Төсөл

****

**МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ**

**30 кВ-оос (*U*m = 36 кВ) 150 кВ хүртэл (*U*m = 170 кВ) хэвийн хүчдэлтэй шахмал тусгаарлагч бүхий хүчний кабель болон туслах хэрэгсэл – Туршилтын аргачлал болон тавих шаардлага**

**Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (*U*m = 36 kV) up to 150 kV (*U*m = 170 kV) – Test methods and requirements**

**MNS IEC 60840:202x**

**Албан хэвлэл**

**СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗАР**

**Улаанбаатар хот**

**202x он**

Энэ стандартыг Эрчим хүчний эдийн засгийн хүрээлэнгийн Стандарт, норм нормативын хэлтсийн ИТА Г.Амаржаргал орчуулж, иргэн Х.Амгаланбаатар редакц хийсэн.

Анхны үзлэгийг 202x 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, 202x**

“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

ӨМНӨХ ҮГ ......

УДИРТГАЛ ......

1. Хамрах хүрээ
2. Норматив эшлэл
3. Нэр томьёо, тодорхойлолт
   1. [Хэмжээст утгуудын тодорхойлолт (зузаан, хөндлөн огтлол гэх мэт)](#_bookmark5)
   2. [Туршилтын тодорхойлолт](#_bookmark6)
   3. [Бусад тодорхойлолтууд](#_bookmark7)
4. [Хүчдэлийн тэмдэглэгээ, материал, тоо бүхэлдэх](#_bookmark8) 
   1. [Хэвийн хүчдэл](#_bookmark9)
   2. [Кабелийн тусгаарлах материалын бүрдэл хэсэг](#_bookmark10)
   3. [Кабелийн металл экран/бүрээс](#_bookmark11)
   4. [Кабелийн гадна бүрээсийн бүрдэл хэсэг](#_bookmark12)
   5. [Тоонуудыг бүхэлдэх](#_bookmark13)
5. [Кабелиудын ус нэвтрэх чанараас урьдчилан сэргийлэх арга](#_bookmark14)
6. [Кабелийн шинж чанар](#_bookmark15)
7. [Туслах хэрэгслийн шинж чанар](#_bookmark16) 
   1. [Хийн кабелийн төгсгөвч](#_bookmark17)
   2. [Гадна кабелийн төгсгөвчийн нийлмэл тусгаарлагч](#_bookmark18)
   3. [Туслах хэрэгслийн шинж чанарыг зарлах/илэрхийлэх](#_bookmark19)
8. [Туршилтын нөхцөл](#_bookmark20) 
   1. [Орчны температур](#_bookmark21)
   2. [Өндөр хүчдэлийн туршилт](#_bookmark22)
   3. [Аянгын импульсийн туршилтын хүчдэлийн долгионы хэлбэр](#_bookmark23)
   4. [Туршилтын хүчдэл, хэвийн хүчдэлийн хамаарал](#_bookmark24)
   5. [Дамжуулагчтай кабелийн температурыг тодорхойлох](#_bookmark25)
9. [Кабель болон туслах хэрэгсэлд тогтмол хийх туршилт](#_bookmark26) 
   1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark27)
   2. [Бяцхан цахилалтын туршилт](#_bookmark28)
   3. [Хүчдэлийн туршилт](#_bookmark29)
   4. [Кабелийн гадна бүрээсийн цахилгаан туршилт](#_bookmark30)
10. [Кабелийн загварын туршилт](#_bookmark31) 
    1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark32)
    2. [Туршилтын давтамж](#_bookmark33)
    3. [Туршилтын давталт](#_bookmark34)
    4. [Дамжуулагчийн шалгалт](#_bookmark35)
    5. [Дамжуулагч болон металл экраны цахилгаан эсэргүүцлийг хэмжих](#_bookmark36)
    6. [Кабелийн тусгаарлагч болон гадна бүрээсийн зузааныг хэмжих](#_bookmark37) 
       1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark38)
       2. [Тусгаарлагчид тавих шаардлага](#_bookmark39)
       3. [Кабелийн гадна бүрээст тавих шаардлага](#_bookmark40)
    7. [Металл бүрээсийн зузаан хэмжих](#_bookmark41) 
       1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark42)
       2. [Хар тугалга эсвэл хар тугалга хайлшны бүрээс](#_bookmark43)
       3. [Зэс эсвэл хөнгөн цагаан бүрээс](#_bookmark44)
       4. [CD хийцтэй металл тууз](#_bookmark45)
    8. [Диаметрийн хэмжилт](#_bookmark46)
    9. [EPR, HEPR, XLPE тусгаарлагчийг бүлээсгэх багц туршилт](#_bookmark47) 
       1. [Аргачлал](#_bookmark48)
       2. [Шаардлагууд](#_bookmark49)
    10. [Багтаамжийн хэмжилт](#_bookmark50)
    11. [ӨНП тусгаарлагчийн нягтын хэмжилт](#_bookmark51) 
        1. [Аргачлал](#_bookmark52)
        2. [Шаардлагууд](#_bookmark53)
    12. [Аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилт](#_bookmark54)
    13. [Ус нэвчүүлэх туршилт](#_bookmark55)
    14. Тууш наасан металл тууз эсвэл цаас бүхий кабелийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн нэмэлт туршилтууд
11. [Туслах хэрэгсэлд хийгдэх загварын туршилт](#_bookmark57) 
    1. [Туслах хэрэгслийн бүрэлдэхүүн хэсэгт хийгдэх загварын туршилт](#_bookmark58)
    2. [Бүрэн туслах хэрэгслийн түршилт](#_bookmark59)
12. [Кабелийн системд хийх төрлийн туршилт](#_bookmark60) 
    1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark61)
    2. [Төрлийн туршилтыг батлах хүрээ](#_bookmark62)
    3. [Төрлийн туршилтуудын хураангуйлал](#_bookmark63)
    4. [Кабелийн системд хийх цахилгааны төрлийн туршилт](#_bookmark64) 
       1. [Туршилтын хүчдэлийн утгууд](#_bookmark65)
       2. [Туршилт болон туршилтуудын дараалал](#_bookmark66)
       3. [Мурийлтийн туршилт](#_bookmark67)
       4. [Бяцхан цахилалтын туршилт](#_bookmark68)
       5. [Тангес *δ* хэмжилт](#_bookmark69)
       6. [Халаалтын циклийн хүчдэлийн туршилт](#_bookmark70)
       7. Аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилтын дараа хийх цахилгаан давтамжийн хүчдэлийн туршилт
       8. [Шалгалт](#_bookmark72)
       9. [Хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцэл](#_bookmark75)
    5. [Кабелийн эд анги, иж бүрэн кабелд хийх цахилгаан бус төрлийн туршилт](#_bookmark76) 
       1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark77)
       2. [Кабелийн бүтцийг шалгах](#_bookmark78)
       3. [Насжилтийн өмнө болон дараа тусгаарлагчийн механик шинж чанарыг тодорхойлох туршилт](#_bookmark79)
       4. [Насжилтийн өмнө болон дараа гадна бүрээсийн механик шинж чанарыг тодорхойлох туршилт](#_bookmark79)
       5. Материал хоорондын нийцэх байдлыг шалгахын тулд иж бүрэн кабелийн хэсгүүдэд хийх насжилтийн туршилт
       6. [ST2 төрлийн PVC (поливинил хлорид) гадна бүрээсийн массын туршилтын алдагдал](#_bookmark82)
       7. [Гадна бүрээсийн өндөр температурт даралтын туршилт](#_bookmark83)
       8. Бага температурт PVC гадна бүрээс (ST1, ST2) болон LSHF(утаа багатай галоген агуулаагүй) гадна бүрээсд (ST12) хийх туршилт
       9. [PVC гадна бүрээсийн дулаанд нэрвэгдэх туршилт (ST1 болон ST2)](#_bookmark85)
       10. [EPR (этилен пропилен резин) болон HEPR (хатуу зэрэглэлийн этилен пропилен резин) тусгаарлагчийн озоны эсэргүүцлийн туршилт](#_bookmark86)
       11. [EPR, HEPR, XLPE тусгаарлагчийг бүлээсгэх багц туршилт](#_bookmark87)
       12. [HDPE тусгаарлагчийн нягтыг хэмжих](#_bookmark88)
       13. Хар PE (полиэтилен) гадна бүрээсийн нүүрстөрөгчийн хар агууламжийг хэмжих (ST3 болон ST7)
       14. [Гал гарсан нөхцөлд хийх туршилт](#_bookmark90)
       15. [Ус нэвчүүлэх туршилт](#_bookmark92)
       16. Тууш наасан металл тууз болон цаас бүхий кабелийн эд ангиудад хийх туршилтууд
       17. [PE, HDPE, XLPE тусгаарлагчийн агшаах туршилт](#_bookmark94)
       18. PE гадна бүрээс (ST3, ST7) болон LSHF гадна бүрээсийн (ST12) агшаах туршилт
       19. [HEPR тусгаарлагчийн хатуулгийг тодорхойлох](#_bookmark96)
       20. [HEPR тусгаарлагчийн уян хатан модулийг тодорхойлох](#_bookmark97)
13. [Кабелийн системийн урьдчилсан туршилт](#_bookmark98) 
    1. [Урьдчилсан туршилтын зөвшөөрөх ерөнхий зүйл болон хамрах хүрээ](#_bookmark99)
    2. [Иж бүрэн системд хийх урьдчилсан туршилт](#_bookmark100) 
       1. [Урьдчилсан туршилтын хураангуй](#_bookmark101)
       2. [Туршилтын хүчдэлийн утгууд](#_bookmark102)
       3. [Туршилтын тогтолцоо](#_bookmark103)
       4. [Халаалтын циклийн хүчдэлийн туршилт](#_bookmark105)
       5. [Аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилт](#_bookmark106)
       6. [Шалгалт](#_bookmark107)
    3. [Кабелийн системийн урьдчилсан туршилтыг сунгах туршилт](#_bookmark108) 
       1. [Урьдчилсан туршилтыг сунгах туршилтын хураангуй](#_bookmark109)
       2. Кабелийн иж бүрэн систем дэх урьдчилсан туршилтыг сунгах цахилгаан хэсэг
14. [Кабельд хийх төрлийн туршилт](#_bookmark116) 
    1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark117)
    2. [Төрлийн туршилтыг батлах хүрээ](#_bookmark118)
    3. [Төрлийн туршилтуудын хураангуйлал](#_bookmark119)
    4. [[Иж бүрэн кабельд хийх цахилгааны төрлийн туршилт](#_bookmark64)](#_bookmark120)
15. [Туслах хэрэгсэлд хийх төрлийн туршилт](#_bookmark121) 
    1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark122)
    2. [Төрлийн туршилтыг батлах хүрээ](#_bookmark123)
    3. [Төрлийн туршилтуудын хураангуйлал](#_bookmark124)
    4. [Туслах хэрэгсэлд хийх цахилгааны төрлийн туршилт](#_bookmark125) 
       1. [Туршилтын хүчдэлийн утгууд](#_bookmark126)
       2. [Туршилт болон туршилтуудын дараалал](#_bookmark127)
16. [Суурилуулсны дараа хийх цахилгааны туршилт](#_bookmark128) 
    1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark129)
    2. [Гадна бүрээсийн тогтмол хүчдэлийн туршилт](#_bookmark130)
    3. [Гадна бүрээсийн хувьсах хүчдэлийн туршилт](#_bookmark131)

[A хавсралт (мэдээллийн) Дамжуулагч кабелийн температурыг тодорхойлох](#_bookmark142)

* 1. [Зорилго](#_bookmark143)
  2. [Үндсэн хэлхээний туршилтын температурыг тохируулах](#_bookmark144) 
     1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark145)
     2. [Кабель болон температур мэдрэгчийг суурилуулах](#_bookmark146)
     3. [Тохируулгын арга](#_bookmark149)
  3. [Туршилтаар халаах](#_bookmark150) 
     1. [1-р аргачлал – жишиг кабель ашиглан турших](#_bookmark151)
     2. 2-р аргачлал – Гадаргуугийн температурын хэмжилт болон дамжуулагчийн температурын тооцоог ашиглан турших

[B Хавсралт (мэдээллийн) Тоог бүхэлдэх (ойролцоолох)](#_bookmark153)

[C Хавсралт (мэдээллийн) Кабелийн систем, кабель, туслах хэрэгслийн төрөл, урьдчилсан туршилт, төрлийн туршилтын жагсаалт](#_bookmark154)

[D Хавсралт (мэдээллийн) Хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцэх чадварыг хэмжих арга](#_bookmark158)

[E Хавсралт (норматив) Ус нэвчүүлэх туршилт](#_bookmark160)

* 1. [Туршилтын хэсэг](#_bookmark161)
  2. [Туршилт](#_bookmark162)
  3. [Шаардлагууд](#_bookmark163)

[F Хавсралт (норматив) Дамжуулагчид ус нэвтэрч байгаа эсэхийг шалгах](#_bookmark165)

* 1. [Туршилтын хэсэг](#_bookmark166)
  2. [Туршилт](#_bookmark167)
  3. [Шаардлагууд](#_bookmark168)

[G Хавсралт (норматив)](#_bookmark170)  Тууш наасан металл тууз болон цаас бүхий кабелийн эд ангиудад хийх туршилтууд

* 1. [Үзэгдэх байдлын шалгалт](#_bookmark171)
  2. [Наалдац болон хуулах хүч](#_bookmark172) 
     1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark173)
     2. [Туршилт: Наалдцын хүч](#_bookmark174)
     3. [Туршилт: Давхардсан металл цаасийг хуулах хүч](#_bookmark176)
     4. [Шаардлагууд](#_bookmark179)

[H Хавсралт (норматив) Туслах хэрэгсэлд хийх нэмэлт туршилт](#_bookmark183)

* 1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark184)
  2. [Туршилтыг батлах хүрээ](#_bookmark186) 
     1. [Экран, металл бүрээсийн тасалдалтгүй муфтыг батлах хүрээ](#_bookmark187)
     2. [Экран, металл бүрээсийн тасалдалттай муфтыг батлах хүрээ](#_bookmark188)
     3. Кабелийн экраны тасалдалт болон/эсвэл газардуулгын холболтод зориулсан туслах хэрэгслийг батлах хүрээ
     4. [Хэсэгчилсэн тусгаарлагч бүхий төгсгөвчийг батлах хүрээ](#_bookmark190)
  3. Экран эсвэл металл бүрээстэй тасалдалт, кабелийн экраны тасалдалт болон/эсвэл газардуулгатай холбох туслах хэрэгсэлтэй эсвэл экрангүй муфтын туршилт
     1. [Усанд дүрэх](#_bookmark192)
     2. [Цахилгааны туршилт](#_bookmark193)
  4. [Бүрээсийг хэсэгчлэн тусгаарлах төгсгөвчийн туршилт](#_bookmark198) 
     1. [Экран, газардуулга хоорондын тогтмол хүчдэлийг тэсвэрлэх туршилтууд](#_bookmark199)
     2. [Экран, газардуулга хоорондын аянгын импульсийн хүчдэлийг тэсвэрлэх туршилт](#_bookmark200)
  5. [Шалгалт](#_bookmark202)
  6. [Гадна төгсгөвчүүдийн нийлмэл тусгаарлагчийн туршилт](#_bookmark203) 
     1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark204)
     2. [Дотоод даралтын туршилт](#_bookmark205)
     3. [Кронштейн ачааллын туршилт](#_bookmark206)

[I Хавсралт (норматив) HEPR тусгаарлагчийн хатуулгийг тодорхойлох](#_bookmark207)

* 1. [Туршилтын хэсэг](#_bookmark208)
  2. [Туршилтын аргачлал](#_bookmark209) 
     1. [Ерөнхий зүйл](#_bookmark210)
     2. [Муруйлтийн радиус нь том гадаргуу](#_bookmark211)
     3. [Муруйлтийн радиус нь жижиг гадаргуу](#_bookmark212)
     4. [Туршилтын температур болон нөхцөлдүүлэлт](#_bookmark213)
     5. [Хэмжилт хийх тоо](#_bookmark214)

[J Хавсралт (мэдээллийн) Кабель болон туслах хэрэгслийг шалгах заавар](#_bookmark218)

[K Хавсралт (xxx) Хүчингүй болсон](#_bookmark219)

Ном зүй [24](#_bookmark18)

[1-р зураг – Урьдчилсан туршилтад хийх туршилтын тогтолцооны жишээ](#_bookmark104)

[2-р зураг – Хатуу болон түүнээс гадна уян суурилуулалтанд зориулагдсан өөр муфтай системийг урьдчилсан туршилтаар хангах туршилтын тогтолцооны өргөтгөлийн жишээ](#_bookmark112)

[A.1 зураг – Жишиг болон үндсэн туршилтын хэлхээнд голчлон хийгдэх туршилтын тохируулга](#_bookmark147)

A.2 зураг – Жишиг хэлхээний дамжуулагч дээрх температур мэдрэгчийг байрлуулах жишээ

D.1 зураг – Дамжуулагчийн болон тусгаарлагчийн экраны эсэргүүцлийг хэмжихэд бэлдсэн дээж

[E.1 зураг – Ус нэвтрэх чанарыг турших төхөөрөмжийн бүдүүвч диаграм](#_bookmark164)

F.1 зураг – Дамжуулагчийн ус нэвтрэх чанарыг турших төхөөрөмжийн бүдүүвч диаграм

[G.1 зураг – Металл тууз болон цаасан наалдац](#_bookmark175)

[G.2 зураг – Давхардсан металл цаасны жишээ](#_bookmark177)

[G.3 зураг – Давхардсан металл цаасыг хуулах бат бөх чанар](#_bookmark178)

[G.4 зураг – Шахах зайн муруйн эсрэг үйлчлэх ердийн хүч (1)](#_bookmark180)

[G.5 зураг – Шахах зайн муруйн эсрэг үйлчлэх ердийн хүч (2)](#_bookmark181)

[I.1 зураг – Муруйлтийн радиус нь том гадаргууг турших](#_bookmark215)

[I.2 зураг – Муруйлтийн радиус нь жижиг гадаргууг турших](#_bookmark216)

[1 хүснэгт – Кабелийн тусгаарлах материалын бүрдэл хэсэг](#_bookmark132)

[2 хүснэгт – Кабелийн гадна бүрээсийн бүрдэл хэсэг](#_bookmark133)

[3 хүснэгт –Кабелийн тусгаарлах материалын бүрдэл хэсэгт тавигдах тангес δ шаардлага](#_bookmark134)

[4 хүснэгт – Туршилтын хүчдэл](#_bookmark135)

5 хүснэгт – Кабелийг тусгаарлах болон хэт халаах материалын бүрдэл хэсгүүдийн цахилгаан бус төрлийн туршилт

6 хүснэгт – Кабелийн тусгаарлах материалын бүрдэл хэсгийн механик шинж чанарын туршилтын шаардлага (насжилтын өмнө болон дараа)

7 хүснэгт – Кабелийн гадна бүрээсийн материалын бүрдэл хэсгийн механик шинж чанарын туршилтын шаардлага (насжилтын өмнө болон дараа)

8 хүснэгт – Кабелийн тусгаарлах материалын бүрдэл хэсгийн тусгай шинж чанарын туршилтын шаардлага

9 хүснэгт – Кабелийн PVC болон LSHF гадна бүрээсийн тусгай шинж чанарын туршилтын шаардлага

[10 хүснэгт – Гадна төгсгөвчийн нийлмэл тусгаарлагчийн хамгийг их механик ачаалал](#_bookmark141)

[C.1 хүснэгт –Кабелийн систем, кабель, туслах хэрэгсэлд хийх төрлийн туршилт](#_bookmark155)

[C.2 хүснэгт – 8,0 кВ/мм-ээс дээш хэвийн дамжуулагчийн цахилгаан орны хүчлэг эсвэл 4,0 кВ/мм-ээс дээш тусгаарлагчийн хэвийн цахилгаан орны хүчлэг бүхий кабелийн системийн урьдчилан шалгах туршилт](#_bookmark156)

[C.3 хүснэгт –](#_bookmark157) 8,0 кВ/мм-ээс дээш хэвийн дамжуулагчийн цахилгаан орны хүчлэг эсвэл 4,0 кВ/мм-ээс дээш тооцоолсон тусгаарлагчийн хэвийн цахилгаан орны хүчлэг бүхий кабелийн системийн урьдчилсан туршилт

G.1 хүснэгт – Хүлээн зөвшөөрөгдөх хамгийн бага наалдац эсвэл хуулах бат бөх чанар

[H.1 хүснэгт – Туршилтын дараалал](#_bookmark185)

H.2 хүснэгт - Кабелийн экраны тасалдалт болон/эсвэл экрангүй газардуулгын холболтын туслах хэрэгсэл болон металл бүрээстэй муфтын экраны тасалдалт, газардуулга хоорондох аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт

H.3 хүснэгт - Кабелийн экраны тасалдалт болон/эсвэл экрантай газардуулгын холболтын туслах хэрэгсэл болон металл бүрээстэй муфтын экраны тасалдалт, газардуулга хоорондох аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт

H.4 хүснэгт – Бүрээсийг хэсэгчилэн тусгаарладаг төгсгөвчийн экран болон газардуулга хоорондох аянгын импульсийг тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт

## **CONTENTS**

[FOREWORD](#_bookmark0)

[INTRODUCTION](#_bookmark1)

1. [Scope](#_bookmark2)
2. [Normative references](#_bookmark3)
3. [Terms and definitions](#_bookmark4) 
   1. [Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.)](#_bookmark5)
   2. [Definitions concerning tests](#_bookmark6)
   3. [Other definitions](#_bookmark7)
4. [Voltage designations, materials and rounding of numbers](#_bookmark8) 
   1. [Rated voltages](#_bookmark9)
   2. [Cable insulating compounds](#_bookmark10)
   3. [Cable metal screens/sheaths](#_bookmark11)
   4. [Cable oversheathing compounds](#_bookmark12)
   5. [Rounding of numbers](#_bookmark13)
5. [Precautions against water penetration in cables](#_bookmark14)
6. [Cable characteristics](#_bookmark15)
7. [Accessories characteristics](#_bookmark16) 
   1. [Gas immersed cable terminations](#_bookmark17)
   2. [Composite insulators for outdoor cable terminations](#_bookmark18)
   3. [Accessory characteristics to be declared](#_bookmark19)
8. [Test conditions](#_bookmark20) 
   1. [Ambient temperature](#_bookmark21)
   2. [High voltage tests](#_bookmark22)
   3. [Waveform of lightning impulse test voltages](#_bookmark23)
   4. [Relationship of test voltages to rated voltages](#_bookmark24)
   5. [Determination of the cable conductor temperature](#_bookmark25)
9. [Routine tests on cables and accessories](#_bookmark26) 
   1. [General](#_bookmark27)
   2. [Partial discharge test](#_bookmark28)
   3. [Voltage test](#_bookmark29)
   4. [Electrical test on oversheath of the cable](#_bookmark30)
10. [Sample tests on cables](#_bookmark31) 
    1. [General](#_bookmark32)
    2. [Frequency of tests](#_bookmark33)
    3. [Repetition of tests](#_bookmark34)
    4. [Conductor examination](#_bookmark35)
    5. [Measurement of electrical resistance of conductor and metal screen](#_bookmark36)
    6. [Measurement of thickness of cable insulation and oversheath](#_bookmark37) 
       1. [General](#_bookmark38)
       2. [Requirements for the insulation](#_bookmark39)
       3. [Requirements for the cable oversheath](#_bookmark40)
    7. [Measurement of thickness of metal sheath](#_bookmark41) 
       1. [General](#_bookmark42)
       2. [Lead or lead alloy sheath](#_bookmark43)
       3. [Copper or aluminium sheath](#_bookmark44)
       4. [Metal tape for CD design](#_bookmark45)
    8. [Measurement of diameters](#_bookmark46)
    9. [Hot set test for XLPE, EPR and HEPR insulations](#_bookmark47) 
       1. [Procedure](#_bookmark48)
       2. [Requirements](#_bookmark49)
    10. [Measurement of capacitance](#_bookmark50)
    11. [Measurement of density of HDPE insulation](#_bookmark51) 
        1. [Procedure](#_bookmark52)
        2. [Requirements](#_bookmark53)
    12. [Lightning impulse voltage test](#_bookmark54)
    13. [Water penetration test](#_bookmark55)
    14. [Additional tests on components of cables with a longitudinally applied metal](#_bookmark56) [tape or foil, bonded to the oversheath](#_bookmark56)
11. [Sample tests on accessories](#_bookmark57) 
    1. [Tests on components of accessory](#_bookmark58)
    2. [Tests on complete accessory](#_bookmark59)
12. [Type tests on cable systems](#_bookmark60) 
    1. [General](#_bookmark61)
    2. [Range of type approval](#_bookmark62)
    3. [Summary of type tests](#_bookmark63)
    4. [Electrical type tests on cable systems](#_bookmark64) 
       1. [Test voltage values](#_bookmark65)
       2. [Tests and sequence of tests](#_bookmark66)
       3. [Bending test](#_bookmark67)
       4. [Partial discharge tests](#_bookmark68)
       5. [Tan *δ* measurement](#_bookmark69)
       6. [Heating cycle voltage test](#_bookmark70)
       7. [Lightning impulse voltage test followed by a power frequency voltage](#_bookmark71) [test](#_bookmark71)
       8. [Examination](#_bookmark72)
       9. [Resistivity of semi-conducting screens](#_bookmark75)
    5. [Non-electrical type tests on cable components and on complete cable](#_bookmark76) 
       1. [General](#_bookmark77)
       2. [Check of cable construction](#_bookmark78)
       3. [Tests for determining the mechanical properties of insulation before and](#_bookmark79) [after ageing](#_bookmark79)
       4. [Tests for determining the mechanical properties of oversheaths before](#_bookmark80) [and after ageing](#_bookmark80)
       5. [Ageing tests on pieces of complete cable to check compatibility of](#_bookmark81) [materials](#_bookmark81)
       6. [Loss of mass test on PVC oversheaths of type ST2](#_bookmark82)
       7. [Pressure test at high temperature on oversheaths](#_bookmark83)
       8. [Test on PVC oversheaths (ST1, ST2) and LSHF oversheaths (ST12) at](#_bookmark84) [low temperature](#_bookmark84)
       9. [Heat shock test for PVC oversheaths (ST1 and ST2)](#_bookmark85)
       10. [Ozone resistance test for EPR and HEPR insulations](#_bookmark86)
       11. [Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations](#_bookmark87)
       12. [Measurement of density of HDPE insulation](#_bookmark88)
       13. [Measurement of carbon black content of black PE oversheaths (ST3](#_bookmark89) [and ST7)](#_bookmark89)
       14. [Test under fire conditions](#_bookmark90)
       15. [Water penetration test](#_bookmark92)
       16. [Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape](#_bookmark93) [or foil, bonded to the oversheath](#_bookmark93)
       17. [Shrinkage test for PE, HDPE and XLPE insulations](#_bookmark94)
       18. [Shrinkage test for PE oversheaths (ST3, ST7) and LSHF oversheaths](#_bookmark95) [(ST12)](#_bookmark95)
       19. [Determination of hardness of HEPR insulation](#_bookmark96)
       20. [Determination of the elastic modulus of HEPR insulation](#_bookmark97)
13. [Prequalification test of the cable system](#_bookmark98) 
    1. [General and range of prequalification test approval](#_bookmark99)
    2. [Prequalification test on complete system](#_bookmark100) 
       1. [Summary of prequalification tests](#_bookmark101)
       2. [Test voltage values](#_bookmark102)
       3. [Test arrangement](#_bookmark103)
       4. [Heating cycle voltage test](#_bookmark105)
       5. [Lightning impulse voltage test](#_bookmark106)
       6. [Examination](#_bookmark107)
    3. [Tests for the extension of the prequalification of a cable system](#_bookmark108) 
       1. [Summary of the extension of prequalification test](#_bookmark109)
       2. [Electrical part of the extension of prequalification tests on complete](#_bookmark110) [cable system](#_bookmark110)
14. [Type tests on cables](#_bookmark116) 
    1. [General](#_bookmark117)
    2. [Range of type approval](#_bookmark118)
    3. [Summary of type tests](#_bookmark119)
    4. [Electrical type tests on completed cables](#_bookmark120)
15. [Type tests on accessories](#_bookmark121) 
    1. [General](#_bookmark122)
    2. [Range of type approval](#_bookmark123)
    3. [Summary of type tests](#_bookmark124)
    4. [Electrical type tests on accessories](#_bookmark125) 
       1. [Test voltage values](#_bookmark126)
       2. [Tests and sequence of tests](#_bookmark127)
16. [Electrical tests after installation](#_bookmark128) 
    1. [General](#_bookmark129)
    2. [DC voltage test of the oversheath](#_bookmark130)
    3. [AC voltage test of the insulation](#_bookmark131)

[Annex A (informative) Determination of the cable conductor temperature](#_bookmark142)

* 1. [Purpose](#_bookmark143)
  2. [Calibration of the temperature of the main test loop](#_bookmark144) 
     1. [General](#_bookmark145)
     2. [Installation of cable and temperature sensors](#_bookmark146)
     3. [Calibration method](#_bookmark149)
  3. [Heating for the test](#_bookmark150) 
     1. [Method 1 – Test using a reference cable](#_bookmark151)
     2. [Method 2 – Test using conductor temperature calculations and](#_bookmark152)

[measurement of the surface temperature](#_bookmark152)

[Annex B (normative) Rounding of numbers](#_bookmark153)

[Annex C (informative) List of type, prequalification and extension of prequalification](#_bookmark154)

[tests for cable systems, cables and accessories](#_bookmark154)

[Annex D (normative) Method of measuring resistivity of semi-conducting screens](#_bookmark158)

[Annex E (normative) Water penetration test](#_bookmark160)

* 1. [Test piece](#_bookmark161)
  2. [Test](#_bookmark162)
  3. [Requirements](#_bookmark163)

[Annex F (normative) Test for water penetration in the conductor](#_bookmark165)

* 1. [Test piece](#_bookmark166)
  2. [Test](#_bookmark167)
  3. [Requirements](#_bookmark168)

[Annex G (normative) Tests on components of cables with a longitudinally applied](#_bookmark170)

[metal tape or foil, bonded to the oversheath](#_bookmark170)

* 1. [Visual examination](#_bookmark171)
  2. [Adhesion and peel strength](#_bookmark172) 
     1. [General](#_bookmark173)
     2. [Test: Adhesion strength](#_bookmark174)
     3. [Test: Peel strength of overlapped metal foil](#_bookmark176)
     4. [Requirements](#_bookmark179)

[Annex H (normative) Additional tests for accessories](#_bookmark183)

* 1. [General](#_bookmark184)
  2. [Range of approval](#_bookmark186) 
     1. [Range of approval for joints without screen or metal sheath interruption](#_bookmark187)
     2. [Range of approval for joints with screen or metal sheath interruption](#_bookmark188)
     3. [Range of approval for accessories for cable screen interruption and/or](#_bookmark189) [earth connection](#_bookmark189)
     4. [Range of approval for terminations with sectionalizing insulation](#_bookmark190)
  3. [Tests of joints with or without screen or metal sheath interruption and](#_bookmark191)

[accessories for cable screen interruption and/or earth connection](#_bookmark191)

* + 1. [Water immersion](#_bookmark192)
    2. [Electrical tests](#_bookmark193)
  1. [Tests of terminations with sheath sectionalizing insulation](#_bookmark198) 
     1. [DC voltage withstand test between screen and earth](#_bookmark199)
     2. [Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth](#_bookmark200)
  2. [Examination](#_bookmark202)
  3. [Tests for composite insulators for outdoor terminations](#_bookmark203) 
     1. [General](#_bookmark204)
     2. [Internal pressure test](#_bookmark205)
     3. [Cantilever load test](#_bookmark206)

[Annex I (normative) Determination of hardness of HEPR insulations](#_bookmark207)

* 1. [Test piece](#_bookmark208)
  2. [Test procedure](#_bookmark209) 
     1. [General](#_bookmark210)
     2. [Surfaces of large radius of curvature](#_bookmark211)
     3. [Surfaces of small radius of curvature](#_bookmark212)
     4. [Conditioning and test temperature](#_bookmark213)
     5. [Number of measurements](#_bookmark214)

[Annex J (informative) Guidance on examination of cable and accessories](#_bookmark218)

[Annex K (xxx) Void](#_bookmark219)

[Bibliography](#_bookmark220)

[Figure 1 – Example of the test arrangement for the prequalification test](#_bookmark104)

[Figure 2 – Example of extension of prequalification test arrangement for the](#_bookmark112)

[prequalification of a system with another joint, designed for rigid as well as flexible](#_bookmark112)

[installation](#_bookmark112)

[Figure A.1 – Typical test set-up for the reference loop and the main test loop](#_bookmark147)

[Figure A.2 – Example of an arrangement of the temperature sensors on the conductor](#_bookmark148) [of the reference loop](#_bookmark148)

[Figure D.1 – Preparation of samples for measurement of resistivity of conductor and](#_bookmark159) [insulation screens](#_bookmark159)

[Figure E.1 – Schematic diagram of apparatus for water penetration test](#_bookmark164)

[Figure F.1 – Schematic diagram of apparatus for water penetration test in the](#_bookmark169)

[conductor](#_bookmark169)

[Figure G.1 – Adhesion of metal tape or foil](#_bookmark175)

[Figure G.2 – Example of overlapped metal foil](#_bookmark177)

[Figure G.3 – Peel strength of overlapped metal foil](#_bookmark178)

[Figure G.4 – Typical strength versus grip spacing curve (1)](#_bookmark180)

[Figure G.5 – Typical strength versus grip spacing curve (2)](#_bookmark181)

[Figure I.1 – Test on surfaces of large radius of curvature](#_bookmark215)

[Figure I.2 – Test on surfaces of small radius of curvature](#_bookmark216)

[Table 1 – Insulating compounds for cables](#_bookmark132)

[Table 2 – Oversheathing compounds for cables](#_bookmark133)

[Table 3 – Tan *δ* requirements for insulating compounds for cables](#_bookmark134)

[Table 4 – Test voltages](#_bookmark135)

[Table 5 – Non-electrical type tests for insulating and oversheathing compounds for](#_bookmark136)

[cables](#_bookmark136)

[Table 6 – Test requirements for mechanical characteristics of insulating compounds for](#_bookmark137) [cables (before and after ageing)](#_bookmark137)

[Table 7 – Test requirements for mechanical characteristics of oversheathing](#_bookmark138)

[compounds for cables (before and after ageing)](#_bookmark138)

[Table 8 – Test requirements for particular characteristics of insulating compounds for](#_bookmark139) [cables](#_bookmark139)

[Table 9 – Test requirements for particular characteristics of PVC and LSHF](#_bookmark140)

[oversheathing for cables](#_bookmark140)

[Table 10 – Maximum mechanical load for composite insulators for outdoor terminations](#_bookmark141)

[Table C.1 – Type tests on cable systems, on cables and on accessories](#_bookmark155)

[Table C.2 – Prequalification tests on cable systems with a calculated nominal](#_bookmark156)

[conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric](#_bookmark156) [stress above 4,0 kV/mm](#_bookmark156)

[Table C.3 – Extension of prequalification tests on cable systems with a calculated](#_bookmark157)

[nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation](#_bookmark157) [electric stress above 4,0 kV/mm](#_bookmark157)

[Table G.1 – Minimum acceptable adhesion or peel strength forces](#_bookmark182)

[Table H.1 – Test sequence](#_bookmark185)

[Table H.2 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth of](#_bookmark196) [joints with or without screen or metal sheath interruption and accessories for cable](#_bookmark196) [screen interruption and/or earth connection](#_bookmark196)

[Table H.3 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and screen of](#_bookmark197) [joints with screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen](#_bookmark197)

[interruption and/or earth connection](#_bookmark197)

[Table H.4 – Lightning impulse voltage withstand tests between screen and earth of](#_bookmark201)

[terminations with sheath sectionalizing insulation](#_bookmark201)

ОЛОН УЛСЫН ЦАХИЛГААН ТЕХНИКИЙН КОМИСС

––––––––––––

**30 кВ-оос (*U*m = 36 кВ) 150 кВ хүртэл (*U*m = 170 кВ) хэвийн хүчдэлтэй шахмал тусгаарлагчийн хүчний кабель болон туслах хэрэгсэл – Туршилтын аргачлал болон тавих шаардлага**

ӨМНӨХ ҮГ

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

IEC 60840 Олон Улсын Стандартыг ОУЦТК-ын Цахилгаан кабель нэртэй 20 дугаар техникийн хороо боловсруулсан.

2011 онд хэвлэгдсэн дөрөв дэх хэвлэлийг энэхүү тав дахь хэвлэл нь цуцлан орлуулж байна. Энэ хэвлэл нь техникийн үзлэгийг тогтооно.

Энэ хэвлэлд өмнөх хэвлэлтэй харьцуулахад дараах томоохон техникийн өөрчлөлтийг багтаасан. Үүнд:

* 52 кВ-оос дээш хэвийн хүчдэлд ашиглах хийн дүүргэлттэй кабелийн төгсгөвчийг энэхүү баримт бичигт заасан тогтмол болон төрлийн туршилтаар шалгахаас гадна хэвийнIEC 62271-209 стандартад заасны дагуу боловсруулсан төрлийн болон тогтмол туршилт хийх шаардлагатай.
* Гадна төгсгөвчийн нийлмэл тусгаарлагчид тавигдах шаардлагыг танилцуулсан.
* Гулзайлтын туршилтад (төрлийн болон урьдчилан шалгах туршилт) заасан туршилтын цилиндрийн диаметрийг IEC TR 61901:2016 стандартын дагуу өөрчилсөн.
* Утаа бага гаргах, галоген агуулаагүй ST12 гэсэн тэмдэглэгээтэй гадна бүрээсийг танилцуулсан.
* . Кабелийн гал тэсвэрлэх үзүүлэлтийн дагуу галын босоо тархалт, утааны нягт, хүчиллэг байдал, цахилгаан дамжууламж зэргийг галын нөхцөлд шалгах нэмэлт туршилтуудыг танилцуулсан.
* Дамжуулагч руу ус нэвчүүлэхнэвчүүлэх туршилтыг нэмж оруулсан.
* Холболтын гаднах хамгаалалтын туршилтаас гадна бүх туслах хэрэгслийн тусгаарлагч хэсэглэх экраны төрлийн туршилтыг мөн танилцуулсан болно.

Тав дахь хэвлэлээс өмнөх үйл явдлын дэлгэрэнгүйг "Танилцуулга" хэсгээс үз.

Энэхүү Олон Улсын стандартын бичвэрийг дараах баримт бичигт үндэслэсэн болно:

|  |  |
| --- | --- |
| FDIS | Санал өгөх тайлан |
| 20/1909/FDIS | 20/1910/RVD |

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

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

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

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

2021 оны 2-р сард засварласан агуулгыг энэ хуулбарт тусгасан болно.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

––––––––––––

**POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES**

**ABOVE 30 kV (*Um* = 36 kV) UP TO 150 kV (*Um* = 170 kV) – TEST METHODS AND REQUIREMENTS**

FOREWORD

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

International Standard IEC 60840 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition, published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

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

* Gas immersed cable terminations for use at rated voltages above 52 kV are required to be designed, type and routine tested in accordance with IEC 62271-209 in addition to the routine and type tests specified in this document.
* Requirements are introduced for composite outdoor termination insulators.
* The test cylinder diameters specified for the bending test (type and prequalification tests) have been modified in line with IEC TR 61901:2016.
* A low smoke halogen free oversheath material, designated ST12 is introduced.
* Additional tests under fire conditions are introduced: vertical flame spread, smoke density, acidity and conductivity, which shall be applied according to the fire performance declared for the cable.
* A test for water penetration in the conductor is added.
* In addition to tests on the outer protection of joints, type tests on the screen sectionalizing insulation of all accessories have been introduced.

NOTE For a more detailed history of events leading up to this fifth edition, see the Introduction.

The text of this International Standard is based on the following documents:

|  |  |
| --- | --- |
| FDIS | Report on voting |
| 20/1909/FDIS | 20/1910/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 document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

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

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

The contents of the corrigendum of February 2021 have been included in this copy.

ТАНИЛЦУУЛГА

IEC 60840 стандартын 1988 онд хэвлэгдсэн эхний хэвлэл нь зөвхөн кабельтай холбоотой байсан. 1999 оны 2-р сард хэвлэгдсэн хоёрдугаар хэвлэлд туслах хэрэгслийг нэмж оруулан туршилтын арга, туршилтын шаардлагыг тусад ньтусгасан .

1. дан кабель,
2. кабель болон түүний туслах хэрэгсэл (кабелийн систем).

Дараа нь зарим улс орнууд систем, кабель, туслах хэрэгслийг ялангуяа 45 кВ гэх мэт бага хүчдэлийн хувьд илүү сайн ялгаж салгахыг санал болгосон. Гурав дахь хэвлэлд (2004) үүнийг харгалзан үзсэн бөгөөд дараах төрлийн батлах шаардлага, батлах хүрээнд тавигдах шаардлагын тодорхойлолтыг хэвээр үлдээсэн.Үүнд:

1. кабелийн систем,
2. дан кабель,
3. туслах хэрэгсэл.

Үйлдвэрлэгчид болон хэрэглэгчид төрөл батлах хамгийн тохиромжтой хувилбарыг сонгож болно. Дөрөвдүгээр хэвлэл (2011) нь дамжуулагчийн экран болон/эсвэл тусгаарлагчийн экран дээрх цахилгаан орны өндөр хүчлэгтэй туслах хэрэгсэл бүхий иж бүхэн кабелийн системд ашиглах урьдчилан шалгах туршилтын аргачлалыг танилцуулж байна.

Дөрөвдүгээр хэвлэлд дараах чухал өөрчлөлт орсон. Үүнд:

1. Энэхүү баримт бичиг болон IEC 62067 стандартын бүлгийн дугаарыг аль болох нийтлэг байдалд нийцүүлсэн.
2. Загварын туршилтын хувьд эрчим хүчний сүлжээний давтамжтай хүчдэлийн туршилтыг аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилтын дараа хийхгүй.

Энэхүү тавдугаар хэвлэлд дараах зарчмын өөрчлөлт орсон. Үүнд:

1. IEC TR 61901:2016 стандартад кабелийн ялгаатай гурван экраны загварт шинэ тодорхойлолт нэмэгдсэн.
2. Энэхүү баримт бичигт заасан тогтмол хийх болон төрлийн туршилтаас гадна 52 кВ-оос дээш хэвийн хүчдэлтэй, хийн дүүргэлттэй кабелийн төгсгөвчийг IEC 62271-209 стандартад заасны дагуу боловсруулж төрлийн болон тогтмол туршилт хийх шаардлагатай.
3. Гадна төгсгөвчийн нийлмэл тусгаарлагчид тавигдах шаардлагыг танилцуулсан.
4. Гулзайлты туршилтад (төрлийн болон урьдчилан шалгах туршилт) заасан туршилтын цилиндрийн диаметрийг IEC TR 61901:2016 стандартын дагуу өөрчилсөн.
5. Утаа бага гаргах, галоген агуулаагүй ST12 гэж тэмдэглэгээтэй гадна бүрээсийг нэвтрүүлсэн.
6. Кабелийн гал тэсвэрлэх үзүүлэлтийн дагуу галын босоо тархалт, утааны нягт, хүчиллэг байдал, цахилгаан дамжууламж зэргийг галын нөхцөлд шалгах нэмэлт туршилтуудыг танилцуулсан.
7. Дамжуулагч руу ус нэвчлүүлэх туршилтыг нэмж оруулсан.
8. нэвчүүлэхХолболтын гаднах хамгаалалтын туршилтаас гадна бүх туслах хэрэгслийн тусгаарлагч хэсэглэх экраны төрлийн туршилтыг мөн танилцуулсан болно.
9. CIGRE-ийн холбогдох эшлэлийн жагсаалтыг ном зүйд оруулсан.

INTRODUCTION

The first edition of IEC 60840, published in 1988, dealt only with cables. Accessories were added to the second edition, published in February 1999, which separately covered test methods and test requirements for

1. cables alone,
2. cables together with accessories (a cable system).

Some countries then suggested that a better discrimination be made between systems, cables and accessories, particularly for the lower voltages of the scope, for example 45 kV. This was taken into account in the third edition (2004) and has been retained subsequently, giving the type approval requirements and the range of approvals for:

1. cable systems,
2. cables alone,
3. accessories alone.

Manufacturers and users may choose the most appropriate option for type approval.

The fourth edition (2011) introduced the prequalification test procedure, as a cable system inclusive of accessories, for cables with high electrical stresses at the conductor screen and/or insulation screen.

Other significant changes in the fourth edition were:

1. The clause numbering of this document and IEC 62067 was coordinated to achieve as much commonality as possible.
2. In the case of the sample test, the lightning impulse voltage test is no longer followed by a power frequency voltage test.

In this fifth edition the principle changes are as follows:

1. New definitions have been added for three different cable screen designs following IEC TR 61901:2016.
2. Gas immersed cable terminations for use at rated voltages above 52 kV are required to be designed, type and routine tested in accordance with IEC 62271-209 in addition to the routine and type tests specified in this document.
3. Requirements are introduced for composite outdoor termination insulators.
4. The test cylinder diameters specified for the bending test (type and prequalification tests) have been modified in line with IEC TR 61901:2016.
5. A low smoke halogen free oversheath material, designated ST12 is introduced.
6. Additional tests under fire conditions are introduced: vertical flame spread, smoke density, acidity and conductivity, which are applied according to the fire performance declared for the cable.
7. A test for water penetration in the conductor is added.
8. In addition to tests on the outer protection of joints, type tests on the screen sectionalizing insulation of all accessories have been introduced.
9. A list of relevant CIGRE references is given in the bibliography.

МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ

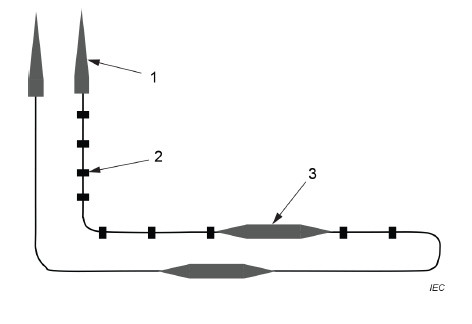
Ангилалтын код

|  |  |
| --- | --- |
| **30 КВ-ООС (*U*M = 36 КВ) 150 КВ ХҮРТЭЛ (*U*M = 170 КВ) ХЭВИЙН ХҮЧДЭЛТЭЙ ШАХМАЛ ТУСГААРЛАГЧ БҮХИЙ ХҮЧНИЙ КАБЕЛЬ БОЛОН ТУСЛАХ ХЭРЭГСЭЛ – ТУРШИЛТЫН АРГАЧЛАЛ БОЛОН ТАВИХ ШААРДЛАГА** | **MNS IEC 60840:202x** |
| **POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES ABOVE 30 kV (*Um*= 36 kV) UP TO 150 kV (*Um* = 170 kV) – TEST METHODS AND REQUIREMENTS** | **IEC 60840:2020-05**  **Edition 5.0** |

Стандарт, хэмжил зүйн газрын даргын 202x оны … дугаар сарын ... -ны өдрийн ... тушаалаар батлав.

Энэхүү стандарт нь 202x оны ... дүгээр сарын ...-ний өдрөөс эхлэн хүчинтэй.

|  |  |
| --- | --- |
| **1. Хамрах хүрээ**  Энэхүү баримт бичигт суурин тоноглол болон 30 кВ (*Um* = 36 кВ)-аас дээш 150 кВ (*Um* = 170 кВ) хүртэлх хэвийн хүчдэлтэй бие даасан цахилгааны кабелийн систем, кабель, туслах хэрэгсэл турших арга, шаардлагыг тодорхойлсон.  Эдгээр шаардлага нь ердийн нөхцөлд суурилуулах, ашиглахад зориулсан нэг судалтай кабель болон тус тусдаа экрантай гурван судалтай кабель, тэдгээрийн туслах хэрэгсэлд хамаарах боловч стандарт туршилтад өөрчлөлт оруулах эсвэл тусгай туршилтын нөхцөл бий болгох шаардлагатай усан дотор суурилуулах кабель, тэдгээрийн туслах хэрэгсэл гэх мэт тусгай кабельд хамаарахгүй.  Энэхүү баримт бичиг нь шахмал тусгаарлагчтай кабель болон цаасан тусгаарлагчтай кабель хоорондын холбох муфтад хамаарахгүй.  **2. Норматив эшлэл**  Дараах баримт бичгүүдийн зарим эсвэл бүх агуулга нь энэ баримт бичгийн шаардлагыг бүрдүүлж байхаар энэхүү бичвэрт иш татсан болно. Огноо заасан эшлэлийн хувьд зөвхөн тухайн хэвлэлийг хэрэглэнэ. Огноо заагаагүй эшлэлийн хувьд эш татсан баримт бичгийн хамгийн сүүлийн хэвлэлийг (аливаа нэмэлт, өөрчлөлтийн хамт) хэрэглэнэ.  IEC 60060-1:2010, *Өндөр хүчдэлийн туршилтын аргачлал – 1 дүгээр хэсэг: Ерөнхий тодорхойлолт ба туршилтад тавих шаардлага*  IEC 60228, *Тусгаарлагдсан кабелийн дамжуулагч*  IEC 60229:2007, *Цахилгаан кабелиуд – Хамгаалалтын тусгай функцтэй шахмал гадна бүрээсийн туршилт*  IEC 60230, *Кабель ба тэдгээрийн туслах хэрэгслийн импульсийн туршилт*  IEC 60287-1-1:2006, *Цахилгаан кабель – Одоогийн хэвийн утгын тооцоо – 1-1 дүгээр хэсэг: Одоогийн хэвийн утгын тэгшитгэл (100% ачааллын хүчин зүйл) болон алдагдлын тооцоо*  IEC 60332-1-2, *Гал гарах нөхцөлд хийх цахилгаан болон оптик шилэн кабелийн туршилт - 1-2-р хэсэг: Нэг судалтай утас эсвэл кабельд гарахгалын дөлний босоо тархалтын туршилт - 1 кВт-ын урьдчилан бэлтгэсэн хольцын дөл гаргах аргачлал*  IEC 60332-3-24, *Гал гарах нөхцөлд хийх цахилгаан болон оптик шилэн кабелийн туршилт - 3-24-р хэсэг: Босоо суурилуулалтаар холбосон утас эсвэл кабелийн дөл босоо тархах туршилт - Ангилал С*  IEC 60754-2, *Кабелийн материал шатах явцад үүсэх хийн туршилт - 2-р хэсэг: Хүчиллэг (рН хэмжилтээр) ба цахилгаан дамжууламжийг тодорхойлох*  IEC 60811-201, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга - 201-р хэсэг: Ерөнхий туршилтд - Тусгаарлагчийн зузаан хэмжих*  IEC 60811-202:2012, Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга - 202-р хэсэг: Ерөнхий туршилт - Металл бус бүрээсийн зузаан хэмжих  IEC 60811-202:2012/AMD1:2017  IEC 60811-203, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга - 203-р хэсэг: Ерөнхий туршилт - Ерөнхий овор хэмжээс хэмжих*  IEC 60811-401, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга - 401-р хэсэг: Бусад туршилт - Дулааны нөлөөгөөр хуучруулах арга – Исэлдүүлэх агаартай зууханд хуучруулах туршилт*  IEC 60811-403, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материалыг турших арга - 403-р хэсэг: Бусад туршилт - Хөндлөн холбоос бүхий нийлмэл бодисын озон тэсвэрлэх туршилт*  IEC 60811-409, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга - 409-р хэсэг: Бусад туршилт - Термопластик тусгаарлагч ба бүрээсийн массын алдагдлын туршилт*  [IEC 60811-501:2012,](https://webstore.iec.ch/publication/63366) *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга 501-р хэсэг: Механик туршилт - Тусгаарлагч ба бүрээсийн нийлмэл бодисын механик шинж чанар тодорхойлох туршилт*  [IEC 60811-501:2012/AMD1:2018](https://webstore.iec.ch/publication/63366)  IEC 60811-502:2012, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга 502-р хэсэг: Механик туршилт - Тусгаарлагчийн агшилтын туршилт*  IEC 60811-503, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга - 503-р хэсэг: Механик туршилт - Бүрээсийн агшилтын туршилт*  IEC 60811-505, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга - 505-р хэсэг: Механик туршилт - Тусгаарлагч ба бүрээсийн бага температур дахь суналт*  IEC 60811-506, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга - 506-р хэсэг: Механик туршилт - Тусгаарлагч ба бүрээсийн бага температур дахь цохилтын туршилт*  IEC 60811-507, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга - 507-р хэсэг: Механик туршилт - Хөндлөн холбоос бүхий материалын дулааны хэв гажилтын туршилт*  IEC 60811-508:2012, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга 508-р хэсэг: Механик туршилт - Тусгаарлагч ба бүрээсийн өндөр температур дахь даралтын туршилт*  IEC 60811-508:2012/AMD1:2017  IEC 60811-509, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга - 509-р хэсэг: Механик туршилт - Тусгаарлагч ба бүрээсийн хагаралт тэсвэрлэх туршилт (дулааны цохилтын туршилт)*  IEC 60811-605:2012, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга 605-р хэсэг: Физик туршилт - Полиэтилен нийлмэл бодис дахь цэвэр нүүрстөрөгч ба/эсвэл эрдэс дүүргэгч хэмжих*  IEC 60811-606, *Цахилгаан ба оптик шилэн кабель - Металл бус материал турших арга - 606-р хэсэг: Физик туршилт - Нягт тодорхойлох аргачлал*  IEC 60885-3, *Цахилгаан кабелийн цахилгааны туршилтын арга - 3-р хэсэг: Шахмал цахилгааны кабелийн уртын дагуух хэсэг газрын цэнэг хэсэгчилсэнхэмжих туршилтын аргачлал*  IEC 61034-2:2005, *Тодорхой нөхцөлд кабельд шатах үеийн утааны нягт хэмжих - 2-р хэсэг: Туршилтын аргачлал ба шаардлага*  IEC 61034-2:2005/AMD1:2013  IEC 61462:2007, *Нийлмэл хөндий тусгаарлагч - 1000 В-оос дээш хэвийнхэвийн хүчдэлтэй цахилгаан тоног төхөөрөмжид ашиглах даралтат ба даралтгүй тусгаарлагч - Тодорхойлолт, туршилтын арга, хүлээн авах шалгуур, загварчлах зөвлөмж*  IEC 62271-209, *Өндөр хүчдэлийн хуваарилах байгууламж ба хяналтын төхөөрөмж - 209-р хэсэг: 52 кВ-оос дээш хэвийнхэвийн хүчдэлийн хийн тусгаарлагч бүхий металл хаалттай хуваарилах байгууламжийн кабелийн холболт. Шингэн дүүргэлттэй ба шахмал тусгаарлагчтай кабель – Шингэн дүүргэлттэй ба хуурай орчинд байх кабелийн төгсгөвч*  ISO 48-2, *Резин, вулканжуулсан эсвэл термопластик - Хатуулаг тодорхойлох - 2-р хэсэг: 10 IRHD ба 100 IRHD хоорондох хатуулаг* **3. Нэр томьёо, тодорхойлолт**  Энэхүү баримт бичгийн зорилгод дараах нэр томьёо, тодорхойлолтыг хэрэглэнэ. Стандартчиллын ажилд ашиглах зориулалттай нэр томьёоны санг ОУСБ, ОУЦТКдараах хаягуудад байршуулсан байдаг. Үүнд:   * ОУЦТК-ын Электропедиа тайлбар толь: http://www.electropedia.org/ хаягаар үзэх боломжтой * ОУСБ-ын Интернетээр хайж харах талбар: http://www.iso.org/obp хаягаар үзэх боломжтой   **3.1 Хэмжээсийн утгын тодорхойлолт (зузаан, хөндлөн огтлол гэх мэт)**  **3.1.1**  **хэвийн утга**  хүснэгтэнд ихэвчлэн хэрэглэгддэг тоо хэмжээг тодорхойлсон утга  1-р тайлбар: Энэ баримт бичигт хэвийн утга нь тогтоосон хүлцэлийг тооцон үзэж хэмжилтээр шалгагдсан утга.  **3.1.2**  **дундаж утга**  хэд хэдэн туршилтын үр дүнг олж, өсөх (эсвэл буурах) дарааллаар эрэмбэлэх үед боломжит утгуудын тоо сондгой бол дундаж утга, тэгш бол хоёр дундаж утгын дундаж  **3.2 Туршилтын тодорхойлолт**  **3.2.1**  **тогтмол хийх туршилт**  үйлдвэрлэгчээс үйлдвэрлэсэн эд анги (кабель эсвэл туслах хэрэгслийн урт) бүрт хийх туршилт нь тухайн эд анги тогтоосон шаардлагыг хангаж байгаа эсэхийг баталгаажуулдаг.  **3.2.2**  **загварын туршилт**  үйлдвэрлэгчээс эцсийн бүтээгдэхүүн нь тогтоосон шаардлагад нийцэж байгаа эсэхийг шалгахын тулд иж бүрэн кабель эсвэл туслах хэрэгслээс авсан кабелийн дээжийг тодорхой давтамжтайгаар туршиж үздэг.  **3.2.3**  **төрлийн туршилт**  IEC 60840 стандартад хамруулсан кабелийн систем, кабель эсвэл туслах хэрэгсэлийн төрлийг нийтийн худалдаанд гаргахаас өмнө ажиллагааны үзүүлэлт нь тухайлсан хэрэглээнд нийцэж байгааг г харуулахын тулд хийх туршилт.  1-р тайлбар: Төрлийн туршилтыг хийсний дараа материал, хийц, кабель болон туслах хэрэгслийн үйлдвэрлэлийн үйл явцад ажиллагааны үзүүлэлтийг өөрчилж болохуйц өөрчлөлт ороогүй тохиолдолд туршилтыг давтан хийх шаардлагагүй болно.  **3.2.4**  **Урьдчилан шалгах туршилт**  IEC 60840 стандартад хамрагдсан кабелийн системийн төрлийг нийтийн худалдаанд гаргахаас өмнө нийт кабелийн системийн урт хугацааны ажиллагааны үзүүлэлт нь нийцэж буйг харуулахын тулдхийх туршилт.  **3.2.5**  **урьдчилан шалгах туршилтын өргөтгөл**  IEC 60840 стандартад хамрагдсан кабелийн системийн төрлийг нийтийн худалдаанд гаргахаас өмнө нийт кабелийн системийн урт хугацааны ажиллагааны үзүүлэлт нь нийцэж буйг харуулахын тулдурьдчилсан шаардлага хангасан кабелийн системийг харгалзан хийх туршилт.  **3.2.6**  **суурилуулсны дараах цахилгааны туршилт**  суурилуулсан кабелийн системийн бүрэн бүтэн байдлыг харуулах туршилт  1-р тайлбар: Хэрэв интеграл оптик элемент байгаа бол хэрэглэгчийн шаардлагын дагуу туршина. Туршилтыг хэрэглэгч, үйлдвэрлэгч хоёр тохиролцож тодорхойлно.  **3.3 Бусад тодорхойлолт**  **3.3.1**  **кабелийн систем**  зөвхөн төгсгөвч, муфт зэрэгт ашигладаг системийн дулаан -механикийн хязгаарлагчийн зориулалттай эд ангийг багтаасан туслах хэрэгсэл бүхий кабель  **3.3.2**  **хэвийн цахилгаанаас үүдэлтэй механик хүчдэл**  хэвийн хэмжээсийг ашиглан U0-д тооцсон цахилгаан**аас үүдэлтэй механик** хүчдэл  1-р тайлбар: Хүчдэлийг тооцоолох тэгшитгэл 6 n)-р зүйлд өгөгдсөн.  2-р тайлбар: Ц ахилгаанаас үүдэлтэй хэвийн механик хүчдэлийг кВ/мм-ээр илэрхийлнэ.  **3.3.3**  **хосолсон хийц**  CD  радиаль ус үл нэвтрүүлэх чанар болон цахилгааны шинж чанарыг хослуулсан металл экраны хийц  1-р тайлбар: Бүтцийн талаарх дэлгэрэнгүй мэдээлэл 4.3-т үзүүлсэн.  **3.3.4**  **салангид хийц**  SD  радиаль ус үл нэвтрүүлэх чанар болон цахилгааны шинж чанарт өөр өөр төрлийн металл хэсэг ашигласан металл экраны хийц  1-р тайлбар: Бүтцийн талаарх дэлгэрэнгүй мэдээлэл 4.3-т үзүүлсэн.  **3.3.5**  **салангид хагас дамжуулагч хийц**  SscD  цахилгаан болон радиаль ус үл нэвтрүүлэх чанарыг тусгаарлаж, хагас дамжуулагч хуванцар бүрээстэй металл цаас ашигласан металл экраны хийц  1-р тайлбар: Бүтцийн талаарх дэлгэрэнгүй мэдээлэл 4.3-т үзүүлсэн.  **3.3.6**  **дамжуулагчийн хөндлөн огтлол**  IEC 60228 стандартад нийцэх дамжуулагчийн хэвийн хөндлөн огтлол  **3.3.7**  **хамгийн их механик ачаалал**  MML  Ашиглаж буй гадна нийлмэл төгсгөвчийн тусгаарлагчид хэрэглэхээр зэхэж буй хамгийн их механик кронштейн ачаалал  **3.3.8**  **экран болон металл бүрээс гэмтсэн үед ашигладаг муфт**  кабелийн металл бүрээс, бүрхэвч , тусгаарлах экран зэрэгт цахилгааны гэмтэл гарсан үед ашиглах муфт  **3.3.9**  **экран болон металл бүрээс гэмтсэн үед ашиглах кабелийн туслах хэрэгсэл**  кабелийн металл бүрээс, бүрхэвч , тусгаарлах экран зэрэгт цахилгааны гэмтэл гарсан үед ашиглах кабелийн туслах хэрэгсэл  **3.3.10**  **хэсэгчилсэн тусгаарлагчтай төгсгөвч**  металл бүрээс, бүрхэвч, тусгаарлагч зэрэгт цахилгааны гэмтэл гарч газардсан үед ашиглах төгсгөвч  **4 Хүчдэлийн тэмдэглэгээ, материал, тоо бүхэлдэх**  **4.1 Тооцооны хүчдэл**  Энэ баримт бичигт U0, U, Um тэмдэглэгээгээр кабель болон туслах хэрэгслийн хэвийн хүчдэлийг тодорхойлоход ашигласан бөгөөд эдгээр тэмдэг нь IEC 60183 стандартад өгөгдсөн утгатай болно.  **4.2 Кабелийн тусгаарлах материал**  Энэхүү баримт бичиг нь 1-р хүснэгтэд жагсаасан материалын аль нэгээр тусгаарлагдсан кабельд хамаарна. Энэ нь мөн тусгаарлах материалын төрөл тус бүрд тодорхойлсон туршилтын нөхцөлд үндэслэн дамжуулагчийн ажиллах хамгийн их температурыг тогтоодог.  Энэ баримт бичигт заасны дагуу хөндлөн холбох тусгаарлагч системтэй кабелийн судалыг хийгүйжүүлэхийг зөвлөдөг.  **4.3 Кабелийн металл экран/бүрээс**  Энэхүү баримт бичиг нь хэрэглээнд буй олон төрлийн хийцэд хэрэглэгдэнэ. Радиаль ус үл нэвтрүүлэх чанартай хийц болон радиаль ус үл нэвтрүүлэх чанаргүй хийцийг хамарна.  Энэ бүх тохиолдолд металл экран/бүрээс нь экраны богино залгааны үзүүлэлтийг хангасан байх ёстой. Радиаль ус үл нэвтрүүлэх чанартай хийц нь:   * оёдолгүй металл бүрээс; * гадна бүрээс дээр уртын дагуу наасан металл тууз болон металл цаас; * CD: экраны богино залгааны гүйдлийг хэсэгчлэн эсвэл бүхэлд нь дамжуулдаг, шаардлагатай бол богино залгааны гүйдлийн хэсгийг дамжуулах металл утас бүхий давхарлан гагнасан эсвэл наасан металл тууз, металл цаас ашигласан металл экраны хийц; * SD: радиаль ус үл нэвтрүүлэх чанартай нэг буюу хоёр талыг нь металл цаасаар бүрж давхарласан , экраны богино залгааны нийт гүйдлийг дамжуулах металл утас ашигласан металл экраны хийц;   1-Р ТАЙЛБАР CD, SD, SscD-ийн тодорхойлолтыг 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5-д заасан.   * нийлмэл экраны доторх утаснуудын давхарга, гадна бүрээстэй холбогдсон металл бүрээс эсвэл тууз зэрэг нь радиаль ус үл нэвтрүүлэхээс хамгаалах үүргийг гүйцэтгэдэг (5-р Зүйлийг үз).   2-Р ТАЙЛБАР Кабель болон кабелийн системийг хөгжүүлэх явцад тууш наасан металл тууз эсвэл металл цаас гадна бүрээст наасан бол IEC TR 61901-д заасан туршилтыг хийвэл зохино.  Радиаль ус үл нэвтрүүлэх шинж чанаргүй хийц:   * гадна бүрээст наадаггүй металл тууз эсвэл металл цаас * дан металл утасны давхарга.   **4.4 Кабелийн гадна бүрээсийн материал**  Гадна бүрээсийн таван төрлийн туршилтыг дараах байдлаар тодорхойлсон:  - Поливинил хлорид (PVC) -д суурилсан ST1 болон ST2;  - Полиэтилен (PE) -д суурилсан ST3 болон ST7;  - утаа багатай галоген агуулаагүй материал (LSHF) ST12-д суурилсан.  Гадна бүрээсийн төрлийг сонгохдоо кабелийн хийц, суурилуулалт, ашиглалтын явцад шаардагдах механик, дулааны болон ноцолтын үзүүлэлтийг харна.  Энэхүү баримт бичигт тусгагдсан янз бүрийн төрлийн гадна бүрээсийн материалтай дамжуулагчийн хэвийн ажиллагааны үед хамгийн их температурыг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.  Хэт ягаан туяаны цацрагийн нөлөөгөөр гадна бүрээс элэгдэх гэсэн ноцтой байдал үүсвэл хэт ягаан туяаны цацрагаас хамгаалах шаардлагатай бөгөөд үүнийг үйлчлүүлэгчтэй харилцан тохиролцоно. Тохиромжтой, шаардлагатай хэмжээгээр сайтар хольсон цэвэр нүүрстөрөгч (5-р хүснэгтийг үз) -ийн агууламжтой цэвэр PE гадна бүрээс нь хэт ягаан туяаны цацрагаас хамгаалдаг. үз  1-Р ТАЙЛБАР Хонгил, барилга гэх мэт задгай газарт галд тэсвэртэй, утаа багатай, галоген агуулаагүй кабель суурилуулах хэрэгтэй. Ийм хэрэглээнд ST12 (LSHF) гадна бүрээсийг хэрэглэж болно.  2-Р ТАЙЛБАР Зарим хэрэглээний хувьд функциональ давхаргыг гадна давхаргаар (жишээлбэл хагас дамжуулагч) бүрхэж болно.  **4.5 Тоог бүхэлдэх**  В хавсралтад өгөгдсөн аргачлал нь энэхүү баримт бичгийг ашиглах явцад хэрэглэсэн эсвэл гаргаж авсан бүх тоо, утгад хамаарна.  **5 Кабельд ус нэвтрэхээс сэргийлэх арга хэмжээ**  Кабелийн системийг газарт, усанд амархан автдаг хонгилд, усанд суурилуулах үед радиаль ус үл нэвтрүүлэх хамгаалалт хэрэглэхийг зөвлөдөг.  Усан дотор гэмтэл гарсан тохиолдолд кабелийн урт хэсгийг солихоос зайлсхийхийн тулд усны тууш хамгаалалт тавьж болно.  Уртын дагуу ус нэвтрэх шинж чанарын туршилтыг 12.5.15-д үзүүлсэн.  ТАЙЛБАР Одоогоор радиаль ус нэвчүүлэх туршилт байхгүй.  **6 Кабелийн үзүүлэлт**  Энэхүү баримт бичигт заасан кабелийн систем эсвэл кабелийн туршилтыг хийж, үр дүнг хэмжихийн тулд кабелийг тодорхойлох шаардлагатай. Үйлдвэрлэгч дараах үзүүлэлтийг гаргана. үүнд:   1. Үйлдвэрлэгчийн нэр, төрөл, тэмдэглэгээ, үйлдвэрлэсэн огноо (үйлдвэрлэлийн сүүлийн огноо) эсвэл огнооны код. 2. Тооцоот хүчдэл: *U0, U, Um* *-*д хүчдэлийн утга өгөгдсөн ([4.1](#_bookmark9) болон [8.4](#_bookmark24)-ийг үз). 3. Галын аюулын үзүүлэлт: хэрэв гадна бүрээсдээ ST1, ST2 , ST12 материал ашигласан бол тэдгээрт 12.5.14-ийн дэд бүлгийг дагаж мөрдөнө.   ТАЙЛБАР Галын аюулын үзүүлэлт нь кабелийн хийц болон гадна бүрээсийн материалаас хамаарна.   1. Дамжуулагчийн төрөл, түүний материал болон хэвийн хөндлөн огтлолын талбай, квадрат мм-ээр; дамжуулагчийн бүтэц; гадаргуун нөлөөг бууруулахын тулд авсан арга хэмжээний үндсэн шинж; уртын дагуу ус үл нэвтрүүлэхээс сэргийлэхийн тулд авсан аргын үндсэн шинж; хэрэв хэвийн хөндлөн огтлолын талбай IEC 60228 стандартын дагуу биш бол тогтмол гүйдлийн дамжуулагчийн хамгийн их эсэргүүцлийг 1 км-ийн урт, 20° C болгож зассан. 2. Бүрдэл хэсэг (1-р хүснэгтэд тодорхойлсон) болон тусгаарлагчийн хэвийн зузаан (*tn*) (4.2-ыг үз). XLPE тусгаарлагчид 3-р хүснэгтэд заасны дагуу илүү өндөр tan δ утгыг ашиглах бол тусгайлсан нэмэлтийг зарлана. 3. Тусгаарлах систем үйлдвэрлэх үйл явцын төрөл. 4. Экран хэсэгт ус нэвтрэхээс сэргийлэх арга хэмжээний үндсэн шинж чанарт. 5. Металл экран/бүрээс:  * металл экраны материал болон бүтэц, утасны тоо, диаметр гэх мэт бүтцийн нарийвчилсан зүйлс; металл бүрээсийн материал, хэвийн зузаан, бүтэц, хэрэв байгаа бол тууш байрлалтай металл тууз эсвэл металл цаас. CD, SSD, SSCD эсэхээс үл хамааран тууш байрлалтай металл тууз эсвэл металл цаас наасан гадна бүрээстэй кабелийн хувьд: * металл экраны хамгийн их тогтмол гүйдлийн эсэргүүцэл.  1. Гадна бүрээсийн хэвийн зузаан болон нийлмэл материал (2-р хүснэгтэд тодорхойлсон) хэрэв байгаа бол хагас дамжуулагч давхаргын шинж чанар, материал. 2. Дамжуулагчийн хэвийн диаметр (*d*). 3. Кабелийн хэвийн нийт диаметр (*D*). 4. Тусгаарлагчийн хэвийн дотор диаметр (*dii*) болон тооцоолсон хэвийн гадна диаметр (*Dio*). 5. Дамжуулагч болон металл экран/бүрээсийн хооронд 1 км урттай тохируулан хийсэн хэвийн багтаамж. 6. Дамжуулагчийн экран (*Ei*) болон тусгаарлагчийн экран (*Eo*)-ы тооцоолсон хэвийн цахилгаан орны хүчлэг:   үүнд:  *D*io = dii+ 2tn;  *D*io тусгаарлагчийн тооцоолсон хэвийн гадна диаметр, мм;  *d*ii тусгаарлагчийн зарласан хэвийн дотоод диаметр, мм;  *t*n зарласан тусгаарлагчийн зузаан, мм.  *U*0-ийн кВ-оор илэрхийлсэн стандарт утгыг 4-р хүснэгтэд үзүүлэв.  Дамжуулагчийн экраны хэвийн цахилгаан орны хүчлэг 8.0 кВ/мм-ээс их болон/эсвэл тусгаарлах экраны хэвийн цахилгаан орны хүчлэг 4.0 кВ/мм-ээс их байвал 13-р зүйлд заасны дагуу урьдчилан шалгах туршилтыг хийх шаардлагатай.  Хэрэв боломжтой бол аливаа интеграл оптик элемент(үүд)-ийн загвар.  Урьдчилан шалгах туршилт шаардлагатай эсэх эсвэл кабелийн системийг хамарч хийсэн холбогдох урьдчилан шалгах туршилтын хувьд туршилтын дэлгэрэнгүй тайлан байгаа эсэх.  **7 Туслах хэрэгслийн үзүүлэлт**  **7.1 Хийн дүүргэлттэй кабелийн төгсгөвч**  52 кВ-оос дээш хэвийн хүчдэлд ашиглах хийн дүүргэлттэй кабелийн төгсгөвч IEC 62271-209 стандартад нийцсэн хийтэй байна.  **7.2 Гадна кабелийн төгсгөвчийн нийлмэл тусгаарлагч**  Гадна кабелийн төгсгөвчийн нийлмэл тусгаарлагч нь 10-р хүснэгтийн, I эсвэл II-р түвшинд нийцсэн MML-тэй байна. I-р түвшин нь хэвийн ачаалалд хамаардаг бөгөөд худалдан авагч II-р түвшний хүнд ачааллыг заагаагүй тохиолдолд ихэвчлэн ашигладаг. Эсвэл худалдан авагч болон үйлдвэрлэгч MML-ийн өөр утгыг тохиролцож болно.  **7.3 Туслах хэрэгслийн үзүүлэлтийг зарлах/илэрхийлэх**  Энэ баримт бичигт заасан кабелийн систем эсвэл туслах хэрэгслийн туршилтыг хийж, туршилтын үр дүнг бүртгэхийн тулд туслах хэрэгслийг тодорхойлно.  Үйлдвэрлэгч дараах үзүүлэлтийг зарлана. Үүнд:   1. туслах хэрэгслийг туршихад ашигласан кабелийг 6-р зүйлд заасны дагуу зөв тодорхойлсон байх ёстой; 2. H хавсралтын дагуу туршсан холбогдох бүх шинж чанарыг харуулсан зургийг H.1 бүлгээс үз; 3. дамжуулагч болон металл экраны хувьд туслах хэрэгсэлд ашигласан гүйдэл дамжуулах холболтыг дараахыг харгалзан зохих ёсоор тодорхойлсон байх ёстой. Үүнд:  * угсрах арга техник, * холбогч(ууд)-ийн төрөл, жишиг дугаар, бусад таних тэмдэг * холбогч(ууд)-ийн төрлийн туршилтын зөвшөөрлийн дэлгэрэнгүй мэдээлэл (хэрэв байгаа бол) ;  1. туршилт хийх туслах хэрэгслийг дараахыг харгалзан зөв тодорхойлох ёстой. Үүнд:  * төрөл, нэршил, үйлдвэрлэсэн огноо эсвэл огнооны код, * хэвийн хүчдэл (дээрх [6](#_bookmark15) b) зүйлийг харна уу), * үндсэн тусгаарлагчийг бүрдүүлдэг резинэн цутгамалын материалын төрөл (жишээлбэл, силикон резин эсвэл EPDM), * диэлектрик шингэн дүүргэгчийн материалын төрөл (хэрэв байгаа бол), * гаднах хамгаалалтын төрөл, * хийцэд бүрээсийн хэсэгчилсэн тусгаарлалт байгаа эсэх, * суурилуулах заавар (эшлэл, огноо);  1. хийн дүүргэлттэй төгсгөвчид тавигдах нэмэлт шаардлага:  * угсралтын ажлын нийцтэй байдал, үзүүлэлтийг ажлын талбайд хүргэхээс өмнө баталгаажуулахын тулд төгсгөвчийн тусгаарлагч нь хуваарилах байгууламж үйлдвэрлэгчдэд нийлүүлэхэд тохиромжтой эсэх: * хэрэв тохиромжтой бол хуваарилах байгууламжид тогтмол хийх туршилтыг кабельгүйгээр гүйцэтгэхэд шаардагдах арга хэмжээ;   f) гадна нийлмэл төгсгөвчийн тусгаарлагчид тавигдах нэмэлт шаардлага:   * нийлмэл тусгаарлагчийн MML утгыг 7.2-оос үз. * ашиглалтын явцад даралтад орох тусгаарлагчийн хувьд хамгийн их үйлчлэх даралт (MSP).   **8 Туршилтын нөхцөл**  **8.1 Орчны температур**  Тодорхой туршилтын дэлгэрэнгүй мэдээлэлд өөрөөр заагаагүй бол туршилтыг (20 ± 15) ° C орчны температурт явуулна.  **8.2 Өндөр хүчдэлийн туршилт**  Энэхүү баримт бичигт өөрөөр заагаагүй бол өндөр хүчдэлийн туршилтыг IEC 60060-1 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ. Энэ баримт бичгийн бүх өндөр хүчдэлийн туршилт нь цахилгаан бат бэхийн туршилт юм.  Энэхүү баримт бичигт заасан туршилтын хүчдэлийн утгад "хуурай нөхцөлд хийх туршилтын аатмосфер тооцсон залруулга" (IEC 60060-1:2010, 4.3) хэрэглэх ёсгүй.  **8.3 Аянгын импульсэр турших хүчдэлийн долгионы хэлбэр**  IEC 60230 стандартад аянгын импульсийн стандарт хүчдэлийн өсөх хугацаа 1 мкс-ээс 5 мкс хооронд байвал зохистой гэж үзнэ. Хагас утгад хүрэх хугацаа нь IEC 60060-1-д заасны дагуу 50 μs ± 10 μs байна.  **8.4 Туршилтын хүчдэл, хэвийн хүчдэлийн хамаарал**  Туршилтын хүчдэлийг энэ баримт бичигт *U0* хэвийн хүчдэлийн үржвэр гэж тодорхойлсон бол туршилтын хүчдэл тодорхойлох *U0* утгыг Хүснэгт 4-т заасны дагуу авна.  Хүснэгтэд заагаагүй хэвийн хүчдэлийн кабель ба төхөөрөмжийн хувьд туршилтын хүчдэлийг тодорхойлох *U0 -ийн утга нь* кабель ба туслах хэрэгслийн *Um* утга нь хүснэгтийн харгалзах утгаас хэтрэхгүй байх тохиолдолд хамгийн ойрын хэвийн хүчдэлтэй адил байж болно. Эсвэл ялангуяа хэвийн хүчдэл нь хүснэгтийн утгын аль нэгтэй ойролцоо биш бол туршилтын хүчдэлийг үндэслэсэн U0-ийн утга нь хэвийн утга байна, өөрөөр хэлбэл U-ийг √3-т хуваана. Холбогдох туршилтын хүчдэлийг 4-р хүснэгтэд өгөгдсөн үржүүлэгч эсвэл үржүүлэгч өгөгдөөгүй тохиолдолд интерполяцийг ашиглан тооцоолно.  Энэхүү баримт бичигт заасан туршилтын хүчдэл нь IEC 60183 стандартад тодорхойлсон кабель болон туслах хэрэгслийг А эсвэл В ангиллын системд ашиглана гэсэн таамаглал дээр үндэслэсэн болно.  **8.5 Кабелийн дамжуулагчийн температурыг тодорхойлох**  Дамжуулагчийн бодит температурыг тодорхойлохын тулд Хавсралт А-д тодорхойлсон туршилтын аргуудын аль нэгийг ашиглахыг зөвлөдөг.  **9 Кабель болон туслах хэрэгсэлд тогтмол хийх туршилт**  **9.1 Ерөнхий зүйл**  Үйлдвэрлэсэн кабелийн урт тус бүрээр дараах туршилтуудыг хийнэ. Үүнд:   1. хэсэгчилсэн цэнэггүйжүүлэх туршилт ([9.2](#_bookmark28)-ийг үз); 2. хүчдэлийн туршилт ([9.3](#_bookmark29)-ийг үз); 3. шаардлагатай бол кабелийн гадна бүрээст хийх цахилгааны туршилт ([9.4](#_bookmark30)-ийг үз).   Эдгээр туршилтыг үйлдвэрлэгчийн санал болгосон дарааллаар хийнэ.  Урьдчилан бэлдсэн туслах хэрэгсэл бүрийн үндсэн тусгаарлагчийг доорх 1), 2) 3)-ын дагуу хэсэгчилсэн цахилалт (9.2-ыг үз) болон тогтмол хийх хүчдэлийн туршилт (9.3-ыг үз)-д оруулна:   1. кабельд суурилуулсан туслах хэрэгсэл; 2. туслах хэрэгслийн бүрэлдэхүүн хэсэг нь туршилтанд орлуулсан гол туслах хэрэгслийг ашиглана; 3. Тусгаарлагчийн үндсэн бүрэлдэхүүн хэсгийн цахилгаан хүчлэгийн орчныг дахин бий болгох загварчилсан туслах хэрэгсэл ашиглана .   2) ба 3) тохиолдолд туршилтын хүчдэлийг 9.2 ба 9.3-т заасан туршилтын хүчдэлд өртөх үед иж бүрэн туслах хэрэгслийн бүрэлдэхүүн хэсгийн цахилгаан орны хүчлэгээс багагүй байхаар сонгох ёстой.  Хийн дүүргэлттэй төгсгөвчийн тусгаарлагчийг IEC62271-209-д заасны дагуу тогтмол хийх туршилтанд хамруулах ёстой.  Ашиглалтын явцад дотоод хийн даралтад өртөх нийлмэл гадна талын тусгаарлагчийг ердийн атмосферийн даралт болон орчны хэвийн температурт багадаа 1 минутын турш 2.0 × MSP-тай тэнцэх ердийн гидравлик буюу хийн (жишээ нь, агаар, SF6, гели) даралтад туршина. Алдаа гаргаж болохгүй.  Тогтмол хийх туршилт нь дулаан болон хүйтэнд агших туслах хэрэгсэл эсвэл байгууламжид наасан ба/эсвэл цутгасан туслах хэрэгсэлд хамаарахгүй.  ТАЙЛБАР Урьдчилан бэлдсэн туслах хэрэгслийн үндсэн тусгаарлагч нь кабелийн тусгаарлагчтай шууд холбогдох эсвэл нэмэлт хэрэгсэл дэх цахилгаан орны хүчлэгийн хуваарилалтыг хянахад шаардлагатай бүрэлдэхүүн хэсгүүдээс бүрдэнэ.  Жишээ нь, шаардлагатай тусгаарлал эсвэл экраны туслах хэрэгслээр хангахын тулд дангаар нь эсвэл хослуулан хэрэглэж болох урьдчилан дүүргэсэн эсвэл урьдчилан үйлдвэрлэсэн эластомер, дүүргэсэн эпокси тусгаарлагч бүрдэл хэсгүүд орно.  **9.2 Хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт**  Хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэхтуршилтыг кабелийн IEC 60885-3 стандартын дагуу хийх ба IEC 60885-3-т тодорхойлсон мэдрэг чадвар нь 10 pC ба түүнээс дээш байх ёстой. Туслах хэрэгслийн туршилт нь адил зарчмаар явагддаг боловч мэдрэг чадвар нь 5 pC ба түүнээс дээш байх ёстой.  Туршилтын хүчдэлийг 10 секундын турш 1.75 U0 хүртэл аажмаар өсгөж, дараа нь 1.5 U0 хүртэл аажмаар бууруулна (4-р хүснэгтийн 5-р баганыг үз).  Туршилтын объект 1.5 U0-д заасан мэдрэг чадвараас хэтэрсэн цахилалт гаргах ёсгүй.  **9.3 Хүчдэлийн туршилт**  Хүчдэлийн туршилтыг орчны температурт сүлжээний давтамжтай хувьсах гүйдлийн туршилтын хүчдэл ашиглан гүйцэтгэнэ.  Туршилтын хүчдэлийг 2.5 U0 (4-р хүснэгтийн 4-р баганыг үз) хүртэл аажмаар нэмэгдүүлж, дараа нь дамжуулагч болон металл экран/бүрээс хооронд 30 минут байлгана.  Тусгаарлагчийн эвдрэл гарах ёсгүй.  **9.4 Кабелийн гадна бүрээсийн цахилгаан туршилт**  Тусгай гэрээгээр туршилт хийх шаардлагатай бол кабелийн гадна бүрээсийг IEC 60229:2007 стандартын 3-р зүйлд заасан цахилгааны туршилтад хамруулна.  **10 Кабелийн загварын туршилт**  **10.1 Ерөнхий зүйл**  Загварын туршилтад дараах туршилтуудыг хийх ба b) ба g) зүйлд заасан туршилтын хувьд багцыг илэрхийлэхийн тулд кабелийг дамар дахь уртаар нь ашиглаж болно.   1. дамжуулагчийн шалгалт ([10.4](#_bookmark35)-ийг үз); 2. дамжуулагч болон металл экраны цахилгаан эсэргүүцэл хэмжих ([10.5](#_bookmark36)-ийг үз); 3. тусгаарлагч болон гадна бүрээсийн зузаан хэмжих ([10.6](#_bookmark37)-г үз); 4. металл бүрээсийн зузаан хэмжих ([10.7](#_bookmark41)-г үз); 5. диаметр хэмжих (шаардлагатай бол) ([10.8](#_bookmark46)-ийг үз); 6. XLPE, EPR, HEPR тусгаарлагчийн дулааны хэв гажилтын туршилт ([10.9](#_bookmark47)-ийг үз); 7. Багтаамж хэмжих ([10.10](#_bookmark50)-ийг үз); 8. HDPE тусгаарлагчийн няг хэмжих ([10.11](#_bookmark51)-ийг үз); 9. 6-р зүйлийн n-д заасны дагуу тооцоолсон үед дамжуулагчийн экран дээрх 8,0 кВ/мм-ээс их хэмжээний хэвийн цахилгаан хүчлэг бүхий кабелийн аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилт ([10.12](#_bookmark54)-ийг үз); 10. хэрэв байгаа бол ус нэвчүүлэхнэвчүүлэх туршилт ([10.13](#_bookmark55)-ийг үз); 11. Тууш наасан металл тууз эсвэл металл цаас бүхий кабелийн бүрэлдэхүүн хэсгийн туршилт ([10.14](#_bookmark56)-ийг үз).   **10.2 Туршилтын давтамж**  10.1 (а)-аас h) ба k)-д заасан загварын туршилтыг адил төрөл, хөндлөн огтлолтой кабелийн нэг багц (үйлдвэрийн цуврал) -д нэг урттай дээр хийх боловч аливаа гэрээн дэх уртыг хамгийн ойрын бүхэл тоо хүртэл бүхэлдсний 10%-иас хэтрэхгүй байлгах хэрэгтэй.  10.1-ийн i) ба j)-д заасан туршилтын давтамжийг чанарын хяналтын тохиролцсон журмын дагуу хийнэ. Ийм гэрээ байгуулаагүй тохиолдолд 20 км-ээс дээш кабелийн урттай гэрээнд нэг туршилт хийнэ.  **10.3 Туршилт давтан хийх**  Туршилт хийхээр сонгосон ямар ч хэрчим дээж 10.1-д заасан туршилтын аль нэгэнд амжилтгүй болсон тохиолдолд адил багцын өөр хоёр хэрчмээр ахин дээж авч, анхны дээж амжилтгүй болсонтой адил туршилтыг явуулна. Хэрэв нэмэлт дээж хоёулаа туршилтанд тэнцсэн бол тэдгээрийг авсан багцын бусад кабелийг энэ баримт бичгийн шаардлагыг хангасан гэж үзнэ. Хэрэв аль нэг нь амжилтгүй болбол энэ багц кабелийг нийцээгүй гэж үзнэ.  **10.4 Дамжуулагчийн шалгалт**  - дамжуулагчийн хийц эсвэл зарласан хийцийн тухай IEC 60228 стандартын шаардлагад нийцэж байгаа эсэхийг боломжтой бол үзлэг, хэмжилтээр шалгана.  **10.5 Дамжуулагч болон металл экраны цахилгаан эсэргүүцэл хэмжих**  Кабелийн хэрчим буюу түүний дээжийг туршилтын өмнө 12-оос доошгүй цагийн турш хангалттай тогтмол температурт байлгаж туршилтыг хийнэ. Хэрэв дамжуулагч эсвэл металл экран нь өрөөний температураас өөр температуртай гэж эргэлзэж байгаа бол кабелийг туршилтын өрөөнд 24 цагийн турш байрлуулсны дараа эсэргүүцлийг хэмжих шаардлагатай. Эсвэл температурын тохиргоотой шингэний ваннд багадаа 1 цаг байлгасан дамжуулагч эсвэл металл экраны дээжийн эсэргүүцлийг хэмжиж болно.  Дамжуулагч эсвэл металл экраны тогтмол гүйдлийн эсэргүүцлийг IEC 60228 стандартад өгөгдсөн томьёо, коэффициентын дагуу 20°C температурт, 1 км урттай кабельд залруулна. Зэс эсвэл хөнгөн цагаанаас бусад экраны хувьд температурын коэффициент болон засварын томьёог IEC 60287-1-1:2006 стандартын 1 ба 2.1.1-ээс тус тус авна. 20° C-д дамжуулагчийн залруулсан тогтмол гүйдлийн эсэргүүцэл нь IEC 60228-д заасан харгалзах хамгийн их утгаас хэтрэхгүй байх ёстой, эсвэл дамжуулагчийн хамгийн их тогтмол гүйдлийн эсэргүүцлийн утгыг 6-р бүлгийн d)-д заасан бол дамжуулагчийн залруулсан тогтмол гүйдлийн эсэргүүцэл нь 200С-т зарласан утгаас хэтрэхгүй байх ёстой.  Металл экраны 200С-ийн засварласан тогтмол гүйдлийн эсэргүүцэл нь зарласан хэмжээнээс хэтрэхгүй байх ёстой.  **10.6 Кабелийн тусгаарлагч болон гадна бүрээсийн зузаан хэмжих**  **10.6.1 Ерөнхий зүйл**  Тусгаарлагчийн туршилтын арга нь IEC 60811-201 стандартын дагуу байх ёстой. Гадна бүрээсийн хувьд IEC 60811-202:2012 болон IEC 60811-202:2012/AMD1:2017 стандартад заасны дагуу туршилтын аргыг хэрэглэх боловч тэгш бус гадаргуутай бүрээсийн хувьд 2.5 мм-ээс 3 хүртэлх радиустай бөмбөлөг толгойтой микрометр хэрэглэнэ. Микрометрийн нарийвчлал нь ±0,01 мм байна.  Туршилт хийхээр сонгосон кабелийн урт нь шаардлагатай бол эвдэрч болзошгүй хэсгийг салгасны дараа нэг төгсгөлөөс авсан уртаар илэрхийлэгдэнэ.  10.6-д дараах тэмдэглэгээг ашиглана:  tmax хэмжсэн хамгийн их зузаан, мм;  tmin хэмжсэн хамгийн их зузаан, мм;  tn хэвийн зузаан, мм.  **10.6.2 Тусгаарлагчид тавих шаардлага**  Хэмжсэн хамгийн бага зузаан нь хэвийн зузааны 90%-аас багагүй байна:  Tх.б ≥ 0,90 tn  нэмэлт: tх.и – tх.б / tх.и ≤ 0,15  tх.и болон tх.б –ийг тусгаарлагчийн адил хөндлөн огтлол дээр хэмжинэ.  Дамжуулагч болон тусгаарлагч дээрх хагас дамжуулагч экраны зузааныг тусгаарлагчийн зузаанд тооцохгүй.  **10.6.3 Кабелийн гадна бүрээст тавих шаардлага**  Хэмжсэн хамгийн бага зузаан нь хэвийн зузааны 85% - 0.1 мм -аас багагүй байна.  tх.б ≥ 0,85 tн − 0,1  Мөн толигор гадаргуу дээр хэрэглэсэн гадна бүрээсийн хувьд 0.1 мм-ийн нарийвчлалтайгаар тойргийг хэмжинэ. Хэмжилтийн дундаж нь хэвийн зузаанаас багагүй байна.  Сүүлчийн шаардлага нь утас ба/эсвэл тууз эсвэл долгиотой металл бүрээс зэрэг жигд бус гадаргуу дээр наасан гадна бүрээсд хамаарахгүй.  **10.7 Металл бүрээсийн зузаан хэмжих**  **10.7.1 Ерөнхий зүйл**  Кабель нь хар тугалга, хар тугалганы хайлш, зэс эсвэл хөнгөн цагааны металл бүрээстэй байвал дараах туршилтуудыг хийнэ. Зөвхөн радиаль ус нэвтрэхээс сэргийлэх чанарын зориулалтаар ашигладаг тугалган цаасыг эдгээр туршилтанд оруулаагүй болно.  10.7-д дараах тэмдэглэгээг ашиглана:  tmin хэмжсэн хамгийн их зузаан, мм;  tn хэвийн зузаан, мм.  **10.7.2 Хар тугалга эсвэл хар тугалга хайлшин бүрээс**  **10.7.2.1 Ерөнхий зүйл**  Бүрээсний хамгийн бага хэмжсэн зузаан нь хэвийн зузааны 95% - 0.1 мм ээс багагүй байна:  tх.б ≥ 0,95 tн − 0,1  Бүрээсний зузааныг үйлдвэрлэгчийн саналаар дараах аргуудын аль нэгээр хэмжинэ.  **10.7.2.2 Туузан арга**  Хэмжилтийг 4 мм-ээс 8 мм-ийн хавтгай гадаргуутай микрометрээр хийнэ. Микрометрийн нарийвчлал нь ±0,01 мм байна.  Хэмжилтийг иж бүрэн кабелиас салгасан 50 мм орчим урттай туршилтын бүрээс дээр хийнэ. Туршилтын хэсгүүдийг уртын дагуу зүсэж, болгоомжтой тэгшлэх хэрэгтэй. Туршилтын хэсгийг цэвэрлэсний дараа хамгийн бага зузааныг хэмжихийн тулд бүрээсийн тойргийн дагуу хангалттай тооны хэмжилтийг хавтгайрсан хэсгийн ирмэгээс 10 мм-ээс багагүй зайд хийнэ.  **10.7.2.3 Цагаригийн арга**  Хэмжилтийг нэг хавтгай толгойтой, нэг бөмбөлөг толгойтой, эсвэл нэг хавтгай толгойтой, 0,8 мм өргөн, 2,4 мм урттай тэгш өнцөгт толгойтой микрометрээр хийнэ. Бөмбөлөг толгой эсвэл хавтгай тэгш өнцөгт толгой нь цагирагны дотор талд хэрэглэнэ. Микрометрийн нарийвчлал нь ±0,01 мм байна.  Хэмжилтийг дээжээс тасалж авсан цагираган бүрээс дээр хийнэ. Хамгийн бага зузааныг хэмжихийн тулд цагирагны эргэн тойронд хангалттай тооны цэгүүдэд зузааныг тодорхойлох шаардлагатай.  **10.7.3 Зэс эсвэл хөнгөн цагаан бүрээс**  долгиотой бус зэс эсвэл хөнгөн цагаан бүрээсийн хэмжсэн хамгийн бага зузаан нь хэвийн зузааны 90%-0,1 мм-ээс багагүй байх ёстой.  tmin ≥ 0,9 tn − 0,1  Долгиотой зэс, хөнгөн цагаан бүрээсийн хувьд хэвийн зузааны 85%-0.1 мм -ээс багагүй:  tmin ≥ 0,85 tn − 0,1  Хэмжилтийг 3 мм орчим радиустай бөмбөлөг толгойтой микрометрээр хийнэ. Нарийвчлал нь ±0,01 мм байна.  Хэмжилтийг 50 мм орчим өргөнтэй цагираган бүрээс дээр хийж, кабелийг бүхэлд нь болгоомжтой салгаж авна. Хамгийн бага зузааныг хэмжихийн тулд цагирагны эргэн тойронд хангалттай тооны цэгүүдэд зузааныг тодорхойлох шаардлагатай.  **10.7.4 CD хийцтэй металл тууз**  Металл туузны хэмжсэн хамгийн бага зузаан нь хэвийн зузааны 90% -иас багагүй байна:  tmin ≥ 0,9 tn  Хэмжилтийг 3 мм орчим радиустай бөмбөлөг толгойтой микрометрээр хийнэ. Нарийвчлал нь ±0,01 мм байна.  Хэмжилтийг туузан цагираг болон 50 мм орчим өргөнтэй бүрээс дээр хийж, кабелийг бүхэлд нь болгоомжтой салгаж авна. Хамгийн бага зузааныг хэмжихийн тулд цагирагны эргэн тойронд хангалттай тооны цэгүүдэд зузааныг тодорхойлох шаардлагатай.  **10.8 Диаметрийн хэмжилт**  Хэрэв худалдан авагч гол диаметр ба/эсвэл кабелийн ерөнхий диаметрийг хэмжих шаардлагатай бол хэмжилтийг IEC 60811-203 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ.  **10.9 EPR, HEPR, XLPE тусгаарлагчийн дулааны хэв гажилтын туршилт**  **10.9.1 Аргачлал**  Загварын, турших аргачлалыг IEC 60811-507 стандартын дагуу Хүснэгт 8-д өгсөн туршилтын нөхцлийг ашиглан гүйцэтгэнэ.  Туршилтын хэсгүүдийг тусгаарлах материалын хөндлөн холбоосын зэрэгт ашигласан бэхлэх аргачлалын хамгийн бага гэж үзсэн хэсгээс авна.  **10.9.2 Шаардлага**  Туршилтын үр дүн нь 8-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байна.  **10.10 Багтаамжийн хэмжилт**  Орчны температурт дамжуулагч болон металл экран/бүрээс хоорондын багтаамжийг хэмжиж, орчны температурыг туршилтын өгөгдлийн хамт тэмдэглэнэ.  Хэмжсэн багтаамжийн утгыг 1 км-ийн уртад залруулж, зарласан хэвийн утга 8% -иас хэтрэхгүй байна.  **10.11 ӨНП тусгаарлагчийн нягтын хэмжилт**  **10.11.1 Аргачлал**  ӨНП (өндөр нягтралтай полиэтилен тусгаарлагч)-ийн нягтыг IEC 60811-606 стандартад өгөгдсөн загварын, туршилтын аргачлалын дагуу хэмжинэ.  **10.11.2 Шаардлага**  Туршилтын үр дүн нь 8-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байна.  **10.12 Аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилт**  Энэ туршилтыг зөвхөн 8,0 кВ/мм-ээс их хэвийн цахилгаан дамжуулагчийн хүчдэлтэй кабельд хийх шаардлагатай.  туршилтыг 10 м-ээс багагүй урттай (туршилтын хэрэгслүүдээс бусад) иж бүрэн кабель дээр дамжуулагчийн хамгийн их температур нь хэвийн ажиллагааны үед 5 К-аас 10 К-ээс дээш дамжуулагчийн температурт хийх ёстой.  Кабелийн дамжуулагч шаардлагатай температурт хүрэх хүртэл угсарсан тоноглолыг зөвхөн дамжуулагчийн гүйдлээр халаана.  Хэрэв бодит шалтгааны улмаас туршилтын температурт хүрэхгүй бол нэмэлт дулаан тусгаарлагч хийж болно. Дамжуулагчийн температурыг тогтоосон температурын хязгаарт багадаа 2 цагийн турш барих хэрэгтэй.  Дамжуулагчийн температур дээр заасан хязгаарт байх үед аянгын импульсийн хүчдэлийг IEC 60230-д заасан аргачлалын дагуу хэрэглэнэ. 4-р хүснэгтийн 8-р баганад өгөгдсөн 10 эерэг ба 10 сөрөг хүчдэлийн импульсийн зохих утгыг кабель нь ямар ч эвдрэлгүйгээр тэсвэрлэх ёстой.  Тусгаарлагчийн эвдрэл гарах ёсгүй.  **10.13 Ус нэвчүүлэхчүүлэх туршилт**  Кабельд уртын дагуу уснаас хамгаалах арга хэмжээ ашигладаг бол иж бүрэн кабелаас дээж авч, туршилт хийж, 12.5.15-д заасан нөхцөлийг хангах ёстой.  **10.14 Тууш наасан металл тууз эсвэл металл цаас бүхий кабелийн бүрэлдэхүүн хэсгийн нэмэлт туршилт**  Тууш наасан металл тууз эсвэл бүрээстэй тугалган цаас бүхий кабелийн хувьд бүх кабелиас 1 м-ийн дээж авч, 12.5.16-д заасан туршилт, шаардлагуудыг хангах ёстой.  **11 Туслах хэрэгсэлд хийгдэх загварын туршилт**  **11.1 Туслах хэрэгслийн бүрэлдэхүүн хэсэгт хийгдэх загварын туршилт**  Бүрэлдэхүүн хэсэг бүрийн үзүүлэлтийг туслах хэрэгслийн үйлдвэрлэгчийн техникийн үзүүлэлтийн дагуу тухайн эд анги нийлүүлэгчийн туршилтын тайлан эсвэл дотоод туршилтаар баталгаажуулна.  Тухайн туслах хэрэгслийн үйлдвэрлэгч нь туршилт бүрийн давтамжийг харуулсан бүрэлдэхүүн хэсэг тус бүр дээр хийх туршилтын жагсаалтыг гаргаж өгнө. Бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг зурагтай нь харьцуулан шалгана. Зарлагдсан хүлцэлээс гадуур ямар нэгэн хазайлт байх ёсгүй.  ТАЙЛБАР Нийлүүлэгч бүрийн бүрэлдэхүүн хэсэг өөр өөр байдаг тул энэ баримт бичигт бүрэлдэхүүн хэсгийн нийтлэг дээжийн туршилтыг тодорхойлох боломжгүй юм.  **11.2 Бүрэн туслах хэрэгслийн түршилт**  Үндсэн тусгаарлагчийг нь тогтмол турших боломжгүй (9.1-ийг үз) туслах хэрэгслийн хувьд бүрэн угсарсан туслах хэрэгсэлд үйлдвэрлэгч дараах цахилгааны туршилтыг гүйцэтгэнэ. Үүнд:   * хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт ([9.2](#_bookmark28)-ийг үз); * хүчдэлийн туршилт ([9.3](#_bookmark29)-ийг үз).   Эдгээр туршилт хийх дарааллыг үйлдвэрлэгчийн саналаар хийнэ.  ТАЙЛБАР Тогтмол турших боломжгүй үндсэн тусгаарлагчийн жишээ бол дулаан агшилтын тусгаарлагч ба ажлын байранд наасан ба/эсвэл цутгасан тусгаарлагч юм.  Эдгээр туршилтыг гэрээнд заасан төрлийн тоо 50-аас хэтэрсэн тохиолдолд нэг гэрээгээр нэг төрлийн нэг нэмэлт хэрэгсэлд хийнэ.  Хэрэв дээж нь дээрх хоёр туршилтын аль нэгэнд тэнцээгүй бол гэрээнээс адил төрлийн нэмэлт хоёр дээж авч, адил туршилтанд оруулна. Хэрэв нэмэлт дээж хоёулаа туршилтанд тэнцсэн бол гэрээнд заасан адил төрлийн бусад туслах хэрэгслийг энэ баримт бичгийн шаардлагыг хангасан гэж үзнэ. Хэрэв аль нэг нь тэнцээгүй бол гэрээний энэ төрлийн туслах хэрэгслийг шаардлага хангаагүй гэж үзнэ.  **12 Кабелийн системд хийх төрлийн туршилт**  **12.1 Ерөнхий зүйл**  12-р зүйлд заасан туршилт нь кабелийн системийн хангалттай ажиллагааг харуулах зорилготой.  Амжилттай дууссаны дараа ажиллагааны шинж чанарт сөргөөр нөлөөлж болзошгүй материал, үйлдвэрлэлийн процесс, хийц эсвэл хийцийн цахилгаан орны хүчлэгийн түвшинд өөрчлөлт оруулахаас бусад тохиолдолд төрлийн туршилтыг давтан хийх шаардлагагүй.  Кабелийн системийн төрлийг турших үед авч үзэх заалтуудыг Хавсралт С, Хүснэгт С.1-д өгсөн болно.  52 кВ-оос дээш системийн хүчдэлд ашиглах хийн дүүргэлттэй кабелийн төгсгөвчийн төрлийн туршилтыг энэ баримт бичигт заасан туршилтаас гадна IEC 62271-209 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ.  IEC 62271-209 стандартын дагуу цахилгааны төрлийн нэмэлт туршилтыг хийн дүүргэлттэй тусгаарлагчийн төгсгөвчийг хуваарилах төхөөрөмж үйлдвэрлэгчид нийлүүлэх тохиолдолд уг төгсгөвч нь хуваарилах төхөөрөмж болон байгууламж дээр хийх туршилтыг хангаж чадна гэдгийг харуулах шаардлагатай.  ТАЙЛБАР 1 Энэ баримт бичигт заасан кабелийн системийн төрлийг шалгахад ашигласан адил кабель ба тусгаарлагчийг ашиглан эдгээр нэмэлт туршилтыг хийх нь тохиромжтой байж болох юм.  ТАЙЛБАР 2 Энэ баримт бичигт хэт их хур тунадас, бохирдлын дор дуусгавар болох туршилтыг заагаагүй болно.  **12.2 Төрлийн туршилтыг батлах хүрээ**  Тодорхой хөндлөн огтлол, адил хэвийн хүчдэл, хийцтэй нэг буюу хэд хэдэн кабелийн систем(үүд) дээр төрлийн туршилтыг амжилттай хийсэн тохиолдолд дараах бүх нөхцөлийн дагуу төрлийн туршилтын зөвшөөрөл олгоно. Энэ баримт бичгийн хүрээнд a) -аас f) хүртэлх нөхцөлд нийцэж байвал бусад хөндлөн огтлол, хэвийн хүчдэл, хийц бүхий кабелийн системд хүчинтэй гэж үзнэ.  Энэхүү баримт бичгийн өмнөх хэвлэлийн дагуу амжилттай гүйцэтгэсэн туршилт хүчинтэй болно.  a) Хүчдэлийн бүлэг нь туршигдсан кабелийн систем(үүд)-ийнхээс ихгүй байна. Адил хүчдэлийн бүлэгтэй кабелийн системүүд нь Um ерөнхий утга, тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр хүчдэл ба туршилтын хүчдэл, адиладил хэвийн хүчдэлийн түвшинтэй байна (4-р хүснэгтийн, 1 ба 2-р багануудыг үз).  b) Дамжуулагчийн хөндлөн огтлол нь туршсан кабелийн хэмжээнээс ихгүй байна.  c) Кабель болон туслах хэрэгсэл нь туршсан кабелийн систем(үүд)-ийн бүтэцтэй адил буюу адил төстэй бүтэцтэй байна.Адил төрлийн кабель ба туслах хэрэгсэл нь тусгаарлагч болон хагас дамжуулагч экраны адил төрлийн болон үйлдвэрлэлийн процесст хамаарна.  Туршилтын үр дүнд мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлэхээс бусад тохиолдолд дамжуулагч, холбогчийн төрөл, материал, хамгаалалтын давхаргын хамгаалалттай судал, туслах хэрэгслийн үндсэн тусгаарлах хэсгийн ялгаатай байдлаас шалтгаалан цахилгааны төрлийн туршилтыг давтах шаардлагагүй. Зарим тохиолдолд нэг буюу хэд хэдэн төрлийн туршилтыг давтах нь тохиромжтой байж болно (жишээлбэл, гулзайлтын туршилт, халаах мөчлөгийн туршилт ба/эсвэл нийцтэй байдлын туршилт).  d) Хэвийн хэмжээсийг ашиглан тооцоолсон кабелийн дамжуулагчийн экран дээрх тооцоолсон хэвийн цахилгаан орны хүчлэг ба импульсийн хүчдэл нь туршсан кабелийн систем(үүд)-ийн тооцоолсон хүчдэлээс 10%-иас ихгүй байна.  e) Хэвийн хэмжээсийг ашиглан тооцоолсон кабелийн тусгаарлагчийн экран дээрх тооцоолсон хэвийн цахилгаан орны хүчлэг ба импульсийн хүчдэл нь туршсан кабелийн систем(үүд)-ийн тооцоолсон хүчдэлээс хэтрэхгүй байна.  f) Туслах хэрэгслийн үндсэн тусгаарлах хэсэг болох кабель ба туслах хэрэгслүүдийн хэвийн хэмжээсийг ашиглан тооцоолсон хэвийн цахилгаан орны хүчлэг, импульсийн хүчдэл нь туршсан кабелийн систем(үүд)-ийн тооцоолсон хүчдэлээс хэтрэхгүй байна.  g) Залгуурын төрлийн оруулгын хувьд зөвхөн оруулга болон салгаж болох холбогч, кабелийг хийцийн туршилтанд ашигласан тохиолдолд бүрэн нийцнэ .  Салгаж болох холбогч дотор суурилуулсан оруулга нь тусгаарлагдсан төгсгөлийн шаардлагад ашигласнаас өөр байвал салгаж болох холбогчийн үзүүлэлт, нийцтэй байдлыг шалгах ёстой гэдгийг хэрэглэгчид мэдэж байх ёстой.  Салгаж болох холбогч ба оруулгын бусад хослолын нийцлийг өргөтгөхийн хувьд тулд оруулгыг орлуулах боломжтойг шалгахын тулд нэг буюу хэд хэдэн цахилгааны туршилтыг давтах нь зүйтэй (жишээ нь хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт).  Кабелийн эд ангиудын төрлийн туршилтыг (12.5-ыг үз) зөвхөн өөр өөр материал ба/эсвэл өөр өөр үйлдвэрлэлийн процесс ашигласан тохиолдолд өөр өөр хүчдэлийн зэрэглэл ба/эсвэл дамжуулагчийн хөндлөн огтлолын кабелийн дээж дээр л хийх шаардлагатай. Гэсэн хэдий ч, хамгаалагдсан голд хэрэглэсэн материалын хослол нь ямар төрлийн туршилт хийсэн кабелийнхаас ялгаатай бол материалын нийцтэй байдлыг шалгахын тулд бэлэн кабелийн хэсэгт хуучралтын туршилтыг захиалагчтай харилцан тохиролцож давтан хийх (12.5.5-ыг үз) ёстой.  Эрх бүхий байгууллагын төлөөлөгчийн гарын үсэг бүхий загварын туршилтын гэрчилгээ, туршилтын үр дүнг гаргасан үйлдвэрлэгчийн дүгнэлт, зохих мэргэшсэн ажилтан гарын үсэг зурсан акт, эсвэл бие даасан туршилтын лабораториос олгосон загварын туршилтын гэрчилгээ нь тухайн төрлийн туршилтыг хүлээн зөвшөөрнө.  **12.3 Төрлийн туршилтын хураангуй**  Төрлийн туршилт нь 12.4-т заасны дагуу иж бүрэн кабелийн системийн цахилгааны туршилт, 12.5-д заасан кабелийн эд анги, иж бүрэн кабелийн цахилгааны бус зохих туршилтаас бүрдэнэ.  Кабелийн эд анги, иж бүрэн кабелийн цахилгааны бус туршилтыг 5-р хүснэгт ба 9-р хүснэгтэд тусгаж, тусгаарлагч болон бүрээсийн материал бүрт ямар туршилт хийхийг зааж өгсөн болно. Галын нөхцөлд туршилтыг зөвхөн үйлдвэрлэгч кабелийн дизайны онцлог шинж чанар болгон эдгээр туршилтыг дагаж мөрдөхийг хүсч байгаа тохиолдолд л хийх шаардлагатай.  12.4.2-т заасан туршилтыг туслах хэрэгслийн тооноос хамааран иж бүрэн кабелийн нэг буюу хэд хэдэн дээж дээр, туслах хэрэгслийг оруулаагүй 10 м-ээс багагүй урттай хийнэ.  Туслах хэрэгслийн хоорондох сул кабелийн хамгийн бага урт нь 5 м байна  Кабель дээрх гулзайлтын туршилтын дараа туслах хэрэгслийг суурилуулна. Туслах хэрэгслийн төрөл тус бүрээс нэг дээжийг туршина. Кабель болон туслах хэрэгслийг үйлдвэрлэгчийн зааварт заасан журмын дагуу нийлүүлсэн материалын зэрэг, тоо хэмжээ, хэрэв байгаа бол тосолгооны материалтай хамт угсарна.  Туслах хэрэгслийн гаднах гадаргуу нь хуурай, цэвэр байх ёстой, гэхдээ кабель болон туслах хэрэгслийн аль нь ч цахилгаан, дулааны болон механик үзүүлэлтийг өөрчилжлийн аль нь ч цахилгаан, дулааны болон механик үзүүлэлтийг бенөхцөл байдалд өртөх ёсгүй.  12.4.2-д заасан c)-ээс g) хүртэлх туршилтын үед тэдгээрийн гаднах хамгаалалттай холболтыг турших шаардлагатай.  12.4.9-д заасан хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцлийн хэмжилтийг тусдаа дээж дээр хийнэ.  **12.4 Кабелийн системд хийх цахилгааны төрлийн туршилт**  **12.4.1 Туршилтын хүчдэлийн утга**  Цахилгааны төрлийн туршилт хийхээс өмнө кабелийн тусгаарлагчийн зузааныг IEC 60811-201 стандартад заасан аргаар хэмжихдээ туршилтанд ашигласан уртаас авсан дээж дээр дундаж зузаан нь хэвийн утгаас хэтэрсэн эсэхийг шалгана.  Тусгаарлагчийн дундаж зузаан нь хэвийн хэмжээний 5%-иас ихгүй бол туршилтын хүчдэл нь кабелийн хэвийн хүчдэлийн 4-р хүснэгтэд заасан утгатай байх ёстой.  Тусгаарлагчийн дундаж зузаан нь хэвийн утгаас 5%-иас их, гэхдээ 15%-иас ихгүй байвал туршилтын хүчдэлийг дамжуулагчийн экран дээрх цахилгаан хүчлэг нь тусгаарлагчийн дундаж зузаантай үед хэрэглэх хүчдэлтэй тэнцүү байхаар тохируулна. х Туршилтын хү хүчдэл нь кабелийн тооцоот хүчдэлд өгөгдсөн хэвийн утга юм.  Цахилгааны төрлийн туршилтанд ашигласан кабелийн хэрчмийн тусгаарлагчийн дундаж зузаан нь хэвийн хэмжээнээс 15% -иас ихгүй байна.  **12.4.2 Туршилт болон туршилтын дараалал**  a)-аас h)-д заасан туршилтыг дараах дарааллаар гүйцэтгэнэ.:   1. кабелийн гулзайлтын туршилт, дараа нь боломжтой бол үзлэг (12.4.3-ыг үз), туслах хэрэгслийг суурилуулах, орчны температурт хэсэгчлэн цэнэггүй болгох туршилт (12.4.4-ийг үз); 2. тангес δ хэмжилт ([12.4.5](#_bookmark69)-ийг үз);   Энэ туршилтыг нэг үйлдвэрлэлийн багцаас авсан өөр кабелийн дээж дээр хийж болох бөгөөд туршилтын төгсгөвч нь туршилтын дарааллын үлдсэн хугацаанд ашигласнаас өөр байж болно.   1. Халаалтын циклийн хүчдэлийн туршилт ([12.4.6](#_bookmark70)-ийг үз); 2. Хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт ([12.4.4](#_bookmark68)-ийг үз);   - орчны температурт, болон  - өндөр температурт.  Туршилтыг дээрх c) зүйлийн сүүлийн циклийн дараа, эсхүл доорх e) зүйлийн дараа хийнэ;   1. аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилтын дараа хийх сүлжээний давтамжийн хүчдэлийн туршилт (12.4.7-ыг үз); 2. Дээрх d) зүйлд урьд нь хийгээгүй бол хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт; 3. Туслах хэрэгсэлд хийх нэмэлт туршилт (Хавсралт Н-ийг үз); 4. дээрх туршилтуудыг хийж дууссаны дараа кабелийн системийг кабель ба туслах хэрэгслийн хамт шалгах (12.4.8-ыг үз); 5. кабелийн хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцлийг (12.4.9-ийг үзэх) өөр өөр дээж дээр хэмжинэ.   Туршилтын хүчдэл нь 4-р хүснэгтийн тохирох баганад өгсөн утгын дагуу байна.  **12.4.3 Гулзайлтын туршилт**  Кабелийн дээжийг орчны температурт туршилтын цилиндр (жишээлбэл, кабелийн дамрын зангилаа) тойруулан дор хаяж нэг бүтэн ороож, тэнхлэгийн эргэлтгүйгээр суллана. Дараа нь дээжийг 180° эргүүлж процессыг давтан хийнэ.  Энэ үйл ажиллагааны циклийг нийтдээ гурван удаа хийнэ. Энэ үйл ажиллагааны мөчлөгийг нийтдээ гурван удаа хийнэ:   1. Атираат бус зэс эсвэл Атираат бус хөнгөн цагаан бүрээстэй кабелийн хувьд:   - 36 (*d + D*) нэг судалтай кабелийн хувьд;  - 25 (*d + D*) гурван судалтай кабелийн хувьд;   1. хар тугалга, хар тугалга хайлш эсвэл атираат металл бүрээстэй кабелийн хувьд:   - 25 (*d + D*) нэг судалтай кабелийн хувьд;  - 20 (*d + D*) гурван судалтай кабелийн хувьд;   1. Тууш наасан металл тууз эсвэл тугалган цаас (давхарласан эсвэл гагнасан) бүрээстэй кабелийн хувьд:   - CD-д 20 (D + d),  - SD долон CD + утаснуудад 25 (D + d),  - Ssc-д 10 Ds.   1. бусад кабелийн хувьд:   - 20 (d + D) нэг судалтай кабелийн хувьд;- 15 (d + D) гурван судалтай кабелийн хувьд;  d - дамжуулагчийн хэвийн диаметр, мм (6-р зүйлийн j-ийг үз));  D - кабелийн хэвийн нийт диаметр, мм (6-р зүйлийн k-г үз));  *Ds* Ds нь металл экран/бүрээсийн давхаргын хэвийн диаметр, мм.  Туршилтын цилиндрийн диаметрийн хүлцэл нь хэвийн диаметрийн −0% + 5% байна. гулзайлтын бага диаметрийг үйлдвэрлэгчийн үзэмжээр ашиглаж болно.  Хавтасласан металл тууз эсвэл тугалган цаас бүхий кабелийн хувьд гулзайлтын гурван мөчлөгийн дараа хавсралт G, G.1 бүлгийн дагуу үзлэг хийнэ.  **12.4.4 Хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт**  Туршилтыг IEC 60885-3 стандартын дагуу хийх ба мэдрэг байдал нь 5 pC ба түүнээс дээш байх ёстой. Туршилтын хүчдэлийг 1,75 U0 хүртэл аажмаар өсгөж, 10 секундын турш барьж, дараа нь 1,5 U0 хүртэл аажмаар бууруулна (Хүснэгт 4, 5-р баганыг үз).  Өндөр температурын туршилтыг хэвийн ажиллагааны үед кабелийн дамжуулагчийн дээд температураас 5 К-аас 10 К-ээс дээш температурт угсралт дээр хийнэ. Дамжуулагчийн температурыг тогтоосон температурын хязгаарт дор хаяж 2 цагийн турш барих ёстой. Угсралтыг зөвхөн дамжуулагчийн гүйдлээр халаана.  Хэрэв бодит шалтгааны улмаас туршилтын температурт хүрч чадахгүй бол нэмэлт дулаан тусгаарлалт хийж болно.  1.5 U0-дэх туршилтын объектын заасан мэдрэмжээс хэтэрсэн илэрхий цэнэг гарах ёсгүй.  **12.4.5 Тангес δ хэмжилт**  Дээжийг зөвхөн дамжуулагчийн гүйдлээр халаах ба дамжуулагчийн температурыг түүний эсэргүүцлийг хэмжих, эсвэл экран/бүрээсний гадаргуу дээрх температур мэдрэгч, эсвэл өөр дээжийн дамжуулагч дээрх температур мэдрэгч ашиглан тодорхойлно. адил кабель, адил аргаар халаана.  Дээжийг хэвийн ажиллагааны үед дамжуулагчийн хамгийн их температураас 5 К-аас 10 К-ээс дээш температурт хүргэх хүртэл халаана.  Хэрэв бодит шалтгааны улмаас туршилтын температурт хүрч чадахгүй бол нэмэлт дулаан тусгаарлалт хийж болно.  Дамжуулагчийн температурыг тогтоосон температурын хязгаарт дор хаяж 2 цагийн турш барих ёстой.  Дараа нь тангес δ-ийг дээр заасан температурт U0 сүлжээний давтамжтай хүчдэлээр хэмжинэ (Хүснэгт 4, 6-р багана).  Хэмжилтийн утга нь 3-р хүснэгтэд заасан хэмжээнээс хэтрэхгүй байх ёстой.  **12.4.6 Халаах циклийн хүчдэлийн туршилт**  Кабель нь 12.4.3-т заасны дагуу туршилтын цилиндрийн голчоос ихгүй диаметртэй U хэлбэрийн гулзайлттай байх ёстой бөгөөд үүнд +5% хүлцэл багтана.  Угсралтыг зөвхөн дамжуулагчийн гүйдлээр халааж, кабелийн дамжуулагчийг хэвийн ажиллагааны үеийн дамжуулагчийн дээд температураас 5 К-аас 10 К-ийн тогтвортой температурт хүрэх хүртэл халаана.  Хэрэв бодит шалтгааны улмаас туршилтын температурт хүрч чадахгүй бол нэмэлт дулаан тусгаарлалт хийж болно. Халаалтыг дор хаяж 8 цагийн турш хийнэ. Дамжуулагчийн температурыг халаах үе бүрт дор хаяж 2 цагийн турш тогтоосон температурын хязгаарт байлгах ёстой. Үүний дараа дамжуулагчийг 30 0С-аас бага буюу түүнтэй тэнцүү болтол 10 К-ийн орчны температур дотор байгалийн хөргөлтийг дор хаяж 16 цагийн турш хийнэ. Халаалтын үе бүрийн сүүлийн 2 цагийн доторх дамжуулагчийн гүйдлийг бүртгэнэ.  Халаалт, хөргөлтийн мөчлөгийг 20 удаа хийнэ.  Туршилтын бүх хугацаанд угсралтад 2 U0 хүчдэл өгнө (Хүснэгт 4, 7-р баганыг үз).  Хэвийн ажиллагааны үед дамжуулагчийн хамгийн их температураас 10 К-ээс дээш дамжуулагчийн температуртай халаалтын циклийг хүчинтэй гэж үзнэ.  Туршилтын үед хүчдэл хэрэглэсэн дор хаяж 20 хүчинтэй халаалтын мөчлөг дууссан тохиолдолд таслахыг зөвшөөрнө.  **12.4.7 Аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилтын дараа хийх сүлжээний давтамжтай хүчдэлийн туршилт**  Угсралтыг зөвхөн дамжуулагчийн гүйдлээр халааж, кабелийн дамжуулагч нь хэвийн ажиллагааны үед дамжуулагчийн дээд температураас 5 К-аас 10 К-ийн тогтвортой температурт хүрэх хүртэл халаана.  Дамжуулагчийн температурыг тогтоосон температурын хязгаарт дор хаяж 2 цагийн турш барих ёстой.  Хэрэв бодит шалтгааны улмаас туршилтын температурт хүрч чадахгүй бол нэмэлт дулаан тусгаарлалт хийж болно. Аянгын импульсийн хүчдэлийг IEC 60230-д заасан журмын дагуу, дамжуулагчийн температур дээр дурдсан хязгаарт байх үед хэрэглэнэ.  Энэхүү угсралт нь 4-р хүснэгтийн 8-р баганад өгөгдсөн зохих утгын 10 эерэг ба 10 сөрөг хүчдэлийн импульсийг эвдрэлгүй, гялалзахгүйгээр тэсвэрлэх ёстой.  Аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилтын дараа уг угсралтад 15 минутын турш 2,5 U0 хүчдэлийн давтамжийн хүчдэлийн туршилтыг хийнэ (Хүснэгт 4, 9-р баганыг үз). Үйлдвэрлэгчийн үзэмжээр энэ туршилтыг хөргөлтийн үед эсвэл орчны температурт хийж болно. Тусгаарлагчийн эвдрэл гарах ёсгүй.  **12.4.8 Шалгалт**  **12.4.8.1 Кабель болон туслах хэрэгсэл**  Сорьцыг задлах замаар кабелийг, боломжтой бол туслах хэрэгслийг томруулахгүйгээр хэвийн эсвэл зассан хараатай задлах замаар шалгахад системийн үйл ажиллагаанд нөлөөлж болохуйц муудсан шинж тэмдэг (жишээлбэл, цахилгааны эвдрэл, гоожих, зэврэлт, хор хөнөөлтэй агшилт) илрэх ёсгүй.  ТАЙЛБАР Кабель болон туслах хэрэгслийг шалгах нэмэлт удирдамжийг мэдээллийн хавсралт J-д өгсөн болно.  **12.4.8.2 Тууш наасан металл тууз эсвэл металл цаасыг гадна бүрээстэй холбосон кабель**  Кабелийн уртын U нугалах хэсгээс 1 м дээж авч 12.5.16-д заасан туршилтыг хийнэ.  **12.4.9 Хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцэл**  **12.4.9.1 Ерөнхий зүйл**  Кабелийн хагас дамжуулагч дэлгэцийн эсэргүүцлийн хэмжилтийг туршилтанд хамрагдсан кабельтай адил үйлдвэрлэлийн багцын дээж дээр хийнэ.  Дамжуулагч ба тусгаарлагч дээр байрлуулсан шахмал хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцлийг үйлдвэрлэсэн кабелийн дээжийн гол хэсгээс авсан туршилтын хэсгүүд болон хуучруулах боловсруулалтанд хамрагдсан кабелийн дээжийн хэмжилтээр тодорхойлно. 12.5.5-д заасан бүрэлдэхүүн хэсгийн материалын нийцтэй байдлыг шалгах.  **12.4.9.2 Аргачлал**  Туршилтын журмыг Хавсралт D-ийн дагуу хийнэ.  Хэмжилтийг дамжуулагчийн хэвийн ажиллагааны үеийн хамгийн их температураас ±2 К температурт хийнэ.  **12.4.9.3 Шаардлага**  Хуучруулахын өмнөх болон хуучруулсны дараах эсэргүүцэл нь дараах утгаас хэтрэхгүй байх ёстой.  - дамжуулагч экран: 1 000 Ωм;  - тусгаарлах экран: 500 Ωм.  **12.5 Кабелийн эд анги, иж бүрэн кабельд хийх цахилгаан бус төрлийн туршилт**  **12.5.1 Ерөнхий зүйл**  Туршилт дараах байдалтай байна:   1. кабелийн бүтцийг шалгах (12.5.2-ыг үз); 2. хуучралтын өмнөх ба дараа тусгаарлагчийн механик шинж чанарыг тодорхойлох туршилт (12.5.3-ыг үз); 3. хуучралтын өмнөх ба дараа бүрээсийн механик шинж чанарыг тодорхойлох туршилт (12.5.4-ийг үз); 4. материалын нийцтэй байдлыг шалгахын тулд иж бүрэн кабелийн хэсгүүдийн хуучралтын туршилт (12.5.5-ыг үз); 5. ST2 төрлийн PVC бүрээсийн массын туршилтын алдагдал (12.5.6-г үз); 6. бүрээсийн өндөр температур дахь даралтын туршилт (ST1, ST2, ST7, ST12) (12.5.7-г үз); 7. бага температур дахь PVC ба LSHF бүрээсийн (ST1, ST2, ST12) туршилт (12.5.8-ыг үз); 8. PVC бүрээсийн дулааны цохилтын туршилт (ST1 ба ST2) (12.5.9-ийг үз); 9. EPR болон HEPR тусгаарлагчийн озон тэсвэрлэх туршилт (12.5.10-ыг үз); 10. EPR, HEPR, XLPE тусгаарлагчийн дулааны хэв гажилтын туршилт (12.5.11-ийг үз); 11. HDPE тусгаарлагчийн нягтын хэмжилт (12.5.12-ыг үз); 12. хар PE бүрээсийн (ST3 ба ST7) нүүрстөрөгчийн цэвэр агууламжийг хэмжих (12.5.13-ыг үз); 13. галын нөхцөлд туршилт хийх (ST1, ST2 ба ST12) (12.5.14-ийг үз); 14. ус нэвчүүлэх туршилт (12.5.15-ыг үз); 15. уртын дагуу наасан металл тууз эсвэл тугалган цаас бүхий кабелийн эд ангиудын туршилт (12.5.16-г үз); 16. PE, HDPE, XLPE тусгаарлагчийн агшилтын туршилт (12.5.17-г үз); 17. PE ба LSHF бүрээсийн агшилтын туршилт (ST3, ST7 ба ST12) (12.5.18-ыг үз); 18. HEPR тусгаарлагчийн хатуулаг тодорхойлох (12.5.19-ийг үз); 19. HEPR тусгаарлагчийн уян харимхайн модуль тодорхойлох (12.5.20-ыг үз)   **12.5.2 Кабелийн бүтэц шалгах**  Дамжуулагчийн үзлэг, тусгаарлагч, бүрээс, металл бүрээсийн зузаан хэмжих ажлыг 10.4, 10.6, 10.7-д заасны дагуу хийж, түүнд заасан шаардлагыг хангасан эсэхийг шалгана.  **12.5.3 12.5.3 Хуучралтын өмнө болон дараах тусгаарлагчийн механик шинж чанарыг тодорхойлох туршилт**  **12.5.3.1 Дээж авах**  Туршилтын дээж авах, бэлтгэх ажлыг IEC 60811‑501:2012 ба IEC 60811-501:2012/AMD1:2018 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ.  **12.5.3.2 Хуучралт**  Хуучралтыг 6-р хүснэгтэд заасан нөхцлийн дагуу IEC 60811-401 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ.  **12.5.3.3 Төлөв байдлыг хэвээр хадгалах болон механик туршилт**  Механик шинж чанарын төлөв байдлыг хэвээр хадгалах, хэмжихийг IEC 60811-501:2012 ба IEC 60811-501:2012/AMD1:2018 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ, үүнээс бусад тохиолдолд:   1. Хуучин болон хийгээгүй туршилтын хэсэгт суналтын туршилтыг нэн даруй хийх албагүй; 2. ямар ч тохиромжтой хэмжих хэрэгслийг ашиглаж болно, жишээ нь: микрометр.   **12.5.3.4 Шаардлага**  Хуучирсан болон хуучирсан хэсгийн туршилтын үр дүн нь 6-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байх ёстой.  **12.5.4 12.5.4 Хуучралтын өмнө болон дараа гадна бүрээсийн механик шинж чанарыг тодорхойлох туршилт**  **12.5.4.1 Дээж авах**  Туршилтын дээж авах, бэлтгэх ажлыг IEC 60811‑501:2012 ба IEC 60811-501:2012/AMD1:2018 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ.  **12.5.4.2 Зохиомлоор хуучруулах**  7-р хүснэгтэд заасан нөхцлийн дагуу IEC 60811-401 стандартын дагуу хуучруулна.  **12.5.4.3 Төлөв байдлыг хэвээр хадгалах болон механик туршилт**  Төлөв байдал, механик шинж чанарыг хэмжих ажлыг IEC 60811-501:2012 ба IEC 60811-501:2012/AMD1:2018 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ, үүнээс бусад тохиолдолд:   1. Хуучин болон хийгээгүй туршилтын хэсгүүдэд суналтын туршилтыг нэн даруй хийх албагүй бөгөөд 2. ямар ч тохиромжтой хэмжих хэрэгслийг ашиглаж болно, жишээ нь: микрометр.   **12.5.4.4 Шаардлага**  Хуучирсан болон хуучирсан туршилтын хэсгийн туршилтын үр дүн нь 7-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байх ёстой.  **12.5.5 Материалын нийцэх байдлыг шалгахын тулд иж бүрэн кабелийн хэсэгт хийх хуучруулах туршилт**  **12.5.5.1 Ерөнхий зүйл**  Бэлэн кабелийн хэсгүүдийн хуучруулах туршилтыг тусгаарлагч, шахмал хагас дамжуулагч экран, бүрээс нь кабелийн бусад бүрэлдэхүүн хэсэгтэй хүрэлцсэний улмаас ашиглалтын явцад хэт муудахгүй эсэхийг шалгах ёстой.  Туршилт нь бүх төрлийн кабельд хамаарна.  **12.5.5.2 Дээж авах**  Тусгаарлагч ба бүрээсийн туршилтын дээжийг IEC 60811-401-д заасны дагуу бэлэн кабелаас авна.  **12.5.5.3 Хуучруулах**  Кабелийн хэсгийн хуучрлуулах ажиллагааг IEC 60811-401-д заасны дагуу дараах нөхцлийн дагуу агаарын зууханд хийнэ.  - температур: кабелийн хэвийн ажиллагааны үеийн дамжуулагчийн хамгийн их температураас дээш (10 ± 2) К (Хүснэгт 1-ийг үз);  - - үргэлжлэх хугацаа: 7 × 24 цаг.  **12.5.5.4 Механик туршилт**  Хуучруулсан кабелийн хэсгийн дулаалгын болон бүрээсийн туршилтын хэсгийг IEC 60811-401-д заасны дагуу бэлтгэж, механик туршилтанд оруулна.  **12.5.5.5 Шаардлага**  Хуучруулсны дараах суналтын бат бэх ба суналтын дундаж утга болон хуучруулалгүй олж авсан харгалзах утгуудын хоорондын хэлбэлзэл (12.5.3 ба 12.5.4-ийг үз) нь тусгаарлалтын хувьд Хүснэгт 6, бүрээсийн хувьд Хүснэгт 7-д өгөгдсөн агаарын зууханд хуучруулсны дараах туршилтад хамаарах утгаас хэтрэхгүй байх ёстой..  **12.5.6 ST2 төрлийн PVC (поливинил хлорид) гадна бүрээсийн массын туршилтын алдагдал**  **12.5.6.1 Аргачлал**  ST2 давхар бүрээсийн массын алдагдлыг 9-р хүснэгтэд өгсөн нөхцлийн дагуу IEC 60811-409-д заасны дагуу гүйцэтгэнэ.  **12.5.6.2 Шаардлага**  Үр дүн нь 9-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байна.  **12.5.7 Гадна бүрээсийн өндөр температур дахь даралтын туршилт**  **12.5.7.1 Аргачлал**  ST1, ST2, ST7, ST12 бүрээсийн өндөр температур дахь даралтын туршилтыг IEC 60811-508:2012 ба IEC 60811-508:2012/AMD1:2017 стандартад заасны дагуу хийх ёстой, үүнд:   1. Ердийн агаарын эргэлттэй зуух эсвэл албадмал эргэлттэй зуух ашиглаж болно. Сүүлийн тохиолдолд температурыг илүү сайн хянах боломжтой боловч туршилтын дээж нь чичиргээнд өртөхгүй байх ёстой. 2. хэрэв гадна бүрээс нь металл бүрээстэй хатуу бэхлэгдсэн бол гадна бүрээсийг металл бүрээсээс салгаж авахгүй, харин металл бүрээс нь патрон мэт шалгана. Металл бүрээс нь туршилтын явцад хэв гажилтад орохгүй байхаар бэхлэгдсэн байна.   Туршилтын арга болон Хүснэгт 7-д заасан туршилтын нөхцөлийг ашиглана.  **12.5.7.2 Шаардлага**  Үр дүн нь Хүснэгт 7-д заасан шаардлагад нийцсэн байна.  **12.5.8 Бага температурт PVC гадна бүрээс (ST1, ST2) болон LSHF(утаа багатай галоген агуулаагүй) гадна бүрээс (ST12)-т хийх туршилт**  **12.5.8.1 Аргачлал**  ST1, ST2, ST12 давхар бүрээсийн бага температур дахь туршилтыг IEC 60811-505 ба IEC 60811-506 стандартын дагуу Хүснэгт 9-д өгсөн туршилтын температур ашиглан хийнэ.  **12.5.8.2 Шаардлага**  Туршилтын үр дүн нь IEC 60811-505 болон IEC 60811-506-д заасан шаардлагад нийцсэн байна.  **12.5.9 PVC гадна бүрээсийн дулаанд нэрвэгдэх туршилт (ST1 болон ST2)**  **12.5.9.1 Аргачлал**  ST1 ба ST2 давхар бүрээсийн дулааны цохилтын туршилтыг IEC 60811-509 стандартын дагуу хийх ба туршилтын температур ба үргэлжлэх хугацааг Хүснэгт 9-ийн дагуу хийнэ.  **12.5.9.2 Шаардлага**  Туршилтын үр дүн нь 9-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байна.  **12.5.10 EPR (этилен пропилен резин) болон HEPR (хатуу зэрэглэлийн этилен пропилен резин) тусгаарлагчийн озон тэсвэрлэх туршилт**  **12.5.10.1 Аргачлал**  EPR болон HEPR тусгаарлагчийг IEC 60811-403-д тодорхойлсон дээж авах, турших журмын дагуу озон тэсвэрлэлтийг шалгана. Озоны агууламж ба туршилтын хугацааг 8-р хүснэгтийн дагуу хийнэ.  **12.5.10.2 Шаардлага**  Туршилтын үр дүн нь 8-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байна.  **12.5.11 EPR, HEPR, XLPE тусгаарлагчийн дулааны хэ гажилтын туршилт**  EPR, HEPR, XLPE тусгаарлагчийг 10.9-д заасан дулааны хэв гажилтын туршилтанд хамруулж, түүний шаардлагыг хангасан байх ёстой.  **12.5.12 HDPE тусгаарлагчийн нягт хэмжих**  HDPE тусгаарлагчийн нягтыг 10.11-ийн дагуу хэмжиж, түүний шаардлагад нийцсэн байх ёстой.  **12.5.13 Хар PE (полиэтилен) гадна бүрээсийн нүүрстөрөгчийн цэвэр агууламж хэмжих (ST3 болон ST7)**  **12.5.13.1 Аргачлал**  ST3 ба ST7 хар бүрээсийн нүүрстөрөгчийн цэвэр агууламжийг IEC 60811-605:2012 стандартад тодорхойлсон дээж авах, туршилтын журмын дагуу хэмжинэ, гэхдээ эцсийн халаалтын шат дууссаны дараа (үлдэгдэл нүүрстөрөгч шатаж байгаа) дээжийг туршилтын төхөөрөмжид хөргөхийг зөвшөөрөхгүй боловч өмнөх хөргөлтийн үе шатанд хэрэглэж байсан аргачлалыг (гэхдээ азотын хийн урсгалын оронд агаар эсвэл хүчилтөрөгчөөр) ашиглан хатаагчаар хөргөнө. Бүрээсэнд шахагдсан хагас дамжуулагч давхарга байгаа бол үүнийг туршилтын дээжинд оруулахгүй.  **12.5.13.2 Шаардлага**  Нүүрстөрөгчийн цэвэр агууламжийн хэвийн утга нь (2,5 ± 0,5) % байна. Үйлдвэрлэгч ба үйлчлүүлэгч хоёрын тохиролцоогоор хэт ягаан туяанд өртөхгүй тусгай хэрэглээнд бага утгыг зөвшөөрдөг.  **12.5.14 Галын нөхцөлд хийх туршилт**  **12.5.14.1 Ерөнхий зүйл**  Туршилтыг 6-р зүйлийн в)-д заасан галын үзүүлэлтийн дагуу доорх холбогдох дэд бүлгийн дагуу явуулна.  **12.5.14.2 Нэг судалтай кабельд дөл тархах туршилт хийх**  IEC 60332-1-2 стандартын дагуу галын туршилтыг бэлэн кабелийн дээж дээр хийнэ. Үр дүн нь 9-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байна. Хэрэв алдаа гарсан бол дахин хоёр туршилт хийнэ. Хэрэв хоёр туршилтын үр дүн тэнцсэн бол кабелийг туршилтад тэнцсэн гэж үзнэ.  **12.5.14.3 Босоо суурилуулсан кабельд дөлний босоо тархалтын туршилт хийх**  Босоо суурилуулсан кабелийн босоо дөл тархах туршилтыг бэлэн кабелийн дээж дээр IEC 60332-3-24 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ.  ТАЙЛБАР IEC 60332-3-22 эсвэл IEC 60332-3-23 стандартын шаардлага хангахын тулд илүү өндөр үзүүлэлтийг үйлдвэрлэгч болон хэрэглэгчийн хооронд тохиролцож болно. Галын үзүүлэлтийн түвшин нь кабелийн дизайн болон материалын үзүүлэлтээс хамаарна.  Үр дүн нь 9-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байна.  **12.5.14.4 Тодорхой нөхцөлд кабелийн утааны нягт хэмжих**  Тодорхой нөхцөлд кабелийн утааны нягт хэмжих туршилтыг бэлэн кабелийн дээж дээр IEC 61034-2:2005 ба IEC 61034-2:2005/AMD1:201 стандартын дагуу хийнэ. Үр дүн нь 9-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байна.  **12.5.14.**5 **Бүрээс шатах явцад үүсэх хийн хүчиллэг (рН хэмжилтээр) болон дамжууламжийг тодорхойлох**  IEC 60754-2 стандартын дагуу туршилтыг кабелийн дээд давхаргад хийнэ. Үр дүн нь 9-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байна.  **12.5.14.6 Кабель дахь металл бус материал шатах явцад үүсэх хийн хүчиллэг (рН хэмжилтээр) ба дамжууламжийг тодорхойлох**  12.5.14.5-д заасан туршилтыг мөн хийсэн тохиолдолд л энэ туршилтыг хийнэ. IEC 60754-2 стандартын дагуу туршилтыг кабелийн металл бус бүрэлдэхүүн хэсэгт хийнэ. Кабелийн рН ба дамжууламжийн жигнэсэн утгыг IEC 60754-2 стандартын дагуу тооцоолох ба 9-р хүснэгтэд заасан шаардлагыг хангасан байх ёстой.  **12.5.15 Ус нэвчүүлэх туршилт**  6-р зүйлийн в) ба 6-р зүйлийн f)-д заасан уртааш ус нэвтрүүлэхгүй хамгаалалттай кабелийн загварт ус нэвчүүлэх туршилтыг хийнэ. Туршилт нь булсан кабельд тавигдах шаардлагыг хангахад зориулагдсан бөгөөд шумбагч онгоцны кабель болгон ашиглах зориулалттай кабельд хамаарахгүй. Туршилт нь хоёр хэсгээс бүрдэх бөгөөд нэг нь бэлэн кабель ба түүний дизайны бүх элемент, нөгөө нь дамжуулагчид ус нэвчүүлэх юм. Төхөөрөмж, дээж авах, турших журам, шаардлага нь Хавсралт Е, Хавсралт F-ийн дагуу байна.  **12.5.16 Тууш наасан металл тууз болон металл цаас бүхий кабелийн эд ангид хийх туршилт**  Дээжийг дараах туршилтанд хамруулна.   1. Харагдах байдлын ([G.1-ийг үз)](#_bookmark171); 2. давхарласан металл тугалган цаасны наалдамхай ба хуулах бат бэх (G.2-ыг үз);   Төхөөрөмж, туршилтын журам, шаардлага нь Хавсралт Г-ийн дагуу байна.  **12.5.17 PE, HDPE, XLPE тусгаарлагчийн агшаах туршилт**  **12.5.17.1 Аргачлал**  Агшилтын туршилтыг PE, HDPE, XLPE тусгаарлагч дээр IEC 60811-502-д тодорхойлсон дээж авах, турших журам болон 8-р хүснэгтэд заасан нөхцлийг ашиглан гүйцэтгэнэ.  **12.5.17.2 Шаардлага**  Туршилтын үр дүн нь 8-р хүснэгтэд заасан шаардлагад нийцсэн байна.  **12.5.18 PE гадна бүрээс (ST3, ST7) болон LSHF гадна бүрээсийн (ST12) агшаах туршилт**  **12.5.18.1 Аргачлал**  Агшилтын туршилтыг IEC 60811-503-д тодорхойлсон дээж авах, турших журам болон 7-р хүснэгтэд заасан нөхцлийг ашиглан ST3 ба ST7-ийн PE бүрээс, ST12-ын LSHF-ийн дээд бүрээс дээр гүйцэтгэнэ.  **12.5.18.2 Шаардлага**  Туршилтын үр дүн нь 7-р хүснэгтэд өгөгдсөн шаардлагад нийцсэн байна.  **12.5.19 HEPR тусгаарлагчийн хатуулаг тодорхойлох**  **HEPR - Hard Grade Ethylene Propylene Rubber (Хатуу зэрэглэлийн хөндлөн холбоост этилен-пропилен резин)**  **12.5.19.1 Аргачлал**  Дээж авах, турших аргачлалыг Хавсралт I-д үзүүлсний дагуу гүйцэтгэнэ.  **15.5.19.2 Шаардлага**  Туршилтын үр дүн 8-р хүснэгттэй нийцнэ.  **12.5.20 HEPR тусгаарлагчийн уян харимхайн модуль тодорхойлох**  **12.5.20.1 Аргачлал**  Дээж авах, туршилтын аргачлал болон туршилтын хэсгийг гүйцэтгэхдээ IEC 60811-501:2012 болон IEC 60811-501:2012/AMD1:2018 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ.  150 % сунгахад шаардагдах ачааллыг хэмжинэ. Сунгагдаагүй туршилтын хэсгийн хөндлөн огтлолын талбайд хэмжсэн ачааллыг хуваах замаар харгалзах хүчдэлийг тооцоолно. 150% сунгах үед уян харимхай модулийг авахын тулд хүчдэл ба деформацийн харьцааг тодорхойлно.  Уян харимхай модуль нь дундаж утга байна.  **12.5.20.2 Шаардлага**  Туршилтын үр дүн нь 8-р хүснэгтэд өгөгдсөн шаардлагад нийцсэн байна.  **13. Кабелийн системийн урьдчилсан туршилт**  **13.1 Урьдчилсан шалгалтын зөвшөөрлийн ерөнхий зүйл болон хамрах хүрээ**  Кабелийн системийн урьдчилсан шалгалтыг амжилттай хийсний дараа кабелийн тусгаарлагчийн экран дээрх тооцоолсон хэвийн цахилгаан хүчдэл нь адил буюу түүнээс бага хэвийн хүчдэлтэй адил хийцтэй кабелийн систем үйлдвэрлэгчийг нийлүүлэгч гэж үзнэ.  Урьдчилан шалгах туршилтыг дамжуулагч экран дээрх тооцоолсон хэвийн цахилгаан хүчдэл 8,0 кВ/мм-ээс их ба/эсвэл тусгаарлах экран дээр 4,0 кВ/мм-ээс их байх кабелийн системд хийнэ. Урьдчилан шалгах туршилтыг дараахаас бусад тохиолдолд хийнэ:  - адил төрлийн хийц, туслах хэрэгсэл бүхий кабелийн системийг тэнцүү буюу түүнээс дээш хэвийн хүчдэлээр урьдчилан шалгасан бол;  - Хэрэв үйлдвэрлэгч нь дамжуулагч ба тусгаарлагчийн экран, тусгаарлагчийн үндсэн хэсэг (хэсгүүд), нэг төрлийн туслах хэрэгсэл, туслах хэрэгслийн хил хязгаарт тэнцүү буюу түүнээс дээш тооцоолсон цахилгаан хүчдэл бүхий кабелийн системд үйлчилгээний сайн туршлагыг харуулж чаддаг бол;  - эсхүл адил төрлийн хийц, туслах хэрэгсэл бүхий кабелийн системд үндэсний болон хэрэглэгчийн тодорхойлолтын дагуу үйлдвэрлэгч адил төстэй урт хугацааны туршилтын шаардлагыг хангасан бол.  Урьдчилан шалгасан кабелийн системийг тухайн системийн тусгаарлах экран дээр адил буюу түүнээс дээш тооцоолсон хэвийн цахилгаан хүчдэл бүхий кабель ба/эсвэл туслах хэрэгслийг өөр кабелийн системд урьдчилсан шаардлага хангасан өөр төхөөрөмжөөр сольж өөрчлөх тохиолдолд одоогийн урьдчилан шалгалтыг 13.3-т заасан шаардлага хангасан энэ кабель ба/эсвэл туслах хэрэгсэлээр сунгана. Урьдчилсан шаардлага хангасан кабелийн системийг өөр кабель ба/эсвэл туслах хэрэгслийг ашиглан өөрчилсөн, эсвэл өмнө нь хангасан кабелийн системийн нэг хэсэг биш эсвэл өөр кабелийн системд аль хэдийн тооцоолсон хэвийн цахилгааны хүчдэл багатай, тухайн системийн тусгаарлах экран дээр урьдчилан тохируулсан бол урьдчилан шалгах энэхүү шинэ иж бүрэн кабелийн системийн туршилтыг 13.2-т заасан бүх шаардлагыг хангасан байх ёстой. Урьдчилсан шалгалтын жагсаалт, түүнчлэн урьдчилсан шалгалтын сунгалтын жагсаалтыг Хавсралт С-д өгсөн болно. Кабелийн системд материал, үйлдвэрлэлийн үйл явц, хийц, дизайны цахилгаан хүчдэлийн түвшинд мэдэгдэхүйц өөрчлөлт ороогүй тохиолдолд урьдчилсан шалгалтыг зөвхөн нэг удаа хийх шаардлагатай.  ТАЙЛБАР 1 Кабелийн системийн гүйцэтгэлд сөргөөр нөлөөлж болзошгүй өөрчлөлтийг мэдэгдэхүйц өөрчлөлт гэж тодорхойлдог. Энэ тохиолдолд ханган нийлүүлэгч нарийвчилсан тохиолдлыг, тэр дундаа туршилтын нотлох баримтыг, хэрэв нэмэлт өөрчлөлт оруулсан бол мэдэгдэхүйц өөрчлөлт оруулахгүй гэж мэдэгддэг.  ТАЙЛБАР 2 Дулааны механик шинж чанарыг хамрахын тулд том дамжуулагчийн хөндлөн огтлолын кабелийг ашиглан урьдчилсан шалгалтыг хийдэг.  Эрх бүхий баталгаажуулах байгууллагын төлөөлөгчийн гарын үсэг бүхий урьдчилсан шалгалтын гэрчилгээ, эсвэл туршилтын үр дүнг харуулсан үйлдвэрлэгчийн дүгнэлт, зохих мэргэшсэн ажилтан гарын үсэг зурсан, эсхүл бие даасан туршилтын лабораториос олгосон урьдчилсан шалгалтын гэрчилгээ нь урьдчилсан шалгалтын хүлээн зөвшөөрөхүйц нотлох баримт болно. **13.2 Иж бүрэн системд хийх урьдчилсан туршилт**  **13.2.1 Урьдчилсан туршилтын хураангуй**  Урьдчилан шалгах туршилт нь хамгийн багадаа 20 м бүрэн хэмжээний кабель бүхий бүрэн хэмжээний кабелийн системийн цахилгааны туршилтыг багтаасан байх ёстой. Туслах хэрэгслийн хоорондох чөлөөт кабелийн хамгийн бага урт нь 10 м байна. Туршилт нь дараах дараалал тай байна. үүнд:   * халаах циклийн хүчдэлийн туршилт (-ийг үз) * аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилт([13.2.5](#_bookmark106)-ийг үз); * дээрх туршилтуудыг хийж дууссаны дараах кабелийн системийн шалгалт ([13.2.6](#_bookmark107)-ийг үз).   Нэг буюу хэд хэдэн туслах хэрэгсэл нь 13.2-т заасан урьдчилсан шалгалтын бүх шаардлагыг хангаагүй тохиолдол байж болно. Туршилтын угсралтыг засварласны дараа үлдсэн кабелийн системд (үлдсэн туслах хэрэгсэлтэй кабель) урьдчилсан шалгалтыг үргэлжлүүлж болно. Хэрэв 13.2-т заасан туршилтын бүх шаардлагад энэ үлдсэн кабелийн систем нийцсэн бол энэ үлдэгдэл систем урьдчилсан шаардлага хангана. Шаардлага хангаагүй туслах хэрэгсэл эсвэл туслах хэрэгслийг энэхүү урьдчилсан шалгалтаас хасна. Гэсэн хэдий ч 13.2-т заасан бүх шаардлагыг хангах хүртэл сольсон туслах хэрэгслээр кабелийн урьдчилан шалгахыг тогтоох туршилтыг үргэлжлүүлж болно. Хэрэв үйлдвэрлэгч засварласан туслах хэрэгслийг кабелийн системийн урьдчилсан шалгалтад оруулахаар шийдсэн бол бүрэн системийн урьдчилсан шалгалтын эхлэлийг засварын дараа эхлүүлнэ гэж үзнэ.  **13.2.2 Туршилтын хүчдэлийн утга**  12.4.1-д заасны дагуу кабелийн системийн урьдчилсан шалгалтыг хийхээс өмнө кабелийн тусгаарлагчийн зузааныг хэмжиж, шаардлагатай бол туршилтын хүчдэлийн утгыг тохируулна.  **13.2.3 Туршилтын тогтолцоо**  Кабель болон туслах хэрэгслийг үйлдвэрлэгчийн зааврын дагуу нийлүүлсэн материалын зэрэг, тоо хэмжээ, хэрэв байгаа тосолгооны материалыг оролцуулан, угсарна. Туршилтыг лабораторид хийж болох бөгөөд төхөөрөмжийн бодит нөхцөлийг дуурайлган хийх шаардлагагүй. Хэрэв холбоосыг уян болон хатуу суурилуулалтанд ашиглахаар төлөвлөж байгаа бол нэг холбоосыг уян хатан, нөгөөг нь хатуу тохируулгад суурилуулна /Зураг 1-ийг үз/. Хэрэв холбоос нь зөвхөн хатуу суурилуулалтанд зориулагдсан бол холболтыг хоёр талдаа хатуу бэхлэн суурилуулна. Хэрэв холбоосыг зөвхөн уян хатан суурилуулалтанд зориулж хийсэн бол холболтыг хоёр талдаа уян хатан тохируулгад суурилуулна. Туршилтын хэлхээ нь 12.4.3-т заасан +5%-ийн хүлцлийг багтаасан туршилтын цилиндрийн диаметрээс ихгүй голчтой U хэлбэрийн гулзайлттай байна.  ТАЙЛБАР 1-р зураг дээрх жишээ нь практикт тавих нөхцөлийг бүрэн загварчлахаас илүү хялбар юм. Энэхүү туршилтын төхөөрөмжөөр дизайны термомеханик шинж чанарыг шалгахгүй.  Дулаан-механик талаас нь авч үзэх онцгой тохиолдолд угсралтын дизайны нөхцөл төлөөлөх тусгай туршилтын зохицуулалтыг анхаарч үзэх хэрэгтэй. Орчны нөхцөл байдал нь төхөөрөмжийн хооронд болон туршилтын явцад өөр өөр байж болох бөгөөд ямар нэгэн чухал нөлөө үзүүлэхгүй. Гадна туршилтын байгууламж ашиглах боломжтой тул орчны температурт (20 ± 15) ° C-ийн нийтлэг заасан хязгаарыг хэрэглэхгүй. | **1. Scope**  This document specifies test methods and requirements for power cable systems, cables alone and accessories alone, for fixed installations and for rated voltages above 30 kV (*Um* = 36 kV) up to and including 150 kV (*Um* = 170 kV).  The requirements apply to single-core cables and to individually screened three-core cables and to their accessories for usual conditions of installation and operation, but not to special cables, such as submarine cables and their accessories, for which modifications to the standard tests or the setup of special test conditions can be necessary.  This document does not cover transition joints between cables with extruded insulation and paper insulated cables. **2. Normative references** The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*  IEC 60228, *Conductors of insulated cables*  IEC 60229:2007, *Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective function*  IEC 60230, *Impulse tests on cables and their accessories*  IEC 60287-1-1:2006, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General*  IEC 60332-1-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame*  IEC 60332-3-24, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C*  IEC 60754-2, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity*  IEC 60811-201, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness*  IEC 60811-202:2012, Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath  IEC 60811-202:2012/AMD1:2017  IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*  IEC 60811-401, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*  IEC 60811-403, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 403: Miscellaneous tests – Ozone resistance test on cross-linked compounds*  IEC 60811-409, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 409: Miscellaneous tests – Loss of mass test for thermoplastic insulations and sheaths*  [IEC 60811-501:2012,](https://webstore.iec.ch/publication/63366) *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic* materials Part 501: *Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulation and sheathing compounds*  [IEC 60811-501:2012/AMD1:2018](https://webstore.iec.ch/publication/63366)  IEC 60811-502:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials Part 502: Mechanical tests – Shrinkage test for insulations*  IEC 60811-503, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 503: Mechanical tests – Shrinkage test for sheaths*  IEC 60811-505, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 505: Mechanical tests – Elongation at low temperature for insulations and sheaths*  IEC 60811-506, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 506: Mechanical tests – Impact test at low temperature for insulations and sheaths*  IEC 60811-507, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 507: Mechanical tests – Hot set test for cross-linked materials*  IEC 60811-508:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulations and sheaths*  IEC 60811-508:2012/AMD1:2017  IEC 60811-509, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 509: Mechanical tests – Test for resistance of insulations and sheaths to cracking (heat shock test)*  IEC 60811-605:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials Part 605: Physical tests – Measurement of carbon black and/or mineral filler in polyethylene compounds*  IEC 60811-606, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 606: Physical tests – Methods for determining the density*  IEC 60885-3, *Electrical test methods for electric cables – Part 3: Test methods for partial discharge measurements on lengths of extruded power cables*  IEC 61034-2:2005, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements*  IEC 61034-2:2005/AMD1:2013  IEC 61462:2007, *Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations*  IEC 62271-209, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 209: Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV. Fluid-filled and extruded insulation cables – Fluid-filled and dry-type cable-terminations*  ISO 48-2, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness – Part 2: Hardness between 10 IRHD and 100 IRHD* **3. Terms and definitions** For the purposes of this document, the following terms and definition 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 Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.)**  **3.1.1**  **nominal value**  value by which a quantity is designated and which is often used in tables  Note 1 to entry: Usually, in this document, nominal values give rise to values to be checked by measurements taking into account specified tolerances.  **3.1.2**  **median value**  when several test results have been obtained and ordered in an increasing (or decreasing) succession, middle value if the number of available values is odd, and mean of the two middle values if the number is even  **3.2** **Definitions concerning tests**  **3.2.1**  **routine test**  test made by the manufacturer on each manufactured component (length of cable or accessory) to check that the component meets the specified requirements  **3.2.2**  **sample test**  test made by the manufacturer on samples of completed cable or components taken from a completed cable or accessory, at a specified frequency so as to verify that the finished product meets the specified requirements  **3.2.3**  **type test**  test made before supplying on a general commercial basis a type of cable system or cable or accessory covered by IEC 60840, in order to demonstrate satisfactory performance characteristics to meet the intended application  Note 1 to entry: Type tests are of such a nature that, after they have been made, they need not be repeated unless changes are made in the materials, design or type of manufacturing process of cable or accessory which might change the performance characteristics.  **3.2.4**  **prequalification test**  test made before supplying on a general commercial basis a type of cable system covered by IEC 60840, in order to demonstrate satisfactory long-term performance of the complete cable system  **3.2.5**  **extension of prequalification test**  test made before supplying on a general commercial basis a type of cable system covered by IEC 60840, in order to demonstrate satisfactory long-term performance of the complete cable system, taking into account an already prequalified cable system  **3.2.6**  **electrical test after installation**  test made to demonstrate the integrity of the cable system as installed  Note 1 to entry: Integrated optical elements, if present, will be tested upon customer request. Tests to be defined on agreement between customer and manufacturer.  **3.3** **Other definitions**  **3.3.1**  **cable system**  cable with installed accessories including components used for thermo-mechanical restraint of systems limited to those used for terminations and joints only  **3.3.2**  **nominal electrical stress**  electrical stress calculated at *U0* using nominal dimensions  Note 1 to entry: The equations for calculation of the stresses are given in Clause [6](#_bookmark15) n).  Note 2 to entry: Nominal electrical stress is expressed in kV/mm.  **3.3.3**  **combined design**  CD  metal screen design that combines radial watertightness and electrical properties  Note 1 to entry: Details of the construction are given in [4.3.](#_bookmark11)  **3.3.4**  **separate design**  SD  metal screen design that uses different metal components for radial watertightness and electrical properties  Note 1 to entry: Details of the construction are given in [4.3.](#_bookmark11)  **3.3.5**  **separate semi-conductive design**  SscD  metal screen design that has separated electrical and radial watertightness properties and uses semi-conductive plastic-coated foil  Note 1 to entry: Details of the construction are given in [4.3.](#_bookmark11)  **3.3.6**  **conductor cross section**  nominal conductor cross section in accordance with IEC 60228  **3.3.7**  **maximum mechanical load**  MML  highest mechanical cantilever load which is expected to be applied to a composite outdoor termination insulator in service and for which it is designed  **3.3.8**  **joint with screen or metal sheath interruption**  joint, where the metallic sheath, shield and insulation screen of the cable are electrically interrupted  **3.3.9**  **cable accessory with screen or metallic sheath interruption**  cable accessory, where the metallic sheath, shield and insulation screen of the cable are electrically interrupted  **3.3.10**  **termination with sectionalizing insulation**  termination, where the metallic sheath, shield and insulation are electrically interrupted to the ground  **4 Voltage designations, materials and rounding of numbers**  **4.1 Rated voltages**  In this document, the symbols U0, U and Um are used to designate the rated voltages of cables and accessories where these symbols have the meanings given in IEC 60183.  **4.2 Cable insulating compounds**  This document applies to cables insulated with one of the compounds listed in [Table 1,](#_bookmark132) which also specifies, for each type of insulating compound, the maximum operating conductor temperatures on which the specified test conditions are based.  It is recommended that cable cores with a crosslinked insulation system in accordance with this document should have been degassed.  **4.3 Cable metal screens/sheaths**  This document applies to the various designs in use. It covers designs providing a radial watertightness and designs that do not provide radial watertightness.  In all cases the metal screen/sheath shall be able to meet the screen short circuit rating. Designs that provide radial watertightness mainly consist of:   * seamless metal sheaths; * longitudinally applied metal tapes or foils bonded to the oversheath: * CD: a metal screen design using a metal tape or foil, with either a welded or glued overlap, that carries part or all of the screen short circuit current with, if necessary, metal wires to carry part of the short circuit current; * SD: a metal screen design using a laminated metal foil, coated on one or both sides for radial watertightness, and metal wires for carrying the full screen short circuit current;   NOTE 1 Definitions of CD, SD, and SscD are given in 3.3.3, 3.3.4 and 3.3.5   * composite screens, involving a layer of wires and either a metal sheath or a metal tape or foil bonded to the oversheath, acting as a radial water impermeable barrier (see Clause [5](#_bookmark14)).   NOTE 2 During development of the cable and cable system, with a longitudinally applied metal tape or foil bonded to the oversheath, the tests as specified in IEC TR 61901 are preferred.  Designs which do not provide radial watertightness include:   * metal tapes or foils not bonded to the oversheath, * a layer of metal wires only.   **4.4 Cable oversheathing compounds**  Tests are specified for five types of oversheath, as follows:  - ST1 and ST2 based on polyvinyl chloride (PVC);  - ST3 and ST7 based on polyethylene (PE);  - ST12 based on low smoke halogen free material (LSHF).  The choice of the type of oversheath depends on the design of the cable and the mechanical, thermal and fire performance required during installation and operation.  The maximum conductor temperatures in normal operation for the different types of oversheathing compounds covered by this document are given in [Table 2.](#_bookmark133)  If there is concern that the oversheath will be deteriorated by UV radiation, the oversheath shall be protected against UV radiation, which will be mutually agreed with the client. Black PE oversheaths containing the required amount of a suitable and well-dispersed grade of carbon black (see [Table 5](#_bookmark136)) are protected against UV radiation.  NOTE 1 For installation in air, as for example in tunnels or buildings, it is preferable for the cable to have some fire performance and low smoke and zero halogen properties. For such applications, an ST12 (LSHF) oversheath can be applied.  NOTE 2 For some applications the oversheath can be covered by a functional layer (e.g. semi-conductive).  **4.5 Rounding of numbers**  The procedure given in [Annex B](#_bookmark153) shall be applied to all numbers and values employed or derived during the use of this document.  **5 Precautions against water penetration in cables**  When cable systems are installed in the ground, in easily flooded galleries or in water, a radial water impermeable barrier is recommended.  Longitudinal water barriers may also be applied in order to avoid the need to replace long sections of cable in case of damage in the presence of water.  A test for longitudinal water penetration is given in [12.5.15.](#_bookmark92)  NOTE No test for radial water penetration is currently available.  **6 Cable characteristics**  For the purpose of carrying out the cable system or cable tests described in this document and recording the results, the cable shall be identified. The following characteristics shall be declared by the manufacturer:   1. Name of manufacturer, type, designation and manufacturing date (date of last production phase) or date code. 2. Rated voltage: values shall be given for *U0, U, Um* (see [4.1](#_bookmark9) and [8.4](#_bookmark24)). 3. Fire performance: if ST1, ST2 or ST12 oversheath material is used, then the subclauses of [12.5.14](#_bookmark90) to which compliance is claimed, apply.   NOTE Fire performance is dependent on the cable design as well as the oversheath material.   1. Type of conductor, its material and nominal cross-sectional area, in square mm; conductor construction; presence, if any, and nature of measures taken to reduce skin effect; presence, if any, and nature of measures taken to achieve longitudinal watertightness; if the nominal cross-sectional area is not in accordance with IEC 60228, the maximum DC conductor resistance, corrected to 1 km length and to 20 °C. 2. Compound (as defined in [Table 1](#_bookmark132)) and nominal thickness of insulation (*tn*) (see [4.2](#_bookmark10)). If the insulation is XLPE, special additives shall be declared if the higher value of tan *δ* according to [Table 3](#_bookmark134) is applicable. 3. Type of manufacturing process for insulation system. 4. Presence, if any, and nature of watertightness measures in the screening area. 5. Metal screen/sheath:   - constructional details of metal screen, for example material and construction of metal screen, number and diameter of wires; material, construction and nominal thickness of metal sheath, or longitudinally applied metal tape or foil bonded to the oversheath, if any. For cables with longitudinal applied metal tape or foils bonded to the oversheath whether the type CD or SD or SscD;  - maximum DC resistance of the metal screen.   1. Compound (as defined in [Table 2](#_bookmark133)) and nominal thickness of oversheath, and if applicable, nature and material of semi-conductive covering. 2. Nominal diameter of the conductor (d). 3. Nominal overall diameter of the cable (D). 4. Nominal inner diameter (*dii*) and calculated nominal outer diameter (*Dio*) of the insulation. 5. Nominal capacitance, corrected to 1 km length, between conductor and metal screen/sheath. 6. Calculated nominal electrical stress at conductor screen (*Ei*) and at insulation screen (*Eo*):   where:  *D*io = dii+ 2tn;  *D*io is the calculated nominal outer diameter of the insulation, in mm;  *d*ii is the declared nominal inner diameter of the insulation, in mm;  *t*n is the declared nominal insulation thickness, in mm.  Standard values of *U*0 in kV are given in [Table 4.](#_bookmark135)  If the calculated nominal electrical stress at the conductor screen is higher than 8,0 kV/mm and/or the calculated nominal electrical stress at the insulation screen is higher than 4,0 kV/mm, then a prequalification test according to Clause [13](#_bookmark98) is required.  The design of any integrated optical element(s), if applicable.  Whether a prequalification test is required and/or detailed test report(s) for existing relevant PQ test(s) covering the cable system, if any.  **7 Accessories characteristics**  **7.1 Gas immersed cable terminations**  Gas immersed cable terminations for use at rated voltages above 52 kV shall be designed in accordance with IEC 62271-209.  **7.2 Composite insulators for outdoor cable terminations**  Composite insulators for outdoor cable terminations shall have an MML complying with [Table 10,](#_bookmark141) Level I or II. Level I refers to a normal load and shall be generally applied, unless a purchaser specifies a heavy load of Level II. Alternatively, a different value of MML may be agreed between purchaser and supplier.  **7.3 Accessory characteristics to be declared**  For the purpose of carrying out the cable system or accessory tests described in this document and recording the results, the accessory shall be identified.  The following characteristics shall be declared by the manufacturer:   1. cables used for testing accessories shall be correctly identified as in Clause [6;](#_bookmark15) 2. a drawing shall be provided in which all relevant features tested under [Annex H](#_bookmark183) are shown, see Clause [H.1;](#_bookmark184) 3. current carrying connections used within the accessories shall be correctly identified, for both the conductor and metal screen, with respect to:  * assembly technique, * type, reference number and any other identification of the connector(s), * details of the type test approval of the connector(s), if applicable;  1. accessories to be tested shall be correctly identified with respect to:  * name of manufacturer, * type, designation and manufacturing date or date code, * rated voltage (see Clause [6](#_bookmark15) b) above), * material type of rubber mouldings forming the main insulation (e.g. silicone rubber or EPDM), * material type of dielectric fluid filling, if any, * type of outer protection, * whether the design includes sheath sectionalizing insulation, * installation instructions (reference and date);  1. additional requirement for gas immersed terminations:  * whether or not the termination insulator is suitable for supply to the switchgear manufacturer, in order to confirm compatibility and performance for the installation in the switchgear before delivery to site, * if suitable, the measures which are required to allow the switchgear routine test to be carried out without the cable present;  1. additional requirements for composite outdoor termination insulators:  * the MML value for the composite insulator, see [7.2,](#_bookmark18) * for insulators which will be pressurized in service, the maximum service pressure (MSP).   **8 Test conditions**  **8.1 Ambient temperature**  Unless otherwise specified in the details for the particular test, tests shall be carried out at an ambient temperature of (20 ± 15) °C.  **8.2 High voltage tests**  Unless otherwise indicated in this document, high voltage tests shall be carried out in accordance with IEC 60060-1. All high voltage tests in this document are withstand voltage tests.  No "atmospheric correction for dry tests" (IEC 60060-1:2010, 4.3) shall be applied to the test voltage values specified in this document.  **8.3 Waveform of lightning impulse test voltages**  In accordance with IEC 60230, the front time of the standard lightning impulse voltage shall be between 1 µs and 5 µs. The time to half value shall be 50 µs ± 10 µs as specified in IEC 60060-1.  **8.4 Relationship of test voltages to rated voltages**  Where test voltages are specified in this document as multiples of the rated voltage *U*0, the value of *U*0for the determination of the test voltages shall be as specified in [Table 4.](#_bookmark135)  For cables and accessories of rated voltages not shown in the table, the value of *U*0 for the determination of test voltages may be the same as for the nearest rated voltage which is given, provided that the value of *U*m for the cable and accessory is not higher than the corresponding value in the table. Otherwise, and particularly if the rated voltage is not close to one of the values in the table, the value of *U*0 on which the test voltages are based shall be the rated value, i.e. *U* divided by . The associated test voltages shall be established by calculation using the multipliers given in [Table 4](#_bookmark135) or interpolation where no multiplier is given.  The test voltages in this document are based on the assumption that the cables and accessories are used on systems of category A or B, as defined in IEC 60183.    **8.5 Determination of the cable conductor temperature**  It is recommended that one of the test methods described in [Annex A](#_bookmark142) is used to determine the actual conductor temperature.  **9 Routine tests on cables and accessories**  **9.1 General**  The following tests shall be carried out on each manufactured length of cable:   1. partial discharge test (see [9.2](#_bookmark28)); 2. voltage test (see [9.3](#_bookmark29)); 3. electrical test on oversheath of the cable, if required (see [9.4](#_bookmark30)).   The order in which these tests are carried out is at the discretion of the manufacturer.  The main insulation of each prefabricated accessory shall undergo partial discharge (see [9.2](#_bookmark28)) and voltage routine tests (see [9.3](#_bookmark29)) according to either 1), 2) or 3) below:   1. on accessories installed on cable; 2. by using a host accessory into which a component of an accessory is substituted for the test; 3. by using a simulated accessory rig in which the electrical stress environment of a main insulation component is reproduced.   In cases 2) and 3), the test voltage shall be selected so as to obtain electrical stresses at least the same as those on the component in a complete accessory when subjected to the test voltages specified in [9.2](#_bookmark28) and [9.3.](#_bookmark29)  The insulator of a gas immersed termination shall also be subjected to the routine tests given in IEC 62271-209.  Composite outdoor termination insulators which will be subjected to internal gas pressure in service shall be subjected, at normal atmospheric pressure and normal ambient temperature, to a routine hydraulic or gas (e.g. air, SF6, helium) test pressure corresponding to 2,0 × MSP for at least 1 min. No failure shall occur.  Routine tests do not apply to heat or cold shrink accessories or to accessories taped and/or moulded on-site.  NOTE The main insulation of prefabricated accessories consists of the components that come in direct contact with the cable insulation or are necessary to control the electric stress distribution in the accessory. Examples are pre- moulded or precast elastomer or filled epoxy resin insulating components that can be used singly or jointly to provide the necessary insulation or screening of accessories.  **9.2 Partial discharge test**  The partial discharge test shall be carried out in accordance with IEC 60885-3 for cables and the sensitivity as defined in IEC 60885-3 shall be 10 pC or better. Testing of accessories follows the same principles, but the sensitivity shall be 5 pC or better.  The test voltage shall be raised gradually to, and held at, 1,75 U0 for 10 s and then slowly reduced to 1,5 U0 (see [Table 4,](#_bookmark135) column 5).  There shall be no detectable discharge exceeding the declared sensitivity from the test object at 1,5 U0.  **9.3 Voltage test**  The voltage test shall be made at ambient temperature using an alternating test voltage at power frequency.  The test voltage shall be raised gradually to 2,5 U0 (see [Table 4,](#_bookmark135) column 4) and then be held for 30 min between the conductor and metal screen/sheath.  No breakdown of the insulation shall occur.  **9.4 Electrical test on oversheath of the cable**  When the test is required by the particular contract, the cable oversheath shall be subjected to the electrical test specified in Clause 3 of IEC 60229:2007.  **10 Sample tests on cables**  **10.1 General**  The following tests shall be carried out on samples which, for the tests in items b) and g), may be complete drum lengths of cable, taken to represent batches:   1. conductor examination (see [10.4](#_bookmark35)); 2. measurement of electrical resistance of conductor and of metal screen (see [10.5](#_bookmark36)); 3. measurement of thickness of insulation and oversheath (see [10.6](#_bookmark37)); 4. measurement of thickness of metal sheath (see [10.7](#_bookmark41)); 5. measurement of diameters, if required (see [10.8](#_bookmark46)); 6. hot set test for XLPE, EPR and HEPR insulations (see [10.9](#_bookmark47)); 7. measurement of capacitance (see [10.10](#_bookmark50)); 8. measurement of density of HDPE insulation (see [10.11](#_bookmark51)); 9. lightning impulse voltage test for a cable with calculated nominal electrical stress at conductor screen > 8,0 kV/mm when calculated according to Clause [6,](#_bookmark15) item n) (see [10.12](#_bookmark54)); 10. water penetration test, if applicable (see [10.13](#_bookmark55)); 11. tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath (see [10.14](#_bookmark56)).   **10.2 Frequency of tests**  The sample tests in items a) to h) and k) of [10.1](#_bookmark32) shall be carried out on one length from each batch (manufacturing series) of the same type and cross-section of cable, but shall be limited to not more than 10 % of the number of lengths in any contract, rounded to the nearest whole number.  The frequency of the tests in items i) and j) of [10.1](#_bookmark32) shall be in accordance with agreed quality control procedures. In the absence of such an agreement, one test shall be made for contracts with a cable length greater than 20 km.  **10.3 Repetition of tests**  If the sample from any length selected for the tests fails in any of the tests in [10.1,](#_bookmark32) further samples shall be taken from two further lengths of the same batch and subjected to the same tests as those in which the original sample failed. If both additional samples pass the tests, the other cables in the batch from which they were taken shall be regarded as having complied with the requirements of this document. If either fails, this batch of cables shall be regarded as having failed to comply.  **10.4 Conductor examination**  Compliance with the requirements of IEC 60228 for conductor construction, or the declared construction, shall be checked by inspection and measurement when practicable.  **10.5 Measurement of electrical resistance of conductor and metal screen**  The cable length, or a sample thereof, shall be placed in the test room, which shall be maintained at a reasonably constant temperature for at least 12 h before the test. If there is a doubt that the conductor or metal screen temperature is not the same as the room temperature, the resistance shall be measured after the cable has been in the test room for 24 h. Alternatively, the resistance can be measured on a sample of conductor or metal screen, conditioned for at least 1 h in a temperature-controlled liquid bath.  The DC resistance of the conductor or metal screen shall be corrected to a temperature of 20 °C and 1 km length of cable in accordance with the formulae and factors given in IEC 60228. For screens other than copper or aluminium, temperature coefficients and correction formulae shall be taken respectively from Table 1 and 2.1.1 of IEC 60287-1-1:2006.  The corrected DC resistance of the conductor at 20 °C shall not exceed the appropriate maximum value specified in IEC 60228 or, when a value for maximum DC conductor resistance is declared in Clause [6](#_bookmark15) d), then the corrected DC resistance of the conductor at 20 °C shall not exceed the declared value.  The corrected DC resistance of the metal screen at 20 °C shall not exceed the declared value.  **10.6 Measurement of thickness of cable insulation and oversheath**  **10.6.1 General**  The test method shall be in accordance with IEC 60811-201 for the insulation. For the oversheath the test method in accordance with IEC 60811-202:2012 and IEC 60811-202:2012/AMD1:2017 shall be applied, except that for sheaths where the underlying surface is not irregular the measurement may be made with a micrometer having a ball nose radius of 2,5 mm to 3 mm. The accuracy of the micrometer shall be ±0,01 mm.  Each cable length selected for the test shall be represented by a piece taken from one end after having discarded, if necessary, any portion that may have suffered damage.  In [10.6](#_bookmark37) the following symbols are used:  tmax is the maximum measured thickness, in mm;  tmin is the minimum measured thickness, in mm;  tn is the nominal thickness, in mm.  **10.6.2 Requirements for the insulation**  The minimum measured thickness shall not be less than 90 % of the nominal thickness:  tmin ≥ 0,90 tn  and additionally: tmax - tmin / tmax ≤ 0,15  tmax and tmin shall be measured at the same cross-section of the insulation.  The thickness of the semi-conducting screens on the conductor and over the insulation shall not be included in the thickness of the insulation  **10.6.3 Requirements for the cable oversheath**  The minimum measured thickness shall not be less than 85 % of the nominal thickness minus 0,1 mm:  tmin ≥ 0,85 tn − 0,1  In addition, for oversheaths applied onto a substantially smooth surface, the average of the measured values rounded to 0,1 mm shall be not less than the nominal thickness.  The latter requirement does not apply to oversheaths applied onto an irregular surface, such as one formed by metal screens of wires and/or tapes or corrugated metal sheath.  **10.7 Measurement of thickness of metal sheath**  **10.7.1 General**  The following tests apply if the cable has a metal sheath of lead, lead alloy, copper or aluminium. Foils which are applied for radial watertightness purposes only are excluded from these tests.  In [10.7](#_bookmark41) the following symbols are used:  tmin is the minimum measured thickness, in mm;  tn is the nominal thickness, in mm.  **10.7.2 Lead or lead alloy sheath**  **10.7.2.1 General**  The minimum measured thickness of the sheath shall not be less than 95 % of the nominal thickness minus 0,1 mm:  tmin ≥ 0,95 tn − 0,1  The thickness of the sheath shall be measured by one of the following methods, at the discretion of the manufacturer.  **10.7.2.2 Strip method**  The measurement shall be made with a micrometer with plane faces of 4 mm to 8 mm diameter. The accuracy of the micrometer shall be ±0,01 mm.  The measurement shall be made on a test piece of sheath about 50 mm in length removed from the completed cable. The piece shall be slit longitudinally and carefully flattened. After cleaning the test piece, a sufficient number of measurements shall be made along the circumference of the sheath and not less than 10 mm away from the edge of the flattened piece to ensure that the minimum thickness is measured.  **10.7.2.3 Ring method**  The measurements shall be made with a micrometer having either one flat nose and one ball nose, or one flat nose and a flat rectangular nose 0,8 mm wide and 2,4 mm long. The ball nose or the flat rectangular nose shall be applied to the inside of the ring. The accuracy of the micrometer shall be ±0,01 mm.  The measurements shall be made on a ring of the sheath carefully cut from the sample. The thickness shall be determined at a sufficient number of points around the circumference of the ring to ensure that the minimum thickness is measured.  **10.7.3 Copper or aluminium sheath**  The minimum measured thickness of the sheath shall not be less than 90 % of the nominal thickness minus 0,1 mm for a non-corrugated copper or aluminium sheath:  tmin ≥ 0,9 tn − 0,1  and not less than 85 % of the nominal thickness minus 0,1 mm for a corrugated copper or aluminium sheath:  tmin ≥ 0,85 tn − 0,1  The measurements shall be made with a micrometer having ball noses of radii about 3 mm. The accuracy shall be ±0,01 mm.  The measurements shall be made on a ring of the sheath, about 50 mm wide, carefully removed from the complete cable. The thickness shall be determined at a sufficient number of points around the circumference of the ring to ensure that the minimum thickness is measured.  **10.7.4 Metal tape for CD design**  The minimum measured thickness of the metal tape shall not be less than 90 % of the nominal thickness:  tmin ≥ 0,9 tn  The measurements shall be made with a micrometer having ball noses of radii about 3 mm. The accuracy shall be ±0,01 mm.  The measurements shall be made on a ring of the tape and oversheath, about 50 mm wide, carefully removed from the complete cable. The thickness shall be determined at a number of points around the circumference and on the side ends of the ring to ensure that the minimum thickness is measured.  **10.8 Measurement of diameters**  If the purchaser requires that the diameter of the core and/or the overall diameter of the cable shall be measured, the measurements shall be carried out in accordance with IEC 60811-203.  **10.9 Hot set test for XLPE, EPR and HEPR insulations**  **10.9.1 Procedure**  The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with IEC 60811-507, employing the test conditions given in [Table 8.](#_bookmark139)  The test pieces shall be taken from that part of the insulation where the degree of cross-linking is considered to be the lowest for the curing process employed.  **10.9.2 Requirements**  The test results shall comply with the requirements given in [Table 8.](#_bookmark139)  **10.10 Measurement of capacitance**  The capacitance shall be measured between conductor and metal screen/sheath at ambient temperature, and the ambient temperature shall be recorded with the test data.  The measured value of the capacitance shall be corrected to a 1 km length and shall not exceed the declared nominal value by more than 8 %.  **10.11 Measurement of density of HDPE insulation**  **10.11.1 Procedure**  The density of HDPE shall be measured using the sampling and test procedure given in IEC 60811-606.  **10.11.2 Requirements**  The results of the test shall comply with the requirements given in [Table 8.](#_bookmark139)  **10.12 Lightning impulse voltage test**  This test is only required for cables with a nominal electric conductor stress > 8,0 kV/mm.  The test shall be performed on a complete cable at least 10 m in length excluding test accessories, at a conductor temperature 5 K to 10 K above maximum conductor temperature in normal operation.  The assembly shall be heated by conductor current only, until the cable conductor reaches the required temperature.  If, for practical reasons, the test temperature cannot be reached, additional thermal insulation may be applied. The conductor temperature shall be maintained within the stated temperature limits for at least 2 h.  The lightning impulse voltage shall be applied, according to the procedure given in IEC 60230, while the conductor temperature is within the limits stated above. The cable shall withstand, without failure, 10 positive and 10 negative voltage impulses of the appropriate value given in [Table 4,](#_bookmark135) column 8.  No breakdown of the insulation shall occur.  **10.13 Water penetration test**  If longitudinal water blocking measures are employed in the cable, samples shall be taken from the complete cable, the test shall be applied and the requirements shall be met as described in [12.5.15.](#_bookmark92)  **10.14 Additional tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath**  For cables with a longitudinally applied metal tape or foil bonded to the oversheath, a 1 m sample shall be taken from the complete cable and subjected to the tests and requirements in [12.5.16.](#_bookmark93)  **11 Sample tests on accessories**  **11.1 Tests on components of accessory**  The characteristics of each component shall be verified in accordance with the specifications of the accessories manufacturer, either through test reports from the supplier of a given component or through internal tests.  The manufacturer of a given accessory shall provide a list of the tests to be performed on each component, indicating the frequency of each test.  The components shall be inspected against their drawings. There shall be no deviation outside the declared tolerances.  NOTE As components differ from one supplier to another, it is not possible to define common sample tests on components in this document.  **11.2 Tests on complete accessory**  For accessories where the main insulation cannot be routine tested (see [9.1](#_bookmark27)), the following electrical tests shall be carried out by the manufacturer on a fully assembled accessory:   1. partial discharge test (see [9.2](#_bookmark28)); 2. voltage test (see [9.3](#_bookmark29)).   The sequence in which these tests are carried out is at the discretion of the manufacturer.  NOTE Examples of main insulations that are not routine tested are heat shrink insulations and insulations taped and/or moulded on site.  These tests shall be performed on one accessory of each type per contract if the number of that type in the contract is above 50.  If the sample fails either of the above two tests, two further samples of the same accessory type shall be taken from the contract and subjected to the same tests. If both additional samples pass the tests, the other accessories of the same type from the contract shall be regarded as having complied with the requirements of this document. If either fails, this type of accessory of the contract shall be regarded as having failed to comply.  **12 Type tests on cable systems**  **12.1 General**  The tests specified in Clause [12](#_bookmark60) are intended to demonstrate the satisfactory performance of cable systems.  Once successfully completed, type tests need not be repeated, unless changes are made in the cable or accessory with respect to materials, manufacturing process, design or design electrical stress levels, which might adversely change the performance characteristics.  The clause references to be considered during a type test on a cable system are given in [Annex C,](#_bookmark154) [Table C.1.](#_bookmark155)  Type tests on gas immersed cable terminations for use at system voltages above 52 kV shall be carried out according to IEC 62271-209 in addition to the tests specified in this document.  Additional electrical type tests are required in IEC 62271-209, for the case where the gas immersed termination insulator is to be supplied to the switchgear manufacturer, to demonstrate that the termination can meet the switchgear routine and on-site tests.  NOTE 1 It can be convenient to carry out these additional tests using the same cable and insulator as employed for the cable system type test given in this document.  NOTE 2 Tests on terminations under extraneous precipitation or pollution are not specified in this document.  **12.2 Range of type approval**  When type tests have been successfully performed on one or more cable system(s) of specific cross-section(s), and of the same rated voltage and construction, the type approval shall be considered as valid for cable systems within the scope of this document with other cross- sections, rated voltages and constructions, provided that all the following conditions of a) to f) are met:  Type tests which have been successfully performed according to the previous edition of this document are valid.   1. The voltage group is not higher than that of the tested cable system(s). Cable systems of the same voltage group are those of rated voltages having a common value of Um, highest voltage for equipment, and the same test voltage levels (see [Table 4,](#_bookmark135) column 1 and 2). 2. The conductor cross-section is not larger than that of the tested cable. 3. The cable and the accessories have the same or similar constructions as those of the tested cable system(s).   Cables and accessories of similar construction are those of the same type and manufacturing process of insulation and semi-conducting screens.  Repetition of the electrical type tests is not necessary on account of the differences in the conductor or connector type or material or of the protective layers applied over the screened cores or over the main insulation part of the accessory, unless these are likely to have a significant effect on the results of the test. In some instances, it may be appropriate to repeat one or more of the type tests (e.g. bending test, heating cycle test and/or compatibility test).   1. The calculated nominal electrical stress and the impulse voltage stress at the cable conductor screen calculated using nominal dimensions do not exceed the respective calculated stresses of the tested cable system(s) by more than 10 %. 2. The calculated nominal electrical stress and the impulse voltage stress at the cable insulation screen calculated using nominal dimensions do not exceed the respective calculated stresses of the tested cable system(s). 3. The calculated nominal electrical stresses and the impulse voltage stresses calculated using nominal dimensions within the main insulation parts of the accessory and at the cable and accessory interfaces do not exceed the respective calculated stresses of the tested cable system(s). 4. For plug-in type bushings, full compliance is given only with the combination of the bushing and separable connector and cable used in the type test.   Users should be aware that separable connector performance and compatibility shall be checked if the bushing installed in the separable connector is different from that used for the insulated termination qualification.  For the extension of compliance to other combinations of separable connectors and bushings, in order to ensure an interchangeability of bushings, it is appropriate to repeat one or more of the electrical type tests (e.g. partial discharge test).  The type tests on cable components (see [12.5](#_bookmark76)) only need to be carried out on samples from cables of different voltage ratings and/or conductor cross-sectional areas if different materials and/or different manufacturing processes are used to produce them. However, repetition of the ageing tests on pieces of completed cable to check compatibility of materials (see [12.5.5](#_bookmark81)) is to be mutually agreed with the client if the combination of materials applied over the screened core is different from that of the cable on which type tests have been carried out previously.  A type test certificate signed by the representative of a competent witnessing body, or a report by the manufacturer giving the test results and signed by the appropriate qualified officer, or a type test certificate issued by an independent test laboratory, shall be acceptable as evidence of type testing.  **12.3 Summary of type tests**  The type tests shall comprise the electrical tests on the complete cable system as specified in [12.4,](#_bookmark64) and the appropriate non-electrical tests on cable components and completed cable specified in [12.5.](#_bookmark76)  The non-electrical tests on cable components and complete cable are listed in [Table 5](#_bookmark136) and [Table 9,](#_bookmark140) indicating which tests are applicable to each insulation and oversheath compound. The tests under fire conditions are only required if the manufacturer wishes to claim compliance with these tests as a special feature of the design of the cable.  The tests listed in [12.4.2](#_bookmark66) shall be performed on one or more samples of complete cable, depending on the number of accessories involved, at least 10 m in length excluding the accessories.  The minimum length of free cable between accessories shall be 5 m.  The accessories shall be installed after the bending test on the cable. One sample of each accessory type shall be tested.  Cable and accessories shall be assembled in the manner specified by the manufacturer's instructions, with the grade and quantity of materials supplied, including lubricants if any.  The external surface of accessories shall be dry and clean, but neither the cables nor the accessories shall be subjected to any form of conditioning not specified in the manufacturer's instructions which might modify the electrical, thermal or mechanical performance.  During tests c) to g) of [12.4.2,](#_bookmark66) it is necessary to test joints with their outer protection fitted.  Measurement of resistivity of semi-conducting screens described in [12.4.9](#_bookmark75) shall be made on a separate sample.  **12.4 Electrical type tests on cable systems**  **12.4.1 Test voltage values**  Prior to the electrical type tests, the insulation thickness of the cable shall be measured by the method specified in IEC 60811-201 on a representative sample taken from the length to be used for the tests, to check that the average thickness is not excessive compared with the nominal value.  If the average thickness of the insulation does not exceed the nominal value by more than 5 %, the test voltages shall be the values specified in [Table 4](#_bookmark135) for the rated voltage of the cable.  If the average thickness of the insulation exceeds the nominal value by more than 5 % but by not more than 15 %, the test voltage shall be adjusted to give an electrical stress at the conductor screen equal to that applying when the average thickness of the insulation is equal to the nominal value and the test voltages are the normal values specified for the rated voltage of the cable.  The cable length used for the electrical type tests shall not have an average insulation thickness exceeding the nominal value by more than 15 %.  **12.4.2 Tests and sequence of tests**  The tests in items a) to h) shall be made in the following sequence:   1. bending test on the cable followed by visual inspection, where applicable, (see [12.4.3](#_bookmark67)) and installation of the accessories and a partial discharge test at ambient temperature (see [12.4.4](#_bookmark68)); 2. tan δ measurement (see [12.4.5](#_bookmark69));   This test may be carried out on a different cable sample taken from the same manufacturing batch, with test terminations which may be different from those used for the remainder of the sequence of tests.   1. heating cycle voltage test (see [12.4.6](#_bookmark70)); 2. partial discharge tests (see [12.4.4](#_bookmark68));   - at ambient temperature, and  - at high temperature.  The tests shall be carried out after the final cycle of item c) above or, alternatively, after item e) below;   1. lightning impulse voltage test followed by a power frequency voltage test (see [12.4.7](#_bookmark71)); 2. partial discharge tests, if not previously carried out in item d) above; 3. additional tests for accessories (see [Annex H](#_bookmark183)); 4. examination of the cable system with cable and accessories on completion of the above tests (see [12.4.8](#_bookmark72)); 5. the resistivity of the cable semi-conducting screens (see [12.4.9)](#_bookmark75) shall be measured on a separate sample.   Test voltages shall be in accordance with the values given in the appropriate column of [Table 4.](#_bookmark135)  **12.4.3 Bending test**  The cable sample shall be bent around a test cylinder (for example, the hub of a cable drum) at ambient temperature for at least one complete turn and unwound, without axial rotation. The sample shall then be rotated through 180° and the process repeated.  This cycle of operations shall be carried out three times in total. The nominal diameter of the test cylinder shall be:   1. for cables with non-corrugated copper or non-corrugated aluminium sheaths:   - 36 (*d + D*) for single-core cables;  - 25 (*d + D*) for three-core cables;   1. for cables with lead, lead-alloy or corrugated metal sheaths:   - 25 (*d + D*) for single-core cables;  - 20 (*d + D*) for three-core cables;   1. for cables with longitudinally applied metal tape or foils (overlapped or welded) bonded to the oversheath:   - 20 (D + d) for CD,  - 25 (D + d) for SD and CD + wires,  - 10 Ds for SscD.   1. for other cables:   - 20 (d + D) for single-core cables;  - 15 (d + D) for three-core cables;  where  *d* is the nominal diameter of the conductor, in mm (see Clause [6,](#_bookmark15) item j));  *D* is the nominal overall diameter of the cable, in mm (see Clause [6,](#_bookmark15) item k));  *Ds* is the nominal diameter of the metal screen/sheath layer, in mm.  The tolerance for the diameter of the test cylinder is −0 % + 5 % of the nominal diameter. Smaller bending diameters may be used at the discretion of the manufacturer.  In the case of cables with a laminated metal tape or foil, a visual examination according to [Annex G,](#_bookmark170) Clause [G.1](#_bookmark171) shall be carried out, after completion of the three bending cycles.  **12.4.4 Partial discharge tests**  The tests shall be performed in accordance with IEC 60885-3, the sensitivity being 5 pC or better.  The test voltage shall be raised gradually to and held at 1,75 U0 for 10 s and then slowly reduced to 1,5 U0 (see [Table 4,](#_bookmark135) column 5).  When performed at high temperature, the test shall be carried out on the assembly at a cable conductor temperature 5 K to 10 K above the maximum cable conductor temperature in normal operation. The conductor temperature shall be maintained within the stated temperature limits for at least 2 h. The assembly shall be heated by conductor current only.  If, for practical reasons, the test temperature cannot be reached, additional thermal insulation may be applied.  There shall be no detectable discharge exceeding the declared sensitivity from the test object at 1,5 U0.  **12.4.5 Tan δ measurement**  The sample shall be heated by conductor current only and the temperature of the conductor determined either by measuring its resistance or by temperature sensors on the surface of the screen/sheath, or by temperature sensors on the conductor of another sample of the same cable heated by the same means.  The sample shall be heated until the conductor reaches a temperature which shall be 5 K to 10 K above the maximum conductor temperature in normal operation.  If, for practical reasons, the test temperature cannot be reached, additional thermal insulation may be applied.  The conductor temperature shall be maintained within the stated temperature limits for at least 2 h.  The tan δ shall then be measured at a power frequency voltage of U0 at the temperature specified above (see [Table 4,](#_bookmark135) column 6).  The measured value shall not exceed the value given in [Table 3.](#_bookmark134)  **12.4.6 Heating cycle voltage test**  The cable shall have a U-bend with a diameter not greater than the test cylinder diameter, including the +5 % tolerance, as specified in [12.4.3.](#_bookmark67)  The assembly shall be heated by conductor current only, until the cable conductor reaches a steady temperature 5 K to 10 K above the maximum conductor temperature in normal operation.  If, for practical reasons, the test temperature cannot be reached, additional thermal insulation may be applied. The heating shall be applied for at least 8 h. The conductor temperature shall be maintained within the stated temperature limits for at least 2 h of each heating period. This shall be followed by at least 16 h of natural cooling to a conductor temperature less than or equal to 30 °C or within 10 K of ambient temperature, whichever is the higher. The conductor current during the last 2 h of each heating period shall be recorded.  The cycle of heating and cooling shall be carried out 20 times.  During the whole of the test period, a voltage of 2 U0 shall be applied to the assembly (see [Table 4,](#_bookmark135) column 7).  Heating cycles with a conductor temperature higher than 10 K above the maximum conductor temperature in normal operation are considered valid.  Interruption is allowed during the test, provided at least 20 valid heating cycles, with applied voltage, are completed.  **12.4.7 Lightning impulse voltage test followed by a power frequency voltage test**  The assembly shall be heated by conductor current only, until the cable conductor reaches a steady temperature 5 K to 10 K above the maximum conductor temperature in normal operation.  The conductor temperature shall be maintained within the stated temperature limits for at least 2 h.  If, for practical reasons, the test temperature cannot be reached, additional thermal insulation may be applied. The lightning impulse voltage shall be applied, according to the procedure given in IEC 60230, while the conductor temperature is within the limits stated above.  The assembly shall withstand without failure or flashover 10 positive and 10 negative voltage impulses of the appropriate value given in [Table 4,](#_bookmark135) column 8.  After the lightning impulse voltage test, the assembly shall be subjected to a power frequency voltage test at 2,5 U0 for 15 min (see [Table 4,](#_bookmark135) column 9). At the discretion of the manufacturer, this test may be carried out either during the cooling period or at ambient temperature.  No breakdown of the insulation or flashover shall occur.  **12.4.8 Examination**  **12.4.8.1 Cable and accessories**  Examination of the cable by dissection of a sample and, whenever possible, of the accessories by dismantling, with normal or corrected vision without magnification, shall reveal no signs of deterioration (e.g. electrical degradation, leakage, corrosion or harmful shrinkage) which could affect the system in service operation.  NOTE Additional guidance on the examination of cable and accessories is given in informative [Annex J.](#_bookmark218)  **12.4.8.2 Cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath**  A 1 m sample shall be taken from the U-bend part of the cable length and subjected to the tests in [12.5.16.](#_bookmark93)  **12.4.9 Resistivity of semi-conducting screens**  **12.4.9.1 General**  Measurement of resistivity of the cable semi-conducting screens shall be made on samples from the same manufacturing batch as the cable under test.  The resistivity of extruded semi-conducting screens applied over the conductor and over the insulation shall be determined by measurements on test pieces taken from the core of a sample of cable as manufactured, and a sample of cable which has been subjected to the ageing treatment to test the compatibility of component materials specified in [12.5.5.](#_bookmark81)  **12.4.9.2 Procedure**  The test procedure shall be in accordance with [Annex D.](#_bookmark158)  The measurements shall be made at a temperature within ±2 K of the maximum conductor temperature in normal operation.  **12.4.9.3 Requirements**  The resistivity, both before and after ageing, shall not exceed the following values:  - conductor screen: 1 000 Ωm;  - insulation screen: 500 Ωm.  **12.5 Non-electrical type tests on cable components and on complete cable**  **12.5.1 General**  The tests are as follows:   1. check of cable construction (see [12.5.2)](#_bookmark78); 2. tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing (see [12.5.3](#_bookmark79)); 3. tests for determining the mechanical properties of oversheaths before and after ageing (see [12.5.4](#_bookmark80)); 4. ageing tests on pieces of complete cable to check compatibility of materials (see [12.5.5](#_bookmark81)); 5. loss of mass test on PVC oversheaths for type ST2 (see [12.5.6](#_bookmark82)); 6. pressure test at high temperature for oversheaths (ST1, ST2, ST7, and ST12) (see [12.5.7](#_bookmark83)); 7. tests for PVC and LSHF oversheaths (ST1, ST2, ST12) at low temperature (see [12.5.8](#_bookmark84)); 8. heat shock test for PVC oversheaths (ST1 and ST2) (see [12.5.9](#_bookmark85)); 9. ozone resistance test for EPR and HEPR insulations (see [12.5.10](#_bookmark86)); 10. hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations (see [12.5.11](#_bookmark87)); 11. measurement of density for HDPE insulation (see [12.5.12](#_bookmark88)); 12. measurement of carbon black content for black PE oversheaths (ST3 and ST7) (see [12.5.13](#_bookmark89)); 13. test under fire conditions (ST1, ST2 and ST12) (see [12.5.14](#_bookmark90)); 14. water penetration test (see [12.5.15](#_bookmark92)); 15. tests for components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath (see [12.5.16](#_bookmark93)); 16. shrinkage test for PE, HDPE and XLPE insulations (see [12.5.17](#_bookmark94)); 17. shrinkage test for PE and LSHF oversheaths (ST3, ST7 and ST12) (see [12.5.18](#_bookmark95)); 18. determination of hardness for HEPR insulation (see [12.5.19](#_bookmark96)); 19. determination of the elastic modulus for HEPR insulation (see [12.5.20](#_bookmark97))   **12.5.2 Check of cable construction**  The examination of the conductor and measurements of insulation, oversheath and metal sheath thicknesses shall be carried out in accordance with [10.4,](#_bookmark35) [10.6](#_bookmark37) and [10.7,](#_bookmark41) and shall comply with the requirements given therein.  **12.5.3 Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing**  **12.5.3.1 Sampling**  Sampling and preparation of test pieces shall be carried out in accordance with [IEC 60811‑501:2012 and IEC 60811-501:2012/AMD1:2018.](https://webstore.iec.ch/publication/63366)  **12.5.3.2 Ageing treatment**  The ageing treatment shall be carried out in accordance with IEC 60811-401 under the conditions specified in [Table 6.](#_bookmark137)  **12.5.3.3 Conditioning and mechanical tests**  Conditioning and measurement of mechanical properties shall be carried out in accordance with [IEC 60811-501:2012](https://webstore.iec.ch/publication/63366) and IEC 60811-501:2012/AMD1:2018, except that:   1. it is not compulsory to carry out tensile tests on the aged and unaged test pieces in immediate succession and 2. any suitable measuring instrument may be used, e.g. a micrometer.   **12.5.3.4 Requirements**  The test results for unaged and aged test pieces shall comply with the requirements given in [Table 6.](#_bookmark137)  **12.5.4 Tests for determining the mechanical properties of oversheaths before and after ageing**  **12.5.4.1 Sampling**  Sampling and preparation of test pieces shall be carried out in accordance with [IEC 60811‑501:](https://webstore.iec.ch/publication/63366)2012 and IEC 60811-501:2012/AMD1:2018.  **12.5.4.2 Ageing treatment**  The ageing treatment shall be carried out in accordance with IEC 60811-401 under the conditions given in [Table 7.](#_bookmark138)  **12.5.4.3 Conditioning and mechanical tests**  Conditioning and the measurement of mechanical properties shall be carried out in accordance with [IEC 60811-501:2012](https://webstore.iec.ch/publication/63366) and IEC 60811-501:2012/AMD1:2018, except that:   1. it is not compulsory to carry out tensile tests on the aged and unaged test pieces in immediate succession and 2. any suitable measuring instrument may be used, e.g. a micrometer.   **12.5.4.4 Requirements**  The test results for unaged and aged test pieces shall comply with the requirements given in [Table 7.](#_bookmark138)  **12.5.5 Ageing tests on pieces of complete cable to check compatibility of materials**  **12.5.5.1 General**  The ageing test on pieces of completed cable shall be carried out to check that the insulation, the extruded semi-conducting screens and the oversheath are not liable to excessive deterioration in operation due to contact with other components in the cable.  The test is applicable to cables of all types.  **12.5.5.2 Sampling**  Samples for the test on insulation and oversheath shall be taken from the completed cable as described in IEC 60811-401.  **12.5.5.3 Ageing treatment**  The ageing treatment of the pieces of cable shall be carried out in an air oven, as described in IEC 60811-401, under the following conditions:  - temperature: (10 ± 2) K above the maximum conductor temperature of the cable in normal operation (see [Table 1](#_bookmark132));  - duration: 7 × 24 h.  **12.5.5.4 Mechanical tests**  Test pieces of insulation and oversheath from the aged pieces of cable shall be prepared and subjected to mechanical tests as described in IEC 60811-401.  **12.5.5.5 Requirements**  The variations between the median values of tensile strength and elongation at break after ageing and the corresponding values obtained without ageing (see [12.5.3](#_bookmark79) and [12.5.4](#_bookmark80)) shall not exceed the values applying to the test after ageing in an air oven given in [Table 6](#_bookmark137) for insulations and in [Table 7](#_bookmark138) for oversheaths.  **12.5.6 Loss of mass test on PVC oversheaths of type ST2**  **12.5.6.1 Procedure**  The loss of mass test for ST2 oversheaths shall be carried out as described in IEC 60811-409 under the conditions given in [Table 9.](#_bookmark140)  **12.5.6.2 Requirements**  The results shall comply with the requirements given in [Table 9.](#_bookmark140)  **12.5.7 Pressure test at high temperature on oversheaths**  **12.5.7.1 Procedure**  The pressure test at high temperature for ST1, ST2, ST7 and ST12 oversheaths shall be carried out as described in IEC 60811-508:2012 and IEC 60811-508:2012/AMD1:2017, except that:   1. either an oven with natural air circulation or one with fan assisted circulation may be used. In the latter case better temperature control is possible, however the test sample shall not be subjected to vibration, and 2. if the oversheath is solidly bonded to a metal sheath then the oversheath shall not be removed from the metal sheath but shall be tested as if the metal sheath were the mandrel. The metal sheath shall be supported so that it is not deformed during the test.   The test conditions given in the test method and [Table 7](#_bookmark138) shall be used.  **12.5.7.2 Requirements**  The results shall comply with the requirements given in [Table 7.](#_bookmark138)  **12.5.8 Test on PVC oversheaths (ST1, ST2) and LSHF oversheaths (ST12) at low temperature**  **12.5.8.1 Procedure**  The test at low temperature for ST1, ST2 and ST12 oversheaths shall be carried out as described in IEC 60811-505 and IEC 60811-506, employing the test temperature given in [Table 9.](#_bookmark140)  **12.5.8.2 Requirements**  The results of the test shall comply with the requirements given in IEC 60811-505 and IEC 60811-506.  **12.5.9 Heat shock test for PVC oversheaths (ST1 and ST2)**  **12.5.9.1 Procedure**  The heat shock test on ST1 and ST2 oversheaths shall be carried out as described in IEC 60811-509, the test temperature and duration being in accordance with [Table 9.](#_bookmark140)  **12.5.9.2 Requirements**  The results of the test shall comply with the requirements given in [Table 9.](#_bookmark140)  **12.5.10 Ozone resistance test for EPR and HEPR insulations**  **12.5.10.1 Procedure**  EPR and HEPR insulations shall be tested for resistance to ozone using the sampling and test procedure described in IEC 60811-403. The ozone concentration and test duration shall be in accordance with [Table 8.](#_bookmark139)  **12.5.10.2 Requirements**  The results of the test shall comply with the requirements given in [Table 8.](#_bookmark139)  **12.5.11 Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations**  EPR, HEPR and XLPE insulations shall be subjected to the hot set test described in [10.9](#_bookmark47) and shall comply with its requirements.  **12.5.12 Measurement of density of HDPE insulation**  The density of HDPE insulation shall be measured in accordance with [10.11](#_bookmark51) and shall comply with its requirements.  **12.5.13 Measurement of carbon black content of black PE oversheaths (ST3 and ST7)**  **12.5.13.1 Procedure**  The carbon black content of ST3 and ST7 black oversheaths shall be measured using the sampling and test procedure described in IEC 60811-605:2012, except that after the final heating stage (in which the remaining carbon is burnt), the sample shall not be allowed to cool in the test assembly but shall be cooled in a desiccator, using the same procedure as used for the previous cooling stage (but with air or oxygen instead of nitrogen gas flow).  If there is an extruded semi-conductive layer applied to the oversheath, this shall not be included in the test sample.  **12.5.13.2 Requirements**  The nominal value of the carbon black content shall be (2,5 ± 0,5) %.  By agreement between manufacturer and customer lower values are allowed for special applications not exposed to UV.  **12.5.14 Test under fire conditions**  **12.5.14.1 General**  Tests shall be carried out following the relevant subclauses below, in accordance with the fire performance claimed in Clause [6,](#_bookmark15) item c).  **12.5.14.2 Flame spread test on single cables**  The test under fire conditions in accordance with IEC 60332-1-2 shall be carried out on a sample of completed cable.  The results shall comply with the requirements given in [Table 9.](#_bookmark140)  If a failure is recorded, two more tests shall be carried out. If both tests result in passes, the cable shall be deemed to have passed the test.  **12.5.14.3 Test for vertical flame spread of vertically mounted cables**  The test for vertical flame spread of vertically mounted cables shall be carried out in accordance with IEC 60332-3-24, on samples of completed cable.  NOTE Higher performance to meet requirements of IEC 60332-3-22 or IEC 60332-3-23 can be agreed between manufacturer and customer. The fire performance level achieved depends on cable design as well as material performance.  The results shall comply with the requirements given in [Table 9.](#_bookmark140)  **12.5.14.4 Measurement of smoke density of cables under defined conditions**  The test for measurement of smoke density of cables under defined conditions shall be carried out in accordance with IEC 61034-2:2005 and IEC 61034-2:2005/AMD1:201 on a sample of completed cable.  The results shall comply with the requirements given in [Table 9.](#_bookmark140)  **12.5.14.5 Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity of gases evolved during combustion of the oversheath**  The test according to IEC 60754-2 shall be carried out on the oversheath of the cable. The results shall comply with the requirements given in [Table 9.](#_bookmark140)  **12.5.14.6 Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity of gases evolved during combustion of the non-metallic materials in the cable**  This test shall only be carried out if the test in [12.5.14.5](#_bookmark91) is also carried out.  The test according to IEC 60754-2 shall be carried out on the non-metallic components of the cable.  The weighted values of pH and conductivity of the cable shall be calculated according to IEC 60754-2 and shall comply with the requirements given in [Table 9.](#_bookmark140)  **12.5.15 Water penetration test**  The water penetration test shall be applied to those designs of cable where barriers to longitudinal water penetration have been included as declared in Clause [6,](#_bookmark15) item c) and Clause [6,](#_bookmark15) item f). The test is designed to meet the requirements for buried cables and is not intended to apply to cables which are constructed for use as submarine cables.  The test consists of two parts, one for the complete cable and all its design elements and one for the water penetration in the conductor. The apparatus, sampling, test procedure and requirements shall be in accordance with [Annex E](#_bookmark160) and [Annex F.](#_bookmark165)  **12.5.16 Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath**  The sample shall be subjected to the following tests:   1. visual examination (see Clause [G.1)](#_bookmark171); 2. adhesion and peel strength of the laminated metal foil (see Clause [G.2](#_bookmark172));   The apparatus, test procedure and requirements shall be in accordance with [Annex G.](#_bookmark170)  **12.5.17 Shrinkage test for PE, HDPE and XLPE insulations**  **12.5.17.1 Procedure**  The shrinkage test shall be carried out on insulations of PE, HDPE and XLPE using the sampling and test procedure described in IEC 60811-502 and the conditions specified in [Table 8.](#_bookmark139)  **12.5.17.2 Requirements**  The results of the test shall comply with the requirements given in [Table 8.](#_bookmark139)  **12.5.18 Shrinkage test for PE oversheaths (ST3, ST7) and LSHF oversheaths (ST12)**  **12.5.18.1 Procedure**  The shrinkage test shall be carried out on PE oversheaths of ST3 and ST7 and on LSHF oversheaths of ST12 using the sampling and test procedure described in IEC 60811-503 and the conditions specified in [Table 7.](#_bookmark138)  **12.5.18.2 Requirements**  The results of the test shall comply with the requirements given in [Table 7.](#_bookmark138)  **12.5.19 Determination of hardness of HEPR insulation**  **12.5.19.1 Procedure**  The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with [Annex I.](#_bookmark207)  **15.5.19.2 Requirements**  The results of the test shall comply with [Table 8.](#_bookmark139)  **12.5.20 Determination of the elastic modulus of HEPR insulation**  **12.5.20.1 Procedure**  Sampling, preparation of the test pieces and the test procedure shall be carried out in accordance with [IEC 60811-501:2012](https://webstore.iec.ch/publication/63366) and IEC 60811-501:2012/AMD1:2018.  The loads required for 150 % elongation shall be measured. The corresponding stresses shall be calculated by dividing the loads measured by the cross-sectional areas of the unstretched test pieces. The ratios of the stresses to strains shall be determined to obtain the elastic modulus at 150 % elongation.  The elastic modulus shall be the median value.  **12.5.20.2 Requirements**  The results of the test shall comply with the requirements of [Table 8.](#_bookmark139)  **13. Prequalification test of the cable system**  **13.1 General and range of prequalification test approval**  When a prequalification test has been successfully performed on a cable system, it qualifies the manufacturer as a supplier of cable systems of the same family with the same or lower voltage ratings, as long as the calculated nominal electrical stresses at the cable insulation screen are equal to or lower than for the tested cable system.  The prequalification test shall be performed on cable systems where the calculated nominal electrical stresses at the conductor screen are higher than 8,0 kV/mm and/or at the insulation screen higher than 4,0 kV/mm. The prequalification test shall be performed except:  - if cable systems with the same construction and accessories of the same family have been prequalified for an equal or higher rated voltage;  - or if the manufacturer can demonstrate good service experience with cable systems with equal or higher calculated electrical stresses on the conductor and insulation screens, in the main insulation part(s) and in boundaries of the accessories and of accessories of the same family;  - or if the manufacturer has fulfilled the requirements of an equivalent long-term test following a national or customer specification on a cable system with the same construction and accessories of the same family.  When a prequalified cable system is changed by exchanging a cable and/or accessory with another one that is already prequalified in another cable system with the same or higher calculated nominal electrical stresses at the insulation screen of the subjected system, the current prequalification shall be extended with this cable and/or accessory when the requirements of [13.3](#_bookmark108) are all met.  When a prequalified cable system is changed by using another cable and/or accessory that is not part of a prequalified cable system, or is already prequalified in another cable system with lower calculated nominal electrical stresses at the insulation screen of the subjected system, the prequalification test on this new complete cable system shall be performed by meeting all requirements of [13.2.](#_bookmark100)  A list of prequalification tests as well as extension of prequalification tests is given in [Annex C.](#_bookmark154)  The prequalification test need only be carried out once unless there is substantial change in the cable system with respect to material, manufacturing process, design or design electrical stress levels.  NOTE 1 A substantial change is defined as that which might adversely affect the performance of the cable system. In this case, the supplier provides a detailed case, including test evidence, if modifications are introduced, which are claimed not to constitute a substantial change.  NOTE 2 A prequalification test is carried out using a cable of a large conductor cross-section in order to cover thermo-mechanical aspects.  A prequalification test certificate signed by the representative of a competent witnessing body, or a report by the manufacturer giving the test results and signed by the appropriate qualified officer, or a prequalification test certificate issued by an independent test laboratory shall be acceptable as evidence of prequalification testing.  **13.2 Prequalification test on complete system**  **13.2.1 Summary of prequalification tests**  The prequalification test shall comprise the electrical tests on the complete cable system with a minimum of 20 m of full-sized cable including at least one of each type of accessory. The minimum length of free cable between accessories shall be 10 m. The sequence of tests shall be as follows:   1. heating cycle voltage test (see [13.2.4)](#_bookmark105); 2. lightning impulse voltage test (see [13.2.5](#_bookmark106)); 3. examination of the cable system after completion of the tests above (see [13.2.6](#_bookmark107)).   It could be the case that one or more of the accessories do not fulfil all the requirements of the prequalification tests in [13.2.](#_bookmark100) After repair of the test assembly the prequalification tests may be continued on the remaining cable system (cable with the remaining accessories). If all the requirements of the tests in [13.2](#_bookmark100) are met by this remaining cable system, this remaining system is prequalified. The accessory or accessories that did not fulfil the requirements are excluded from this prequalification. However, the test may be continued for prequalification of the cable with the replaced accessory until all requirements of [13.2](#_bookmark100) are met. If the manufacturer decides to include the repaired accessory in the cable system prequalification, the beginning of the prequalification test of the complete system is considered to start after the repair.  **13.2.2 Test voltage values**  Prior to the prequalification test of the cable system, the insulation thickness of the cable shall be measured and the test voltage values adjusted, if necessary, as stated in [12.4.1.](#_bookmark65)  **13.2.3 Test arrangement**  Cable and accessories shall be assembled in the manner specified by the manufacturer’s instructions, with the grade and quantity of materials supplied, including lubricants, if any.  The test may be performed in a laboratory and not necessarily in a situation simulating the real installation conditions.  If a joint is designed for use both in flexible and rigid installations, one joint shall be installed in a flexible configuration and another in a rigid configuration, see [Figure 1.](#_bookmark104) If the joint is designed only for use in rigid installations, the joint shall be installed rigidly fixed at both sides. If a joint is designed only for flexible installations, the joint shall be installed in a flexible configuration at both sides.  The test loop shall have a U-bend with a diameter not greater than the test cylinder diameter, including the +5% tolerance, specified in [12.4.3.](#_bookmark67)  NOTE The example in [Figure 1](#_bookmark104) is easier to realize than a full simulation of practical laying conditions. Thermo- mechanical aspects of the design will not be tested with this test set-up.  In special cases where thermo-mechanical aspects shall be considered, special test arrangements representative of installation design conditions should be considered. Ambient conditions may vary between installations and during the test and are not considered to have any major influence.  As an outdoor test facility may be used, the commonly specified limits on ambient temperature (20 ± 15) °C do not apply. |
|  | |
| Түлхүүр үг  1 клемм  J1 холболт нь хатуу болон уян бэхэлгээнд зориулагдсан бөгөөд J2 холболтыг зөвхөн уян төхөөрөмжид ашиглана.  **1-р зураг – Урьдчилсан туршилтад хийх туршилтын монтажийн жишээ**  **13.2.4 Халаах циклийн хүчдэлийн туршилт**  Дамжуулагч нь хэвийн ажиллагааны үеийн хамгийн их дамжуулагчийн температураас 0 К-ээс 5 К-ийн температураас дээш гарах хүртэл уг угсралтыг зөвхөн дамжуулагчийн гүйдлээр халаана. Орчны хувьсамтгай нөхцөлүүд нь туршилтын явцад дамжуулагчийн гүйдлийг тохируулах шаардлагатай байж болно.  Халаалтын төхөөрөмжийг сонгохдоо кабелийн дамжуулагч дээр дурдсан температурт хүрч, туслах хэрэгслүүдээс хол байх ёстой. Кабелийн гадаргуугийн температурын мэдээллийг тэмдэглэнэ.  Хэрэв практик шалтгаанаар туршилтын температурт хүрч чадахгүй бол нэмэлт дулаан тусгаарлагч хэрэглэж болно.  Багадаа 8 цагийн турш халаана.  Дамжуулагчийн температурыг халаалтын үе бүрт багадаа 2 цагийн турш заасан температурын хязгаарт байлгана.  Үүний дараа 30 0С-аас бага эсвэл ттэнцүү буюу түүнээс дээш орчны температураас 10 К-ийн доторх дамжуулагчийн температур хүртэл 16 цагаас багагүй хугацаанд ердийн хөргөлт хийнэ. Туршилтын бүх хугацаанд угсралтад 1,7 U0 хүчдэл өгөх ёстой. Халаалт, хөргөлтийн мөчлөгийг 180-аас цөөнгүй удаа хийнэ. Хэвийн ажиллагааны үед дамжуулагчийн хамгийн их температураас 5 К-ээс дээш дамжуулагчийн температуртай халаалтын циклийг хүчинтэй гэж үзнэ. Өндөр температурт байх хугацаа 1 цагаас 2 цагийн хооронд байх дээд тал нь 10 хүртэлх мөчлөгийг мөн хүчинтэй мөчлөгт тооцож болно. Хэрэглэсэн хүчдэлтэй 180 цөөнгүй хүчинтэй халаалтын циклийг дуусгах ёстой. Туршилтын явцад халаалтын мөчлөг эсвэл туршилтын хүчдэл таслахыг зөвшөөрнө. Ямар ч эвдрэл гарах ёсгүй.  ТАЙЛБАР Хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх талаар эрт сэрэмжлүүлж, эвдрэл гарахаас өмнө засвар хийх боломж бүрдүүлэхийн тулд хэсэгчилсэн цэнэгийн хэмжилтийг илүүд үздэг.  **13.2.5 Аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилт**  Туршилтыг иж бүрэн угсралт дээр гүйцэтгэх ба кабелийн дамжуулагчийн температур нь хэвийн ажиллагааны үед дамжуулагчийн хамгийн их температураас 0 К-ээс 5 К-ээр өндөр байна. Дамжуулагчийн температурыг тогтоосон температурын хязгаарт 2 цагаас багагүй хугацааны турш барих ёстой. Хэрэв бодит шалтгааны улмаас туршилтын температурт хүрч чадахгүй бол нэмэлт дулаан тусгаарлалт хийж болно. Импульсийн хүчдэлийг IEC 60230-д заасан журмын дагуу хэрэглэнэ. Туршилтын угсралт нь 4-р хүснэгтийн 8-р баганад өгөгдсөн зохих утгын 10 эерэг ба 10 сөрөг хүчдэлийн импульсийг гэмтэлгүйгээр тэсвэрлэх ёстой.  **13.2.6 Шалгалт**  Кабелийн систем (кабель ба туслах хэрэгсэл) -ийн шалгалт ба шаардлагыг 12.4.8-д заасны дагуу хийнэ.  **13.3 Кабелийн системийн урьдчилсан туршилт сунгах туршилт**  **13.3.1 Урьдчилсан туршилтыг сунгах туршилтын хураангуй**  Урьдчилан шалгах туршилтын өргөтгөл нь 13.3.2-т заасны дагуу кабелийн иж бүрэн системийн туршилтын цахилгааны хэсэг, 12.5-д заасны дагуу кабелийн цахилгааны бус туршилтаас бүрдэнэ.  **13.3.2 13.3.2 Кабелийн иж бүрэн систем дэх урьдчилсан туршилтыг сунгах цахилгаан хэсэг**  **13.3.2.1 Ерөнхий зүйл**  13.3.2.3-т заасан туршилтыг холбогдох туслах хэрэгслийн тооноос хамааран аль хэдийн урьдчилсан шаардлага хангасан кабелийн системийн иж бүрэн кабелийн нэг буюу хэд хэдэн дээж дээр хийнэ. Кабелийн системийн дээж нь урьдчилсан шалгалтыг сунгах шаардлагатай төрөл бүрийн нэгээс доошгүй туслах хэрэгслийг агуулна. Туршилтыг лабораторид хийж болох бөгөөд угсралтын бодит нөхцөлийг дуурайлган хийх шаардлагагүй. Туслах хэрэгслийн хоорондох кабелийн хамгийн бага урт нь 5 м байна. Нийт кабелийн хамгийн бага урт нь 20 м байна. Кабель болон туслах хэрэгслийг үйлдвэрлэгчийн зааврын дагуу нийлүүлсэн материалын зэрэг, тоо хэмжээ, хэрэв байгаа бол тосолгооны материалтай хамт угсарна. Хэрэв холболтын урьдчилан шалгахыг уян хатан ба хатуу суурилуулалтанд ашиглахаар сунгах бол нэг холболтыг уян хатан, нөгөөг нь хатуу тохируулгад суурилуулах ёстой. Зураг 2-ыг үз. Хэрэв кабель нь урьдчилсан шалгалтын өргөтгөлийн хэсэг бол туршилтын хэлхээ нь 12.4.3-т заасан +5%-ийн хүлцлийг багтаасан туршилтын цилиндрийн диаметрээс ихгүй диаметртэй U хэлбэрийн на. 13.3.2.2-д заасан заалтууд болон тангенс δ хэмжилтийг (13.3.2.3 d)-ийг үз) эс тооцвол 13.3.2.3 a)-j)-д заасан туршилтыг нэг дээжинд дараалан хийнэ. Кабель дээрх гулзайлтын туршилтын дараа туслах хэрэгслийг суурилуулна. 12.4.9-д заасан хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцлийн хэмжилтийг (13.3.2.3 к-ыг үз)) адил үйлдвэрлэлийн кабелийн багцаас тусдаа дээж дээр хийнэ. Урьдчилан шалгахыг сунгах нь зөвхөн туслах хэрэгсэлд зориулагдсан тохиолдолд хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцлийг хэмжих шаардлагагүй. | Key  1 cleats  J1 joint designed for rigid and flexible fixation J2 joint designed for flexible installation only  **Figure 1 – Example of the test arrangement for the prequalification test**  **13.2.4 Heating cycle voltage test**  The assembly shall be heated by conductor current only, until the conductor reaches a temperature 0 K to 5 K above the maximum conductor temperature in normal operation. Variable ambient conditions may require adjustment of the conductor current during the test.  The heating arrangements shall be selected so that the cable conductor attains the temperature specified above, remote from the accessories. The surface temperature of the cable shall be recorded for information.  If, for practical reasons, the test temperature cannot be reached, additional thermal insulation may be applied.  The heating shall be applied for at least 8 h. The conductor temperature shall be maintained within the stated temperature limits for at least 2 h of each heating period. This shall be followed by at least 16 h of natural cooling to a conductor temperature of less than or equal to 30 °C or within 10 K of ambient temperature, whichever is the higher.  During the whole of the test period, a voltage of 1,7 U0 shall be applied to the assembly.  The cycle of heating and cooling shall be carried out at least 180 times. Heating cycles with a conductor temperature higher than 5 K above the maximum conductor temperature in normal operation are considered valid. Up to a maximum of 10 cycles, in which the period at high temperature is between 1 h and 2 h may also be counted as valid cycles. At least 180 valid heating cycles, with applied voltage, shall be completed.  Interruption of the heating cycles or the test voltage is allowed during the test.  No breakdown shall occur.  NOTE Partial discharge measurements are preferred to provide an early warning of possible degradation and to enable the possibility of a repair before failure.  **13.2.5 Lightning impulse voltage test**  The test shall be performed on the complete assembly, with the cable conductor temperature 0 K to 5 K above the maximum conductor temperature in normal operation. The conductor temperature shall be maintained within the stated temperature limits for at least 2 h. If, for practical reasons, the test temperature cannot be reached, additional thermal insulation may be applied.  The impulse voltage shall be applied according to the procedure given in IEC 60230.  The test assembly shall withstand without failure 10 positive and 10 negative voltage impulses of the appropriate value given in [Table 4,](#_bookmark135) column 8.  **13.2.6 Examination**  The examination of the cable system (cable and accessories) and the requirements shall be as stated in [12.4.8.](#_bookmark72)  **13.3 Tests for the extension of the prequalification of a cable system**  **13.3.1 Summary of the extension of prequalification test**  The extension of prequalification tests shall comprise the electrical part of the tests on the complete cable system as specified in [13.3.2](#_bookmark110) and the non-electrical tests on the cable as specified in [12.5.](#_bookmark76)  **13.3.2 Electrical part of the extension of prequalification tests on complete cable system**  **13.3.2.1 General**  The tests listed in [13.3.2.3](#_bookmark114) shall be performed on one or more samples of complete cable of the already prequalified cable system, depending on the number of accessories involved. The sample of the cable system shall contain at least one accessory of each type that need the extension of the prequalification. The test may be performed in a laboratory and not necessarily in a situation simulating the real installation conditions.  The minimum length of cable between accessories shall be 5 m. The minimum total cable length shall be 20 m.  Cable and accessories shall be assembled in the manner specified by the manufacturer’s instructions, with the grade and quantity of materials supplied, including lubricants, if any.  If the prequalification of a joint is to be extended for use both in flexible and in rigid installations, one joint shall be installed in a flexible configuration and the other one in a rigid configuration, see Figure 2.  If the cable is part of the extension of prequalification, the test loop shall have a U-bend with a diameter not greater than the test cylinder diameter, including the +5 % tolerance, specified in 12.4.3.  With the exception of the provisions of 13.3.2.2 and the tan δ measurement (see 13.3.2.3 d)), the tests listed in 13.3.2.3 a) to j) shall be applied successively to the same sample. The accessories shall be installed after the bending test on the cable.  Measurement of the resistivity of semi-conducting screens (see 13.3.2.3 k)) described in 12.4.9 shall be made on a separate sample from the same manufacturing batch of cable.  Measurement of the resistivity of semi-conducting screens is not required if the extension of the prequalification is only for accessories. |



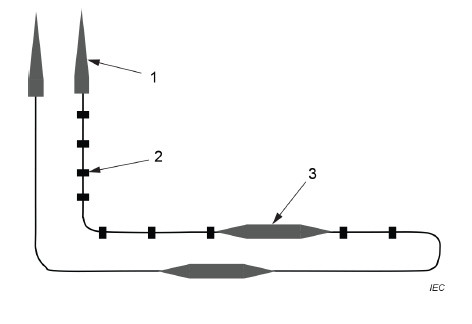
Түлхүүр үг

1 төгсгөвч

2 бэхжүүлэх булан

3 холбогч

**2-р зураг – Хатуу болон уян суурилуулалтанд зориулагдсан өөр холбоостой системийн урьдчилсан туршилтын монтажийг уртасгах жишээ**



Key

1 termination

2 cleat

3 joint

**Figure 2 – Example of extension of prequalification test arrangement for the prequalification of a system with another joint, designed for rigid as well as flexible installation**

|  |  |
| --- | --- |
| **13.3.2.2 Туршилтын хүчдэлийн утга**  Урьдчилан шалгах туршилтыг цахилгаанаар сунгахаас өмнө кабелийн тусгаарлагчийн зузааныг хэмжиж, шаардлагатай бол туршилтын хүчдэлийн утгыг 12.4.1-д заасны дагуу тохируулна.  **13.3.2.3 Урьдчлан шалгах туршилтыг уртасгах цахилгаан эд ангийн дараалал**  Урьдчилсан шалгалт уртасгах цахилгаан хэсгийн хэвийн дараалал нь дараах байдалтай байна.   1. нугалах туршилт (12.4.3-ыг үз) эцсийн хэсэгчилсэн цэнэггүй байдлын туршилт (12.4.4-ийг үз), дараа нь урьдчилан шалгахыг уртасгах туршилтын нэг хэсэг болох туслах хэрэгсэл суурилуулах; 2. орчны температурт хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт (12.4.4-ийг үз); 3. хүчдэлгүй халаах мөчлөгийн туршилт (13.3.2.4-ийг үз); 4. тангенс δ хэмжилт, хэрэв урьдчилан шалгах өргөтгөл нь кабельд зориулагдсан бол (12.4.5-ыг үз); Энэхүү туршилтыг нэг үйлдвэрлэлийн багцаас авсан туршилтын дарааллын үлдсэн хугацаанд ашигласан кабелийн дээж дээр тусгай туршилтын төгсгөвчтэй хийж болно. 5. халаах циклийн хүчдэлийн туршилт (12.4.6-г үз); 6. орчны температур ба өндөр температурт хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт (12.4.4-ийг үз). Эдгээр туршилтыг дээрх e) зүйлийн эцсийн мөчлөгийн дараа, эсвэл доорх g) хэсэгт аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилтын дараа гүйцэтгэнэ; 7. аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилтын дараа цахилгаан давтамжийн хүчдэлийн туршилт (12.4.7-г үз); 8. Хэрэв өмнө нь дээрх f) зүйлд хийгээгүй бол орчны болон өндөр температурт хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт; 9. туслах хэрэгслийн нэмэлт туршилт (Хавсралт Н-ийг үз); 10. Урьдчилан шалгах туршилтын хугацааг сунгах шаардлагатай бол кабелийн үзлэг, туслах хэрэгслийг дээрх туршилт дууссаны дараа гүйцэтгэнэ (12.4.8-ыг үз). Урьдчилсан шалгалтыг сунгах нь зөвхөн туслах хэрэгсэлд зориулагдсан бол 12.4.8.2 шаардлагагүй; 11. хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцлийг (12.4.9-ийг үз) нэг үйлдвэрлэлийн багцаас авсан тусдаа дээж дээр хэмжинэ.   Туршилтын хүчдэлийн утга нь 13.3.2.2-ын эцсийн тохируулгатай 4-р хүснэгтийн зохих баганад өгсөн утгуудтай тохирч байх ёстой.  **13.3.2.4 Хүчдэлгүй халаах циклийн туршилт**  Угсралтыг зөвхөн дамжуулагчийн гүйдлээр халааж, кабелийн дамжуулагч нь хэвийн ажиллагааны үед дамжуулагчийн дээд температураас 0 К-ээс 5 К-ийн температураар өндөр болтол халаана. Хэрэв бодит шалтгааны улмаас туршилтын температурт хүрч чадахгүй бол нэмэлт дулаан тусгаарлалт хийж болно. Халаалтыг дор хаяж 8 цагийн турш хийнэ. Дамжуулагчийн температурыг халаалтын хугацаа бүрт дор хаяж 2 цагийн турш тогтоосон температурын хязгаарт байлгах ёстой. Үүний дараа 30 0С-аас бага эсвэл тэнцүү буюу түүнээс дээш орчны температураас 10 К-ийн доторх дамжуулагчийн температур хүртэл ердийн хөргөлтийг дор хаяж 16 цагийн турш хийнэ. Халаалтын үе бүрийн сүүлийн 2 цагийн доторх дамжуулагчийн гүйдлийг бүртгэнэ. Хэвийн ажиллагааны үед дамжуулагчийн хамгийн их температураас 5 К-ээр өндөр дамжуулагчийн температуртай халаалтын циклийг хүчинтэй гэж үзнэ. Халаалт, хөргөлтийн мөчлөгийг 60 удаа хийнэ.  **14 Кабельд хийх төрлийн туршилт**  **14.1 Ерөнхий зүйл**  14-р зүйлд заасан туршилт нь зөвхөн кабелийн хангалттай үзүүлэлтийг харуулах зорилготой. Амжилттай дууссаны дараа кабельд материал, үйлдвэрлэлийн үйл явц, дизайн эсвэл дизайны цахилгаан хүчдэлийн түвшний өөрчлөлт хийгдээгүй тохиолдолд төрлийн туршилтыг давтан хийх шаардлагагүй бөгөөд энэ нь үзүүлэлтийн шинж чанарт сөргөөр нөлөөлж болзошгүй юм.  Дамжуулагчийн экран дээрх тооцоолсон хэвийн цахилгаан хүчдэл 8,0 кВ/мм-ээс ихгүй, тусгаарлах экран дээр 4,0 кВ/мм-ээс ихгүй кабельд туршилтын энэ журмыг хэрэглэнэ. Бусад тохиолдолд 12-р зүйлд заасны дагуу кабелийн системийн төрлийн туршилтыг хийнэ. Энэхүү баримт бичгийн өмнөх хэвлэлд заасны дагуу амжилттай хийгдсэн төрлийн туршилтыг хүчинтэй гэж үзнэ. Кабелийн төрлийн туршилтын жагсаалтыг Хавсралт С-д өгсөн болно.  **14.2 Төрлийн туршилтыг батлах хүрээ**  Тодорхой хөндлөн огтлолтой, адил хэвийн хүчдэл, хийцтэй нэг буюу хэд хэдэн кабельд төрлийн туршилтыг амжилттай хийсэн тохиолдолд энэ баримт бичгийн хүрээнд бусад хөндлөн огтлолтой кабельд уг төрлийн зөвшөөрлийг хүчинтэй гэж үзнэ. а)-аас д)-ийн бүх нөхцлийг хангасан тохиолдолд хөндлөн огтлол хэвийн хүчдэл ба хийц.   1. Хүчдэлийн бүлэг нь шалгагдсан кабель(ууд)-аас өндөр биш байна. Адил хүчдэлийн бүлгийн кабель нь Um-ийн нийтлэг утгатай, тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр хүчдэл, туршилтын хүчдэлийн адил түвшинтэй хэвийн хүчдэлтэй кабель юм (Хүснэгт 4, 1 ба 2-р баганыг үз). 2. Дамжуулагчийн хөндлөн огтлол нь шалгасан кабелийн хэмжээнээс ихгүй байна. 3. Кабель нь туршиж үзсэн кабель(үүд)-ийнхтэй адил буюу төстэй бүтэцтэй байна. Адил төрлийн хийцтэй кабель нь тусгаарлагч, хагас дамжуулагч экраны үйлдвэрлэлийн процесс, адил төрлийн кабель юм. Туршилтын үр дүнд мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлэхгүй бол дамжуулагчийн төрөл, материал эсвэл экран дээр байрлуулсан хамгаалалтын давхаргын ялгаанаас шалтгаалан цахилгааны төрлийн туршилтыг давтан хийх шаардлагагүй. Зарим тохиолдолд нэг буюу хэд хэдэн төрлийн туршилтыг давтах нь тохиромжтой байж болно (жишээлбэл, гулзайлтын туршилт, халаалтын мөчлөгийн туршилт ба/эсвэл нийцтэй байдлын туршилт). 4. Кабелийн дамжуулагчийн экран дээрх тооцоолсон хэвийн цахилгаан хүчдэл нь шалгагдсан кабель(ууд)-ын дамжуулагчийн экран дээрх хэвийн цахилгаан хүчдэлээс 10% -иас ихгүй байна. 5. Кабелийн тусгаарлах экран дээрх тооцоолсон хэвийн цахилгаан хүчдэл нь шалгагдсан кабель(ууд)-ын тусгаарлах экран дээрх хэвийн цахилгаан хүчдэлээс хэтрэхгүй байна.   Кабелийн эд ангиудын төрлийн туршилтыг (12.5-ыг үз) зөвхөн өөр өөр материал ба/эсвэл өөр өөр үйлдвэрлэлийн процесс ашигласан тохиолдолд өөр өөр хүчдэлийн үзүүлэлт ба/эсвэл дамжуулагчийн хөндлөн огтлолын кабелийн дээж дээр хийх шаардлагатай. Гэсэн хэдий ч, экрантай судал дээр хэрэглэсэн материалын хослол нь төрлийн туршилт хийсэн кабелийнхаас өөр байвал материалын нийцтэй байдлыг шалгахын тулд бэлэн кабелийн хэсгүүдэд өмнө хийсэн хуучралтын туршилтыг давтан хийх шаардлагатай (12.5.5-ыг үз). Эрх бүхий байгууллагын төлөөлөгчийн гарын үсэг бүхий загварын туршилтын гэрчилгээ, туршилтын үр дүнг гаргасан үйлдвэрлэгчийн дүгнэлт, зохих мэргэшсэн ажилтан гарын үсэг зурсан акт, эсвэл бие даасан туршилтын лабораториос олгосон загварын туршилтын гэрчилгээ нь тухайн төрлийн туршилтыг хүлээн зөвшөөрнө.  **14.3 Төрлийн туршилтын хураангуй**  Загварын туршилт нь 12.4.1-д заасан шаардлагын дагуу тохируулагдсан бэлэн кабель дээрх цахилгааны туршилт (14.4-ийг үз) болон 12.5-д заасан кабелийн эд анги, дууссан кабелийн цахилгааны бус зохих туршилтаас бүрдэнэ.  Кабелийн эд ангиудын цахилгааны бус туршилтыг 5-р хүснэгтэд нэгтгэн дүгнэж, тусгаарлагч болон бүрээсийн нэгдэл тус бүрт ямар туршилтыг хийхийг зааж өгсөн болно. Галын туршилтыг зөвхөн үйлдвэрлэгч кабелийн дизайны онцлог шинж чанар болгон эдгээр туршилтыг дагаж мөрдөхийг хүсч байгаа тохиолдолд л хийх шаардлагатай.  **14.4 Иж бүрэн кабельд хийх цахилгааны төрлийн туршилт**  a) - f) туршилтыг туршилтын туслах хэрэгслийг эс тооцвол дор хаяж 10 м урттай, бэлэн кабелийн дээж дээр дарааллаар гүйцэтгэнэ.   1. гулзайлтын туршилт (12.4.3-ыг үз), дараа нь туршилтын төгсгөвч суурилуулж, орчны температурт хэсэгчлэн цэнэггүй болгох туршилт (12.4.4-ийг үз); 2. тангенс δ хэмжилт (12.4.5-ыг үз); Энэ туршилтыг туршилтын дарааллын үлдсэн хугацаанд ашигласан адил үйлдвэрлэлийн багцаас авсан өөр кабелийн дээж дээр хийж болно. 3. халаах мөчлөгийн хүчдэлийн туршилт (12.4.6-г үз), дараа нь орчны температурт хэсэгчилсэн цэнэгийн хэмжилт (12.4.4-ийг үз), энэ нь эцсийн мөчлөгийн дараа эсвэл аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилтын дараа хийгдэх ёстой (d хэсгийг үз)); 4. аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилтын дараа цахилгаан давтамжийн хүчдэлийн туршилт (12.4.7-г үз); 5. Дээрх в)-д өмнө нь хийгээгүй бол орчны температурт хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт (12.4.4-ийг үз); 6. дээрх туршилтуудыг хийж дууссаны дараа кабелийг шалгах (12.4.8-ыг үз); 7. хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцлийг (12.4.9-ийг үз) тусдаа дээж дээр хэмжинэ.   Туршилтын хүчдэл нь 4-р хүснэгтийн тохирох баганад өгсөн утгын дагуу байна.  **15 Туслах хэрэгсэлд хийх төрлийн туршилт**  **15.1 Ерөнхий зүйл**  15-р зүйлд заасан туршилтууд нь зөвхөн туслах хэрэгслийн хангалттай үзүүлэлтийг харуулах зорилготой. Амжилттай дуусмагц туслах хэрэгсэлд материал, үйлдвэрлэлийн үйл явц, дизайн эсвэл дизайны цахилгаан хүчдэлийн түвшний өөрчлөлтүүд хийгдээгүй тохиолдолд төрлийн туршилтыг дахин хийх шаардлагагүй бөгөөд энэ нь үзүүлэлтийн шинж чанарт сөргөөр нөлөөлж болзошгүй юм. Дамжуулагчийн экран дээрх тооцоолсон хэвийн цахилгаан хүчдэл 8,0 кВ/мм-ээс ихгүй, тусгаарлах экран дээр 4,0 кВ/мм-ээс ихгүй кабелийн туслах хэрэгсэлд туршилтын энэ журмыг гүйцэтгэнэ. Бусад тохиолдолд кабелийн системд 12 дугаар зүйлд заасны дагуу кабелийн системийн төрлийн туршилт, 13 дугаар зүйлд заасны дагуу урьдчилан шалгах туршилтыг хэрэглэнэ. Туслах хэрэгслийн төрлийн туршилтын жагсаалтыг Хавсралт С-д өгсөн болно.  ТАЙЛБАР Энэ баримт бичигт гадны хур тунадас, бохирдлын дор гаднах төгсгөлийн туршилтыг заагаагүй болно.  **15.2 Төрлийн туршилтыг батлах хүрээ**  Тодорхой хөндлөн огтлолын нэг буюу хэд хэдэн кабель(үүд)тэй, адил хэвийн хүчдэл, хийцтэй нэг буюу хэд хэдэн туслах хэрэгсэлд төрлийн туршилтыг амжилттай хийсэн тохиолдолд уг төрлийн зөвшөөрлийг стандартын дагуу туслах хэрэгсэлд хүчинтэй гэж үзнэ. a)-д)-ийн бүх нөхцлийг хангасан тохиолдолд бусад хэвийн хүчдэл, хийц, бусад кабельтай энэ баримт бичгийн хамрах хүрээ. Энэхүү баримт бичгийн өмнөх хэвлэлд заасны дагуу амжилттай хийгдсэн төрлийн туршилтыг хүчинтэй гэж үзнэ.   1. Хүчдэлийн бүлэг нь шалгагдсан туслах хэрэгслийнхээс өндөр биш байна. Адил хүчдэлийн бүлгийн хэрэгслүүд нь Um-ийн нийтлэг утгатай, тоног төхөөрөмжийн хамгийн өндөр хүчдэлтэй, туршилтын хүчдэлийн адил түвшинтэй хэвийн хүчдэлтэй (Хүснэгт 4, 1 ба 2-р баганыг үз). 2. Кабелийн дамжуулагчийн хөндлөн огтлол, хэвийн хүчдэл, хийц нь 14.2-т заасан төрлийн зөвшөөрлийн хүрээнд байна. 3. Туслах хэрэгсэл нь туршиж үзсэн туслах хэрэгсэл(үүд)-ийнхтэй адил буюу адил бүтэцтэй байна. Адил төрлийн туслах хэрэгсэл нь дулаалгын болон хагас дамжуулагч дэлгэцийн адил төрлийн болон үйлдвэрлэлийн үйл явц юм. Туршилтын үр дүнд мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлэхгүй бол холбох хэрэгслийн төрөл, материал, хамгаалалтын давхаргын ялгаа зэргээс шалтгаалан цахилгаан төрлийн туршилтыг давтан хийх шаардлагагүй. . Зарим тохиолдолд нэг буюу хэд хэдэн төрлийн туршилтыг давтах нь зүйтэй (жишээ нь хэсэгчилсэн цэнэгийн туршилт). 4. Туслах хэрэгслийн үндсэн тусгаарлах хэсгүүд болон кабель болон туслах хэрэгслийн интерфэйс дэх тооцоолсон хэвийн цахилгаан хүчдэл нь шалгагдсан туслах хэрэгслийн хүчдлээс хэтрэхгүй байна. 5. Залгуурын төрлийн оруулгын тусгаарлагчийн хувьд зөвхөн оруулгын тусгаарлагч болон салдаг холбогч ба кабелийг төрлийн туршилтанд ашигласан тохиолдолд бүрэн нийцнэ. Салдаг холбогч дотор суурилуулсан оруулгын тусгаарлагч нь тусгаарлагдсан төгсгөвчийн шаардлагад ашигласнаас өөр байвал салдаг холбогчийн үзүүлэлт, нийцтэй байдлыг шалгах ёстой гэдгийг хэрэглэгчид мэдэж байх ёстой. Салдаг холбогч ба оруулгын тусгаарлагчийн бусад хослолд нийцэх байдлыг нэмэгдүүлэхийн тулд оруулгын тусгаарлагч хооронд орлох байдлыг хангахын тулд цахилгааны төрлийн нэг буюу хэд хэдэн туршилтыг (жишээлбэл, хэсэгчилсэн цэнэгийн туршилт) давтах нь зүйтэй.   Эрх бүхий хяналтын байгууллагын төлөөлөгчийн гарын үсэг бүхий загварын туршилтын гэрчилгээ, эсвэл туршилтын үр дүнг харуулсан үйлдвэрлэгчийн дүгнэлт, зохих мэргэшсэн хүн гарын үсэг зурсан, эсвэл бие даасан сорилтын лабораториос гаргасан загварын туршилтын гэрчилгээ зэргийг төрлийн туршилтын нотлох баримт болгон хүлээн зөвшөөрөх ёстой.  **15.3 Төрлийн туршилтын хураангуй**  Туслах хэрэгсэл нь 15.4.1, 15.4.2-т заасан туршилтуудыг хангасан байх ёстой. Туслах хэрэгслийн хоорондох сул кабель нь 5 м -ээс багагүй урттай байна. Туслах хэрэгслийн төрөл тус бүрээс нэг дээж туршина. Туслах хэрэгслийг эхний хэсэгчилсэн цэнэгийн туршилтын өмнө суурилуулна. Туслах хэрэгслийг үйлдвэрлэгчийн зааварт заасан журмын дагуу нийлүүлсэн материалын зэрэг, тоо хэмжээ, хэрэв байгаа тосолгооны материал, бол тосолж угсарна. Туслах хэрэгслийн гаднах гадаргуу нь хуурай, цэвэр байх ёстой, гэхдээ кабель болон туслах хэрэгслийн аль нь ч үйлдвэрлэгчийн зааварт заасан цахилгаан, дулааны болон механик үзүүлэлтийг өөрчилж болзошгүй нөхцөл байдалд байх ёсгүй. 15.4.2-д заасан а)-аас е) дэх туршилтын үед тэдгээрийн гаднах суурилуулсан хамгаалалтын холболтыг турших шаардлагатай. Хэрэв гаднах хамгаалалт нь холболтын тусгаарлалын үзүүлэлтэд нөлөөлдөггүй, жишээлбэл, дулаан механик болон нийцтэй байдлын нөлөө байхгүй бол хамгаалалтыг суурилуулах шаардлагагүй.  **15.4 Туслах хэрэгсэлд хийх цахилгааны төрлийн туршилт**  **15.4.1 Туршилтын хүчдэлийн утга**  Туслах хэрэгслийн цахилгааны төрлийн туршилтын өмнө 12.4.1-д заасны дагуу ашигласан кабелийн тусгаарлагчийн зузааныг хэмжиж, шаардлагатай бол туршилтын хүчдэлийн утгыг тохируулна. Туршилтын хүчдэл нь 4-р хүснэгтийн тохирох баганад өгсөн утгын дагуу байна.  **15.4.2 Туршилт болон туршилтын дараалал**  Туслах хэрэгслийг дараах дарааллаар гүйцэтгэнэ:   1. орчны температурт хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт (12.4.4-ийг үз); 2. халаах мөчлөгийн хүчдэлийн туршилт (12.4.6-г үз); Кабелийг U хэлбэрээр нугалах шаардлагагүй. 3. Хэсэгчилсэн цэнэггүйжүүлэх туршилт (12.4.4-ийг үз);   орчны температурт ба  өндөр температурт   1. Туршилтыг дээрх b) зүйлийн сүүлийн мөчлөгийн дараа эсвэл доорх d) зүйлийн дараа хийнэ. 2. аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилтын дараа цахилгаан давтамжийн хүчдэлийн туршилт (12.4.7-г үз); 3. Дээрх в) зүйлийг урьд нь хийгээгүй бол орчны болон өндөр температурт хийх хэсэгчлэн цэнэгжүүлэх туршилт; 4. туслах хэрэгслийн нэмэлт туршилт (Хавсралт Н-ийг үз); 5. дээрх туршилтуудыг хийж дууссаны дараа туслах хэрэгслийг шалгах (12.4.8.1-ийг үз).   **16 Суурилуулсны дараа хийх цахилгааны туршилт**  **16.1 Ерөнхий зүйл**  Кабелийн системийг суурилуулах ажил дууссаны дараа шинэ суурилуулалтын туршилтыг хийдэг. 16.2-д заасны дагуу тогтмол гүйдлийн гадна бүрээсийн туршилт ба/эсвэл 16.3-т заасны дагуу хувьсах гүйдлийн тусгаарлагчийн туршилт хийхийг зөвлөж байна. Зөвхөн 16.2-т заасны дагуу бүрээсийн туршилт хийдэг суурилуулалтын хувьд туслах хэрэгслийг суурилуулах явцад худалдан авагч болон гүйцэтгэгч хоёрын тохиролцсоноор чанарын баталгаажуулалтын журам нь 16.3-т заасны дагуу тусгаарлагчийн туршилтыг сольж болно.  **16.2 Гадна бүрээсийн тогтмол хүчдэлийн туршилт**  хэрэв кабельд металл бүрээс эсвэл металл экран тус бүрийн хооронд нь холбож газардуулсан IEC 60229:2007 стандартын 5-р зүйлд заасан хүчдэлийн түвшин ба үргэлжлэх хугацааг ашиглана. Туршилтыг үр дүнтэй болгохын тулд газардуулга нь бүрээсийн бүх гадна гадаргуутай сайн харьцаж байх шаардлагатай. Бүрээс дээрх дамжуулагч давхарга нь энэ талаар нэмэр болно.  **16.3 Гадна бүрээсийн хувьсах хүчдэлийн туршилт**  Ашиглах хувьсах гүйдлийн туршилтын хүчдэл нь дараах байдалтай байна. Үүнд:  – 4-р хүснэгтийн 10-р баганын дагуу 1 цагийн турш, эсвэл  – U0 24 цагийн турш ашигласан, эсвэл  – худалдан авагч болон гүйцэтгэгч хоёрын тохиролцсоны дагуу хүчдэл ба хугацаа.  Долгионы хэлбэр нь үндсэндээ синусоид байх ба давтамж нь 20 Гц-ээс 300 Гц хооронд байх ёстой. Маш урт тохиолдолд худалдан авагч болон гүйцэтгэгч хоёрын тохиролцон хамгийн бага давтамжийг 10 Гц хүртэл бууруулж болно. Ашиглаж байсан угсралтын хувьд Хүснэгт 4, 10-р баганад өгөгдсөнөөс бага хүчдэл ба/эсвэл богино хугацаанд хэрэглэж болно. Насжилт, орчин, эвдрэлийн түүх, туршилтын зорилго зэргийг харгалзан утгыг тохиролцох ёстой. Хувьсах гүйдлийн хүчдэл дор PD туршилтыг захиалагч болон гүйцэтгэгч хоёрын тохиролцон хийж болно. Туршилтын журам, хүчдэл(үүд) болон тэнцэх шалгуурыг мөн тохиролцсон байх ёстой. | **13.3.2.2 Test voltage values**  Prior to the electrical extension of prequalification tests, the insulation thickness of the cable shall be measured and the test voltage values adjusted, if necessary, as stated in 12.4.1.  **13.3.2.3 Sequence of the electrical part of the extension of prequalification tests**  The normal sequence of the electrical part of the extension of prequalification tests shall be as follows:   1. bending test (see 12.4.3) without final partial discharge test (see 12.4.4) followed by installation of the accessories that are part of the tests for the extension of the prequalification; 2. partial discharge test at ambient temperature (see 12.4.4); 3. heating cycle test without voltage (see [13.3.2.4](#_bookmark5)); 4. tan δ measurement, if the extension to prequalification is for the cable (see 12.4.5);   This test may be carried out on a different cable sample from that used for the remainder of the sequence of tests, taken from the same manufacturing batch, with special test terminations.   1. heating cycle voltage test (see 12.4.6); 2. partial discharge tests (see 12.4.4) at ambient temperature and at high temperature. These tests shall be carried out after the final cycle of item e) above or, alternatively, after the lightning impulse voltage test in item g) below; 3. lightning impulse voltage test followed by a power frequency voltage test (see 12.4.7); 4. partial discharge tests at ambient and at high temperature, if not previously carried out in item f) above; 5. additional tests for accessories (see Annex H); 6. examination of the cable, if it is subject to the extension of the prequalification test, and accessories shall be carried out after completion of the tests above (see 12.4.8). If the extension to prequalification test is only for accessories, then 12.4.8.2 is not required; 7. the resistivity of semi-conducting screens (see 12.4.9) shall be measured on a separate sample taken from the same manufacturing batch.   The test voltage values shall be in accordance with the values given in the appropriate column of [Table 4](#_bookmark14) with the eventual adjustments of [13.3.2.2.](#_bookmark3)  **13.3.2.4 Heating cycle test without voltage**  The assembly shall be heated by conductor current only, until the cable conductor reaches a temperature 0 K to 5 K above the maximum conductor temperature in normal operation.  If, for practical reasons, the test temperature cannot be reached, additional thermal insulation may be applied.  The heating shall be applied for at least 8 h. The conductor temperature shall be maintained within the stated temperature limits for at least 2 h of each heating period. This shall be followed by at least 16 h of natural cooling to a conductor temperature less than or equal to 30 °C or within 10 K of ambient temperature, whichever is the higher. The conductor current during the last 2 h of each heating period shall be recorded.  Heating cycles with a conductor temperature higher than 5 K above the maximum conductor temperature in normal operation are considered valid.  The cycle of heating and cooling shall be carried out 60 times.  **14 Type tests on cables**  **14.1 General**  The tests specified in Clause [14](#_bookmark6) are intended to demonstrate the satisfactory performance of cables alone.  Once successfully completed, type tests need not be repeated, unless changes are made in the cable with respect to materials, manufacturing process, design or design electrical stress levels, which might adversely change the performance characteristics.  This test procedure shall be performed on cables where the calculated nominal electrical stress at the conductor screen is not higher than 8,0 kV/mm and at the insulation screen not higher than 4,0 kV/mm. In other cases, the type tests on the cable system according to Clause 12 shall apply.  Type tests which have been successfully performed in accordance with the previous edition of this document are deemed to be valid.  A list of type tests on cables is given in Annex C.  **14.2 Range of type approval**  When type tests have been successfully performed on one or more cables of specific cross- section(s), and of the same rated voltage and construction, the type approval shall be considered as valid for cables within the scope of this document with other cross-sections, rated voltages and constructions provided that all the conditions of a) to e) are met.   1. The voltage group is not higher than that of the tested cable(s).   Cables of the same voltage group are those of rated voltages having a common value of Um, highest voltage for equipment, and the same test voltage levels (see [Table 4,](#_bookmark14) columns 1 and 2).   1. The conductor cross-section is not larger than that of the tested cable. 2. The cable has the same or similar construction to that of the tested cable(s).   Cables of similar construction are those of the same type and manufacturing process of insulation and semi-conducting screens.  Repetition of the electrical type tests is not necessary on account of the differences in the conductor type or material or of the protective layers applied over the screened cores, unless these are likely to have a significant effect on the results of the test. In some instances, it may be appropriate to repeat one or more of the type tests (e.g. bending test, heating cycle test and/or compatibility test).   1. The calculated nominal electrical stress at the cable conductor screen does not exceed the nominal electrical stress at the conductor screen of the tested cable(s) by more than 10 %. 2. The calculated nominal electrical stress at the cable insulation screen does not exceed the nominal electrical stress at the insulation screen of the tested cable(s).   The type tests on cable components (see 12.5) only need to be carried out on samples from cables of different voltage ratings and/or conductor cross-sectional areas if different materials and/or different manufacturing processes have been used to produce them. However, repetition of the ageing tests on pieces of completed cable to check compatibility of materials (see 12.5.5) may be required if the combination of materials applied over the screened core is different from that of the cable on which type tests have been carried out previously.  A type test certificate signed by the representative of a competent witnessing body, or a report by the manufacturer giving the test results and signed by the appropriate qualified officer, or a type test certificate issued by an independent test laboratory shall be acceptable as evidence of type testing.  **14.3 Summary of type tests**  The type tests shall comprise the electrical tests on the completed cable (see [14.4](#_bookmark8)), adjusted as required in 12.4.1, and the appropriate non-electrical tests on cable components and completed cable specified in 12.5.  The non-electrical tests on cable components are summarized in [Table 5,](#_bookmark15) indicating which tests are applicable to each insulation and oversheath compound. The tests under fire conditions are only required if the manufacturer wishes to claim compliance with these tests as a special feature of the design of the cable.  **14.4 Electrical type tests on completed cables**  The tests a) to f) shall be performed in sequence on a sample of completed cable at least 10 m in length excluding the test accessories:   1. bending test (see 12.4.3) followed by installation of the test terminations and a partial discharge test at ambient temperature (see 12.4.4); 2. tan δ measurement (see 12.4.5);   This test may be carried out on a different cable sample, taken from the same manufacturing batch, from that used for the remainder of the sequence of tests.   1. heating cycle voltage test (see 12.4.6), followed by partial discharge measurement at ambient temperature (see 12.4.4), which shall be carried out after the final cycle or, alternatively, after the lightning impulse voltage test (see item d) below); 2. lightning impulse voltage test followed by a power frequency voltage test (see 12.4.7); 3. partial discharge test at ambient temperature (see 12.4.4), if not previously carried out in c) above; 4. examination of the cable on completion of the above tests (see 12.4.8); 5. the resistivity of semi-conducting screens (see 12.4.9) shall be measured on a separate sample.   Test voltages shall be in accordance with the values given in the appropriate column of [Table 4.](#_bookmark14)  **15 Type tests on accessories**  **15.1 General**  The tests specified in Clause [15](#_bookmark9) are intended to demonstrate the satisfactory performance of accessories alone.  Once successfully completed, type tests need not be repeated, unless changes are made in the accessory with respect to materials, manufacturing process, design or design electrical stress levels, which might adversely change the performance characteristics.  This test procedure shall be performed on accessories for cables where the calculated nominal electrical stress at the conductor screen is not higher than 8,0 kV/mm and at the insulation screen not higher than 4,0 kV/mm. In other cases, the type tests on the cable system according to Clause 12 and the prequalification test according to Clause 13 shall apply to the cable system.  A list of type tests on accessories is given in Annex C.  NOTE Tests on outdoor terminations under extraneous precipitation or pollution are not specified in this document.  **15.2 Range of type approval**  When type tests have been successfully performed on one or more accessories with one or more cable(s) of specific cross-section(s), and of the same rated voltage and construction, the type approval shall be considered as valid for accessories within the scope of this document with other rated voltages, constructions and with other cables, provided that all the conditions of a) to d) are met.  Type tests which have been successfully performed in accordance with the previous edition of this document are deemed to be valid.   1. The voltage group is not higher than that of the tested accessory(ies).   Accessories of the same voltage group are those of rated voltages having a common value of Um, highest voltage for equipment, and the same test voltage levels (see [Table 4,](#_bookmark14) columns 1 and 2).   1. The cable conductor cross-section, rated voltage and construction are within the range of type approval as stated in [14.2.](#_bookmark7) 2. Accessories have the same or a similar construction as that of the tested accessory(ies).   Accessories of similar construction are those of the same type and manufacturing process of insulation and semi-conducting screens.  Repetition of the electrical type tests is not necessary on account of the differences in the connector type or material or of the protective layers applied over the main insulation part of the accessory, unless these are likely to have a significant effect on the results of the test. In some instances, it may be appropriate to repeat one or more of the type tests (e.g. partial discharge test).   1. The calculated nominal electrical stresses within the main insulation parts of the accessory and at the cable and accessory interfaces do not exceed those of the tested accessory(ies). 2. For plug-in type bushings, full compliance is given only with the combination of the bushing and separable connector and cable used in the type test. Users should be aware that separable connector performance and compatibility shall be checked if the bushing installed in the separable connector is different from that used for the insulated termination qualification.   For extension of compliance to other combinations of separable connectors and bushings, in order to ensure an interchangeability of bushings, it is appropriate to repeat one or more of the electrical type tests (e.g. partial discharge test).  A type test certificate signed by the representative of a competent witnessing body, or a report by the manufacturer giving the test results and signed by the appropriate qualified officer, or a type test certificate issued by an independent test laboratory, shall be acceptable as evidence of type testing.  **15.3 Summary of type tests**  Accessories shall comply with the tests specified in [15.4.1](#_bookmark10) and [15.4.2.](#_bookmark11)  The minimum length of free cable between accessories shall be 5 m.  One sample of each accessory type shall be tested.  The accessories shall be installed before the first partial discharge test.  The accessories shall be assembled on the cable in the manner specified by the manufacturer's instructions, with the grade and quantity of materials supplied, including lubricants, if any.  The external surface of accessories shall be dry and clean, but neither the cables nor the accessories shall be subjected to any form of conditioning not specified in the manufacturer's instructions which might modify the electrical, thermal or mechanical performance.  During tests a) to e) of [15.4.2,](#_bookmark11) it is necessary to test joints with their outer protection fitted. If it can be shown that the outer protection does not influence the performance of the joint insulation, for example there are no thermo-mechanical or compatibility effects, the protection need not be fitted.  **15.4 Electrical type tests on accessories**  **15.4.1 Test voltage values**  Prior to the electrical type tests of the accessories, the insulation thickness of the cable used shall be measured and the test voltage values adjusted, if necessary, as stated in 12.4.1.  Test voltages shall be in accordance with the values given in the appropriate column of [Table 4.](#_bookmark14)  **15.4.2 Tests and sequence of tests**  Accessories shall be subjected to the following sequence:   1. partial discharge test at ambient temperature (see 12.4.4); 2. heating cycle voltage test (see 12.4.6);   A U-bend in the cable is not required.   1. partial discharge tests (see 12.4.4);   at ambient temperature, and  at high temperature;  The tests shall be carried out after the final cycle of item b) above or, alternatively, after item d) below.   1. lightning impulse voltage test followed by a power frequency voltage test (see 12.4.7); 2. partial discharge tests at ambient and at high temperature, if not previously carried out in item c) above; 3. additional tests for accessories (see Annex H); 4. examination of the accessories after completion of the above tests (see 12.4.8.1).   **16 Electrical tests after installation**  **16.1 General**  Tests on new installations are carried out when the installation of the cable system has been completed.  A DC oversheath test according to [16.2](#_bookmark12) and/or an AC insulation test according to [16.3](#_bookmark13) is recommended.  For installations where only the oversheath test according to [16.2](#_bookmark12) is carried out, quality assurance procedures during installation of accessories may, by agreement between the purchaser and contractor, replace the insulation test according to [16.3.](#_bookmark13)  **16.2 DC voltage test of the oversheath**  The voltage level and duration specified in Clause 5 of IEC 60229:2007 shall be applied between each metal sheath or metal screen, connected together if both are present in the cable, and the ground.  For the test to be effective, it is necessary that the ground makes good contact with all of the outer surface of the oversheath. A conductive layer on the oversheath can assist in this respect.  **16.3 AC voltage test of the insulation**  The AC test voltage to be applied shall be:  – in accordance with [Table 4,](#_bookmark14) column 10, for 1 h, or  – U0 applied for 24 h, or  – a voltage and time subject to agreement between the purchaser and the contractor.  The waveform shall be substantially sinusoidal and the frequency shall be between 20 Hz and 300 Hz. In the case of very long lengths the minimum frequency may be reduced to 10 Hz subject to agreement between the purchaser and the contractor. For installations which have been in use, lower voltages than given in [Table 4,](#_bookmark14) column 10 and/or shorter durations may be used. Values should be negotiated, taking into account the age, environment, history of breakdowns and the purpose of carrying out the test.  PD tests under AC voltage may be carried out by agreement between the customer and the contractor. The test procedure, voltage(s) and pass criteria should also be agreed. |

**1-р хүснэгт – Кабелийн тусгаарлах материалын бүрдэл хэсэг**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тусгаарлах материалын бүрдэл хэсэг** | | **Дамжуулагчийн хамгийн их температур**  **°C** | |
| Хэвийн үйл ажиллагаа | Богино залгаа (хамгийн их үргэлжлэх хугацаа 5 секунд) |
| Бага нягтралтай термопластик полиэтилен | (PE) | 70 | 130 a |
| Өндөр нягтралтай термопластик полиэтилен | (HDPE) | 80 | 160 a |
| Хөндлөн ширхэгт полиэтилен | (XLPE) | 90 | 250 |
| Этилен-пропилен резин | (EPR) | 90 | 250 |
| Өндөр модуль болон хатуу зэрэглэлийн этилен-пропилен резин | (HEPR) | 90 | 250 |
| a PE болон HDPE-ийн хувьд богино холболтын температур нь тогтоосон хэмжээнээс 20 К хүртэл хэмжээгээр нэмэгдэхийг дамжуулагч болон тусгаарлагчийн гаднах тохирох хагас дамжуулагч экранд үйлдвэрлэгч болон худалдан авагчийн тохиролцсоны дагуу зөвшөөрч болно. | | | |

**Table 1 – Insulating compounds for cables**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Insulating compound** | | **Maximum conductor temperature**  **°C** | |
| Normal operation | Short-circuit (maximum duration 5 s) |
| Low density thermoplastic polyethylene | (PE) | 70 | 130 a |
| High density thermoplastic polyethylene | (HDPE) | 80 | 160 a |
| Cross-linked polyethylene | (XLPE) | 90 | 250 |
| Ethylene-propylene rubber | (EPR) | 90 | 250 |
| High modulus or hard grade ethylene-propylene rubber | (HEPR) | 90 | 250 |
| a For PE and HDPE, short-circuit temperatures up to 20 K in excess of those shown may be acceptable with suitable semi-conducting screens over the conductor and the insulation and by agreement between manufacturer and purchaser. | | | |

**2-р хүснэгт – Кабелийн гадна бүрээсийн бүрдэл хэсэг**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Гадна бүрээсийн бүрдэл хэсэг** | **Товчилсон тэмдэглэгээ** | **Дамжуулагчийн хэвийн ажиллагааны хамгийн их температур °C** |
| Поливинилхлорид (PVC) | ST1  ST2 | 80  90 |
| Полиэтилен (PE) | ST3  ST7 | 80  90 |
| Утаа багатай галоген агуулаагүй (LSHF) | ST12 | 90 |

**Table 2 – Oversheathing compounds for cables**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Oversheating compound** | **Abbrevlated designation** | **Maximum conductor temperature in normal operation °C** |
| Polyvinyl chloride (PVC) | ST1  ST2 | 80  90 |
| Polyethylene (PE) | ST3  ST7 | 80  90 |
| Low smoke halogen free (LSHF) | ST12 | 90 |

**3-р хүснэгт –Кабелийн тусгаарлах материалын бүрдэл хэсэгт тавигдах тангес δ шаардлага**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Бүрдэл хэсгийн тэмдэглэгээ** (4.2-г үз) | | **PE** | **HDPE** | **EPR/HEPR** | **XLPE** |
| Хамгийн их тангес δ | 10 -4 | 10 | 10 | 50 | 10 a |
| a **тусгай нэмэлт бүхий XLPE нэгдлээр үйлдвэрлэсэн кабелийн хувьд хамгийн их** тангенс  **δ нь 50 ˟ 10 -4 байна.** | | | | | |

**Table 3 – Tan δ requirements for insulating compounds for cables**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Designation of compound**  (see 4.2) | | **PE** | **HDPE** | **EPR/HEPR** | **XLPE** |
| Maximum tan δ | 10 -4 | 10 | 10 | 50 | 10 a |
| a For cables produced with an XLPE compound containing special additives, the maximum tan δ is 50 ˟ 10 -4 | | | | | |

**4-р хүснэгт – Туршилтын хүчдэл**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1 c** | **2** | **3** | **4 a** | **5 a** | **6 a** | **7 a** | **8 a** | **9 a** | **10 b** |
| **Хэвийн хүчдэл** | **Тоног төхөөрөмжийн хамгийн иххүчдэл** | **Туршилтын хүчдэлийг тодорхойлох U0 утга** | **9.3-ийн туршилтын хүчдэл** | **9.2 болон 12.4.4-ийн хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт** | **Tan δ 12.4.5- ын хэмжилт** | **12.4.6-ын халаах циклийн хүчдэлийн туршилт** | **12.12, 12.4.7 болон 13.2.5-ын аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилт** | **12.4.7-ийн хүчдэлийн туршилт** | **16.3-ыг суурилуулсны дараах хүчдэлийн туршилт** |
| *U*  *кВ* | *Um*  *кВ* | *U0*  *кВ* | *2,5 U0*  *кВ* | *1,5 U0*  *кВ* | *U0*  *кВ* | *2 U0*  *кВ* | *кВ* | *2,5 U0*  *кВ* | *кВ* |
| 45 to 47  60 to 69  110 to 115  132 to 138  150 to 161 | 52  72,5  123  145  170 | 26  36  64  76  87 | 65  90  160  190  218 | 39  54  96  114  131 | 26  36  64  76  87 | 52  72  128  152  174 | 250  325  550  650  750 | 65  90  160  190  218 | 52  72  128  132  150 |
| a Шаардлагатай бол эдгээр туршилтын хүчдэлийг 12.4.4-т заасны дагуу тохируулна  b Шаардлагатай бол эдгээр туршилтын хүчдэлийг 16.3-д эхлүүлсний дагуу тохируулна  c 1-р баганад ороогүй хэвийн хүчдэлийн хувьд 8.4-ийг үз | | | | | | | | | |

**Table 4 – Test voltages**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1 c** | **2** | **3** | **4 a** | **5 a** | **6 a** | **7 a** | **8 a** | **9 a** | **10 b** |
| **Rated voltage** | **Highest voltage for equipm - ent** | **Value of U0 for determina - tion of test voltages** | **Voltage test of 9.3** | **Partial discharge test of 9.2 and 12.4.4** | **Tan δ measure - ment of 12.4.5** | **Heating cycle voltage test of 12.4.6** | **Light - ning impulse voltage test of 12.12, 12.4.7 and 13.2.5** | **Voltage test of 12.4.7** | **Voltage test after installa - tion of 16.3** |
| *U*  *kV* | *Um*  *kV* | *U0*  *kV* | *2,5 U0*  *kV* | *1,5 U0*  *kV* | *U0*  *kV* | *2 U0*  *kV* | *kV* | *2,5 U0*  *kV* | *kV* |
| 45 to 47  60 to 69  110 to 115  132 to 138  150 to 161 | 52  72,5  123  145  170 | 26  36  64  76  87 | 65  90  160  190  218 | 39  54  96  114  131 | 26  36  64  76  87 | 52  72  128  152  174 | 250  325  550  650  750 | 65  90  160  190  218 | 52  72  128  132  150 |
| a if necessary, these test voltages shall be adjusted as stated in 12.4.4  b If necessary, these test voltages shall be adjusted as started in 16.3  c For rated voltages not listed in column 1, see 8.4 | | | | | | | | | |

**5-р хүснэгт – Кабелийг тусгаарлах болон хэт халаах материалын бүрдэл хэсгүүдийн цахилгаан бус төрлийн туршилт**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Бүрдэл хэсгийн зориулалт** | **Тусгаарлагч** | | | | | **Гадна бүрээс** | | | | |
| **PE** | **HDPE** | **EPR** | **HEPR** | **XLPE** | **ST1** | **ST2** | **ST3** | **ST7** | **ST21** |
| *Барилга байгууламжийг шалгах*  *Ус нэвчүүлэх туршилт a* | *Тусгаарлах болон хэт халаах материалын бүрдэл хэсгүүдээс шалтгаалахгүйгээр хэрэглэнэ* | | | | | | | | | |
| Механбатбөхийн хүчдэл болон эвдрэх үеийн суналт)  a) Насжилтгүй  b) Зууханд халааж хуучруулсны дараа  c) кабелийн иж бүрэн хэрэгслийн дараах насжилт (нийцэх байдлын туршилт)  Өндөр температурт хийх даралтын туршилт  Бага температур дахь үйл явц  a) Хүйтэн орчинд хийх суналтын туршилт  b) Хүйтнээр сунгах туршилт  халуун зууханд алдагдах масс  Дулаан орчинд нэрвэгдэх туршилт  Озоны эсэргүүцлийн туршилт  Халуун орчинд хийх туршилт  Нягтыг хэмжих  цэвэр нүүрстөрөгчийн хувь хэмжээb  Шахах туршилт  Хатуулаг тодорхойлох  Уян харимхайн модуль тодорхойлох  pH утга  Цахилгаан дамжууламжийн туршилт | x  x  x  -  -  -  -  -  -  -  -  x  -  -  -  - | x  x  x  -  -  -  -  -  -  -  x  x  -  -  -  - | x  x  x  -  -  -  -  -  x  x  -  -  -  -  -  - | x  x  x  -  -  -  -  -  x  x  -  -  x  x  -  - | x  x  x  -  -  -  -  -  -  x  -  x  -  -  -  - | x  x  x  x  x  x  -  x  -  -  -  -  -  -  -  - | x  x  x  x  x  x  x  x  -  -  -  -  -  -  -  - | x  x  x  -  -  -  -  -  -  -  -  x  -  -  -  - | x  x  x  x  -  -  -  -  -  -  -  x  -  -  -  - | x  x  x  x  x  x  -  -  -  -  -  x  -  -  x  x |
| **Key**  x: туршилтыг явуулна  -: туршилтыг явуулахгүй | | | | | | | | | | |
| a Үйлдвэрлэгчээс уртын дагуу ус нэвтрэхээс сэргийлж хамгаалалт хийсэн гэж мэдэгдсэн кабелийн загварт хамаарна.  b Зөвхөн хар гадна бүрээсийн хувьд. | | | | | | | | | | |

**Table 5 – Non-electrical type tests for insulating and oversheating compounds for cables**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Designation of compound** | **insulation** | | | | | **Oversheath** | | | | |
| **PE** | **HDPE** | **EPR** | **HEPR** | **XLPE** | **ST1** | **ST2** | **ST3** | **ST7** | **ST21** |
| *checks on construction Water penetration test a* | *Applicable irrespective of insulation and oversheating compounds* | | | | | | | | | |
| Mechanical properties (Tensile strength and elongation at break)  a) Without ageing  b) After ageing in air oven  c) After ageing of the completed cable (compatibility test)  Pressure test at high temperature  Behaviour at low temperature  a) Cold elongation test  b) Cold impact test  Loss of mass in air oven  Heat shock test  Ozone resistance test  Hot set test  Measurement of density  carbon black contentb  Shrinkage test  Determination of hardness  Determination of elastic modulus  pH value  Conductivity test | x  x  x  -  -  -  -  -  -  -  -  x  -  -  -  - | x  x  x  -  -  -  -  -  -  -  x  x  -  -  -  - | x  x  x  -  -  -  -  -  x  x  -  -  -  -  -  - | x  x  x  -  -  -  -  -  x  x  -  -  x  x  -  - | x  x  x  -  -  -  -  -  -  x  -  x  -  -  -  - | x  x  x  x  x  x  -  x  -  -  -  -  -  -  -  - | x  x  x  x  x  x  x  x  -  -  -  -  -  -  -  - | x  x  x  -  -  -  -  -  -  -  -  x  -  -  -  - | x  x  x  x  -  -  -  -  -  -  -  x  -  -  -  - | x  x  x  x  x  x  -  -  -  -  -  x  -  -  x  x |
| **Key**  x: the test is to be applied  -: the test is not to be applied | | | | | | | | | | |
| a To be applied to those designs of cable where the manufacturer claims that barriers to longitudinal water penetration have been included.  b For black oversheats only. | | | | | | | | | | |

**6-р хүснэгт – Кабелийн тусгаарлах материалын бүрдэл хэсгийн механик шинж чанарын туршилтын шаардлага (насжилтын өмнө болон дараа)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Бүрдэл хэсгийн тэмдэглэгээ (1-р хүснэгтийг үз)** | **Нэгж** | **PE** | **HDPE** | **XLPE** | **EPR** | **HEPR** |
| Хэвийн ажиллагааны үед дамжуулагчийн хамгийн их температур | °C | 70 | 80 | 90 | 90 | 90 |
| Насжилтгүй  (IEC 60811-501:2012 болон  IEC 60811-501:2012/AMD1:2018)  Хамгийн бага батбөхийн хүчдэл  эвдрэх үеийн хамгийн бага суналт | Н/мм2  % | 10,0  300 | 12,5  350 | 12,5  200 | 4,2  200 | 6,5  200 |
| Халуун зууханд хуучруулсны дараа  (IEC 60811-401)  Боловсруулалт: температур  хүлцэл  үргэлжлэх хугацаа  батбөхийн хүчдэл:   1. насжилтын дараах хамгийн бага утга 2. хамгийн их хэлбэлзэлa   Эвдрэх үеийн суналт:   1. насжилтын дараах хамгийн бага утга 2. хамгийн их хэлбэлзэл | °C  K  h  Н/мм2  %  %  % | 100  ±2  240  -  -  300  - | 110  ±2  240  -  -  350  - | 135  ±3  168  -  ±25  -  ±25 | 135  ±3  168  -  ±30  -  ±30 | 135  ±3  168  -  ±30  -  ±30 |
| a Өөрчлөлт: Боловсруулалт хийсний дараах эсвэл хийхгүйгээр гарсан дундаж утгын хоорондын зөрүүг сүүлийн хувиар илэрхийлнэ. | | | | | | |

**Table 6 – Test requirements for mechanical characteristics of insulating compounds for cables (before and after ageing)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Designation of compound (see Table 1)** | **Unit** | **PE** | **HDPE** | **XLPE** | **EPR** | **HEPR** |
| Maximum conductor temperature in normal operation | °C | 70 | 80 | 90 | 90 | 90 |
| Without ageing  (IEC 60811-501:2012 and  IEC 60811-501:2012/AMD1:2018)  Minimum tensile strength  Minimum elongation at break | N/mm2  % | 10,0  300 | 12,5  350 | 12,5  200 | 4,2  200 | 6,5  200 |
| After ageing in air over  (IEC 60811-401)  Treatment: temperature  tolerance  duration  Tensile strength:   1. minimum value after ageing 2. maximum variationa   Elongation at break:   1. minimum value after ageing 2. maximum variation | °C  K  h  N/mm2  %  %  % | 100  ±2  240  -  -  300  - | 110  ±2  240  -  -  350  - | 135  ±3  168  -  ±25  -  ±25 | 135  ±3  168  -  ±30  -  ±30 | 135  ±3  168  -  ±30  -  ±30 |
| a Variation: Difference between the median value abtained after treatment and the median value abtained without treatment, expressed as a percentage of the later | | | | | | |

**7-р хүснэгт – Кабелийн гадна бүрээсийн материалын бүрдэл хэсгийн механик шинж чанарын туршилтын шаардлага (насжилтын өмнө болон дараа)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Бүрдэл хэсгийн тэмдэглэгээ** (4.4-ийг үз) | **Нэгж** | **ST1** | **ST2** | **ST3** | **ST7** | **ST12** |
| *Насжилтгүй*  ([IEC 60811-501:2012](https://webstore.iec.ch/publication/63366) болон  [IEC 60811-501:2012/AMD1:2018)](https://webstore.iec.ch/publication/63366) |  | | | | | |
| Хамгийн бага батбөхийн хүчдэл | Н/мм2 | 12,5 | 12,5 | 10,0 | 12,5 | 12,5 |
| Эвдрэх үеийн хамгийн бага суналт | % | 150 | 150 | 300 | 300 | 300 |
| Халуун зууханд хуучруулсны дараа(IEC 60811-401) |  |  |  |  |  |  |
| Боловсруулалт: температур | °C | 100 | 100 | 100 | 110 | 110 |
| хүлцэл | K | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 |
| үргэлжлэх хугацаа | цаг | 168 | 168 | 240 | 240 | 240 |
| Батбөхийн хүчдэл: |  |  |  |  |  |  |
| a) насжилтын дараах хамгийн бага утга | Н/мм2 | 12,5 | 12,5 | – | – | 10 |
| b) хамгийн их хэлбэлзэлa | % | ±25 | ±25 | – | – | ±30 |
| Эвдрэх үеийн суналт: |  |  |  |  |  |  |
| a) насжилтын дараах хамгийн бага утга | % | 150 | 150 | 300 | 300 | 300 |
| b) хамгийн их хэлбэлзэлa | % | ±25 | ±25 | – | – | – |
| *Өндөр температурт хийгдэх даралтын туршилт*  (IEC 60811-508:2012 and IEC 60811-  508:2012/AMD1:2017) |  |  |  |  |  |  |
| Туршилтын температур | °C | 80 | 90 | – | 110 | 110 |
| Хүлцэл | K | ±2 | ±2 | – | ±2 | ±2 |
| Үүссэн хамгийн их хонхор | % | 50 | 50 | – | 50 | 50 |
| *Шахах туршилт*  (IEC 60811-503) |  |  |  |  |  |  |
| Туршилтын температур | °C | – | – | 80 | 80 | 80 |
| Хүлцэл | K | – | – | ±2 | ±2 | ±2 |
| Үргэлжлэх хугацаа | цаг | – | – | 5 | 5 | 5 |
| Халаах циклийн тоо |  | – | – | 5 | 5 | 5 |
| хамгийн их зөвшөөрөгдөх агшилт | % | – | – | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| а Өөрчлөлт: Боловсруулалт хийсний дараах эсвэл хийхгүйгээр гарсан дундаж утгын хоорондын зөрүүг сүүлийн хувиар илэрхийлнэ. | | | | | | |

**Table 7 – Test requirements for mechanical characteristics of oversheathing compounds for cables (before and after ageing)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Designation of compound** (see 4.4) | **Unit** | **ST1** | **ST2** | **ST3** | **ST7** | **ST12** |
| *Without ageing*  ([IEC 60811-501:2012 and](https://webstore.iec.ch/publication/63366)  [IEC 60811-501:2012/AMD1:2018)](https://webstore.iec.ch/publication/63366) |  |  |  |  |  |  |
| Minimum tensile strength | N/mm2 | 12,5 | 12,5 | 10,0 | 12,5 | 12,5 |
| Minimum elongation at break | % | 150 | 150 | 300 | 300 | 300 |
| *After ageing in air oven*  (IEC 60811-401) |  |  |  |  |  |  |
| Treatment: temperature | °C | 100 | 100 | 100 | 110 | 110 |
| tolerance | K | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 |
| duration | h | 168 | 168 | 240 | 240 | 240 |
| Tensile strength: |  |  |  |  |  |  |
| a) minimum value after ageing | N/mm2 | 12,5 | 12,5 | – | – | 10 |
| b) maximum variation a | % | ±25 | ±25 | – | – | ±30 |
| Elongation at break: |  |  |  |  |  |  |
| a) minimum value after ageing | % | 150 | 150 | 300 | 300 | 300 |
| b) maximum variation a | % | ±25 | ±25 | – | – | – |
| *Pressure test at high temperature*  (IEC 60811-508:2012 and IEC 60811-  508:2012/AMD1:2017) |  |  |  |  |  |  |
| Test temperature | °C | 80 | 90 | – | 110 | 110 |
| Tolerance | K | ±2 | ±2 | – | ±2 | ±2 |
| Maximum indentation | % | 50 | 50 | – | 50 | 50 |
| *Shrinkage test*  (IEC 60811-503) |  |  |  |  |  |  |
| Test temperature | °C | – | – | 80 | 80 | 80 |
| Tolerance | K | – | – | ±2 | ±2 | ±2 |
| Duration | h | – | – | 5 | 5 | 5 |
| Number of heating cycles |  | – | – | 5 | 5 | 5 |
| Maximum shrinkage allowed | % | – | – | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| a Variation: difference between the median value obtained after treatment and the median value obtained without treatment, expressed as a percentage of the latter. | | | | | | |

**8-р хүснэгт – Кабелийн тусгаарлах материалын бүрдэл хэсгийн тусгай шинж чанарын туршилтын шаардлага**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Бүрдэл хэсгийн тэмдэглэгээ** (4.2-ийг үз) | **Нэгж** | **PE** | **HDPE** | **XLPE** | **EPR** | **HEPR** |
| *Озоны эсэргүүцлийн туршилт*  (IEC 60811-403) |  | | | | | |
| Озоны агууламж (эзэлхүүнээр) | % | – | – | – | 0,025  to  0,030 | 0,025  to  0,030 |
| Хагаралгүй туршилтын үргэлжлэх хугацаа | ц | – | – | – | 24 | 24 |
| *Халуун орчинд хийх туршилт*  (IEC 60811-507) |  | | | | | |
| Боловсруулалт: агаарын температур | °C | – | – | 200 | 250 | 250 |
| хүлцэл | K | – | – | ±3 | ±3 | ±3 |
| таталтын бат бөх чанар | Н/см2 | – | – | 20 | 20 | 20 |
| Ачааллах үе дэх хамгийн их сугалт | % | – | – | 175 | 175 | 175 |
| Хөргөлтйн дараа байнга оршин хамгийн их суналт | % | – | – | 15 | 15 | 15 |
| *Агшаах туршилт*  (IEC 60811-502:2012) |  |  |  |  |  |  |
| Тэмдэгтүүдийн хоорондох зай L | мм | 200 | 200 | 200 | – | – |
| Температур | °C | 100 | 115 | 130 | – | – |
| Хүлцэл | К | ±2 | ±2 | ±3 | – | – |
| Үргэлжлэх хугацаа | ц | 6 | 6 | 6 | – | – |
| Хамгийн их зөвшөөрөгдөх агшилт | % | 4,5 | 4,5 | 4,5 | – | – |
| *Нягт*  (IEC 60811-606) | гр/см3 | – | 0,940 | – | – | – |
| Хамгийн бага нягт |
| *Хатуулаг тодорхойлох* ([I Хавсралтыг харна уу )](#_bookmark33) | IRHD a | – | – | – | – | 80 |
| Хамгийн бага |
| *Уян модулийг тодорхойлох* (12.5.20-ийг үз) | Н/мм2 | – | – | – | – | 4,5 |
| Хамгийн багадаа 150 % суналттай модуль |
| a IRHD: резинэн хатуулгийн олон улсын зэрэг. | | | | | | |

**Table 8 – Test requirements for particular characteristics of insulating compounds for cables**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Designation of compound** (see 4.2) | **Unit** | **PE** | **HDPE** | **XLPE** | **EPR** | **HEPR** |
| *Ozone resistance test*  (IEC 60811-403) |  |  |  |  |  |  |
| Ozone concentration (by volume) | % | – | – | – | 0,025  to  0,030 | 0,025  to  0,030 |
| Test duration without cracks | h | – | – | – | 24 | 24 |
| *Hot set test*  (IEC 60811-507) |  |  |  |  |  |  |
| Treatment: air temperature | °C | – | – | 200 | 250 | 250 |
| tolerance | K | – | – | 3 | 3 | 3 |
| tensile stress | N/cm2 | – | – | 20 | 20 | 20 |
| Maximum elongation under load | % | – | – | 175 | 175 | 175 |
| Maximum permanent elongation after cooling | % | – | – | 15 | 15 | 15 |
| *Shrinkage test*  (IEC 60811-502:2012) |  |  |  |  |  |  |
| Distance *L* between marks | mm | 200 | 200 | 200 | – | – |
| Temperature | °C | 100 | 115 | 130 | – | – |
| Tolerance | K | ±2 | ±2 | ±3 | – | – |
| Duration | h | 6 | 6 | 6 | – | – |
| Maximum permissible shrinkage | % | 4,5 | 4,5 | 4,5 | – | – |
| *Density*  (IEC 60811-606) | g/cm3 | – | 0,940 | – | – | – |
| Minimum density |
| *Determination of hardness*  (see [Annex I)](#_bookmark33) | IRHD a | – | – | – | – | 80 |
| Minimum |
| *Determination of elastic modulus* (see 12.5.20) | N/mm2 | – | – | – | – | 4,5 |
| Modulus at 150 % elongation, minimum |
| a IRHD: international rubber hardness degree. | | | | | | |

**9-р хүснэгт – Кабелийн PVC болон LSHF гадна бүрээсийн тусгай шинж чанарын туршилтын шаардлага**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Бүрдэл хэсгийн тэмдэглэгээ** (4.4-ийг үз) | **Нэгж** | **ST1** | **ST2** | **ST12** |
| *Халуун зуух дахь массын алдагдал*  (IEC 60811-409) |  |  |  |  |
| Боловсруулалт: температур | °C | – | 100 | – |
| хүлцэл | К | – | ±2 | – |
| үргэлжлэх хугацаа | цаг | – | 168 | – |
| Хамгийн их зөвшөөрөгдөх массын алдагдал | мг/см2 | – | 1,5 | – |
| *Бага температур дахь үйл явцa* |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Туршилтын температур | °C | −15 | −15 | −15 |
| Хүлцэл | К | ±2 | ±2 | ±2 |
| Шаардлага | % | ≥ 20 | ≥ 20 | ≥ 20 |
| b) Хүйтэн орчинд хийхсунгалтын туршилт (IEC 60811-506) |  |  |  |  |
| Туршилтын температур | °C | −15 | −15 | −15 |
| Хүлцэл  Шаардлага | К | ±2  хагаралгүй | ±2  хагаралгүй | ±2  хагаралгүй |
| Дулааны цохилтын туршилт (IEC 60811-509) |  |  |  |  |
| Боловсруулалт: туршилтын температур | °C | 150 | 150 | – |
| хүлцэл | К | ±3 | ±3 | – |
| туршилтын үргэлжлэх хугацаа | цаг | 1 | 1 | – |
| Шаардлага |  | хагаралгүй | хагаралгүй | – |
|  |  |  |  |  |
|  | мм | > 50 | > 50 | > 50 |
| мм | ≤ 540 | ≤ 540 | ≤ 540 |
| м | – | – | ≤ 2,5 |
|  |
|  |  |  |  |  |
| ∅ ≤ 80 мм гэрэл дамжуулалт T хамгийн бага | % | – | – | 60 |
| ∅ > 80 mm гэрэл дамжуулалт T хамгийн бага | % | – | – | 45 |
|  |  | – | – |  |
| (IEC 60754-2) pH ≥ | – | 4,3 |
| дамжуулах чанар ≤ | мкс/мм | 10 |
|  | | | | |

**Table 9 – Test requirements for particular characteristics of PVC and LSHF oversheathing for cables**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Designation of compound** (see 4.4) | **Unit** | **ST1** | **ST2** | **ST12** |
| *Loss of mass in air oven*  (IEC 60811-409) |  |  |  |  |
| Treatment: temperature | °C | – | 100 | – |
| tolerance | K | – | ±2 | – |
| duration | h | – | 168 | – |
| Maximum permissible loss of mass | mg/cm2 | – | 1,5 | – |
| *Behaviour at low temperature* a |  |  |  |  |
| Tests to be carried out without previous ageing: |  |  |  |  |
| a) Cold elongation test on dumb-bells (IEC 60811-505) |  |  |  |  |
| Test temperature | °C | −15 | −15 | −15 |
| Tolerance | K | ±2 | ±2 | ±2 |
| Requirement | % | ≥ 20 | ≥ 20 | ≥ 20 |
| b) Cold impact test (IEC 60811-506) |  |  |  |  |
| Test temperature | °C | −15 | −15 | −15 |
| Tolerance  Requirement | K | ±2  no cracks | ±2  no cracks | ±2  no cracks |
| *Heat shock test*  (IEC 60811-509) |  |  |  |  |
| Treatment: test temperature | °C | 150 | 150 | – |
| tolerance | K | ±3 | ±3 | – |
| test duration | h | 1 | 1 | – |
| Requirement |  | no cracks | no cracks | – |
| *Flame spread test on single cables (complete cable)*  (IEC 60332-1-2) |  |  |  |  |
| Distance between the lower edge of the top support and the onset of charring | mm | > 50 | > 50 | > 50 |
| The lower extent of charring below the lower edge of the top support | mm | ≤ 540 | ≤ 540 | ≤ 540 |
| *Flame spread test on bunched cables (complete cable)*  (IEC 60332-3-24) | m | – | – | ≤ 2,5 |
| Upper limit of char above bottom edge of burner |
| *Smoke density test on cables (complete cables)*  (IEC 61034-2:2005 and IEC 61034-2:2005/AMD1:2013) |  |  |  |  |
| ∅ ≤ 80 mm light transmittance T min | % | – | – | 60 |
| ∅ > 80 mm light transmittance T min | % | – | – | 45 |
| *pH value and conductivity tests, for the oversheath or as weighted values for the cable* |  | – | – |  |
| (IEC 60754-2) pH ≥ | – | 4,3 |
| conductivity ≤ | µS/mm | 10 |
| a Due to climatic conditions, national standards may require the use of a lower or higher test temperatures. | | | | |

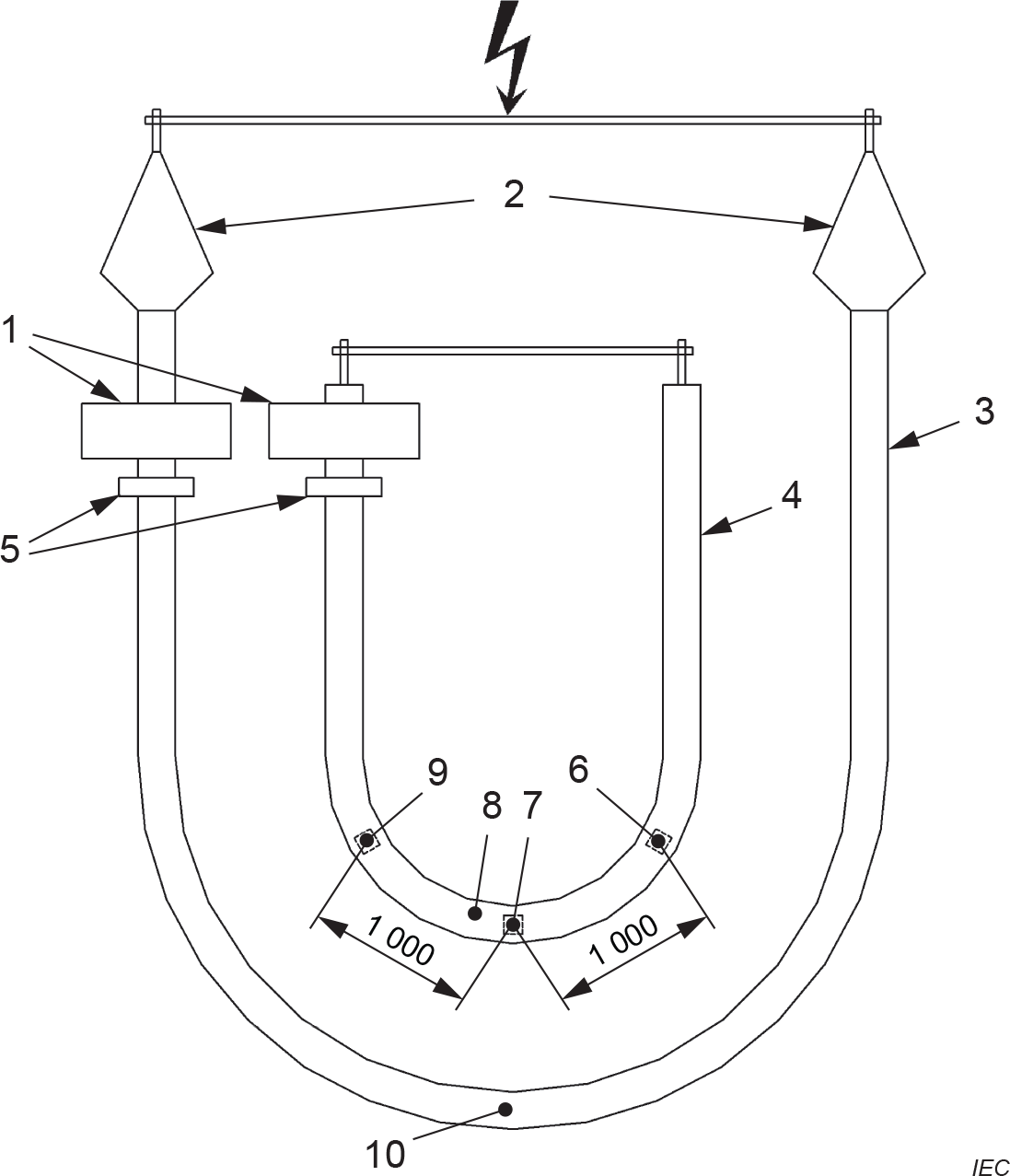
**10-р хүснэгт – Гадна төгсгөвчийн нийлмэл тусгаарлагчийн хамгийн их механик ачаалал**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тоног төхөөрөмжийн өндөр хүчдэл** |  | | **Хэвийн гүйдэл** | | | |  | |
| *U*m |  | | A | | | |  | |
| кВ | < | 800 | |  |  | 1 000-аас 1 600 | | |
|  | Хамгийн их механик ачаалал (MML) | | | | | | | |
| N | | | | | | | |
| Оруулгыг босоогоор нь < 30° налуу суурилуулна | | | | | | | |
|  | I | | II | | | I | II | |
| 52 | 500 | | 800 | | | 625 | 800 | |
| 72,5 | 500 | |  | 1 | 000 | 625 | 1 | 000 |
| 123 болон 145 | 625 | |  | 1 | 575 | 800 | 1 | 575 |
| 170 | 625 | |  | 2 | 000 | 800 | 2 | 000 |
| **Түлхүүр үг**  I-р түвшин = хэвийн ачаалал, II-р түвшин = хүнд ачаалал | | | | | | | | |

**Table 10 – Maximum mechanical load for composite insulators for outdoor terminations**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Highest voltage for equipment** |  | | **Rated current** | | | |  | |
| *U*m |  | | A | | | |  | |
| kV | < | 800 | |  |  | 1 000 to 1 600 | | |
|  | Maximum mechanical load (MML) | | | | | | | |
| N | | | | | | | |
| Bushing installed < 30° from the vertical | | | | | | | |
|  | I | | II | | | I | II | |
| 52 | 500 | | 800 | | | 625 | 800 | |
| 72,5 | 500 | |  | 1 | 000 | 625 | 1 | 000 |
| 123 and 145 | 625 | |  | 1 | 575 | 800 | 1 | 575 |
| 170 | 625 | |  | 2 | 000 | 800 | 2 | 000 |
| **Key**  Level I = normal load, Level II = heavy load | | | | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **A хавсралт**  (мэдээллийн)  Дамжуулагч кабелийн температур тодорхойлох  **A.1 Зорилго**  Зарим туршилтын хувьд кабель сүлжээний давтамж эсвэл импульсийн нөхцөлд хүчдэлтэй байх үед кабелийн дамжуулагчийг ихэвчлэн хэвийн ажиллагааны үед хамгийн их температураас 5 К-аас 10 К-аар өндөр байдаг өгөгдсөн температурт хүртэл өсгөх шаардлагатай байдаг. Тиймээс температур шууд хэмжихийн тулд дамжуулагчд хүрэх боломжгүй юм.  Түүнчлэн, дамжуулагчийн температурыг хязгаарлагдмал хүрээнд (5 К) барих ёстой ба харин орчны температур илүү өргөн хүрээнд өөрчлөгдөж болно.  Туршилт эсвэл тооцоололд хамрагдаж буй кабель дээрх урьдчилсан шалгалт тохируулга нь эхний ээлжинд хангалттай байж болох ч туршилтын хугацаанд орчны нөхцөл байдал өөрчлөгдөх нь дамжуулагчийн температур хязгаараас хэтрэхэд хүргэж болзошгүй юм.  Тиймээс дамжуулагчийн температурыг туршилтын үргэлжлэх хугацаанд хянаж тохируулах боломжит аргыг ашиглана.  Түгээмэл хэрэглэх аргуудын зааврыг үүгээр өгсөн болно. .  **A.2 Үндсэн туршилтын хэлхээний температур тохируулах**  **A.2.1 Ерөнхий зүйл**  Шалган тохируулгын зорилго туршилтанд шаардагдах температурын хүрээнд даалгаврын гүйдлийг шууд хэмжих байдлаар дамжуулагчийн температур тодорхойлох явдал юм.  Шалган тохируулгад ашигласан кабель (цаашид жишиг кабель гэх) нь туршилтын үндсэн хэлхээнд ашигласан кабельтай адил урттай байна.  **A.2.2 Кабель болон температур мэдрэгч суурилуулах**  Шалган тохируулгыг хамгийн багадаа 5 м-ээс багагүй урттай өмнө нь туршсан/туршсан кабельтай адил кабелиар хийнэ.Кабелийн төгсгөл рүү уртын дагуу дамжих дулаан нь кабелийн 2 м-ийн төв дэх температурт 2 К-ээс их хэмжээгээр нөлөөлөхгүй байхаар урттай байх ёстой.  Хоёр температурийн мэдрэгчийг жишиг кабелийн голд байрлуулна: нэг нь дамжуулагч (TC1c), нөгөө нь гадна гадаргуу дээр эсвэл гаднах гадаргуугийн доор (TC1s).  TC2c болон TC3c хоёр температур мэдрэгчийг жишиг кабелийн дамжуулагч дээр (A.1-р зургийг үз) хооронд нь 1 м-ийн зайд суурилуулсан байх ёстой.  Халаах үед кабелийн чичиргээнээс болж хөдөлж болох тул температур мэдрэгчийг дамжуулагчтай механик аргаар холбоно. Туршилтын явцад дулааны контакт сайн үүсгэх, хүрээлэн буй орчинд дулаан алдагдахаас урьдчилан сэргийлэхэд анхаарах хэрэгтэй. Температур мэдрэгч (үүд)-ийг эрчилсэн дамжуулагчийн хоёр дан утас/судасны хооронд эсвэл (хатуу) дамжуулагч болон дамжуулагчийн экраны хооронд суурилуулахдаа А.2-р зурагт үзүүлсэнчлэн хийхийг зөвлөдөг. Жишиг кабелийн дунд байрлах дамжуулагчид хүрэхийн тулд дамжуулагч дээрх давхаргыг болгоомжтой авч, жижиг ангархай гаргах хэрэгтэй. Температур мэдрэгч(үүд)-ийг суурилуулсны дараа өмнө нь авсан давхаргыг буцааж тавьж болно. Ингэснээр жишиг кабелийн дулааны шинж чанарыг сэргээдэг.  Кабелийн төгсгөлд бага зэрэг дулаан дамжуулалт байгааг батлахын тулд TC1c, TC2c ба TC3c-ийн заалтын зөрүү 2 К-ээс бага байлгахыг зөвлөж байна.  Тухайн туршилтын үндсэн хэлхээ нь бие биендээ ойрхон хэд хэдэн тусдаа кабелийн хэрчмээс бүрдэж байвал эдгээр хэрчим дулааны ойрын нөлөөнд өртөнө. Тийм  ээс хамгийн халуун кабелийн хэрчим (ихэвчлэн дунд зэргийн урттай) дээр хийх тухайн туршилтын монтаж, хэмжилт зэргийг харгалзан шалган тохируулга хийх хэрэгтэй. | **Annex A**  (informative)  Determination of the cable conductor temperature  **A.1 Purpose**  For some tests, it is necessary to raise the cable conductor to a given temperature, typically 5 K to 10 K above the maximum temperature in normal operation, while the cable is energized, either at power frequency or under impulse conditions. It is therefore not possible to have access to the conductor to enable direct measurement of temperature.  In addition, the conductor temperature should be maintained within a restricted range (5 K) whereas the ambient temperature may vary over a wider range.  Although preliminary calibration on the cable under test or calculations may be satisfactory in the first place, the variation of ambient conditions throughout the duration of the test may lead to deviations of the temperature of the conductor outside range.  Therefore, methods should be used in which the conductor temperature can be monitored and controlled throughout the duration of the test.  Guidance is given hereafter on commonly used methods.  **A.2 Calibration of the temperature of the main test loop**  **A.2.1 General**  The purpose of the calibration is to determine the conductor temperature by direct measurement for a given current, within the temperature range required for the test.  The cable used for calibration (hereafter called reference cable) should be taken from the same length as the cable used for the main test loop.  **A.2.2 Installation of cable and temperature sensors**  The calibration should be performed on a minimum cable length of 5 m, taken from the same cable as tested. The length should be such that the longitudinal heat transfer to the cable ends does not affect the temperature in the centre 2 m of cable by more than 2 K.  Two temperature sensors should be attached to the middle of the reference cable: one on the conductor (TC1c), and one on the external surface or directly under the external surface (TC1s).  Two other temperature sensors, TC2c and TC3c, should be installed on the conductor of the reference cable (see [Figure A.1](#_bookmark3)), each one about 1 m from the middle.  The temperature sensors should be attached to the conductor by mechanical means since they may move due to vibrations of the cable during heating. Care should be taken to maintain good thermal contact during the tests and to prevent leakage of heat to the ambient. It is recommended to mount the temperature sensor(s) as shown in [Figure A.2](#_bookmark4) between two strands of a stranded conductor or between the (solid) conductor and the conductor screen. To enable access to the conductor in the middle of the reference cable, a small hatch should be made by careful removal of the layers above the conductor. After installing the temperature sensor(s), the layers that have been removed may be put back. This may restore the thermal behaviour of the reference cable.  To prove a negligible heat transfer towards the cable ends, it is recommended that the difference between the readings of TC1c, TC2c and TC3c be less than 2 K.  If the actual main test loop includes several individual cable lengths installed close to each other, these lengths will be subjected to a thermal proximity effect. The calibration should therefore be carried out taking into account the actual test arrangement and measurements being performed on the hottest cable length (usually the middle length). |



**Түлхүүр үг**

1 гүйдэл үүсгэгч трансформаторууд 6 TC3c (дамжуулагч)

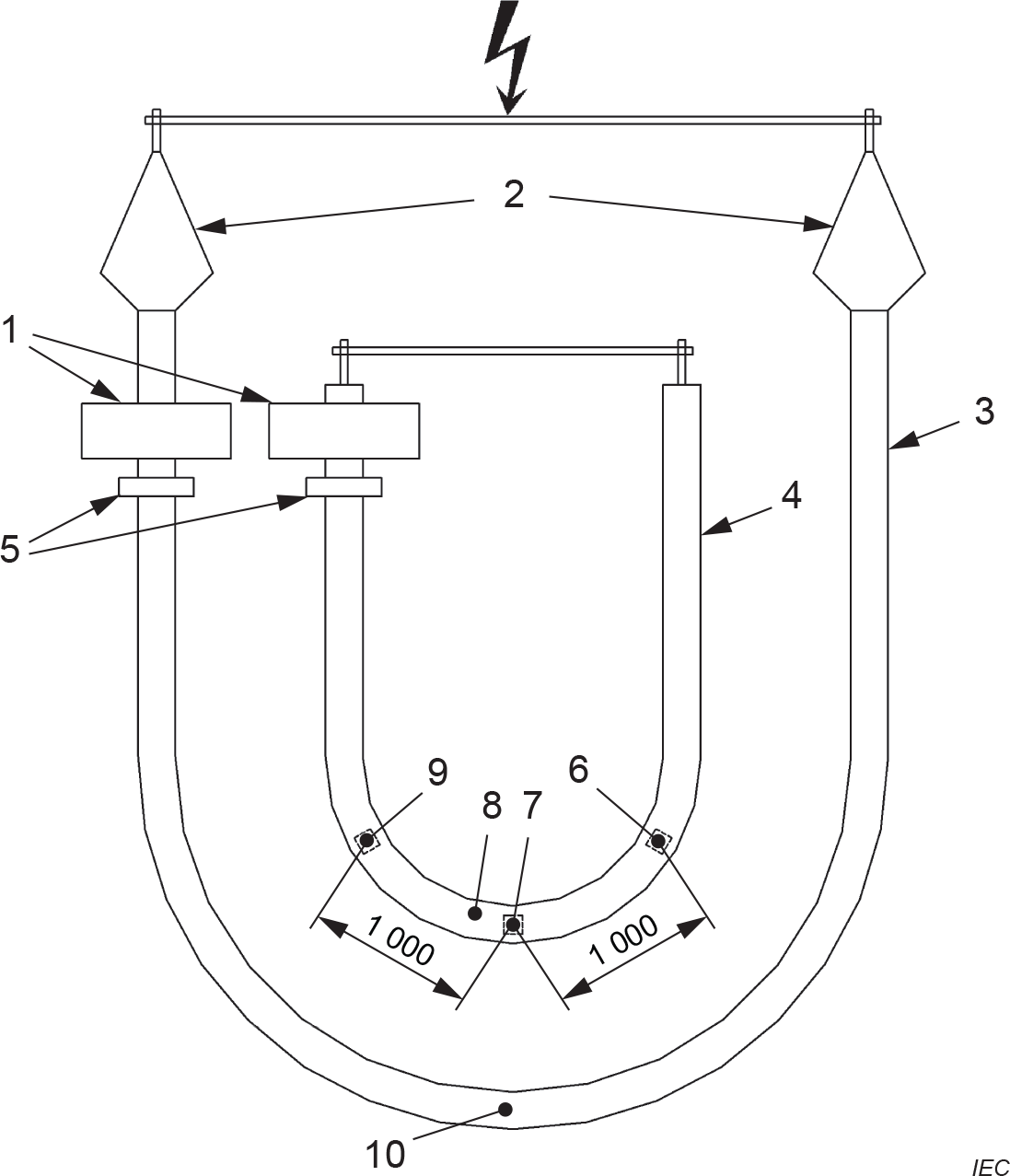
2 төгсгөвч 7 TC1c (дамжуулагч)

3 туршилт хийх кабель 8 TC1S (бүрээс)

4 жишиг кабель (≥ 5 м) 9 TC2c (дамжуулагч)

5 гүйдэл хэмжих трансформаторууд 10 TCS (дамжуулагч)

**A.1-р зураг – Жишиг болон үндсэн туршилтын хэлхээнд голчлон хийгдэх туршилтын схем**



**Key**

1 current inducing transformers 6 TC3c (conductor)

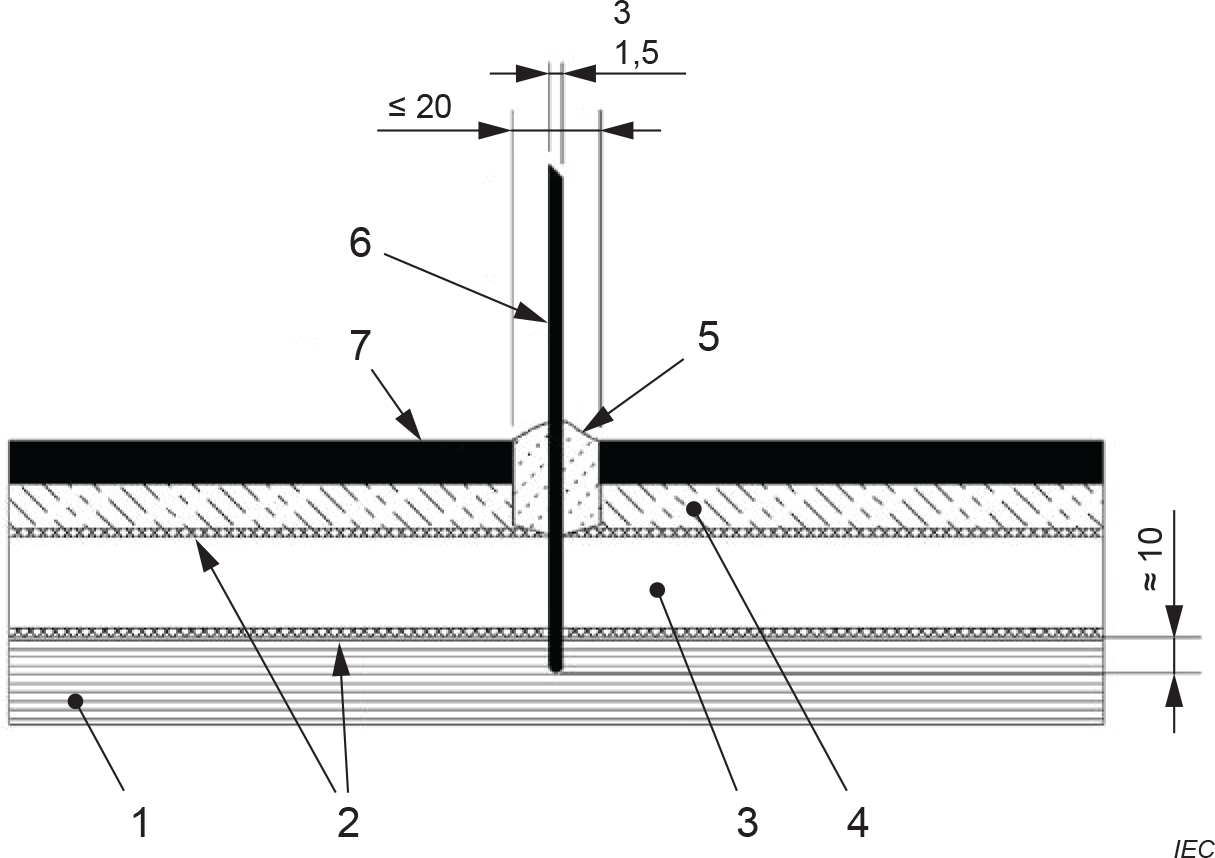
2 terminations 7 TC1c (conductor)

3 cable under test 8 TC1S (sheath)

4 reference cable (≥ 5 m) 9 TC2c (conductor)

5 current measuring transformers 10 TCS(conductor)

**Figure A.1 – Typical test set-up for the reference loop and the main test loop**



**Түлхүүр үг**

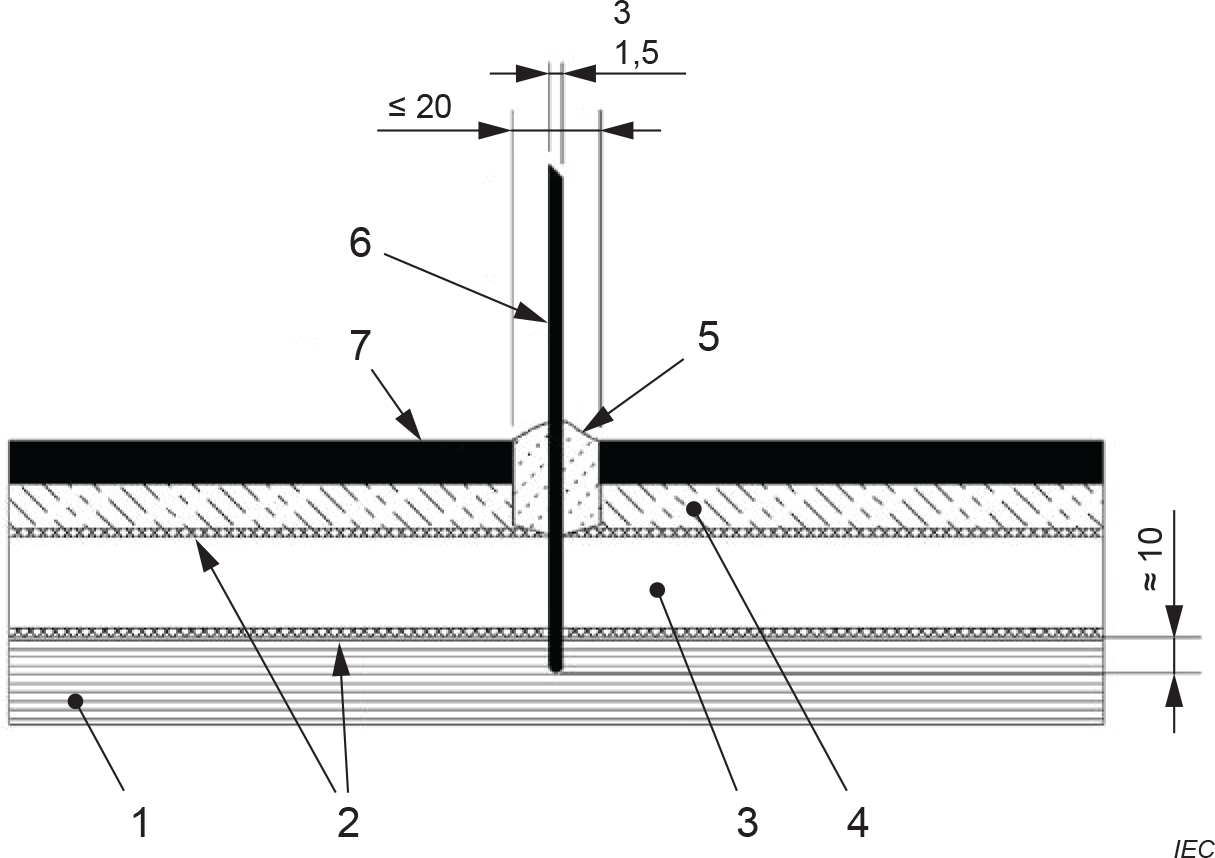
1 дамжуулагч 5 уян дулаан тусгаарлагчийн бүрдэл хэсэг

2 хагас дамжуулагч экран 6 температур мэдрэгч

3 тусгаарлагч 7 кабелийн гадна бүрээс

4 metal sheath

**A.2-р зураг – Жишиг хэлхээний дамжуулагч дээр температур мэдрэгчбайрлуулах жишээ**



**Key**

1 conductor 5 flexible thermal insulating compound

2 semi-conducting screens 6 temperature sensor

3 insulation 7 cable oversheath

4 metal sheath

**Figure A.2 – Example of an arrangement of the temperature sensors on the conductor of the reference loop**

|  |  |
| --- | --- |
| **A.2.3 Шалган тохируулах арга**  Шалган тохируулахыг (20 ± 15)°C температуртай чийггүй нөхцөлд хийвэл зохино.  Дамжуулагч, гадна бүрээс, орчны температур зэргийг нэгэн зэрэг хэмжихийн тулд температур бичигч ашиглана. Кабелийг 1-р хүснэгтэд өгсөн хэвийн ажиллагааны үеийн кабелийн дамжуулагчийн хамгийн их температураас дээш 5 К-ээс 10 К-ний хооронд тогтворжуулж А.1-р зурагт үзүүлсэн TC1c температур мэдрэгчийн заах дамжуулагчийн температур хүртэл халаах хэрэгтэй.  Тогтворжих үед дараах зүйлийг анхаарч үзэх хэрэгтэй:  - дамжуулагчийн температур: TC1c, TC2c болон TC3c мэдрэгчүүдийн дундаж утга;  - TC1s мэдрэгчийн байрлалд дахь гадна бүрээсийн температур ;  - орчны температур;  - халаах гүйдэл.  **A.3 Туршилтад зориулан халаах**  **A.3.1 1-р аргачлал – жишиг кабель ашиглан турших**  Энэ аргачлалд туршилтанд ашигласан кабельтай адил жишиг кабелийг туршилтын үндсэн хэлхээтэй адил гүйдлийн утгаар халаана.  .  Хоёр хэлхээний кабель болон температур мэдрэгчийг A.2 бүлэгт өгөсөн шаардлагын дагуу суурилуулна.  Туршилтын монтаж:  - жишиг кабель нь туршилтын үндсэн хэлхээтэй адил гүйдлийг ямар ч үед дамжуулах ёстой; туршилтын кабель болон жишиг кабелийн гадаргуун температурыг тэнцүүлэхийн тулд гүйдэл бага зэрэг өөрчлөхийг зөвшөөрнө;  - туршилтын турш халаалтын харилцан нөлөөллийг харгалзан үзэхээр суурилуулсан.  Хоёр хэлхээний давхарга адил температуртай эсэхийг шалгахын тулд температур мэдрэгч(TC)-ийг TC1 температур мэдрэгчийг хамгийн халуун цэг дээр суурилуулсантай адил хамгийн халуун цэг дээр үндсэн туршилтын хэлхээний гадна гадаргуу дээр эсвэл доор суурилуулсан байх ёстой. кабель.  Жишиг хэлхээний дамжуулагч дээрх температур мэдрэгч TC1-ээр хэмжсэн температурыг хүчдэлтэй туршилтын хэлхээний дамжуулагчийн температураар төлөөлүүүлж болно.  Хоёр хэлхээний халаах гүйдлийг дамжуулагчийн температур тогтоосон хязгаарт байхаар тохируулна.  Бүх температур мэдрэгчийг температурын хянах боломжтой болгохын тулд тулд бичигчид холбодог. Туршилт үргэлжлэх хугацаанд хоёр гүйдэл адил утгатай болохыг батлахын тулд хэлхээ тус бүрийн халаах гүйдлийг бичих шаардлагатай. Халаалтын гүйдлийн зөрүүг ±1% хүрээнд байлгана.  Температурыг шилэн кабелийн холбоос эсвэл түүнтэй адилтгах зүйлээр хэмжиж байгаа бол жишиг кабелийг туршилтын кабельтай цуваа холбож болно.  **A.3.2 2-р аргачлал – Гадаргуун температур хэмжих болон дамжуулагчийн температурын тооцоо ашиглан турших**  **A.3.2.1 Туршилтын кабелийн дамжуулагчийн температур шалгаж тохируулах**  Шалгаж тохируулахын зорилго нь туршилтанд шаардагдах температурын хүрээнд өгсөн гүйдлийг шууд хэмжих бадлаар дамжуулагчийн температур тодорхойлох явдал юм. Шалгаж тохируулахад ашигласан кабель нь туршилтанд ашиглах кабельтай адил байх ёстой бөгөөд халаах арга нь адил байх ёстой.  Шалгаж тохируулах кабель ба температур мэдрэгчийг А.2-т заасны дагуу суурилуулах ёстой. Шалгалт тохируулгыг жишиг кабельд зориулсан А.2.3-ын дагуу хийх ёстой.  **A.3.2.2 Гадна температур хэмжихэд үндэслэсэн туршилт**  Шалгах тохируулах үед болон үндсэн хэлхээний туршилтын явцад үндсэн туршилтын хэлхээний кабелийн дамжуулагчийн температурыг IEC 60853-2 стандартын дагуу гадна бүрээсийн хэмжсэн гадаад температур (ТС) дээр үндэслэн тооцно. Хэмжилтийг жишиг кабелийн нэгэн адил хамгийн халуун цэг дээр, гадна гадаргуу дээр эсвэл доор байрлуулсан температур мэдрэгчээр гүйцэтгэнэ. Хувилбарт сонголт болгон, хэрэв асимптотик түр зуурын температур заасан хугацаанд хүрсэн бол IEC 60287-1-1 стандартыг ашиглаж болно. Гадна бүрээсийн хэмжсэн гадна температурт үндэслэн дамжуулагчийн тооцоолсон температурын шаардлагатай утгыг олж авахын тулд халаах гүйдлийг тохируулна.  **B Хавсралт**  (мэдээллийн)  **Тоо бүхэлдэх (ойролцоолох)**  Хэд хэдэн хэмжилтийн дундаж утгыг тооцоолох, эсвэл өгөгдсөн хэвийн утгад хүлцлийн хувь хэрэглэх замаар хамгийн бага утга гаргах зэргээр тоон утгыг тодорхой тооны аравтын орон хүртэл бүхэлдэх тохиолдолд дараах байдлаар бүхэлдэнэ. Хамгийн сүүлийн оронгийн тоо нь 0, 1, 2, 3, 4-өөр төгссөн бол өмнөх оронг хэвээр үлдээж бүхэлдэнэ (багасгажбүхэлдэнэ).  Хамгийн сүүлийн оронгийн тоо нь 9, 8, 7, 6, 5-аар төгссөн бол өмнөх оронг нэг орон нэмж бүхэлдэнэ (ихэсгэж бүхэлдэнэ).  ЖИШЭЭ:  2, 449 ≈ 2, 45 зуутын орон хүртэл бүхэлдсэн  2, 449 ≈ 2, 4 аравтын орон хүртэл бүхэлдсэн  2, 453 ≈ 2, 45 зуутынорон хүртэл бүхэлдсэн  2, 453 ≈ 2, 5 аравтын орон хүртэл бүхэлдсэн  25, 0478 ≈ 25, 048 мянганы орон хүртэл бүхэлдсэн  25, 0478 ≈ 25, 05 зуутын орон хүртэл бүхэлдсэн  25, 0478 ≈ 25, 0 аравтын орон хүртэл бүхэлдсэн  **C Хавсралт**  (мэдээллийн)  **Кабелийн систем, кабель, туслах хэрэгслийн төрөл, урьдчилсан туршилт, төрлийн туршилтын жагсаалт**  Кабелийн систем, кабель, туслах хэрэгслийн төрлийн туршилтыг 12, 14, 15-р бүлэгт тус тус тусгасан.  [C.1](#_bookmark6)-р хүснэгтэд кабелийн систем, кабель болон туслах хэрэгсэлд хийх төрлийн туршилтын хураангуй болон жишиг өгөгдсөн.  .  8,0 кВ/мм-ээс дээш хэвийн дамжуулагчийн цахилгаан орны хүчлэг эсвэл 4,0 кВ/мм-ээс их тусгаарлагчийн хэвийн цахилгаан орны хүчлэг бүхий кабелийн системийн урьдчилан шалгах туршилтыг 13.1 ба 13.3-т тусгасан.  C.2-р хүснэгтэд эдгээр кабелийн системийн урьдчилсан шалгалтын хураангуй болон жишигөгөгдсөн.  С.3-р хүснэгтэд эдгээр кабелийн системийн урьдчилсан шалгалтын хугацааг сунгах тухай хураангуй болон жишиг өгөгдсөн. | **A.2.3 Calibration method**  The calibration should be carried out in a draught-free situation at a temperature of (20 ± 15) °C.  Temperature recorders should be used to measure the conductor, oversheath and ambient temperatures simultaneously.  The cable should be heated until the conductor temperature, indicated by temperature sensor TC1c of [Figure A.1,](#_bookmark3) has stabilized and reached a temperature between 5 K and 10 K above the maximum conductor temperature of the cable in normal operation, as given in [Table 1.](#_bookmark0)  When stabilization has been reached, the following should be noted:  - conductor temperature: average value at - sensors TC1c, TC2c, and TC3c;  - oversheath temperature at position TC1s;  - ambient temperature;  - heating current.  **A.3 Heating for the test**  **A.3.1 Method 1 – Test using a reference cable**  In this method, a reference cable identical to the cable used for the test is heated with the same current value as the main test loop.  The installation of cable and temperature sensors for both loops should be as given in Clause [A.2.](#_bookmark2)  The test arrangement should be such that  - the reference cable carries the same current as the main test loop at any time; small current changes are allowed in order to equalize the surface temperatures on the test cable and the reference cable;  - it is installed in such a way that mutual heating effects are taken into account throughout the test.  A temperature sensor (TCs) should be mounted on or under the external surface of the main test loop at the hottest spot, usually in the middle of the length, in the same way as temperature sensor TC1s is mounted on the hottest spot of the reference cable to check that the oversheaths of both loops are at a similar temperature.  The temperature measured with temperature sensor TC1c on the conductor of the reference loop may be considered as to be representative for the conductor temperature of the energized test loop.  The heating current of both loops should be adjusted such that the conductor temperature is kept within the specified limits.  All temperature sensors should be connected to a recorder to enable temperature monitoring. The heating current of each loop should also be recorded to prove that the two currents are of the same value throughout the duration of the test. The difference between the heating currents should be kept within ±1 %.  The reference cable may be connected in series with the test cable if the temperature is measured via an optical fibre link or equivalent.  **A.3.2 Method 2 – Test using conductor temperature calculations and measurement of the surface temperature**  **A.3.2.1 Calibration of the test cable conductor temperature**  The purpose of the calibration is to determine the conductor temperature by direct measurement for a given current, within the temperature range required for the test.  The cable used for calibration should be identical to that to be used for the test, and the way of heating should be identical.  The installation of cable and temperature sensors for the calibration should be as given in Clause [A.2.](#_bookmark2)  The calibration should be carried out in accordance with [A.2.3](#_bookmark5) for the reference cable.  **A.3.2.2 Test based on measurement of the external temperature**  During calibration and during the test of the main loop, the cable conductor temperature of the main test loop should be calculated in accordance with IEC 60853-2, based on the measured external temperature of the oversheath (TCs). The measurement should be carried out with a temperature sensor at the hottest spot, attached to or under the external surface, in the same way as for the reference cable. As an alternative, IEC 60287-1-1 may be used if it is demonstrated that asymptotic transient temperature is reached within the specified time. The heating current should be adjusted to obtain the required value of the calculated conductor temperature, based on the measured external temperature of the oversheath.  **Annex B**  (normative)  **Rounding of numbers**  When values are to be rounded to a specified number of decimal places, for example in calculating an average value from several measurements or in deriving a minimum value by applying a percentage tolerance to a given nominal value, the procedure shall be as follows.  If the figure in the last place to be retained is followed, before rounding, by 0, 1, 2, 3 or 4, it shall remain unchanged (rounding down).  If the figure in the last place to be retained is followed, before rounding, by 9, 8, 7, 6 or 5, it shall be increased by one (rounding up).  EXAMPLE  2, 449 ≈ 2, 45 rounded to two decimal places  2, 449 ≈ 2, 4 rounded to one decimal place  2, 453 ≈ 2, 45 rounded to two decimal places  2, 453 ≈ 2, 5 rounded to one decimal place  25, 0478 ≈ 25, 048 rounded to three decimal places  25, 0478 ≈ 25, 05 rounded to two decimal places  25, 0478 ≈ 25, 0 rounded to one decimal place  **Annex C**  (informative)  **List of type, prequalification and extension of prequalification tests for cable systems, cables and accessories**  Type tests for cable systems, cables and accessories are covered by Clauses 12, 14 and 15, respectively.  [Table C.1](#_bookmark6) gives a summary and references for type testing of cable systems, cables and accessories.  Prequalification tests of cable systems with a calculated nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric stress above 4,0 kV/mm are covered by 13.1 and 13.2.  Extension of the prequalification tests of cable systems with a calculated nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric stress above 4,0 kV/mm are covered by 13.1 and 13.3.  [Table C.2](#_bookmark7) gives a summary and references for prequalification testing of these cable systems.  [Table C.3](#_bookmark8) gives a summary and references for the extension of prequalification testing of these cable systems. |

**C.1-р хүснэгт – Кабелийн систем, кабель, туслах хэрэгсэлд хийх төрлийн туршилт**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Зүйл** | **Туршилт** | **Бүлэг** | | |
| **Каблийн систем** | **Кабель** | **Туслах хэрэгсэл** |
| a | Ерөнхий зүйл | 12.1 | 14.1 | 15.1 |
| b | Төрөл батлах хүрээ | 12.2 | 14.2 | 15.2 |
| c | Цахилгаан төрлийн туршилт | 12.4 | 14.4 | 15.4 |
| d | Туршилтын хүчдэлийн утга | 12.4.1 | 12.4.1 | 12.4.1 |
| e | Гулзайлтын туршилт | 12.4.3 | 12.4.3 | - |
| Орчны температурт хийх хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт | 12.4.4 | 12.4.4 | 12.4.4 |
| f | Тангенс δ хэмжилт | 12.4.5 | 12.4.5 | - |
| g | Халаах циклийн хүчдэлийн туршилт | 12.4.6 | 12.4.6 | 12.4.6 |
| h | Өндөр температурт хийх хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт |  |  |  |
| Орчны температурт хийх хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт |  |  |  |
| i | Аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилтын дараа сүлжээний давтамжтай хүчдэлийн туршилт | 12.4.7 | 12.4.7 | 12.4.7 |
| j | Орчны температурт хийх хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт (дээрх g) зүйлийн дараа хийгээгүй бол) | 12.4.4 | – | 12.4.4 |
| Орчны температурт хийх хэсэгчлэн цэнэггүйжүүлэх туршилт (дээрх g) зүйлийн дараа хийгээгүй бол) | 12.4.4 | 12.4.4 | 12.4.4 |
| k | Туслах хэрэгсэлд хийх нэмэлт туршилт | [H](#_bookmark18) хавсралт | – | [H](#_bookmark18) хавсралт |
| l | Хяналт | 12.4.8 | 12.4.8 | 12.4.8.1 |
| m | Хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцэл | 12.4.9 | 12.4.9 | – |
| n | Иж бүрэн кабель болон кабелийн бүрдэл хэсэгт хийх цахилгааны бус төрлийн туршилт | 12.5 | 12.5 | – |

**Table C.1 – Type tests on cable systems, on cables and on accessories**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Item** | **Test** | **Clauses** | | |
| **Cable systems** | **Cables** | **Accessories** |
| a | General | 12.1 | 14.1 | 15.1 |
| b | Range of type approval | 12.2 | 14.2 | 15.2 |
| c | Electrical type tests | 12.4 | 14.4 | 15.4 |
| d | Test voltage values | 12.4.1 | 12.4.1 | 12.4.1 |
| e | Bending test | 12.4.3 | 12.4.3 | - |
| Partial discharge test at ambient temperature | 12.4.4 | 12.4.4 | 12.4.4 |
| f | Tan δ measurement | 12.4.5 | 12.4.5 | - |
| g | Heating cycle voltage test | 12.4.6 | 12.4.6 | 12.4.6 |
| h | Partial discharge test at high temperature |  |  |  |
| Partial discharge test at ambient temperature (after final cycle or after lightning impulse voltage test in item i) below) |  |  |  |
| i | Lightning impulse voltage test followed by power frequency voltage test | 12.4.7 | 12.4.7 | 12.4.7 |
| j | Partial discharge test at high temperature (if not carried out after item g) above) | 12.4.4 | – | 12.4.4 |
| Partial discharge test at ambient temperature (if not carried out after item g) above) | 12.4.4 | 12.4.4 | 12.4.4 |
| k | Additional tests for accessories | [Annex H](#_bookmark18) | – | [Annex H](#_bookmark18) |
| l | Examination | 12.4.8 | 12.4.8 | 12.4.8.1 |
| m | Resistivity of semi-conducting screens | 12.4.9 | 12.4.9 | – |
| n | Non-electrical type tests on cable components and on completed cable | 12.5 | 12.5 | – |

**C.2-р хүснэгт – 8,0 кВ/мм-ээс дээш хэвийн дамжуулагчийн цахилгаан орны хүчлэг эсвэл 4,0 кВ/мм-ээс их тусгаарлагчийн хэвийн цахилгаан орны хүчлэг бүхий кабелийн системийн урьдчилан шалгах туршилт**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Зүйл** | **Туршилт** | **Бүлэг** |
| **Кабелийн систем** |
| a | Урьдчилсан шалгалтын зөвшөөрлийн ерөнхий зүйл болон хамрах хүрээ | 13.1 |
| b | Иж бүрэн системд хийх урьдчилсан туршилт | 13.2 |
| c | Урьдчилсан туршилтын хураангуй | 13.2.1 |
| d | Туршилтын хүчдэлийн утга | 13.2.2 |
| e | Туршилтын тогтолцоо | 13.2.3 |
| f | Халаах циклийн хүчдэлийн туршилт | 13.2.4 |
| g | Аянгын импульсийн хүчдэлийн туршилт | 13.2.5 |
| h | Шалгалт | 13.2.6 |

**Table C.2 – Prequalification tests on cable systems with a calculated nominal**

**conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric stress above 4,0 kV/mm**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Item** | **Test** | **Clauses** |
| **Cable systems** |
| a | General and range of prequalification test approval | 13.1 |
| b | Prequalification test on complete system | 13.2 |
| c | Summary of prequalification tests | 13.2.1 |
| d | Test voltage values | 13.2.2 |
| e | Test arrangement | 13.2.3 |
| f | Heating cycle voltage test | 13.2.4 |
| g | Lightning impulse voltage test | 13.2.5 |
| h | Examination | 13.2.6 |

**C.3-р хүснэгт – 8,0 кВ/мм-ээс дээш хэвийн дамжуулагчийн цахилгаан орны хүчлэг эсвэл 4,0 кВ/мм-ээс дээш тооцоолсон тусгаарлагчийн хэвийн цахилгаан орны хүчлэг бүхий кабелийн системийн урьдчилсан туршилт**

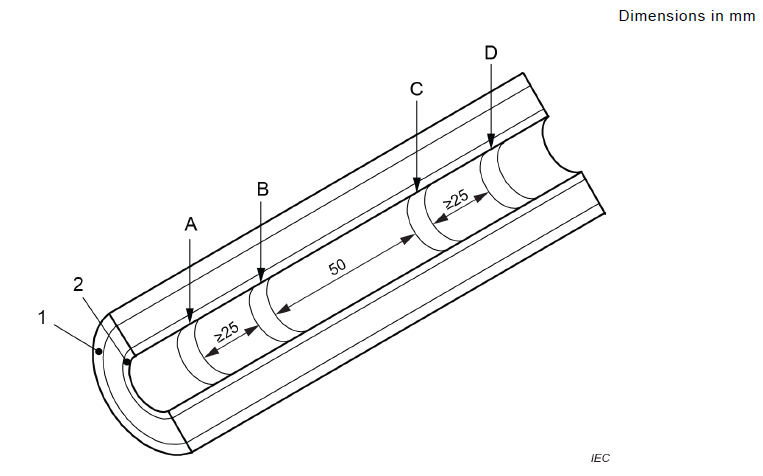
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **IЗүйл** | **Туршилт** | **Бүлэг** |
| **Кабелийн систем** |
| a | Кабелийн системийн урьдчилсан шалгалтыг сунгах туршилт | 13.3 |
| b | урьдчилсан шалгалтыг сунгах хураангуй | 13.3.1 |
| c | Иж бүрэн кабелийн системийн урьдчилсан шалгалтыг сунгах ажлын цахилгааны хэсэг | 13.3.2 |
| d | Ерөнхий зүйл | 13.3.2.1 |
| e | Туршилтын хүчдлийн утга | 13.3.2.2 |
| f | урьдчилсан шалгалтыг сунгах ажлын цахилгааны хэсгийн дараалал | 13.3.2.3 |
| g | Хүчдэлгүйгээр халаах мөчлөгийн туршилт | 13.3.2.4 |
| h | Шалгалт | 13.2.6 |

**Table C.3 – Extension of prequalification tests on cable systems with a calculated nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal**

**insulation electric stress above 4,0 kV/mm**

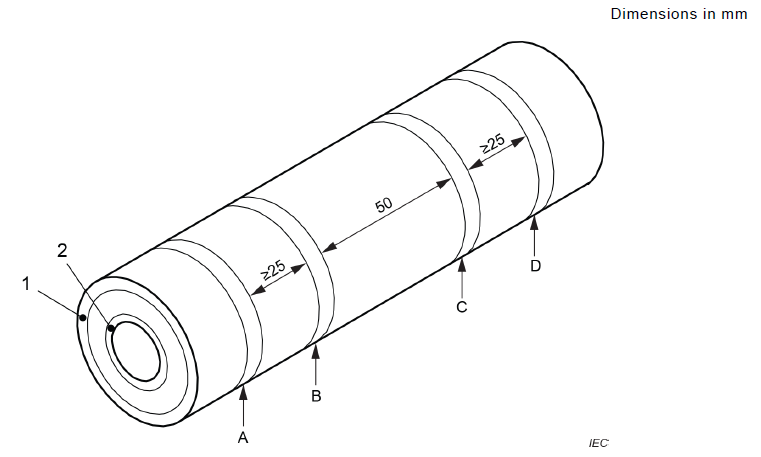
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Item** | **Test** | **Clauses** |
| **Cable systems** |
| a | Tests for the extension of the prequalification of a cable system | 13.3 |
| b | Summary of the extension of the prequalification test | 13.3.1 |
| c | Electrical part of the extension of prequalification tests on complete cables system | 13.3.2 |
| d | General | 13.3.2.1 |
| e | Test voltage values | 13.3.2.2 |
| f | Sequence of the electrical part of the extension of prequalification tests | 13.3.2.3 |
| g | Heating cycle test without voltage | 13.3.2.4 |
| h | Examination | 13.2.6 |

|  |  |
| --- | --- |
| **D Хавсралт**  (мэдээллийн)  **Хагас дамжуулагч экраны эсэргүүцэл хэмжих арга**  Туршилтын эд бүрийг иж бүрэн кабелиас 150 мм сорьц авч бэлтгэнэ.  Дамжуулагчийн экраны туршилтын хэсгийг үндсэн сорьцыг уртын дагуу хагасаар нь огтолж, хэрэв байгаа бол дамжуулагч болон жийргийг салгах замаар бэлтгэнэ (D.1а-р зургийг үз). Тусгаарлагчийн экраны туршилтын эдийг үндсэн сорьцын бүх бүрээсийг салгах замаар бэлтгэнэ (D.1b зургийг үз).  Экраны эсэргүүцлийн хэмжээг тодорхойлох журам дараах байдалтай байна.  A, B, C, D гэсэн мөнгөөр бүрсэн дөрвөн электродыг хагас дамжуулагчийн гадаргууд наана (D.1a болон D.1b зургийг үз). В болон С хоёр хэмжүүрийн электрод нь бие биенээсээ 50 мм-ийн зайд байх ба А болон D хоёр гүйдлийн электрод тус бүрийг хэмжүүрийн электродуудаас 25 мм-ээс багагүй зайд байрлуулна.  Электродуудад тохирох хавчаараар холболт хийнэ. Дамжуулагчийн экраныг электродуудтай холбохдоо туршилтын сорьцын гадна талын гадаргуу дээрх тусгаарлах экранаас хавчаарыг тусгаарлана.  Угсралтыг тогтоосон температурт хүртэл урьдчилан халаасан зууханд хийж, 30 минутаас багагүй хугацааны интервалтайгаар электродуудын хоорондох эсэргүүцлийг 100 мВт-аас ихгүй чадалтай хэлхээний тусламжтайгаар хэмжинэ.  Цахилгаан хэмжилт хийсний дараа дамжуулагчийн болон тусгаарлагчийн экран зэргийн диаметр, зузааныг орчны температурт хэмжих ба тус бүр нь Зураг D.1b-д үзүүлсэн сорьц дээр хийсэн зургаан хэмжилтийн дундаж байна.  Ом метрээр илэрхийлэх ρ хувийн эсэргүүцлийн хэмжээг дараах байдлаар тооцоолно:  a) дамжуулагчийн экран:  *ρc = Rc  Dc  Tc Tc*  *2 Lc*  Энд:  ρc хувийн эсэргүүцэл, Ом метр (Ω ∙ м);  *R*c хэмжсэн эсэргүүцэл, Ом (Ω);  *L*c хэмжүүрийн электродын хоорондох зай, метр (м);  *D*c дамжуулагчийн экраны диаметр, метр (м);  *T*c дамжуулагчийн экраны дундаж зузаан, метр (м).  b) Тусгаарлагчийн экран:  *ρi = Ri  Di  Ti Ti*  *2 Li*  Энд:  *ρi* хувийн эсэргүүцэл, Ом метр (Ω ∙ м);  *R*i хэмжсэн эсэргүүцэл, Ом (Ω);  *L*i хэмжүүрийн электродын хоорондох зай, метр (м);  *D*i тусгаарлагчийн экраны диаметр, метр (м);  *T*i тусгаарлагчийн экраны дундаж зузаан, метр (м). | **Annex D**  (normative)  **Method of measuring resistivity of semi-conducting screens**  Each test piece shall be prepared from a 150 mm sample of completed cable.  The conductor screen test piece shall be prepared by cutting a sample of core in half longitudinally and removing the conductor and separator, if any (see [Figure D.1](#_bookmark9)a). The insulation screen test piece shall be prepared by removing all the coverings from a sample of core (see [Figure D.1](#_bookmark9)b).  The procedure for determining the volume resistivity of the screens shall be as follows.  Four silver-painted electrodes A, B, C and D (see [Figure D.1](#_bookmark9)a and [Figure D.1](#_bookmark9)b) shall be applied to the semi-conducting surfaces. The two potential electrodes, B and C, shall be 50 mm apart and the two current electrodes, A and D, shall be each placed at least 25 mm beyond the potential electrodes.  Connections shall be made to the electrodes by means of suitable clips. In making connections to the conductor screen electrodes, it shall be ensured that the clips are insulated from the insulation screen on the outer surface of the test sample.  The assembly shall be placed in an oven preheated to the specified temperature and, after an interval of at least 30 min, the resistance between the electrodes shall be measured by means of a circuit, the power of which shall not exceed 100 mW.  After the electrical measurements, the diameters over the conductor screen and insulation and the thickness of the conductor screen and insulation screen shall be measured at ambient temperature, each being the average of six measurements made on the sample shown in [Figure D.1](#_bookmark9)b.  The volume resistivity ρ in ohm metres shall be calculated as follows:  a) conductor screen:  *ρc = Rc  Dc  Tc Tc*  *2 Lc*  where  ρc is the volume resistivity, in ohm metres (Ω ∙ m);  *R*c is the measured resistance, in ohms (Ω);  *L*c is the distance between potential electrodes, in metres (m);  *D*c is the diameter over the conductor screen, in metres (m);  *T*c is the average thickness of conductor screen, in metres (m).  b) Insulation screen:  *ρi = Ri  Di  Ti Ti*  *2 Li*  where  *ρi* is the volume resistivity, in ohm metres (Ω ∙ m);  *R*i is the measured resistance, in ohms (Ω);  *L*i is the distance between potential electrodes, in metres (m);  *D*i is the diameter over the insulation screen, in metres (m);  *T*i is the average thickness of insulation screen, in metres (m). |



**a) Дамжуулагчийн экраны хувийн эсэргүүцлийн хэмжилт**

**a) Measurement of the volume resistivity of the conductor screen**



**b) Тусгаарлагчийн экраны хувийн эсэргүүцлийн хэмжилт**

**b) Measurement of the volume resistivity of the insulation screen**

**Түлхүүр үг**

1 insulation screen/тусгаарлагчийн экран B, B potential electrodes/ хэмжүүрийн электрод

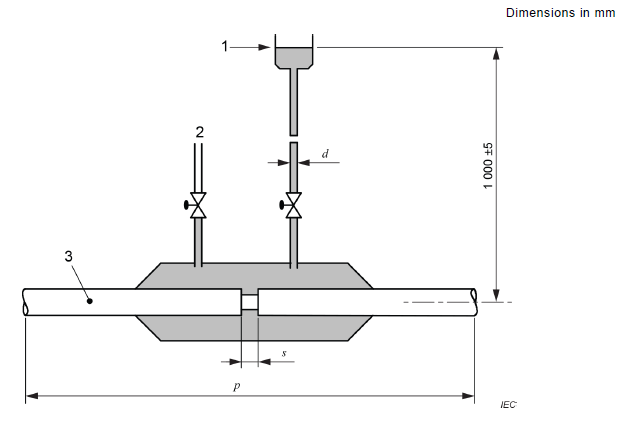
2 conductor screen/дамжуулагчийн экран A, D potential electrodes/ хэмжүүрийн электрод

**D.1 зураг – Дамжуулагчийн болон тусгаарлагчийн экраны эсэргүүцэл хэмжих дээж бэлдэх**

**Figure D.1 – Preparation of samples for measurement of resistivity of conductor and insulation screens**

|  |  |
| --- | --- |
| **E Хавсралт**  (норматив)  **Ус нэвчүүлэх туршилт**  **E.1 Туршилтын эд**  12.4, 14.4-т заасан туршилтын аль нэгэнд өмнө орж байгаагүй иж бүрэн кабелийн 6 м-ээс багагүй урттай дээжийг 12.4.3-т заасан гулзайлтын туршилтад оруулна.  гулзайлтын туршилтанд оруулж, хэвтээ байрлуулсан хэрчмээс 6 метрийн урттай кабелийг нь тайрна. Хэрчмийн төвөөс ойролцоогоор 50 мм өргөнтэй цагиргийг салгаж авна. Энэхүү цагираг нь тусгаарлах экраны гаднах бүх давхаргыг агуулна. Дамжуулагч нь уртын дагуу усны хамгаалалттай гэж үздэг бол цагираг нь дамжуулагчийн гаднах бүх давхаргыг агуулсан байх ёстой.  Хэрэв кабель нь уртын дагуу ус нэвтрэхээс хамгаалсан үелэсэн хамгаалалттай байвал дээж нь эдгээр хамгаалалтаас хоёроос цөөнгүйг агуулсан байх ёстой бөгөөд цагиргийг хамгаалалт хоорондоос салгана.  Энэ тохиолдолд ийм кабелийн хамгаалалт хоорондох дундаж зайг мэдэж байх ёстой. Гадаргууг уртын дагуу ус үл нэвтрэх зориулалттай зааг нь усанд амархан өртөхөөр зүссэн байна.  Уртаашаа ус үл нэвтрэх зориулалтгүй заагийг тохиромжтой материалаар битүүмжлэх эсвэл гаднах бүрээсийг арилгана. 10 мм-ээс багагүй диаметртэй хоолойг ил гарсан цагираг дээр босоо байрлуулан бүрээсний гадаргуу дээр битүүмжлэхийн тулд тохирох төхөөрөмжийг (Зураг E.1-ийг үз) байрлуулна.  Кабель төхөөрөмжөөс гарах хэсгийн битүүмжлэл нь кабельд механик ачаалал өгөхгүй байх ёстой.  ТАЙЛБАР Уртын дагуу ус нэвчихээс хамгаалах тодорхой хамгаалалтын хариу үйлдэл нь усны найрлагаас (жишээлбэл, рН, ионы концентраци) хамаардаг. Өөрөөр заагаагүй бол туршилтад ердийн цоргоны ус ашиглана.  **E.2 Туршилт**  Хоолойг 5 минутын дотор (20 ± 10) ° C температуртай цоргоны усаар дүүргэж, хоолойн усны өндөр нь кабелийн төвөөс дээш 1,0 м өндөр байх ёстой (Зураг E.1-ийг үз). Дээжийг 24 цагийн турш байлгана. Дараа нь дээжийг 10 халаах циклд оруулна.  Хэвийн ажиллагааны үеийн дамжуулагчийн хамгийн их температураас дээш 5 К-ээс 10 К болтол тогтвортой температурт хүртэл дамжуулагчийг тохиромжтой аргаар халаана; Гэхдээ энэ нь ус буцалгах цэгт хүрч болохгүй. 8 цагаас багагүй хугацаанд халаана.  Дамжуулагчийн температурыг халаах үе бүрт 2 цагаас багагүй хугацаанд тогтоосон температурын хязгаарт байлгах ёстой. Үүний дараа 16 цагаас багагүй хугацаанд ердийн байдлаар хөргөх байх ёстой. Усны түрэлтийн өндрийг 1 м-т байлгана.  ТАЙЛБАР Туршилтын явцад хүчдэлгүй байх тул туршилт хийх кабельтай жишиг кабелийг цуваа холбосон нь дээр бөгөөд температурыг энэ кабелийн дамжуулагч дээр шууд хэмжинэ. **E.3 Шаардлага** Туршилтын явцад туршилтын эдийн үзүүрээс ус гарах ёсгүй. | **Annex E**  (normative)  **Water penetration test**  **E.1 Test piece**  A sample of completed cable at least 6 m in length which has not previously been subjected to any of the tests described in 12.4 or 14.4 shall be subjected to the bending test described in 12.4.3.  A 6 m length of cable shall be cut from the length which has been subjected to the bending test and placed horizontally. A ring approximately 50 mm wide shall be removed from the centre of the length. This ring shall comprise all the layers external to the insulation screen. Where the conductor is also claimed to contain a longitudinal water barrier, the ring shall comprise all layers external to the conductor.  If the cable contains intermittent barriers to longitudinal water penetration, then the sample shall contain at least two of these barriers, the ring being removed from between the barriers. In this case, the average distance between the barriers in such cables should be known.  The surfaces shall be cut so that the interfaces intended to be longitudinally watertight shall be readily exposed to water. The interfaces not intended to be longitudinally watertight shall be sealed with a suitable material or the outer coverings removed.  Arrange a suitable device (see [Figure E.1](#_bookmark10)) to allow a tube having a diameter of at least 10 mm to be placed vertically over the exposed ring and sealed to the surface of the oversheath. The seals where the cable exits the apparatus shall not exert mechanical stress on the cable.  NOTE The response of certain barriers to longitudinal penetration can be dependent on the composition of the water (e.g. pH, ion concentration). Normal tap water is used for the test unless otherwise specified.  **E.2 Test**  The tube shall be filled within 5 min with tap water at a temperature of (20 ± 10) °C so that the height of the water in the tube is 1,0 m above the cable centre (see [Figure E.1)](#_bookmark10).  The sample shall be allowed to stand for 24 h.  The sample shall then be subjected to 10 heating cycles. The conductor shall be heated by a suitable method until it has reached a steady temperature 5 K to 10 K above the maximum conductor temperature in normal operation; it shall not, however, reach the boiling point of water.  The heating shall be applied for at least 8 h. The conductor temperature shall be maintained within the stated temperature limits for at least 2 h of each heating period. This shall be followed by at least 16 h of natural cooling.  The water head shall be maintained at 1 m.  NOTE No voltage being applied throughout the test, it is preferable to connect a reference cable in series with the cable to be tested, the temperature being measured directly on the conductor of this cable. **E.3 Requirements** During the period of testing, no water shall emerge from the ends of the test piece. |

Хэмжилтийн нэгж нь мм

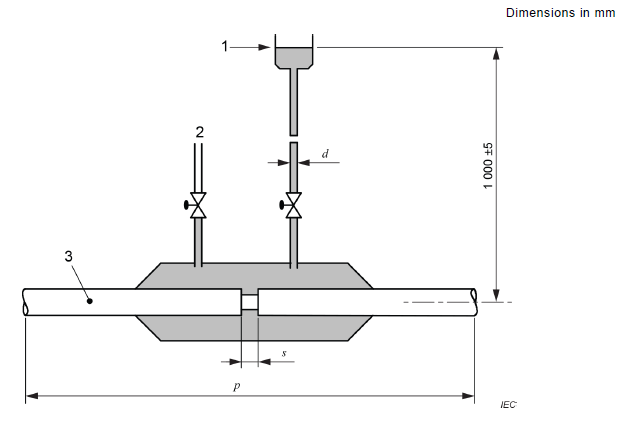


1 ус хуримтлуулагч сав *d* хамгийн багадаа Ø10 мм (доторх)

2 хавхлаг *s* ойролцоогоор 50 мм

3 кабель *p* урт ≤ 6 000 мм

### **E.1 зураг – Ус нэвтрэх чанарыг турших төхөөрөмжийн бүдүүвч диаграм**



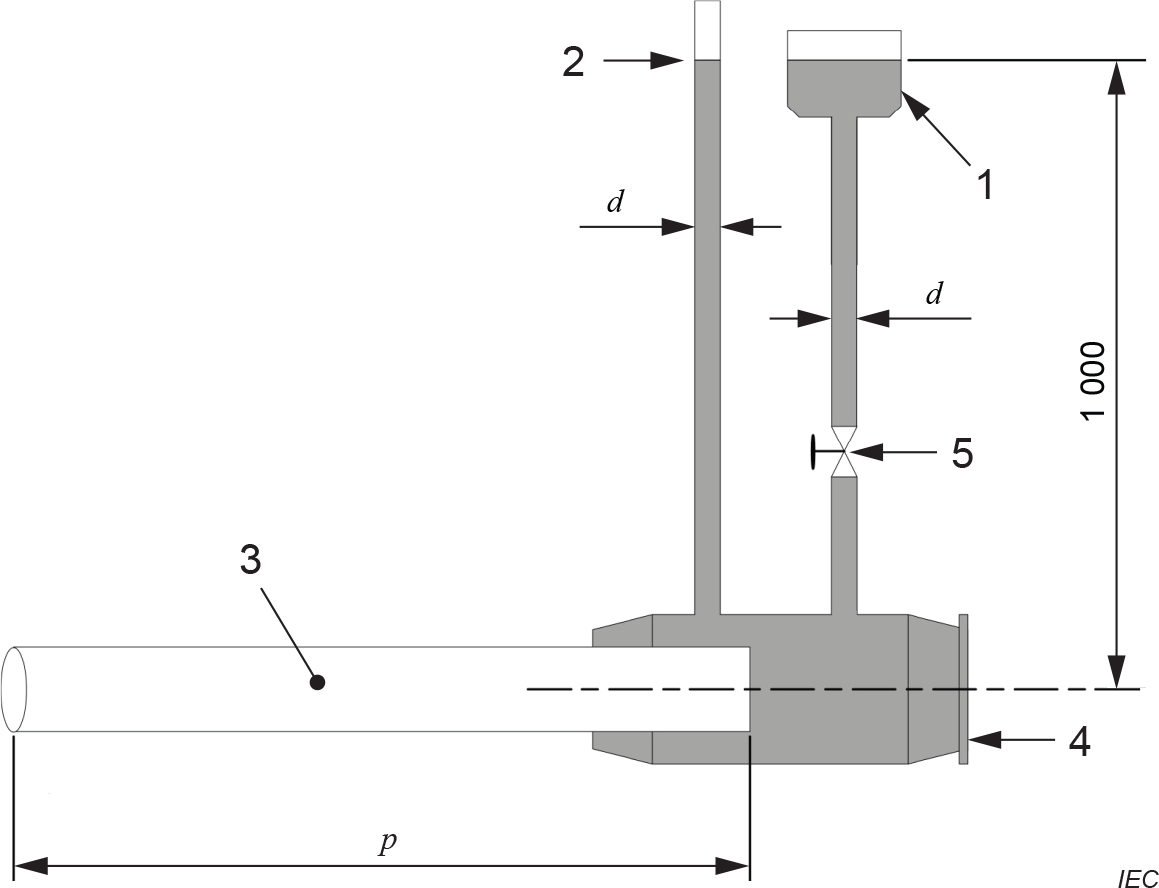
1 water header tank *d* Ø10 mm minimum (inner)

2 vent *s* 50 mm approximately

3 cable *p* length ≤ 6 000 mm

### **Figure E.1 – Schematic diagram of apparatus for water penetration test**

|  |  |
| --- | --- |
| **F Хавсралт**  (норматив)  **Дамжуулагчид ус нэвтэрч байгаа эсэхийг шалгах** **Туршилтын хэсэг** 12.4.3-т заасан гулзайлтын туршилтанд хамрагдсан кабелийн 3 м-ийн дээжийг хэвтээ байрлуулна.  Тусгаарлах экран хүртэл гаднах бүх давхаргыг дээжээс салгаж, дамжуулагчийн хөндлөн огтлолыг туршилтын хэсгийн хоёр төгсгөлд бүтнээр нь ил гаргах ёстой.  Туршилтын эдийн нэг үзүүрийг хаахын тулд тохиромжтой камерыг зохмонтажлана. камер нь тус бүр нь 10 мм-ээс багагүй дотоод диаметртэй агааржуулалтын нүх, тусдаа босоо хоолой зэргээр тоноглогдсон байх ёстой бөгөөд 1 м түрэлттэй ус хэрэглэх боломжтой тэлэлтийн савтай байна (Зураг 1-ийг үз).  Камер нь тусгаарлах экраны гадаргуу дээр битүүмжлэгдсэн байна. Кабель камераас гарах хэсгийн битүүмжлэл нь туршилтын явцад тусгаарлагчийг гажилтад оруулахгүй байх ёстой.  ТАЙЛБАР Уртааш нэвтрэлтийн тодорхой хамгаалалтын хариу үйлдэл нь усны найрлагаас (жишээлбэл, рН, ионы концентраци) хамаардаг. Өөрөөр туршилтанд заагаагүй бол ердийн цоргоны усыг ашиглана. **Туршилт** Хоолойг 5 минутын дотор (20 ± 10) ° C температуртай цоргоны усаар дүүргэж, хоолойн усны өндөр нь кабелийн төвөөс дээш 1 м өндөр байх ёстой (Зураг F.1-ийг үз).  Дээжийг орчны температурт 11 хоног байлгана. **Шаардлага** Туршилтын явцад туршилтын эдийн төгсгөлөөс ус гарах ёсгүй. | **Annex F**  (normative)  **Test for water penetration in the conductor** **Test piece** A 3 m sample of cable which has been subjected to the bending test of 12.4.3 shall be placed horizontally.  All layers external to the insulation screen shall be removed from the sample and the full cross- section of the conductor shall be exposed at both ends of the test piece.  Arrange a suitable chamber to enclose one end of the test piece. The chamber shall be fitted with an air vent and a separate vertical tube, both of at least 10 mm internal diameter, with a header tank to allow the application of a 1m head of water (see Figure 1). The chamber shall be sealed to the surface of the insulation screen. The seal where the cable exits the chamber shall not deform the insulation during the test.  NOTE The response of certain barriers to longitudinal penetration can be dependent on the composition of the water (e.g. pH, ion concentration). Normal tap water is used for the test unless otherwise specified. **Test** The tube shall be filled within 5 min with tap water at a temperature of (20 ± 10) °C so that the height of the water in the tube is 1 m above the cable centre (see [Figure F.1](#_bookmark11)).  The sample shall be allowed to stand for 11 days at ambient temperature. **Requirements** During the period of testing, no water shall emerge from the end of the test piece. |



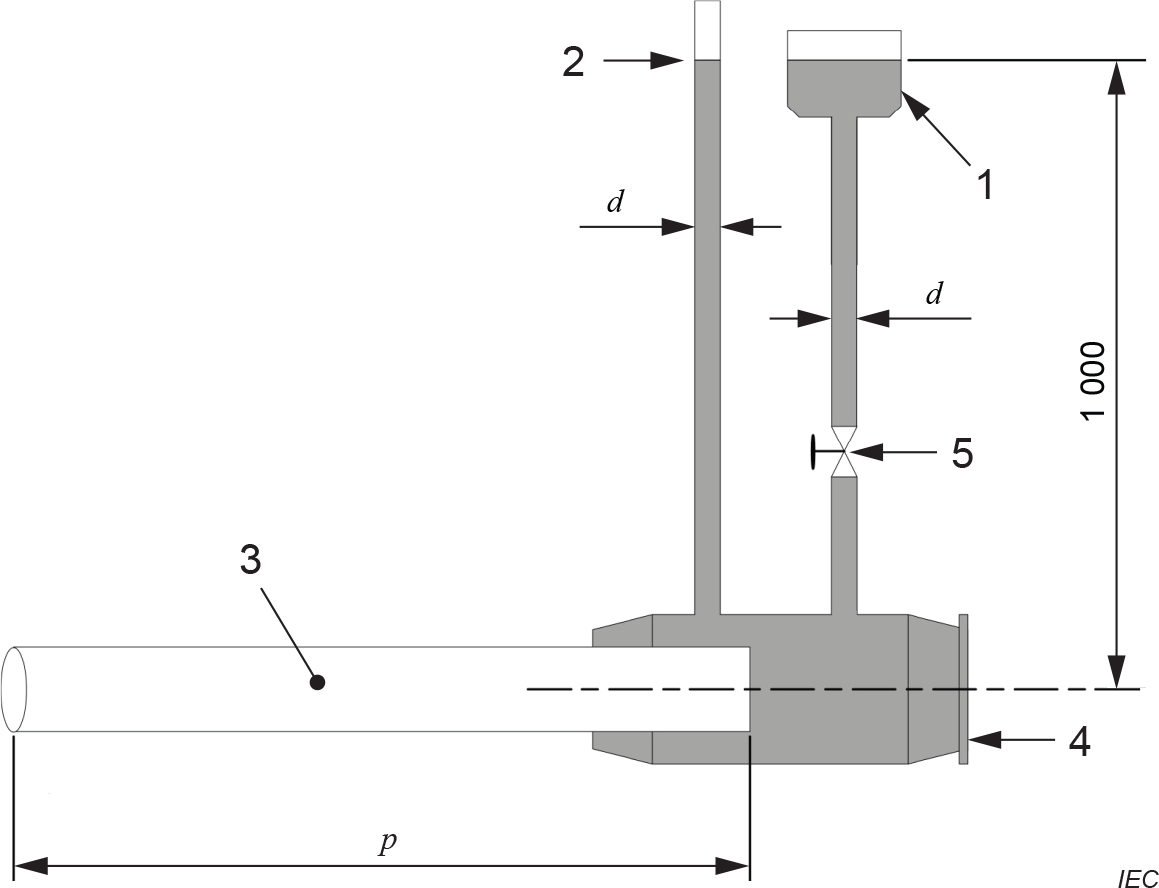
**Түлхүүр үг**

1. тэлэлтийн сав
2. агаарын хавхлаг
3. туршилтын эд
4. камер
5. бүрэн өрөмдсөн хавхлаг (заавал байх албагүй)

*d* дотоод Ø = хамгийн багадаа 10 мм

*p* урт ≤ 3 000 мм

### **F.1 зураг – Дамжуулагчийн ус нэвтрэх чанарыг турших төхөөрөмжийн бүдүүвч диаграм**



**Key**

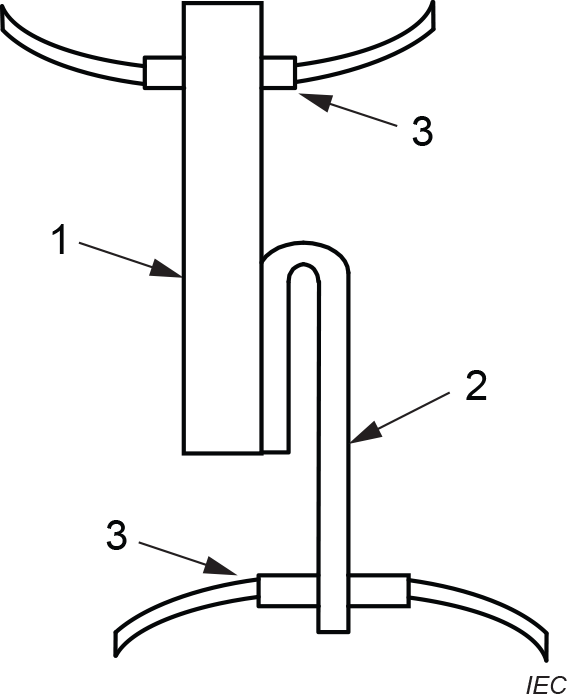
1. water header tank
2. air vent
3. test piece
4. chamber
5. full bore valve (optional)

*d* internal Ø = 10 mm minimum

*p* length ≤ 3 000 mm

### **Figure F.1 – Schematic diagram of apparatus for water penetration test in the conductor**

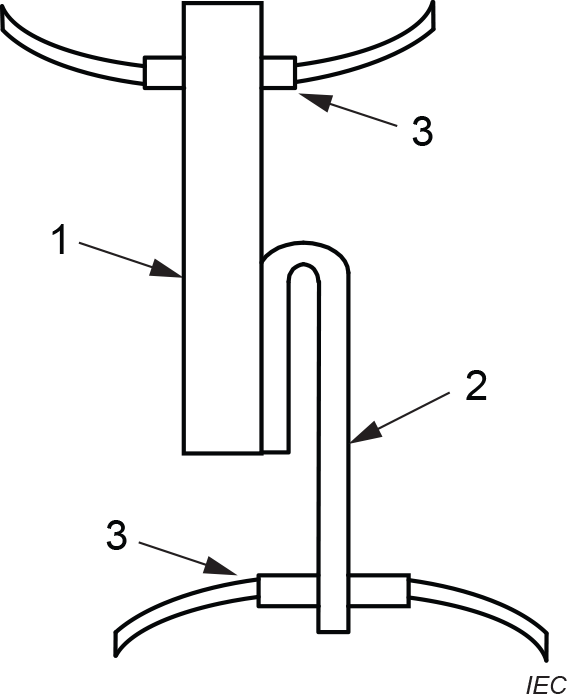
|  |  |
| --- | --- |
| **G Хавсралт**  (норматив)  **Тууш наасан металл тууз болон цаас бүхий кабелийн эд ангиуд хийх туршилт**  **G.1 Үзлэгшалгалт**  Кабелийг задлан үзэж шалгана. Томруулахгүйгээр хэвийн нүдээр эсвэл харааны шилтэй нүдээр дээжийг шалгахад металл соронзон хальс болон тугалган цаасанд цоорсон, нугарсан, хагарсан, урагдсан, экраны утаснууд орооцолдсон, огтлолцсон байдал илрэхгүй байх ёстой.  **G.2 Наалдах болон хуулах хүч**  **G.2.1 Ерөнхий зүйл**  Наалдах болон хуулах хүчийг дараах байдлаар тодорхойлно  *F / w*  where  *F*  хүч (N);  *w*  соронзон хальсны өргөн юм (mm).  CD-ийн загварын хувьд (хосолсон загвар - радиаль ус үл нэвтрэх чанар, цахилгаан шинж чанарыг нийлүүлсэн CD металл экран) нь давхаргыг задлах нь металл эд ангиудыг гэмтээх, экраны цахилгаан функцийг өөрчлөх магадлалтай. Иймээс давхарласан бүрээсийн наалдамхай бат бэх, хуулах бат бөх чанар нь аль болох өндөр байх ёстой.  SD загварын хувьд (тусдаа дизайн - радиаль ус үл нэвтрэх, цахилгаан шинж чанар бүхий SD загвар, өөр өөр металл эд ангиудаар удирддаг) нь давхаргыг задлах нь экраны цахилгаан функцийг өөрчлөхгүй. Экраны утсаар кабелийг богино залгаанд ажиллуулж болно. Гэсэн хэдий ч наалдах бат бэх ба хуулах бат бэх нь давхаргыг нугалах, хугалахаас хамгаалахуйц байх ёстой.  SscD загварын хувьд (тусдаа хагас дамжуулагч загвар - Хагас дамжуулагч хуванцараар бүрсэн тугалган цаасаар тусгаарлагдсан цахилгаан ба радиаль ус үл нэвтрэх шинж чанартай SscD загвар) металл тугалган цаас нь маш нимгэн тул наалдах болон хуулах бат бөхийн туршилт хийх боломжгүй.  ТАЙЛБАР Дээр дурдсан өөр өөр загваруын жишээг IEC TR 61901:2016-ийн Хавсралт А-аас олж болно.  **G.2.2 Туршилт: Наалдах хүч**  Туршилтын дээжийг металл тууз эсвэл тугалган цаас нь гадна бүрээст наасан кабелийн бүрээсээс авна.  Туршилтын нийт таван сорьц байх ба тэдгээрийн гурав нь металл тугалган цаас эсвэл металл туузны гагнуурын давхаргад, хоёр нь кабелийн эсрэг талд байна. Туршилтын дээжийн урт ба өргөн нь ойролцоогоор 200 мм ба 10 мм байна.  Туршилтын сорьцын нэг үзүүрийг 50 мм-ээс 120 мм-ийн хооронд хуулж, дээд бүрээсийн сул үзүүрийг нэг хаваараар хавчих замаар сунгах туршилтын машинд оруулна. Металл тууз эсвэл тугалган цаасны сул үзүүрийг буцааж эргүүлж, зураг G.1-д үзүүлсний дагуу нөгөө хавчаараар хавчина. | **Annex G**  (normative)  **Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath**  **G.1 Visual examination**  The cable shall be dissected and visually examined. Examination of the samples with normal or corrected vision without magnification shall reveal no delamination, folding, cracking or tearing of the metal tape or foil, or buckling or crossing of the screen wires.  **G.2 Adhesion and peel strength**  **G.2.1 General**  Adhesion and peel strength are defined as  *F / w*  where  *F*  is the force (N);  *w*  is the width of tape (mm).  In the case of a CD design (combined design – CD metal screen that combines radial watertightness and electrical properties), the concern is that delamination could damage the metal component and alter the electric functionality of the screen. Therefore, the adhesion strength and peel strength of the laminated covering shall be as high as possible.  In the case of an SD design (separate design – SD design with radial watertightness and electrical properties, managed by different metal components), there is no concern that delamination will alter the electric functionality of the screen. The cable can be operated with short-circuit capability provided by the presence of the screen wires. However, the adhesion strength and peel strength shall be high enough to preserve the laminate from folding and buckling.  In the case of an SscD design (separate semi-conductive design – SscD design with separated electrical and radial watertightness properties with semi-conductive plastic-coated foil), the test cannot be performed because the metal foil is so thin that it breaks during the adhesion or peeling strength test.  NOTE Examples of the different designs as described above can be found in Annex A of IEC TR 61901:2016.  **G.2.2 Test: Adhesion strength**  The test specimens shall be taken from the cable covering where the metal tape or foil adheres to the oversheath.  There shall be a total of five test specimens, three of them on the overlap of the metal foil or the weld of the metal tape, and two of them on the opposite side of the cable.  The length and width of the test specimen shall be approximately 200 mm and 10 mm respectively.  One end of the test specimen shall be peeled between 50 mm and 120 mm and inserted in a tensile testing machine by clamping the free end of the oversheath in one grip. The free end of the metal tape or foil shall be turned back and clamped in the other grip as shown in [Figure G.1.](#_bookmark12) |



**Түлхүүр үг**

1. гадна бүрээс
2. металл тууз болон цаас
3. хавчаар

### **G.1 зураг – Металл тууз болон цаасан наалдац**

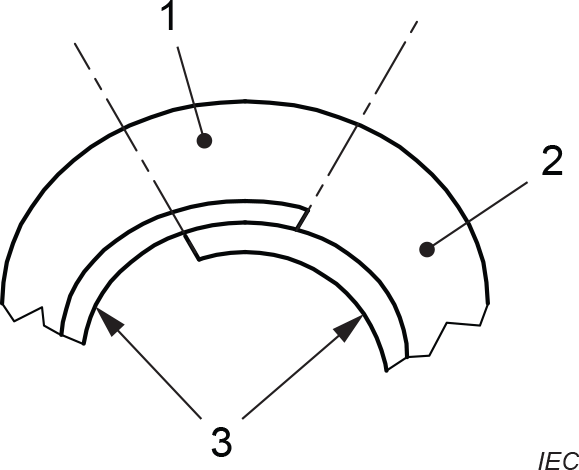


**Key**

1. oversheath
2. metal tape or foil
3. grips

### **Figure G.1 – Adhesion of metal tape or foil**

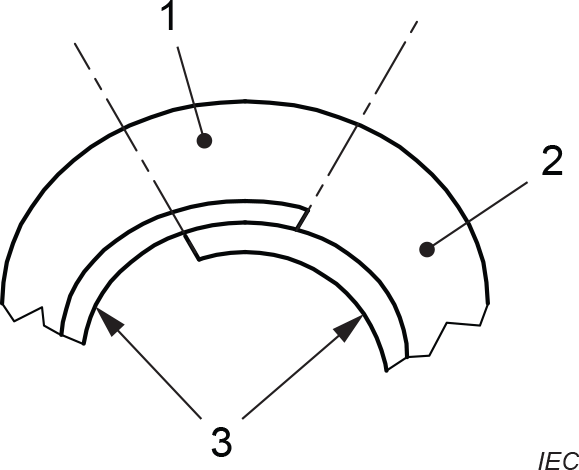
|  |  |
| --- | --- |
| Туршилтын явцад дээжийг хавчааруудын хавтгайд ойролцоогоор босоо байдлаар барих ёстой. Тасралтгүй бичлэг хийх төхөөрөмжийг тохируулсны дараа металл тууз эсвэл тугалган цаасыг сорьцоос ойролцоогоор 180° өнцгөөр хуулж, наалдацын бат бэхийн утгыг харуулах хангалттай зай хүртэл салгах ажлыг үргэлжлүүлнэ.  Үлдсэн наалттай талбайн хагасаас багагүйг ойролцоогоор 50 мм/мин хурдтайгаар хуулах ёстой. Наалдах бат бэх нь металл тууз эсвэл тугалган цаасны суналтын бат бэхээс их байвал сүүлийнх нь хуулахаас өмнө хугарсан тохиолдолд туршилтыг дуусгаж, хугарлын цэгийг тэмдэглэнэ.  **G.2.3 Туршилт: Давхарласан металл хальсийг хуулах хүч**  200 мм урттай дээжийг металл тугалган цаасны давхарласан хэсгийг оруулан кабелиас авна. зураг G.2-т үзүүлсний дагуу энэ дээжээс зөвхөн давхарласан хэсгийг нь тайрч туршилтын дээж бэлтгэнэ. | The specimen should be held approximately vertically in the plane of the grips during the test.  After adjusting the continuous recording device, the metal tape or foil shall be stripped from the specimen at an angle of approximately 180 and the separation continued for a sufficient distance to indicate the adhesion strength value. At least one half of the remaining bonded area shall be peeled at a speed of approximately 50 mm/min.  When the adhesion strength is greater than the tensile strength of the metal tape or foil so that the latter breaks before peeling, the test shall be terminated and the break point shall be recorded.  **G.2.3 Test: Peel strength of overlapped metal foil**  A sample specimen 200 mm in length shall be taken from the cable including the overlapped portion of the metal foil. The test specimen shall be prepared by cutting only the overlapped portion from this sample as shown in [Figure G.2.](#_bookmark13) |



**Түлхүүр үг**

1. загвар
2. гадна бүрээс
3. давхарласан металл хальс болон металл цаас

### **G.2 зураг – Давхардсан металл цаасны жишээ**

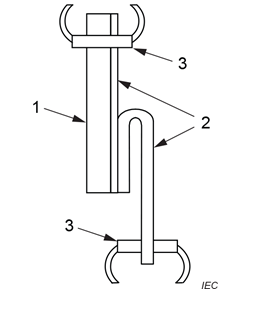


**Key**

1. specimen
2. oversheath
3. metal foil or laminated metal foil

### **Figure G.2 – Example of overlapped metal foil**

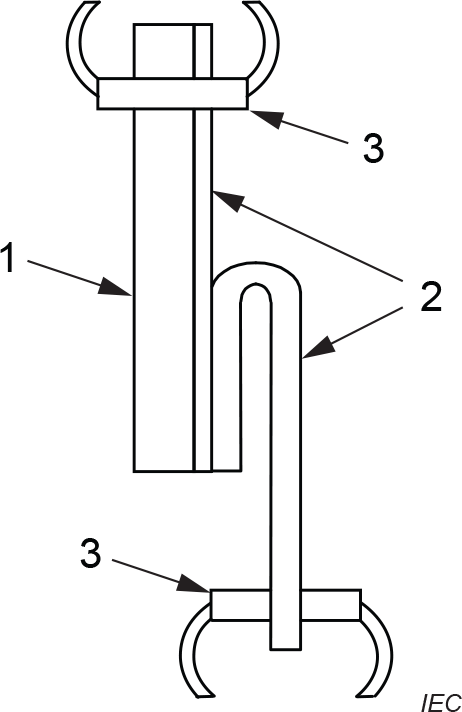
|  |  |
| --- | --- |
| Туршилтыг наалдах бат бэхийн туршилт тайлбарласантай адил аргаар явуулна. Туршилтын дээжийн монтажийг Зураг G.3-т үзүүлэв. Туршилтыг нийт гурван сорьц дээр хийнэ. | The test shall be conducted in the same manner as described for the adhesion strength test. The arrangement of the test specimen is shown in [Figure G.3.](#_bookmark14)  The test shall be performed on a total of three specimens. |



**Түлхүүр үг**

1. гадна бүрээс
2. давхарласан металл хальс болон металл цаас
3. хавчаар

### **G.3 зураг – Давхардсан металл хальсыг хуулах бат бөх чанар**

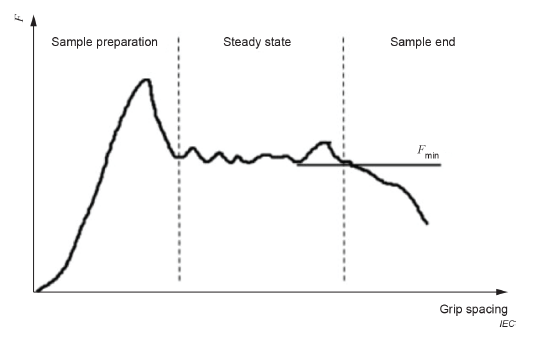


**Key**

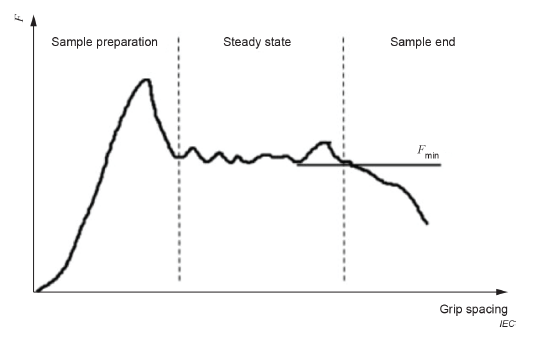
1. oversheath
2. metal foil or laminated metal foil
3. grips

### **Figure G.3 – Peel strength of overlapped metal foil**

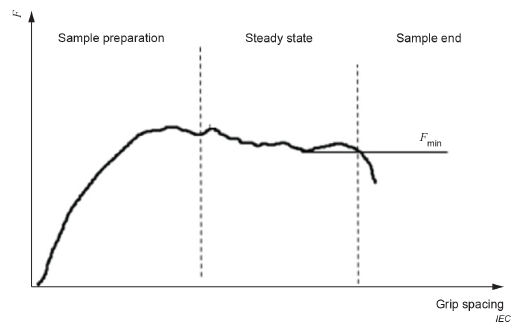
|  |  |
| --- | --- |
| **G.2.4 Шаардлага**  Хүчийг хавчааруудын хоорондын зайд тэмдэглэнэ. Ердийн бичлэгүүдийг Зураг G.4 ба Зураг G.5-д үзүүлэв.  Муруйн эхний хэсэг нь дээж бэлтгэхтэй холбоотой. Буурах төгсгөлийн хэсэг нь дээжийн төгсгөлтэй тохирч байна. Энэ хооронд тогтвортой байдалд хүрдэг. Хүснэгт G.1 дэх хамгийн бага бат бэхийн Fmin-ийг 50 мм-ээс багагүй хавчаарын хоорондын зай нэмэгдсэнээр тодорхойлно. Хамгийн бага утгын шууд гаралт эсвэл график гаралт бүхий сунгах туршилтын машин ашиглаж болно. Доорх Зураг G.4 болон Зураг G.5 нь график гаралтын машины ердийн муруйг өгч, тэдгээрийг хэрхэн тайлбарлахыг заасан. | **G.2.4 Requirements**  The strength shall be recorded against the spacing of the grips. Typical recordings are shown in [Figure G.4](#_bookmark15) and [Figure G.5.](#_bookmark16)  The first part of the curve is linked to the sample preparation. The decreasing end part corresponds to the end of the sample. In-between, a steady state is achieved. The minimum strength Fmin in [Table G.1](#_bookmark17) shall be determined for an increase in the spacing between the grips of at least 50 mm. A tensile testing machine with either a direct output for the minimum value or a graphical output may be used. [Figure G.4](#_bookmark15) and [Figure G.5](#_bookmark16) below give typical curves from a graphical output machine and indicate how they shall be interpreted. |



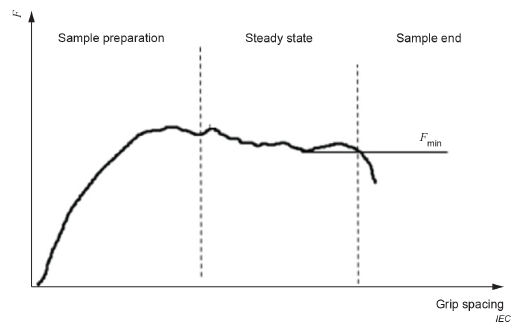
### **G.4 зураг –Ердийн бат бөхийн хүч болон хавчаарын зай хоорондын хамаарлын график (1)**



### **Figure G.4 – Typical strength versus grip spacing curve (1)**



**G.5 зураг – Ердийн бат бөхийн хүч болон хавчаарын зай хоорондын хамаарлын график (2)**



**Figure G.5 – Typical strength versus grip spacing curve (2)**

**G.1 хүснэгт – Хүлээн зөвшөөрөгдөх хамгийн бага наалдах эсвэл хуулах бат бөх чанар**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наалдах болон хуулах бат бөх чанар**  *Fmin* | **Экраны төрөл** | | | | | |
| CD |  | SD |  | SscD |  |
| Н/мм | Зэс | 1,5 | Зэс | 1,0 | Хар тугалга | NA |
| Н/мм | хөнгөнцагаан | 1,5 | Хөнгөнцагаан | 1,0 | Хөнгөнцагаан | NA |
| Н/мм | Давхар | 1,5 | Давхар | 1,0 | Давхар | NA |
| **түлхүүр үг**  Туршилтыг хийх боломжгүй | | | | | | |

**Table G.1 – Minimum acceptable adhesion or peel strength forces**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Adhesion or peel strength**  *Fmin* | **Type of screen** | | | | | |
| CD |  | SD |  | SscD |  |
| N/mm | Copper | 1,5 | Copper | 1,0 | Lead | NA |
| N/mm | Aluminium | 1,5 | Aluminium | 1,0 | Aluminium | NA |
| N/mm | Overlap | 1,5 | Overlap | 1,0 | Overlap | NA |
| **Key**  NA: The test cannot be performed. | | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **H Хавсралт**  (норматив)  **Туслах хэрэгсэлд хийх нэмэлт туршилт**  **H.1 Ерөнхий зүйл**  Хавсралт Н-д туслах хэрэгслийн нэмэлт төрлийн туршилт хийх журмыг зааж өгсөн болно:  - экраны тасалдалтай эсвэл тасалдалгүй холболт;  - кабелийн экраны тасалдал ба/эсвэл газардуулгатай холбох хэрэгсэл;  - хэсэгчилсэн тусгаарлагч бүхий төгсгөлүүд;  - гаднах төгсгөлийн нийлмэл тусгаарлагч.  Агаарт суурилуулахаар заасан туслах хэрэгслийг худалдан авагч болон гүйцэтгэгч хоёрын тохиролцсоны дагуу зөвхөн усанд живүүлэх туршилтгүйгээр турших боломжтой. Энэ ус байх эрсдэлтэй тохиолдолд, тухайлбал, хонгилд суурилуулах эсвэл холбоос , туслах хэрэгсэл нь усанд түр зуур өртөх бусад эрсдэлтэй үед авч үзэх шаардлагатай. Усанд живүүлэх туршилтаар туршсан туслах хэрэгсэл нь агаарт болон бусад нөхцөлд суурилуулан ашиглахад нийцдэг. Усанд живүүлэх туршилтгүйгээр туршсан туслах хэрэгсэлийг булж суурилуулах эсвэл усанд өртөх эрсдэлтэй орчинд ашиглахад нийцэхгүй. Туслах хэрэгслийн үйлдвэрлэгч нь энэ хавсралтын дагуу туршсан холбогдох бүх үзүүлэлтийг тодорхойлж, тодорхойлсон зургийг гаргаж өгөх ёстой. Хүснэгт H.1-д янз бүрийн төрлийн туслах хэрэгслийн туршилтын дарааллыг үзүүлэв. | **Annex H**  (normative)  **Additional tests for accessories**  **H.1 General**  Annex H specifies the procedure for additional type tests for accessories for:  - joints with or without screen interruption;  - accessories for cable screen interruption and/or earth connection;  - terminations with sectionalizing insulation;  - composite insulators for outdoor terminations.  Accessories specified for installation in air can only be tested without the water immersion test, subject to agreement between purchaser and contractor. The risk of presence of water, for example in terms of tunnel installation or any other risk of temporary exposure of joints or accessories to water, should be considered in this case.  Accessories tested with the water immersion test are compliant when used for installation in air as well as in other situations. Accessories tested without the water immersion test are not compliant when used for buried installation or in an environment where there is a risk of exposure to water.  The manufacturer of the accessory shall provide a drawing in which all relevant features tested under this annex are clearly defined and identified.  [Table H.1](#_bookmark20) gives the test sequence for different types of accessories. |

**H.1 хүснэгт – Туршилтын дараалал**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тоног төхөөрөмжийн өндөр хүчдэл** |  | | **Хэвийн гүйдэл** | | | |  | |
| *U*m |  | | A | | | |  | |
| кВ | < | 800 | |  |  | 1 000-аас 1 600 | | |
|  | Хамгийн их механик ачаалал (MML) | | | | | | | |
| N | | | | | | | |
| Оруулгыг босоо байрлалаар < 30° налуу суурилуулна | | | | | | | |
|  | I | | II | | | I | II | |
| 52 | 500 | | 800 | | | 625 | 800 | |
| 72,5 | 500 | |  | 1 | 000 | 625 | 1 | 000 |
| 123 болон 145 | 625 | |  | 1 | 575 | 800 | 1 | 575 |
| 170 | 625 | |  | 2 | 000 | 800 | 2 | 000 |
| **Түлхүүр үг**  I түвшин = хэвийн ачаалал, II түвшин = хүнд ачаалал | | | | | | | | |

### **Table H.1 – Test sequence**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Test**  **sequence** | **Joints without screen or metal sheath interruption and cable accessories without a screen or metal sheath/screen interruption (e.g. earth connection)** | **Joints with screen or metal sheath interruption and cable accessories with a screen or metal sheath/screen interruption (e.g. earth connection and/or cross bonding applications)** | **Terminations with**  **sectionalizing insulation** | **Composite insulators for outdoor terminations** |
| **Clause** [**H.3**](#_bookmark21) | **Clause** [**H.3**](#_bookmark21) | **Clause** [**H.4**](#_bookmark27) | **Clause** [**H.6**](#_bookmark30) |
| Subjected to 20 thermal  cycles with or without  voltage | X | X |  |  |
| Water immersion  conditioning (20 thermal cycles) | Xa | Xa |  |  |
| DC voltage withstand test screen to  earth | X | X | X |  |
| DC voltage withstand test screen to screen |  | X |  |  |
| LI withstand test screen to earth | X | X | X |  |
| LI withstand test screen to screen |  | X |  |  |
| Internal  pressure test |  |  |  | X |
| Cantilever load test |  |  |  | X |
| Examination (Clause [H.5)](#_bookmark29) | X | X | X |  |
| a Not for accessories for installation in air, tested without water immersion. | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **H.2 Туршилтыг батлах хүрээ**  **H.2.1 Экран, металл бүрээсийн тасалдалгүй муфтыг батлах хүрээ**  Энэхүү хавсралтын дагуу туршилтын дарааллыг экраны тасалдалгүй холболтын загварт амжилттай гүйцэтгэсэн тохиолдолд загварын зөвшөөрлийг адил хэмжээтэй дамжуулагчийн экраны тасалдалгүй бүх холболтод адил эсвэл бага туршилтын хүчдэлд туршсан адил материалд хүчинтэй гэж үзнэ. .  Холбох утас гэх мэт зүйлсийн гадна талын хамгаалалтын оруулгад зөвшөөрөл авах шаардлагатай бол туршилтад хамрагдсан гадна хамгаалалт нь эдгээр дизайны онцлогийг агуулсан байх ёстой. Суулгасан оруулгатай үеийн гадна хамгаалалтын амжилттай туршилт нь суулгаагүй оруулгагүй адил төстэй холболтын гадна талын ийм хамгаалалтад зөвшөөрөл өгөх ба харин эсрэгээр нь өгөхгүй.  **H.2.2 Экран, металл бүрээсийн тасалдалттай муфтыг батлах хүрээ**  Энэхүү хавсралтын дагуу туршилтын дарааллыг экраны тасалдал бүхий холболтын загварт амжилттай гүйцэтгэсэн тохиолдолд загварын зөвшөөрлийг адил хэмжээтэй эсвэл түүнээс бага хэмжээтэй, тэнцүү буюу бага хүчдэлийн бүлэгт туршсан адил материалтай экраны тасалдалтай, тасалдалгүй бүх холболтод хүчинтэй гэж үзнэ..  Холбох утас гэх мэт зүйлсийн гадна талын хамгаалалтын оруулгад зөвшөөрөл авах шаардлагатай бол туршилтад хамрагдсан гадна хамгаалалт нь эдгээр дизайны онцлогийг агуулсан байх ёстой.  Суулгасан оруулгатай үеийн гадна хамгаалалтын амжилттай туршилт нь суулгаагүй оруулгагүй адил төстэй холболтын гадна талын ийм хамгаалалтад зөвшөөрөл өгөх ба харин эсрэгээр нь өгөхгүй..  **H.2.3 Кабелийн экраны тасалдалт болон/эсвэл газардуулгын холболтод зориулсан туслах хэрэгслийг батлах хүрээ**  Энэхүү хавсралтын дагуу туршилтын дарааллыг экран эсвэл металл бүрээстэй кабельд амжилттай гүйцэтгэсэн тохиолдолд уг төрлийн зөвшөөрлийг нэг үйлдвэрлэгчээс санал болгож буй адил үндсэн загварын зарчим, тэнцүү буюу бага хүчдэлийн бүлэгтэй экран эсвэл металл бүрээстэй бүх кабельд хүчинтэй гэж үзнэ..  **H.2.4 Хэсэгчилсэн тусгаарлагч бүхий төгсгөвчийг батлах хүрээ**  Энэхүү хавсралтад заасны дагуу туршилтын дарааллыг хэсэгчилсэн тусгаарлагчтай төгсгөлд амжилттай гүйцэтгэсэн тохиолдолд адил эсвэл бага хүчдэлтэй адил загварын үндсэн зарчмуудыг агуулсан адил үйлдвэрлэгчээс санал болгож буй хэсэгчилсэн тусгаарлагч бүхий бүх төгсгөвчийн төрлийн зөвшөөрлийг хүчинтэй гэж үзнэ.  **H.3 Экрантай эсвэл экрангүй холболт, металл бүрээстэй тасалдалт, кабелийн экраны тасалдалт болон/эсвэл газардуулгатай холбох туслах хэрэгсэлийн туршилт**  **H.3.1 Усанд дүрэх**  Холболт буюу кабелийг усанд дүрэх туршилтыг халаах мөчлөгийн хүчдэлийн туршилтыг давсан холболт (12.4.6-г үз) эсвэл 12.4.2-ийн зүйл g).-т заасны дагуу хүчдэлгүй 20-оос доошгүй дулааны циклийг дамжуулсан салангид холболтод дараалан хийнэ.  Зөвшөөрөх угсралт нь гадна хамгаалалтын хамгийн өндөр цэгт 1 м-ээс багагүй гүнд усанд дүрнэ. Хэрэв хүсвэл туршилтын угсралтыг агуулсан битүүмжилсэн саванд холбосон тэлэлтийн сав ашиглан үүнийг хийж болно.  H.3.2-ын дагуу нэмэлт хүчдэлийн туршилтыг үйлдвэрлэгчийн үзэмжээр халаах/хөргөх цикл эхлүүлэхийн өмнө хийж болно. Усны температурыг хэвийн ажиллагааны үед кабелийн дамжуулагчийн хамгийн их температураас доош 15 К-аас 20 К хүртэл нэмэгдүүлэх замаар нийт 20 халаах/хөргөх циклийг хийнэ.  Цикл бүрт усыг тогтоосон температурт хүргэж, энэ түвшинд дор хаяж 5 цагийн турш байлгаж, дараа нь орчны температураас дээш 10 К-ийн дотор хөргөхийг зөвшөөрнө. Туршилтын температурыг өндөр эсвэл бага температуртай усыг холих замаар гаргаж болно.  Халаалт, хөргөлтийн мөчлөг бүрийн хамгийн бага үргэлжлэх хугацаа нь 12 цаг байх ёстой бөгөөд усны температурыг тогтоосон температурт хүргэх хугацаа нь усыг орчны температураас дээш 30 ° C дотор эсвэл 10 К-ээс дээш аль нь өндөр температурт хөргөх хугацаатай аль болох адил байх ёстой.,.  **H.3.2 Цахилгаан туршилт**  **H.3.2.1 Ерөнхий зүйл**  Халаах мөчлөг дууссаны дараа туршилтын угсралт усанд дүрэгдсэн хэвээр байгаа тохиолдолд хүчдэлийн туршилтыг дараах байдлаар гүйцэтгэнэ.  Цахилгаан тэсвэрлэх туршилтын явцад экран тасалдсан эсвэл тасалдсан холболт, экран тасалдсан кабелийн эвдрэл гарах ёсгүй. Цахилгааны тэсвэрлэх туршилтын үед төгсгөлүүд дээр оч хаях тохиолдол гарах ёсгүй. Хэрэв өөрөөр заагаагүй бол энэ хавсралтын бүх туршилтыг орчны температурт хийнэ.  Усанд живүүлэх туршилттай туслах хэрэгслийн хувьд H.3.2.2 ба H.3.2.4-т заасан цахилгааны туршилтын үед угсралтыг усанд дүрсэн хэвээр байх ёстой. Хэрэв угсралтыг усанд дүрж байх үед цахилгааны туршилтыг хийх боломжгүй бол уг төхөөрөмжийг уснаас гаргаж, цахилгааны туршилтыг хамгийн бага сааталтайгаар хийж болно.  Энэ тохиолдолд туршилтын объектын газардуулгыг нойтон даавуугаар ороож, эсвэл туршилтын угсралтын бүтэн гаднах гадаргуу дээр наасан дамжуулагч бүрээсийг ашиглан хийж болно. Усанд живүүлэхгүйгээр туслах хэрэгслийн хувьд туршилтын объектын туршилтын газардуулга нь дамжуулагч соронзон хальс эсвэл тороор ороож, эсвэл туршилтын угсралтын бүхэл бүтэн гадна гадаргуу дээр наасан дамжуулагч бүрээсийг ашиглан хийж болно.  **H.3.2.2 Экран болон газардуулга хоорондох тогтмол хүчдэл тэсвэрлэх туршилт**  25 кВ тогтмол гүйдлийн туршилтын хүчдэлийг металл экран буюу бүрээс болон туршилтын объектын газардуулсан гадна талын хооронд 1 минутын турш хэрэглэнэ.  **H.3.2.3 Экран хоорондын тогтмол хүчдэл тэсвэрлэх туршилт**  25 кВ тогтмол гүйдлийн туршилтын хүчдэлийг туршилтын объектын металл экран эсвэл бүрээсийн тасалдлын хоёр талын хооронд 1 минутын турш хэрэглэнэ.  **H.3.2.4 Экран болон газардуулга хоорондох аянгын импульсийн хүчдэл тэсвэрлэх туршилт**  Металл экран/бүрээс болон угсралтын гадна талын хооронд Хүснэгт Н.2-ын дагуу туршилтын хүчдэл хэрэглэнэ. Туршилтын журмыг IEC 60230 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ. | **H.2 Range of approval**  **H.2.1 Range of approval for joints without screen or metal sheath interruption**  When the test sequence according to this annex has been successfully performed for a joint design without screen interruption, the type approval shall be considered as valid for all joints without screen interruption for the same conductor size or smaller, embodying the same basic design principles and the same materials tested at equal or lower test voltages.  Where approval is required for joint outer protection embodying entries for items such as bonding leads, the outer protection tested shall include these design features.  A successful test on the joint outer protection with embodying entries will give approval to such outer protection for a similar joint without embodying entries, but not the converse.  **H.2.2 Range of approval for joints with screen or metal sheath interruption**  When the test sequence according to this annex has been successfully performed for a joint design with screen interruption, the type approval shall be considered as valid for all joints with or without screen interruption for the same conductor size or smaller, embodying the same basic design principles and the same materials tested at equal or lower voltage group.  Where approval is required for joint outer protection embodying entries for items such as bonding leads, the outer protection tested shall include these design features.  A successful test on the joint outer protection with embodying entries will give approval to such outer protection for a similar joint without embodying entries, but not the converse.  **H.2.3 Range of approval for accessories for cable screen interruption and/or earth connection**  When the test sequence according to this annex has been successfully performed on a cable with screen or metal sheath interruption, the type approval shall be considered as valid for all cables with screen or metal sheath interruption offered by the same manufacturer, embodying the same basic design principles, at equal or lower voltage group.  **H.2.4 Range of approval for terminations with sectionalizing insulation**  When the test sequence according to this annex has been successfully performed for terminations with sectionalizing insulation, the type approval shall be considered as valid for all terminations with sectionalizing insulation offered by the same manufacturer, embodying the same basic design principles, at equal or lower voltage group.  **H.3 Tests of joints with or without screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection**  **H.3.1 Water immersion**  The water immersion of joints or cables shall be applied successively to a joint which has passed the heating cycle voltage test (see 12.4.6) or to a separate joint which has undergone at least 20 thermal cycles without voltage, as specified in 12.4.2, item g).  The assembly to be approved shall be immersed in water to a depth of not less than 1 m at the highest point of the outer protection. Where desired, this may be achieved by using a header tank connected to a sealed-off vessel containing the test assembly.  Additional voltage tests according to [H.3.2](#_bookmark22) may be carried out before commencing the heating/cooling cycles, at the discretion of the manufacturer.  A total of 20 heating/cooling cycles shall be applied by raising the water temperature to within 15 K to 20 K below the maximum temperature of the cable conductor in normal operation. In each cycle, the water shall be raised to the specified temperature, maintained at that level for at least 5 h and then be permitted to cool to within 10 K above the ambient temperature. The test temperature may be achieved by mixing the water with water of higher or lower temperature. The minimum duration of each cycle of heating and cooling shall be 12 h and the duration for raising the water temperature to the specified temperature shall be as much as possible the same as the duration for cooling the water to within 30 °C or 10 K above the ambient temperature, whichever is the higher.  **H.3.2 Electrical tests**  **H.3.2.1 General**  On completion of the heating cycles and with the test assembly still immersed, if applicable, voltage tests shall be carried out as follows.  No breakdown on joints with or without screen interruption or cables with screen interruption shall occur during any of the electrical withstand tests.  No flash-over on terminations shall occur during any of the electrical withstand tests.  All tests in this annex shall be carried out at ambient temperature if not specified otherwise.  In the case of accessories with a water immersion test, the electrical tests in [H.3.2.2](#_bookmark23) and [H.3.2.4](#_bookmark24) shall be carried out whilst the assembly is still immersed in water. If it is not practicable to carry out the electrical tests whilst the assembly is still immersed in water, the assembly may be removed from the water and electrically tested with a minimum of delay. In this case, earthing of the test object may be achieved by wrapping with a wet fabric, or using a conductive coating applied over the entire exterior surface of the test assembly.  For accessories without a water immersion, test earthing of the test object may be achieved by wrapping with a conductive tape or mesh, or using a conductive coating applied over the entire exterior surface of the test assembly.  **H.3.2.2 DC voltage withstand test between screen and earth**  A test voltage of 25 kV DC shall be applied for 1 min between the metal screen or sheath and the earthed exterior of the test object.  **H.3.2.3 DC voltage withstand test between screen and screen**  A test voltage of 25 kV DC shall be applied for 1 min between both sides of the metal screen or sheath interruption of the test object.  **H.3.2.4 Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth**  A test voltage in accordance with [Table H.2](#_bookmark25) shall be applied between the metal screens/sheaths and the exterior of the assembly.  The testing procedure shall be performed in accordance with IEC 60230. |

### **H.2 хүснэгт – Кабелийн экраны тасалдалт болон/эсвэл экрангүй газардуулгын холболтын туслах хэрэгсэл болон металл бүрээстэй муфтын экраны тасалдалт, газардуулга хоорондох аянгын импульс тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Тоног төхөөрөмжийн өндөр хүчдэл**  Um a  кВ | **Аянгын импульсийн түвшин** | |
| **Газардуулах хэсэг** | |
| Холбоход зориулсан хар тугалган утас  ≤ 3 м c  кВ | Холбоход зориулсан хар тугалган утас  > 3 м c болон ≤ 10 мb  кВ |
| ≤ 72,5  > 72,5 | 30  30 | 30  37,5 |
| a 4-р хүснэгтийн 2-р баганыг үз  b Бүрээсийн хүчдэл хязгаарлагчийг холболт болон кабелийн ойролцоо байрлуулсан бол 3 м ≤ холбоход зориулсан хар тугалган утаснуудын хүчдэлийг ашиглана  c Бүрээсийн хүчдэл хязгаарлагчтай туслах хэрэгслийг багтаасан - зөвхөн кабелийн тал дээр газардуулна. | | |

### **Table H.2 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth of joints with or without screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Highest voltage for equipment**  Um a  kV | **Lightning impulse level** | |
| **Each part to earth** | |
| Bonding leads  ≤ 3 m c  kV | Bonding leads  > 3 m c and ≤ 10 m b  kV |
| ≤ 72,5  > 72,5 | 30  30 | 30  37,5 |
| a See Table 4, column 2.  b If sheath voltage limiters are placed adjacent to the joint or cable, the voltages for bonding leads ≤ 3 m are used.  c Including accessories with sheath voltage limiters fitted directly – cable side to earth only. | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **H.3.2.5 Экран хоорондох аянгын импульсийн хүчдэл тэсвэрлэх туршилт**  Шаардлагатай бол металл экран/бүрээс хоорондох аянгын импульсийг туршихын өмнө уг угсралтыг хийхдээ уснаас хол хийнэ.  Туршилтын бүлэг хооронд H.3 хүснэгтийн дагуу туршилтын хүчдэлийг хэрэглэнэ.  Туршилтын аргачлал IEC 60230 стандартад заасны дагуу явагдана. | **H.3.2.5 Lightning impulse voltage withstand test between screen and screen**  Before the lightning impulse test between the metal screens/sheaths, the assembly shall be removed from the water, if applicable.  To test between parts, a test voltage in accordance with [Table H.3](#_bookmark26) shall be applied.  The testing procedure shall be performed in accordance with IEC 60230. |

### **H.3 хүснэгт – Кабелийн экраны тасалдалт болон/эсвэл экрантай газардуулгын холболтын туслах хэрэгсэл болон металл бүрээстэй муфтын экраны тасалдалт, газардуулга хоорондох аянгын импульс тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Тоног төхөөрөмжийн өндөр хүчдэл**  Uм a  кВ | **Аянгын импульсийн түвшин** | |
| **Хэсэг хооронд c** | |
| Холбоход зориулсан хар тугалган утаснууд  ≤ 3 м c  кВ | Холбоход зориулсан хар тугалган утаснууд  > 3 м c болон ≤ 10 м b  кВ |
| ≤ 72,5  > 72,5 | 60  60 | 60  75 |
| a 4-р хүснэгтийн 2-р баганыг үз  b Бүрээсийн хүчдэл хязгаарлагчийг холболт болон кабелийн ойролцоо байрлуулсан бол 3 м ≤ холбоход зориулсан хар тугалган утаснуудын хүчдэлийг ашиглана  c Энд хэсгүүдийн хооронд дэлгэц эсвэл металл бүрээстэй холболтын дэлгэц ба дэлгэцийн хоорондох туршилт эсвэл кабелийн дэлгэцийн тасалдал ба/эсвэл газардуулгатай холбох хэрэгслүүдийг адил утгаар ашиглана. | | |

### **Table H.3 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and screen of joints with screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Highest voltage for equipment**  Um a  kV | **Lightning impulse level** | |
| **Between parts c** | |
| Bonding leads  ≤ 3 m c  kV | Bonding leads  > 3 m c and ≤ 10 m b  kV |
| ≤ 72,5  > 72,5 | 60  60 | 60  75 |
| a See Table 4, column 2.  b If sheath voltage limiters are placed adjacent to the joint or cable, the voltages for bonding leads ≤ 3 m are used.  c Between parts is used here synonymously for tests between screen to screen of joints with screen or metal sheath interruption or accessories for cable screen interruption and/or earth connection. | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **H.4 Бүрээсийг хэсэгчлэн тусгаарлах төгсгөвчийн туршилт**  **H.4.1 Экран, газардуулга хоорондын тогтмол хүчдэл тэсвэрлэх туршилт**  Төгсгөлийн бүрээсийн тусгаарлагч дээр 25 кВ тогтмол гүйдлийн туршилтын хүчдэлийг 1 минутын турш хэрэглэнэ.  **H.4.2 Экран, газардуулга хоорондын аянгын импульсийн хүчдэл тэсвэрлэх туршилт**  Төгсгөлийн бүрээс хэсэгчлэх тусгаарлагчийг туршихын тулд экран ба газардуулгын хооронд, хэсэгчилсэн тусгаарлагчийн дундуур Хүснэгт H.4-ийн дагуу туршилтын хүчдэлийг хэрэглэнэ.  Туршилтын журмыг IEC 60230 стандартын дагуу гүйцэтгэнэ. | **H.4 Tests of terminations with sheath sectionalizing insulation**  **H.4.1 DC voltage withstand test between screen and earth**  A test voltage of 25 kV DC shall be applied for 1 min across the sheath sectionalizing insulation of the termination.  **H.4.2 Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth**  To test sheath sectionalizing insulation of terminations, a test voltage in accordance with [Table H.4](#_bookmark28) shall be applied between the screen and earth, across the sectionalizing insulation.  The testing procedure shall be performed in accordance with IEC 60230. |

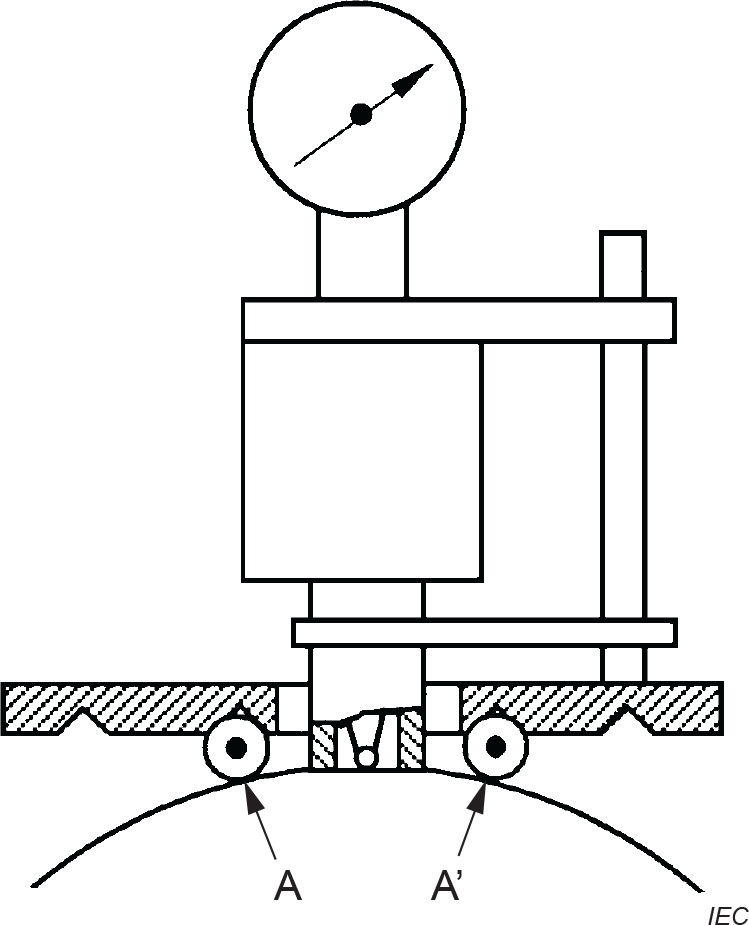
**H.4 хүснэгт – Бүрээсийг хэсэгчилэн тусгаарладаг төгсгөвчийн экран болон газардуулга хоорондох аянгын импульс тэсвэрлэх хүчдэлийн туршилт**

|  |  |
| --- | --- |
| Тоног төхөөрөмжийн өндөр хүчдэл  Um a  кВ | **Аянгын импульсийн түвшин** |
| **Төгсгөвчийн бүрээсийг хэсэгчилэн тусгаарлагч** |
| ≤ 72,5  > 72,5 | 30  37,5 |
| a 4-р хүснэгтийн 2-р баганыг үз | |

**Table H.4 – Lightning impulse voltage withstand tests between screen and earth of terminations with sheath sectionalizing insulation**

|  |  |
| --- | --- |
| Highest voltage for equipment  Um a  kV | **Lightning impulse level** |
| **Sheath sectionalizing insulation of terminations** |
| ≤ 72,5  > 72,5 | 30  37,5 |
| a See Table 4, column 2. | |

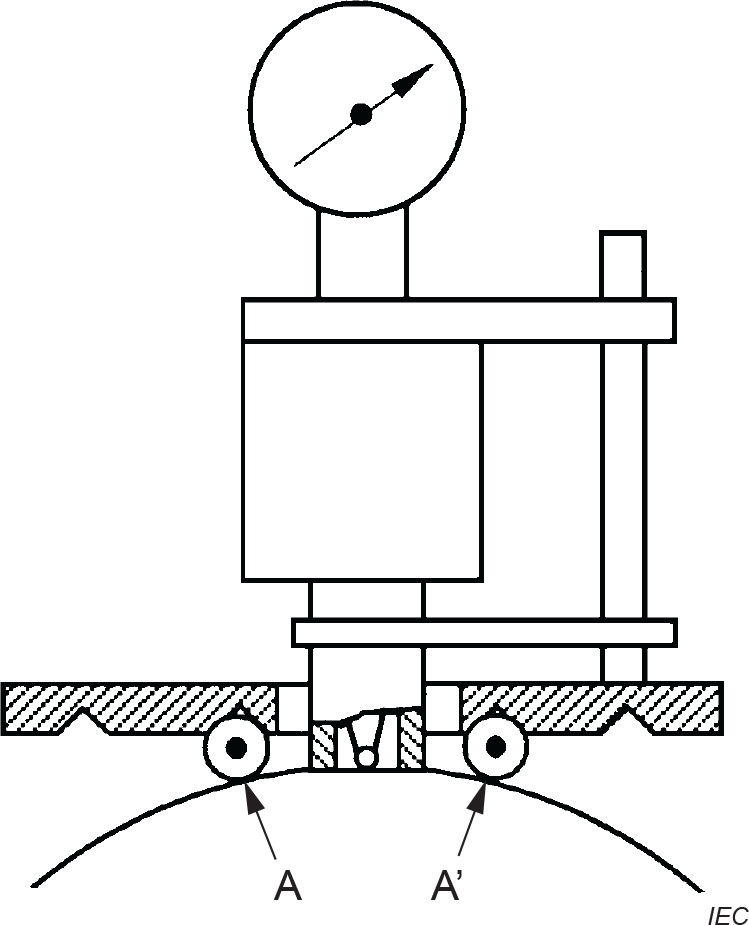
|  |  |
| --- | --- |
| **H.5 Шалгалт**  Туслах хэрэгслийн шалгалтыг 12.4.8.1-д заасны дагуу хийнэ Н.3-т заасан туршилтын угсралтыг тодорхойлсон бөгөөд тодорхойлсон уснаас хамгаалах хамгаалалтыг шалгана (H.1-ийг үз). Салдаг нэгдлээр дүүргэсэн холболтын гадна хамгаалалтын хайрцаг нь дотоод хоосон зай, ус орох нэгдлийн дотоод шилжилт, янз бүрийн битүүмжлэл, хайрцгийн ханаар дамжин нэгдэл алдагдсан харагдахуйц нотлох баримт байхгүй бол хангалттай гэж үзнэ.  Өөр загвар, материалыг ашигласан хамтарсан гадна хамгаалалтын хувьд тодорхойлсон усны хамгаалалтын хаалтны цаана ус нэвтэрч, дотоод зэврэлт үүссэн байх ёсгүй.  **H.6 Гадна төгсгөвчийн нийлмэл тусгаарлагчийн туршилт**  **H.6.1 Ерөнхий зүйл**  Төрөл бүрээс нэг тусгаарлагчийг Н.6.2 ба Н.6.3-т заасны дагуу турших ёстой.  **H.6.2 Дотоод даралтын туршилт**  Ашиглалтын явцад даралттай тусгаарлагчийн хувьд IEC 61462:2007 стандартын 8.4-т заасны дагуу туршилтыг хийнэ. IEC 61462:2007 стандартын 8.4-ийн шаардлагыг хангасан байна.  **H.6.3 Кронштейн ачааллын туршилт**  Тусгаарлагчийг IEC 61462:2007 стандартын 8.5-ын дагуу турших ёстой. IEC 61462:2007 стандартын 8.5-ын шаардлагыг хангасан байна.  **I Хавсралт**  (норматив)  **HEPR тусгаарлагчийн хатуулгийг тодорхойлох**  **I.1 Туршилтын хэсэг**  Туршилтын эд нь хэмжих HEPR тусгаарлагчаас гадна тал хүртэлх бүх бүрээсийг нь сайтар салгасан кабелийн дээж байх ёстой. Эсвэл тусгаарлагдсан голын дээжийг ашиглаж болно.  **I.2 Туршилтын аргачлал**  **I.2.1 Ерөнхий зүйл**  Туршилтыг доор дурдсанаас бусад тохиолдолд ISO 48-2 стандартын дагуу хийнэ.  **I.2.2 Том муруйлтийн радиустай гадаргуу**  ISO 48-2 стандартын дагуу туршилтын хэрэгсэл нь HEPR тусгаарлагч дээр бэхлэгдсэн байхаар хийгдсэн байх ёстой бөгөөд дарах хөл ба даралт хэмжих төгсөвч зэргийг энэ гадаргуутай босоо холбоох боломж олгоно. Үүнийг дараах аргуудын аль нэгээр хийдэг:  a) багаж нь шарнир холбоос дээр хөдлөх хөлтэй тул муруй гадаргуу дээр өөрийгөө тохируулах боломжтой;  b) багажийн суурь нь гадаргуун гийн муруйлтаас хамааран бие биенээсээ зайтай байрлах A ба A' хоёр зэрэгцээ саваатай байна (Зураг I.1-ийг үз).  Эдгээр аргыг 20 мм хүртэл муруйлтын радиустай гадаргуу дээр хэрэглэж болно. Туршилтанд хамрагдсан HEPR тусгаарлагчийн зузаан нь 4 мм-ээс бага байвал ISO 48-2-д заасан нимгэн ба жижиг туршилтын эдэд зориулсан арга хэрэгслийг ашиглана.  **I.2.3 Муруйлтын бага радиустай гадаргуу**  I.2.1-д заасан процедурын хувьд хэт бага муруйлтын радиустай гадаргуу дээр туршилтын эдийг хатуу суурин дээр бэхлэх замаар хонхойлгох хүч нэмэгдэх үед HEPR тусгаарлагчийн биетийн хөдөлгөөнийг багасгах бөгөөд ингэснээр хатуулаг хэмжигч нь туршилтын эдийн тэнхлэгийн дээр босоо байрлана. Тохиромжтой журам нь дараах байдалтай байна.  - туршилтын эдийг ховил эсвэл металл хавчаарт байрлуулах замаар (Зураг I.2a-г үз);  - туршилтын эдийн дамжуулагчийн төгсгөлүүдийг V хэлбэрийн блокт байрлуулах замаар (Зураг I.2b-ыг үз). Эдгээр аргаар хэмжих гадаргуугийн хамгийн бага муруйлтын радиус нь 4 мм-ээс багагүй байна. Жижиг радиусын хувьд ISO 48-2-д заасан нимгэн ба жижиг туршилтын хэсэгт зориулсан арга хэрэгслийг ашиглана.  **I.2.4 Туршилтын температур болон нөхцөл бүрдүүлэх**  Үйлдвэрлэл, тухайлбал вулканжуулалт болон туршилтын хоорондох хамгийн бага хугацаа нь 16 цаг байна.  Туршилтыг (20 ± 2) ° C температурт хийх бөгөөд туршилтын эдийг туршилтын 3 -аас багагүй цаг энэ температурт байлгана.  **I.2.5 Хэмжилт хийх тоо**  Туршилтын эдийн эргэн тойронд тархсан гурваас таван өөр цэг бүрт нэг хэмжилт хийнэ. Үр дүнгийн дундаж утгыг олон улсын резинэн хатуулгийн хэмжээнд (IRHD) хамгийн ойрын бүхэл тоогоор мэдээлсэн туршилтын эдийн хатуулгаар авна. | **H.5 Examination**  The examination of the accessories shall be done as stated in 12.4.8.1  The test assembly as described in Clause [H.3](#_bookmark21) shall be examined with respect to the defined and clearly identified water-protection barriers (see Clause [H.1](#_bookmark19)).  Joint outer protection boxes filled with removable compounds shall be regarded as satisfactory if there is no visible evidence of either internal voids or internal displacement of compound by water ingress, or of compound loss via the various seals or box walls.  For joint outer protections employing alternative designs and materials, there shall be no evidence of water ingress or internal corrosion behind the defined water-protection barriers.  **H.6 Tests for composite insulators for outdoor terminations**  **H.6.1 General**  One insulator of each type shall be tested as given in [H.6.2](#_bookmark31) and [H.6.3.](#_bookmark32)  **H.6.2 Internal pressure test**  For insulators which will be pressurized in service, the test according to 8.4 of IEC 61462:2007 shall be carried out. The requirements of 8.4 of IEC 61462:2007 shall be met.  **H.6.3 Cantilever load test**  The insulator shall be tested according to 8.5 of IEC 61462:2007. The requirements of 8.5 of IEC 61462:2007 shall be met.  **Annex I**  (normative)  **Determination of hardness of HEPR insulations**  **I.1 Test piece**  The test piece shall be a sample of completed cable with all the coverings, external to the HEPR insulation to be measured, carefully removed. Alternatively, a sample of insulated core may be used.  **I.2 Test procedure**  **I.2.1 General**  Tests shall be made in accordance with ISO 48-2 with exceptions as indicated below.  **I.2.2 Surfaces of large radius of curvature**  The test instrument, in accordance with ISO 48-2, shall be constructed so as to rest firmly on the HEPR insulation and permit the presser foot and indenter to make vertical contact with this surface. This is done in one of the following ways:  a) the instrument is fitted with feet moveable in universal joints so that they adjust themselves to the curved surface;  b) the base of the instrument is fitted with two parallel rods A and A' at a distance apart depending on the curvature of the surface (see [Figure I.1](#_bookmark35)).  These methods may be used on surfaces with radius of curvature down to 20 mm.  When the thickness of HEPR insulation tested is less than 4 mm, an instrument as described in the method in ISO 48-2 for thin and small test pieces shall be used.  **I.2.3 Surfaces of small radius of curvature**  On surfaces with too small a radius of curvature for the procedures described in [I.2.1,](#_bookmark34) the test piece shall be supported on the same rigid base as the test instrument, in such a way as to minimize bodily movement of the HEPR insulation when the indenting force increment is applied to the indenter and so that the indenter is vertically above the axis of the test piece. Suitable procedures are as follows:  - by resting the test piece in a groove or trough in a metal jig (see [Figure I.2](#_bookmark36)a));  - by resting the ends of the conductor of the test piece in V-blocks (see [Figure I.2](#_bookmark36)b)).  The smallest radius of curvature of the surface to be measured by these methods shall be at least 4 mm.  For smaller radii, an instrument as described in the method in ISO 48-2 for thin and small test pieces shall be used.  **I.2.4 Conditioning and test temperature**  The minimum time between manufacture i.e. vulcanization and testing, shall be 16 h.  The test shall be carried out at a temperature of (20 ± 2) °C and the test pieces shall be maintained at this temperature for at least 3 h immediately before testing.  **I.2.5 Number of measurements**  One measurement shall be made at each of three or five different points distributed around the test piece. The median of the results shall be taken as the hardness of the test piece, reported to the nearest whole number in international rubber hardness degrees (IRHD). |



**Түлхүүр үг**

A болон A' зэрэгцээ туйван хэлбэртэй

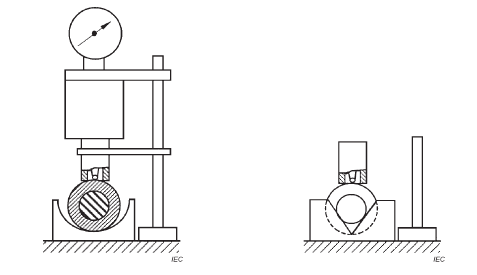
### **I.1 зураг – Муруйлтийн радиус нь том гадаргууд хийх туршилт**



**Key**

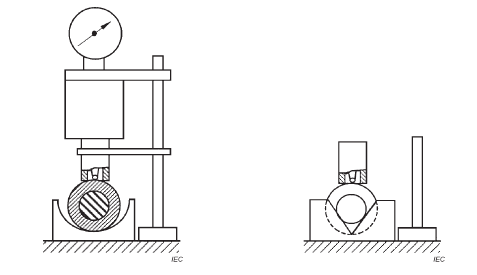
A and A' parallel

### **Figure I.1 – Test on surfaces of large radius of curvature**



1. **Ховилд таарах туршилтын хэсэг b) V-блокд таарах туршилтын хэсэг**

**I.2 зураг – Муруйлтийн радиус нь жижиг гадаргууд хийх туршилт**



1. **Test piece in groove b) Test piece in V-blocks**

**Figure I.2 – Test on surfaces of small radius of curvature**

|  |  |
| --- | --- |
| **J Хавсралт**  (мэдээллийн)  **Кабель болон туслах хэрэгсэл шалгах заавар**  Үзлэгийн явцад тохиолдож болох бүх төрлийн эвдрэлийн (хэв гажилт, өөрчлөлт гэх мэт) зорилтот хүлээн авах шалгуур үзүүлэлтийг тодорхой заах боломжгүй гэдгийг анхаарна уу.  Иймд үзлэг нь үргэлж тодорхой хэмжээний субъектив чанартай байна.  Энэ асуудлыг багасгахын тулд үзэж шалгах явцад гарч болох эвдрэлийн төрлийн жагсаалтыг энэ хавсралтад өгсөн болно.  Шалгалт хийхдээ дээжийг бохирдуулахгүйн тулд анхаарах хэрэгтэй бөгөөд гол зорилго нь ашиглалтад байгаа кабелийн системийн үйл ажиллагаанд нөлөөлж болзошгүй эвдрэлийн шинж тэмдгийг шалгах явдал гэдгийг санаарай. Зарим тохиолдолд үзлэгт жишиг болгон кабель эсвэл туслах хэрэгслийн (эсвэл туслах хэрэгслийн бүрэлдэхүүн хэсгийн) боловсруулаагүй дээж авах нь тустай байж болно.  Туршилтын уртын өөр өөр байрлалаас авсан кабелийн дээж, туслах хэрэгсэл, тухайлбал, холболт ба төгсгөлийн аль нэгийг энэ баримт бичигт заасны дагуу үзлэгт хамруулна. Дээжийг томруулахгүйгээр хэвийн эсвэл нүдний шилээр харж шалгахад доор жагсаасан төрлийн эвдрэл байхгүй байх ёстой.  Дараах жагсаалт нь бүрэн гүйцэд биш тул шалгаж байгаа хүмүүс аливаа гэнэтийн эсвэл хэвийн бус өөрчлөлтийг авч үзэж тэдгээрээс ажиллаж байгаа кабелийн системийн үйл ажиллагаанд үзүүлэх болзошгүй нөлөөллийг хүлээн зөвшөөрөх эсэх талаар шийдвэр гаргахдаа харгалзан үзнэ.   * кабелийн ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлж болзошгүй дамжуулагчийн гэмтэл; * кабелийн гол(ууд) дахь аюултай доголдол, тусгаарлагчийн хагас дамжуулагч экраны хурц хонхорхой; * металл хэсэг, жишээлбэл, металл экран, холболтууд дээр зэврэлт байгаа эсэх; * диэлектрик хэсгийн механик эвдрэлийн шинж тэмдэг; * Туслах хэрэгсэл ба кабелийн анхдагч тусгаарлагчийн цахилгаан эвдрэлийн шинж тэмдэг: агшилт, хэв гажилт болон бусад гажуудал нь холбогдох бүтээгдэхүүний техникийн үзүүлэлтийн шаардлагыг дагаж мөрдөхөд нөлөөлж болзошгүй, жишээлбэл, гүйдэл нэвчих зай нь зөвшөөрөгдөх хамгийн бага хэмжээнээс бага байх ёсгүй, ямар ч өөрчлөлт гарах ёсгүй. Энэ нь ямар нэгэн эд ангийг хүрэхэд аюултай болгоно; * дулааны доройтлын шинж тэмдэг (бүх бүрэлдэхүүн хэсэг); * тусгаарлагчийн хагарал, гэмтэл; * кабелийн ажиллагаанд муугаар нөлөөлж болохуйц кабелийн бүрээсийн гэмтэл, тухайлбал ус нэвтэрч, урт хугацаанд зэврэлтэнд хүргэж болзошгүй; * Тусгаарлах шингэн гоожих эсвэл алдагдах: туслах хэрэгслийг тусгаарлахад оролцдог материалын ямар нэгэн алдагдалыг мэдээлэх шаардлагатай. ; * кабель эсвэл туслах хэрэгслийн ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлж болох хэмжээсийн мэдэгдэхүйц өөрчлөлт, тухайлбал тусгаарлагч эсвэл бүрээсийн хязгааргүй агшилт.  K Хавсралт (xxx) Хүчингүй болсон Хуудсыг зориуд хоосон үлдээсэн. | **Annex J**  (informative)  **Guidance on examination of cable and accessories**  It should be noted that it is not possible to specify objective acceptance criteria for all possible types of deterioration (such as deformation or changes) that can be encountered during a visual inspection.  The visual inspection will therefore always contain some degree of subjectivity. To reduce this problem a list of possible types of deterioration that may be encountered during a visual inspection is given in this annex.  When carrying out an examination, care should be taken to avoid contamination of samples, keeping in mind that the overall purpose is to check for signs of deterioration which could affect the operation of a cable system in service.  In some cases, it can be helpful to have an untreated sample of the cable or accessory (or components of an accessory) as a reference for the visual inspection.  Samples of cable, possibly taken from different positions in tested length, and accessories, for example one of the joints and terminations, should be subjected to the visual inspection, as required by this document.  Examination of the samples with normal or corrected vision without magnification should not reveal any deterioration of the types listed below. The following list is not exhaustive so any unexpected or unusual changes shall also be considered and their potential effects on operation of a cable system in service considered by the examining persons when making a decision as to their acceptability or otherwise.   * damage to the conductor which could have a detrimental effect on the cable performance; * harmful indentations in the cable core(s), sharp indentations of the semi-conductive screen into the insulation; * presence of corrosion on metallic parts, for example metallic screen and connections; * indication of possible mechanical degradation in the dielectric parts; * indication of possible electrical degradation in primary insulation of accessory and cable: shrinkage, deformation or other distortions that may affect compliance with the requirements of the relevant product specification, for example creepage distances should not fall below minimum acceptable values and there should not be any change that would make any hazardous part accessible; * indication of thermal degradation (all components); * cracking or damage to the insulation; * damage on the cable sheath which could have a detrimental effect on the cable performance, for example water ingress, possibly leading to corrosion in the long term; * leak or emission of insulating fluid: any leakage of material involved in the insulation of an accessory should be reported; * significant change in dimensions which could have a detrimental effect on the cable or accessory performance, for example unrestrained shrinkage of the insulation or oversheath.  Annex K (xxx) Void Page deliberately left blank. |

Bibliography

IEC 60137, *Insulated bushings for alternating voltages above 1000 V*

IEC 60183, *Guidance for the selection of high-voltage A.C. cable systems*

IEC 60287 (all parts), *Electric cables – Calculation of the current rating*

IEC 60332-3-22, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3-22: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category A*

IEC 60332-3-23, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3-23: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category B*

IEC 60811-100, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 100: General*

IEC 60811-405, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 405: Miscellaneous tests – Thermal stability test for PVC insulations and PVC sheaths*

IEC 60853-2, *Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables – Part 2: Cyclic rating of cables greater than 18/30 (36) kV and emergency ratings for cables of all voltages*

IEC 61443, *Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages above 30 kV (U*m *= 36 kV)*

IEC TR 61901:2016, *Tests recommended on cables with a longitudinally applied metal foil for rated voltages above 30 kV (Um = 36 kV) up to and including 500 kV (Um = 550 kV)*

IEC 62067, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV (U*m *= 170 kV) up to 500 kV (U*m *= 550 kV) – Test methods and requirements*

Electra No. 128, *Guide to the protection of specially bonded cable systems against sheath overvoltages*, January 1990, pp 46-62

Electra No. 157, CIGRE Technical Brochure: *Accessories for HV extruded cables*, December 1994, pp 84-89

Electra No. 173, *After laying tests on high-voltage extruded insulation cable systems*, August 1997, pp 32-41

Electra No. 205, *Experiences with AC tests after installation on the main insulation of polymeric (E)HV cable systems*, December 2002, pp 26-36

Electra No. 227, *Revision of qualification procedures for extruded high voltage AC underground cable systems*, August 2006, pp 31-37

CIGRE Technical Brochure 303: *Revision of qualification procedures for extruded (extra) high voltage ac underground cables*; CIGRE Working Group B1-06; 2006