)

[8.3.3 Туршилт даах 70](#_Toc20730813)

[8.4 Хуурай нөхцөлд гүйцэтгэх аянгын импульсийн туршилт (BIL) 72](#_Toc20730814)

[8.4.1 Хэрэглэх боломж 72](#_Toc20730815)

[8.4.2 туршилт хийх арга, тавих шаардлага 72](#_Toc20730816)

[8.4.3 Туршилт даах 72](#_Toc20730817)

[8.4 Хуурай болон нойтон нөхцөлд коммутацийн хүчдлийн импульсээр турших (SIL) 72](#_Toc20730818)

[8.4.1 Хэрэглэх боломж 72](#_Toc20730819)

[8.4.2 Туршилт хийх арга, тавигдах шаардлага 72](#_Toc20730820)

[8.4.3 Туршилт даах 72](#_Toc20730821)

[8.5 Хуурай болон нойтон нөхцөлд коммутацийн хүчдэлийн импульсээр турших 73](#_Toc20730822)

[8.5.1 Хэрэглэх боломж 73](#_Toc20730823)

[8.5.2 Туршилт хийх аргууд, тавигдах шаардлага 74](#_Toc20730824)

[8.5.3 Туршилт даасан баталгаа 74](#_Toc20730825)

[8.6 Дулаах даах туршилт 75](#_Toc20730822)

[8.6.1 Хэрэглэх боломж 76](#_Toc20730823)

[8.6.2 Туршилт хийх аргууд, тавигдах шаардлага 77](#_Toc20730824)

[8.6.3 Туршилт даасан баталгаа 77](#_Toc20730825)

[8.7 Цахилгаан соронзон нийцэлтийн туршилт 77](#_Toc20730826)

[8.7.1 Бохирдуулалтыг шалгах. 77](#_Toc20730827)

[8.7.1.1 Хамрах хүрээ. 77](#_Toc20730827)

[8.7.1.2 Туршилт хийх аргууд, тавигдах шаардлага 77](#_Toc20730827)

[8.7.1.3 Туршилт даах батламж 80](#_Toc20730827)

[8.7.2 Дархлааны туршилт 80](#_Toc20730828)

[8.8 Халалтыг ихэсгэж турших 80](#_Toc20730829)

[8.8.1 Хамрах хүрээ 80](#_Toc20730830)

[8.8.2 Туршилтын аргууд, тавигдах шаардлага 80](#_Toc20730831)

[8.8.3 Туршилт даах батламж 83](#_Toc20730832)

[8.9 Гүйдлийн богино хугацааны дулааны үйлчлэлээр шалгах 83](#_Toc20730833)

[8.9.1 Хэрэглэх боломж 83](#_Toc20730834)

[8.9.2 Шалгах аргууд, тавигдах шаардлага 83](#_Toc20730835)

[8.9.3 Туршилт даах 84](#_Toc20730836)

[8.10 Хэвгий ачааг даах туршилт 85](#_Toc20730837)

[8.10.1 Хэрэглэх боломж 85](#_Toc20730838)

[8.10.2 Турших арга, тавигдах шаардлага 85](#_Toc20730839)

[8.10.3 Туршилт даах 86](#_Toc20730840)

[8.11 Шингэн дүүргэсэн, холимог бодис дүүрэгсэн болон шингэн хөндийрүүлэгтэй оруулгын нягтруулгыг шалгах. 86](#_Toc20730841)

[8.11.1 Хэрэглэх боломж 86](#_Toc20730842)

[8.112 Турших арга, тавигдах шаардлага. 87](#_Toc20730843)

[8.11.3 Туршилт даах 87](#_Toc20730844)

[8.12 Хийгээр дүүргэсэн , хийгээр хөндийрүүлсэн, хий шингээсэн оруулгын дотоод даралтын туршилт 87](#_Toc20730845)

[8.12.1 Хэрэглэх боломж 87](#_Toc20730846)

[8.12.2 Турших арга , тавигдах шаардлага 87](#_Toc20730847)

[8.12.3 Туршилт даах 88](#_Toc20730848)

[8.13 Зарим хэсэг нь эсвэл бүтнээрээ хийд иммерсэлсэн оруулгыг гадны даралтаар турших. 88](#_Toc20730849)

[8.13.1 Хэрэглэх боломж 88](#_Toc20730850)

[8.13.2 турших аргууд, тавих шаардлага. 88](#_Toc20730851)

[8.13.3 Туршилт даах 89](#_Toc20730852)

[8.14 Хэмжээсийг шалгах 89](#_Toc20730853)

[8.14.1 Хэрэглэх боломж 89](#_Toc20730854)

[8.14.2 Зөвшөөрөх 89](#_Toc20730855)

[9. Ээлжит туршилт 89](#_Toc20730856)

[9.1 Ерөнхий. 89](#_Toc20730857)

[9.2 Орчны халууны хэмд деэлектрик алдагдлын итгэлцүүр (tanδ) ба багтаамжийг хэмжих. 89](#_Toc20730857)

[9.2.1 Хэрэглэх боломж 89](#_Toc20730858)

[9.2.2 Турших аргууд, тавигдах шаардлага 89](#_Toc20730859)

[9.2.3 Хүлээн зөвшөөрөх 90](#_Toc20730860)

[9.3 Хуурай аянгын импульсийн хүчдэлийг тэсвэрлэх туршилт 91](#_Toc20730864)

[9.3.1 Хэрэглэх боломж 91](#_Toc20730865)

[9.3.2 Турших арга, тавигдах шаардлага 91](#_Toc20730866)

[9.3.3 Хэрэглэх зөвшөөрөл 91](#_Toc20730867)

[9.4 Хуурай нөхцөлд үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлээр турших. 91](#_Toc20730864)

[9.4.1 Хэрэглэх боломж 91](#_Toc20730865)

[9.4.2 Турших арга, тавигдах шаардлага 92](#_Toc20730866)

[9.4.3 Туршилт даах 92](#_Toc20730867)

[9.5 Цахилалтийг хэмжих 93](#_Toc20730868)

[9.5.1 Хэрэглэх боломж 93](#_Toc20730869)

[9.5.2 Турших арга, тавигдах шаардлага. 93](#_Toc20730870)

[9.5.3 Зөвшөөрөгдөх хэмжээ 93](#_Toc20730871)

[9.6 Клемны хөндийрүүлэгийн туршилт 96](#_Toc20730872)

[9.6.1 Хэрэглэх боломж ба туршилтанд тавих шаардлага 96](#_Toc20730873)

[9.6.2 Туршилт даах 96](#_Toc20730874)

[9.7 Хийгээр дүүргэсэн, хийгээр хөндийрүүлсэн, хий шингээсэн оруулгын дотоод даралтын туршилт 96](#_Toc20730875)

[9.7.1 Хэрэглэх боломж 96](#_Toc20730876)

[9.7.2 Туршилт хийх арга, тавигдах шаардлага 96](#_Toc20730877)

[9.7.3 Туршилт даах 97](#_Toc20730878)

[9.8 Шингэнээр дүүргэсэн, холимог бодисоор дүүргэсэн, шингэн хөндийрүүлэгтэй оруулгын нягтруулгыг шалгах. 97](#_Toc20730879)

[9.8.1 Хэрэглэх боломж 97](#_Toc20730880)

[9.8.2 Турших аргууд, тавигдах шаардлага 97](#_Toc20730881)

[9.8.3 Туршилт даах 97](#_Toc20730882)

[9.9 Хийгээр дүүргэсэн , хийгээр хөндийрүүлсэн, хий шингээсэн оруулгын нягтруулгыг шалгах 98](#_Toc20730883)

[9.9.1 Хэрэглэх боломж 98](#_Toc20730884)

[9.9.2 Туршилт хийх арга, тавигдах шаардлага. 98](#_Toc20730885)

[9.9.3 Туршилт даах 98](#_Toc20730886)

[9.10 Фланц болон бэхлэх хэрэгсэл дээрх нягтруулгыг шалгах 98](#_Toc20730887)

[9.10.1 Хэрэглэх боломж 98](#_Toc20730888)

[9.10.2 Туршилт хийх арга, тавигдах шаардлага 99](#_Toc20730889)

[9.10.3 Туршилт даах 100](#_Toc20730890)

[9.11 Үзлэг хийх, хэмжээсийг шалгах 100](#_Toc20730891)

[9.11.1 Хэрэглэх боломж 100](#_Toc20730892)

[9.11.2 Хэрэглэх зөвшөөрөл 100](#_Toc20730893)

[10. 52 кВ хүртэлх тоног төхөөрөмжийн нэрлэсэн хамгийн өндөр хүчдэлийн багтаамжгүй зэрэглэлийн оруулгад тавигдах шаардлага ба туршилтууд 101](#_Toc20730894)

[10.1 Ерөнхий зүйл 101](#_Toc20730895)

[10.2 Халалтанд тавих шаардлага 101](#_Toc20730896)

[10.3 Иммерслэх бодисын түвшин 101](#_Toc20730897)

[10.4 Тэмдэглээс 101](#_Toc20730898)

10.5 Туршилтанд тавих шаардлага 102

[10.5.1 Ерөнхий зүйл 102](#_Toc20730888)

[10.5.2 Төрөлжүүлсэн туршилт 102](#_Toc20730889)

[10.5.3 Ээлжит туршилт 103](#_Toc20730890)

[11. Тээвэрлэх, хадгалах, угсрах, ашиглах, засвар үйлчилгээ хийхэд өгөх зөвлөмж 104](#_Toc20730901)

[11.1 Ерөнхий зүйл 104](#_Toc20730902)

[11.2 Тээвэрлэх, хадгалах, суурилуулах үеийн нөхцөл 105](#_Toc20730902)

[11.3 Суурилуулах 105](#_Toc20730903)

[11.4 Ачааг задлах, өргөх 105](#_Toc20730904)

[11.5 Угсралт 106](#_Toc20730908)

[11.5.1 Ерөнхий зүйл 106](#_Toc20730910)

[11.5.2 Суурилуулах 106](#_Toc20730910)

[11.5.3 Холболтууд 106](#_Toc20730910)

[11.5.4 Суурилуулахад хийх үзлэг. 107](#_Toc20730910)

[11.6 Ашиглалт 108](#_Toc20730909)

[11.7 Засвар үйлчилгээ 108](#_Toc20730909)

[11.7.1 Ерөнхий зүйл 108](#_Toc20730910)

[11.7.2 Үйлдвэрлэгчид өгөх зөвлөгөө 108](#_Toc20730911)

[11.7.3 Хэрэглэгчид өгөх зөвлөмж 109](#_Toc20730912)

[11.7.4 Гэмтлийн тайлан 110](#_Toc20730913)

[12. Аюулгүй байдал 112](#_Toc20730914)

[12.1 Ерөнхий зүйл 112](#_Toc20730915)

[12.2 Цахилгаан 113](#_Toc20730915)

[12.3 Механик 113](#_Toc20730916)

[12.4 Дулаан 113](#_Toc20730916)

[13. Байгаль орчны нөлөөлөл 113](#_Toc20730914)

**CONTENTS**

Page

FOREWORD\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_17

INTRODUCTION\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_19

* Scope \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20
* Normative references \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_21
* Terms and definitions \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_23
* Ratings \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_35
  1. Standard values of highest voltage for equipment (Um) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 35
  2. Standard values of rated current (*I*r) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 36
  3. Standard values of rated thermal short-time current (*I*th)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 36
  4. Standard values of rated dynamic current (*I*d)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 36
  5. Minimum withstand values of cantilever load\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_37
  6. Angle of mounting \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_39
  7. Minimum nominal creepage distance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 39
  8. Temperature limits and temperature rise \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 39
  9. Standard insulation levels \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_40

4.10 Test tap on transformer bushings\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_46

5 Operating conditions \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_46

* 1. Temporary overvoltages \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_46
  2. Altitude\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_47
  3. Temperature of ambient air and immersion media \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_48
  4. Seismic conditions\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_51
* Ordering information and markings\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_51
  1. Enumeration of characteristics \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_51

6.1.1 General \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_51

6.1.2 **Application** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_52

6.1.3 Classification of bushings\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_52

6.1.4 Ratings \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_52

6.1.5 Operating conditions \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_53

6.1.6 Design \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_53

6.2 Markings \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_54

* Test requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_55
  1. General requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_58
  2. Test classification \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 59

7.2 1 **General**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_59

7.2.2 Type tests \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_59

7.2 3 Routine tests\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_63

7.2.4 Special tests\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 64

7.3 Condition of bushings during dielectric and thermal tests\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 64

8. Type tests\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 68

* 8.1 General \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 68

8.2 Dry or wet power-frequency voltage withstand test\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 68

8.2.1 Applicability\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_68

8.2.2 Test method and requirements\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_68

8.2.3 Acceptance\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_69

8.3 Long duration power-frequency voltage withstand test (ACLD)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_69

8.3.1 Applicability\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_69

8.3.2 Test method and requirements\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_69

8.3.3 Acceptance\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_70

8.4 Dry lightning impulse voltage withstand test (BIL)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_72

8.4.1 Applicability\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_72

8.4.2 Test method and requirements\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_72

8.4.3 Acceptance\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_72

8.5 Dry or wet switching impulse voltage withstand test (SIL)34\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_73

8.5.1 Applicability \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_73

8.5.2 Test method and requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_74

8.5.3 Acceptance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_75

8.6 Thermal stability test \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_75

8.6.1Applicability \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_75

8.6.2 Test method and requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_76

8.6.3 Acceptance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_77

8.7 Electromagnetic compatibility tests (EMC) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_77

8.7.1 Emission test \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_77

8.7.2 Immunity test \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_77

8.8 Temperature rise test \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_80

8.8.1 Applicability \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_80

8.8.2 Test method and requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_80

8.8.3 Acceptance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_80

8.9 Verification of thermal short-time current withstand \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 83

8.9.1 Applicability\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 83

8.9.2 Verification method and requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 83

8.9.3 Acceptance\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 84

8.10 Cantilever load withstand test\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_85

8.10.1 Applicability\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 85

8.10.2 Test method and requirements\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 85

8.10.3 Acceptance\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 86

8.11 Tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings\_\_\_ 86

8.11.1 Applicability\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 86

8.11.2 Test method and requirements\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_86

8.11.3 Acceptance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_87

8.12 Internal pressure test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings 87

8.12.1 Applicability\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 87

8.12.2 Test method and requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 87

8.12.3 Acceptance\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 88

8.13 External pressure test on partly or completely gas-immersed bushings\_\_\_\_\_\_ 88

8.13.1 Applicability \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 88

8.13.2 Test method and requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 88

8.13.3 Acceptance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 88

8.14Verification of dimensions\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 89

8.14.1Applicability\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 89

8.14.2 Acceptance\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 89

1. Routine tests\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 89

9.1 Measurement of dielectric dissipation factor (tanδ) and capacitance at ambient temperature\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 89

9.1.1 Applicability\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 89

* + 1. Test method and requirements\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 89
    2. Acceptance\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 89
  1. Dry lightning impulse voltage withstand test (BIL)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 89
     1. Applicability\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 89
     2. Test method and requirements\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 89
     3. Acceptance\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 90
  2. Dry power-frequency voltage withstand test\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_91

9.3.1 Applicability \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_91

* + 1. Test method and requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_91
    2. Acceptance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_91

9.4 Measurement of partial discharge quantity \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_91

9.4.1 Applicability \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_91

9.4.2 Test method and requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_92

9.4.3 Acceptance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_92

9.5 Tests of tap insulation\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_92

9.5.1 Applicability and test requirements\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_92

9.5.2 Acceptance\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_93

9.6 Internal pressure test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings\_96

9.6.1 Applicability \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_96

9.6.2 Test method and requirements\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_96

9.6.3 Acceptance\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_96

9.7 Tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings\_\_\_\_\_96

9.7.1 Applicability \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_96

9.7.2 Test method and requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_96

9.7.3 Acceptance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_97

9.8 Tightness test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings \_\_\_\_\_\_97

9.8.1 Applicability \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_97

9.8.2 Test method and requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_97

9.8.3 Acceptance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_97

9.9 Tightness test at the flange or other fixing device\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_98

9.9.1 Applicability \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_98

9.9.2 Test method and requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_98

9.9.3 Acceptance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_98

9.10 Visual inspection and dimensional check \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_99

9.10.1 Applicability \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_99

9.10.2 Acceptance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_99

10. Requirements and tests for bushings of highest voltages for equipment equal to or less than 52 kV made of ceramic, glass or inorganic materials, resin or combined insulation \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_101

10.1 Temperature requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_101

10.2 Level of immersion medium\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_101

10.3 Markings \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_101

10.4 Test requirements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_101

10.4.1 Type tests \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_102

10.4.2 Routine tests \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_103

11. Recommendations for transport, storage, erection, operation and maintenance\_\_104

11.2 Conditions during transport, storage and installation\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_104

11.3 Installation \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_105

11.4 Unpacking and lifting \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_105

11.5 Assembly \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_105

11.5.1 General \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_105

11.5.2 Mounting \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_105

11.5.3 Connections\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_106

11.5.4 Final installation inspection\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_106

11.6 Operation\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_107

11.7 Maintenance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_108

11.7.1 General\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_108

11.7.2 Recommendation for the manufacturer\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_108

11.7.3 Recommendations for the user\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_109

11.7.4 Failure report \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_110

12. Safety\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_112

12.1 Electrical aspects\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_113

12.2 Mechanical aspects \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_113

12.3 Thermal aspects \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_113

13 Environmental aspects \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_113

Bibliography\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_113

Figure 1- Altitude correction factor\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_116

Figure 2 - Marking plate for bushings for highest voltage for equipment greater than 100 kV (see 6.2) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_26

Figure 3 - Marking plate for bushings for highest voltage for equipment equal to or less than 100 kV, except for bushings for which Figure 2 is applicable (see 6.2) \_\_\_\_\_\_\_\_\_27

Figure 4 - Marking plate for bushings for highest voltage for equipment equal to or less than 52 kV made of ceramic, glass or inorganic materials, resin or combined insulation (see 10.3)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_27

Figure 5 - Voltage profile for long duration test ACLD\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_32

Table 1 - Minimum values of cantilever withstand load (see 4.5 and 8.9)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_17

Table 2 - Maximum values of temperature and temperature rise above ambient air (see 4.8)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 19

Table 3 - Temperature of ambient air and immersion media (see 5.3)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Table 4 - Insulation levels for highest voltage for equipment (see 4.9, 8.1, 8.3, 8.4, 9.2 and 9.3)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 21

Table 5 - Applicability of type tests (see 7.2.1, excluding bushings according to Clause 10)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 28

Table 6 - Applicability of routine tests (see 7.2.2, excluding bushings according to Clause 10)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 29

Table 7 - Correction of test voltages (see 7.3)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_31

Table 8- Maximum values of tanδ and tanδ increase (see 9.1)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_44

Table 9- Maximum values of partial discharge quantity (see 8.2 and 9.4)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_46

Table 10 - Applicability of type tests for bushings according to Clause 10 (see 10.4.1)\_50

Table 11 - Applicability of routine tests for bushings according to Clause 10 (see 10.4.2 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_51

**УДИРТГАЛ**

1. Олон улсын цахилгаан техникийн хороо (ОУЦТХ) нь улс бүрийн цахилгаан техникийн хороог нэгтгэсэн дэлхий нийтийн стандартчиллын байгууллага юм. ОУЦТХ ны зорилго бол цахилгаан болон электроникийн салбарын стандартчиллын бүх асуудлаар олон улсын хамтын ажиллагааг хөхүүлэн дэмжихэд оршино. Энэ зорилгын тулд олон үйл ажиллагаа явуулахын зэрэгцээ ОУЦТХ нь олон улсын стандартууд, техникийн шаардлага, техникийн мэдээлэл, нийтийн хэрэгцээнд зориулсан тодорхойлолт, гарын авлага (цаашид ОУЦТХ-н нийтлэл гэх) хэвлэн гаргадаг. Эдгээрийн эхийг техникийн хороод хариуцдаг. Авч үзэж байгаа сэдвийг сонирхож байгаа ямар ч улсын цахилгаан техникийн хороо эхийг бэлтгэхэд оролцож болно. ОУЦТХ тай уялдаа холбоотой ажилладаг олон улсын мөн төрийн болон төрийн бус байгууллагууд эдгээр эх бэлтгэх ажилгаанд оролцдог. ОУЦТХ нь олон улсын стандартчиллын (ОУС) байгууллагтай хоёр байгууллагын хоорондын хэлцлийн дагуу нягт хамтран ажилладаг.
2. Техникийн хороо бүр нь ОУЦТХ-н үндэсний хороодын төлөөлөгчдөөс бүрдэх тул техникийн хэрэгтэй холбоотой ОУЦТХ-ны албан ёсны шийдвэр буюу хэлэлцлүүд нь өргөн хүрээг хамарч холбогдох сэдвийн талаарх олон улсын зөвшилцлийг илэрхийлдэг.
3. ОУЦТХ-ны нийтлэлүүд нь олон улсын хэрэглээнд зориулсан зөвлөмж маягтай байдаг бөгөөд энэ утгаар нь ОУЦТХ-н үндэсний хороод хүлээн авдаг. ОУЦХ-ний нийтлэлийн техникийн мөн чанарыг үнэн зөв байлгахын тулд бүхий л хүчин чармайлтаа тавьдаг. Нийтлэлийн техникийн мөн чанарыг ямар аргаар хэрэглэх буюу буруу ойлгох зэрэгт ОУЦТХ хариуцлага хүлээхгүй.
4. Олон улсын нэг ижил ойлголтыг дэмжихийн тулд ОУЦТХ нь ОУЦТХ-ний нийтлэлийг үндэсний болон бүс нутгийн нийтлэлүүдэд аль болох ил тод байхыг шаарддаг. ОУЦТХ-ний нийтлэл ба үндэсний буюу бүс нутгийн нийтлэлүүдийн хоорондын ямар нэг ялгааг дараа тодорхой болно.
5. ОУЦТХ нь батламжаа илэрхийлэх тэмдэглэл хийдгүй бөгөөд ОУЦХ-ийн нийтлэлээр хэвлэлээр мэдээлсэн аливаа тоног төхөөрөмжийн төлөө хариуцлага хүлээхгүй.
6. Нийтлэл нь хамгийн сүүлчийн хувилбар мөн гэдгийг баттай мэдэж байх ёстой.
7. ОУЦТХ ба түүний захирлууд, албан хаагчид, ажилчид, техникийн хороонд болон ОУЦТХ үндэсний хороодын гишүүд, бие даасан шинжээчдийн агентлаг нь хувь хүний хохирол, эд хөрөнгийн эвдрэл, бодит шалтгаангүй эвдрэл, ОУЦТХ-ний нийтлэл, хэвлэн нийтлэх болон худалдан авахтай холбоотой шууд болон шууд бус зардлын төлөө хариуцлага хүлээхгүй.
8. Энэ хэвлэлд иш татсан норм зааварт анхаарлаа хандуулаарай. Нийтлэлийг зөв хэрэглэхийн тулд заавар бүхий хэвлэлийг ашиглах нь зайлшгүй шаардлагатай.
9. ОУЦТХ-ны нийтлэлийн зарим элементүүд зохиогчийн сэдэв байж болох тул анхаарах. ОУЦТХ нь ямар нэг патентын эрхийг тодорхойлоход хариуцлага хүлээхгүй.

Олон улсын IEC 60137 стандартыг 36А дэд хороо бэлтгэдэг: Хөндийрүүлэгдсэн оруулга, ОУЦТХ–н 36 гэх техникийн хороо : Хөндийрүүлэгч

Энэхүү долоо дахь хэвлэл нь 2008 онд хэвлэгдсэн зургаа дахь хэвлэлийг хүчингүй болгож, орлуулж, техникийн засвар хийсэн.

Энэ хувилбар нь өмнөх хувилбарт дараах техникийн чухал өөрчлөлтүүдийг агуулдаг:

* Давирхай шингээсэн синтетик (ДШС) оруулгыг нэвтрүүлсэн,
* *Um ≤ 1,1 кВ, Um = 1 100 кВ, Um = 1 200 кВ*-ын оруулгуудыг нэвтрүүлсэн.
* Температурын өсөлтийн туршилтыг 3.4-т заасны дагуу шингэн хөндийрүүлэгтэй оруулгуудад оруулсан болно.
* Um>72,5 кВ-ын бүх трансформаторын оруулгуудад зориулсан хуурай аянгын импульсийн туршилтыг ердийн туршилт болгон нэвтрүүлсэн.
* Далайн түвшиний өндрийг залруулах аргад засвар орсон (>1000м)

Энэхүү стандартын бичвэр дараах баримт бичгүүдэд тулгуурласан болно. Үүнд:

|  |  |
| --- | --- |
| FDIS | санал хураалтын дүн |
| 36A/187/FDIS | 36/189/RVD |

Энэ стандартыг батлах санал хураалтын бүрэн мэдээллийг дээрх хүснэгтэд заасан санал хураалтын тайлангаас харах боломжтой.

Энэ нийтлэлийн төслийг ОУСБ/ОУЦТХ-ын Захирамжийн 2 дугаар хэсэгт заасны дагуу боловсруулсан.

ОУЦТХ-ын “http://webstore.iec.ch” гэсэн цахим хуудсанд өгсөн засвар хийхийг заасан өдрийг хүртэл энэ нийтлэлийн агуулгыг өөрчлөхгүй хэвээр байлгахаар тус хороо шийдвэрлэсэн. Энэ өдөр уг хэвлэлийг:

* + дахин баталгаажуулна,
  + хүчингүй болгоно,
  + шинэчилсэн хувилбараар солино, эсвэл
  + нэмэлт өөрчлөлт оруулна.

2018 оны 5-р сарын засварын агуулгыг энэ хуулбарт оруулав.

**ӨМНӨХ ҮГ**

Энэхүү стандартын одоогийн хэвлэлийг бэлтгэхдээ IEC 60076-3:2013 стандартын цахилгаан трансформаторын туршилтын шаардлагуудыг илүүтэйгээр авч үзсэн болно.

**FOREWORD**

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)'). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non­governmental 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.

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 60137 has been prepared by sub-committee 36A: Insulated

bushings, of IEC technical committee 36: Insulators.

This seventh edition cancels and replaces the sixth edition, published in 2008, and constitutes a technical revision.

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

* Resin-impregnated synthetic (RIS) bushings has been introduced.
* Bushings with *U*m ≤ 1,1 kV, *U*m = 1 100 kV and *U*m = 1 200 kV have been introduced.
* Temperature rise testing has been included for liquid-insulated bushings according to clause to 3.4.
* Introducing dry lightning impulse testing as a routine test for all transformer bushings with Um > 72,5kV
* The altitude correction procedure has been revised ( > 1 000 m).

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

|  |  |
| --- | --- |
| FDIS | Report on voting |
| 36A/187/FDIS | 36/189/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 maintenance result date indicated on the IEC web site under "<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.

The contents of the corrigendum of May 2018 have been included in this copy.

**INTRODUCTION**

In the preparation of the current edition of this standard further consideration has been given to the test requirements for power transformers as described in IEC 60076-3:2013.

**МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ**

**Ангилалтын код**

|  |  |
| --- | --- |
| **Хувьсах гүйдлийн 1000в –с дээших хүчдэлийн**  **хөндийрүүлэгдсэн оруулга** | **MNS IEC 60137:2022** |
| **Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V** | **IEC 60137-2017** |

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Хамрах хүрээ  Энэ стандарт нь оруулгын хөндийрүүлэгчийн техникийн үзүүлэлт, туршилтын аргыг заана.  Энэ стандарт нь 15-60Гц-н давтамжтай 1000В-с дээших хүчдэлийн тоног төхөөрөмжийн хамгийн их хүчдэл дэх гурван фазын хувьсах гүйдлийн системийн цахилгаан аппаратур, машин механизм, трансформатор, хуваарилах байгууламж болон суурьлуулах зэрэгт хэрэглэхэд зориулагдсан Зүйл 3-д үзүүлсэн оруулгад тохирно.  Худалдан авагч, нийлүүлэгчийн хооронд байгуулсан тусгай хэлэлцээрт хамаарах бол энэ стандартыг хэсэгчлэн буюу бүхэлд нь дараах байдлаар хэрэглэж болно:   * Гурван фазын системээс өөр системд хэрэглэх оруулгад. * Өндөр хүчдэлийн тогтмол гүйдлийн системийн оруулгад. * Туршилтын трансформаторын оруулгад. * Конденсаторын оруулгад.   Энэ стандартад заасан трансформаторын оруулгад зориулсан туршилт, тусгай шаардлагуудыг реакторын оруулгад хэрэглэж болно.  Энэ стандартыг үйлдвэрлэсэн ба зарсан оруулгад хэрэглэх боломжтой. Энэ стандартаар туршиж болохгүй аппаратурын хөндийрүүлэгийг аппаратурын хамт турших ёстой.  2. Норматив эшлэл  Дараах стандартууд энэ бичиг баримтыг хэрэглэхэд зайлшгүй хэрэг болно. Он сар өгөгдсөн бол зөвхөн заасан хувилбарыг хэрэглэнэ. Он сар заагаагүй бол стандартын хамгийн сүүлчийн хувилбар (залруулга бүхий)-ыг хэрэглэнэ.  IEC 60038, IEC стандарт хүчдэл  IEC 60050 (212):2010, Олон улсын цахилгаан техникийн толь бичиг - Бүлэг 212: Хатуу, шингэн, хийн цахилгаан хөндийрүүлэгч.  IEC 60059, IEC гүйдлийн стандарт утга  IEC 60060-1, Өндөр хүчдэлийн туршилтын техник- Бүлэг 1: Ерөнхий тодорхойлолтууд ба туршилтын шаардлага.  IEC 60068-2-17:1994, Байгаль орчны шинжилгээний үндсэн журам – Бүлэг 2-17: Туршилт – Туршилт Q: Нягтруулга  IEC 60071-1, Хөндийрүүлэгчийн зохицуулалт - Бүлэг 1: Тодорхойлолт, зарчим, дүрэм  IEC 60076-5, Хүчний трансформатор – Бүлэг 5: Богино залгааны гүйдлийг даах чадвар  IEC 60076-7, Хүчний трансформатор – Бүлэг 7: Тосон трансформаторыг ачаалах гарын авлага  IEC 60216-2, Цахилгаан хөндийрүүлэгч материал – Дулаан тэсвэрлэх шинж чанар – Бүлэг 2: цахилгаан хөндийрүүлэгч материалын дулаан тэсвэрлэх шинж чанарын тодорхойлолт – туршилтын хязгаарын сонголт  IEC 60270, Өндөр хүчдэлийн туршилтын техник - цахилгаан хэсэгчилсэн цахилалтын хэмжилт  IEC60296, Цахилгаан техникийн хэрэглээнд зориулсан шингэн - Трансформатор ба хуваарилах төхөөрөмжийн ашиглагдаагүй эрдэс тусгаарлагч тос  IEC 60376, Цахилгаан төхөөрөмжид хэрэглэх хүхэрт гексафорид (SF6)-ын тодорхойлолт  IEC 60422, Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн эрдэс тусгаарлагч тос - Хяналт, засвар үйлчилгээний заавар  IEC 60480, цахилгаан төхөөрөмжөөс гарсан хүхэрт гексафорид (SF6)-ыг шалгах, боловсруулах заавар, дахин хэрэглэхэд тавих шаардлага.  IEC 60505, цахилгаан тусгаарлагч системийг шалгах, үнэлэх  IEC TS 60815-1, Бохирдсон нөхцөлд ашиглах өндөр хүчдэлийн хөндийрүүлэгчийн сонголт ба хэмжээс - 1-р хэсэг: Тодорхойлолт, мэдээлэл ба ерөнхий зарчим  IEC TS 60815-2, Бохирдсон нөхцөлд ашиглах өндөр хүчдэлийн хөндийрүүлэгчийн сонголт ба хэмжээс - 2-р хэсэг: АС системд зориулсан керамик ба шилэн хөндийрүүлэгч.  IEC TS 60815-3, Бохирдсон нөхцөлд ашиглах өндөр хүчдэлийн хөндийрүүлэгчийн сонголт ба хэмжээс - 3-р хэсэг: А.С системд зориулсан полимер тусгаарлагч.  IEC 61099 Хөндийрүүлэгч шингэн - Цахилгааны зориулалтаар ашиглагдаагүй синтетик органик эфирийн техникийн үзүүлэлтүүд  IEC 61462, Нийллэг хөндийрүүлэгч-гадаа болон дотор хэрэглэх хөндий хөндийрүүлэгч- тодорхойлолт, турших арга, зөвшөөрөх хязгаарууд, хийцийн зөвлөмж  IEC TS 61463, Оруулга-газар хөдлөлтийг тэсвэрлэх чадвар  IEC 62155:2003 1000В–с дээших хэвийн хүчдэлтэй цахилгаан тоног төхөөрөмжид хэрэглэх даралттай ба даралтгүй хөндий керамик болон шилэн хөндийрүүлэгч.  IEC 62217 1000В–с дээших хэвийн хүчдэлтэй, дотор ба гадна орчинд хэрэглэхэд зориулагдсан полимер хөндийрүүлэгч-ерөнхий тодорхойлолт, туршилтын аргууд, зөвшөөрөх хязгаар.  IEC 62271-1, Өндөр хүчдэлийн хуваарилах байгууламж, удирдлагын самбар – Бүлэг-1: ерөнхий үзүүлэлт  IEC Гарын авлага 109, Байгаль орчны нөлөөлөл - цахилгаан техникийн бүтээгдэхүүний стандартад хамаарах  CISPR 16-1 (бүх бүлэг), Радио долгионы нөлөөллийг хэмжих аппаратур ба аргын техникийн үзүүлэлт.  CISPR 18-2 Агаарын цахилгаан дамжуулах шугам, өндөр хүчдэлийн тоног төхөөрөмжийн радио шуугианы үзүүлэлтүүд – Бүлэг 2: Хязгаарыг тодорхойлох үйлдэл, хэмжилтийн аргууд.  3. Нэр томьёо, тодорхойлолт  Энэ бичиг баримтад зориулан дараах нэр томьёо тодорхойлолтыг хэрэглэнэ.  ISO болон IEC нь стандартчилалд ашиглах нэр томъёоны мэдээллийн сан доорх санд байршдаг:  • IEC Electropedia: http://www.electropedia.org/ сайтаас авах боломжтой.  • ISO Цахим хайлтын платформ: http://www.iso.org/obp сайтаас авах боломжтой  3.1 Оруулга  Нэг буюу хэд хэдэн цахилгаан дамжуулагчийг хана эсвэл танк зэрэг байгууламж дундуур эдгээрээс хөндийрүүлэн хөндлөн нэвтрүүлж гаргахад хэрэглэдэг төхөөрөмж. Эдгээр байгууламжтай (фланц эсвэл бэхлэх хэрэгсэл) бэхлэх эд анги бол оруулгын нэг хэсэг юм.  Тайлбар 1: Дамжуулагч нь оруулгын салшгүй бүрдэл хэсэг байна, эсвэл оруулгын доторх хоолойд оруулж суулгахаар байна.  Эх сурвалж: IEC 60050-471:2007, 471-02-01]  3.2 Шингэн дүүргэлттэй оруулга  Тусгаарлах гэр харцаганы дотор талын гадаргүй ба үндсэн хатуу хөндийрүүлгийн хоорондын завсрыг тосоор дүүргэсэн оруулга.  3.3 Хөндийрүүлэх хольцоор дүүргэсэн оруулга  Тусгаарлах гэр харцаганы дотор талын гадаргүй ба үндсэн хатуу хөндийрүүлгийн хоорондын завсрыг хөндийрүүлэх хольцоор дүүргэсэн оруулга.  3.4 Шингэнээр хөндийрүүлэгдсэн оруулга  Үндсэн хөндийрүүлэг нь тос эсвэл хөндийрүүлэх шингэн агуулсан оруулга  Тайлбар 1: Эдгээр оруулгууд нь ихэвчлэн ил хийцтэй байдаг бөгөөд туршилт эсвэл ашиглалтын явцад хуримтлагдсан агаар, дараа нь хэсэгчлэн гадагшлуулахгүйн тулд суурилуулсны дараа зохих боловсруулалт шаарддаг.3.5 Хийгээр дүүргэсэн оруулга  Тусгаарлах гэр харцаганы дотор талын гадаргүй ба үндсэн хатуу хөндийрүүлгийн хоорондын завсрыг атмосферийн даралттай тэнцүү буюу их даралттай (орчны агаараас өөр) хийгээр дүүргэсэн нэвтрэх оруулга  Тайлбар: энэ тодорхойлолт нь хийгээр хөндийрүүлэгдсэн төхөөрөмжийн салшгүй иж бүрдэл болох оруулгад хамаарна. Энэ төхөөрөмжийн хий нь оруулгатай харилцан холбоотой оршино.  3.6 Хийгээр хөндийрүүлэгдсэн оруулга  Үндсэн хөндийрүүлэг нь атмосферийн даралттай тэнцүү буюу их даралттай (орчны агаараас өөр) хийг агуулсан нэвтрэх оруулга.  Тайлбар 1: Энэ тодорхойлолт нь хийгээр хөндийрүүлэгдсэн төхөөрөмжийн салшгүй иж бүрдэл болох оруулгад хамаарна. Энэ төхөөрөмжийн хий нь оруулгатай харилцан холбоотой оршино.  Тайлбар 2: Хий агуулсан гэр хайрцаг (дамжуулах давхарга, хөндийрүүлэх цилиндрийг тулах) өөр хатуу хөндийрүүлэх материалуудыг агуулах оруулга нь давхар хөндийрүүлэгдсэн оруулга юм. (3.13-г үзнэ үү)  Тайлбар 3: Хөндийрүүлэгч материал (нийллэг хальс) дотор дамжуулагч буюу хагас дамжуулагчийн давхаргуудыг байрлуулан хүсэн хэмжээний хүчдэлийг гаргах хөндийрүүлэгчийг хийн хөндийрүүлэг бүхий конденсаторын оруулга гэнэ.  3.7 Ханасан хийн оруулга  Хийгээр дүүргэсэн оруулга бол цаас буюу нийллэг хальсыг хуйлж хийсэн зүрхэвчээс бүрдэх ба атмосферийн даралттай тэнцүү буюу их даралттай (орчны агаараас өөр) хийг нэвчүүлэн боловсруулж хийсэн оруулга юм. Зүрхэвч болон гэрний хоорондох зай завсрыг мөн ижил төрлийн хийгээр дүүргэнэ.  Тайлбар: Гол хэсэг нь тусгаарлагч дугтуйнд агуулагддаг. Цөм ба тусгаарлагч бүрхүүлийн хоорондох зайг нэвчилтэнд ашигласан хийгээр дүүргэнэ.  3.8 Тос шингээсэн цаасан оруулга  Энэ оруулгыг цаасаар хуйлж хийсэн зүрхэвчээр хийж дараа нь хөндийрүүлэгч шингэн, ихэнхдээ трансформаторын тос шингээн боловсруулсан оруулга.  Тайлбар: Зүрхэвч нь хөндийрүүлэгч материалаар хийсэн гэрэнд байрлах ба гэр болон зүрхэвчний хоорондох зай завсрыг зүрхэвчинд шингээсэн хөндийрүүлэгч шингэнтэй адил шингэнээр дүүргэсэн байна.  3.9 Давирхайдсан цаасан оруулга  Давирхайдсан цаасыг хуйлж хийсэн зүрхэвчээс үндсэн хөндийрүүлэг нь бүрдэнэ.  Тайлбар 1 : Ороох үед цаасны давхарга бүр нь дотор талынхаа давхаргатай наалдаж шууд холбогдон хатаж бэхэждэг.  Тайлбар 2: Давирхайдсан цаасан оруулга нь тусгаарлах бүрээстэй байдаг ба энэ тохиолдолд завсрын зайг хөндийрүүлэгч шингэн буюу бусад хөндийрүүлэгч бодисоор дүүргэж болно.  3.10 Давирхайнд уусгасан цаасан оруулга  Үндсэн хөндийрүүлэг нь боловсруулаагүй хуйлсан цаасан зүрхэвчээс бүрдэх ба хурдан хатдаг давирхайг шингээнэ.  Тайлбар : Давирхайн уусгасан цаасан оруулга нь тусгаарлах бүрээстэй байдаг ба энэ тохиолдолд завсрын зайг хөндийрүүлэгч шингэн буюу бусад хөндийрүүлэгч бодисоор дүүргэж болно.  3.11 Давирхай шингээсэн синтетик оруулга RI  Гол хөндийрүүлэг нь дараа нь нөхөгдөх давирхайгаар шингээсэн нийлэг материалаар хийсэн гол гэмтлээс бүрдэх оруулга.  Тайлбар 1: Давирхайгаар шингээсэн синтетик оруулгаыг тусгаарлагч дугтуйгаар хангаж болох бөгөөд энэ тохиолдолд завсрын зайг тусгаарлагч шингэн эсвэл өөр тусгаарлагчаар дүүргэж болно.  Тайлбар 2: Үйлдвэрлэгч өөрөөр заагаагүй бол 3.11-д заасан оруулганүүдийг 3.10-д заасны дагуу RIP оруулга гэж үзнэ.  3.12 Керамик, шил болон эдгээртэй адил органик биш материалаар хийсэн оруулга  Керамик, шил болон органик биш материалаар үндсэн тусгаарлагчийг нь хийсэн оруулга  3.13 Цутгамал давирхайн тусгаарлагч бүхий оруулга  Органик болон органик биш материалаар цутгаж хийсэн оруулга  3.14 Давхар тусгаарлагчтай оруулга  Үндсэн хөндийрүүлэгч нь хоёроос олон өөр, өөр хөндийрүүлэгч материалаас бүрдэх оруулга  3.15 Багтаамжийн оруулга  Хөндийрүүлэгч материал дотор дамжуулагч буюу хагас дамжуулагчийн давхаргуудыг байрлуулан ажлын хүчдэлийг гаргасан оруулга.  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-471:2007, 471-02-03]  3.16 Дотор ажиллах оруулга  Хоёр гаргалга нь атмосферийн даралттай орчинд ажиллахаар хийсэн оруулга. Гэхдээ гадна орчинд тавьж болохгүй.  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-471:2007, 471-02-05]  3.17 Гадаа орчинд ажиллах оруулга  Хоёр гаргалга нь атмосферийн даралттай гадна орчинд ажиллахаар хийсэн оруулга  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-471:2007, 471-02-0 3.18 Гадна болон дотор орчинд ажиллах оруулга  Атмосферийн даралттай орчинд, нэг гаргалга нь дотор, нөгөө гаргалга нь гадна орчинд ажиллахаар хийсэн оруулга.  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-471:2007, 471-02-09]  3.19 Дотор ажиллах иммерсийн оруулга  Нэг гаргалга нь дотор орчинд ажиллах, нөгөө гаргалга нь агаараас өөр хөндийрүүлэх орчин (тос буюу хий)-д ажиллахаар хийсэн оруулга.  Тайлбар: Энэ тодорхойлолт нь орчны хэмээс дээш хэмтэй агаар бүхий орчинд ажиллах оруулгад хамаарна. Жишээ нь агааран хөндийрүүлэгчтэй хоолой дотор.  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-471:2007, 471-02-06]  3.20 Гадна ажиллах иммерсийн оруулга  Нэг гаргалга нь гадна орчинд ажиллах, нөгөө гаргалга нь агаараас өөр хөндийрүүлэх орчин (тос буюу хий)–д ажиллахаар хийсэн оруулга  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-471:2007, 471-02-08]    3.21 Бүрэн иммерсийн оруулга  Хоёр гаргалга нь агаараас өөр хөндийрүүлэх орчин (тос буюу хий)-д ажиллахаар хийсэн оруулга  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 66050-471:2007, 421-02-04]  3.22 Залгууртай оруулга  Салангид холбогчтой оруулга  Нэг гаргалга нь ямар нэг хөндийрүүлэх орчинд, нөгөө үзүүрийг нь кабель холбоход зориулагдсан холбогчтой хийсэн байна. Холбогч нь оруулгын үүргийг гүйцэтгэхгүй.  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-471:2007, 471-02-02]  3.23 Тоног төхөөрөмжийн шугаман хүчдэл *Um*  Тоног төхөөрөмжийн хөндийрүүлэгчээс нь хамааруулан тооцоолсон хоёр фазын хоорондох хүчдэлийн хамгийн их үйлчлэх утга болон энэ хүчдэлийн уг төхөөрөмжийн холбогдох стандартад хамаарах бусад шинж чанарууд.  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-614:2016, 614-03-01]  3.24 Фазын хэвийн хүчдэл  5-р зүйлд заасан ажлын нөхцөлд оруулгын даах, дамжуулагч ба газардуулсан бэхлэх хэрэгслийн хоорондох хүчдэлийн хамгийн их үйлчлэх утга.  3.25 Хэвийн гүйдэл *Ir*  5-р зүйлд заасан ажлын нөхцөлд, халалтын хэмжээг Хүснэгт 2-д өгсөн хязгаараас хэтрүүлэхгүйгээр оруулгын дамжуулж чадах гүйдлийн хамгийн их үйлчлэх утга.  3.26 Эгшин зуур халаах цахилгаан гүйдэл Ith  5.3-д заасан ёсоор байрлах орчин ба иммерслэх бодисын халалт хамгийн их байхаар өгсөн хэвийн гүйдлийн дулааны үйлчлэлийг зөвшөөрөгдөх (tth) хугацааны туршид тэсвэрлэх оруулгын симметер гүйдлийн үйлчлэх утга.  3.27 Хэвийн динамик гүйдэл *Id*  Оруулга нь механик ачааллыг даах үеийн гүйдлийн оргил утга.  3.28 Халалт  Оруулгын хөндийрүүлэгчтэй контактлах металл эд ангийн хамгийн их халсан цэгийн халууны хэм ба орчны агаарын халууны хэмийн хэмжилтийн ялгаврыг халалт гэнэ. (4.8-ийг үзнэ үү)  3.29 Хэвийн давтамж *fr*  Оруулгат ажиллахаар тооцоолсон давтамж:  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-421:1990, 421-04-03, өөрчлөн ("трансформатор эсвэл реактор"-ыг оруулгаар сольсон")]  3.30 Хөндийрүүлэх хийн дүүргэлтийн хэвийн даралт  +200C ба 101.3 кПа параметртэй атмосферийн стандарт нөхцөлд, харьцангуй буюу абсолют нөхцөлөөр илэрхийлж болох, хөндийрүүлэх зориулалтаар оруулгыг дүүргэсэн Паскал (Па)-р илэрхийлсэн даралт. Суурилуулахын өмнө буюу ажиллагааны үед бол автоматаар дүүргэнэ.  3.31 Хамгийн их дотоод хийн даралт  Оруулга нь 5.3 д заасан ёсоор хамгийн өндөр халууны хэмд хэвийн гүйдэлтэй ажиллаж байгаа үеийн даралт.  3.32 Гадаад хийн хамгийн их даралт  Зарим хэсэг нь эсвэл бүтнээрээ иммерсэлсэн оруулга доторх хийжүүлсэн хөндийрүүлэх бодисын ажиллагааны үеийн хамгийн их даралт.  3.33 Тооцоолсон даралт (гаднах гэрний)  Гаднах гэрний зузааныг тодорхойлоход хэрэглэх даралт.  3.34 Алдагдал  (хий дүүргэсэн, хийн хөндийрүүлэгчтэй, ханасан хийн болон хийд иммерсэлсэн оруулгын) зэргийн алдагдал. Тухайн хэмд даралтын үйлчлэлээр зай завсраар нэгж хугацаанд урсах хуурай хийн хэмжээ.  Тайлбар: Си системд алдагдлын нэгж “’паскал х куб метр/ second (Па x м3/сек)”. Энэ стандартад “Па х см3/сек” болон “бар х см3/сек” гэсэн нэгжийг хэрэглэдэг. Эдгээр нь үйлдвэрийн практик хэрэглээнд илүү тохирдог. 1 Па х м3/сек = 106Па х см3/сек = 10 бар х см3/сек  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60068-2-17:1994, 1.1)  3.35 Хөндий оруулга  Нэг үзүүрээс нөгөө үзүүр хүртэл хөндий бөгөөд дэлбээтэй ба дэлбээгүй оруулга.  Тайлбар: Хөндийрүүлэх гэр нь нэг юм уу хоёр эсвэл олон монтажлагдсан хөндийрүүлэгч хэсгүүдээс бүрдэж болно.  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-471:2007, 471-01-8, өөрчлөн ("төгсгөлийн холбох хэрэгслийг оруулаад" зайлуулах, оруулгад өөрчлөлт оруулсан Тайлбар 1)]  3.36 Нэвчилтийн зай  Хоёр гүйдэл дамжуулах хэсгийн хоорондох хөндийрүүлэгч гадаргүйн дагуух хамгийн богино зай.  Тайлбар 1: Суурилуулалтад хэрэглэж байгаа цемент болон бусад хөндийрүүлэгч биш материалуудад нэвчилтийн зай тооцоологдохгүй.  Тайлбар 2: Хэрэв хөндийрүүлэгчийн хөндийрүүлэх хэсэг өндөр омын эсэргүүцэлтэй бол өндөр эсэргүүцэлтэй хөндийрүүлэх гадаргуутай гэж тооцох ба нэвчилтийн зайнд байна.    [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-471:2007, 471-01-04]  3.37 Нум үүсэх зай  Хэвийн ажлын хүчдэлтэй байгаа металл хэсгүүдийн хооронд байрлах хөндийрүүлэгч хүртэлх агаараар холбогдох хамгийн богино зай.  Тайлбар 1: Бас “Хуурай нумын зай”, “холбоосны зай” гэх нэр томьёо хэрэглэгддэг.  Тайлбар 2: Нумын зай нь IEC 60076-3-т заасан агаарын гаднах зайны утгуудаас богино байж болно.  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-471:2007, 471-01-01, өөрчлөн (Тэмдэглэл нэмсэн)]  3.38 Туршилтын клем, хэмжилт хийх клем, tan δ-н клем  Энэ холболтын шон нь хөндийрүүлэгчийн фланцыг газардуулан алдагдлын хэмжээ, багтаамж, нэвчилтийг хэмжих боломжтой болгох зорилгоор багтаамжийн оруулгын дамжуулагч давхаргуудын нэгэнд бэхэлсэн фланц болон бусад бэхэлгээний төхөөрөмжөөс хөндийрүүлэгдсэн, оруулгын гадна талаас холбох боломжтой холбогч.  Тайлбар 1: Энэ холболтын шонг хэрэглээгүй үед бол шууд газардуулах ёстой.  Тайлбар 2: Ашиглалтын хугацаанд, төлөвийн хяналтад зориулан туршилтын шонг хэрэглэх үедээ хэлхээг задгай болохоос анхаарах ёстой.    3.39 Хүчдэлийн клем, потенциалын клем, багтаамжийн клем  Энэ шон нь оруулга ажиллагаанд байгаа үед хүчдэлийн үүсгүүр бэлдэх зорилгоор багтаамжийн оруулгын дамжуулах давхаргуудын нэгэнд бэхлэсэн, фланц болон бусад бэхэлгээний төхөөрөмжөөс хөндийрүүлэгдсэн, оруулгын гадна талаас холбох боломжтой холбогч.  Тайлбар 1: Энэ холболтын шонг хэрэглээгүй үед бол шууд газардуулах ёстой.  Тайлбар 2: Бас сарнилтын хэмжээ, багтаамж, нэвчилтийг хэмжих зорилгоор хэрэглэж болно.  3.40 Хүчдэлийн клем дээрх хэвийн хүчдэл  Хэвийн давтамжтай фазын хүчдэлийг оруулгад өгөх үед холбогдох төхөөрөмжийг ачааллын гүйдлээр хангахаар тооцоологдсон клем дээрх хүчдэл.  3.41 Нийллэг оруулга  Хөндийрүүлэх гэр нь резинэн бүрээстэй болон бүрээсгүй давирхай шингээсэн шилэн хоолойноос бүрдэх оруулга.  Тайлбар: 3.9-3.13-д тодорхойлсон оруулгын хувьд резин нь үндсэн хөндийрүүлэгч байж болно.  3.42 Цахилгаан багтаамж (оруулгын)  3.42.1 Үндсэн багтаамж *С1*  Багтаамжийн оруулгын өндөр хүчдэлийн дамжуулагч болон туршилтын буюу эсвэл хүчдэлийн клем хоёрын хооронд үүсэх цахилгаан багтаамж.  3.42.2 Холболтын шонгийн багтаамж *С2*  Багтаамжийн оруулгын туршилтын буюу эсвэл хүчдэлийн клем ба бэхэлгээний фланц хооронд үүсэх цахилгаан багтаамж.  3.42.3 Цахилгаан багтаам *С*  Туршилтын болон хүчдэлийн клемгүй оруулгын бэхэлгээний фланц ба өндөр хүчдэлийн дамжуулагчийн хооронд үүсэх цахилгаан багтаамж.  4. Хэвийн хүчин чадал  4.1 Тоног төхөөрөмжийн нэрлэсэн хамгийн өндөр хүчдэл(*Um*)  Оруулгын *U*m-н утгыг IEC 60038-д тодорхойлсон тоног төхөөрөмжид тохирох өндөр хүчдэлийн стандарт буюу доорх жагсаалтаас сонгох ёстой. Энэ нь [кВ] нэгжтэй байна:  3.6 - 7.2 - 12 - 17.5 - 24 - 36 - 52 - 72.5 - 100 - 123 - 145 - 170 - 245 - 300- 362 - 420 - 550 – 800 – 1 100 – 1 200 кВ.  ТАЙЛБАР: Стандарт гурван фазын системүүдийн хувьд фазаас газардуулгын нэрлэсэн хүчдэл нь Um / √3 байна  4.2 Нэрлэсэн гүйдэл (*Ir*)  Оруулгын *I*r–н утгыг [ампер] нэгжээр доор өгсөн жагсаалтаас сонгож авна:  100 – 250 -315 – 400 – 500 – 630 – 800 – 1 000 – 1 250 – 1 600 – 2 000 – 2 500 -3 150 – 4 000 – 5 000 – 6 300 -8 000 – 10 000 – 12 500 -16 000 – 20 000 – 25 000 – 31 500 – 40 000 A  Дээрх цахилгаан гүйдлийн жагсаалт нь IEC 60059 -д заасан утгатай тохирно.  Трансформаторын зориулалттай хоолойдоо дамжуулагч бүхий оруулгын хувьд нийлүүлэгч нь хоолойн хөндлөн огтлол ба 4.8-д заасан *Ir*-тэй дүйх дамжуулагчийн материалыг зааж өгөх ёстой.  Трансформаторын хэвийн гүйдлийн 120%-с багагүй *Ir*-тэй трансформаторын оруулгыг хамгийн их температур болон хамгийн их дундаж температурыг нэмэлт тодруулга туршилтгүйгээр IEC 60076-7-н дагуу хэт ачааллыг тэсвэрлэх чадвартайд тооцно.    4.3 Нэрлэсэн эгшин зуурын халалтын гүйдэл (Ith)  Өөрөөр заагаагүй бол Ith-н стандарт утга нь 1 секундийн tth хугацаанд *Ir* -с 25 дахин их байх ёстой. 4000А тай тэнцүү буюу их *Ir*–тай нэвтрэх хөндийрүүлэгчийн хувьд 100 кА байна.  Трансформаторын оруулгын хувьд бол өөрөөр заагаагүй бол tth  нь IEC 60076-5 ёсоор 2 сек байх ёстой.  1 секундээс их tth хугацааны хувьд цахилгаан гүйдэл ба хугацааны хоорондын хамаарал  I2th x tth = constant байна.  Трансформаторын хоолойдоо дамжуулагчтай оруулгын хувьд ажлын гүйдэлтэй тохирох дамжуулагчийн хөндлөн огтлол 4.2 д зааснаас бага байж болно. Энэ тохиолдолд ажлын гүйдэл, хөндлөн огтлол нь 8.8 д өгсөн шаардлагад нийцэх ёстой.  4.4 Нэрлэсэн динамик гүйдэл (Id)  *Id –*н стандарт утга 4.3 ёсоор Ith-с 2.5 дахин их оргил ампилитуттай байх ёстой.  Зарим тохиолдолд 4.3 заасан Ith-с 2.5 дахин их утга нь трансформаторын тодорхойломжтой хамааралтай байх шаардлага гарч болно. Трансформатор үйлдвэрлэгч нь оруулгын захиалгын хуудсан дээр ийм шаардлагуудыг онцгойлон тайлбарлах ёстой. (6.1.4-г харна уу)  4.5 Хэвгий механик ачааллыг даах хамгийн бага утга  Оруулга нь 1-р хүснэгтийн 1 ба 2-р түвшинд өгсөн хэвгий ачааг дааж байх ёстой. Түвшин-1 нь хэвийн ачааллыг илэрхийлэх ба худалдан авагч түвшин-2-д өгсөн хүнд нөхцөлийг заагаагүй бол түвшин-1–г заавал хангасан байх ёстой. | 1. 1. Scope   This International Standard specifies the characteristics and tests for insulated bushings.  This standard is applicable to bushings, as defined in Clause 3, intended for use in electrical apparatus, machinery, transformers, switchgear and installations for three-phase alternating current systems, having highest voltage for equipment above 1 000 V and power frequencies of 15 Hz up to and including 60 Hz.  Subject to special agreement between purchaser and supplier, this standard may be applied, in part or as a whole, to the following:   * bushings used in other than three-phase systems; * bushings for high-voltage direct current systems; * bushings for testing transformers; * bushings for capacitors.   Special requirements and tests for transformer bushings in this standard apply also to reactor bushings.  This standard is applicable to bushings made and sold separately. Bushings which are a part of an apparatus and which cannot be tested according to this standard should be tested with the apparatus of which they form part.   1. Normative references   The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.  IEC 60038, IEC standard voltages  IEC 60050 (212):2010, International Electrotechnical Vocabulary – Part 212: Electrical Insulating solids, liquids and gases  IEC 60059, IEC standard current ratings  IEC 60060-1, High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements  IEC 60068-2-17:1994, Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing  IEC 60071-1, Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules  IEC 60076-5, Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit  IEC 60076-7: Power transformers – Part 7: Loading guide for oil - immersed transformers  IEC 60216-2, Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria  IEC 60270, High-voltage test techniques – Partial discharge measurements  IEC 60296, Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear  IEC 60376, Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment  IEC 60422, Mineral insulating oils in electrical equipment – Supervision and maintenance guidance  IEC 60480, Guidelines for the checking and treatment of sulphur hexafluoride (SF6) taken from electrical equipment and specification for its re-use  IEC 60505, Evaluation and qualification of electrical insulation systems  IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles  IEC TS 60815-2, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems  IEC TS 60815-3, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 3: Polymer insulators for a.c. systems  IEC 61099, Insulating liquids – Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes  IEC 61462, Composite insulators – Hollow insulators for use in outdoor and indoor electrical equipment – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations  IEC TS 61463, Bushings – Seismic qualification  IEC 62155:2003, Hollow pressurised and unpressurised ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V  IEC 62217, Polymeric insulators for indoor and outdoor use with nominal voltage greater than 1 000 V – General definitions, test methods and acceptance criteria  IEC 62271-1, High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications  IEC Guide 109, Environmental aspects – Inclusion in electrotechnical product standards  CISPR 16-1 (all parts), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods  CISPR 18-2, Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Parts 2: Methods of measurement and procedure for determining limits   1. Terms and definitions   For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.  ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:  • IEC Electropedia: available at http://www.electropedia.org/  • ISO Online browsing platform: available at http://www.iso.org/obp  3.1 bushing  device that enables one or several conductors to pass through a partition such as a wall or a tank, and insulates the conductors from it; the means of attachment (flange or fixing device) to the partition forms part of the bushing  NOTE 1 The conductor may form an integral part of the bushing or be drawn into the central tube of the bushing.  [SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-02-01]  3.2 liquid-filled bushing  bushing in which the space between the inside surface of the insulating envelope and the solid major insulation is filled with oil   * 1. compound-filled bushing   bushing in which the space between the inside surface of the insulating envelope and the solid major insulation is filled with an insulating compound   * 1. liquid-insulated bushing   bushing in which the major insulation consists of oil or another insulating liquid  Note 1 to entry: These bushings are often of an open design which require proper processing after installation in order to avoid trapped air and subsequent partial discharges during testing or in service.  3.5 gas-filled bushing  bushing in which the space between the inside surface of the insulating envelope and the solid major insulation is filled with gas (other than ambient air) at atmospheric pressure or higher  NOTE This definition includes bushings which are intended to form an integral part of gas-insulated equipment, the gas of the equipment being in communication with that of the bushing.  3.6 gas-insulated bushing  bushing in which the major insulation consists of gas (other than ambient air) at atmospheric pressure or higher  NOTE 1 This definition includes bushings which are intended to form an integral part of gas-insulated equipment, the gas of the equipment being in communication with that of the bushing.  NOTE 2 A bushing which contains solid insulating materials other than the envelope containing the gas (e.g. support for conducting layers or insulating cylinder), is a combined insulation bushing (see 3.13).  NOTE 3 A bushing in which the desired voltage grading is obtained by an arrangement of conducting or semi- conducting layers incorporated in an insulating material (e.g. plastic film) is referred to as a gas insulated condenser graded bushing.  3.7 gas-impregnated bushing  bushing in which the major insulation consists of a core wound from paper or plastic film (GIF) and subsequently treated and impregnated with gas (other than ambient air) at atmospheric pressure or higher, the space between the core and the insulating envelope being filled with the same gas  Note 1 to entry: the core is contained in an insulating envelope. The space between the core and the insulating envelope being filled with the same gas as used for the impregnation.    3.8 oil-impregnated paper bushing OIP  bushing in which the major insulation consists of a core wound from paper and subsequently treated and impregnated with an insulating liquid, generally transformer oil  NOTE The core is contained in an insulating envelope, the space between the core and the insulating envelope being filled with the same insulating liquid as that used for impregnation.  3.9 resin-bonded paper bushing RBP  bushing in which the major insulation consists of a core wound from resin-coated paper  NOTE 1 to entry: During the winding process, each paper layer is bonded to the previous layer by its resin coating and the bonding achieved by curing the resin.  NOTE 2 to entry: A resin-bonded paper bushing can be provided with an insulating envelope, in which case the intervening space can be filled with an insulating liquid or another insulating medium.  3.10 resin-impregnated paper bushing RIP  bushing in which the major insulation consists of a core wound from untreated paper and subsequently impregnated with a curable resin  NOTE A resin-impregnated paper bushing can be provided with an insulating envelope, in which case the intervening space can be filled with an insulating liquid or another insulating medium.  3.11 resin-impregnated synthetics bushing RI  bushing in which the major insulation consists of a core wound from synthetics subsequently impregnated with a curable resin  Note 1 to entry: A resin-impregnated synthetics bushing can be provided with an insulating envelope, in which case the intervening space can be filled with an insulating liquid or another insulating medium.  Note 2 to entry: If not otherwise stated by the manufacturer, bushings in accordance with 3.11 shall be considered as RIP bushings according 3.10.3.12 ceramic, glass or analogous inorganic material bushing  bushing in which the major insulation consists of a ceramic, glass or analogous inorganic material  3.13 cast or moulded resin-insulated bushing  bushing in which the major insulation consists of a cast or moulded organic material with or without an inorganic filler  3.14 combined insulation bushing  bushing in which the major insulation consists of a combination of at least two different insulating materials  3.15 capacitance graded bushing  bushing, in which a desired voltage grading is obtained by an arrangement of conducting or semiconducting layers incorporated into the insulating material  [SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-02-03]  3.16 indoor bushing  bushing, both ends of which are intended to be in ambient air at atmospheric pressure, but not exposed to outdoor atmospheric conditions  [SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-02-05]  3.17 outdoor bushing  bushing, both ends of which are intended to be in ambient air at atmospheric pressure and exposed to outdoor atmospheric conditions  [SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-02-07]  3.18 outdoor-indoor bushing  bushing, both ends of which are intended to be in ambient air at atmospheric pressure and exposed to outdoor atmospheric conditions  [SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-02-09]  3.19 indoor-immersed bushing  bushing, one end of which is intended to be in ambient air but not exposed to outdoor atmospheric conditions and the other end to be immersed in an insulating medium other than ambient air (e.g. oil or gas)    NOTE This definition includes bushings operating in air at temperatures above ambient, such as occur with air- insulated ducting.  [SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-02-06]  3.20 outdoor-immersed bushing  bushing, one end of which is intended to be in ambient air and exposed to outdoor atmospheric conditions and the other end to be immersed in an insulating medium other than ambient air (e.g. oil or gas)  [SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-02-08]  3.21 completely immersed bushing  bushing, both ends of which are intended to be immersed in an insulating medium other than ambient air (e.g. oil or gas)  [SOURCE: IEC 66050-471:2007, 421-02-04]  3.22 plug-in type bushing  bushing for separable connector  bushing, one end of which is immersed in an insulating medium and the other end designed to receive a separable insulated cable connector, without which the bushing cannot function  [SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-02-02]  3.23 highest voltage for equipment *U*m  highest r.m.s. value of phase-to-phase voltage for which the equipment is designed in respect of its insulation as well as other characteristics which relate to this voltage in the relevant equipment standard  [SOURCE: IEC 60050-614:2016, 614-03-01]  3.24 rated phase-to-earth voltage  maximum r.m.s. value of the voltage which the bushing withstands continuously between the conductor and the earthed flange or other fixing device, under the operating conditions specified in Clause 5  3.25 rated current *I*r  maximum r.m.s. value of current which the bushing can carry continuously under the operating conditions specified in Clause 5, without exceeding the temperature rise limits of Table 2  3.26 rated thermal short-time current *I*th  r.m.s. value of a symmetrical current which the bushing withstands thermally for the rated duration (*t*th) immediately following continuous operation at rated current with maximum temperatures of ambient air and immersion media in accordance with 5.3  3.27 rated dynamic current *I*d  peak value of a current which the bushing withstands mechanically  3.28 temperature rise  difference between the measured temperature of the hottest spot of the metal parts of the bushing which are in contact with insulating material and the ambient air temperature (see 4.8)  3.29 rated frequency *f*r  frequency at which the bushing is designed to operate  [SOURCE: IEC 60050-421:1990, 421-04-03, modified ("transformer or reactor" replaced by "bushing")]  3.30 rated filling pressure of gas for insulation  the pressure in Pascal (Pa) for insulation referred to the standard atmospheric conditions of +20 ºC and 101,3 kPa (or density), which may be expressed in relative or absolute terms, to which the bushing is filled before being put into service, or automatically replenished  3.31 maximum internal operating gas  pressure  pressure, when the bushing is in operation, carrying rated current at the highest temperatures in accordance with 5.3  3.32 maximum external operating gas pressure  maximum pressure of the gaseous insulating medium in which the bushing is partially or completely immersed when in operation  3.33 design pressure (of the enclosure)  pressure used to determine the thickness of the enclosure  3.34 leak rate  leak rate (of gas-filled, gas-insulated, gas-impregnated and gas-immersed bushings)  quantity of dry gas at a given temperature that flows through a leak per unit of time and for a known difference of pressure across the leak    NOTE The basic SI unit for leak rate is “Pascal cubic metre per second (Pa х m3/s)”. The derived units “Pa х cm3/s” and “bar х cm3/s” are used in this standard, as they better conform to the orders of magnitude used in common industrial practice. It should be remembered that: 1 Pa х m3/s = 106 Pa х cm3/s = 10 bar х cm3/s.  [SOURCE: IEC 60068-2-17:1994, 1.1)  3.35 hollow insulator  insulator which is open from end to end, with or without sheds  NOTE An insulating envelope may consist of one insulator unit or two or more permanently assembled insulator units.  [SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-8, modified (removal of "including end fittings", modified Note 1 to entry)]  3.36 creepage distance  shortest distance along the surface of an insulator between two conductive parts  NOTE 1 The surface of cement or of any other non-insulating jointing material is not considered as forming part of the creepage distance.  NOTE 2 If high-resistance coating is applied to parts of the insulating part of an insulator, such parts are considered to be effective insulating surfaces and the distance over them is included in the creepage distance.  [SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-04]  3.37 arcing distance  shortest distance in air external to the insulator between metallic parts which normally have the operating voltage between them  NOTE 1 to entry: The terms “dry arcing distance” or “taut string distance” are also used.  NOTE 2 to entry: The arcing distance may be shorter than the values for external clearances in air stated in IEC 60076-3  [SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-01, modified (Notes to entry added)]    3.38 test tap measuring tap tan δ tap  connection, accessible from outside the bushing, insulated from the flange or other fixing device, made to one of the outer conducting layers of a capacitance graded bushing in order to allow measurements of dissipation factor, capacitance and partial discharge whilst the flange of the bushing is earthed  NOTE 1 This connection should be earthed directly when it is not used.  NOTE 2 When the test tap is used for condition monitoring, in service, care should be taken to avoid an open circuit.  3.39 voltage tap potential tap  capacitance tap  connection, accessible from outside the bushing, insulated from the flange or other fixing device, made to one of the outer conducting layers of a capacitance graded bushing in order to provide a voltage source whilst the bushing is in operation  NOTE 1 This connection should be earthed directly when it is not used.  NOTE 2 This tap can also be used for the measurement of dissipation factor, capacitance and partial discharge.  3.40 rated voltage of the voltage tap  maximum voltage at which the tap is designed to supply the associated equipment, with the rated load connected thereto, when the rated phase-to-earth voltage is applied to the bushing at the rated frequency  3.41 composite bushing  bushing with an insulating envelope consisting of a resin impregnated fibre tube with or without a rubber compound covering  NOTE For bushings defined in 3.9 to 3.13, the rubber may be applied directly on to the bushing major insulation.    3.42 capacitance (of bushing)  3.42.1 main capacitance *C1*  capacitance between the high-voltage conductor and the test tap or the voltage tap of a capacitance-graded bushing  3.42.2 tap capacitance *C2*  capacitance between the test tap or the voltage tap and the mounting flange of a capacitance-graded bushing  3.42.3 capacitance *C*  capacitance between the high-voltage conductor and the mounting flange of a bushing without a voltage tap or test tap  4. Ratings4.1 Rated highest voltage for equipment (*U*m)  The values of *U*m of a bushing shall be chosen from the standard values of the highest voltage for equipment, defined in IEC 60038 as given below, in kilovolts:  3,6 – 7,2 – 12 – 17,5 – 24 – 36 – 52 – 72,5 – 100 – 123 – 145 – 170 – 245 – 300 – 362 – 420 – 550 – 800 – 1 100 – 1 200 kV.  NOTE For standard three phase systems the rated phase-to-earth voltage is *U*m / √3  4.2 Rated current (*I*r)  The values of *I*r of a bushing shall be chosen from the standard values as given below, in amperes:  100 – 250 – 315 – 400 – 500 – 630 – 800 – 1 000 – 1 250 – 1 600 – 2 000 – 2 500 – 3 150 – 4 000 – 5 000 – 6 300 – 8 000 – 10 000 – 12 500 – 16 000 – 20 000 – 25 000 – 31 500 – 40 000 A.  The above series of currents are in accordance with the values indicated in IEC 60059.  In the case of transformer bushings with the conductor drawn into the central tube, the supplier shall indicate the value of the cross-section, and the material of the conductor, which correspond to *I*r in accordance with 4.8.  Bushings for transformers selected with *I*r not less than 120 % of rated current of the transformer and with maximum temperature and maximum daily mean temperature in accordance with Table 4are considered to be able to withstand the overload conditions according to IEC 60076-7 without further clarification or tests. 4.3 Rated thermal short-time current (*I*th)  Unless otherwise specified, the standard value of *I*th shall be 25 times *I*r, *t*th being 1 s. For bushings with *I*r equal to or greater than 4 000 A, *I*th shall always be 100 kA.  For transformer bushings, *t*th shall be 2 s, unless otherwise stated, with reference to IEC 60076-5.  For durations of *t*th greater than 1 s, the relationship between current and time is assumed to be in accordance with  I2th x = constant  For transformer bushings, where the conductor is drawn into the central tube, the conductor cross-section corresponding to the operating current may be less than that indicated in 4.2. In such a case, the operating current and cross-section should conform to the requirements of 8.8.  4.4 Rated dynamic current (Id)  The standard value of *I*d shall have an amplitude of the first peak of 2,5 times the value of *I*th in accordance with 4.3.  In some cases, values greater than 2,5 times the value of *I*th indicated in 4.3 may be necessary with respect to the transformer characteristics. The transformer manufacturer should stipulate such requirements in the bushing ordering information (see 6.1.4).  4.5 Minimum withstand values of cantilever load  The bushings shall withstand the cantilever load given in Table 1, Level I or II. Level I is normal load and shall be generally applied, unless a purchaser specifies a heavy load of Level II. |

**1-р хүснэгт. Хэвгий ачааг даах хамгийн бага хэмжээ (4.5 болон 8.10-г харна уу)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Өндөр хүчдэл**  *Um*  kV | **Хэвийн гүйдэл**  А | | | | | | | |
| 800 | | 1000  1600 | | 2000  2500 | |  | |
|  | **Хэвгий ачааны хүч**  Н | | | | | | | |
|  | **Босоо тэнхлэгтэй ≤300 өнцгөөр суурилуулсан хөндийрүүлэгч** | | | | | | | |
|  | **I** | **II** | **I** | **II** | **I** | **II** | **I** | **II** |
| 36 | 500 | 500 | 625 | 625 | 1000 | 1000 | 1575 | 1575 |
| 52 | 500 | 800 | 625 | 800 | 1000 | 1250 | 1575 | 1575 |
| 72,5- 100 | 500 | 1000 | 625 | 1000 | 1000 | 1575 | 2000 | 2000 |
| 123 -145 | 625 | 1575 | 800 | 1575 | 1250 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 170 -245 | 625 | 2000 | 800 | 2000 | 1250 | 2500 | 2000 | 2500 |
| 300 | 1250 | 2000 | 1250 | 2000 | 1575 | 2500 | 2500 | 2500 |
|  | **Хэвгий ачааны турших хүч**  Н | | | | | | | |
|  | **I** | **II** | **I** | **II** | **I** | **II** | **I** | **II** |
| 36 | 1 000 | 1000 | 1 250 | 1250 | 2000 | 2000 | 3150 | 3150 |
| 52 | 1 000 | 1600 | 1 250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 3150 |
| 72,5 -100 | 1 000 | 2000 | 1 250 | 2000 | 2000 | 3150 | 4000 | 4000 |
| 123 -145 | 1 250 | 3150 | 1 600 | 3150 | 2500 | 4000 | 4000 | 4000 |
| 170 -245 | 1 250 | 4000 | 1 600 | 4000 | 2500 | 5000 | 4000 | 5000 |
| 300 | 2 500 | 4000 | 2 500 | 4000 | 3150 | 5000 | 5000 | 5000 |
| Хэвгийн механик ачаалалд терминалын ачаалал ба салхины даралт (70 Па) үед IEC TS 6146-аас ишлэнэ.  Босоо чиглэлд >30° өнцгөөр ажиллаж байгаа оруулгуудын хувьд туршилтын ачаалал ба горимыг сонгохдоо оруулганы өөрөө ачааллын нөлөөг харгалзан үзнэ. Дээр өгөгдсөн утгууд нь босоо байрлалд турших босоо оруулгуудтай тохирч байна. Хэрэв хазайсан эсвэл хэвтээ оруулгаыг босоогоор турших гэж байгаа бол түүнтэй тэнцэх хүч  Ашиглалтын байрлал дахь оруулганы жингээс үүдэн фланцын гулзайлтын моментийг олж авахын тулд нэмэх хэрэгтэй. Хэрэв босоо оруулгаыг хэвтээ байдлаар турших гэж байгаа бол туршилтын ачааллыг ижил аргаар багасгаж болно.  I түвшин = хэвийн ачаалал, II түвшин = хүнд ачаалал.  Дээд болон доод хөндийрүүлэгчийн дугтуйг төв бэхэлгээний дамжуулагч дээр хавчих хүчээр угсардаг оруулгуудын хувьд нэрлэсэн гүйдлийн урсгалын улмаас дамжуулагчийн дулааны тэлэлтийг харгалзан хэвгийн механик ачааллыг сонгохыг зөвлөж байна. | | | | | | | | |

**Table 1 – Minimum values of cantilever withstand load (see 4.5 and 8.10)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Highest voltage** *Um*  kV | **Rated current**  А | | | | | | | |
| 800 | | 1000-1600 | | 2000 -2500 | |  | |
|  | **Cantilever operating load**  Н | | | | | | | |
|  | **Bushing installed ≤300 from the vertical** | | | | | | | |
| 36 | **I** | **II** | **I** | **II** | **I** | **II** | **I** | **II** |
| 52 | 500 | 500 | 625 | 625 | 1000 | 1000 | 1575 | 1575 |
| 72,5- 100 | 500 | 800 | 625 | 800 | 1000 | 1250 | 1575 | 1575 |
| 123 -145 | 500 | 1000 | 625 | 1000 | 1000 | 1575 | 2000 | 2000 |
| 170 -245 | 625 | 1575 | 800 | 1575 | 1250 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 300 | 625 | 2000 | 800 | 2000 | 1250 | 2500 | 2000 | 2500 |
|  | **Cantilever test load**  Н | | | | | | | |
|  | **I** | **II** | **I** | **II** | **I** | **II** | **I** | **II** |
| 36 | 1 000 | 1000 | 1 250 | 1250 | 2000 | 2000 | 3150 | 3150 |
| 52 | 1 000 | 1600 | 1 250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 3150 |
| 72,5 -100 | 1 000 | 2000 | 1 250 | 2000 | 2000 | 3150 | 4000 | 4000 |
| 123 -145 | 1 250 | 3150 | 1 600 | 3150 | 2500 | 4000 | 4000 | 4000 |
| 170 -245 | 1 250 | 4000 | 1 600 | 4000 | 2500 | 5000 | 4000 | 5000 |
| 300 | 2 500 | 4000 | 2 500 | 4000 | 3150 | 5000 | 5000 | 5000 |
| Cantilever operating loads include terminal load and wind pressure (70 Pa), reference IEC TS 61463.  For bushings operating at an angle >30° to the vertical, the effect of bushing self-load should be considered when selecting test load and procedure. The values given above correspond to vertical bushings that are to be tested in a vertical position. If a tilted or horizontal bushing is to be tested vertically, then an equivalent force  should be added to achieve the bending moment at the flange, caused by the weight of the bushing in its operating position. If a vertical bushing is to be tested horizontally, then the test load can be reduced in the same manner.  Level I = normal load, Level II = heavy load.  For bushings where upper and lower insulating envelopes are assembled by clamping force on the central fixing conductor, it is recommended to choose the cantilever test load, taking into account the thermal expansion of the conductor due to the rated current flow. | | | | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **4.6 Суурилуулах өнцөг**  Бүх оруулгууд нь босоо тэнхлэгтэй 30 0С-с ихгүй налалтын өнцгөөр суурилуулахаар зохион бүтээгдсэн байх ёстой. Өөр өнцгөөр суурилуулах тохиолдолд бол захиалагч ба нийлүүлэгч гэрээ хийх шаардлагатай.    Тайлбар: Оруулга нь босоо тэнхлэгтэй 300С хүртэлх өнцгөөр ажиллаж байвал босоо оруулга гэж үзнэ. Оруулга нь босоо тэнхлэгтэй 700С болон үүнээс их өнцгөөр ажиллаж байвал хэвтээ оруулга гэж үзнэ. Оруулга нь эдгээрээс өөр өнцөг дээр суурилагдсан бол хазгай оруулга гэнэ. (6.15-г үзнэ үү)  **4.7 Цахилгаан нэвчилтийн зөвшөөрөгдөх хамгийн бага зай**  Туршилтаар нотлоогүй буюу захиалагч, нийлүүлэгч хоёр өөрөөр тохиролцоогүй бол керамик хөндийрүүлэгч дэх нэвчилтийн зай нь IEC 60815-д заасан ёсоор байх ёстой.  Хэрэв байгалийн бус бохирдолтыг шалгах шаардлагатай бол IEC 60507-д заасан ёсоор гүйцэтгэнэ.  Тайлбар 1: Нэвчилтийн бодит утга IEC 62155 д заасан үйлдвэрээс зөвшөөрсөн заанаас ялгаатай байж болно.  Тайлбар 2: Нийллэг хөндийрүүлэгчид тавигдах шаардлага нь TC 36: insulator–д зааснаар байна.  **4.8 Халалтын хязгаарууд, халалт ихсэх.**  Хөндийрүүлэгч материалтай хүрэлцсэн металл эд ангийн халалтын хязгаар нь хэвийн ажиллагааны нөхцөлд доорх хэмжээнд байна:   * 105 0С тос шингээсэн цаас: Class A; * 120 0С давирхайдсан буюу давирхай шингээсэн цаас: Class E; * 1300С хийн хөндийрүүлэгчтэй:   Class B;  Хамгийн халуун (300C) цэг буюу 5.3 ёсоор хүрээлэн буй орчны хоногийн дундаж халалтын хамгийн их утгаас дээших халалт нь Хүснэгт 2-д өгөгдсөн утгаас хэтрэхгүй байх ёстой. Өөр бусад хөндийрүүлэгч материалын хувьд халалтын хязгаарыг нийлүүлэгч зааж өгөх ёстой. Лавлах материалыг IEC 60216-2, IEC 60505 д тусгах ёстой.  Оруулгын гаргалга, холболтуудын халалтын хэмжээг мөн Хүснэгт 2-д өгсөн.  Оруулга нь хуваарилах байгууламж, трансформатор аппаратурын салшгүй хэсэг бол тухайн аппаратын дулааны шаардлагатай тохирч байх ёстой. Трансформаторын оруулгын хувьд бол 4.2-т лавлагаа хийнэ.  Металл эд ангитай шүргэлцэж байгаа жийргэвчний материалын халалтыг даах чадварт анхаарах хэрэгтэй.  **4.9 Хөндийрүүлгийн түвшин**  Хөндийрүүлгийн түвшний утгыг 3-р хүснэгтээс сонгоно.  Тусгаарлагчийн түвшний тогтоосон стандарт утгууд нь IEC 60038 ба IEC 60071-1-ийн дагуу байна. | * 1. **Angle of mounting**   All bushings shall be designed for mounting at any angle of inclination not exceeding 30° from the vertical. Any other angle of mounting shall be subject to agreement between purchaser and supplier.  NOTE A bushing operating at an angle up to and including 30° from the vertical is considered a vertical bushing. A bushing operating at an angle equal to or greater than 70° from the vertical is considered a horizontal bushing. A bushing operating at any other angle is considered a tilted bushing (see 6.1.5).  **4.7 Minimum nominal creepage distance**  Unless otherwise agreed between purchaser and supplier, or demonstrated by a test, the creepage distance for ceramic insulating envelopes shall be in accordance with IEC 60815.  If artificial pollution tests are required, they shall be performed in accordance with IEC 60507.  NOTE 1 The actual value of creepage distance can differ from the nominal one by the manufacturing tolerances stated in IEC 62155.  NOTE 2 Requirements for composite insulators are under consideration by TC 36: Insulators.  **4.8 Temperature limits and temperature rise**  The temperature limits of metal parts in contact with insulating material under normal operating conditions are as follows:   * 105 °C for oil-impregnated paper: Class A; * 120 °C for resin-bonded and resin-impregnated paper: Class E; * 130 °C for gas-insulated: Class B.   The temperature rise above maximum daily mean ambient air temperature in accordance with 5.3 (30 ºC) of the hottest spot shall not exceed the values given in Table 2. In the case of other insulating materials, the temperature limits shall be stated by the supplier. Reference shall be made to IEC 60216-2 and IEC 60505.  For bushing terminals and connections, the temperature rises are also given in Table 2.  Bushings used as an integral part of apparatus, such as switchgear or transformers, shall meet the thermal requirements for the relevant apparatus. For transformer bushings, reference shall be made to 4.2.  For gaskets in contact with metallic parts, special attention should be paid to the ability of the material to withstand the temperature rise.   * 1. **Insulation levels**   The values of insulation level shall be chosen from Table 3.  The specified standard values of insulation level are in accordance with IEC 60038 and IEC 60071-1. |

**2-р хүснэгт. Орчны агаараас дээших халалт, халалтын хамгийн их хэмжээ (4.8-ийг үзнэ үү)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Эд ангийн тайлбар** | | **Хамгийн их халалт**  **К** | **Хамгийн их халалт**  **0С** | **тайлбара** |
| Пуршэн контакт | Зэс, зэсийн хайлш, бүрээсгүй:  -агаарт  -SF6-д  -Тосонд  Агаар, SF6 эсвэл тосон байрлах цагаан тулган бүрээстэй  Мөнгө/никэлээр өнгөлсөн:  -агаар буюу SF6-д  -Тосонд | 45  65  50  60  75  65 | 75  95  80  90  105  95 | d  b    b |
| Шурган контакт | Зэс, хөнгөн цагаан, эдгээрийн хайлш:  агаарт  SF6  тос  Цагаан тугалгаар бүрсэн:  агаар, буюу SF6,  тосон байрлуулсан  Мөнгө/Никэлээр бүрсэн:  агаар, SF6  тос | 60  75  70  75  70  85  70 | 90  105  100  105  100  115  100 | b  b  b |
| Гадны дамжуулагчтай боолтоор холбогдсон гаргалга | Зэс, хөнгөн цагаан, эдгээрийн хайлш:  бүрээсгүй  Цагаан тугалгаар бүрсэн  Мөнгө буюу никэлээр | 60  75  75 | 90  105  105 | c |
| Хүрэлцсэн металл хэсэг | Хөндийрүүлэгийн ангилал:  A (OIP)  E (RBP , RIP)  (GIF)  SF6  Тос | 75  90  e  100  85  100 | 105  120  e  130  115  140 | b,g  h |
| а Хоногийн дундаж халалтын хамгийн их утга 300С-г заасан IEC 60943-д үндэслэсэн халалтын хэмжээ. Дэлгэрэнгүй мэдээллийг IEC 60943-н стандартын 6-р хүснэгтэд тусгасан болно.  b Синтетик хөндийрүүлэх шингэний (силикон, эфир) хувьд хамгийн их халалтыг нийлүүлэгч ба захиалагчийн хоорондын гэрээгээр тохирч болно.  c Хүчтэй исэлдэх орчинд халалтыг 50К-с хэтрүүлэхгүй.  d Пүршний даралтаар холбогдох контакт, жишээ нь сугардаг холбогч  e Халалтын хязгаарыг нийлүүлэгч зааж өгөх ёстой.  f Цагаан тугалгатай контактууд нь өгөгдсөн дээд температур 105 ° C-аас хэтрэх ёсгүй, хэрэв тийм бол маш хурдан эсвэл шууд осол гарна.  g 3.4-д заасны дагуу шингэн тусгаарлагчтай оруулганд хэрэглэнэ.  h Төвийн шугамд татсан дамжуулагч (хатуу эсвэл уян хатан) бүхий трансформаторын оруулганд хэрэглэнэ.  ТАЙЛБАР: А ба Е нь IEC 60085 стандартын дагуу дулааны ангилалд хамаарна. | | | | |

**Table 2 – Maximum values of temperature and temperature rise above ambient air (see 4.8)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Description of component | | Maximum  temperature rise  K | Maximum  temperature  °C | Commentsa |
| Spring contacts | Copper and copper alloys, uncoated: | 45  65  50  60  75  65 | 75  95  80  90  105  95 | d  b  b |
|  | - in air |
|  | - in SF6 |
|  | - in oil |
|  | Tinned in air, SF6 or oil |
|  | Silver/nickel-plated: |
|  | - in air or SF6 |
|  | - in oil |
| Screwed contacts | Copper, aluminium and their alloys, | 60  75  70  75  70  85  70 | 90  105  100  105  100  115  100 |  |
|  | uncoated: |  |
|  | - in air |  |
|  | - in SF6 |  |
|  | - in oil | b |
|  | Tinned: |  |
|  | - in air or SF6 |  |
|  | - in oil | b |
|  | Silver/nickel-plated: |  |
|  | * in air or SF6 * in oil | b |
| Terminals to be connected to  exterior conductors by screws or bolts | Copper, aluminium and their alloys:  - uncoated  – tinned  - silver or nickel-plated | 60  75  75 | 90  105  105 | c |
| Metallic parts in contact with | Insulation class:   * A (OIP) * E (RBP and RIP) * (GIF) | 75  90  e | 105  120  e | b,g  h |
|  | - SF6 | 100 | 130 |
|  | - Oil | 85  100 | 115  140 |
| a The temperature rise values are based on IEC 60943 with a maximum daily mean temperature of 30 °C. For further information reference should be made to IEC 60943, Table 6.  b For synthetic insulating liquids (silicone, esters), higher values may be agreed between purchaser and supplier.  c If heavy oxidation is to be expected, the temperature rise shall be limited to 50 K.  d A spring contact is a connection maintained by spring pressure for example a plug-in connection.  e The temperature limits shall be stated by the supplier.  f Tinned contacts must not exceed the given max temperature of 105 °C, if so very rapid or immediate  destruction will occur.  g Applicable to liquid-insulated bushings according to 3.4.  h Applicable to transformer bushings with a conductor (solid or flexible) drawn into the central tube.  NOTE A and E refers to thermal class according to IEC 60085. | | | | |

**3-р хүснэгт – өндөр хүчдэлийн тоног төхөөрөмжийн хөндийрүүлгийн түвшин**

**(4.9,8.2, , 8.4, 8.5, 9.3, 9.4-ийг үзнэ үү.)**

| Өндөр хүчдэл  *Um* | Аянгын импульсийг даах хүчдэл  (BIL) | Коммутацийн импульсийг даах хүчдэл  (SIL) | Үйлдвэрийн давтамжтай даах хүчдэл | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| кВ  (үйлчлэх утга) | кВ  (Оргил утга) | кВ  (Оргил утга) | кВ  (үйлчлэх утга) | | | |
|  |  |  | Трансформаторын оруулгаa  (хуурай) | GIS оруулгаb  (хуурай) | Бусад оруулгаc  (хуурай) | Бүх оруулгаd  (хуурай) |
| ≤ 1,1 | 20 |  | **10** |  | **10** | **10** |
| 3,6 | 40 |  | 11 |  | 10 | 10 |
| 7,2 | 60 |  | 22 |  | 20 | 20 |
| 12 | 75 |  | 30 |  | 28 | 28 |
| 17,5 | 95 |  | 42 |  | 38 | 38 |
| 24 | 125 |  | 55 |  | 50 | 50 |
| 36 | 170 |  | 77 |  | 70 | 70 |
| 52 | 250 |  | 105 |  | 95 | 95 |
| 72,5 | 325 |  | 155 |  | 140 | 140 |
| 100 | 380 |  | 165 |  | 150 | 150 |
| 450 |  | 205 |  | 185 | 185 |
| 123 | 450 |  | 205 |  | 185 | 185 |
| 550 |  | 255 |  | 230 | 230 |
| 145 | 450  550 |  | 205  255 |  | 185  230 | 185  230 |
| 650 |  | 305 |  | 275 | 275 |
| 170 | 550  650 |  | 255  305 |  | 230  275 | 230  275 |
| 750 |  | 355 | 325 | 325 | 325 |
| 245 | 950 | 650  750  850 | 435 | 435 | 395 | 395 |
| 1050 | 750  850 | 505 | 460 | 460 | 460 |
| 300 | 1050 | 850 | 505 | 460 | 460 | - |
| 362 | 1050 | 850 | 505 | 460 | 460 | - |
| 950 |
| 1175 | 950 | 560 | 520 | 510 | - |
| 420 | 1300 | 1050 | 625 | 595 | 570 | - |
| 1425 | 1050 | 695 | 650 | 630 | - |
| 1550 | 1175 | 750 | - | 680 | - |
| 550e | 1425 | 1050 | 695 | 650 | 630 | - |
| 1175 |  |  |  |  |
| 1550 | 1175 | 750 | 710 | 680 | - |
| 1675 | 1175 | 750 | - | 680 | - |
| 1800 | 1300 | 870 | - | 790 | - |
| 800e | 1800 | 1300 | 870 | 830 | 790 | - |
| 1425 |  |  |  | - |
| 1550 |  |  |  |  |
| 1950 | 1550 | 915 | 960 | 830 | - |
| 2100 | 1425 | 970 | 960 | 880 | - |
| 2400 | 1550 | 1075 | 960 | 975 | - |
| 1100 | 2250 | 1800 | 1200g | 1100 | - | - |
| 2400 | 1950 |  |  |
| 1200 | 2250 | 1800 | 1320g | 1200 | - | - |
| 2550 | 1950 |  |  |
| **a** 9.4 ёсоор сайжруулсан, IEC 60071-1, IEC60076-3-д заасантай тохирох утга  **b** IEC 62271-1 д заасантай тохирох утга  **c** IEC 60071-1,IEC 62271-1 д заасантай тохирох утга  **d** IEC 60071-1 д заасантай тохирох утга  **e** IEC 60038, нэмэлт засвар 2 (1997) д заасан өндөр хүчдэлийн утга.  **f** Үйлдвэрийн давтамжтай даах хүчдэл гэдэг нь уг оруулгыг хэрэглэх систем болон тоноглолын аянгын импульсийг даах хүчдэлийн хамгийн доод шаардлага. Трансформаторт хэрэглэх оруулгыг аянгын хүчдэлийн класс-р сонгосон бол үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлээс 10%-р их буюу багана 6-д өгсөн хүчдэлээр туршиж болно.  **g** Туршилтын үргэлжлэх хугацаа нь IEC 60076-3 стандартын дагуу 300 секунд байх ёстой. | | | | | | |

**Table 3 – Insulation levels for highest voltage for equipment (see 4.9, 8.2, 8.4, 8.5, 9.3 and 9.4)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Highest voltage for equipment  *U*m | Rated lightning impulse withstand voltage (BIL) | Rated switching impulse withstand voltage (SIL) | Power-frequency withstand voltagef | | | |
| kV  (r.m.s. value) | kV  (peak value) | kV  (peak value) | kV  (r.m.s.value) | | | |
|  |  |  | Transformer bushingsa  (dry) | GIS  bushingsb  (dry) | Other  bushingsc  (dry) | All bushingsd (wet) |
| ≤ 1,1 | 20 |  | **10** |  | **10** | **10** |
| 3,6 | 40 |  | 11 |  | 10 | 10 |
| 7,2 | 60 |  | 22 |  | 20 | 20 |
| 12 | 75 |  | 30 |  | 28 | 28 |
| 17,5 | 95 |  | 42 |  | 38 | 38 |
| 24 | 125 |  | 55 |  | 50 | 50 |
| 36 | 170 |  | 77 |  | 70 | 70 |
| 52 | 250 |  | 105 |  | 95 | 95 |
| 72,5 | 325 |  | 155 |  | 140 | 140 |
| 100 | 380 |  | 165 |  | 150 | 150 |
| 450 |  | 205 |  | 185 | 185 |
| 123 | 450 |  | 205 |  | 185 | 185 |
| 550 |  | 255 |  | 230 | 230 |
| 145 | 450  550 |  | 205  255 |  | 185  230 | 185  230 |
| 650 |  | 305 |  | 275 | 275 |
| 170 | 550  650 |  | 255  305 |  | 230  275 | 230  275 |
| 750 |  | 355 | 325 | 325 | 325 |
| 245 | 950 | 650  750  850 | 435 | 435 | 395 | 395 |
| 1050 | 750  850 | 505 | 460 | 460 | 460 |
| 300 | 1050 | 850 | 505 | 460 | 460 | - |
| 362 | 1050 | 850 | 505 | 460 | 460 | - |
| 950 |
| 1175 | 950 | 560 | 520 | 510 | - |
| 420 | 1300 | 1050 | 625 | 595 | 570 | - |
| 1425 | 1050 | 695 | 650 | 630 | - |
| 1550 | 1175 | 750 | - | 680 | - |
| 550e | 1425 | 1050 | 695 | 650 | 630 | - |
| 1175 |
| 1550 | 1175 | 750 | 710 | 680 | - |
| 1675 | 1175 | 750 | - | 680 | - |
| 1800 | 1300 | 870 | - | 790 | - |
| 800e | 1800 | 1300 | 870 | 830 | 790 | -  -  - |
| 1425 |
| 1550 |
| 1950 | 1550 | 915 | 960 | 830 | - |
| 2100 | 1425 | 970 | 960 | 880 | - |
| 2400 | 1550 | 1075 | 960 | 975 | - |
| 1100 | 2250 | 1800 | 1200g | 1100 | - | - |
| 2400 | 1950 |
| 1200 | 2250 | 1800 | 1320g | 1200 | - | - |
| 2550 | 1950 |
| a Values in accordance with IEC 60071-1 and IEC 60076-3 enhanced by 10% in accordance with 9.3.  b Values in accordance with IEC 62271 -1.  c Values in accordance with IEC 60071-1 and IEC 62271-1.  d Values in accordance with IEC 60071 -1.  e The values of highest voltage for equipment are in accordance with IEC 60038, Amendment 2 (1997). The values 525 kV and 765 kV are also used.  f The power-frequency withstand voltages quoted are the minimum required based on the BIL of the system or equipment to which the bushing is applied. For transformer applications when a bushing is selected higher BIL-class, the bushing may be tested in accordance with column 6 provided the requirement of 10% higher power-frequency withstand test voltage, than its transformer, is met.  g The test duration shall be 300 s in accordance with IEC 60076-3. | | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **4.10 Трансформаторын оруулга дээрх туршилтын гаргалга**   * 3.38-д заасны дагуу туршилтын даралт нь 3.15-д заасны дагуу бүх багтаамжийн трансформаторын оруулгуудад байх ёстой. Трансформаторын хэсэгчилсэн цэнэгийг хэмжихэд ашиглах үүднээс туршилтын даралтын утга нь дараахь хэмжээнээс хэтрэхгүй байх ёстой.Газартай харьцангуй багтаамж 10 000pF байна. * Деэлэктрик алдагдлын итгэлцүүр (tan δ) үйлдвэрийн давтамжтай үед 0.05 байна.   Туршилтын гаргалгын газартай харьцангуй багтаамжийн бусад утгыг нийлүүлэгч, захиалагчийн хоорондох гэрээгээр тохирч болно.  Оруулгын газартай харьцангуй багтаамж нь цахилалтын чигийг өөрчлөх, улмаар цахилалтыг буруу хэмжихэд хүргэх хэмжээний их байж болохгүй.  **5.** **Ажиллагааны нөхцөл**  **5.1 Түр зуурын хэт хүчдэл**  Системийн фазын хүчдэлийн хэмжээ нь *Um*-г –д хуваасан ноогдвороос их байж болно. Оруулга нь 24 цагийн дотор 8 цагаас илүүгүй, жилд 125 цагаас илүүгүй хугацаанд дараах фазын хүчдэлд ажиллах чадвартай байх ёстой:   * Оруулгын *Um* нь 170кВ той тэнцүүл буюу бага бол *Um* байна; * Оруулгын *Um* нь 170кВ той тэнцүүл буюу их бол 0.8 *Um* байна;   Системийн хэт хүчдэл нь үүнээс их тохиолдолд илүү өндөр *Um*-тай оруулга сонгох нь зүйтэй.  **5.2 Далайн түвшнээс дээших өндөр**  Хөндийрүүлгийн чанар далайн  түвшнээс хамаарах боловч энэ стандартад заасан оруулгууд 1000 метрээс илүүгүй өндөртэй газар ажиллахад тохирно. Далайн түвшнээс 1000 м-с дээш өндөрт ажиллах оруулгын хүчдэл даах чадварыг баталгаажуулахын тулд нум үүсэх зайг тодорхой хэмжээгээр нэмэгдүүлэх хэрэгтэй. Үүний тулд хөндийрүүлгийн радиал зузаан буюу дүрэгдсэн төгсгөлийн өндрийг өөрчлөх хэрэггүй. Оруулгын дүрэгдэх (иммерслэх) бодисын цахилгаан тусгаарлах чадвар, нуман цахилалтын чанарт далайн түвшин нөлөө үзүүлэхгүй.  1000 м дээш өндөрт байрлах бол атмосферийн орчинд нум үүсэх зай нь тухайн байршилд тохирох даах хүчдэлийг “*k*a” итгэлцүүрээр үржүүлэхэд гарсан хүчдэлийг даахаар байх ёстой.    *H* 4000 метрээс хэтрэхгүй өндөр (метрээр) юм.  *m = 1* аянгын импульс тэсвэрлэх хүчдэлийн хувьд  *m = 1* Um ≤ 245 кВ бол чадлын давтамжийн тэсвэрлэх хүчдэлийн хувьд. Өндөр Um-ийн өндөрт залруулга хийх боломжгүй, учир нь оруулгууд нь өндөрт тохируулсан шилжих импульсээр шалгагдсан байдаг.  *m* 1-р зурагт заасны дагуу импульсийн тэсвэрлэх хүчдэлийг солих. | **4.10 Test tap on transformer bushings**  A test tap according to 3.38 shall be provided on all capacitance graded transformer bushings according to 3.15. In view of its use for partial discharge measurements on transformers, the values for the test tap shall not exceed:   * a capacitance to earth of 10 000 pF; * a dielectric dissipation factor (tan **) of 0,05 measured at power-frequency.   Other values of test tap capacitance to earth may be agreed between purchaser and supplier.  The bushing shall not incorporate substantial capacitances to earth which may divert the partial discharge current and so give rise to incorrect or misleading partial discharge measurements on the transformer.  **5. Operating conditions**   * 1. **Temporary overvoltages**   The maximum phase-to-earth voltage of the system may exceed Um divided by . For periods not exceeding 8 h in any 24 h, and of which the total period does not exceed 125 h per year, bushings shall be able to operate phase-to-earth at a voltage of  3   * Um for bushings of which Um is equal to or less than 170 kV; * 0,8 Um for bushings of which Um is greater than 170 kV.   For systems in which overvoltages in excess of this may occur, it is advisable to choose a bushing with a higher Um.   * 2. **Altitude**   Although the insulation level refers to sea level, bushings corresponding to this standard are declared suitable for operation at any altitude not exceeding 1 000 m. In order to ensure that the external withstand voltages of the bushing are sufficient at altitudes exceeding 1 000 m, the arcing distance normally required shall be increased by a suitable amount. It is not necessary to adjust the radial thickness of insulation or the clearance of the immersed end. The puncture strength and the flashover voltage in the immersion medium of a bushing are not affected by altitude.  For installations at an altitude higher than 1 000 m, the arcing distance under the standard reference atmospheric conditions shall be determined in order to withstand the voltages obtained by multiplying the withstand voltages required at the service location by a factor *k*a.    Where  *H* is the altitude (in meters), not exceeding 4000 meters.  *m = 1* for lightning impulse withstand voltage  *m = 1* for power-frequency withstand voltage where *U*m ≤ 245 kV. For higher *U*m altitude correction is not applicable because bushings are tested with switching impulse already corrected for altitude.  *m* according to Figure 1 for switching impulse withstand voltage. |

|  |  |
| --- | --- |
| **5.3 Орчны агаар болон иммерслэх бодисын халууны хэм.**  Оруулга нь 4-р хүснэгтэд заасан хязгаараас хэтрэхгүй температурт ажиллах зориулалттай байх ёстой. 4-р хүснэгтэд заасан хязгаараас гадуур ажиллах нөхцөл, түүний одоогийн хүчин зүйлийн нөлөөллийг харгалзан үзэх; Зарим жишээ нь бүрэн дүрэгдсэн оруулга, өндөр температурт хүрээлэн буй орчны агаарын нөхцөлд ажилладаг оруулга, эсвэл агаар тусгаарлагчтай суваг юм.Хэрэв агааржуулагч буюу халаагч хэрэглэвэл оруулгын дотор талын гадаргүйд чийг конденсацлагдахгүй. | **5.3 Temperature of ambient air and immersion media**  Bushings shall be designed for operation at temperatures not exceeding the limits given in Table 4. Consideration should be given to the operating conditions outside the limits in Table 4 and its effect of the current rating; some example are completely immersed bushings, bushings operating in high temperature ambient air conditions, or air-insulated ducting.  Moisture condensation on the surface of the indoor part of the bushing is to be prevented, if necessary by ventilation or heating. |

**Хүснэгт 4 – Орчны агаарын температур ба усанд дүрэх орчны температур**

|  |  |
| --- | --- |
| **Нэр** | **Температур oC** |
| **Байгалийн агаар:**  -Хамгийн их  - Өдөр тутмын хамгийн их дундаж (ил)  - Өдөр тутмын хамгийн их дундаж (агаар тусгаарлагасан үеийн)  - Жилийн хамгийн их дундаж  -Хамгийн бага   * Дотор a * Гадаа a | 40  30  70  20  -5  -15  -25  -10  -25  -40 |
| **Трансформатор дахь эрдэс тос:**  -Хамгийн их   * Ердийн ачааллын үед b * Богино болон урт хугацааны яаралтай ачааллын үед b   - Өдөр тутмын хамгийн их дундаж | 100  115  90 |
| **Бусад нөхцөлд:**  **(хийн ба хийн бус)** | c |
| a Өөрөөр заагаагүй бол орчны агаарын хамгийн бага температур нь дотор нь -5 ° C, гадаа оруулганы хувьд -25 ° C байна.  b Трансформаторын утгууд нь IEC 60076-1 ба IEC 60076-2 стандартын дагуу ашигт малтмалын тостой холбоотой. Бусад тусгаарлагч шингэний хувьд e. g. силикон, байгалийн эсвэл синтетик эфир, илүү өндөр утгыг худалдан авагч болон нийлүүлэгчийн хооронд тохиролцож болно. Богино болон урт хугацааны яаралтай ачааллын утгыг IEC 60076-7 стандартын дагуу авна.  c Бусад мэдээлэл байхгүй тохиолдолд нэг үзүүрийг хийд дүрэх оруулгуудад онцгой анхаарал хандуулах шаардлагатай IEC төхөөрөмжийн холбогдох стандартыг зарчмын хувьд иш татсан байх ёстой. | |
| ТАЙЛБАР 1 Усанд оруулах орчны өдрийн дундаж температурыг 24 цагийн дараалсан уншилтаар тооцоолно.  ТАЙЛБАР 2 Худалдан авагч болон нийлүүлэгчийн хооронд тохиролцсоны дагуу бусад температурын хязгаарыг тогтоож болно. | |

**Table 4 – Temperature of ambient air and immersion media**

|  |  |
| --- | --- |
| **Subject** | **Temperature oC** |
| **Ambient air:**  -Maximum  -Maximum daily mean (open air)  -Maximum daily mean (air-insulated ducting)  -Maximum annual mean  -Minimum   * Indoors a * Outdoors a | 40  30  70  20  -5  -15  -25  -10  -25  -40 |
| **Mineral oil in transformers:**  -Maximum   * For normal loading b * For short-and long-term emergency loading b   -Maximum daily mean | 100  115  90 |
| **Other media:**  **(gaseous and non-gaseous)** | c |
| a Unless otherwise specified the minimum ambient air temperature is -5 °C for indoors and -25 °C for outdoors bushings.  b The values in transformers are in accordance with IEC 60076-1 and IEC 60076-2 and related to mineral oil. For other insulating liquids, e. g. silicone, natural or synthetic ester, higher values may be agreed between purchaser and supplier. The value for short- and long-term emergency loading are in accordance with IEC 60076-7.  c In the absence of other information, reference should be made in principle to the corresponding IEC apparatus standard for which the bushing is intended, whereby particular attention should be paid to bushings one end of which is to be immersed in gas. | |
| NOTE 1 The daily mean temperature of the immersion medium should be calculated by averaging 24 consecutive hourly readings.  NOTE 2 By agreement between purchaser and supplier, other temperature ranges may be adopted. | |

|  |  |
| --- | --- |
| **5.4 Газар хөдлөлтийн нөхцөл**  Газар хөдлөлтийн шалгалт хэрэгтэй бол IEC 61463-с лавлах хэрэгтэй.  **5.5 Маш хурдан шилжилт хөдөлгөөн (VFT)**  Хийн тусгаарлах төхөөрөмжид холбогдсон багтаамжийн зэрэгтэй оруулгуудад ер бусын түр зуурын ачаалал үүссэн тохиолдолд оруулгуудын үйл ажиллагааг хамрах зорилгоор захиалагч болон нийлүүлэгчийн хооронд тусгай судалгаа хийхээр тохиролцож болно. Туршилтын зохицуулалт нь үйлчилгээний нөхцөлийг хэр зэрэг дуурайж байгаагийн хязгаарлалтыг бүх талууд ойлгосон цагт л туршилтууд үр дүнтэй болно.  Энэ нь VFT туршилтын үед үүссэн маш хурдан хүчдэлийн алхамын эгц урд хэсэг биш бөгөөд энэ нь оруулгаанд аюултай юм. Энэ нь оруулганы доторх дотоод резонансын хэлхээг өндөр хэт хүчдэлд тэжээж болох резонанс дуугарах хүчдэл юм. Тиймээс VFT туршилт нь зөвхөн угсралтын дагуу тодорхойлсон дуугаралтын давтамжийг шалгах болно.  **5.6 Трансформатор хөндийрүүлэгч шингэн**  Энэхүү стандартын дагуу трансформаторын оруулгууд нь IEC 60296 ба 60422 стандартын шаардлагад нийцэх эрдэс тосоор дүүргэсэн трансформаторуудад зориулагдсан.  Бусад тусгаарлагч шингэн хэрэглэж байгаа тохиолдолд трансформаторын үйлдвэрлэгчээс дэлгэрэнгүй мэдээлэл өгнө.  **6. Захиалгын мэдээлэл ба тэмдэг тавих**  **6.1 Онцлог шинж чанарууд**  **6.1.1 Ерөнхий**  Захиалга хийхдээ худалдан авагч нь шаардлагатай техникийн үзүүлэлтийг тодорхойлоход дараах нэмэлт мэдээллийг бэлтгэх хэрэгтэй.  Тусгаарлагч шингэнд дүрэх зориулалттай оруулганы төгсгөлийн газардуулгатай хэсгүүд хүртэлх хамгийн бага зайг ханган нийлүүлэгч тогтооно. Хэрэв зай нь ханган нийлүүлэгчийн баримт бичигт заасан стандарт зохицуулалтын утгаас доогуур байвал худалдан авагч нь тухайн тохиргоог үнэлэхэд шаардлагатай геометрийг өгч болно.  **6.1.2 Ямар зориулалтаар хэрэглэх**  Оруулгад хэрэглэх аппаратурын төрөл, зориулалт, тохирох ICE стандартыг өгнө.  Бэлэн болсон аппаратурын онцлог шинжүүд оруулгын хийцэд нөлөөлж болохыг анхаарах шаардлагатай. (7.3 –г үзнэ үү)  **6.1.3 Оруулгын ангилал**  3.2-с 3.21-ын дагуу ангилна.    **6.1.4 Хэвийн хүчин чадал**  Дараах хэвийн параметрүүд байна**:**   * Шугаман хүчдэл (*Um*) (3.22-г үзнэ үү) * Фазын хэвийн хүчдэл (3.23-г үзнэ үү) * Хөндийрүүлэгийн стандарт чанар (4.9-г үзнэ үү), трансформаторын туршилтийн хүчдлийн түвшин (9.4-г үзнэ үү) * Хэвийн гүйдэл (***Ir***) (3.25-г үзнэ үү); * 4.3-д өгсөн хэмжээнээс хэтэрсэн   үеийн эгшин зуурын хэвийн халалтын гүйдэл (***Ith***), хэвийн үргэлжлэх (tth) хугацаа.   * 4.4 д өгсөн хэмжээнээс хэтэрсэн үеийн хэвийн динамик (*Id*) гүйдэл * Хэвийн давтамж (3.28-д үзнэ үү); * 4.5-д заасан ёсоор хэвгий ачааг даах хамгийн бага утга. * Хэрэв 4.10-д заасан ёсоор бага утга шаардлагатай бол үеийн туршилтийн клемны багтаамжийн хамгийн их утга.   **6.1.5 Ажиллагааны горим**  Дараах ажиллагааны горимууд байж болно:   * Хэрэв (5.1-г үзнэ үү) боломжтой бол эгшин зуурын хэт хүчдэлийн горим; * 1 000 м-с дээших далайн түвшний өндөр. (5.2 д үзэх) (3.15-3.19-д заасан ёсоор зөвхөн дотор, гадна орчинд ажиллах оруулгад хамаарна) * Хэвийн хэмжээнээс (5.3 ба хүснэгт 3-г үзнэ үү) хэтэрсэн үеийн орчины агаар ба иммерслэх бодисын халалтын хэм. (3.15-3.21-д заасан ёсоор ажиллах оруулгад хамаарна) * Иммерслэх бодисын төрөл (3.18-3.21 д заасан ёсоор бүтнээрээ буюу зарим хэсэг нь дүрэгдэн ажиллах оруулгад хамаарна) * Иммерслэх бодисын хамгийн бага түвшин (3.18-3.21-д заасан ёсоор бүтнээрээ буюу зарим хэсэг нь дүрэгдэн ажиллах оруулгад хамаарна) * Иммерслэх бодисын ажлын хамгийн их даралт (3.18-3.21 д заасан ёсоор бүтнээрээ буюу зарим хэсэг нь дүрэгдэн ажиллах оруулгад хамаарна) * Хөндийрүүлэх хийн төрөл (тоноглолын хий оруулгатай холбогдсон үед 3.5-3.7-д заасан ёсоор ажиллах хийгээр дүүргэсэн, хийгээд хөндийрүүлэгдсэн, хий шингээсэн оруулгуудад хамаарна) * Хөндийрүүлэх хийн хэвийн даралт (тоноглолын хий оруулгатай холбогдсон үед 3.5-3.7-д заасан ёсоор ажиллах хийгээр дүүргэсэн, хийгээд хөндийрүүлэгдсэн, хий шингээсэн оруулгуудад хамаарна ) (3.29-г үзнэ үү) * Хийн дотоод ажлын хамгийн их даралт (тоноглолын хий оруулгатай холбогдсон үед 3.5-3.7-д заасан ёсоор ажиллах хийгээр дүүргэсэн, хийгээд хөндийрүүлэгдсэн, хий шингээсэн оруулгуудад хамаарна ) (3.30-г үзнэ үү); * Хийн гадаад ажлын хамгийн их даралт (3.18-3.20-д заасан ёсоор бүтнээрээ буюу зарим хэсэг нь дүрэгдэн ажиллах оруулгад хамаарна) (3.31-г үзнэ үү); * Стандарт хэмжээнээс хэтэрсэн суурьлуулалтын өнцөг (4.6-г үзнэ үү); * Хувийн нэвчилтийн хамгийн бага зай. (4.7-г үзнэ үү) (3.17, 3.18 3.19 ёсоор ажиллах оруулгын гадна орчинд байрлах хэсэгт хамаарна); * Цаг уурын онцгой нөхцөл (Туйлын халуун буюу хүйтэн хэм, халуун орны чийглэг орчин, хүчтэй бохирдуулах орчин, хүчтэй салхи); * Шаардлагатай бол газар хөдлөлтийн нөхцөл (5.4-г үзнэ үү)   **6.1.6 Загвар, хийц**  Хийц нь дараах асуудлыг хамарсан байна:   * Цахилгаан дамжуулагчгүй авсан оруулгын хувьд: Голч, төрөл (кабель, цул буюу хөндий шилбэтэй ), материал, ажилгаанд оруулах үед оруулгад суулгах дамжуулагчийн байршил; * Хэрэв хэрэгтэй бол тусгайлан үзэх хэмжээсүүд; * Шаардлагатай бол туршилтийн клем, хүчдэлийн клем (3.38,3.39-г үзнэ үү); * Шаардлагатай бол фланц болон бэхлэх хэрэгслийн хажууд байрлах газардуулгын ханцуйвчны урт; * Оруулгад зориулсан аппаратурын газардуулгын хэсэгт хамаарах оруулгын байршлийг тооцоолсон мэдээлэл (7.1-г үзнэ үү); * Хамгаалалтын зай, завсар суурилуулах эсэх; * Металл хэсгийг коррезоос хамгаалах тусгайлсан шаардлага. * Трансформаторын оруулга нь трасформаторын олон (ажлын, зөвшөөрөгдсөн болон давтагдан хийх боломжтой туршилт) удаагын туршилтийг даахаар хийгдэх ёстой. * Хэрэв гадна талын эд ангийн өндрийн гуравны нэгээс доош байгаа үед төв хоолойдоо дамжуулагчтай трансформаторын оруулгын төв хоолойн тосны түвшин; (8.8-г үзнэ үү) * Тосны дээж авах хаалтны байдал   Шингэн буюу хийн хөндийрүүлэгчтэй оруулга дараах холбогдох стандартуудыг хангах ёстой.   * IEC 60376 техникийн ангилалын SF6 * SF6-г дахин ашиглах IEC 60480 * Эрдэст хөндийрүүлэгч тос IEC 60296, эсвэл * Силикон хөндийрүүлэгч шингэний IEC 60836 * Синтетик үнэрт нүүрсустөрөгчид зориулсан IEC 60867 * Синтетик органик эфирийн хувьд IEC 61099   **6.2 Тэмдэглэл**  Энэ дэд зүйл нь бүх хүчдэлийн багтаамжийн зэрэгтэй оруулгуудад болон Um 72,5 кВ ба түүнээс дээш хүчдэлтэй бусад оруулгуудад хамаарна. Um 100 кВ ба түүнээс доош хүчдэлтэй бусад оруулгуудын хувьд ■ гэсэн тэмдэглэгээтэй болно.   * Нийлүүлэгчийн нэр буюу худалдааны тэмдэг; * Үйлдвэрэлсэн он, серийн дугаар; * Нийлүүлэгчийн загварын тэмдэглэгээ; * Шугаман хүчдэл (***Um***) (3.23-г үзнэ үү) эсвэл фазын хүчдэл (3.24-г үзнэ үү) , давтамж (3.29-г үзнэ үү); * Хэвийн гүйдэл (***Ir***) (3.25-г үзнэ үү). Цахилгаан дамжуулагчгүй нийлүүлсэн оруулга бол дамжуулагчийн хөндлөн огтлолыг нийлүүлэгч тодорхойлох ёстой. (4.2-г үзнэ үү) * Масс 100кг-с дээш бол; * Аянгын импульс (BIL) ба коммутацын (SIL) импульс, үйлдвэрийн давтамжтай даах хүчдэл (хувьсах гүйдлийн ХГ) (4.9-г үзнэ үү) * Оруулгын багтаамж ба деэлектрик алдагдлын итгэлцүүр (3.42г үзнэ үү); * Хөндийрүүлэгч хийн төрөл, дүүргэлтийн хэвийн даралт (3.30-г үзнэ үү); * хэрэв боломжтой бол 20 0С-ийн хийн ажлын хамгийн бага даралттай үед; * Босоо тэнхлэгтэй 300С-с илүү өнцөг үүсгэж байвал суурьлуулах өнцгийн хамгийн их хэмжээ;   Тэмдэгт шошгоны жишээ, Зураг 2-4 д үзэх.  ТАЙЛБАР 1. Газар дээр нь хийсэн багтаамж ба диэлектрикийн ялгаруулалтын хүчин зүйлийн хэмжилт нь нэрийн хавтан дээр өгөгдсөн үйлдвэрийн хэмжилтээс ялгаатай байж болно.  ТАЙЛБАР 2. 52 кВ-оос бага буюу 52 кВ-той тэнцүү буюу түүнээс бага тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр хүчдэлийн багтаамжийн бус оруулгуудын талаар 10-р зүйлд тусгасан болно. | **5.4 Seismic conditions**  When seismic qualification is required, reference should be made to IEC 61463.  **5.5 Very fast transients (VFT)**  In the case of unusual transient stresses to capacitance graded bushings connected to gasinsulated switchgears, special investigations may be agreed upon between purchaser and supplier to cover the behaviour of the bushings. Tests are only meaningful as long as all parties understand the limitations of how closely the test arrangements simulates the service conditions.  It is not the steep front of the very fast voltage step generated at a VFT test that is dangerous to the bushing. It is the resonant ringing voltage occurring over the bushing that may feed internal resonance circuits inside the bushing to high overvoltages. A VFT test will therefore only test the bushing for the ringing frequencies determined by the setup.  **5.6 Transformer insulating liquid**  Transformer bushings according to this standard are normally intended for use in transformers filled with mineral oil complying with the requirements of IEC 60296 and 60422.  Where other insulating liquids are used details shall be given by the transformer manufacturer.  **6. Ordering information and markings**  **6.1 Enumeration of characteristics**  **6.1.1 General**  When ordering, the purchaser shall furnish as much of the following information as necessary, as well as any additional information needed to determine clearly the required characteristics.  The minimum distance to earthed parts of the end of the bushing which is intended to be immersed in insulation liquid shall be provided by the supplier. In case distances are below the values for the standard arrangements indicated in suppliers documentation, the purchaser may also provide the necessary geometry to evaluate the particular set-up.  **6.1.2 Application**  Application, including type of apparatus for which the bushing is intended, and the corresponding IEC apparatus standard shall be given.  Attention shall be drawn to any features (including tests) of the completed apparatus which may affect the design of the bushing (see 7.3).  **6.1.3 Classification of bushings**  Classification according to 3.2 to 3.21.  **6.1.4 Ratings**  The ratings shall be as follows:   * highest voltage for equipment (*U*m) (see 3.22); * rated phase-to-earth voltage (see 3.23); * standard insulation level (see 4.9) and the induced and/or applied test voltage level of the transformer (see 9.4); * rated current (*I*r) (see 3.25); * rated thermal short-time current (*I*th) and rated duration (*t*th), if deviating from the values given in 4.3; * rated dynamic current (*I*d), if deviating from the value given in 4.4; * rated frequency (see 3.28); * minimum withstand values of cantilever load in accordance with 4.5; * maximum value of test tap capacitance, if lower value is required, in accordance with 4.10.   **6.1.5 Operating conditions**  The operating conditions shall be as follows:   * temporary overvoltages, if applicable (see 5.1); * altitude, if exceeding 1 000 m (see 5.2) (relevant only to indoor and outdoor bushings according to 3.15 to 3.19); * ambient air and immersion media temperature if deviating from normal values (see 5.3 and Table 3) (relevant to bushings according to 3.15 to 3.21); * type of immersion medium (relevant only to partly or completely immersed bushings according to 3.18 to 3.21); * minimum level of immersion medium (relevant only to partly or completely immersed bushings according to 3.18 to 3.21); * maximum operating pressure of immersion media (relevant only to partly or completely immersed bushings according to 3.18 to 3.21); * type of insulating gas (relevant only to gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings according to 3.5 to 3.7 when the gas of the equipment is in communication with that of the bushing); * rated filling pressure of gas for insulation (see 3.29) (relevant only to gas-filled, gas- insulated and gas-impregnated bushings according to 3.5 to 3.7 when the gas of the equipment is in communication with that of the bushing); * maximum internal operating gas pressure (see 3.30) (relevant only to gas-filled, gas- insulated and gas-impregnated bushings according to 3.5 to 3.7 when the gas of the equipment is in communication with that of the bushing); * maximum external operating gas pressure (see 3.31) (relevant only to partly or completely gas-immersed bushings according to 3.18 to 3.20); * angle of mounting if exceeding the standard values (see 4.6); * minimum nominal specific creepage distance (see 4.7) (relevant only to the outdoor part of bushings according to 3.17, 3.18 and 3.19); * unusual climatic conditions (extreme high and low temperatures, tropical humidity, severe contamination, high wind); * seismic conditions, if qualification is required (see 5.4).   **6.1.6 Design**  The design shall cover:   * for bushings supplied without a conductor: diameter, type (cable, solid or hollow stem), material and position of the conductor with which the bushing will be fitted in operation; * particular dimensional requirements, if any; * test tap or voltage tap if required (see 3.38 and 3.39); * the length of earthed sleeve located next to the flange or other fixing device, if any; * general information concerning the position of the bushing in relation to the earthed parts of the apparatus for which the bushing is foreseen (see 7.1); * whether protective gaps are to be fitted or not; * special requirements for corrosion protection of metallic parts; * bushings for transformers shall be designed to withstand a typical transformer test sequence (works, acceptance and possible repeat tests); * oil level in central tube of a transformer bushing with the conductor drawn into the central tube, if lower than one-third of the height of the external part (see 8.8); * provision of an oil sample valve.   Bushings using liquid or gas for insulation should refer to the relevant horizontal standards:   * IEC 60376 for technical grade SF6 * IEC 60480 for re-use of SF6 * IEC 60296 for mineral insulating oil, or * IEC 60836 for silicone insulating liquids * IEC 60867 for synthetic aromatic hydrocarbons * IEC 61099 for synthetic organic esters   **6.2 Markings**  This sub-clause applies to capacitance-graded bushings of all voltages, and to other bushings having Um 72,5 kV and above. For other bushings having Um 100 kV and below, markings indicated ■ are sufficient:   * Supplier’s name or trade mark; * Year of manufacture and serial number; * Supplier’s type designation; * Highest voltage for equipment (Um) (see 3.23) or rated phase-to-earth voltage (see 3.24) and rated frequency (see 3.29); * rated current (Ir) (see 3.25). If the bushing is supplied without conductor, the conductor section shall be specified by the supplier (see 4.2); * mass if above 100 kg;lightning impulse (BIL) and switching impulse (SIL) and power-frequency withstand test voltages (AC) (see 4.9); * bushing capacitance (see 3.42) and dielectric dissipation factor; * type of insulating gas and rated filling pressure (see 3.30), if applicable; * minimum gas operating pressure at 20 °C, if applicable; * maximum angle of mounting if exceeding 30° from vertical (see 4.6). * For examples of marking plates, see Figures 2 to 4.  NOTE 1 Capacitance and dielectric dissipation factor measurements made on site may differ from factory values given on the nameplate.  NOTE 2 Non capacitance-graded bushings of highest voltages for equipment equal to or less than 52 kV are addressed in Clause 10 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Үйлдвэрийн нэр Үйлдвэрлэсэн улс: Байршил | | |
| Үйлдвэрлэсэн он........... | Төрөл загвар............. | №........................ |
| *Um………………….кВ* | *Ir………………………..A* | *fr………………….Гц* |
| BIL ……………...кВ | SIL…………………..кВ | AC………………кВ |
| Масс………………кг | Босоо тэнхлэгтэй хам их өнцөг..................................градус | |
| Багтаамж...................пФ | Сарнилт....................% |  |
| Хийгээр дүүргэсэн, хийн хөндийрүүлэгтэй, хийд дүрэгдсэн, хий шингээсэн оруулга бол дараах асуудлууд нэмэгдэнэ: | | |
| Хийн төрөл....................................................................................................... | | |
| 200С үеийн хийн хэвийн даралт..................................................................бар | | |
| 200С үеийн хийн хамгийн бага даралт.......................................................бар | | |

**Зураг 2 – 100 кВ-с их өндөр хүчдэлийн тоног төхөөрөмжийн оруулгын шошиг**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| MANUFACTURER | | |
| Year........... | Type designation............. | No........................ |
| *Um………………….kV* | *Ir………………………..A* | *fr………………….Hz* |
| BIL ……………...kV | SIL…………………..kV | AC………………kV |
| Mass………………kg | Max. angle to vertical..................................degree | |
| Capacitance...................pF | Dissipation factor.................% |  |
| In addition, for gas-filled, gas-insulated, gas-immersed and gas-impregnated bushings: | | |
| Type of gas....................................................................................................... | | |
| Rated gas filling pressure at 200С..................................................................bar gauge | | |
| Minimum gas pressure 200С.......................................................bar gauge | | |

**Figure 2 – Marking plate for bushings for highest voltage for equipment**

**greater than 100 Kv**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Үйлдвэрийн нэр | | |
| Үйлдвэрлэсэн он........... | Төрөл загвар............. | №........................ |
| *Um………………….кВ* | *Ir………………………..A* | *fr………………….Гц* |

*Зураг-3 100кВ-с бага буюу тэнцүү өндөр хүчдэлийн тоног*

*төхөөрөмжийн оруулгын шошиг*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| MANUFACTURER | | |
| Year........... | Тype designation............. | No........................ |
| *Um………………….kV* | *Ir………………………..A* | *fr………………….Hz* |

*Figure 3 – Marking plate for bushings for highest voltage for equipment equal to or less than 100 Kv, expect for bushings for which Figure 2 is applicable*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Үйлдвэрийн нэр | | |
| Үйлдвэрлэсэн он........... | *Um………………….кВ* | *Ir………………………..A* |

*Зураг-4 52кВ-с бага буюу тэнцүү өндөр хүчдэлийн тоног төхөөрөмжийн шаазан, шил, органик биш материал, давирхай, нийлмэл хөндийрүүлэгтэй оруулгын шошиг*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| MANUFACTURER | | |
| Year........... | *Um………………….kV* | *Ir………………………..A* |

*Figure 4 – Marking plate for bushings for highest voltage for equipment equal to or less than 52 kV made of ceramic, glass or inorganic materials, resin or*

*combined insulation (see 10.3)*

|  |  |
| --- | --- |
| **7. Туршилтын шаардлага**  **7.1 Ерөнхий шаардлага**  Бүх туршилтууд тухайлсан зүйлд заасан холбогдох IEC стандартын дагуу хийгдэх ёстой. Керамик хөндийрүүлэгч гэрний туршилт IEC 62155-н ёсоор хийгдэх шаардлагатай. Нийллэг материалаар хийсэн хөндийрүүлэгчийн туршилтыг IEC 61462 ба IEC 62217 ёсоор хийнэ. 8.2, 8.5, 9.3, 9.4-д заасан бүх өндөр хүчдэлийн туршилтыг IEC 60060-1 ёсоор хийнэ.  Нийлүүлэгч нь захиалагчийн шаардлагын дагуу туршилтын төрөлжүүлсэн батламжийг бэлдэж өгөх ёстой. Эдгээр туршилтууд нь төрөлжүүлсэн туршилтаар шалгаж шинж чанаруудыг сайжруулж болох аргаар захиалагчийн саналаас өөр биш хийцийн оруулгуудад хийгдэх ёстой. Төрөлжүүлсэн туршилтын давтах үйлдэл нь зөвхөн тодорхой гэрээнд заасан тохиолдолд л баталгааждаг.  Захиалагчийн хүсэлтээр, нийлүүлэгч ажиллагаанд байгаа төхөөрөмжийн газардуулгын эд анги хүртэлх хамгийн бага завсрыг тооцоолсон мэдээллийг бэлдэж өгөх ёстой.  Шинээр үйлдвэрлэсэн оруулгын туршилтын хүчдэлийн зөвшөөрөх хэмжээг Хүснэгт 3-д заасан. Ажиллагаанд байгаа оруулгын хувьд ээлжит туршилтын хүчдэлийн хэмжээг энэ хүснэгтэд өгсөн утгаас 85%-иар буулгах ёстой.  Оруулгыг 8.2, 8.4, 8.5, 9.3, 9.4-д өгсөн ёсоор туршихдаа агаарт нуман цахилалт үүсгэн гэмтээж болохгүй. Гэхдээ шаазан хөндийрүүлэгчийн гадаргүй дээр үдсэн үл ялиг ул мөрийг бол зөвшөөрдөг.  “Нуман цахилалт”, ”нэвчилт” гэсэн нэр томьёо IEC 60050-212:2012 - стандартын 212-11-47 ба 212-01-49 д тус бүр тодорхойлсон.  **7.2 Туршилтын ангилал**  **7.2.1 Ерөнхий**  5, 6, 10, 11-р хүснэгтэд төрөл бүрийн оруулгуудын хэрэглэх туршилтыг үзүүлсэн.  52кВ-с бага буюу тэнцүү өндөр хүчдэлийн тоног төхөөрөмжийн керамик, шил, органик биш материал, давирхай, нийллэг хөндийрүүлэгтэй оруулгын туршилтын мэдээг Зүйл 10 д үзүүлсэн.  Бусад төрлийн оруулгын деэлектрик чанар, дулааны болон механик бат бөхийг шалгах туршилт нь дараах туршилтуудаас бүрдэнэ.  **7.2.2 Төрөлжүүлсэн туршилтууд**   * Үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлийн хуурай болон нойтон нөхцөлийн туршилт (8.1-г үзнэ үү); * Үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлийн урт хугацааны туршилт (ACLD) (8.2-г үзнэ үү); * Хуурай нөхцөлд аянгын импульсийн хүчдэлээр турших (8.3-г үзнэ үү); * Хуурай болон нойтон нөхцөлд коммутацын импульсийн хүчдэлээр турших (8.4-г үзнэ үү); * Дулаан тэсвэрлэлтийг турших (8.5-г үзнэ үү); * Цахилгаан соронзон нийцлийн туршилт (8.6-г үзнэ үү); * Халалтыг ихэсгэж турших (8.7-г үзнэ үү); * Эгшин зуурын гүйдлийн дулааны үйлчлэлээр шалгах (8.8-г үзнэ үү); * Хэвгий суух ачаагаар турших (8.9 -г үзнэ үү); * Шингэнээр дүүргэсэн, хольцоор дүүргэсэн, шингэн хөндийрүүлэгчтэй оруулгын алдагдлыг шалгах (8.10-г үзнэ үү); * Хийгээр дүүргэсэн, хийгээр хөндийрүүлсэн, хий нэвчүүлсэн оруулгын доторх даралтыг шалгах (8.10-г үзнэ үү); * Зарим хэсэг нь буюу бүтэн дүрэгдсэн хийн-иммерсийн оруулгын гадаад даралтыг шалгах (8.12); * Оврын хэмжээсийг шалгах (8.13); | **7. Test requirements**  **7.1 General requirements**  All tests shall be carried out in accordance with the relevant IEC publication referred to in the particular clause. Tests on insulating envelopes of ceramic material shall be carried out in accordance with IEC 62155. Tests on insulators of composite material shall be carried out in accordance with IEC 61462 and IEC 62217. All high-voltage tests, in accordance with 8.2 to 8.5, 9.3 and 9.4 shall be carried out in accordance with IEC 60060-1.  The supplier shall provide a detailed type test certificate at the request of the purchaser. The tests shall have been carried out on bushings of a design that does not differ from that offered to the purchaser in any way that may improve the features to be checked by a type test. Repetition of a type test is only mandatory when specified in a particular contract.  At the request of the purchaser, the supplier shall furnish any information concerning the minimum clearances to earthed parts in the operating arrangement.  The values of the applicable withstand test voltages for newly manufactured bushings are indicated in Table 3. For bushings, which have been in operation, the routine withstand test voltages shall be reduced to 85 % of the values indicated in the table.  The bushings shall not be damaged by the tolerated flashover in air when tested in accordance with 8.2, 8.4, 8.5, 9.3 and 9.4, but slight marks remaining on the surface of the porcelain insulating parts are acceptable.  A definition of the terms “flashover” and “puncture” is given in IEC 60050-212:2012 , definition 212-01-47 and definition 212-01-49, respectively.  **7.2 Test classification**  **7.2.1 General**  Tables 5,6,10 and 11 show the applicability of the tests to the various types of bushings.  For bushings of highest voltages for equipment equal to or less than 52 kV, made of ceramic, glass or inorganic materials, resin or composite insulation, see Clause 10.  For other bushings, tests to check dielectric, thermal and mechanical properties of bushings comprise the following tests.  **7.2.2 Type tests**   * dry or wet power-frequency voltage withstand test (see 8.1); * long duration power-frequency voltage withstand test (ACLD) (see 8.2); * dry lightning impulse voltage withstand test (see 8.3); * dry or wet switching impulse voltage withstand test (see 8.4); * thermal stability test (see 8.5); * electromagnetic compatibility test (see 8.6); * temperature rise test (see 8.7); * verification of thermal short-time current withstand (see 8.8); * cantilever load withstand test (see 8.9); * tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings (see 8.10); * internal pressure test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings (see 8.11); * external pressure test on partly or completely gas-immersed bushings (see 8.12); * verification of dimensions (see 8.13). |

**5-р хүснэгт. Хэрэглэхийг зөвшөөрсөн төрөлжүүлсэн туршилт (10-р Зүйлд заасан оруулгуудыг оруулахгүй, 7.2.2-г үзнэ үү)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Дэд Зүйл** | **нэрс** | **Хэрэглэх оруулгын төрөл** | **Дэд зүйлд өгсөн оруулга** |
| 8.2 | AC хуурай | Дотор ажиллах, дотор байрлах хэсэг нь дүрэгдсэн, бүтэн дүрэгдсэн Um< 245кВ | 3,16, 3.19 3.21 .3.16 |
| 8.2 | AC нойтон | Гадна орчинд ажиллах Um < 245кВ | 3.17 3.19 |
| 8.3 | ACLD | Бүх трансформаторын оруулга Um≥170кВ |  |
| 8.4 | Аянгын | Бүх төрөл |  |
| 8.5 | Коммутацын | Бүх төрөл Um≥300кВ |  |
| 8.6 | -хуурай  Дулаан тогтворжуулалт | Дотор ажиллах, дотор байрлах хэсэг нь дүрэгдсэн, бүтэн дүрэгдсэн болон трансформаторын ≥245кВ |  |
|  | -нойтон | Гадна орчинд ажиллах | 3.16, 3.19, 3.21 |
| 8.7 | Дулаан тэсвэрлэлт | Зарим хэсэг нь дүрэгдсэн, бүтэн дүрэгдсэн, иммерсийн бодис ≥ 600С ба  OIP ба RIP >300 кВ  Бусад ≥ 145кВ | 3.17, 3.18, 3.20 |
| 8.8 | Халалтын өсгөх | Бүх төрөлд, = | 3.19, 3.20, 3.21 |
| 8.9 | Түр халаах | Бүх төрөлд, тооцооны халалт нь өндөр бол |  |
| 8.10 | Хэвгий ачаа | Бүх төрөл |  |
| 8.11 | Нягтруулга | Шингэн дүүргэсэн ба шингэн хөндийрүүлэгчтэй бүх төрөл, зунгааралдах чанар өндөртэйгөөс бусад | 3.2, 3.4 |
| 8.12 | Даралт | Хий агуулсан бүх төрөл ≥1л ба >0.5 бар | 3.5, 3.6, 3.7 |
| 8.13 | Гадна даралт | Зарим хэсгийг буюу бүтнээр нь хийд иммерсэлсэн бүх төрөл, хийн даралт >0.5 бар | 3.19, 3.20, 3.21 |
| 8.14 | Оврын хэмжээс | Бүх төрөл |  |

**Table 5 – Applicability of type tests (see 7.2.2, excluding bushings according to Clause 10)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Subclause** | **Short title** | **Applicable to bushing type** | **Bushing defined in subclause** |
| 8.2 | AC dry | All indoor, indoor immersed and completely immersed, U m ≤ 245 kV | 3.16, 3.19, 3.21 |
| 8.2 | AC wet | All outdoor, U m ≤ 245 kV | 3.17, 3.18, 3.20 |
| 8.3 | ACLD | All transformer bushings, Um ≥ 170kV |  |
| 8.4 | Lightning | All |  |
| 8.5 | Switching | All, Um ≥ 300 kV |  |
|  | * dry | - indoor, indoor immersed and completely immersed and all transformer bushings, U m ≥ 245kV | 3.16, 3.19, 3.21 |
|  | * wet | - outdoor | 3.17, 3.18, 3.20 |
| 8.6 | Thermal stability | All partly or completely immersed, immersion medium ≥ 60 °C andU m > 300 kV for OIP and RIP U m ≥ 145 kV for others | 3.19, 3.20, 3.21 |
| 8.8 | Temperature rise | All |  |
| 8.9 | Thermal short-time | All, If calculated temperature is too high |  |
| 8.10 | Cantilever | All |  |
| 8.11 | Tightness | All liquid-filled and insulated, except with highly viscous filling | 3.2, 3.4 |
| 8.12 | Pressure | All containing gas of ≥1 l and >0,5 bar gauge | 3.5, 3.6, 3.7 |
| 8.13 | External pressure | All partly or completely immersed in gas, gas pressure >0,5 bar gauge | 3.19, 3.20, 3.21 |
| 8.14 | Dimensions | All |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **7.2.3 Ээлжит туршилтууд**   * Орчны хэмд деэлектрик (tan δ) шинж чанар, багтаамжийн хэмжилт хийх (9.2-г үзнэ үү); * Хуурай нөхцөлд аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилт хийх (9.3-г үзнэ үү); * Хуурай нөхцөлд үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлийн туршилт хийх(9.4 -г үзнэ үү); * Цахилгаан нэвчилтийн хэмжээг хэмжих (9.5-г үзнэ үү); * Клемны хөндийрүүлэгчийг турших (9.6-г үзнэ үү); * Хийгээр дүүргэсэн, хийгээр хөндийрүүлсэн, хий нэвчүүлсэн оруулгын доторх даралтыг шалгах (9.7 -г үзнэ үү); * Шингэнээр дүүргэсэн, хольцоор дүүргэсэн, шингэн хөндийрүүлэгчтэй оруулгын алдагдлыг шалгах (9.8-г үзнэ үү); * Хийгээр дүүргэсэн, хийгээр хөндийрүүлсэн, хий нэвчүүлсэн оруулгын алдагдлыг шалгах (9.9-г үзнэ үү); * Фланц болон бусад бэхлэх төхөөрөмж дээрх алдагдлыг шалгах (9.10-г үзнэ үү); * Ерөнхий үзлэг хийх, хэмжээсийг шалгах (9.11); | **7.2.3 Routine tests**   * measurement of dielectric dissipation factor (tan **) and capacitance at ambient temperature (see 9.2); * dry lightning impulse voltage withstand test (see 9.3); * dry power-frequency voltage withstand test (see 9.4); * measurement of partial discharge quantity (see 9.5); * tests of tap insulation (see 9.6); * internal pressure test of gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings (see 9.7); * tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings (see 9.8); * tightness test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings (see 9.9); * tightness test at the flange or other fixing device (see 9.10); * visual inspection and dimensional check (see 9.11). |

**6-р хүснэгт Ээлжит түршилтууд (Зүйл 10-д заасан оруулгуудыг оруулахгүй, 7.2.3 –г үзнэ үү)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Дэд зүйлс** | **Нэрс** | **Оруулгын төрөл** | **Дэд зүйлд хамаарах оруулга** |
| 9.2 | tan δ, багтаамж | Бүх багтаамжийн төрөл | 3.15 |
| 9.3 | Аянгын | Бүх төрлийн трансформаторын оруулга, BIL ≥ 245 кВ |  |
| 9.4 | AC хуурай | Бүх төрөл |  |
| 9.5 | Цахилгаан нэвчилт | Бүх төрөл |  |
| 9.6 | Клем | Туршилтын клемтэй бүх төрөл |  |
| 9.7 | Дотоод даралт | Хий агуулсан бүх төрөл |  |
| 9.8 | Шингэний нягтруулга | Шингэн агуулсан бүх төрөл, зунгааралдах чанар өндөртэйгөөс бусад | 3.5, 3.6, 3.7 |
| 9.9 | Хийн нягтруулга | Хий агуулсан бүх төрөл, зарим онцгой тохиолдлоос бусад | 3.2, 3.4 |
| 9.10 | Фланцын нягтруулга | Хэсэгчлэн буюу бүтэн байдлаар тосонд иммерсэлсэн бүх төрөл, зарим онцгой тохиолдлоос бусад | 3.19, 3.20, 3.21 |
| 9.11 | Гаднах үзлэг хэмжээс | Бүх төрөл |  |

**Table 6 – Applicability of routine tests (see 7.2.3, excluding bushings according to Clause 10)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Subclause** | **Short title** | **Applicable to bushing type** | **Bushing defined in subclause** |
| 9.2 | tan *δ* / capacity | All capacitance graded | 3.15 |
| 9.3 | Lightning | All transformer bushings, BIL ≥245 kV |  |
| 9.4 | AC dry | All |  |
| 9.5 | Partial discharges | All |  |
| 9.6 | Tap | All with a tap |  |
| 9.7 | Internal pressure | All gas-containing | 3.5, 3.6, 3.7 |
| 9.8 | Tightness for liquid | All liquid-containing, except with highly viscous | 3.2, 3.4 |
|  |  | filling |  |
| 9.9 | Tightness for gas | All gas-containing with some exceptions | 3.5, 3.6, 3.7 |
|  |  |  | 3.19, 3.20, 3.21 |
| 9.10 | Tightness at flange | All partly or completely immersed in oil or gas | 3.19, 3.20, 3.21 |
|  |  | with some exceptions |  |
| 9.11 | Visual and dimensions | All |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **7.2.4 Тусгай туршилт**  Тусгай туршилтыг нийлүүлэгч ба захиалагчийн хоорондын гэрээгээр зөвшөөрсөн үед хийнэ.   * Газар хөдлөлтийн туршилт (IEC 61463-д зааснаар);   Шаазан хөндийрүүлэгчийн хиймэл бохирдолтын туршилт (IEC 60507-д зааснаар). туршилт шаардлагагүй;  **7.3 Деэлектрик болон дулааны туршилтын үеийн оруулгын нөхцөл**  Туршилт хийх үед шаардлагатай бол орчны агаарын болон дүрэх бодисын хэм нь 100С-400С хооронд байх ёстой. Деэлектрик болон дулааны туршилтыг оруулга дээр бэхэлгээний төхөөрөмж, бусад хэрэгслийг хамтруулан цахилгаан нум үүсэхээс хамгаалах цэнэг шавшагчийг оруулахгүй хийнэ.  Туршилтын клем, хүчдэлийн клемүүд нь газардуулсан эсвэл газартай ижил потенциалтай байх шаардлагатай.  3.4 ёсоор шингэн хөндийрүүлэгчтэй оруулгууд нь нийлүүлэгчийн тодорхойлсон чанар бүхий шингэнээр хэвийн түвшинд дүүргэгдсэн байх ёстой.  3.5, 3.6, 3.7 ёсоор хийгээр дүүргэсэн, хийн хөндийрүүлэгчтэй, хий шингээсэн оруулгууд нь нийлүүлэгчийн тодорхойлсон чанар бүхий хөндийрүүлэгч хийгээр дүүргэгдсэн байх ёстой. 3.30 ёсоор, 200C-н хэмд хамгийн бага даралтад хүрсэн байх шаардлагатай. Хэрэв туршилт эхлэхэд орчны хэм 200C-с ялгаатай бол даралтыг тохируулах хэрэгтэй.  3.19, 3.20, 3.21-д заасан хэсэгчлэн буюу бүрэн иммерсэлсэн оруулга нь хэвийн ажиллах боломжтой байхаар иммерслэх бодист дүрэгдэх ёстой. Бусад бодисын хувьд нийлүүлэгч ба захиалагчийн гэрээгээр тохирох шаардлагатай. Оруулгыг GIS ба трансформаторын хоорондох шууд холболтод хэрэглэх тохиолдолд ээлжит деэлектрик туршилтыг хийх үед GIS ба трансформаторын оруулгуудын бат бөхөд тавих шаардлагын хоорондох ялгааг тэгшитгэхийн тулд хийн гэр доторх даралтыг нэмэхийг зөвшөөрнө. (Хүснэгт 3-г үзнэ үү)  Ажлын тодорхой горимд оруулга тохирч байгааг шалгах тусгай туршилт, загварын туршилт хийхийг нийлүүлэгч шаардаж болно. Тухайлбал хийн хөндийрүүлэгтэй хуваарилах байгууламж, трансформаторт хэрэглэх зориулалтын оруулгатай бол GIS ба трансформатор талын зэрэгцээ металл эд ангиуд дээр загварын туршилт шаардлагатай байж болно. Ийм туршилт нь нийлүүлэгч ба захиалагчийн хоорондын гэрээгээр хийгдэх ёстой.  **Тайлбар: Трансформаторын оруулгын хувьд тосон дотор гэнэтийн нэвчилт гаргахгүй байх 9.3 д заасан шаардлагыг хангахын тулд тосны завсрыг тусгайлан тооцоолох хэрэгтэй. Жишээ нь: тухайн трансформаторын оруулга суулгах суурийн диаметерээс том диаметертэй оруулга.**  Деэлектрик (7.2.3-г үзнэ үү) туршилт бол хөндийрүүлэгчийн дотоод чанарыг шалгахад зориулагддаг учраас эдгээр туршилтуудын үед оруулгын металл эд ангиудын үзлэг хийхийг зөвшөөрдөг.  Оруулгын туршилтыг хийхдээ орчны агаар буюу иммерсийн бодисоор дамжин нум үүсэхээс сэргийлж газардуулагч эд анги хүртэлх зайг хангалттай хэмжээтэй байхаар бэлдэнэ.  Ер нь бол GIS ба трансформаторын оруулгыг босоо байрлалд фланцыг газардуулж газартай ойр потенциалтай болгосон үед туршина.  Нойтон нөхцөлд үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэл, коммутацын импульсийн хүчдэлээр туршихад зориулан оруулгыг суурилуулах өнцгийг нийлүүлэгч ба захиалагчийн хоорондын гэрээгээр зохицуулж болно.  Деэлектрик туршилтыг эхлэхийн өмнө  хөндийрүүлэгчийг орчны агаарт цэвэрлэж хатаах хэрэгтэй.  Хэрэв атмосферийн бодит нөхцөл IEC 60060-1-д өгсөн хэмжээнээс өөр бол Хүснэг-7 д өгснөөр засвар хийнэ. | **7.2.4 Special tests**  Special tests are only performed when contractually agreed upon between purchaser and supplier.   * seismic test (reference to IEC 61463); * artificial pollution test for porcelain insulators (reference to IEC 60507).   **7.3 Condition of bushings during dielectric and thermal tests**  During all tests, the temperature of the ambient air and immersion media, if any, shall be between 10 °C and 40 °C. Dielectric and thermal tests shall be carried out only on bushings complete with their fixing flanges or other fixing devices, and all accessories with which they will be fitted when in use, but without protective arcing gaps, if any. Test taps and voltage taps shall be either earthed or held near earth potential.  liquid-insulated bushings, according to 3.4, shall be filled to the normal level with the insulating liquid of the quality specified by the supplier.  Gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings, according to 3.5, 3.6 and 3.7, shall be filled with the type of insulating gas specified by the supplier and raised to the minimum pressure according to 3.30, at the reference temperature of 20 °C. If, at the beginning of the test, the temperature differs from 20 °C, the pressure shall be adjusted accordingly.  Partly or completely immersed bushings, according to 3.19, 3.20 and 3.21, shall normally be immersed in an immersion medium which is as similar as possible to that used in normal operation. Other media shall be agreed between purchaser and supplier. In the case of bushings for direct connection between GIS and transformers it is permitted to increase the pressure in the gas enclosure during routine dielectric tests to compensate for differences in withstand requirements for GIS and transformers bushings (see Table 3).  The purchaser may request a simulation test as a special test to prove the adequacy of the bushing in a specific operating arrangement. In particular, in the case of bushings intended for use on gas-insulated switchgear and transformers, tests may be required with simulation of adjacent metal parts on the GIS or transformer side. Such tests shall be the subject of previous agreement between purchaser and supplier.  **NOTE For transformer bushings special consideration should be given to the clearances under oil, for example with a larger diameter than the intended transformer turret, to satisfy the requirements of 9.3 without any contingent breakdown in oil.**  As the dielectric routine tests (see 7.2.3) are intended to check the internal insulation only, it is permissible practice to screen the external metal parts of the bushing during these tests.  A bushing is normally tested in an arrangement having sufficient clearance to surrounding earthed parts to avoid direct flashover to them through the ambient air or the immersion medium.  Normally, GIS and transformer bushings are tested in the vertical position, with the flange earthed or held near to earth potential.  The angle of mounting of the bushing for the wet power-frequency voltage withstand test and wet switching impulse voltage withstand test may be the subject of special agreement between purchaser and supplier.  Before commencing dielectric tests, the insulator shall be clean and dry and in thermal equilibrium with the ambient air.  If the actual atmospheric conditions deviate from the values given in IEC 60060-1, correction shall be made as given in Table 7. |

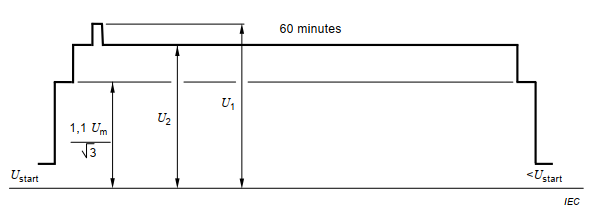
**7-р хүснэгт. Турших хүчдэлийг засварлах (7.3-г үзнэ үү)**

| **Зүйл** | **Туршилт** | **Засвар a,b,c** |
| --- | --- | --- |
| 8.2 | Хуурай нөхцөлд үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлээр турших | Доорх нөхцөлд к1 х к2 |
| 8.2 | Нойтон нөхцөлд үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлээр турших | к1 –р үржих |
| 8.3 | Үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлээр урт хугацаагаар турших | байхгүй |
| 8.4 | Хуурай нөхцөлд аянгын импульсийн хүчдэлээр турших | Доорх нөхцөлд к1 х к2 |
| 8.5 | Хуурай нөхцөлд коммутацийн импульсийн хүчдэлээр турших | Доорх нөхцөлд к1 х к2 |
| 8.5 | Нойтон нөхцөлд коммутацийн импульсийн хүчдэлээр турших | Доорх нөхцөлд к1 х к2 |
| 8.6 | Дулаан тэсвэрлэх туршилт | байхгүй |
| 8.7 | Цахилгаан соронзон нийцлэлтээр турших | байхгүй |
| 9.2 | Деэлектрик шинж чанар, багтаамжийн хэмжилт | байхгүй |
| 9.4 | Хуурай нөхцөлд үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлээр турших | байхгүй |
| 9.5 | Нэвчилтийг хэмжих | байхгүй |
| 9.6 | Клемний хөндийрүүлгийг турших | байхгүй |
| a k1 ба k2 IEC 60060-1 ёсоор тодорхойлогдох ёстой  b Импульсийн туршилтын тохиолдолд, залруулга нь туршилтын хүчдэлийн хэмжээг заасан утгаас бага болгох үед залруулга нь хүчдэл кретик утгадаа байх туйл дээр хийгдэх ёстой. Харин эсрэг туйлын хүчдэл нь хамгийн багадаа л бүрэн хэмжээндээ байх шаардлагатай.  c Залруулгын итгэлцүүр 1-с их бол залруулга нь хоёр туйлд хэрэглэгдэнэ. Гэхдээ залруулга 1.05-с их бол нийлүүлэгч ба захиалагч нар туршилтыг хийх эсэхээ тохиролцох ёстой. | | |

**Table 7 – Correction of test voltages (see 7.3)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Clause** | **Test** | **Correction a, b, c** |
| 8.2 | Dry power-frequency voltage withstand test | Multiply by *k*1 х *k*2 in the conditions indicated below |
| 8.2 | Wet power-frequency voltage withstand test | Multiply by *k*1 |
| 8.3 | Long duration power-frequency withstand | None |
|  | test |  |
| 8.4 | Dry lightning impulse voltage withstand test | Multiply by *k*1 х *k*2 in the conditions indicated below |
| 8.5 | Dry switching impulse voltage withstand test | Multiply by *k*1 х *k*2 in the conditions indicated below |
| 8.5 | Wet switching impulse voltage withstand test | Multiply by *k*1 in the conditions indicated below |
| 8.6 | Thermal stability test | None |
| 8.7 | Electromagnetic compatibility tests | None |
| 9.2 | Measurement of dielectric dissipation factor | None |
|  | and capacitance |  |
| 9.4 | Dry power-frequency voltage withstand test | None |
| 9.5 | Measurement of partial discharge quantity | None |
| 9.6 | Tests of tap insulation | None |
| a *k* and *k* shall be determined according to IEC 60060-1.  1 2  b In the case of impulse tests when the correction leads to a test voltage value lower than that specified, such correction shall be made on the polarity for which the external withstand voltage is the most critical one, whereas the opposite polarity shall be applied with at least the full voltage value.  c When the correction factor is higher than 1, the correction applies to both polarities, but if the correction factor is higher than 1,05 the purchaser and supplier shall agree as to whether the test shall or shall not be performed. | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **8 Төрөлжсөн туршилт**  **8.1 Ерөнхий**  Хуурай нөхцөлт үйлдвэрийн давтамжтай туршилтын өмнө хийх ёстой импульсийн хүчдэлийн туршилтаас бусад туршилтыг гүйцэтгэх дараалал буюу хослон турших боломжийг нийлүүлэгчийн саналаар хийнэ. (9.4-г үзнэ үү) Төрөлжүүлсэн цуврал туршилтын өмнө ба дараа деэлектрик алдагдлын итгэлцүүр, багтаамжийн хэмжилт, цахилгаан цахилалт (9.5-г үзнэ үү) хэмжилтийг гэмтэл байгаа эсэхийг шалгахын тулд хийх ёстой.  **8.2 Нойтон ба хуурай нөхцөлд хийх үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлийн туршилт**  **8.2.1 Хэрэглэх боломж**  Хуурай туршилтыг 3.16, 3.17, 3.19-д заасан ёсоор ээлжит туршилт (9.3-г үзнэ үү) шаардлагагүй бүх оруулгад хэрэглэж болно.  Нойтон туршилтыг 245 кВ-той тэнцүү буюу ***Um***-тай, 3.16, 3.17, 3.19-д заасан ёсоор бүх гадна орчинд ажиллах  оруулгад хэрэглэж болно.  **8.2.2 Туршилт хийх аргууд, тавих шаардлага**  Туршилтын хүчдлийн хэмжээг 3-р хүснэгтэд үзүүлэв. Туршилтын үргэлжлэх хугацаа нь 300 с байх үед Um нь 1100 кВ ба түүнээс дээш хүчдэлтэй трансформаторын оруулганаас бусад тохиолдолд туршилтын үргэлжлэх хугацаа нь туршилтын давтамжаас хамааралгүй 60 секунд байна.  **8.2.3 Туршилт даах**  Хэрэв цахилгаан нум үүсэхгүй, нэвт цохилт гараагүй бол оруулгыг туршилт дааж тэнцсэнд тооцох ёстой. Хэрэв ямар нэг нэвчилт байвал оруулгыг туршилт даагаагүй гэж үзнэ. Багтаамжийн ангиллын оруулгын хувьд хэрэв туршилтын дараа хэмжсэн багтаамж өмнөх хэмжилтээс нэг түвшинд хамаарах тоогоор өссөн бол нэвчилт гарсан гэдэг нь батлагдана.  Хэрэв нум үүссэн бол туршилтыг дахин нэг удаа давтан хийх хэрэгтэй. Хэрэв давтан турших үед нум буюу нэвт цохилт гараагүй бол оруулгыг туршилт даасан гэж үзнэ.  **8.3 Үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлээр удаан хугацаагаар турших (ACLD)**  **8.3.1 Хэрэглэх боломж**  170кВ ба үүнээс дээших хүчдэлийн бүх трансформаторын оруулгад туршилт хийж болно.  **8.3.2 Туршилт хийх арга, тавих шаардлага**  Хүчдэл нь Зураг 5-д үзүүлсэн графикийн дагуу байх ёстой;   * Хүчдэлийг ***1.1 Um*** /√3 хүртэл өсгөөд 5 минут (A) туршина; * Хүчдэлийг ***U2 = 1.5 Um*** /√3 хүртэл өсгөөд 5 минут (B) туршина; * Хүчдэлийг ***U1 = Um*** хүртэл өсгөөд 1 минут (C) туршина; * Турших хугацааг тоолж дуусмагц хүчдэлийг зогсолтгүй бууруулж ***U2*** болгох ба цахилалтыг хэмжихых тулд ***Um ≥*** 300кВ бол хамгийн (D) багадаа 60 минут, ***Um <*** 300кВ бол 30минут барина. * Хүчдэлийг ***1.1 Um*** /√3 хүртэл буулгаж 5 минут (E) туршина; * Хүчдэлийг 0 В хүртэл буулгана.   Туршилтын хугацаа турших давтамжаас хамаарах ёсгүй. Хэсэгчилсэн цахилалтыг турших хүчдэл өгсөн хугацааны туршид хянаж 5 минут бүрд тэмдэглэж авах хэрэгтэй.  **8.3.3 Туршилт даах**  Хэрэв цахилгаан нум үүсээхгүй болон нэвт цохилт гараагүй бол оруулгыг туршилт дааж тэнцсэнд тооцох ёстой. Багтаамжийн ангиллын оруулгын хувьд хэрэв туршилтын дараа хэмжсэн багтаамж өмнөх хэмжилтээс нэг түвшинд хамаарах тоогоор өссөн бол нэвчилт гарсан гэдэг нь батлагдана.  Хэсэгчилсэн цахилалтыг даах хамгийн дээд хэмжээ нь туршилтын шатлал, оруулгын төрлөөс хамаарах ба 9-р хүснэгтэд өгснөөр байх ёстой. | 1. **Type tests**   **8.1 General**  The order or possible combination of the tests is at the discretion of the supplier, except the impulse voltage withstand tests which shall be made before the dry power-frequency voltage withstand test (see 9.4). Before and after the series of type tests, measurements of dielectric dissipation factor and capacitance (see 9.2) and of partial discharge quantity (see 9.5) shall be carried out in order to check whether damage has occurred.  **8.2 Dry or wet power-frequency voltage withstand test**  **8.2.1 Applicability**  The dry test is applicable to all bushings according to 3.15, 3.18 and 3.20, which are not subjected to a routine test (see 9.3).  The wet test is applicable to all outdoor bushings according to 3.16, 3.17 and 3.19, and for which *U*m is less than or equal to 245 kV.  **8.2.2Test method and requirements**  The magnitude of the test voltage is given in Table 3. The test duration shall be 60 s, independent of test frequency, except for transformer bushings with *U*m equal to or above 1100 kV where the test duration is 300 s.  **8.2.3Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if no flashover or puncture occurs. If there is a puncture, the bushing shall be considered to have failed the test. For capacitance graded bushings it is assumed that a puncture has occurred if the capacitance measured after the test raises above the capacitance previously measured by about the amount attributable to the capacitance of one layer. If a flashover occurs, the test shall be repeated once only.  If during the repetition of the test no flashover or puncture occurs, the bushing shall be considered to have passed the test.  **8.3 Long duration power-frequency voltage withstand test (ACLD)**  **8.3.1Applicability**  The test is applicable to all transformer bushings rated 170 kV and above.  **8.3.2Test method and requirements**  The voltage shall be following the profile given in Figure 5;   * raise to 1,1 *Um*/√3 and held for a duration (A) of 5 min: * raised to *U2* = 1,5 *Um*/√3 and held for a duration (B) of 5 min; * raised to *U1* = *Um* and held for a duration (C) of 1 min; * immediately after the test time, reduced without interruption to *U2* and held for a duration   (D) of at least 60 min when *Um* ≥300 kV or 30 min for *Um* <300 kV to measure partial discharges;   * reduced to 1,1 *Um*/√3 and held for a duration (E) of 5 min; * reduced to 0 V.   The duration of the test shall be independent of the test frequency. Partial discharge shall be monitored during the whole application of test voltage and shall be recorded at 5 min intervals.  **8.3.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if no flashover or puncture occurs. For capacitance graded bushings it is assumed that a puncture has occurred if the capacitance measured after the test raises above the capacitance previously measured by about the amount attributable to the capacitance of one layer.  The maximum acceptable values of partial discharge quantity, according to the type of bushing, at any stage in the test shall be as given in Table 9. |



**Зураг-5 Урт хугацааны туршилтын үеийн хүчдэлийн график**

*Ustart* төхөөрөмжийг туршилтад залгах үеийн анхны хүчдэл

**Figure 5 – Voltage profile for long duration test**

where Ustart is the switch-in voltage for test equipment.

|  |  |
| --- | --- |
| **8.4 Хуурай нөхцөлд гүйцэтгэх аянгын импульсийн туршилт (BIL)**  **8.4.1 Хэрэглэх боломж**  Туршилтыг бүх төрлийн оруулгад хэрэглэж болно.  **8.4.2 туршилт хийх арга, тавих шаардлага**  Туршилт хийх хүчдэлийн амплитутыг 3 -р хүснэгтэд өгсөн. Туршилтыг аянгын стандарт 1.2/50 мксек импульсээр доор зааснаар хийнэ:   * Нэмэх туйлын аянгын 15 бүтэн импульсээр, дараа нь * Хасах туйлын аянгын 15 бүтэн импульсээр   ***Um*** нь 72.5кВ-с их трансформаторын оруулгын туршилтыг доор зааснаар хийнэ:   * Эерэг туйлын аянгын 15 бүтэн импульсээр дараа нь * Хүчдэл тэсвэрлэлтийн 110%-д сөрөг туйлын аянгын 1 бүтэн импульсээр, дараа нь * Хүчдэл тэсвэрлэлтийн 121%-д сөрөг туйлын аянгын 5 хэрчсэн импульсээр, дараа нь * Хүчдэл тэсвэрлэлтийн 110%-д сөрөг туйлын аянгын 14 бүтэн импульсээр,   Туйлыг сольсны дараа турших импульсийг өгөхийн өмнө бага амплитудтай импульс хэрэглэхийг зөвшөөрнө.  Хүчдэлийн дараалсан хэрэглээний хоорондох хугацааны интервал өмнөх хэрэглэсэн хүчдэлийн нөлөөллөөс гарахаар хангалттай хэмжээтэй байх ёстой.  **8.4.3 Туршилт даах**  Хэрэв доор үзүүлсэн үр дүн гарч байвал туршилт даасан гэж үзэж ёстой:   * Аль нэг туйл дээр нэвт цохилт гараагүй, * Агаар дахь цахилгаан нумын тоо цуварсан 15 импульс бүрт 2-с дээш гараагүй бол;   Трансформаторын оруулгаас бусад оруулгад:   * Тосны төгсгөлд нум үүсэхгүй байх, * Нэмэх туйл дээр, агаарт хоёроос илүү нум үүсээгүй, * Сөрөг туйл дээр нум үүсээгүй   Хийгээр хөндийрүүлсэн оруулгын хувьд   * Эвдрэлд хүргэж болох цахилалтын тоо цуварсан 15 импульс бүрд хоёроос ихгүй байх; * Өөрөө сэргэдэггүй хөндийрүүлэг дээр эвдрэлд хүргэх цахилалт гарахгүй байх;   Үүнийг цуварсан 15 импульсийн эвдрэлд хүргэж болох цахилалт үүсгэх нэг импульсийн дараа эвдрэл үүсгэхгүй хэмжээний цахилалт үүсгэх хамгийн багадаа 5 импульсээр шалгана. Хэрэв энэ импульс нь цуварсан 15 импульсийн сүүлчийн тавын нэг нь бол нэмэлт импульсийг өгөх хэрэгтэй.  Хэрэв эвдрэлд хүргэх цахилалт гарсан мөн өөрөө сэргэх хөндийрүүлэгчид гарсан эвдэх цахилалт нь туршилтын явцад ямар нэг байдлаар илэрхий шинж тэмдэг өгөөгүй бол тухайн деэлектрик туршилтыг дууссаны дараа оруулгыг монтажаас буулгаж үзлэг хийх шаардлагатай. Хэрэв өөрөө сэргэдэггүй хөндийрүүлэгт нэвт цохилт гарсан бол оруулга туршилт даагаагүй болно.  **8.5 Хуурай болон нойтон нөхцөлд коммутацийн хүчдэлийн импульсээр турших**  **8.5.1 Хэрэглэх боломж**  300кВ ба үүнээс дээших хүчдэлийн бүх оруулгад туршилт хийж болно.  3.16, 3.19, 3.21-д заасан ёсоор хуурай туршилтыг дотор орчинд ажиллах оруулга, дотор ажиллах хэсэг нь иммерсэлсэн болон бүтэн иммерсэлсэн оруулгад хэрэглэж болно.  3.17, 3.18, 3.20-д заасан ёсоор нойтон туршилтыг гадна орчинд ажиллах оруулгад хэрэглэнэ.  Мөн 245кВ ба үүнээс дээших хүчдэлийн бүх трансформаторын оруулгад хуурай туршилт хийж болно.  **8.5.2 Туршилт хийх арга, тавигдах шаардлага**  Эдгээр туршилтуудад IEC 60060-1-г хэрэглэж болно. Ажлын нөхцөлийг бодит байдалтай ойртуулахын тулд оруулгыг 0.4L-с багагүй хэмжээний радустай газардуулсан хавтгай дээр суурилуулах хэрэгтэй. L нь оруулгын хуурай нум үүсэх зай юм. Өндөр хүчдэлийн холболтыг оруулгын дээд талаас тэнхлэгийн шугамын дагуу 0.4L-с багагүй зайтай цэг хүртэл сунгана. Нэг төгсгөл нь иммерсэлсэн оруулгын хувьд иммерсийн бодисын нарийвчилсан мэдээлэл гэрээний үндэс болно.  Туршилтын хүчдэлийн ампилтутыг Хүснэгт 3-д өгсөн.  Туршилтыг дараах 250/2500 микросек-н коммутацын импульсээр гүйцэтгэнэ:   * Эерэг туйлд 15 импульс өгөх, дараа нь * Сөрөг туйлд 15 импульс өгнө.   Хуурай нөхцөлд трансформаторын оруулгын хувьд сөрөг туйлын туршилтыг хүчдэл тэсвэрлэх хэмжээний 110%-р хийнэ.  Туйлыг сольсны дараа туршилтын импульсийг хэрэглэхийн өмнө бага ампилтуттай цөөн импульс өгөхийг зөвшөөрнө. Хүчдэлийн дараалсан хэрэглээний хоорондох хугацааны интервал өмнөх хэрэглэсэн хүчдэлийн нөлөөллөөс гарахаар хангалттай хэмжээтэй байх ёстой.  Хүчдэлийн бичлэгийг импульс бүрд хийнэ.  **8.5.3 Туршилт даах**  Хэрэв доор үзүүлсэн үр дүн гарч байвал туршилт даасан гэж үзэж ёстой:   * Аль нэг туйл дээр нэвт цохилт гараагүй, * Агаар дахь цахилгаан нумын тоо цуварсан 15 импульс бүрт 2-с дээш гараагүй бол;   трансформаторын оруулгаас бусад оруулгад:   * Тосны төгсгөлд нум үүсэхгүй байх, * Нэмэх туйл дээр, агаарт хоёроос илүү нум үүсээгүй, * Сөрөг туйл дээр нум үүсээгүй   Хийгээр хөндийрүүлсэн оруулгын хувьд   * Эвдрэлд хүргэж болох цахилалтын тоо цуварсан 15 импульс бүрд хоёроос ихгүй байх; * Өөрөө сэргэдэггүй хөндийрүүлэг дээр эвдрэлд хүргэх цахилалт гарахгүй байх;   Үүнийг цуварсан 15 импульсийн эвдрэлд хүргэж болох цахилалт үүсгэх нэг импульсийн дараа эвдрэл үүсгэхгүй хэмжээний цахилалт үүсгэх хамгийн багадаа 5 импульсээр шалгана. Хэрэв энэ импульс нь цуварсан 15 импульсийн сүүлчийн тавын нэг нь бол нэмэлт импульсийг өгөх хэрэгтэй.  Хэрэв эвдрэлд хүргэх цахилалт болсон мөн өөрөө сэргэх хөндийрүүлэгчид гарсан эвдэх цахилалт нь туршилтын явцад ямар нэг байдлаар илэрхий шинж тэмдэг өгөөгүй бол тухайн деэлектрик туршилтыг дууссаны дараа оруулгыг монтажаас буулгаж үзлэг хийх шаардлагатай. Хэрэв өөрөө сэргэдэггүй хөндийрүүлэгд нэвт цохилт гарсан бол оруулга туршилт даагаагүй болно.  **8.6 Дулаан даах туршилт**  **8.6.1 Хэрэглэх боломж**  3.19, 3.20, 3.21-д заасан ёсоор туршилтыг зарим хэсэг нь иммерсэлсэн болон бүтэн иммерсэлсэн оруулгад хэрэглэж болно. Эдгээр оруулгуудын гол хөндийрүүлэг нь хүчдэл ***Um*** нь 300КВ-с их тос болон дахирхай шингээсэн цаасан оруулгууд, мөн бусад төрлийн 145кВ-той тэнцүү буюу их хүчдэлтэй оруулгууд , ажлын халуун нь 600С тай тэнцүү буюу их байх, хөндийрүүлэгч бодисоор дүүргэсэн аппаратуруудад зориулагдсан органик материалаас бүрдэнэ.  Хэрэв харьцуулсан туршилт, тооцоонд үндэслэн оруулгын дулааны даац нь хангалттай гэдгийг үзүүлж болох бол туршилт хийх шаардлагагүй.  **8.6.2 Туршилт хийх аргууд, тавигдах шаардлага**  Тосонд буюу өөр шингэн хөндийрүүлэгч бодист иммерслэхэд зориулагдсан оруулгын төгсгөлүүдийг тосонд дүрэх шаардлагатай. Тосны халуун нь 900С ±20С байх ёстой трансформаторын оруулгаас бусад аппаратурын халууныг ажлын халууныг ±2K дээр барих шаардлагатай.  Энэ халууны хэмийг хэмжихдээ термометрийг тосны дээд гадаргүйгээс доош 3 см гүнд, оруулгаас 30 см зайд дүрнэ.  Атмосферийн даралттай агаараас өөр хийжүүлсэн хөндийрүүлэх бодист иммерсэлэхэд зориулагдсан оруулгын төгсгөлүүдийг 3.30-д тодорхойлсон хамгийн бага даралттай хөндийрүүлэгч хийд дүрэх ёстой. Хий нь нийлүүлэгч ба захиалагчийн хоорондын гэрээгээр зөвшөөрсөн халууны хэмийг хадгалах ёстой.  ***Ir*** д харгалзах дамжуулагч дээр гарах алдагдлыг тохирох аргаар загварчлах шаардлагатай. Нэг арга нь бол дамжуулагч ороомгийг эсэргүүцэл ихтэй хөндийрүүлэгдсэн утсаар орооно. Уг утсыг тохирох цахилгаан тэжээлд залгана. Энэ утасны алдагдал дамжуулагчийн алдагдалтай адил байхаар утасны эсэргүүцэл, гүйдлийг тохируулна.  Турших хүчдэл:   * 170 кВ-той тэнцүү буюу бага ***Um***  хүчдэлийн оруулгад ***Um*** хүчдэл өгнө. * 170кВ-с их ***Um*** хүчдэлийн оруулгад 0.8 ***Um*** хүчдэл өгнө.   Тос ба оруулгын халуун адил болтол туршилтыг эхлүүлэхгүй хүлээнэ.  Туршилтын үед деэлектрик алдагдлын итгэлцүүрийг байн, байн хэмжих ёстой. Хэмжилт бүр дээр орчны агаарын халууны хэмийг тэмдэглэж авна.  5 цагийн турш деэлектрик алдагдлын итгэлцүүр орчны агаарын халууны хэмээс хамаарсан мэдэгдэхүйц хэмжээний өсөлтийн шинж үзүүлэхгүй болоход оруулга нь дулаан тогтворжилттой болсон байна.  **8.6.3 Туршилт даасан баталгаа**  Хэрэв оруулга нь дулаан тогтворжилтод хүрсний дараа ээлжит деэлектрик туршилтыг өмнөхөөс мэдэгдэхүйц өөрчлөлтгүйгээр тэсвэрлэж байвал туршилт даасан гэж үзнэ.  **8.7 Цахилгаан соронзон нийцэлтийн туршилт**  **8.7.1 Бохирдуулалтыг шалгах**  **8.7.1.1 Хамрах хүрээ**  Энэ туршилтыг 123 кВ-той тэнцүү буюу их хүчдэлийн дотор болон гадна орчинд ажиллах бүх оруулгад хэрэглэж болно.  **8.7.1.2 Туршилт хийх аргууд, тавигдах шаардлага**  Оруулгыг 7.3-д зааснаар суурилуулах ёстой.  Фланц болон бусад байнга газардуулах ёстой эд ангиудыг газардуулах шаардлагатай.  Оруулга болон туршилт, хэмжилтийн хэлхээтэй ойр байгаа газардуулсан буюу газардуулаагүй биетүүд хэмжилтэд нөлөө үзүүлэхээс сэргийлнэ.  Оруулга нь хуурай, цэвэрхэн халууны хэм нь туршилт явагдах өрөөнийхтэй ойролцоо байх шаардлагатай. Энэ нь уг туршилтаас өмнөх 2 цагийн доторх бусад деэлектрик туршилтаас хамаарах ёсгүй.  Туршилтын холболт, тэдгээрийн төгсгөлүүд нь доор зааснаас их хэмжээтэй радио шуугианы үүсгүүр болох ёсгүй. Өндөр хүчдэлийн холболтууд нь оруулгын дээд талаас оруулгын тэнхлэгийн дагуух шулуун дээр хамгийн багадаа 0.2L хэмжээнд сунах ёстой. L бол оруулгын нум үүсэх зай. Энэ холбогчийн голч нь оруулгын толгойн голчийн хагастай тэнцэх хэмжээтэй байх ёстой.  Хэмжүүрийн хэлхээ нь CISPR 18-2 д зааснаар байх шаардлагатай. Хэмжүүрийн хэлхээг 0.5 МГц-н 10% хүртэлх давтамжаар тохируулах ба бусад давтамжийг 0.5-2 МГц хязгаарт хэрэглэж болно. Энэ хэмжүүрийн хэлхээний давтамжийг тэмдэглэж авна. Үр дүнг микро-вольтоор гаргана.  Хэрэв CISPR нийтлэлд тодорхойлсон эсэргүүцлээс хэмжүүрийн хэлхээний бүрэн эсэргүүцлийг өөрөөр авсан бол энэ бүрэн эсэргүүцэл 600 Ом-с ихгүй, 300 Омоос багагүй байх шаардлагатай. Энэ тохиолдолд фазын өнцөг 200-с хэтрэх ёсгүй. Хэмжих хүчдэл нь эсэргүүцэлтэй шууд хамааралтай гэж үзэн 300 Омд хамаарах радио шуугианы эквалент хүчдэлийг тооцоолж болно. Энэ нь ийм зарчмаар хийсэн залруулга нь алдаатай байж болох томоохон багтаамжийн оруулгаас бусад оруулгад тохирно. Тиймээс 300 Ом эсэргүүцлийг газардуулсан фланцтай оруулгад хэрэглэхийг зөвлөдөг.  Өндөр хүчдэлийн дамжуулагч ба газрын хоорондох энэ бүрэн эсэргүүцэл нь туршилтад байгаа оруулга шиг мэдэгдэхүйц шүнтлэгдэхгүй байхын тулд F фильтер нь хэмжих давтамж дээр өндөр эсэргүүцэлтэй байх хэрэгтэй. Энэ фильтер бас өндөр хүчдэлийн трансформатор буюу хөндлөнгийн үүсгүүрээс үүсэн туршилтын хэлхээгээр дамжих радио-давтамжийн гүйдлийн хэмжээг багасгадаг. Бүрэн эсэргүүцлийн тохирох утга нь хэмжих давтамж дээр 10 000 Ом-оос - 20 000 Омын хооронд байдаг.  Энэ нь радио шуугианы үндсэн (гадны соронзон орон болон турших хүчдэл дор байгаа трансформатораас үүсэх радио шуугианы түвшин) түвшин туршигдах оруулгын радио шуугианы түвшнээс бага 10 дб, хамгийн багадаа 6 дб байх хэмжээгээр баталгаажна. Хэмжих багаж ба хэмжүүрийн хэлхээний тохируулга нь CISPR 16-1 ба CISPR 18-2 д тус, тус өгөгдсөн.  Радио шуугианы түвшинд хөндийрүүлэгч дээр наалдсан тоос, шороо, исэлдэлт нөлөөлж болох тул хэмжилт хийхийн өмнө цэвэр даавуугаар ороохыг зөвшөөрдөг. Туршилтын үед атмосферийн мэдээллийг тэмдэглэж авах хэрэгтэй. Радио шуугианы туршилтад ямар залруулга хэрэглэх нь тодорхой биш, харин өндөр хэмжээний харьцангуй чийглэг туршилтад нөлөө үзүүлэх болно. Хэрэв харьцангуй чийглэг 80% -с хэтэрсэн бол туршилтын үр дүн эргэлзээтэй байж болно.  Туршилтын дараа доор зааснаар хийнэ:  Оруулгад ***1.1 Um*** /√3 хэмжээний хүчдэлийг өгөөд хамгийн багадаа 5 минут барина. ***Um*** нь шугаман хүчдэл. Хүчдэлийг бага, багаар шатлан багасгаж ***0.3 Um*** /√3 болгоно, дахин багаар шатлан өсгөж анхны утгад хүргээд дараа дахин багасгаж ***0.3 Um*** /√3 болгоно. Шат бүр дээр радио шуугианы хэмжилт хийнэ, хүчдэлийг бууруулах сүүлчийн шатлалуудад тэмдэглэж авсан радио шуугианы түвшинг хэрэглэсэн хүчдэлтэй нь харгалзуулан зурж тэмдэглэнэ. Энэ муруй нь оруулгын радио шуугианы тодорхойломжийг үзүүлнэ. Хүчдэлийн шатлал бүрийн ампилтут нь ойролцоогоор ***0.1 Um*** /√3 байх ёстой.  **8.7.1.3 Туршилт даах батламж**  Хэрэв хүчдэлийн ***1.1 Um*** /√3 утга дээр радио шуугианы түвшин 2500 миквольт -с илүү гарахгүй бол оруулгыг туршилт даасан гэж үзэх ёстой.  **8.7.2 Дархлааны туршилт**  Шаардлагатай туршилт байхгүй.  **8.8 Халалтыг ихэсгэж турших**  **8.8.1 Хамрах хүрээ**  Температурын тогтоосон хязгаарт нийцэж байгааг харьцуулсан туршилтын үндсэн дээр тооцоолж нотлох боломжгүй бол туршилтыг бүх төрлийн оруулгаанд хэрэглэнэ.  **8.8.2 Туршилтын аргууд, тавигдах шаардлага**  Нэг буюу хоёр төгсгөл нь тос буюу өөр төрлийн шингэн хөндийрүүлэгч бодист дүрэгдэх хийцтэй оруулгын гаргалгыг орчны хэмтэй тосонд зохих ёсоор дүрэх хэрэгтэй. Тосны халууныг орчны агаарын хэмээс дээш 60К ±2 К хэмд барих шаардлагатай трансформаторын оруулга үүнд хамаарахгүй. Трансформаторыг өөр шингэн тусгаарлагчаар дүүргэсэн бол температурыг тохиролцсон байх ёстой.  Ашигт малтмалын тос (жишээ нь генератор трансформатор) ашигладаг зарим хэрэглээнд трансформаторын тосны дээд температурыг ихэвчлэн IEC-ийн ердийн хязгаараас доогуур утгуудаар хязгаарладаг. Үйлдвэрлэгч болон худалдан авагч хоёрын тохиролцсоны дагуу тосны стандарт температурын 60 К-ийн өсөлтийг трансформаторын дээд тосны бодит температурыг тусгахын тулд бууруулж болно.  Төв хоолойдоо дамжуулагчтай оруулга нь ***Ir*** гүйдлийг даахаар хөндлөн огтлолтой дамжуулагчтай монтажлагдах ёстой. Трансформаторын тос оруулгын төв хоолойтой шүргэлцсэн үед тосны түвшин гаднах хэсгийн өндрийн гуравны нэгээс илүү байх ёсгүй.  Атмосферын даралттай агаараас өөр хийжүүлсэн хөндийрүүлэгч бодист иммерслэх зориулалтын оруулгын гаргалгыг 3.29-д заасан хамгийн бага даралттай хийгээр хөндийрүүлэгдсэн гэр сав руу суулгах шаардлагатай. Туршилт эхлэх үед хий нь орчны хэмд байна.  Хийн хөндийрүүлэгчтэй оруулга туршилт эхлэхэд орчны хэмд байх ёстой.  Агааран хөндийрүүлэгтэй хоолойд ажиллах трансформаторын оруулгын агаартай талыг зохих камерт байрлуулах ёстой. Туршилтын үед камер дахь агаарыг орчны агаарын халуунаас дээш 40 К ± 2 К хүртэл халаах шаардлагатай.  Зохих тооны термопар эсвэл өөр хэмжих төхөөрөмжүүдийг оруулгын дамжуулагчийн дагуу аль болох боломжийн зайнд, мөн хөндийрүүлэх материалтай шүргэлцсэн металл хэсгүүдийн халалтын цэгүүдийг боломжийн нарийвчлалтай тодорхойлохын тулд фланц болон бусад бэхлэх хэрэгсэл дээр байрлуулна.  Орчны агаарын халууны хэмийг оруулгын эргэн тойрон 1м-с 2м зайд өндрийг голлуулан байрлуулсан термометрүүдээр хэмжих хэрэгтэй.  **Тайлбар : Ойролцоогоор 0.5 л багтаамжтай тос дүүргэсэн саван дотор термометрүүдийг байрлуулан хоцролтын тохирох түвшинг гаргаж авна.**  Тос буюу хийн халууны хэмийг оруулгаас 30см зайд байрлуулсан термометрүүдийн заалтын дунджаар авах хэрэгтэй. Тосны халууны хэмийг тосны гадаргүйгээс 3 см-н гүнд хэмжинэ. Туршилтад түр хэрэглэсэн холболтуудын хэмжээс туршилт хийж байгаа оруулгын дулааныг авахааргүй хэмжээстэй байх хэрэгтэй. Хэрэв оруулгын төгсгөлөөс холбогчийн дагуу 1 м зайд халууны хэмийн бууралтын хэмжээ 5 К-с ихгүй буюу дулааны хэлбийлт гадны дамжуулагчийн уртын дагуу метр тутамд 5 К байвал эдгээр нөхцөлүүд бүрдсэн нь батлагдана.  Туршилт нь халууны хэмийн өсөлт мэдрэгдэхүйц тогтмол болтол үргэлжилнэ. Үүнийг халууны хэм нь 1 цагийн турш ±1К-с ихээр өөрчлөгдөхгүй болсон үед тооцно.  Өөр, өөр ачаалал, орчинтой нөхцөлд ажиллах GIS-н гадна орчинд ажиллах оруулга гм, оруулгын дулааны загварчлалд зориулан мэдээлэл бэлдэхийн тулд хэт ачааллын туршилт хийх, дулааны хэмүүдэд харгалзах хугацааг тэмдэглэж авахыг зөвлөдөг.  Тусгаарлагч материалд суулгасан дамжуулагчтай оруулгуудын хувьд тусгаарлагчийг устгахаас зайлсхийхийн тулд хамгийн халуун цэгийн температурыг худалдан авагч ба нийлүүлэгчийн тохиролцоогоор зохих ёсоор батлагдсан төгсгөлөг элементийн тооцоогоор тодорхойлж болно. (Ойролцоо аргыг хавсралт А-аас үзнэ үү.)    **8.8.3 Туршилт даах батламж**  Хэрэв зөвшөөрөгдөх халууны хэмийн хязгаар 4.8-д заасантай таарч байвал мөн эвдрэлийн шинж тэмдэг илрэхгүй бол оруулгыг туршилт даасан гэж тооцно.  **8.9 Гүйдлийн богино хугацааны дулааны үйлчлэлээр шалгах**  **8. 9 .1 Хэрэглэх боломж**  Энэ шалгалтыг бүх төрлийн оруулгад хэрэглэж болно.  **8.9.2 Шалгах аргууд, тавигдах шаардлага**  Оруулгын гүйдлийн стандарт хэмжээ ***Ith –***г даах чадвар нь доорх тооцоогоор тодорхойлогдох ёстой.  (4)  θf Дамжуулагчийн эцсийн халууны хэм 0С;  θ0 400С үед *Ir* гүйдэлтэй дамжуулагчийн халууны хэм 0С;  α Зэс бол 0.8 (K/s)/(KA/cm2)2, Хөнгөн цагаан бол 1.8 (K/s)/(KA/cm2)2;  tth Үргэлжлэх хугацаа, сек;  ***Ith*** Стандарт гүйдэл, килоампер;  Se Эквалент хөндлөн огтлолын талбай, см2, гадаргүйн үйлчлэлийг тооцсон.  St Нийт хөндлөн огтлолын талбай, см2, *Ir* гүйдэл гүйх  Зэс, хөнгөн цагаанаас өөр төрлийн материалд α-г доор өгсөн томьёогоор олж болно:  (5)  ρ Дамжуулагчийн хувийн эсэргүүцэл , µОм▪см  c Дамжуулагчийн хувийн дулаан багтаамж Дж/г▪K  δ Дамжуулагчийн нягт г/см3  (5)-р томьёонд орсон ρ, δ, с-н утгыг 1600С-н хэмд зөв болгох хэрэгтэй.  D (см) голчтой дамжуулагчийн хувьд гадаргүйн нөлөөллийг тооцохын тулд жишээг хөндлөн огтлолын талбайг авах хэрэгтэй. Гадаргүйн нөлөөллийг доор өгсөн томьёогоор цахилгаан гүйдлийн нэвтрэлтийн гүн *d-*гээр тодорхойлно:  см; (6)  f хэвийн давтамж Гц;  эндээс  *Se = πd(D-d)*  (7)  **8.9.3 Туршилт даах**  Хэрэв θf нь 1800С-с илүү гараагүй бол оруулга нь *Ith* стандарт гүйдлийг даасан гэж үзнэ.  Хэрэв тооцоогоор гаргасан халууны хэм энэ хязгаараас хэтэрсэн байвал оруулгын *Ith* стандарт гүйдлийг даах чадварыг туршилтаар харуулах хэрэгтэй. Туршилтыг доор үзүүлснээр хийх хэрэгтэй:   * Оруулгыг ямар ч байршилаар суурилуулж болно; * 4.3-д зааснаар хамгийн бага *Ith* стандарт гүйдлийг tth хугацаагаар дамжуулагчаар гүйлгэнэ. Хөндлөн огтлол нь *Ir* хэвийн гүйдэлтэй тохирох ёстой.   Туршилт эхлэхийн өмнө орчны халууны хэм хамгийн их үед хэвийн гүйдлийг оруулгаар гүйлгэж дамжуулагчтай ижил халуунтай болгоно.  Хэрэв эвдрэл мэдэгдэхгүй буюу ээлжит туршилтын дүн өмнөх туршилтын үр дүнгээс ихээхэн өөрчлөлтгүй бол оруулгыг туршилт даасан гэж тооцно.  **8.10 Хэвгий ачааг даах туршилт**  **8.10.1 Хэрэглэх боломж**  Туршилтыг оруулгын задгай талаас хэрэглэнэ.  **8.10.2 Турших арга, тавигдах шаардлага**  Туршилтын утга нь 1-р хүснэгтэд өгсний дагуу байна. 3.21-д заасан оруулгуудын хувьд бол хэвгий ачаагаар турших хэмжээг дараах байдлаар хязгаарлана:  *Ir* ≤ 800A бол 300 N  *Ir* > 800A бол 1 000 N  Оруулга нь иж бүрэн угсрагдсан байна. Хэрэв хэрэглэх боломжтой бол зориулалтын хөндийрүүлэх бодисоор дүүргэнэ. Өөрөөр заагаагүй бол оруулгыг босоо суурилуулж түүний фланцыг тохирох төхөөрөмжтэй бат бөх бэхэлнэ.  Оруулгын дотор ажлын хамгийн их даралтаас 1бар ±0,1-р их даралтыг өгнө, мөн туршилт өгөх гаргалгатай нягтруулгаар холбогдсон хөндий шилбэтэй оруулгатай үед төв хоолойд даралт өгнө.  Дотоод хөөрөгтэй оруулгын хувьд бол даралтыг нийлүүлэгчийн зааснаар барина.  3.5, 3.6, 3.7-д заасан оруулгын хувьд туршилтыг дүүргэсэн хийн хэвийн даралттай тэнцүү дотоод хийн даралтаар гүйцэтгэнэ.  Шаазан гэртэй оруулгын аюулгүй ажиллагааг хангахын тулд оруулгын дотор хийн даралт өгөлгүй гүйцэтгэж болно. Харгалзах механик хүчдэлийг IEC 621558 хавсралт D ёсоор тооцоолсон нэмэлт жишиг моментоор солих шаардлагатай.  Ачааг оруулгын тэнхлэгт перпендикуляраар гаргалгын гол дунд 60 секундийн турш өгнө. Ачаа нь хэвийн ажиллагааны үед оруулгын захын эд ангиудад их хэмжээний механик хүчдэл үүсгэх чиглэлд байх ёстой.  Нэгээс олон задгай гаргалгатай оруулгын хувьд бол зөвхөн нэг гаргалга дээр ачааг өгөхөд хангалттай.  Хана нэвтрэх оруулгын хувьд бол туршилтын ачааг оруулгын төгсгөл бүрд тус, тусад нь өгөх шаардлагатай.  3.5, 3.6, 3.7-д заасан оруулгууд нь хэвгий ачааны туршилтын дараа 9.8 ёсоор алдагдлын туршилтыг даах ёстой.  **8.10.3 Туршилт даах**  Хэрэв эвдрэл (гажих, хагарах, алдагдах) мэдэгдэхгүй буюу ээлжит туршилтын дүн өмнөх туршилтын үр дүнгээс ихээхэн өөрчлөлтгүй бол оруулгыг туршилт даасан гэж тооцно.  **8.11 Шингэн дүүргэсэн, холимог бодис дүүргэсэн болон шингэн хөндийрүүлэгтэй оруулгын нягтруулгыг шалгах**  **8.11.1 Хэрэглэх боломж**  3.2, 3.4 ёсоор шингэн дүүргэсэн, холимог бодис дүүргэсэн болон шингэн хөндийрүүлэгтэй оруулгын нягтруулгыг шалгахдаа туршилт хийж болно. Наалдамхай шинж чанар нь 200С үед 5 х 10-4 м2/сек-тэй тэнцүү буюу их шингэнээр дүүргэсэн оруулгад хэрэглэхгүй.  **8.11.2 Турших арга, тавигдах шаардлага**  Оруулгын хэвийн ажиллагаанд байхаар угсарч суурилуулна. Оруулгыг тусгай шингэнээр дүүргэж халаасан харцаганд байрлуулан 750С-д 12 цаг хадгална. Ингэх боломжгүй оруулгад нийлүүлэгч ба захиалагчийн гэрээгээр өөр аргыг хэрэглэж болно.  3.30-д заасан ёсоор оруулгын дотоод ажлын хамгийн их даралтаас 1 бар ±0,1 -р их даралтыг туршилтын үед оруулгын дотор хадгалж байх ёстой.  Дотоод хөөрөгтэй оруулгын хувьд бол даралтыг нийлүүлэгчийн зааснаар барина.  **8.11.3 Туршилт даах**  Хэрэв алдагдал мэдрэгдэхгүй бол оруулгыг туршилтад тэнцсэн гэж үзнэ. Илрүүлэх арга нь IEC 60068-2-17:1994, Зүйл С.2-д тайлбарласан аргын аль нэг нь байх ёстой.  **8.12 Хийгээр дүүргэсэн, хийгээр хөндийрүүлсэн, хий шингээсэн оруулгын дотоод даралтын туршилт**  **8.12.1 Хэрэглэх боломж**  Туршилтыг дотоод эзлэхүүн нь 1 л (1000 см3)-тэй тэнцүү буюу их, 0.5 бараас их хийн тогтмол даралтад хэрэглэхэд зориулагдсан керамик буюу нийллэг материалаар хийсэн хөндийрүүлэх гэртэй, 3.5, 3.6, 3.7-д заасан хийгээр дүүргэсэн, хийгээр хөндийрүүлсэн, хий шингээсэн оруулгад хэрэглэж болно.  **8.12.2 Турших арга, тавигдах шаардлага**  Туршилтыг IEC 61462, IEC 62217, IEC 62155-д заасан хөндийрүүлэгч гэр дээр хийж болно.  Хөндийрүүлэгч гэр нь хэрэглээнд зориулагдсан бэхэлгээний төхөөрөмж, хэрэгслээр аль болохоор тоноглогдсон байх хэрэгтэй. Мөн туршилтад хэрэглэх хаалт, даралтын монаметер бүхий самбар байх хэрэгтэй.  Хөндийрүүлэгч нь тохирох бодисоор бүрэн дүүргэгдсэн байх хэрэгтэй. Даралт нь ямар нэг хүчтэй доргилт үүсгэхгүйгээр тогтвортой нэмэгдэх ёстой.  Бусад эд ангиудыг холбогдох стандартаар турших хэрэгтэй.  **8.12.3 Туршилт даах**  Хэрэв керамик болон нийллэг эд анги, хэрэгслүүдийн аль алинд эвдрэл гараагүй бол хөндийрүүлэгчийг туршилт даасанд тооцно. Эвдрэл мэдэгдээгүй газрын хэрэгслүүд нь ачаалалд орсон байсан ч туршилт амжилттай болсон гэж үзнэ.  **8.13 Зарим хэсэг нь эсвэл бүтнээрээ хийд иммерсэлсэн оруулгыг гадны даралтаар турших**  **8.13.1 Хэрэглэх боломж**  0.5 бараас их тогтвортой даралтад хэрэглэхэд зориулагдсан, 3.18, 3.20-д заасан хийд иммерсэлсэн бүх төрлийн оруулгад хэрэглэж болно.  **8.13.2 турших аргууд, тавих шаардлага**  9.10-д заасан нягтруулгыг шалгахын өмнө туршилтыг гүйцэтгэнэ. Оруулгыг туршихад бэлдэн суурилуулж угсарна. Гэхдээ хийн дотоод даралт байх ёсгүй. Иммерслэх төгсгөлийг орчны халууны хэмд хэвийн ажиллагаанд байхаар танканд суурилуулна. Танкийг зохих шингэнээр дүүргэсэн байх ёстой. Гадны ажлын даралтаас гурав дахин их даралтыг 1 минутын турш өгнө.  **8.13.3 Туршилт даах**  Хэрэв ямар нэг механик эвдрэл (гажих, хагарах) мэдэгдэхгүй бол туршилт даасанд тооцно.  **8.14 Хэмжээсийг шалгах**  **8.14.1 Хэрэглэх боломж**  Бүх төрлийн оруулгыг шалгана.  **8.14.2 Зөвшөөрөх**  Туршилтад орох оруулгын хэмжээс нь холбогдох зургийн дагуу байх ёстой.   1. **Ээлжит туршилт**   9.1 Ерөнхий  Туршилтын дараалал буюу боломжит хослолыг нийлүүлэгч сонгоно. Хэрэв туршилт нь хуурай нөхцөлд хийх үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлийн туршилтын өмнө хийх шаардлагатай импульсийн хүчдэлийн туршилтыг агуулж байвал ээлжит туршилт хийхгүй. (9.3-г үзнэ үү) Ээлжит деэлектрик туршилтын өмнө болон дараа гэмтэл гарсан эсэхийг шалгахын тулд деэлектрик алдагдлын итгэлцүүр (tanδ) ба багтаамжийн хэмжилтийг хийх шаардлагатай. (9.1-г үзнэ үү) tanδ-н сүүлчийн хэмжилт хийхийн өмнө цахилалтын хэмжилт хийх хэрэгтэй. (9.4 -г үзнэ үү)  **9.2 Орчны халууны хэмд деэлектрик алдагдлын итгэлцүүр (tanδ) ба багтаамжийг хэмжих**  **9.2.1 Хэрэглэх боломж**  3.14-ёсоор багтаамжийн зэрэглэлтэй оруулгад хэрэглэж болно.  **9.2.2 Турших аргууд, тавигдах шаардлага**  Энэ туршилтыг хийх үед оруулгын дамжуулагчаар гүйдэл дамжуулахгүй байх ёстой. Хэмжилтийг Шерингийн гүүрийн арга буюу өөр ижил төрлийн багажаар орчны халууны хэм 100С -400С байхад хамгийн багадаа дараах хүчдэлд хийх хэрэгтэй.   * ***Um*** ≤ 36 кВ оруулгад 1.05 ***Um***/√3 хүчдэл; * ***Um*** ≥ 52 кВ оруулгад 1.05 ***Um***/√3 ба ***Um*** хүчдэл;   Хэмжилтийг хуурай нөхцөлд үйлдвэрийн давтамжтай турших хүчдэлээс ихгүй хүчдэлтэй үед хэмжих хэрэгтэй.  2кВ-с 20кв-н хоорондох хүчдэлд tanδ ба багтаамжийг хэмжилт хийхдээ оруулга ажилд байх үеийн хэмжилтийн утгыг жишиг болгон авч хэрэглэх хэрэгтэй.  **9.2.3 Хүлээн зөвшөөрөх**  tanδ-н утга болон tanδ-н өсөх хамгийн их зөвшөөрөгдөх утгыг хүснэгт 8-д үзүүлсэн. Хэрэв эдгээр утгыг зөвшөөрөхгүй бол 1 цагийн дараа туршилтыг дахин хийхийг зөвшөөрнө.  Хэмжилтийн үед халууны бодит хэмийг тэмдэглэж авна. | **8.4 Dry lightning impulse voltage withstand test (BIL)**  **8.4.1 Applicability**  The test is applicable to all types of bushings.  **8.4.2 Test method and requirements**  The magnitude of the test voltage is given in Table 3. The bushing shall be subjected to   * 15 full lightning impulses of positive polarity, followed by * 15 full lightning impulses of negative polarity   of the standard lightning impulse 1,2/50 ps.  Bushings for transformers of *Um* greater than 72,5 kV shall be subjected to   * 15 full lightning impulses of positive polarity, followed by * 1 full lightning impulse of negative polarity at 110 % of the rated withstand voltage, followed by * 5 chopped lightning impulses of negative polarity at 121 % of the rated withstand voltage, and by * 14 full lightning impulses of negative polarity at 110 S% of the rated withstand voltage.   The time to on the chopping device shall be between 2 ps and 6 ps.  It is permissible, after changing polarity, to apply some impulses of minor amplitude before the application of the test impulses.  The time intervals between consecutive applications of the voltage shall be sufficient to avoid effects from the previous applications of voltage.  **8.4.3 Acceptance**  The bushings shall be considered to have passed the test, if   * no puncture occurs at either polarity, and * the number of flashovers in air does not exceed two for each series of 15 impulses;   except for transformer bushings for which   * no flashover on liquid immersed parts, * not more than two flashovers in air at positive polarity, and * no flashover in air at negative polarity are permitted.   For gas-insulated bushings   * the number of disruptive discharges shall not exceed two for each series of 15 impulses; * no disruptive discharges on non-self-restoring insulation shall occur.   This is verified by at least five impulses without disruptive discharge following that impulse out of the series of 15 impulses of each polarity, which caused the last disruptive discharge. If this impulse is one of the last five out of the series of 15 impulses of each polarity, additional impulses shall be applied.  If disruptive discharges occur and for any reason evidence cannot be given during testing that the disruptive discharges were on self-restoring insulation, after the completion of the dielectric tests the bushing shall be dismantled and inspected. If punctures of non-self- restoring insulation are observed, the bushing has failed the test.  **8.5 Dry or wet switching impulse voltage withstand test**  **8.5.1 Applicability**  The test is applicable to all bushings of Um equal to or greater than 300 kV.  A dry test is applicable to indoor, indoor-immersed and completely immersed bushings, according to 3.16, 3.19 and 3.21.  The wet test is applicable to outdoor bushings, according to 3.17, 3.18 and 3.20.  In addition a dry test is applicable to all transformer bushings of Um equal to or greater than 245 kV.  **8.5.2 Test method and requirements**  For these tests, IEC 60060-1 may be used. To simulate service conditions, the bushing shall be mounted on an earthed plane, radially extended from the axis of the bushing at least 0,4 L in every direction, L being the dry arcing distance of the bushing. The high-voltage connection shall extend in line with the axis of the bushing to a point at least 0,4 L above the top of the bushing. In the case of bushings where one end is immersed, the details of immersion shall be subject to agreement.  The magnitude of the test voltage is given in Table 3.  The bushing shall be subjected to   * 15 impulses of positive polarity, followed by * 15 impulses of negative polarity   of the standard switching impulse 250/2 500 ps.  For transformer bushings the dry, negative polarity test shall be at 110% of the rated withstand voltage.  It is permissible, after changing polarity, to apply some impulses of minor amplitude application of the test impulses. The time intervals between consecutive applications of the voltage shall be sufficient to avoid effects from the previous application of voltage.  Voltage records shall be made of each impulse.  **8.5.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if   * no puncture occurs at either polarity, and if * the number of flashovers in either polarity does not exceed two in the series of 15 impulses;   except for transformer bushings for which   * no flashover on liquid immersed parts, and   not more than two flashovers in air at positive polarity, and   * no flashover in air at negative polarity are permitted.   For gas-insulated bushings   * the number of disruptive discharges shall not exceed two for each series of 15 impulses; * no disruptive discharges on non-self-restoring insulation shall occur.   This is verified by at least five impulses without disruptive discharge following that impulse out of the series of 15 impulses of each polarity, which caused the last disruptive discharge. If this impulse is one of the last five out of the series of 15 impulses of each polarity, additional impulses shall be applied.  If disruptive discharges occur and for any reason evidence cannot be given during testing that the disruptive discharges were on self-restoring insulation, after the completion of the dielectric tests the bushing shall be dismantled and inspected. If punctures of non-self- restoring insulation are observed, the bushing has failed the test.  **8.6 Thermal stability test**  **8.6.1 Applicability**  The test is applicable to all partly or completely immersed bushings, according to 3.19, 3.20 and 3.21. The major insulation of these bushings consists of an organic material, intended for apparatus filled with an insulating medium, the operating temperature of which is equal to or above 60 °C and where Um is greater than 300 kV for oil-and resin-impregnated paper  bushings, and equal to or greater than 145 kV for other types of bushings.  The test may, however, be omitted if it can be demonstrated, based on the results of comparative tests or calculations, that the thermal stability of the bushing is assured.  **8.6.2 Test method and requirements**  The ends of the bushings, which are intended for immersion in oil, or another liquid-insulating medium, shall be immersed in oil. The temperature of the oil shall be maintained at the operating temperature of the apparatus ±2 K, except for transformer bushings where the oil temperature shall be 90 °C ±2 °C.  This temperature shall be measured by means of thermometers, immersed in oil about 3 cm below the surface, and about 30 cm from the bushing.  The ends of the bushings, which are intended for immersion in a gaseous insulating medium other than air at atmospheric pressure, shall be appropriately immersed in insulating gas at minimum pressure as defined in 3.30. The gas shall be maintained at a temperature agreed upon between purchaser and supplier.  The conductor losses corresponding to Ir shall be simulated by appropriate means. One method is to wrap a resistive insulated wire around a conductor dummy and to feed it by a  suitable supply. The resistance of the wire and the current shall be adjusted in such a way as to produce the same losses as the final conductor.  The test voltage shall be   * ***Um*** for bushings of ***Um*** equal to or less than 170 kV, * 0,8 ***Um*** for bushings of ***Um*** greater than 170 kV.   The test shall not be started until thermal equilibrium between the oil and the bushing has been reached.  During the test, the dielectric dissipation factor shall be measured frequently and the ambient air temperature shall be recorded at each measurement.  The bushing has reached thermal stability when its dielectric dissipation factor shows no appreciable rising tendency, with respect to the ambient temperature, for a period of 5 h.  **8.6.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if it reaches thermal stability and subsequently withstands dielectric routine tests without significant change from previous results.  **8.7 Electromagnetic compatibility tests (EMC)**  **8.7.1 Emission test**  **8.7.1.1 Applicability**  This test is applicable for all indoor and outdoor bushings having highest voltage for equipment equal to and above 123 kV.  **8.7.1.2 Test method and requirements**  The bushing shall be installed as stated in 7.3.  The flange and other normally earthed parts shall be connected to earth. Care should be taken to avoid influencing the measurements by earthed or unearthed objects near to the bushing and to the test and measuring circuits.  The bushing shall be dry and clean and at approximately the same temperature as the room in which the test is made. It should not be subjected to other dielectric tests within 2 h prior to the present test.  The test connections and their ends shall not be a source of radio interference voltage of higher values than those indicated below. The high-voltage connections shall extend in line with the bushing axis to a point at least 0,2 *L* above the top of the bushing, where *L* is the arcing distance of the bushing. The maximum diameter of this connection shall be half the diameter of the bushing head.  The measuring circuit shall comply with CISPR 18-2. The measuring circuit shall preferably be tuned to a frequency within 10% of 0,5 MHz, but other frequencies in the range 0,5 MHz to 2 MHz may be used, the measuring frequency being recorded. The results shall be expressed in microvolts.  If measuring impedances different from those specified in CISPR publications are used, they shall be not more than 600  nor less than 30 , in any case the phase angle shall not exceed 200C The equivalent radio interference voltage referred to 300  can be calculated, assuming the measured voltage to be directly proportional to the resistance, except for bushings of large capacitance, for which a correction made on this basis may be inaccurate. Therefore, a 300  resistance is recommended for bushings with earthed flanges.  The filter F shall have a high impedance at the measuring frequency, so that the impedance between the high-voltage conductor and earth is not appreciably shunted as seen from the bushing under test. This filter also reduces circulating radio-frequency currents in the test circuit, generated by the high-voltage transformer or picked up from extraneous sources. A suitable value for its impedance has been found to be 10 000  to 20 000  at the measuring frequency.  It shall be ensured by suitable means that the radio interference background level (radio interference level caused by external field and by the high-voltage transformer when magnetised at the full test voltage) is at least 6 dB and preferably 10 dB below the specified radio interference level of the bushing to be tested. Calibration methods for the measuring instrument and for the measuring circuits are given in CISPR 16-1 and CISPR 18-2 respectively.  As the radio interference level may be affected by fibres or dust settling on the insulators, it is permitted to wipe the insulators with a clean cloth before taking a measurement. The atmospheric conditions during the test shall be recorded. It is not known what correction factors apply to radio interference testing but it is known that tests may be sensitive to high relative humidity and the results of the test may be open to doubt if the relative humidity exceeds 80 %. The following test procedure shall be followed:  A voltage of 1,1 *U*m /√3 shall be applied to the bushing and maintained for at least 5 min,  *U*m being the highest voltage for equipment. The voltage shall then be decreased by steps down to 0,3 *U*m /√3, raised again by steps to the initial value and finally decreased by steps to 0,3 *U*m /√3. At each step radio interference measurement shall be taken and the radio interference level, as recorded during the last series of voltage reductions, shall be plotted versus the applied voltage; the curve so obtained is the radio interference characteristic of the bushing. The amplitude of voltage steps shall be approximately 0,1 *U*m /√3  **8.7.1.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if the radio interference level at 1,1 *U*m /√3 does not exceed 2 500 V.  **8.7.2 Immunity test**  No test is required.  **8.7 Temperature rise test**  **8.8.1 Applicability**  The test is applicable to all types of bushings, unless it can be demonstrated by a calculation based on comparative tests that specified temperature limits are met.  **8.8.2 Test method and requirements**  Bushings, one or both ends of which are intended to be immersed in oil or another liquid- insulating medium, shall be appropriately immersed in oil at ambient temperature, except for transformer bushings, where the oil shall be maintained at a temperature of 60 K ± 2 K above the ambient air. If the transformer is filled with another liquid-insulation medium, the temperature shall be subject to agreement.  In some applications using mineral oil (e.g. generator transformer), the transformer top-oil temperature is often restricted to values below the normal IEC limits. Subject to agreement between manufacturer and purchaser, the standard oil temperature rise of 60 K may be reduced to reflect the real transformer top oil temperature.  Bushings with a conductor drawn into the central tube shall be assembled with an appropriate conductor, the cross-section of which shall conform to *I*r. When the transformer oil is in communication with the bushing central tube, the oil level shall not exceed one-third of the height of the external part.  The end of bushings, which are intended for immersion in a gaseous insulating medium other than air at atmospheric pressure, shall normally be appropriately immersed in an enclosure insulated with gas at minimum pressure, according to 3.29, the gas being at ambient temperature at the beginning of the test.  Gas-insulated bushings shall be at ambient temperature at the beginning of the test.  For transformer bushings operating in air-insulated ducting, the air side shall be enclosed in an appropriate chamber. During the test, the air in the chamber shall be heated to 40 K ± 2 K above ambient air, either by self-heating or indirectly.  An appropriate number of thermocouples or other measuring devices shall, as far as possible, be placed along the bushing conductor, central tube and other current-carrying parts, as well as possibly on the flange or other fixing device, so as to determine the hottest spot of the bushing metal parts in contact with insulating material with reasonable accuracy.  The ambient air temperature shall be measured with lagged thermometers placed around the bushing at mid-height and at a distance of 1 m to 2 m from it.  **NOTE A satisfactory degree of lagging is obtained by placing the thermometers in oil-filled containers with a volume of approximately 0,5 l.**  The temperature of the oil or gas shall be measured by means of thermometers placed at a distance of 30 cm from the bushing and, in the case of oil, 3 cm below the surface of the oil.  The test shall be carried out at *I*r ± 2 % at rated frequency, all parts of the bushing being substantially at earth potential. If the frequency at the test differs from the rated frequency, the current may be adjusted to achieve equivalent losses.  Temporary external connections used for this test shall be of such dimensions that they do not contribute unduly to the cooling of the bushing under test. These conditions are assumed to be fulfilled if the temperature decrease from the bushing termination to a point at 1 m distance along the connection does not exceed 5 K, or the thermal gradient along the external conductor is 5 K per metre for short connections.  The test shall be continued until the temperature rise is sensibly constant. This is considered to be the case if the temperature does not vary more than ± 1 K during 1 h.  In order to provide data for thermal modelling of bushings, e.g. GIS-outdoor bushings, operating under different current loading and ambient temperature conditions, it is recommended by agreement to carry out overload tests and to record time functions of all temperature readings.  To avoid destruction of the insulation in the case of bushings with the conductor embedded in the insulating material, the temperature of the hottest spot may, by agreement between purchaser and supplier, be determined by suitably validated finite element calculations. (See also Annex A for an approximate method.)  **8. 8.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if the permissible temperature limits in accordance with 4.8 are met, and if there is no visible evidence of damage.  **8.9 Verification of thermal short-time current withstand**  **8.9.1 Applicability**  The verification is applicable to all types of bushings.  **8.9.2 Verification method and requirements**  The ability of the bushings to withstand the standard value of Ith shall be demonstrated by the following calculation:  (4)  θf is the final temperature of the conductor, in degrees Celsius;  θ0 is the temperature of the conductor in degrees Celsius, under continuous operation with *I*r at an ambient temperature of 40 °C;  α is 0,8 (K/s)/(kA/cm2)2 for copper, 1,8 (K/s)/(kA/cm2)2 for aluminium;  *t*th is the rated duration as specified, in seconds;  *I*th is the standard value as specified above, in kiloamperes;  *S*e is the equivalent cross-section, in square centimetres, taking account of skin effect;  *S*t is the total cross-section, in square centimetres corresponding to *I*r.  For other materials the value of ** used may be derived from the formula given below:  (5) where  ρis the resistivity of conductor, in .cm  *c* is the specific heat of conductor, in J/(g.K)  δ is the density of the conductor, in g/cm3.  Values ofρ, *c* and δused in Equation (5) should be correct at an average temperature of 160 °C.  In circular conductors of diameter *D* (cm), the equivalent cross-section shall take skin effect into account. The skin effect may be determined by considering a depth of penetration *d* of current derived from the formula given below:  см; (6)  where *f* is the rated frequency, in hertz. Therefore:  *Se = πd(D-d)*  (7)  **8.9.3Acceptance**  The bushing shall be considered to be able to withstand the standard value of *I*th if θf does not exceed 180°C.  If the calculated temperature exceeds this limit, the ability of the bushing to withstand the standard value of *I*th shall be demonstrated by a test. The test shall be carried out as follows:   * the bushing can be installed in any position; * a current of at least the standard value of *I*th and of duration *t*th, in accordance with 4.3, shall be passed through the conductor, the cross-section of which shall conform to the rated current *I*r*.*   Before the test, the bushing shall carry a current that produces the same stable conductor temperature as the rated current at maximum ambient temperature.  The bushing shall be considered to have passed the test if there is no visual evidence of damage and if it has withstood a repetition of all routine tests without significant change from the previous results.  **8.10Cantilever load withstand test**  **8.10.1 Applicability**  The test is applicable to the air side of bushings.  **8.10.2 Test method and requirements**  The test values shall be in accordance with Table 1. For bushings according to 3.21, cantilever withstand load test values shall be restricted to:  300 N for *I*r 800 A  1 000 N for *I*r >800 A  The bushing shall be completely assembled and, if applicable, filled with the insulating medium specified. Unless otherwise stated, the bushing shall be installed vertically and its flange rigidly fixed to a suitable device.  A pressure equal to 1 bar ± 0,1 bar above the maximum operating pressure shall be applied inside the bushing, and also inside the central tube in the case of a bushing with a hollow stem with a gasket joint at the terminal to be tested.  For bushings with internal bellows, the pressure shall be stated by the supplier.  For bushings according to 3.5, 3.6 and 3.7 the test shall be performed with an internal gas pressure equal to the rated filling pressure.  For safety reasons on bushings with porcelain envelope the test may be performed without internal gas pressure and the relevant mechanical stress shall be replaced by an equivalent additional moment calculated in accordance with IEC 62155, Annex D.  The load shall be applied perpendicular to the axis of the bushing at the mid-point of the terminal for 60 s. The load shall be in the direction which will cause the highest stress at the critical parts of the bushing in normal operation.  For bushings with more than one air side terminal, it is generally sufficient to apply the load to one terminal only.  For wall bushings the test load shall be applied to each end of the bushing separately.  Bushing types as defined in 3.5, 3.6 and 3.7 shall pass the leakage test according to 9.8 after the cantilever test.  **8.10.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if there is no evidence of damage (deformation, rupture or leakage) and if it has withstood a repetition of all routine tests without significant change from previous results.  **8.11 Tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings**   * + 1. **Applicability**   The test is applicable to all liquid-filled or compound-filled and liquid-insulated bushings, according to 3.2 and 3.4, except those bushings where the liquid filling has a viscosity equal to or greater than 5 x 10-4 m2/s at 20 °C.  **8.11.2 Test method and requirements**  The bushing shall be assembled as for normal operation, filled with the liquid specified and placed in a suitably heated enclosure, maintained at a temperature of 75 °C for 12 h. For bushings where this is not possible, alternative methods may be agreed between purchaser and supplier.  A minimum pressure of 1 bar ± 0,1 bar above the maximum internal operating pressure according to 3.30, shall be maintained inside the bushing during the test.  For bushing with internal bellows, the pressure shall be stated by the supplier.  **8.11.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if there is no evidence of leakage. The method of detection shall be the one described in IEC 60068-2-17:1994, Clause C.2.  **8.12 Internal pressure test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings**  **8.12.1 Applicability**  The test is applicable to all gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings, according to 3.5, 3.6 and 3.7, where the insulating envelope is of ceramic or composite material and intended for use with a permanent gas pressure higher than 0,5 bar gauge, having an internal volume equal to or greater than 1 l (1 000 cm3).  **8.12.2Test method and requirements**  The test is performed on the insulating envelope in accordance with IEC 61462 and IEC 62217 or IEC 62155 where appropriate.  The insulating envelope shall be equipped with its fixing devices and fittings, preferably as in the intended application, and with additional plates with valve and pressure gauge for the test.  The insulator shall be completely filled with an appropriate medium. The pressure shall be increased steadily without producing any shock.  Other components should be tested to their appropriate standards.  **8.12.3 Acceptance**  The insulator shall be considered to have passed the test if there is no evidence of cracks, neither in the ceramic nor composite nor in the fittings. Where there is no evidence of the above, the test is considered satisfactory even though the fittings may have been stressed beyond their yield point.  **8.13 External pressure test on partly or completely gas-immersed bushings**  **8.13.1 Applicability**  The test is applicable to all gas-immersed bushings, according to 3.18 to 3.20, intended for use at a permanent gas pressure higher than 0,5 bar gauge.  **8.13.2 Test method and requirements**  The test shall be carried out before the tightness test according to 9.10. The bushing shall be assembled as far as necessary for the test, but there shall not be any internal gas pressure. The end for immersion shall be mounted in a tank as for normal operation at ambient temperature. The tank shall be completely filled with an appropriate liquid. A pressure of three times the external maximum operating pressure (see 3.32) shall be applied for 1 min.  **8.13.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if there is no evidence of mechanical damage (e.g. deformation, rupture).  **8.14Verification of dimensions**  **8.14.1 Applicability**  This verification is applicable to all types of bushings.  **8.14.2 Acceptance**  The dimensions of the bushing under test shall be in accordance with the relevant drawings, particularly with regard to any dimensions to which special tolerances apply and to details affecting interchangeability.   1. **Routine tests**   **9.1 General**  The order or possible combination of the tests is at the discretion of the supplier, except if the tests include impulse voltage withstand tests, which shall be made before the dry power- frequency voltage withstand test (see 9.3). Before and after the dielectric routine tests, measurements of dielectric dissipation factor (tanδ) and capacitance (see 9.1) shall be carried out in order to check whether damage has occurred. The measurement of partial discharge quantity (see 9.4) shall be made before the last measurement of tanδ*.*  **9.2 Measurement of dielectric dissipation factor (tanδ) and capacitance at ambient temperature**  **9.2.1 Applicability**  The measurement is only applicable to capacitance-graded bushings according to 3.14.  **9.2.2 Test method and requirements**  During this test, the bushing conductor shall not carry current. The measurement shall be made at an ambient temperature of between 10 °C and 40 °C by means of a Schering bridge, or other similar equipment, at least at:   * 1.05 ***Um***/√3 for bushings of ***Um*** ≤ 36 kV; * 1.05 ***Um***/√3 and ***Um*** for bushings of ***Um*** ≥ 52   The measurement shall not be made at a voltage exceeding the dry power-frequency withstand voltage.  A measurement of tanδ and capacitance at a voltage between 2 kV and 20 kV shall be carried out as a reference value for measurements carried out later when the bushing is in operation.  **9.2.3Acceptance**  The maximum permissible values of tanδ and for the increase of tanδwith voltage are given in Table 8. If the values are not acceptable, it is permitted to wait for 1 h before repeating the test.  The actual temperature during the measurement shall be stated in the test report. |

**Хүснэгт-8 tanδ ба tanδ-н өсөх хэмжээ (Хүснэгт 9.2 -г харна уу)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оруулгын хөндийрүүлэгчийн төрөл | Tanδ-н хамгийн их утга | |
| 1.05 ***Um***/√3 хүчдэл дэх утга | *1.05* ***Um****/√3 ба* ***Umа***  Хоорондох өсөлт |
| Тос шингээсэн цаас  Давирхай шингээсэн цаас  Давирхай шингээсэн синтетик  Давирхайгаар наасан цаас  Хийн шингээсэн хальс  Нийллэг  Бусад | 0.007  0.007  0.007  0.015  0.005  cc | 0.001  0.001  0.001  0.004  0.001  cc |
| a Оруулгууд нь диэлектрикийн алдагдлаас гадна омын алдагдлыг харгалзан үзэхийн зэрэгцээ үйлчилгээний бүх нөхцөлд бүрэн дулааны тогтвортой байдлыг шаарддаг. Зөв зохион бүтээгдсэн оруулганы хувьд бага тархалтын хүчин зүйл нь ашиглалтын хугацааг уртасгах албагүй.  b ***Um*** ≤ 36 кВ оруулгад зөвшөөрөхгүй  c Нийлүүлэгч утгыг заах ёстой | | |

**Table 8 – Maximum values of tan*δ* and tan*δ* increase (see 9.2)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Type of bushing insulation | Maximum value of tanδ | |
| Value at 1.05 ***Um***/√3 | *Increase between 1.05* ***Um****/√3 and* ***Umа*** |
| Oil-impregnated paper  Resin-impregnated paper  Resin- impregnated synthetics  Resin bonded paper  Gas impreganated film  Combined  Other | 0.007  0.007  0.007  0.015  0.005  cc | 0.001  0.001  0.001  0.004  0.001  cc |
| a Bushings require full thermal stability at all service conditions while considering both the ohmic losses as well as the dielectric losses. For a properly designed bushing a lower dissipation factors does not necessarily contribute to the service life.  b Not applicable to bushings where ***Um*** ≤ 36.  c The supplier shall indicate the values. | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **9.3 Хуурай аянгын импульсийн хүчдэлийг тэсвэрлэх туршилт**  **9.3.1 Хэрэглэх боломж**  Энэ туршилтыг зөвхөн *Um* > 72.5кВ трансформаторын оруулгад хэрэглэнэ.    **9.3.2 Турших арга, тавигдах шаардлага**  Туршилтыг доор зааснаар хийнэ:   * Сөрөг туйлын аянгын таван бүтэн импульсийг хэрэглэх буюу эсвэл гэрээний дагуу хийнэ; * Сөрөг туйлын аянгын нэг бүтэн импульс өгнө; * 110%-н бүтэн долгионд сөрөг туйлын аянгын хоёр хэрчмэл импульс өгнө; * Сөрөг туйлын хоёр бүтэн аянгын импульс өгнө.   Туршилтын нөхцөл нь 8.4-н дагуу байна.    **9.3.3 Хэрэглэх зөвшөөрөл**  Шалгуур нь 8.4-н дагуу байх ёстой.    **9.4 Хуурай нөхцөлд үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлээр турших.**    **9.4.1 Хэрэглэх боломж**  Туршилтыг бүх төрлийн оруулгад хэрэглэж болно.Хийн хөндийрүүлэгчтэй аппаратурын салшгүй хэсэг болгон хэрэглэх зориулалтын 3.6-д өгсөн хийн хөндийрүүлэгтэй оруулгын хувьд, энэ туршилт нь зөвхөн төрөлжүүлсэн туршилт байх ёстой ба суурилуулахын өмнө тохирох цахилгаан (шаазангийн ханан туршилт гм) туршилтад бэлдсэн оруулгад хөндийрүүлэгч гэр бэлдэнэ.    **9.4.2 Турших арга, тавигдах шаардлага**  Хэрэв хэд хэдэн туршилт шаардлагатай бол импульсийн хүчдэлийн туршилт хийсний дараа хийх хэрэгтэй.  Турших хүчдэлийн ампилтутыг 4-р хүснэгтэд өгсөн. Трансформаторын хүчдэлийн түвшний 110%-тай тэнцүү хүчдэлээр трансформаторын оруулгыг туршина. Хэрэв трансформаторын туршилтын түвшинг заагаагүй бол уг оруулгыг Хүснэгт 4-д өгсөн бусад оруулгын түвшнээр туршина.  Туршилтын үргэлжлэх хугацаа нь 300 сек байх ба 1100 кВ ба түүнээс дээш хүчдэлтэй Um-тэй трансформаторын оруулгаас бусад тохиолдолд давтамжаас хамааралгүйгээр 60 секунд байх ёстой.  **9.4.3 Туршилт даах**  Хэрэв нуман цахилалт үүсэх буюу нэвт цохилт гараагүй бол оруулгыг туршилтад тэнцсэн гэж тооцно. Хэрэв нэвт цохилт гарсан бол оруулгыг туршилтад тэнцээгүй гэж үзнэ. Багтаамжийн оруулгын хувьд хэрэв туршилтын дараа хэмжсэн багтаамж өмнөх хэмжсэн багтаамжаас нэг түвшинд харгалзах хэмжээгээр өссөн байвал эвдэрсэн гэдэг нь батлагдана. Хэрэв ниргэлэг болсон бол туршилтыг дахин нэг удаа хийнэ. Хэрэв давтан туршилт хийх үед ниргэлэг юм уу эвдрэл гараагүй бол оруулгыг туршилт даасанд тооцно.  **9.5 Цахилалтийг хэмжих**  **9.5.1 Хэрэглэх боломж**  Хэмжилтийг бүх төрлийн оруулга дээр хийж болно. Энэ туршилт нь зөвхөн төрөлжүүлсэн туршилт байх ёстой ба суурилуулахын өмнө тохирох цахилгаан (шаазангийн ханан туршилт гм) туршилтад бэлдсэн оруулгад хөндийрүүлэгч гэр бэлдэх ёстой 3.6, 3.13-д заасан оруулгад хамаарахгүй.    **9.5.2 Турших арга, тавигдах шаардлага**  Туршилтыг IEC 60270-н дагуу хийнэ.  Хэсэгчилсэн цахилалтын тоо хэмжээг хэмжихдээ радио шуугианы метрийн аргаар радио шуугианы хүчдэлийг (микровольт) хэмжинэ. Хэрэглэх тохируулах аргыг IEC 60270-д тайлбарласан. Өөрөөр заагаагүй бол туршилтын хэлхээний элементүүд нь хэмжүүрийн хэлхээний шуугиан, мэдрэмжийг хэсэгчилсэн цахилалт 5 пФ байна уу эсвэл тодорхойлох утгын 20% байна уу гэдгийг аль нь их байгаагаас хамааруулан тодорхойлоход ашигладаг.  Хэмжилтийг хуурай нөхцөлд хийх үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлийн туршилтыг хийсний дараа хүчдэлийн түвшинг буулгах үедээ Хүснэгт 3 д өгсөн утгууд дээр хийнэ.  ТАЙЛБАР: Энэ туршилтын үед хэсэгчилсэн цэнэгийн хэмжээг илрүүлэх систем нь Um-ээс дээш хүчдэлд тасралтгүй холбогдсон байх албагүй.  **9.5.3 Зөвшөөрөгдөх хэмжээ**  Деэлектрик туршилтын дараах, оруулгын төрлөөс хамаарсан хэсэгчилсэн цахилалтын хамгийн их зөвшөөрөгдөх хэмжээ 9-р хүснэгтэд өгснөөр байх ёстой.  Хүчдэлийг 1.5 ***Um***/√3 байхад хийсэн хэмжилтийн утга 9-р хүснэгтэд зааснаас их байвал, нийлүүлэгч нь зөвшөөрөгдөх хязгаарт орох эсэхийг шалгахын тулд турших хугацааг 1 цаг хүртэл сунгаж болно. Хэрэв хугацаа дуусахад цахилалт нь зөвшөөрөгдөх хязгаарт байвал оруулгыг хэрэглэхийг зөвшөөрнө.  Деэлектрик туршилтын өмнөх цахилалтын хэмжилт нь зөвхөн мэдээллийн чанартай бөгөөд баталгаа болгоход ашиглахгүй. | **9.3 Dry lightning impulse voltage withstand test**  **9.3.1 Applicability**  The test as a routine test is applicable only for transformer bushings with *Um* > 72,5 kV  **.**  **9.3.2 Test method and requirements**  The test values shall be as follows:   * five full lightning impulses of negative polarity shall be applied or, by contractual agreement; * one full lightning impulses of negative polarity followed by: * two chopped lightning impulses of negative polarity at 110 % of the full wave value, followed by: * two full lightning impulses of negative polarity shall be applied.   For test conditions, 8.4 shall be followed.  **9.3.3 Acceptance**  For criteria, 8.4 shall be followed.  **9.4 Dry power-frequency voltage withstand test**  **9.4.1 Applicability**  The test is applicable to all types of bushings. For gas-insulated bushings according to 3.6, which are intended to be used as an integral part of a gas-insulated apparatus, of which the gas filling is common to that of the bushing, this test shall be a type test only, provided the insulating envelope of the bushing has been subjected to an adequate electrical test (e g. wall test of the porcelain) before assembly.  **9.4.2 Test method and requirements**  The magnitude of the test voltage is given in Table 4. Bushings for transformers shall be tested at least at 110 % of the induced and/or applied test voltage level of the transformer. If the transformer test level is not stated the bushing may be tested at the other bushings level given in Table 4.  The test duration shall be 60 s, independent of frequency, except for transformer bushings with *U* m equal to or above 1100 kV where the test duration is 300 s.  **9.4.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if no flashover or puncture occurs. If there is a puncture, the bushing shall be considered to have failed the test. For capacitance graded bushings it is assumed that a puncture has occurred if the capacitance measured after the test rises above the capacitance previously measured by about the amount attributable to the capacitance of one layer. If a flashover occurs the test shall be repeated once only, during, the repetition of the test, no flashover or puncture occurs, the bushing shall be considered to have passed the test.  **9.5 Measurement of partial discharge quantity**  **9.5.1 Applicability**  The measurement shall be carried out on all types of bushings, except for bushings according to 3.6 and 3.13, for which this test shall be a type test only, provided the insulating envelope of the bushing has been subjected to an adequate electrical test (e.g. wall test of the porcelain) before assembly.  **9.5.2 Test method and requirements**  The test shall be made in accordance with IEC 60270.  When, as a substitute for the measurement of partial discharge quantity, inter-ference voltage, expressed in microvolts, is measured by means of a radio interference meter, the method of calibration to be used is that described in IEC 60270. Unless otherwise stated, the elements of the test circuit shall be such that background noise and sensitivity at the measuring circuit enable a partial discharge quantity of 5 pC or 20 the specific value to be detected, whichever value is higher.  The measurement shall be made after the dry power-frequency withstand voltage test (see 9.4) at the values given in Table 3 during the decrease of the voltage from the dry power-frequency withstand test level;  NOTE The system for detecting partial discharge quantity does not have to be continuously connected at voltage above Um during this test.  **9.5.3 Acceptance**  The maximum acceptable values of partial discharge quantity, according type of bushing after the last dielectric test, shall be as given in Table 9.  When the measured values at 1,5 *Um/*√3 are greater than those indicated in Table 9the supplier may extend the test for a period of up to 1 h to check if the values return to the allowed limits. If the partial discharge at the end of the period is within limits, then the bushing shall be accepted.  Partial discharge measurements before dielectric tests may be requested for information purpose only, and are not subject to guarantee. |

**9-р хүснэгт- Хэсэгчилсэн цахилалтын хамгийн их хэмжээ (8.3 ба 9.5-г үзнэ үү)**

| Оруулгын хөндийрүүлэгчийн төрөл | Цахилалтын хамгийн их утга пФ | | |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Umа*** | *1.5* ***Um****/√3 b* | 1.05 ***Um***/√3 ба  *1.1* ***Um****/√3 e* |
| Тос шингээсэн цаас  Давирхай шингээсэн цаас  Давирхай шингээсэн синтетик  Давирхайдсан цаас   * Метал давхрагтай   Хий шингээсэн хальс  Хий  Цутгамал давирхай  Нийллэг  Бусад | 10  10  10  -  d  10  -  - | 10  10  10  250  d  10  10  10  d  d | 5  5  5  100  300c  5  5  5 |
| а Зөвхөн трансформаторын оруулгад зөвшөөрнө  b Хуваарилах байгууламжийн оруулгад цахилалтыг нийлүүлэгч ба захиалагчийн гэрээнд үндэслэн нам хүчдэл дээр хэмжинэ.  c Хүчний трансформаторт хэрэглэх зориулалтын давирхайдсан цаасан оруулгад бага хэмжээний цахилалтыг захиалагч ба нийлүүлэгчийн хоорондын гэрээгээр бага хэмжээтэй байхыг зөвшөөрч болно.  d Цахилалтын зөвшөөрөх хэмжээг захиалагч ба нийлүүлэгчийн хоорондын гэрээгээр зөвшөөрөх шаардлагатай.  e Хүчдэлийн 1.1 Um/√3 дахь утга нь 8.3-д зааснаар байна. | | | |

**Table 9 – Maximum values of partial discharge quantity (see 8.3 and 9.5)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Type of bushing insulation** | **Maximum discharge quantity** pC **measured at** | | |
| ***U*m a** | **1,5 *U*m /** 3 **b** | **1,05 *U*m/** 3  **and**  **1,1 *U*m/** 3 **e** |
| Oil-impregnated paper | 10 | 10 | 5 |
| Resin-impregnated paper | 10 | 10 | 5 |
| Resin-impregnated synthetics | 10 | 10 | 5 |
| Resin-bonded paper c | – | 250 | 100 |
| * with metal layers | d | d | 300c |
| Gas-impregnated film | 10 | 10 | 5 |
| Gas | – | 10 | 5 |
| Cast and moulded resin | – | 10 | 5 |
| Combined |  | d |  |
| Other |  | d |  |
| a Only applicable to transformer bushings.  b For switchgear bushings, the discharge quantities may be measured at a lower voltage, based on agreement between purchaser and supplier.  c For resin-bonded paper bushings for use on power transformers, lower discharge quantities may be agreed between purchaser and supplier.  d The maximum permissible values of discharge quantity shall be agreed between purchaser and supplier.  e The value at 1,1 *U*m/√3 refers to 8.3 only. | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **9.6 Клемны хөндийрүүлэгийн туршилт**  **9.6.1 Хэрэглэх боломж ба туршилтад тавих шаардлага**  Дараах үйлдвэрийн давтамжтай хүчдэлийн туршилтын клем ба газрын хооронд хийнэ:   * Туршилтын клем (3.37-г үзнэ үү): хамгийн багадаа 2 кВ-р ; * Хүчдэлийн клем (3.38-г үзнэ үү): Хэвийн хүчдэлээр 2 удаа, гэхдээ 2 кВ-с багагүй.   Туршилтын үргэлжлэх хугацаа давтамжаас хамаарахгүй ба 60 сек байна.  Туршилтын дараа газартай харьцангуй tanδ ба багтаамжийг 1 кВ –д хэмжих хэрэгтэй.  **9.6.2 Туршилт даах**  Хэрэв ниргэлэг буюу эвдрэл гараагүй бол клемийг туршилт даасан гэж үзнэ.  Туршилтын клемийн хувьд бол tanδ ба багтаамж нь 4.10 д зааснаар байх ёстой.  **9.7 Хийгээр дүүргэсэн, хийгээр хөндийрүүлсэн, хий шингээсэн оруулгын дотоод даралтын туршилт**  **9.7.1 Хэрэглэх боломж**  3.5, 3.6, 3.7-дагуу хийгээр дүүргэсэн, хийгээр хөндийрүүлсэн, хий шингээсэн оруулгад хэрэглэж болно.  **9.7.2 Туршилт хийх арга, тавигдах шаардлага**  Оруулгыг нийлүүлэгчийн сонголтоор хэвийн ажиллагааны үеийнхтэй адил хэмжээтэй хийгээр дүүргэх ёстой. Оруулгын дотор талд (1.5 х ажлын даралт) бар ± 0.1 даралт үүсгэх ба орчны хэмд 15 минут барина.  Керамек буюу нийллэг материалаар хийсэн хөндийрүүлэх гэртэй, даралтанд ажиллах зориулалтын оруулгын хувьд хөндийрүүлэх гэр хайрцгийг угсрахын өмнө IEC 62155, IEC 61462, IEC 62217-н дагуу урьдчилан турших ёстой.  **9.7.3 Туршилт даах**  Хэрэв механик (гажилт, эвдрэл) гэмтэл мэдрэгдэхгүй бол оруулгыг туршилт даасан гэж үзнэ.  **9.8 Шингэнээр дүүргэсэн, холимог бодисоор дүүргэсэн, шингэн хөндийрүүлэгтэй оруулгын нягтруулгыг шалгах**  **9.8.1 Хэрэглэх боломж**  3.2, 3.4-д заасан шингэнээр дүүргэсэн, холимог бодисоор дүүргэсэн, шингэн хөндийрүүлэгтэй бүх оруулгад хэрэглэж болно. 200С-д наалдамхай чанар нь 5 х10-4 м2/сек-тай тэнцүү буюу их шингэнээр дүүргэсэн оруулгад хэрэглэхгүй.  **9.8.2 Турших аргууд, тавигдах шаардлага**  Оруулгыг 100С-с багагүй хэмтэй орчинд зориулалтын шингэнээр дүүргэж, хэвийн ажиллагаанд бэлдэн угсрах хэрэгтэй. Хамгийн бага нь 600С хэмтэй шингэнээр дүүргэх ёстой трансформаторын оруулгад хамаарахгүй. Оруулгын дотор талд ажлын даралтаас 1 бар ± 0.1-р их даралт өгч 12 цаг барина.  Дотроо хөөрөгтэй оруулгын хувьд бол нийлүүлэгчийн зааснаар хийнэ.  **9.8.3 Туршилт даах**  Хэрэв алдагдал мэдрэгдэхгүй бол оруулгыг туршилт даасан гэж үзнэ. Илрүүлэх арга нь IEC 60068-2-17:1994, , Зүйл С.2-д зааснаар байх ёстой.  Туршилт хийх нь ашигтай бол төхөөрөмж дээр анхны нягтруулгын туршилтыг хийхийг зөвлөдөг. Нэг буюу хоёр төгсгөл нь хийд дүрэгдэх зориулалтын оруулгын хувьд тусгайлан хэлэлцэж болно.  **9.9 Хийгээр дүүргэсэн, хийгээр хөндийрүүлсэн, хий шингээсэн оруулгын нягтруулгыг шалгах**  **9.9.1 Хэрэглэх боломж**  3.5-3.7, 3.18-3.21-н дагуу хийгээр дүүргэсэн, хийгээр хөндийрүүлсэн, хий шингээсэн оруулгад хэрэглэж болно.  Хийгээр хөндийрүүлсэн тоног төхөөрөмжийн салшгүй хэсгийг бүрдүүлэх зориулалтын болон газар дээр нь угсрахаар төлөвлөсөн хийгээр хөндийрүүлсэн оруулгын хувьд угсарсан оруулга дээр хийх туршилтыг эд анги бүр дээр хийх туршилтаар сольж нягтруулгын угсралт бүр дээр туршилтыг гүйцэтгэнэ. Нягтруулгын угсралтын аргыг нийлүүлэгч ба захиалагчийн хоорондын гэрээгээр тохирно.  **9.9.2 Туршилт хийх арга, тавигдах шаардлага.**  Оруулгыг орчны хэмд ажлын даралттай хийгээр дүүргэж, хэвийн ажиллагаанд бэлдэн угсрах хэрэгтэй. Оруулгыг гэр хайрцагт хийж хаах хэрэгтэй, жишээ нь хуванцар хайрцагт. Энэ хайрцаг доторх агаар дахь хийн консентрацыг 2 цагийн зайтай хоёр удаа хэмжих хэрэгтэй.  Алдагдлыг илрүүлэх өөр аргуудыг нийлүүлэгч ба захиалагчийн хоорондын гэрээгээр тохиролцож болно.  Туршилт хийх нь ашигтай бол төхөөрөмж дээр анхны нягтруулгын туршилт хийхийг зөвлөдөг.  **9.9.3 Туршилт даах**  Хэрэв тооцоогоор нэг жилийн туршид хийн алдагдал оруулгын доторх хийн хэмжээний 0.5% тай тэнцүү буюу бага хэмжээтэй байвал оруулгыг туршилт даасанд тооцно.  **9.10 Фланц болон бэхлэх хэрэгсэл дээрх нягтруулгыг шалгах**  **9.10.1 Хэрэглэх боломж**  Оруулга нь бүх аппаратурын нягтруулгад ашиглагддаг хуваарилах байгууламж, трансформатор зэрэг аппаратурын салшгүй хэсэг болох зориулалттай, 3.19, 3.21-д заасан иммерсийн оруулгад хэрэглэж болно.  Жийргийг нийлүүлэгч суулгаагүй оруулгатай үед төрөлжүүлсэн туршилт хийх хэрэгтэй. Жишээ нь трансформаторын оруулгын дамжуулагч нэвтэрч гарсан дээд талын аяганы жийрэг.  Нягтруулгын анхны туршилтанд зориулан бэлдсэн нэг ширхэг металл фланцтай трансформаторын оруулга болон 8.11 д заасан төрөлжүүлсэн туршилт, 9.8 д заасан ээлжит туршилт зэргийг даасан, мөн иммерсэлсэн төгсгөл нь ямар нэг жийрэг байхгүй оруулгад энэ туршилтыг хийхгүй байж болно.  **9.10.2 Туршилт хийх арга, тавигдах шаардлага**  Тосонд иммерсэлсэн оруулгын хувьд танкийг агаараар буюу эсвэл 1.5 бар ±0.1-н харьцангуй даралттай тохирох хийгээр дүүргээд 15 минут барих ёстой. Эсвэл 1 бар ±0.1-н харьцангуй даралттай тосоор дүүргээд 12 минут барих ёстой.  Хийд иммерслэхэд зориулагдсан оруулгын хувьд танкийг орчны хэвийн нөхцөлд ажлын даралттай хийгээр дүүргэх ёстой. Оруулгын гадна талын эд ангийг гэр хайрцагт хийж хаана. Шингэн хадгалсан оруулга бол хоосон байх ёстой, гэр хайрцаг дотор хийг чөлөөтэй эргэлдүүлэхийн тулд онгорхой байлгана. Гэр харцаганы доторх агаар дахь хийн консентрацийг 2 цагийн зайтай хоёр удаа хэмжих хэрэгтэй.  **9.10.3 Туршилт даах**  Хэрэв алдагдал харагдахгүй бол тосонд иммерсэлсэн оруулгыг туршилт даасанд тооцно. (IEC 60068-2-17:1994, Зүйл C.2-г үзэх)  Хийд иммерсэлсэн оруулгыг дараах тохиолдлуудад туршилт даасанд тооцно:   * Хийн алдагдал гарч байгаа оруулгын бүх эд ангийн хувьд тооцоогоор гарсан хийн жилийн туршид гарах алдагдлын хэмжээ хуваарилах байгууламжийн зэргэлдээх тасалгаанд агуулагдаж байгаа хийн 0.5% тай тэнцүү буюу бага байвал; * Хийн алдагдал нь оруулга руу орж байгаа шингэнтэй оруулга, тусгай шингэн хөндийрүүлэгтэй болон тос шингээсэн цаасан оруулгын бүх эд ангиудын хувьд тооцоогоор гарсан нийт алдагдлын хэмжээ (3.33-г үзнэ үү) нь 0.05 Pa x см3/сек x L (5 x 10-7 bar x см3/сек x L) тай тэнцүү буюу бага байна. L – оруулгын доторх шингэний хэмжээ литрээр; * Хийн алдагдал нь трансформатор луу орж байгаа, трансформаторт тавих бүх төрлийн оруулгын хувьд тооцоогоор гарсан нийт алдагдлын хэмжээ (3.34-г үзнэ үү) нь 10 Pa x см3/сек (10-4 bar x см3/сек тай тэнцүү буюу бага байна.   **9.11 Үзлэг хийх, хэмжээсийг шалгах**  **9.11.1 Хэрэглэх боломж**  Үзлэгийг бүх төрлийн оруулгад хийнэ. Мөн үйлдвэрээс гарахын өмнө үзлэг хийх ёстой. Оруулга бүр дээр үзлэг хийнэ.  **9.11.2 Хэрэглэх зөвшөөрөл**  Ажиллагаанд нөлөө үзүүлэхээр гадаргүйн гэмтэл байж болохгүй.  Угсарч холбогдох эд ангиудын хэмжээс холбогдох зургийн дагуу байх ёстой.  **10. 52 кВ хүртэлх тоног төхөөрөмжийн нэрлэсэн хамгийн өндөр хүчдэлийн багтаамжгүй зэрэглэлийн оруулгад тавигдах шаардлага ба туршилтууд 10.1 Ерөнхий зүйл**  Энэ заалт нь 3.4, 3.12-оос 3.14 хүртэлх багтаамжгүй зэрэглэлийн бүх оруулгад хамаарна.  **10.2 Халалтанд тавих шаардлага**  Оруулгад түүн дээр суурилуулсан аппаратуудыг хатаах процессыг даах шаардлага тавьж болно. Оруулга нь механик болон цахилгаан гэмтэлгүй, гадны хүч үйлчлээгүй үед 1400С хэмийг 12 цаг даах чадвартай байх ёстой.  **10.3Иммерслэх бодисын түвшин**  Трансформаторын оруулгын хувьд нийлүүлэгч нь иммерслэх бодисын гүний хамгийн бага түвшинг тодорхойлж өгөх ёстой.  **10.4 Тэмдэглээс**  Оруулгад дараах тэмдэглэл хийгдэх ёстой:   * Нийлүүлэгчийн нэр, худалдааны тэмдэг; * Үйлдвэрлэсэн жил; * Тоног төхөөрөмжийн төрөл, цэнэг нэвчих зай, шугаман хүчдэл (Um); * Хэрэв оруулгыг дамжуулагчгүй нийлүүлсэн бол хэвийн гүйдэл, хамгийн их гүйдэл   Жижиг оруулга дээр дээрх тэмдгүүдийг бэлдэхэд хүндрэлтэй байж болно. Энэ тохиолдолд нийлүүлэгч ба захиалагчийн гэрээгээр өөр тэмдэг хэрэглэж болно.  Тэмдэглэлийн жишээг Зураг 4-д үзүүлсэн.      **10.5 Туршилтанд тавих шаардлага**  **10.5.1 Ерөнхий зүйл**  Туршилтын нөхцөл, шаардлага Зүйл 7,8,9 д өгсөнтэй тохирох ёстой. Зааврыг холбогдох дэд зүйлд дугуй хаалтанд хийсэн.  **10.5.2 Төрөлжүүлсэн туршилт**  Дараах туршилтуудыг бүх оруулгад хэрэглэж болно:   * Хуурай болон нойтон нөцөлд үйлдвэрийн давтамжтай хүчдлээр турших (8.2); * Хуурай нөхцөлд аянгын импульсийн хүчдлээр турших (8.4); * Халалтаар турших (8.8); * Гүйдлийн богино хугацааны дулааны үйлчлэлээр шалгах (8.9); * Хэвгий ачааллаар шалгах (8.10); * Хэмжээсийг шалгах (8.14);   3.22 д заасан оруулгын хувьд хэвгий ачааллыг даах туршилтын хэмжээг багасгадаг.  . | **9.6 Tests of tap insulation**  **9.6.1 Applicability and test requirements**  The following power-frequency voltage withstand test with respect to earth shall be applied to all taps:   * test tap (see 3.37): at least 2 kV; * voltage tap (see 3.38): twice the rated voltage of the voltage tap but at least 2 kV.   The test duration is 60 s, independent of frequency.  After the test tan *S* and capacitance with respect to earth shall be measured at least at 1 kV.  **9.6.2 Acceptance**  The tap shall be considered to have passed the test if no flashover or puncture occurs. For test taps the values of tan**and capacitance shall be in accordance with 4.10.  **9.7 Internal pressure test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings**  **9.7.1 Applicability**  The test is applicable to all gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings according to 3.5, 3.6 and 3.7.  **9.7.2 Test method and requirements**  The bushing, complete as for normal operation, shall be filled with gas at the choice of the supplier. A pressure of (1.5 x maximum operating pressure) bar ±0.1 bar shall be produced inside the bushing and maintained for 15 min at ambient temperature.  In the case of bushings where the insulating envelope is made of ceramic or composite material and intended to be operated under pressure, the unassembled insulating envelope shall be previously tested in accordance with IEC 62155 or IEC 61462 and IEC 62217. where appropriate Other components should be tested to their appropriate standards.  **9.7.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if there is no evidence of mechanical damage {e g. deformation, rupture).  **9.8 Tightness test on liquid-filled, compound-filled and liquid-insulated bushings**  **9.8.1 Applicability**  The test is applicable to all liquid-filled or compound-filled and liquid-insulated bushings according to 3.2 and 3.4. except those bushings where liquid filling has a viscosity equal to or greater than 5x10-4 m2/s at 20 °C.  **9.8.2 Test method and requirements**  The bushing shall be assembled as for normal operation, filled with the liquid specified at ambient temperature of not less than 10 °C. except bushings for transformers, which shall be filled with the liquid having a minimum temperature of 60 °C. A pressure of 1 ±0.1 bar above the maximum operating pressure shall be applied inside the bushing as soon as possible after filling and maintained for at least 12 h.  For bushings with internal bellows, the pressure shall be stated by the supplier.  **9.8.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if there is no evidence of leakage.  The method of detection shall be as described in IEC 60008-2-17:1994.. Clause C.2.  It is advisable to carry out a preliminary tightness test on components for which the test is considered useful. Special consideration may be necessary for bushings, one or both ends of which are intended to be immersed in a gaseous medium.  **9.9 Tightness test on gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings**  **9.9.1 Applicability**  The test is applicable to all gas-filled, gas-insulated and gas-impregnated bushings, according to 3.5 to 3.7 and 3.18 to 3.21.  For gas-insulated bushings, intended to form an integral part of gas-insulated equipment, and of which assembly is intended to be achieved on site, it is permitted to replace the tightness test on the assembled bushing by a tightness test on each component, completed by a tightness test on each sealing assembly. The sealing assembly method shall be agreed upon between purchaser and supplier.  **9.9.2 Test method and requirements**  The bushings shall be assembled as for normal operation and filled with gas at maximum operating pressure at ambient temperature. The bushing shall be enclosed in an envelope, for example a plastic bag. The concentration of gas in the air inside the envelope shall twice at an interval equal to or greater than 2 h.  Alternative methods of leakage detection may be used by agreement between purchaser and supplier.  It is advisable to carry out a preliminary tightness test on such components as is considered useful.  **9.9.3 Acceptance**  The bushing shall be considered to have passed the test if the calculated escape of equal to or less than 0,5 % per year of the equivalent amount of gas contained inside the bushing in service.  **9.10 Tightness test at the flange or other fixing device**  **9.10.1 Applicability**  The test is applicable to all partly or completely immersed bushings, according to 3.19 to 3.21 intended to be used as an integral part of an apparatus, such as switchgear or transformers, where the bushings contribute to the sealing of the complete apparatus.  The test shall be a type test only in the case of bushings with gaskets of which the final placing is not carried out by the supplier, for example the top cap gasket of draw-through conductor transformer bushings.  The test may be omitted for transformer bushings fitted with a one-piece metal flange provided the flange has been subjected to a preliminary tightness test, and the bushing has passed the type test in accordance with 8.11 (for example oil-impregnated paper bushings) or the routine test in accordance with 9.8, or the end to be immersed does not include any  gaskets.  **9.10.2 Test method and requirements**    For oil-immersed bushings, the tank shall be filled with air or any suitable gas at a relative pressure 1,5 bar ± 0,1 bar and maintained for 15 min, or with oil at a relative pressure of 1 bar ±0,1 bar maintained for 12 h.  For gas-immersed bushings, the tank shall be filled with gas at maximum operating pressure at ambient temperature. The external part of the bushing shall be enclosed in an envelope, where necessary. Liquid-containing bushings shall remain empty and shall have for free gas circulation within the envelope. The concentration of gas in the air inside the envelope shall be measured twice at an interval equal to or greater than 2 h.  **9.10.3 Acceptance**  An oil-immersed bushing shall be considered to have passed the test if there is no evidence of leakage detected by visual inspection (see IEC 60068-2-17:1994, Clause C.2).  Gas-immersed bushings shall be considered to have passed the test, if:  - for all parts of a bushing where the leak gas escapes directly to the environment, the calculated total escape of gas is equal to or less than 0,5 % per year of the amount of gas contained in the adjacent switchgear compartment;   * for all parts of a liquid-containing bushing, especially liquid-insulated and oil-impregnated paper bushings, where the leak gas penetrates into the inside of the bushing, the calculated total leak rate (see 3.33) is equal to or less than 0,05 Pa x cm3/s x I(5 x 10-7 bar x cm3/s x I), “I” being the quantity of liquid inside the bushing in litres; * for all parts of a bushing, the other end of which is designed for a transformer, where the leak gas penetrates directly into the transformer, the calculated total leak rate (see 3.34) is equal to or less than 10 Pa xcm3/s (10-4 bar xcm3/s).   **9.11 Visual inspection and dimensional check**  **9.11.1 Applicability**  The inspections are applicable to all types of bushings and shall be made on the complete bushings before release. The visual inspection shall be made on each bushing.  **9.11.2** **Acceptance**  No surface defects shall be tolerated which could affect the satisfactory service.  Dimensions of parts for assembling and/or interconnection shall be in accordance with the relevant drawings, checked by sampling.  **10. Requirements and tests for non-capacitance graded bushings of rated highest voltages for equipment up to and including 52 kV**  **10.1 General**  This clause is applicable to all non-capacitance graded bushings including 3.4, 3.12 to 3.14.  **10.2 Temperature requirements**  Bushings that may be required to withstand the drying process of the apparatus on which they are mounted, shall be able to withstand a temperature of 140 pc, 12 h without mechanical or electrical damage, provided that no external forces are applied.  **10.3 Level of immersion medium**  For transformer bushings, the supplier shall specify the minimum depth of immersion medium.  **10.4 Markings**  Each bushing shall carry the following marking:   * supplier's name or trade mark; * year of manufacture; * type or minimum nominal creepage distance or highest voltage for equipment (Um); * rated current (*I*r) or maximum current if the bushing is supplied without conductor.   It may sometimes he difficult to provide all the above markings on small bushings and. in this case, other markings may be agreed between supplier and purchaser.  An example of a marking plate is given in Figure 4.  **10.5 Test requirements**  **10.5.1 General**  The test conditions and requirements shall be equivalent to Clauses 7, 8 and 9. Reference is made in parenthesis to the relevant sub-clause.  **10.5.2 Type tests**  The following tests are applicable to all bushings:   * dry or wet power-frequency voltage withstand test (8.1); * dry lightning impulse voltage withstand test (8.4); * temperature rise test (8.8); * verification of thermal short-time current withstand (8.9); * cantilever load withstand test (8.10); * verification of dimensions (8.14).   For bushings according to 3.22, cantilever withstand load test values are reduced. |

**Хүснэгт-10 Зүйл 10 ёсоор оруулгын төрөлжүүлсэн туршилт хийх зөвшөөрөл.**

**(10.5.1-г үзнэ үү)**

| **Туршилтын нэр** | **Оруулгын төрөл** | **Дэд зүйл** |
| --- | --- | --- |
| Хувьсах гүйдлийн хуурай нөхцөл | Дотор, гадна иммерсэлсэн, бүтэн иммерсэлсэн | 3.12 |
| Хувьсах гүйдлийн нойтон нөхцөл | Гадаа орчинд ажиллах | 3.4, 3.12 -3.14, 3.22 |
| Аянгын | Бүх төрөл | 3.4, 3.12-3.14,3.22 |
| Халалтыг нэмэх | Бүх төрөл | 3.4, 3.12-3.14,3.22 |
| Богино хугацааны дулааны үйлчлэл | Хэрэв тооцоогоор гарсан хэм нь хэт өндөр бол бүх төрөл | 3.4, 3.12-3.14,3.22 |
| Хэвгий ачаа | Бүх төрөл (3.21-д тодорхойлсон төрлийн хувьд тавих шаардлагыг зөөллөнө) | 3.4, 3.12-3.14,3.22 |
| Хэмжээс | Бүх төрөл | 3.4, 3.12-3.14,3.22 |

**Table 10 – Applicability of type tests for bushings according to Clause 10 (see 10.5.1)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Short title** | **Applicable to bushing type** | **Bushing defined in subclause** |
| AC dry | Indoor, outdoor immersed and completely immersed | 3.12 |
| AC wet | All outdoors | 3.4, 3.12 to 3.14, 3.22 |
| Lightning | All | 3.4, 3.12 to 3.14, 3.22 |
| Temperature rise | All | 3.4, 3.12-to 3.14, 3.22 |
| Thermal short time | All, if calculated temperature is too high | 3.4, 3.12-to 3.14, 3.22 |
| Cantilever | All (reduced requirement for type defined in 3.21) | 3.4, 3.12-to 3.14, 3.22 |
| Dimensions | All | 3.4, 3.12-to 3.14, 3.22 |

|  |  |
| --- | --- |
| **10.5.3 Ээлжит туршилт**  Дараах туршилтуудыг шингэн хөндийрүүлэгтэй оруулга (3.4), керамик болон шилэн оруулга (3.12)-с бусад үзлэг, хэмжээсний шалгалтыг хийх боломжтой бүх оруулгад хэрэглэж болно:   * Хуурай нөхцөлд үйлдвэрийн давтамжтай хүчдлийн туршилт (9.4); * Хэсэгчилсэн цахилалтын хэмжилт (9.5); * Боломжтой бол клемны хөндийрүүлгийн туршилт (9.6); * Үзлэг хийх, хэмжээсийг шалгах (9.11);   Хүснэгт 10 ба 11-д төрөл бүрийн оруулгад хийх туршилтын зөвшөөрөгдөх заалтыг үзүүлсэн. | **10.5.3 Routine tests**  The following tests are applicable to all bushings except for liquid-insulated bushings (3.4) and ceramic,glass or analogous inorganic material bushings (3.12), where only visual inspection and dimensional checks are applicable:  dry power-frequency voltage withstand test (9.4);   * measurement of the partial discharge quantity (9.5); * tests of tap insulation (9.6), if applicable; * visual inspection and dimensional check (9.11).   Tables 10 and 11 show the applicability of the tests to the various types of bushings. |

**Хүснэгт-11 Зүйл 10 (10.5.3-г үзнэ үү) хамаарах оруулгуудын ээлжит туршилт**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Туршилтын нэр** | **Оруулгын төрөл** | **Дэд зүйл** |
| Хувьсах гүйдлийн хуурай нөхцөл | Шингэн дулаалгатай оруулга (3.4) ба керамик, шил эсвэл ижил төстэй органик бус материалаас (3.12) бусад бүх зүйл. | 3.13,3.14,3.22 |
| Цахилалт | Ялгаагүй | 3.13,3.14,3.22 |
| Клем | Ялгаагүй | 3.13,3.14,3.22 |
| Үзлэг, хэмжээс | Бүх төрөл | 3.4,—3.12-3.14,3.22 |

**Table 11 – Applicability of routine tests for bushings according to**

**Clause 10 (see 10.5.3)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Short title** | **Applicability to bushing type** | **Bushing defined in subclause** |
| AC dry | |  | | --- | | All, except except for liquid-insulated bushings (3.4) and ceramic, glass or analogous inorganic material bushings (3.12) | | 3.13, 3.14, 3.22 |
| Partial discharge | Ditto | 3.13, 3.14, 3.22 |
| Tap | Ditto, with a tap | 3.13, 3.14, 3.22 |
| Visual and dimensions | All | 3.4, 3.12 to 3.14, 3.22 |

|  |  |
| --- | --- |
| 1. **Тээвэрлэх, хадгалах, угсрах, ашиглах, засвар үйлчилгээ хийхэд өгөх зөвлөмж**   **11.1 Ерөнхий зүйл**  Оруулгын ашиглалт, засвар үйлчилгээний үйл ажиллагаанаас үйлдвэрээс өгсөн зааврын дагуу хийгддэг оруулгыг тээвэрлэх, хадгалах, суурилуулах нь илүү чухал болно.  Тийм болохоор үйлдвэр нь оруулгын тээвэрлэх, хадгалах, суурилуулах болон ашиглалт, засвар үйлчилгээний зааврыг бэлдэх ёстой. Тээвэрлэх, хадгалах зааврыг тээвэрлэхээс өмнө тохиромжтой цагт өгөх хэрэгтэй. Суурилуулах болон ашиглалт, засвар үйлчилгээний зааврыг их удахдаа тээвэрлэх хугацаанд өгөх ёстой.  Үйлдвэрлэсэн аппаратуудын төрөл нэг бүр дээр суурилуулах болон ашиглалт, засвар үйлчилгээний иж бүрэн журмыг нарийвчлан гаргах нь боломжгүй. Гэхдээ үйлдвэрээс бэлдэх зааврын онцгой чухал хэсэгт хамаарах дараах мэдээллийг өгч байна.  **11.2 Тээвэрлэх, хадгалах, суурилуулах үеийн нөхцөл**  Хэрэв үйлчилгээний нөхцөлийг захиалгад тодорхойлсон, тээвэрлэх, хадгалах үеийн баталгаа өгөөгүй бол үйлдвэр ба хэрэглэгчийн хооронд тусгайлан гэрээ байгуулах ёстой.  Тээвэрлэлт, хадгалах, суурилуулах үед, ажилд залгахын өмнө бороо, цас, конденсацын улмаас чийг авахаас сэргийлж хөндийрүүлэгчийг хамгаалахыг тусгайлан сэрэмжлүүлэх нь чухал байж болно. Тээвэрлэлтийн үеийн доргиог бодож үзэх хэрэгтэй. Тохирох заавар өгөх хэрэгтэй.  Хийн шингээсэн болон дулаалгатай оруулгаыг тээвэрлэх явцад эерэг даралтыг хадгалахад хангалттай даралттай байх ёстой. 20 ° C температурт 1,3 x 105 Па-ийн үйлдвэрийн дүүргэх даралт нь бүх температурын ангилалд тохиромжтой. Хэрэв тээвэрлэлтийн явцад оруулгаыг дүүргэхэд хүхрийн гексафторидыг ашигладаг бол энэ нь IEC 60376-д нийцсэн байх ёстой.  **11.3 Суурилуулах**  Оруулга бүрд зориулан үйлдвэрээс бэлдсэн заавар нь ядаж доор жагсаасан зүйлийг багтаах ёстой.  **11.4 Ачааг задлах, өргөх**  Өргөх, байрлуулахад хэрэгтэй тусгай багажийг нарийвчлан заасан ачааг задлах, аюулгүй өргөхөд шаардлагатай мэдээлэл өгөх ёстой.  Оруулга захиалагч дээр ирэх үед, хүлээлцэхийн өмнө оруулгыг үйлдвэрийн зааврын дагуу шалгах хэрэгтэй. Хий шингээсэн, хийн хөндийрүүлэгтэй оруулгын хувьд орчны хэмд хэмжсэн хийн даралт нь атмосферийн даралтаас их байх ёстой.  **11.5 Угсралт**  **11.5.1 General**  Оруулга нь тээвэрлэхэд зориулан бүрэн угсрагдаагүй үед бүх тээвэрлэх хэсгүүдийг тодорхой тэмдэглэх хэрэгтэй. Эдгээр хэсгүүдийн угсралтыг үзүүлсэн техникийн зургийг оруулгын хамт бэлдсэн байх ёстой.  **11.5.2 Суурилуулах**  Оруулгыг суурилуулах заавар нь дараах зүйлийг заасан байна:   * Оруулгын нийт масс; * Хэрэв 100кг-с их (угсраагүй ирсэн хамгийн хүнд эд анги) байвал оруулгын масс; * Хүндийн төв;   Хий шингээсэн болон хийгээр хөндийрүүлсэн оруулгыг тусгай хийгээр дүүргэсэн байх ёстой. Жишээ нь хүхрийн гексафторид бол IEC 60376-г хангаж байх хэрэгтэй. Дүүргэсэн үед хийн даралт нь атмосферийн хэвийн (200С, 101.3 кПа) нөхцөлд хэвийн даралттай байх ёстой.    **11.5.3 Холболтууд**  Заавар нь дараах заалтуудыг агуулах ёстой:   * Дамжуулагчийн холболт хийх заавар нь хэт халаах, оруулга дээр шаардлагагүй ачаа тавихаас сэргийлэх, зөвшөөрөгдөх зайг барих зэргийг багтаасан зөвлөлгөө байна; * Бусад туслах хэлхээний холболт хийх заавар; * Хий болон шингэний системийн холболт хийх заавар. Хэрэв шаардлагтай бол шугам хоолойн хэмжээ, зохион байгуулалтын тухай заавар; * Газардуулгын холболт хийх заавар;   **11.5.4 Суурилуулахад хийх үзлэг.**  Оруулгын суурилуулалт, холболтуудыг хийж дууссаны дараа хийх ёстой үзлэг, туршилтанд зориулан заавар бэлдэх ёстой.  Энэ заавар дараах асуудлыг агуулах ёстой:   * Хэвийн ажилгааг хангахын тул газар дээр хийх туршилтын хуваарь; * Хэвийн ажилгааг хангахын тулд хэрэгтэй тохируулга хийхэд зориулагдсан арга; * Засвар үйлчилгээний шийдэл гаргахад туслах шаардлагатай хэмжилт, тэмдэглэл хийх зөвлөмж; * Үзлэг хийх, үйлчилгээ хийх заавар; * Туршилт, үзлэгийн үр дүнг ашиглалтанд оруулах тайланд тэмдэглэх хэрэгтэй;   Хий шингээсэн ба хийн хөндийрүүлэгтэй оруулгыг ажилд залгахын өмнөх дараах шалгалтыг хийх хэрэгтэй:   * Хийн даралтыг хэмжих – Атмосферийн стандарт (200C, 101.3кПа) нөхцөлд хийгээр дүүргэсэн үед хэмжсэн даралт нь ажлын хамгийн бага даралтаас багагүй , хөндийрүүлэх хийн хэвийн даралтаас ихгүй байх ёстой. * Шүүдэр үүсэх цэгийн хэмжилт – хэвийн дүүргэлтийн даралтын үед хийн шүүдрийн цэг нь 200С-н үед хэмжихэд -50С-с хэтрэх ёсгүй. Өөр халууны хэмтэй үед хэмжсэн бол тохирох залруулга хийх хэрэгтэй. * Хайрцагны нятруулгыг шалгах - энэ шалгалт нь ээлжит туршилттай адил битүү даралттай системийн шалгах аргаар хийх ёстой (9.8-г үзнэ үү). Энэ шалгалтыг тогтвортой алдагдлыг илэрүүлэх зорилгоор оруулгыг дүүргэснээс хойш 1 цагийн дараа эхлэх хэрэгтэй. Шалгалт хийх хэлхээг алдагдал илрүүлэгч хэрэглэх, жийрэг, хэт даралтын багаж, хаалт, төгсгөлийн таглаа, монометр, халууны сенсор зэргээр хязгаарлаж болно.   **11.6 Ашиглалт**  Үйлдвэрээс өгсөн заавар нь дараах асуудлуудыг агуулж байх ёстой:   * Техникийн шинж чанар, ажилгааны онцлогыг тусгайлан анхаарсан, тоног төхөөрөмжийн үндсэн зарчимийг ойлгоход туслах шаардлага хангасан ерөнхий танилцуулга; * Тоног төхөөрөмжийн аюулгүй байдал, ажилгааны танилцуулга; * Засвар үйлчилгээ, туршилт хийхэд зориулан тоног төхөөрөмжийг удирдах заавар;   **11.7 Засвар үйлчилгээ**  **11.7.1 Ерөнхий зүйл**  Засварын ажлын үр дүн үйлдвэрийн бэлтгэсэн заавар, хэрэглэгчийн ажлаас гол нь хамаарна.  **11.7.2 Үйлдвэрлэгчид өгөх зөвлөгөө**  a) Үйлдвэрлэгч нь дараах мэдээллийг агуулсан засварын ажлын гарын авлагыг бэлдэх ёстой:   1. Засварын ажлын хуваарь; 2. Засварын ажлын дэлгэрэнгүй танилцуулга;  * Засварын ажил хийх байр (дотор, гадаа, үйлдвэрт,тодорхой заасан газар,..); * Үзлэг хийх, туршин, шалгах, их засвар хийх, ажилгааг шалгах арга (утга, нарийвчлалын хязгаар ); * Техникийн зургын тайлбар; * Эд ангийн дугаарын тайлбар; * Тусгай тоноглол, багаж хэрэглэх (цэвэрлэгээний ба тос арилгах бодис); * Сэрэмжлүүлэг  1. Засварын ажилд маш чухал болох угсралт, эд ангиудыг тодорхой үзүүлсэн (эд ангийн дугаар тайлбар) оруулгын нарийвчилсан техникийн зураг; 2. Сэлбэг хэрэгслийн жагсаалт (тайлбар, тоо хэмжээ), хадгалах зөвлөгөө; 3. Засварын ажлын хугацааны барагцаа төлөвлөлт; 4. Ажиллах хугацаа нь дуусаж байгаа тоног төхөөрөмжтэй хэрхэн ажиллах, хүрээлэн орчны шаардлагыг бодолцох;   b) Үйлдвэрлэгч нь зарим төрлийн оруулгын системийн гэмтэл, алдааг засварлах үйлдлийн тухай хэрэглэгчдэд мэдээлэх ёстой.  c) Сэлбэг хэрэгслээр хангах: Үйлдвэрлэгч нь оруулгыг үйлдвэрлэснээс хойш 10-с доошгүй жилийн хугацаанд засварын ажлыг сэлбэг хэрэгслээр үргэлжлүүлэн хангахаа батлан хариуцах ёстой.  **11.7.3 Хэрэглэгчид өгөх зөвлөмж**  а) Хэрэв хэрэглэгч засварын ажлыг өөрсдөө гүйцэтгэх хүсэлтэй бол ажилчид нь оруулгын талаар дэлгэрэнгүй мэдлэгтэй гэдэгээ батлах ёстой.  b) Хэрэглэгч дараах мэдээллийг тэмдэглэх ёстой:   * Оруулгын серийн дугаар, төрөл; * Оруулгыг үйлчилгээнд оруулах он сар; * Оруулгын ашиглалтын туршид гүйцэтгэсэн оншилгооны сорилыг багтаасан хэмжилт, туршилтын үр дүн; * Засварын ажлыг гүйцэтгэх он сар; * Ажлын онцгой нөхцлийн үед болон дараах оруулгын хэмжилтийн бичлэг, үйлчилгээ хийсэн тэмдэглэл; * Гэмтлийн тайлангын заавар;   c) Эвдрэл, гэмтэл гарсан тохиолдолд хэрэглэгч нь авсан хэмжилт, тусгай нөхцөл байдлыг дурдсан гэмтлийн тайлан хийж үйлдвэрлэгчид мэдээлэх ёстой. Гэмтлийн бодит байдалд тулгуурлан гэмтлийн шинжилгээг үйлдвэрлэгчтэй хамтран хийнэ.  d) Дахин суурилуулах зорилготой задалсан тохиолдолд хэрэглэгч цаг болон хадгалах нөхцөлөө заавал бичих хэрэгтэй.  **11.7.4 Гэмтлийн тайлан**  Гэмтлийн тайлан бичих зорилго нь оруулгын гэмтлийн бичлэгийг дараах асуудлаар стандарчлах юм:   * Ердийн нэр томъёо хэрэглэн гэмтлийг тайлбарлах; * Хэрэглэгчийн статикт зориулан өгөгдөл бэлдэх; * Үйлдвэрлүү буцаахад бэлдэх;   Гэмтлийн тайланг хэрхэн хийх зааврыг доор өгсөн: | **11. Recommendations for transport, storage, erection, operation and maintenance**  **11.1 General**  it is essential that the transport, storage and installation of bushings, as well as their operation and maintenance in service, be performed in accordance with instructions given by the manufacturer.  Consequently, the manufacturer should provide instructions for the transport, storage, installation, operation and maintenance of bushings. The instructions for the transport and storage should be given at a convenient time before delivery, and the instructions for the installation, operation and maintenance should be given by the time of delivery at the latest.  it is impossible, here, to cover in detail the complete rules for the installation, operation and maintenance of each one of the different types of apparatus manufactured, but the following information is given relative to the most important points to be considered for the instructions provided by the manufacturer.  **11.2** **Conditions during transport, storage and installation**  A special agreement should be made between manufacturer and user if the services conditions defined in the order, cannot be guaranteed during transport and storage. Special precautions may be essential for the protection of insulation during transport, storage and installation, and prior to energizing, to prevent moisture absorption due, for instance, to rain, snow or condensation. Vibrations during transport should be considered. Appropriate instructions should be given.  Gas impregnated and gas-insulated bushings should be filled to a pressure sufficient to maintain positive pressure during transportation. A factory filling pressure of 1,3 x 105 Pa at 20 °C is appropriate for all temperature categories. If sulphur hexafluoride is used for filling the bushing during transportation it should comply with IEC 60376.  **11.3 Installation**  For each type of bushing the instructions provided by the manufacturer should at least include the items listed below.  **11.4 Unpacking and lifting**  Required information for unpacking and lifting safely, including details of any special lifting and positioning devices necessary should be given.  At the arrival on site and before the final filling, the bushing should be checked according to the manufacturer instructions. For gas impregnated and gas insulated bushings, the gas pressure measured at ambient temperature should be above the atmospheric pressure.  **11.5 Assembly**  **11.5.1 General**  When the bushing is not fully assembled for transport, all transport units should be clearly marked. Drawings showing assembly of these parts should be provided with the bushing.  **11.5.2 Mounting**  Instructions for mounting of bushing, these instructions should indicate:   * the total mass of the bushing: * the mass of the bushing (or heaviest part if to be assembled on site) if exceeding 100 kg: * the centre of gravity.   The gas impregnated and gas insulated bushings should be filled with the specified gas, for example new hexafluoride complying with IEC 80370. The pressure of the gas at the  end of filling, at the standard atmospheric air conditions (20 °C and 101,3 should be the rated filling pressure.  **11.5.3 Connections**  Instructions should include information on:   * connection of conductors, comprising the necessary advice to prevent overheating and unnecessary strain on the bushing and to provide adequate clearance distances: * connection of any auxiliary * connection of liquid or gas systems, if any. including size and arrangement of * connection for earthing   **11.5.4 Final installation inspection**  Instruction should be provided for inspection and tests that should be made after the bushing has been installed and all connections have been completed.  These instructions should include:   * a schedule of recommended site tests to establish correct operation: * procedures for carrying out any adjustment that may be necessary to obtain correct operation: * recommendations for any relevant measurements that should be made and recorded to help with future maintenance decisions; * instructions for final inspection and putting into service. * The results of the tests and inspection should be recorded in a commissioning report.   Gas impregnated and gas insulated bushings should be submitted to the following final checking:   * Measurement of gas pressure - the pressure of the gas measured at the end of filling and standard atmospheric air conditions (20 °C and 101.3 kPa) should be not less than the minimum functional pressure and not greater than the rated filling pressure of gas for insulation. * Measurement of the dew point - the gas dew point at rated filling pressure should not exceed - 5 °C when measured at 20 °C. Adequate corrections should be applied for measurement at the other temperatures. * Enclosure tightness check - The check should be performed with the probing method for closed systems as specified for the routine test (see 9.8). The check should be started at least one hour after the filling of the bushing in order to reach a leakage flow. The check can be limited to gaskets, over pressure device valves, terminals, manometers, temperature sensors, using a suitable leak detector.   **11.6 Operation**  The instructions given by the manufacturer should contain the following information:   * a general description of the equipment with particular attention to the technical description characteristics and all operation features provided, so that the user has an adequate understanding of the main principles involved: * a description of the safety features of the equipment and their operation; * as relevant, a description of the action to be taken to manipulate the equipment for maintenance and testing.   **11.7 Maintenance**  **11.7.1 General**  The effectiveness of maintenance depends mainly on the way instructions are prepared by the manufacturer and implemented by the user  **11.7.2 Recommendation for the manufacturer**  a) The manufacturer should issue a maintenance manual including the following information:  1) schedule maintenance frequency:  2) detailed description of the maintenance work:   * recommended place for the maintenance v/ork (indoor, outdoor, in factory, on site....); * procedures for inspection, diagnostic tests, examination, overhaul, function check out (e g limits of values and tolerances); * reference to drawings: * reference to part numbers (when applicable): * use of special equipment or tools (cleaning and degreasing agents); * precautions to be observed (e.g.; cleanliness).   3) comprehensive drawings of the details of the bushing important for maintenance, with clear identification (part number and description) of assemblies, sub-assemblies and significant parts;  4) list of recommended spare-parts (description, reference number quantities) and advice for storage:  5) estimate of active scheduled maintenance time;  6) how to proceed with the equipment at the end of its operating life, taking into consideration environmental requirements.  b) The manufacturer should inform the users of a particular type of bushing about corrective actions required by possible systematic defects and failures.  c) Availability of spares: The manufacturer should be responsible for ensuring the continued availability of recommended spare parts required for maintenance for a period not less than 10 years from the date of the final manufacture of the bushing.  **11.7.3 Recommendations for the user**  a) If the user wishes to carry out his own maintenance, he should ensure that his staff has sufficient qualification as well as a detailed knowledge of the bushing.  b) The user should record the following information:   * the serial number and the type of the bushing; * the date when the bushing is put in service; * the results of all measurements and tests including diagnostic tests carried out during the life of the bushing; * dates and extent of the maintenance work carried out; * the history of service, records of the bushing measurements during and following a special operating condition (e.g. fault and post fault operating stated * references to any failure report.   c) In case of failure and defects, the user should make a failure report and should inform the manufacturer by stating the special circumstances and measures taken. Depending upon nature of the failure, an analysis of the failure should be made in collaboration with the manufacturer.  d) In case of disassembling for reinstallation in the future, the user must record the time and the storage conditions.  **11.7.4 Failure report**  The purpose of the failure report is to the recording of bushing failures with the following  objectives:   * to describe the failure using a common terminology; * to provide data for the user statistics; * to provide a meaningful feedback to the manufacturer   The following gives guidance on how to make a failure report.  A failure report should include the following whenever such data is available: |

|  |
| --- |
| а) Гэмтсэн оруулгыг тодорхойлох: |
| * Дэд станцын нэр |
| * Оруулгын мэдээлэл (үйлдвэрийн нэр, төрөл, серийн дугаар, хэвийн параметерууд) |
| * Оруулгын ангилал (тос, давирхай, SF6 хөндийрүүлэг) |
| * Ажиллах (дотор, гадаа) орчин |
| b) Оруулгын түүх |
| * Хадаглалтын түүх |
| * Төхөөрөмжийг ажилд хүлээн авсан он сар |
| * Гэмтсэн он сар |
| * Сүүлчийн засварын он сар |
| * Тосны түвшинг шалгасан сүүлчийн он сар |
| * Үйлдвэрлэснээс хойш тоног төхөөрөмжид хийсэн өөрчлөлтийн мэдээ |
| * Гэмтлийг илэрүүлэх үеийн оруулгын нөхцөл байдал |
| c) Анхлан гэмтэлд хүргэсэн эд ангийн мэдээ |
| * Өндөр хүчдлийн эд анги |
| * Клем |
| * Бусад эд анги |
| d) Гэмтэл гарахад үзүүлсэн гадны нөлөө |
| * Хүрээлэн орчны нөхцөл (халуун, салхи, цас, мөс, бохирдолт, аянга гм) |
| * Сүлжээний нөхцөл (залгах ажилгаа, бусад төхөөрөмжийн гэмтэл) |
| * Бусад |
| e) Гэмтлийн ангилал |
| * Том хэмжээний гэмтэл |
| * Бага хэмжээний гэмтэл |
| * Доголдол |
| f) Гэмтлийн үүсэл, шалтгаан |
| * Үүсэл (механик, цахилгаан, нягтруулга гм) |
| * Тайлан гаргаж байгаа хүний санаа (хийц, үйлдвэр, заавар, буруу суурилуулсан, засвар буруу хийсэн, гадны нөлөө) |
| g) Гэмтлийн үр дагавар |
| * Зогссон хугацаа |
| * Засвар хийхэд зарцуулсан хугацаа |
| * Ажиллах хүчний зардал |
| * Сэлбэг хэрэгслийн зардал |

|  |
| --- |
| a) Identification of the bushing, which failed: |
| * substation name; |
| * identification of the bushing (manufacturer, type, serial number, ratings); |
| * bushing family (oil, resin or SF6 insulation,); |
| * location (indoor, outdoor). |
| b) History of the Bushing: |
| * history of the storage; |
| * date of commissioning of the equipment |
| * date of failure/defect; |
| * date of last maintenance; |
| * date of the last visual checking of the oil level indicator |
| * details of any changes made to the equipment since manufacture; |
| * condition of the bushing when the failure/defect was discovered (in service, maintenance, etc.). |
| c) Identification of the sub-assembly/component responsible for the primary failure/defect: |
| * high-voltage stressed components; |
| * tapping; |
| * other components. |
| d) Stresses presumed contributing to the failure/defect |
| * environmental conditions (temperature, wind, snow, ice, pollution, lightning, etc.); |
| * grid conditions (switching operations, failure of other equipment…); |
| * others. |
| e) Classification of the failure/defect |
| * major failure; |
| * minor failure; |
| * defect. |
| f) Origin and cause of the failure/defect |
| * origin (mechanical, electrical, tightness etc.); |
| * cause in the opinion of the person having established the report (design, manufacture, inadequate instructions, incorrect mounting, incorrect maintenance, stresses beyond those specified, etc.). |
| g) Consequences of the failures or defect |
| * equipment down-time; |
| * time consumption for repair; |
| * labour cost; |
| * spare parts cost. |

|  |  |
| --- | --- |
| Гэмтлийн тайлан нь дараах мэдээллийг агуулж болно:   * Техникийн зураг, бүдүүвч; * Гэмтсэн эд ангийн фото зураг; * Нэг шугмын цахилгаан схем; * Бичлэг, график * Засварын гарын авлага   **12 Аюулгүй байдал**  **12.1 Ерөнхий зүйл**  Өндөр хүчдэлийн тоноглол нь суурилуулах дүрмийн дагуу суурилуулсан үед, үйлдвэрийн зааврын дагуу хэрэглэж засварласан үед л аюулгүй байж чадна.  Өндөр хүчдэлийн тоноглолтой зөвхөн дадлагатай хүн ажиллахыг зөвшөөрнө. Үүнийг зөвхөн мэргэшсэн хүн ажиллуулж, засварлах ёстой. Оруулгатай хязгаарлалтгүй харьцах тохиолдолд нэмэлт аюулгүй ажиллагааны хэрэгсэл шаардаж болно.  Энэ стандартын үзүүлэлтүүд ослын эсрэг хувийн аюулгүй байдлын дараах арга хэмжээг бэлдэнэ:  **12.2 Цахилгаан**   * Тусгаарлах зайн хөндийрүүлэг * Газардуулга ( шууд бус хүрэлцэх) * IP код (шууд хүрэлцэх)   **12.3 Механик**   * Даралтанд орсон эд анги * Механик үйлчлэлийн хамгаалалт   **12.4 Дулаан**  - Шатамхай  **13. Байгаль орчны нөлөөлөл**  Энэ нь ашиглалтын хугацаанд байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөллийг багасгах юм.  IEC guide 109 нь ашиглах хугацаа дуусах болоход ажиллагааны нөлөөлөл, дахин ашиглах, хаях зэрэг асуудалд заавар өгдөг.  Үйлдвэр нь ашиглалтын үеийн ажиллагаа, тоног төхөөрөмжийг буулгах үйл ажиллагаа ба байгаль орчны хоорондын хамааралтай мэдээг тодорхойлох ёстой. | A failure report may include the following information:   * + - * drawings, sketches;       * photographs of defective components;       * single-line station diagram ;       * records or plots;       * references to maintenance manual.  1. **Safety 12.1 General**   High-voltage equipment can be safe only when installed in accordance with the relevant installations rules, and used and maintained in accordance with the manufacturer’s instructions.  High-voltage equipment is normally only accessible by instructed persons. It should be operated and maintained by skilled persons. When unrestricted access is available to bushings, additional safety features may be required.  The following specifications of this standard provide personal safety measures for equipment against various hazards:  **12.2Electrical aspects**   * + - * insulation of the isolating distance       * earthing (indirect contact)       * IP coding (direct contact)   **12.3Mechanical aspects**   * + - * pressurised components       * mechanical impact protection   **12.4 Thermal aspects**   * + - * flammability  1. **Environmental aspects**   The need to minimise the impact of the natural environment of bushings during all phases of their life is now recognised.  IEC Guide 109 gives guidance in this respect in term of life cycle impacts and recycling and disposal at the end of life.  The manufacturer should specify information regarding the relation between operation during service life, dismantling of the equipment and environmental aspects. |

**Annex A**(informative)

**Determination of the hottest spot in bushings**

**with conductors embedded in the insulation material**

The maximum conductor temperature *θ*M is deduced by equations (A.1) and (A.2):

If the result *M* of equation (A.2) is positive, the higher temperature of the conductor is θM, and it is situated in any point of the conductor between the two extremities. If the result *M* is negative or zero, the higher temperature of the conductor is θ2.

The point of maximum conductor temperature lies at distance *L*M from the cooler end.

where

|  |  |
| --- | --- |
| α | is the temperature coefficient of resistance at which conductor resistance RA is measured; |
| *θ1* | is the measured temperature at the cooler end of the conductor, in degrees Celsius; |
| *θ2* | is the measured temperature at the hotter end of the conductor, in degrees Celsius; |
| *θА* | is the uniform reference temperature of the conductor, in degrees Celsius; |
| *θМ* | is the maximum temperature of conductor, in degrees Celsius; |
| *L* | is the length of conductor; |
| *LM* | is the distance from the cooler end of the conductor to the point of highest temperature; |
| *RA* | is the resistance between the ends of the conductor at uniform temperature θA; |
| *RC* | is the resistance of the conductor carrying Ir after stabilisation of temperature. |

**Стандартын жагсаалт**

IEC 60050 (421), Олон улсын цахилгаан техникийн нэр томьёо – Бүлэг 421: Хүчний трансформатор болон реактор

IEC 60050 (471), Олон улсын цахилгаан техникийн нэр томьёо – Бүлэг 471: Хөндийрүүлэгч

IEC 60050 (604), Олон улсын цахилгаан техникийн нэр томьёо – Бүлэг 604: Үүсгүүр, дамжуулах сүлжээ, хуваарилах сүлжээ - Ашиглалт

IEC 60076-1, Хүчний трансформатор –Бүлэг 1: Ерөнхий зүйл

IEC 60076-2, Хүчний трансформатор –Бүлэг 2: Халууны хэм ихсэн

IEC 60076-3:2013, Хүчний трансформатор – Бүлэг 3: Хөндийрүүлэгийн чанар, деэлектрик туршилт, агаарын зай

IEC 60507, Хувьсах гүйдлийн системд хэрэглэх өндөр хүчдэлийн хөндийрүүлэгчид байгалийн бус бохирдолтын туршилт хийх

IEC 60836 Цахилгаан техникийн зориулалтаар ашиглагдаагүй силикон тусгаарлагч шингэний техникийн үзүүлэлтүүд

IEC 60867, Хөндийрүүлэх шингэн- нүүрс ус төрөгчид суурилсан үл хэрэглэх шингэний үзүүлэлт

IEC TR 60943: 1998, Цахилгаан төхөөрөмжийн зөвшөөрөгдөх халалтын заавар.

IEC TS 61464, Хөндийрүүлэгч оруулга – Үндсэн хөндийрүүлгийн нэвчүүлэх бодист тос хэрэглэсэн оруулгын хийн шинжилгээний арга

IEC 61639, 72,5 кВ-с дээш хүчдэлийн хүчний трансформатор ба хийн хөндийрүүлэгтэй металл хайрцагтай хуваарилах байгууламжийн хоорондын шууд холболт

IEC 62271-203: 2011, Өндөр хүчдэлийн хуваарилах байгууламж ба удирдлагын шүүгээ – бүлэг 203: 52 кВ-с дээших хийн хөндийрүүлэгтэй металл хайрцагтай хуваарилах байгууламж

IEC 62271-211: 2014, Өндөр хүчдэлийн унтраалга ба хяналтын хэрэгсэл - 211-р хэсэг: 52 кВ-оос дээш нэрлэсэн хүчдэлийн цахилгаан трансформатор ба хийн тусгаарлагчтай металл хаалттай унтраалга хоорондын шууд холболт

IEC Guide 111, Өндөр хүчдэлийн дэд станц дахь цахилгаан өндөр хүчдэлийн төхөөрөмж – Бүтээгдэхүүний стандартын нийтлэг зөвлөмжүүд

**Bibliography**

IEC 60050(421), International Electrotechnical Vocabulary Part 421: Power transformers and reactors

IEC 60050(471), International Electrotechnical Vocabulary  Part 471: Insulators

IEC 60050(604), International Electrotechnical Vocabulary 604 Part: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation

IEC 60076-1, Power transformers  Part 1: General

IEC 60076-2, Power transformers  Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers

IEC 60076-3:2013, Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in airIEC 60507, Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems

IEC 60836, Specifications for unused silicone insulating liquids for electrotechnical purposes

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

IEC TR 60943:1998, Guidance concerning the permissible temperature rise for parts of electrical equipment, in particular for terminals

IEC TS 61464, Insulated bushings – Guide for the interpretation of dissolve gas analysis (DGA) in bushings where oil is the impregnating medium of the main insulation (generally paper)

IEC 61639, Direct connection between power transformers and gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above

IEC 62271-203:2011, High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV

IEC 62271-211:2014, High-voltage switchgear and control gear – Part 211: Direct connection between power transformers and gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV

IEC Guide 111, Electrical high-voltage equipment in high-voltage substations – Common recommendations for product standards