Төсөл

****

**МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ**



**Өндөр хүчдэлийн хуваарилах байгууламж болон удирдлагын тоноглол**

**– 4-р хэсэг: Гексафторт хүхэр (), түүний хольцыг боловсруулах горим**

**High voltage switchgear and controlgear – Part 4: Handling procedures for sulphur hexafluoride () and its mixtures**

**MNS IEC 62271-4:2022**

**Албан хэвлэл**

**СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗАР**

**Улаанбаатар хот**

**2022 он**

Энэ стандартыг Эрчим хүчний эдийн засгийн хүрээлэнгийн ИТА Г.Амаржаргал орчуулгыг хийж, О.Намжилредакц хийж хянасан

Анхны үзлэгийг 2027 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, 2022**

“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

ОРШИЛ 10

1. Ерөнхий зүйл 13

1.1 Хамрах хүрээ 13

1.2 Норматив эшлэл...... 14

2. Нэр томьёо ба тодорхойлолт 14

3. Суурилуулалт ба ашиглалтын үед SF6 хийтэй ажиллах 20

3.1 Ерөнхий зүйл 20

3.2 SF6 хийгээр дүүргэсний дараа чанарыг шалгахын тулд вакум үүсгэх 20

3.3 Урьдчилан SF6 хийгээр дүүргэсэн хийн тусгаарлах хэсэгт хэвийн даралт /нягт хүртэл дүүргэх 24

3.4 Бүрэн битүүмжлэгдсэн даралтын системийг дүүргэх 27

4. Хэвийн ажиллагааны үед SF6 хийтэй ажиллах 27

4.1 Хэвийн даралт, нягт хүртэл SF6 хийгээр дахин дүүргэх 27

4.2 SF6 хийн чанарыг шалгах 29

4.2.1 Ерөнхий зүйл... 29

4.2.2 Зөөврийн тоног төхөөрөмжөөр SF6 хийн чанарыг тодорхойлох 30

4.2.3 Ажлын талбайгаас гадуурх дүн шинжилгээнд зориулж SF6 хийнээс дээж авах ба тээвэрлэх

5. Ашиглалтын үед SF6 хийг боловсруулах болон сэргээх 33

5.1 Ерөнхий зүйл 33

5.2 Хийн хяналттай болон битүүмжлэгдсэн даралтын системийн хийн аль ч тусгаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийд нум үүсээгүй эсвэл ердийн нум үүссэний улмаас SF6 хийг сэргээх ба нөхөн сэргээх 33

5.3 Хийн хяналттай болон битүүмжлэгдсэн даралтын системийн хийн аль ч тусгаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийд хүчтэй нум үүссэний улмаас хийг сэргээх ба нөхөн сэргээх 37

6. Тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацаа дууссан үед SF6 хийг устгах 41

6.1 Ерөнхий зүйл 41

6.2 Битүүмжлэгдсэн болон хяналтын даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дуусах42

6.3 Бүрэн битүүмжлэгдсэн даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дуусах43

6.4 Бүрэн битүүмжлэгдсэн даралтын системийн SF6 хийг сэргээх болон нөхөн сэргээх 44

6.5 Ашиглалтын хугацаа дууссан цахилгаан тоног төхөөрөмжийг устгах .. 48

6.6 Ашиглалтын хугацаа дууссан тоног төхөөрөмжийг устгах үеийн дайвар бүтээгдэхүүн49

Хавсралт A (мэдээллийн) SF6 хийг хадгалах ба тээвэрлэх 51

Хавсралт B (мэдээллийн) Аюулгүй ажиллагаа ба анхны тусламж 59

Хавсралт C (мэдээллийн) Сургалт ба баталгаажуулалт 72

Хавсралт D (мэдээллийн) SF6 хийн ашиглалтын тоног төхөөрөмжийн үзүүлэлт82

Хавсралт E (мэдээллийн) Гексафторт хүхэр 99

Хавсралт F (мэдээллийн) SF6 хийн байгаль орчинд үзүүлэх нөлөө 107

Хавсралт G (мэдээллийн) SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүн 115

Хавсралт H (мэдээллийн) SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэх процедур 123

Хавсралт I (мэдээллийн) SF6 хийн криогеник сэргээлт 137

Хавсралт J (мэдээллийн) SF6 хийн холимгийн ашиглалт 145

Ашигласан материал

1-р зураг - SF6 хийгээр дүүргэсний дараа чанарыг шалгахын тулд вакум үүсгэх.......21

2-р зураг - Урьдчилан дүүргэсэн хийн тусгаарлах хэсгийг хэвийн даралт/нягт хүртэл дүүргэх

3-р зураг - Хэвийн даралт/нягт хүртэл SF6 хийгээр дахин дүүргэх

4-р зураг – Ажлын талбай дээр хийн чанарыг шалгах 30

5-р зураг - SF6 хийн дээж авах ба тээвэрлэх 32

6-р зураг - Хийн хяналттай болон битүүмжлэгдсэн даралтын системийн хийн аль ч тусгаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийд нум үүсээгүй эсвэл ердийн нум үүссэний улмаас SF6 хийг сэргээх ба нөхөн сэргээх жишээ 35

7-р зураг - Хийн хяналттай болон битүүмжлэгдсэн даралтын системийн хийн аль ч тусгаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийд хүчтэй нум үүссэний улмаас SF6 хийг сэргээх ба нөхөн сэргээх жишээ 38

8-р зураг - Хийн хяналттай болон битүүмжлэгдсэн даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дуусах 42

9-р зураг - Бүрэн битүүмжлэгдсэн даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дуусах

10-р зураг - Бүрэн битүүмжлэгдсэн даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дууссан үед SF6 хийг сэргээх болон нөхөн сэргээх

11-р зураг - Цахилгаан тоног төхөөрөмжийг устгах 48

D.1-р зураг - Сэргээх төхөөрөмжийн ерөнхий үүрэг 82

D.2-р зураг - Хий холих төхөөрөмж

E.1-р зураг - SF6 [16] хийн даралт /температур/ нягтын үзүүлэлт

H.1-р зураг - Нум үүссэн үед эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэх аргачлал

H.2-р зураг - Бага энергийн цахилалтын улмаас эрүүл мэндэд үзүүлэх потенциал нөлөөллийг үнэлэх аргачлал

I.1-р зураг – Температурын ханасан уурын даралтаас хамаарах олон төрлийн хий137

I.2-р зураг –SF6 хийг ажлын талбай дээр сэргээх нийтлэг криогеник сэргээгч....

I.3-р зураг - Бохирдуулагч бодисыг арилгах ердийн криоген сэргээгч 139

J.1-р зураг - SF6 хийн чийгийн даралт 145

J.2-р зураг - SF6 хийг шингэрүүлэхээс зайлсхийх хамгийн их SF6 хийг хадгалах нягт

1-р хүснэгт - SF6 хийгээр дүүргэсний дараа чанарыг шалгахын тулд вакум үүсгэх 22

2-р хүснэгт - Урьдчилан дүүргэсэн хийн тасалгааг хэвийн даралт/нягт хүртэл дүүргэх

3-р хүснэгт - Хэвийн даралт/нягт хүртэл SF6 хийгээр дахин дүүргэх 28

4-р хүснэгт – Ажлын талбай дээрх хийн чанарыг шалгах 31

5-р хүснэгт - SF6 хийн дээж авах ба тээвэрлэх

6-р хүснэгт - Хийн хяналттай болон битүүмжлэгдсэн даралтын системийн хийн аль ч тусгаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийд нум үүсээгүй эсвэл ердийн нум үүссэний улмаас SF6 хийг сэргээх ба нөхөн сэргээх жишээ

7-р хүснэгт - Хийн хяналттай болон битүүмжлэгдсэн даралтын системийн хийн аль ч тусгаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийд хүчтэй нум үүссэний улмаас SF6 хийг сэргээх ба нөхөн сэргээх жишээ 39

8-р хүснэгт - Бүрэн битүүмжлэгдсэн даралтын системийн SF6 хийг сэргээх

9-р хүснэгт – Тооцоолох гэж байгаа SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүний тоо хэмжээ ба үзүүлэлт 50

А.1-р хүснэгт - SF6 хийг хадгалах аргууд

А.2-р хүснэгт - SF6 хийг тээвэрлэх болон хадгалахад шаардагдах шошго ба баллоны төрлүүд 52

А.3-р хүснэгт - SF6 хийг тээвэрлэх олон улсын зохицуулалт…………………….53

B.1-р хүснэгт - SF6 хий бүхий цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ажиллагааны үед хийгдэх хэмжилтүүд 59

B.2-р хүснэгт - Хийн тусгаарлах хэсгийг нээх болон орох үеийн хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын арга хэмжээ 60

B.3-р хүснэгт - Саармагжуулах уусмал 61

B.4-р хүснэгт – Хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын нэмэлт арга хэмжээ 63

D.1-р хүснэгт - SF6 хийг сэргээх үед ашиглагдах нийтлэг шүүлтүүрийн төрөл

D.2-р хүснэгт - Хий холих төхөөрөмж 86

E.1-р хүснэгт - SF6 [16] хийн химийн үндсэн үзүүлэлт

E.2-р хүснэгт - SF6 [16] хийн физикийн үндсэн үзүүлэлт

E.3-р хүснэгт - SF6 [16] хийн цахилгааны үндсэн үзүүлэлт

H.1-р хүснэгт - SOշ (хүхрийн хүчил), HF(устөрөгчийн фтор) SշF10-ын OELs

H.2-р хүснэгт - SOFշ(тионил фтор) үйлдвэрлэлийн хэмжээ

## **CONTENTS**

FOREWORD 11

INTRODUCTION 12

1. General 13

1.1 Scope 13

1.2 Normative references 14

2. Terms and definitions 14

3. SF6 handling during installation and commissioning 20

3.1 General 20

3.2 Evacuation, filling and checking the SF6 quality after filling 20

3.3 Topping-up of SF6 pre-filled compartments to the rated fillig pressure/density20

3.4 Filling sealed pressure systems 24

4. SF6 handling during normal service life 27

4.1 Re-filling of SF6 to the rated filling pressure/density 27

4.2 Checking the SF6 quality 27

4.2.1 General 29

4.2.2 Measurement of the SF6 quality with portable equipment 30

4.2.3 Sampling and shipment SF6 for off-site analysis 31

5. SF6 recovery and reclaim during maintenance 33

5.1 General 33

5.2 SF6 recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing non-arced or normally arced SF6 33

5.3 Recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing heavily arced SF6 37

6. Dismantling of SF6 electric power equipment at the end-of-life 41

6.1 General 41

6.2 End-of-life of controlled or closed pressure systems 42

6.3 End-of-life of sealed pressure systems 43

6.4 SF6 recovery and reclaim at the end-of-life of sealed pressure systems 44

6.5 Dismantling of electric power equipment at the end-of-life 48

6.6 By-product at the end-of-life 49

Annex A (informative) Storage and transportation of SF6 55

Annex B (informative) Safety and first aid 65

Annex C (informative) Training and certification 77

Annex D (informative) Description of SF6 Handling Equipment 90

Annex E (informative) Sulphur hexafluoride 103

Annex F (informative) Environmental effects of SF6 111

Annex G (informative) SF6 by-product 119

Annex H (informative) Procedure for evaluating the potential effects on health of SF6

by-product 130

Annex I (informative) Cryogenic reclaim of SF6 141

Annex J (normative) Handling of SF6 mixtures 149

Bibliography 154

Figure 1- Evacuation, filling and checking the SF6 quality after filling 21

Figure 2- Topping-up of SF6 pre-filled compartments to the rated filling pressure/density25

Figure 3- SF6 re-filling to the rated filling pressure/density 28

Figure 4- Checking the SF6 quality on-site 30

Figure 5- SF6 sampling and shipment 32

Figure 6- Example of recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing non-arced or normally arced SF6 35

Figure 7- Example of recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing heavily arced SF6 38

Figure 8- End-of-life of controlled or closed pressure systems 42

Figure 9- End-of-life of sealed pressure systems 43

Figure 10- SF6 recovery and reclaim at the end-of-life of sealed pressure systems 45

Figure 11- Dismantling of electric power equipment 48

Figure D.1 General purpose reclaimer 91

Figure D.2 Gas mixing device 98

Figure E.1 Pressure/temperature/density characteristics for SF6 [16] 104

Figure H.1 Procedure for the evaluation of the potential effects on health due to arcing

Figure H.2 Procedure for the evaluation of the potential effects on health due to low energy discharges 133

Figure I.1 Saturated vapour pressure of various gases as a function of temperature 141

Figure I.2 Typical cryogenic reclaimer for SF6 recovery on site 142

Figure I.3 Typical cryogenic reclaimer for removing contaminants 143

Figure J.1 Vapour pressure of SF6  152

Figure J.2 Maximum SF6 storage density to avoid SF6 liquefaction 153

Table 1 Evacuation, filling and checking the SF6 quality after filling 22

Table 2-Topping-up of SF6 pre-filled compartments to the rated filling pressure/density

Table 3- SF6 re-filling to the rated filling pressure/density 28

Table 4- Checking the SF6 quality on-site 31

Table 5- SF6 sampling and shipment 32

Table 6- Example of recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing non-arced or normally arced SF6 35

Table 7- Example of recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing heavily arced SF6 39

Table 8-SF6 recovery at the end-of-life of sealed pressure systems 46

Table 9- Expected SF6 characteristics and quantity of by-products 50

Table А.1 Methods for storage SF6  55

Table А.2 Container types and labeling required for storage and transportation of SF6 56

Table А.3 International regulations for shipment of SF6  57

Table B.1 Measures when working with SF6 electric power equipment 65

Table B.2 Safety measures when opening or accessing gas compartments 66

Table B.3 Neutralising solutions 67

Table B.4 Additional safety measures 69

Table D.1 Typical filter types used during SF6 reclaim 91

Table D.2 Gas measuring devices 94

Table E.1 – Main chemical characteristics of SF6 [16]………………………………..51

Table E.2 – Main physical characteristics of SF6 [16]………………………………..53

Table E.3 – Main electrical characteristics of SF6 [16]………………………………..53

Table H.1 – OELs for SOշ, HF, and SշF10……………………………………………..63

Table H.2 – SOF2 production rate ……………………………………………………..63

ОЛОН УЛСЫН ЦАХИЛГААН ТЕХНИКИЙН КОМИСС

––––––––––––

**ӨНДӨР ХҮЧДЭЛИЙН ТАСЛУУР БОЛОН ХУВААРИЛАХ БАЙГУУЛАМЖ –**

**4-р хэсэг: Гексафторт хүхэр (), түүний хольцыг боловсруулах горим**

ӨМНӨХ ҮГ

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

Олон улсын IEC 62271-4 стандартыг ОУЦТК-ын “Хуваарилах байгууламж болон удирдлагын тоноглол” 17-р техникийн хорооны “Өндөр хүчдэлийн хуваарилах байгууламж болон удирдлагын тоноглол” 17А дэд хорооноос бэлтгэсэн болно.

Энэхүү анхны хэвлэл нь 2008 онд нийтлэгдсэн IEC/TR 62271-303-ын анхны хэвлэлийг хүчингүй болгож, түүнийг орлоно.

Тус анхны хэвлэл нь техникийн талаасаа дахин хянагдсан хувилбар болно. Энэ хэвлэл нь өмнөх хэвлэлтэй харьцуулахад дараах томоохон техникийн өөрчлөлтүүдийг агуулсан болно:

а) SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүний ашигтай нэгдэлд үзүүлж болзошгүй нөлөөллийн тодорхойлолтыг (хуучин IEC/TR 62271-303:2008-ийн хавсралт D) SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүний ашигтай нэгдэлд үзүүлж болзошгүй нөлөөллийг үнэлэх тооцооллын аргуудаар сольсон ( хавсралт H-ийг үзнэ үү).

b) SF6 хийн [криогенийн](javascript:void(0)) нөхөн сэргээлтийн талаарх мэдээллийг нэмсэн. (Хавсралт I-г үзнэ үү);

c) Хамгийн түгээмэл SF6 хийн хольцыг боловсруулах горимыг нэмсэн. (Хавсралт J-г үзнэ үү)

Энэ стандартын эх бичиг нь дараах баримт бичгүүдэд үндэслэв.

|  |  |
| --- | --- |
| FDIS | Санал өгөх тайлан |
| 17D/460/FDIS | 17D/469/RVD |

Энэхүү техникийн тайланг батлах санал хураалтын талаарх бүх мэдээллийг дээрх хүснэгтэд заасан санал хураалтын тайлангаас харж болно.

Энэ нийтлэл нь ОУСБ/ОУЦТК-ийн 2 дугаар хэсгийн заалтын дагуу боловсруулсан төсөл юм.

IEC 62271 стандартын бүх хэсгийн жагсаалтыг *Өндөр хүчдэлийн таслуур болон хуваарилах байгууламж*, удирдлагын тоноглол гэсэн үндсэн гарчигтайгаар ОУЦТК-ийн вэбсайтаас авах боломжтой.

Хороо энэ нийтлэлийн агуулга тодорхой нийтлэлтэй холбоотой өгөгдлүүд доторх “<http://webstore.iec.ch>” гэсэн IEC-ийн вэб сайт дээр заасан тогтвортой огноо хүртэл өөрчлөгдөхгүй, хадгалагдаж байхаар шийдвэрлэсэн. Энэ хугацаанд нийтлэгдэх материал нь

* дахин баталгаажуулагдсан.
* буцаагдсан.
* хянан засварласан нийтлэлээр байхгүй болсон, эсвэл
* нэмэлт өөрчлөлт оруулсан /шинэчлэгдсэн/

**Анхаарах зүйлс: Энэхүү нийтлэлийн хуудасны ‘доторх өнгө’ лого нь агуулгыг нь зөв ойлгоход хэрэгтэй гэж үздэг өнгө агуулдаг болохыг харуулж байна. Тиймээс хэрэглэгчид энэ баримт бичгийг өнгөт принтерээр хэвлэх ёстой.**

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

––––––––––––

**HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR -**

**Part 4: Handling procedures for sulphur hexafluoride (SF6)**

**and its mixtures**

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 lEC 62271-4 has been prepared by subcommittee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of lEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This first edition cancels and replaces the first edition of lEC/TR 62271-303 published in 2008.

This first edition constitutes a technical revision. This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) the description of the potential effects on health of SF6 by-products (former Annex D of lEC/TR 62271-303:2008) has been replaced by the calculation methods for evaluating of the potential effects on health of SF6 by-products (see Annex H);

b) information about cryogenic reclaim of SF6. have been added (see Annex I);

c) handling procedures for the most popular SF6 mixtures have been added (see Annex J).

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

|  |  |
| --- | --- |
| FDIS | Report on voting |
| 17A/1044/FDIS | 17A/1051/RVD |

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

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

A list of all parts in the IEC 62271, published under the general title *High-voltage switchgear* and controlgear, can be found on the IEC website.

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

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

**IMPORTANT- The ‘colour inside’ logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**

ТАНИЛЦУУЛГА

ОУЦТК-ын 10-р Техникийн хороотой тохиролцсон ёсоор IEC 60376 ба IEC 60480-стандартын шинэчилсэн хэвлэлийг нийтэлж гаргасны дараа хавсралт А, E, F, G, H болон I нь тус баримт бичгээс хасагдах болно.

INTRODUCTION

As agreed with TC 10, annexes A, E, F, G, H and I will be removed from this document as soon as the resived editions of IEC 60376 and IEC 60480 have been published.

МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ

Ангилалтын код

|  |  |
| --- | --- |
| **ӨНДӨР ХҮЧДЭЛИЙН ХУВААРИЛАХ БАЙГУУЛАМЖ БОЛОН УДИРДЛАГЫН ТОНОГЛОЛ – 4-р хэсэг: Гексафторт хүхэр (), түүний хольцыг боловсруулах горим** | **MNS IEC 62271-4:2022** |
| **HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –** Part 4: Handling produced for Sulphur hexafluoride ) and its mixtures | **IEC 62271-4**  **Edition 1.0 2013-08** |

Стандарт, хэмжил зүйн газрын даргын 2022 оны … дугаар сарын ... -ны өдрийн ... тушаалаар батлав.

Энэхүү стандарт нь 2022 оны ... дүгээр сарын ...-ний өдрөөс эхлэн хүчинтэй.

|  |  |
| --- | --- |
| **1. Ерөнхий зүйл**  **1.1 Хамрах хүрээ**  MNS IEC 62271-ийн энэ хэсэгт өндөр хүчдэлийн хуваарилах байгууламж болон удирдлагын тоноглолын суурилуулалт, шалгалт, хэвийн ба хэвийн бус үйл ажиллагаа болон ашиглаж дуусах үед SF6 хийг боловсруулах горимыг тогтоосон болно.  Эдгээр горим нь хийтэй ажиллах ажилтнуудын аюулгүй байдлыг хангах (хавсралт B-г харна уу), байгаль орчинд алдагдах SF6 хийн хэмжээг бууруулах наад захын шаардлагуудыг тогтооно.  Энэ стандарт нь түүнчлэн SF6 хийг агуулсан хийн хольцуудад ерөнхийдөө хамаарна. Тэдгээртэй ажиллах онцлогийг хавсралт J-д тусгасан болно.  ТАЙЛБАР 1: Энэхүү стандартын бүх хэсэгт 1000 В-оос дээш хэвийн хүчдэлд (MNS IEC 60050-601:1985, 601-01-27-аас лавлана уу) өндөр хүчдэл гэсэн нэр томьёог ашиглана. Гэхдээ дунд хүчдэл (IEC 60050-601:1985, 601-01-28-аас лавлана уу) гэсэн нэр томьёог 1 кВ-оос дээш 52 кВ хүртэл хүчдэлийг багтаасан түгээх сүлжээнд түгээмэл ашигладаг.  ТАЙЛБАР 2: Энэ стандартад заасан “цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмж” гэсэн нэр томъёо нь “өндөр хүчдэл”, дунд хүчдэлийн хуваарилах байгууламж болон удирдлагын тоноглолуудад хамаарна.  ТАЙЛБАР 3: Энэ стандартад “даралт” гэдэг нэр томьёо нь “абсолют даралт” гэсэн утгад хамаарна.  **1.2 Норматив эшлэл**  Дараах баримт бичгүүдийг бүхэлд нь эсвэл хэсэгчлэн энэ баримт бичигт норматив эшлэл байдлаар зааж өгсөн бөгөөд тэдгээрийг хэрэглэх зайлшгүй шаардлагатай юм. Огноо заасан эшлэлийн хувьд дурдсан нийтлэлийг ашиглана. Огноо заагаагүй эшлэлд иш татсан баримт бичгийн (аливаа нэмэлт өөрчлөлтийг оруулсан) хамгийн сүүлийн нийтлэлийг хэрэглэнэ.  IEC 60050-441 *Олон улсын цахилгаан техникийн тайлбар толь-441-р бүлэг: Таслуур ба удирдлагын төхөөрөмж, гал хамгаалагч*  IEC 60050-601 *Олон улсын цахилгаан техникийн тайлбар толь-601-р бүлэг: Цахилгаан эрчим хүчийг үйлдвэрлэх, дамжуулах ба түгээх- Ерөнхий ойлголт*  IEC 60376 *Цахилгаан тоног төхөөрөмжид ашиглах техникийн ангиллын гексафторт хүхрийн (SF6) техникийн нөхцөл*  IEC 60480, *Цахилгаан тоног төхөөрөмжөөс авсан гексафторт хүхрийг (SF6) шалгах, боловсруулах, түүний техникийн нөхцөл, дахин ашиглалтад зориулсан заавар*  IEC 62271-1, *Өндөр хүчдэлийн хуваарилах байгууламж /таслуур/ ба удирдлагын төхөөрөмж /аппаратур/-1-р хэсэг: Нийтлэг үзүүлэлтүүд*  EN 1089-3 *Хийг тээвэрлэх цилиндр сав. Хийн цилиндр савны тодорхойломж. (LPG-г оруулахгүйгээр) Өнгөний код*  **2. Нэр томьёо ба тодорхойлолт**  Энэхүү баримт бичгийн зорилго нь IEC 60050-441, IEC 60050-601 стандартад дараах нэр томьёо, тодорхойлолтыг хэрэглэнэ.  **2**.**1 SF6 хийн хэвийн бус алдагдал**  даралтын систем дэх гэмтэл, хийн боловсруулалтын горимын алдаанаас болж тоног төхөөрөмжөөс алдагддаг хий  Тайлбар 1: SF6 хийн хэвийн бус алдагдал нь ихэвчлэн хэрэгцээгүй бөгөөд тоног төхөөрөмжид тогтоогдсон алдагдлын хэмжээнээс илүүгээр үргэлжлэн алдагдах явдал юм. SF6 хийн хэвийн бус алдагдал илэрсэн даруйд түүнийг олж тогтоох, арилгахын тулд зохих арга хэмжээг авах хэрэгтэй.  **2.2 SF6 хийтэй ажиллах**  SF6 хийг шилжүүлэх үйлдлийг оролцуулж болох аливаа үйл явц  **2.3** **вакум үүсгэх**  Агаар мандалд ялгаруулж болох SF6 хийнээс өөр хий (агаар эсвэл азотын хий)–г зайлуулах. Энэ ажиллагаанд вакум насос ашиглана.  **2.4 SF6 хийг шилжүүлэх**  SF6 хийг тусгаарлах хэсгээс сэргээгчид, эсвэл хадгалах саванд шилжүүлэх  Тайлбар 1: Энэхүү ажиллагааг ихэвчлэн шилжүүлэх компрессор ашиглаж гүйцэтгэнэ.  **2.5 SF6 хийгээр дүүргэх**  SF6 хийгээр урьдчилан дүүргэсэн тусгаарлах хэсгийг хэвийн даралттай болтол дүүргэх  Тайлбар1: Урьдчилан дүүргэсэн тусгаарлах хэсгүүд бол ачуулахаас нь өмнө үйлдвэр дээр дүүргэсэн битүүмжлэгдсэн даралтын системүүд юм. Тэдгээр нь 0,12 МПа-аас 0,15 МПа хүртэл хэвийн даралттай SF6 хийтэй байдаг бөгөөд энэ нь ажлын талбайд хурдан ба хялбар шалгах нөхцөлийг бүрдүүлдэг.  **2.6 SF6 хийгээр дахин дүүргэх**  тасралтгүй ажиллагааг нь хангахын тулд SF6 хийтэй тусгаарлах хэсгийг хэвийн даралттай болтол нь дүүргэх  **2.7 SF6 хийг сэргээх**  хийг шилжүүлэх болон тоос, дайвар бүтээгдэхүүнүүд, чийг, тосыг нь шүүх зэрэг цэвэршүүлэх наад захын үйл явцыг багтаасан SF6 хийн боловсруулах горим  Тайлбар 1: стандарт сэргээгчийг хавсралт D-д; Хавсралт I-д криогеник сэргээгчийг тус тус тодорхойлсон.  Тайлбар 2: Зарим тохиолдолд “reclaming” буюу “reclamation” гэдэг англи үгнүүд нь “reclaim” гэсэнтэй ижил утгаар ашиглагдаж болно.  **2.8 хийн тусгаарлагатай, металл хаалттай хуваарилах байгууламж**  Тусгаарлалт нь атмосферийн даралттай, агаараас өөр тусгаарлагч хийгээр хэсэгчлэн ч гэсэн хангагдах металл хаалттай хуваарилах байгууламж  Тайлбар 1: Энэ нэр томьёо нь ерөнхийдөө өндөр хүчдэлийн хуваарилах байгууламж болон удирдлагын тоноглолд хамаардаг.  [ЭХ СУРВАЛЖ: IEC 60050-441:1984,441-12-05]  **2.9 хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсэг**  Хийн даралттай хуваарилах байгууламж болон удирдлагын тоноглолын тусгаарлах хэсэг нь дараах системийн аль нэгээр тогтоогдоно.   * удирдлагатай даралтын систем * хаалттай даралтын систем * битүүмжлэлтэй даралтын систем   Тайлбар 1: Хийн дүүргэлттэй хэд хэдэн тусгаарлах хэсгийг хооронд нь тасралтгүй холбож нэгдсэн хийн систем (хийн-нягтын иж бүрдэл) үүсгэж болно.  Тайлбар 2: Тус тодорхойлолт нь IEC 62271-1-д заасантай ижил болно.  **2.10 хийн удирдлагатай даралтын систем**  Гаднаас шахсан хийн хангамж эсвэл дотоод хийн эх үүсвэрээс автоматаар нөхөгдөх хэмжээ  Тайлбар 1: Удирдлагатай даралтын системийн төрлүүдэд агаарын тэсрэлттэй таслуур эсвэл даралттай хийн үйлдлийн механизм орно.  Тайлбар 2: Тасралтгүй холбогдсон хэд хэдэн хийгээр дүүргэсэн хэд хэдэн тусгаарлах хэсгээс хэмжээ нь бүрдэж болно.  Тайлбар 3: Тус тодорхойлолт нь IEC 62271-1-д заасантай ижил болно.  **2.11 хийн хаалттай даралтын систем**  Гадаад хийн эх үүсвэрт гар аргаар холбох замаар зөвхөн тогтмол хэмжээгээр дүүргэдэг хэмжээ  Тайлбар 1: Хаалттай даралтын системийн жишээ нь SF6 хийн нэг даралттай таслуур юм.  Тайлбар 2: Тус тодорхойлолт нь IEC 62271-1-д заасантай ижил болно.  **2.12 битүүмжлэлтэй даралтын систем**  Хүлээгдэж буйашиглалтын хугацаанд нэмэлт хий болон вакум процесс шаардлагагүй хэмжээ  Тайлбар 1: Жишээ нь, битүүмжилсэн даралтын систем нь вакум таслуурын хоолой эсвэл зарим SF6 хийн таслуурын хоолой юм.  Тайлбар 2: Битүүмжилсэн даралтын системийг бүрэн угсарч үйлдвэр дээр туршиж үздэг.  Тайлбар 3: Тус тодорхойлолт нь IEC 62271-1-д заасантай ижил болно.  **2.13 техникийн ангиллын SF6 хий**  IEC 60736 стандартад нийцсэн маш бага хэмжээний хольц бүхий SF6 хий  **2.14 хэрэглэсэн SF6 хий**  IEC 60376, эсвэл IEC 60480 стандартад нийцсэн SF6 хийн дүүргэлттэй байсан цахилгаан тоног төхөөрөмжөөс гадагшлуулж авсан хий  Тайлбар 1: Хийн дүүргэлттэй тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын үед дүүргэсэн хийг жишээ нь засвар, үйлчилгээний зэрэг зорилгоор гадагшлуулсан бол хэрэглэсэн хийд тооцогдоно.  Тайлбар 2: Хий болон хатуу аль ч хэлбэрээр үүсэх хэрэглэсэн SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүний талаарх мэдээллийг Хавсралт G-д өгсөн болно.  **2.15 ажлын талбайд дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн SF6  хий**  хамгийн их хольцын түвшин нь IEC 60480 стандарттай нийцсэн хэрэглэсэн SF6 хий  Тайлбар 1: Шаардлагатай бол тохирох шүүлтүүр, шингээгч материал бүхий төхөөрөмжийг ашиглах хэрэгтэй.  **2.16 үйлдвэрлэгч дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн SF6 хий**  IEC 60480 стандартад өгөгдсөн зөвшөөрөгдөх хольцын түвшний хэмжээнээс хэтэрсэн SF6 хийг үйлдвэрлэгч дахин ашиглахад тохиромжтой.  Тайлбар 1: Шаардлагатай бол техникийн үзүүлэлтүүдийг хангахын тулд тохирох шүүлтүүр, шингээгч материал бүхий үйлчилгээний тоног төхөөрөмжийг ашиглах шаардлагатай.  **2.17 дахин ашиглахад тохиромжгүй хэрэглэсэн SF6 хий**  Хэрэглэсэн SF6 хий нь 2.15 эсвэл 2.16 -д заасан ангилалд хамаарахгүй  Тайлбар 1: Дахин ашиглахад тохиромжгүй SF6 хийг хог хаягдлын менежментийн талаарх үндэсний болон олон улсын дүрэм журмын дагуу устгана.  **2.18 нум үүсээгүй SF6 хий**  Ойролцоогоор 1 мл/л (эзлэхүүний 0,1 %)-ээс бага хийн дайвар бүтээгдэхүүн агуулсан хэрэглэсэн SF6 хий  Тайлбар 1: Ерөнхийдөө нум үүсээгүй SF6 хий нь хийгээр дүүргэсний дараа болон тэжээл өгөхөөс өмнө, эсвэл тусгаарлагчийн туршилтын дараа болон нум үүсэх туршилтыг огт туршаагүй тусгаарлах хэсгүүдэд үүсдэг.  **2.19 хэвийн нум үүссэн SF6 хий**  Ойролцоогоор 1 мл/л (эзлэхүүний 0,1 %) ба ойролцоогоор 10 мл/л (эзлэхүүний 1 %)-ийн хоорондын хийн дайвар бүтээгдэхүүн агуулсан хэрэглэсэн SF6 хий  Тайлбар 1: Таслуур болон сэлгэн залгагчийн хэвийн ажиллагааны дараа (ачаалал болон гэмтэл) SF6 хийд ихэвчлэн хэвийн нум үүснэ.  Тайлбар 2: Мөн металл фтор болон вольфрамын оксигидролидоос бүрдсэн бага хэмжээний хатуу дайвар бүтээгдэхүүн байж болно.  **2.20 хүнд нум үүссэн SF6 хий**  Ойролцоогоор 10 мл/л (эзлэхүүний 1%)-ээс их хийн дайвар бүтээгдэхүүнтэй хэрэглэсэн SF6 хий  Тайлбар 1: Дотоод нум үүссэн гэмтлийн дараах аливаа хийн тусгаарлах хэсэгт хүчтэй нум үүсэх агшинд SF6 хий, эсвэл тасалдлын алдааны дараа сэлгэн залгагч, таслуур, эсвэл хэд хэдэн өндөр далайцтай богино залгааны амжилттай тасалдалтын дараа таслуур нь хийн тусгаарлах хэсэгт байна  Тайлбар 2: Металлын фтор, вольфрамын оксифторид дээр төвлөрсөн бүтээгдэхүүнээс их хэмжээний хатуу бодис гарах төлөвтэй байдаг.  **3. Суурилуулалт ба ашиглалтад оруулах үед SF6 хийтэй ажиллах**  **3.1 Ерөнхий зүйл**  Энэхүү бүлэгт ажлын талбайд IEC 60376 стандартын дагуу техникийн ангиллын SF6 хий, эсвэл IEC 60480 стандартын дагуу хэрэглэсэн SF6 хийтэй ажиллах, өөрөөр хэлбэл хийн тусгаарлах хэсгийг дүүргэх үед хуваарилах байгууламжийн болон удирдлагын тоноглолыг ажлын талбайд суурилуулсны дараа ажиллах зааварчилгаа өгөгдсөн.  **3.2 Вакум үүсгэх, дүүргэх, дүүргэсний дараа SF6 хийн чанарыг шалгах**  Энэ дэд зүйлд хийн даралтын системд маш бага болон дундаж даралттай (ихэвчлэн 0,1 МПа-аас 0,15 МПа), SF6 хийнээс өөр төрлийн хий (ихэвчлэн агаар ба N2) агуулагдаж байдаг хуваарилах байгууламжийн тусгаарлах хэсэг хамаарна.  Тусгаарлах хэсэг бүрт дараах ажиллагааны нарийвчилсан дэс дарааллын дагуу агаар/N2 вакуум үүсгэх ба ашиглалтын зааварчилгааны гарын авлагад бодит тоног төхөөрөмжийн үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн заавраас өөрөөр тусгагдаагүй тохиолдолд 1-р зураг ба 1-р хүснэгтэд өгөгдсөний дагуу SF6 хийгээр дүүргэнэ. | **1. General**  **1.1 Scope**  This part of IEC 62271 applies to the procedures for handling of during installation, commissioning, normal and abnormal operations, disposal at the end-of-life of high-voltage switchgear and controlgear.  These procedures are regarded as minimum requirements to ensure the safety of personnel working with SF6 (see Annex B) and minimize the SF6 emission to the environment.  This standard generally applies also to gas mixtures containing SF6. The particularities for their handling are covered in Annex J.  NOTE 1 Throughout this standard, use of the term High-Voltage (refer to IEC 60050-601:1985, 601-01-27) means a rated voltage above 1 000 V. However the term Medium Voltage (refer to IEC 60050-601:1985, 601-01-28) is commonly used for distrubtion systems with voltages above 1 kV and generally applied up to and including 52 kV.  NOTE 2 Throughout this standard, the term “electric power equipment” stands for “high-voltage” and medium-voltage switchgear and controlgear.  NOTE 3 Throughout this standard, the term “pressure” stands for “absolute pressure”.        **1.2 Normative references**  The following documents, in whole or in part, are normativlely referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies, For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.  IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary* — *Chapter 441:* *Switchgear, controlgear and fuses*  IEC 60050-601, *International Electrotechni cal Vocabulary* — *Chapter 601*: *Generation, transmission and distribution of electricity-General*  IEC 60376, *Specification of technical grade sulphur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment*  IEC 60480, *Guidelines for the checking and treatment of sulphur hexafluoride (SF6) taken from electrical equipment and specification and for its re-use*  IEC 62271-1, *High-voltage switchgear and controlgear — Part 1: Common specifications*  EN 1089-3, *Transportable gas cylinders, Gas cylinder identification (excluding LPG). Colour coding*  **2***.* **Terms and definitions**  For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-441 and IEC 60050-601, as well as the following apply.  **2.1 abnormal release of SF6**  release from equipment in service due to a failure in the pressure system or mistake in the handling process  Note 1 to entry: An abnormal SF6 leak is usually an unwanted and continouns emission of gas at a higher rate than the equipment designed leak rate. As soon as an abnormal SF6 leak is detected, appropriate measures to locate and eliminate it should be arranged.  **2.2 handling of SF6**  any process which might involve transfer of SF6  **2.3 evacuation**  transfer of a gas different from SF6 (e.g. air or N2) which can be released into the atmosphere. The operation is performed utillsing a vacuum pump  **2.4 recovery of SF6**  transfer of SF6 from the gas compartment into a reclaimer or storage container  Note 1 to entry: The operation is normally performed utillsing a recovery compressor.  **2.5 topping-up with SF6**  filling a pre-filled compartment with SF6 to the rated filling pressure  Note 1 to entry: Pre-filled compartments are closed pressure systems filled in the factory prior to shipment. They contain SF6 at a typical pressure between 0.12 MPa to 0.15 MPa allowing for a faster and easier commissioning on-site.  **2.6 re-filling with SF6**  filling a compartment with SF6 to the rated filling pressure to assure continuity of service  **2.7 reclaim of SF6**  A series of SF6 handling procedures including recovery and minimum SF6 refining process such as filtering dust, by-products, moisture, oil, etc.  Note 1 to entry: A standard reclaimer is described in Annex D; while a cryogenic reclaimer is described in Annex I.  Note 2 to entry: Sometimes the words “reclaming” or “reclamation” may be used with the same meaning as “reclaim”.  **2.8 gas-insulated metal-enclosed switchgear**  Metal-enclosed switchgear in which the insulation is obtained, at least partly, by an insulating gas other than air at atmospheric pressure  Note 1 to entry: This term generally applies to high-voltage switchgear and controlgear.  [SOURCE:IEC 60050-441:1984, 441-12-05]  **2.9 gas-filled compartment**  Compartment of switchgear and controlgear in which the gas pressure is maintained by on of the following systems:   * controlled pressure system; * closed pressure system; * sealed pressure system;   Note 1 to entry: Several gas-filled compartments may be permanently interconnected to form a common gas-system (gas-tight assembly).  Note 2 to entry: The definition is the same as in IEC 62271-1.  **2.10 controlled pressure system for gas**  Volume which is automatically replenished from an external compressed gas supply or internal gas source  Note 1 to entry: Examples of controlled pressure systems are air-blast circuit-breakers or pneumatic operating mechanisms.  Note 2 to entry: A volume may consist of several permanently connected gas-filled compartments.  Note 3 to entry: The definition is the same as in IEC 62271-1.  **2.11 closed pressure system for gas**  Volume which is replenished only periodically by manual connection to an external gas source  Note 1 to entry: Examples of closed pressure systems are SF6 single pressure circuit-breakers.  Note 2 to entry: The definition is the same as in IEC 62271-1  **2.12 sealed pressure system**  Volume for which no further gas or vacuum processing is required during its expected operating life  Note 1 to entry: Examples or sealed pressure systems are tubes of vacuum circuit-breakers or some SF6 circuit-breakers.  Note 2 to entry: Sealed pressure systems are completely assembled and tested in the factory.  Note 3 to entry: The definition is the same as in IEC 62271-1.  **2.13 technical grade SF6**  SF6 gas having a very low level of impurities in accordance with IEC 60376  **2.14 used SF6**  Gas removed from an item of electrical equipment, initially filled with SF6 according to IEC 60376 or IEC 60480  Note 1 to entry: If after filling, the gas is removed for any purpose during the life of the equipment, e.g. repair, service, maintenance, the gas will be transferred and is considered as used gas.  Note 2 to entry: Annex G provides information refarding the by-products of used SF6, which occur in both gaseous and solid form.  **2.15 used SF6 suitable for reuse on site**  Used SF6 having a maximum impurity level in accordance with IEC 60480  Note 1 to entry: If necessary, to units with appropriate filters and adsorber materials should be used.  **2.16 used SF6 suitable for reuse at the gas manufacturer**  used SF6 exceeding the maximum acceptable impurity level stated in IEC 60480, suitable for reuse by the gas manufacturer  Note 1 to entry: If necessary to meet the specification, service units with appropriate filters and adsorber materials should be used.  **2.17 used SF6 not suitable for reuse**  Used SF6 not falling under the category defined under 2.15 or 2.16  Note 1 to entry: Used SF6 not suitable for reuse is disposed according to local or international regulations on waste management.  **2.18 non-arced SF6**  Used SF6 having less than approximately 1 ml/l (0.1% by volume) of gaseous by-products  Note 1 to entry: Non-arced SF6 is typically expected to be in any compartment after filling and prior to energiising or after insulation testing or in insulation compartments which never experienced arcing.  **2.19 normally arced SF6**  Used SF6 having between approximately 1 ml/l (0.1% by volume) and approximately 10 ml/l (1% by volume) of gaseous by-products.  Note 1 to entry: Normally arced SF6 is typically expected to be in circuit breakers or switches after normal (load or fault) operations.  Note 2 to entry: A small amount of solid by-products, mainly metal fluorides and tungsten oxifluorides, may be present as well.  **2.20 heavily arced SF6**  Used SF6 having more than approximately 10 ml/l (1% by volume.) of gaseous by-products  Note 1 to entry: Heavily arced SF6 is typically expected to be in any gas compartments after internal arc fault or circuit breakers or switches after interruption failure or circuit breakers after successful interruptions of several short circuits at high amplitude in relation with its ratings.  Note 2 to entry: A large amount of solid by products, mainly metal fluorides and tungsten oxifluorides, is expected as well.  **3. SF6 handling during installation and commissioning**  **3.1 General**  This clause provides guidance for working with technical grade SF6, according to IEC 60376 or used SF6 suitable for reuse on site, according to IEC 60480 i,e when a gas compartment is filled, after the switchgear and controlgear has been installed on site.  **3.2 Evacuation, filling and checking the SF6 quality after filling**  This subclause apllies to switchgear compartments of pressure systems that currently contain a gas different from SF6 (typically air or N2) at ambient pressure or slight overpressure (typically 0.1 MPa to 0.15 MPa).  The following detailed sequence or operations for air/N2 evacuation and SF6 filling in each compartment shall be performed according to Figure 1 and Table 1, expect as otherwise specified in the handling procedure detailed by the Orignal Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual. |
|  | |
| 1. SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх  2. Шингээгч суурилуулах  3. Вакуум үүсгэх  4. Вакум тогтворжуулах үе  5. Вакум хадгалах үе (ерөнхий алхам)  6. Баримт бичиг бүрдүүлэх  7. SF6 хийгээр дүүргэх  8. Баримт бичиг бүрдүүлэх  9. Даралт/нягт мэдрэгчийг хянах  10. Битүүмжлэлийг хянах  11. SF6 хийн чанарыг шалгах  12. Баримт бичиг бүрдүүлэх  prm SF6 хийн хэвийн дүүргэх даралт  pp тусгаарлах хэсгийн дотоод/эхний даралт  pv  вакум үүсгэх даралт <2 кПа  tv вакум тогтворжуулах хугацаа≥30мин  **1-р зураг - SF6 хийгээр дүүргэсний дараа чанарыг шалгахын тулд вакум үүсгэх** | 1. Prepare SF6 handling equipment  2. Adsorber installation  3. Evacuation  4. Vacuum stabillisation phase  5. Vacuum holding phase (optional step)  6. Documentation  7. Filling with SF6  8. Documentation  9. Pressure/density sensor inspection  10. Tightness inspection  11. SF6 quality checking  12. Documentation  prm SF6 rated filling pressure  pp Initial pressure in the gas compartment  pv Evacuation pressure <2 kPa  tv Vacuum stablisation time ≥ 30 min  **Figure 1-Evacuation, filling and checking the SF6 quality after filling** |

|  |  |
| --- | --- |
| **1-р хүснэгт - SF6 хийгээр дүүргэсний дараа чанарыг шалгахын тулд вакум үүсгэх** | **Table 1 - Evacuation, filling and checking the SF6 quality after filling** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Алхам | | Аргачлал | | 1 | SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх | SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийн хэвийн ажиллагаа болон холболтуудыг бохирдохоос сэргийлэх, хуурай, цэвэр байгааг шалгах. Хэмжүүрийн багаж тоног төхөөрөмжийн хүчинтэй хугацааг шалгах. | | 2 | Шингээгч суурилуулах | Тусгаарлах хэсэгт шингээгч материалыг хурдан оруулсны дараа вакум үүсгэн үнэлгээг тэр даруй эхлүүлнэ | | 3 | Вакуум үүсгэх | Вакуум насосыг холбож даралтыг 2 кПa хүртэл ажиллуулах | | 4 | Вакуум тогтворжуулах үе | Вакуум насосыг хамгийн багадаа 30 минут хүртэл ажиллуулсны дараа хаалтыг хааж салгана. Даралтын хэмжүүрийн тухай унших.a | | 5 | Вакуум орчныг хадгалах үе (ерөнхий алхам) | Анхны тоног төхөөрөмжид үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт хугацаа шаардагддаг тул тусгаарлах хэсгийн даралт 2 кПа-аас бага байна. | | 6 | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Цаашдын лавлагаа болгохын тулд наад зах нь үйлдвэрлэгч, уг тоног төхөөрөмжийг тодорхойлохуйц цувралын дугаар ба хийн тусгаарлах хэсгийн тэмдэглэгээ, вакуум үүсгэх даралт (ө. х. үлдэгдэл агаарын агууламж), орчны температур, огноог бүртгэж авах. | | 7 | SF6 хийгээр дүүргэх | SF6 хийтэй баллоныг холбох ба SF6 хийн даралт хэвийн болох хүртэл хийгээр дүүргэнэ. Дүүргэх явцад ажиллагааг сайн хянах, аваарын хаалт ашиглах ба хэт дүүргэхээс зайлсхийх bc | | 8 | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Цаашдын лавлагаа болгохын тулд наад зах нь уг тоног төхөөрөмжийг тодорхойлохуйц хийн тусгаарлах хэсгийн үйлдвэрлэгч ба цувралын дугаар, орчны температур, огноог бүртгэж авах. | | 9 | Даралт/нягт мэдрэгчийг хянах | Даралт/нягт мэдрэгчийн ажиллагааг шалгах. Энэхүү ажиллагааг хийгээр дүүргэх явцад гүйцэтгэх ба шалгалт тохируулга гэж үзэхгүй. | | 10 | Битүүмжлэлийг хянах | Наад зах нь ажлын талбай дээр хийгдсэн дэс дараалсан бүх холболтуудын битүүмжлэлийг үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааврын дагуу шалгах. | | 11 | SF6 хийн чанарыг шалгах | Чийгийн агууламж, SF6 хийн эзлэх хувийг хэмжихийн өмнө үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт тодорхойлсон хугацаагаар хүлээх. d | | 12 | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Цаашдын лавлагаа болгохын тулд наад зах нь уг тоног төхөөрөмжийг тодорхойлохуйц хийн тусгаарлах хэсгийн үйлдвэрлэгч ба цувралын дугаар, даралт/нягт мэдрэгчийн ажиллагаа, чийгийн агууламж, SF6 хийн агууламж, орчны температур, огноог бүртгэж авах. | | А Үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт өөрөөр заагаагүй тохиолдолд жишээ нь орчны температур сэрүүн үед чийгийг илүү сайн арилгахын тулд вакуум буюу агааргүй орчныг илүү удаан хугацаанд байлгах боломжтой.  b SF6 хийг хийн тусгаарлах хэсэг/камерт дүүргэхдээ техникийн ангиллын SF6 хийгээр, эсвэл ажлын талбайд дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн SF6 хийгээр дүүргэж болно.  c Битүүмжлэгдсэн баллоноор үйлдвэрлэгчээс хий нийлүүлж байгаа тохиолдолд, эсвэл уг хий нь дахин ашиглахад тохирсон болохын баталгааны шошго буюу гэрчилгээтэй бол SF6 хийг шалгах шаардлагагүй. Бусад бүх тохиолдолд дүүргэх ажиллагааны өмнө SF6 хийний чанарыг шалгах ёстой (4.2-г үзнэ үү).  d Хийн тусгаарлах хэсэг нь жижиг хэмжээтэй бол SF6 хийний чанарыг шалгасны дараа дахин дүүргэх шаардлагатай байж болно. | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Step | | Procedure | | 1 | Prepare SF6 handling equipment | Check that the SF6 handling equipment is working properly and the gas connections are clean and dry to avoid contamination. Check the validity of the calibration of instruments subject to calibration. | | 2 | Adsorber installation | Quickly insert the adsorber materials in the compartment. Start evacuation immediately afterwards. | | 3 | Evacuation | Connect the vacuum pump and leave it running to reach 2 kPa. | | 4 | Vacuum stablilisation phase | Leave the vacuum pump runnig for at least 30 min and then disconnect the vacuum pump by closing the valve. Read the pressure gauge. a | | 5 | Vacuum holding phase (optional step) | The pressure in the compartment should remain lower than 2 kPa for the time which may be required by the Orignal Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual. | | 6 | Documentation | Record at least the manufacturer, equipment type reference, serial and compartment reference to identify the gas compartment, the evacuation pressure (i.e.the residual air content), ambient temperature and date for further reference. | | 7 | Filling with SF6 | Connect the SF6 container and fill the compartment until the SF6 rated filling pressure is reached. Use a safety valve, a regulator to allow a good control of the filling process and a calibrated gauge to avoid overfilling. bc | | 8 | Documentation | Record at least the manufacturer and serial number to identify the gas compartment, the final filling pressure, ambient temperature and date for further reference. | | 9 | Pressure/density sensor inspection | Check the functionality of the pressure/density sensor. The operation can be performed during the final filling operation and shall not be considered as a calibration | | 10 | Tightness inspection | Check the tightness of at least all permanent connections made on site as requested by the Orignal Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual. | | 11 | SF6 quality checking | Wait for the time specified by the Orignal Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual before measuring the moisture content and the SF6 percentage. d | | 12 | Documentation | Record at least the manufacturer and serial number to identify the gas compartment, the functionality of the pressyre/density sensor, the moisture content, the SF6 content, ambient temperature and date for further reference. | | A The vacuum duration can be prolonged in order to better moisture when for example the ambient temperature is freezing, except as otherwise specified by the Orignal Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual.  B SF6 to be introduced into the gas compartment may be either technical grade SF6 or used SF6 suitable for reuse on site.  C No SF6 check is required if the gas comes from the supplier in sealed containers, or if the gas is stored in sealed containers with an appropriate label or certificate to guarantee the gas is suitable for reuse. In all other cases, the SF6 quality may be checked prior to the filling operation (see 4.2).  D If the gas compartment has a small volume, re-filling after SF6 quality checking may be required. | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **3.3 Урьдчилан SF6 хийгээр дүүргэсэн хийн тусгаарлах хэсгийг хэвийн даралт /нягт хүртэл дүүргэх**  Энэхүү дэд бүлэг нь тээвэрлэхээс өмнө үйлдвэр дээр хийгээр урьдчилан дүүргэсэн хийн тусгаарлах хэсэгт хамаарна. Энэхүү дэд бүлэг нь атмосферийн даралтаас өндөр (ихэвчлэн 0.12 МПа-аас 0.15 МПа) даралттай SF6 хий агуулдаг бөгөөд энэ нь ажлын талбай дээр хурдан бөгөөд хялбар ашиглалтад оруулах боломжийг олгодог.  Тухайн тоног төхөөрөмжийн үйлдвэрлэгчээс олгосон боловсруулах горимд нарийвчлан тодорхойлсон ажиллах журамд өөрөөр заагаагүй бол урьдчилан дүүргэсэн тусгаарлах хэсэг бүрт SF6 хийг дүүргэх үйлдлүүдийн дараах нарийвчилсан дарааллыг 2-р зураг ба 2-р хүснэгтийн дагуу гүйцэтгэнэ. | **3.3 Topping-up of SF6 pre-filled compartments to the rated filling pressure/density**  This subclause applies to compartments of pressure systems pre-filled in the factory prior to shipment. They contain SF6 at above atmospheric pressure (typically 0.12 MPa to 0.15 MPa), allowing for a faster and easier commissioning on-site.  The following detailed sequence of operations for SF6 topping-up in each pre-filled compartment shall be performed according to Figure 2 and Table 2, except as otherwise specified in the handling procedure detailed by the Original Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual. |
|  | |
| 1. SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх  2. SF6 хийгээр дүүргэх  3. Баримт бичиг бүрдүүлэх  4. Даралт/нягт мэдрэгчийг хянах  5. Битүүмжлэлийг хянах  6. SF6 хийн чанарыг шалгах  7. Баримт бичиг бүрдүүлэх  *P*rm SF6 хийн хэвийн дүүргэх даралт  *P*p SF6 хийгээр дүүргэсэн тусгаарлах хэсгийн дотоод/эхний даралт  **2-р зураг – Урьдчилан дүүргэсэн SF6 хийн тусгаарлах хэсэг хэвийн даралт/нягт хүртэл дүүргэх** | 1. Prepare SF6 handling equipment  2. Topping-up with SF6  3. Documentation  4. Pressure/density sensor inspection  5. Tightness inspection  6. SF6 quality checking  7. Documentation  *P*rm SF6 rated filling pressure  *P*p Intial SF6 pressure in the gas filled compartment  **Figure 2 - Topping-up of SF6 pre-filled compartments to the rated filling pressure/density** |

|  |  |
| --- | --- |
| **2-р хүснэгт - Урьдчилан дүүргэсэн SF6 хийн тусгаарлах хэсэг хэвийн даралт/нягт хүртэл дүүргэх** | **Table 2 - Topping-up of SF6 pre-filled compartments to the rated filling pressure/density** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Алхам | | Аргачлал | | 1 | SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх | Бохирдохоос зайлсхийхийн тулд хийн холболтууд нь хуурай, цэвэр бөгөөд хоолойнуудыг сулласан, холболтуудаар хий алдагдахгүй байдлыг шалгана. Хэмжүүрийн багаж тоног төхөөрөмжийн баталгааны хүчинтэй хугацааг шалгана. | | 2 | SF6 хийгээр дүүргэх | SF6 хийтэй баллоныг холбох ба хэвийн даралт хүртэл дүүргэнэ.  Дүүргэх үйл явцыг сайтар хянахын тулд аюулгүйн хавхлаг/клапан блон тохируулагчийг ашиглаж, хэт дүүргэхээс сэргийлж баталгаажсан манометр хэрэглэнэ. a b | | 3 | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Цаашдын лавлагаа болгохын тулд наад зах нь үйлдвэрлэгч, уг тоног төхөөрөмжийг тодорхойлохуйц цувралын дугаар ба хийн тусгаарлах хэсгийн тэмдэглэгээ, дүүргэлтийн эцсийн даралт, орчны температур, огноог бүртгэж авах. | | 4 | Даралт/нягт мэдрэгчийг хянах | Даралт/нягт мэдрэгчийн ажиллагааг хянах. Энэхүү ажиллагааг хийгээр дүүргэх явцад гүйцэтгэх ба шалгалт тохируулга гэж үзэхгүй. | | 5 | Битүүмжлэлийг хянах | Наад зах нь ажлын талбай дээр хийгдсэн дэс дараалсан бүх холболтуудын битүүмжлэлийг үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааврын дагуу шалгах. | | 6 | SF6 хийн чанарыг шалгах | Чийгийн агууламж, SF6 хийн эзлэх хувийг хэмжихийн өмнө үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт тодорхойлсон хугацаагаар хүлээхc | | 7 | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Цаашдын лавлагаа болгохын тулд наад зах нь уг тоног төхөөрөмжийг тодорхойлохуйц хийн тусгаарлах хэсгийн үйлдвэрлэгч ба цувралын дугаар, даралт/нягт мэдрэгчийн ажиллагаа, чийгийн агууламж, SF6 хийн агууламж, орчны температур, огноог бүртгэж авах. | | a SF6 хийг хийн тусгаарлах хэсэг/камерт дүүргэхдээ техникийн ангиллын SF6 хийгээр, эсвэл ажлын талбайд дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн SF6 хийгээр дүүргэж болно.  b Битүүмжлэгдсэн баллоноор үйлдвэрлэгчээс хий нийлүүлж байгаа тохиолдолд, эсвэл уг хий нь дахин ашиглахад тохирсон болохын баталгааны шошго буюу гэрчилгээтэй бол SF6 хийг шалгах шаардлагагүй. Бусад бүх тохиолдолд дүүргэх ажиллагааны өмнө SF6 хийний чанарыг шалгах ёстой (4.2-г харна уу).  c Хийн тусгаарлах хэсэг нь жижиг хэмжээтэй бол SF6 хийн чанарыг шалгасны дараа дахин дүүргэх шаардлагатай байж болно. | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Step | | Procedure | | 1 | Prepare SF6 handling equipment | Check that the gas connections are clean and dry, hoses are evacuated and no leaks on connection fitiings exist to avoid contamination. Check the validity of the calibration of instruments subject to calibration. | | 2 | Topping-up with SF6 | Connect the SF6 container and fill the compartment until the SF6 rated filling pressure is reached. Use a safety valve, a regulator to allow a good control of the filling process and a calibrated gauge to avoid overfilling. a b | | 3 | Documentation | Record at least the manufacturer, equipment reference, serial number and compartment reference to identify the gas compartment, the final filling pressure, ambient temperature and date for further reference. | | 4 | Pressure/density sensor inspection | Check the functionality of the pressure/density sensor. The operation can be performed during the filling operation and shall not be considered as a calibration. | | 5 | Tightness inspection | Check the tightness of at least all permanent connections made on site as requested by the Orignal Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual. | | 6 | SF6 quality checking | Wait for the time specified by the Orignal Equipment Manufacturer in the operating instruction manual before measuring the moisture content and the SF6 percentage. c | | 7 | Documentation | Record at least the manufacturer and serial number to identify the gas compartment, the functionality of the pressure/density sensor, the moisture content, the SF6 content, ambient temperature and date for further reference. | | a SF6 to be introduced into the gas compartment may be either technical grade SF6 or used SF6 suitable for reuse on site.  b No SF6 check is required if the gas comes from the supplier in sealed containers, on if the gas is stored in sealed containers with an appropriate label or certificate to guarantee the gas is suitable for reuse. In all other cases, the SF6 quality may be checked prior to the filling operation (see 4.2).  c If the gas compartment has a small volume, re-filling after SF6 quality checking may be required. | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **3.4 Битүүмжлэгдсэн даралтын системийг дүүргэх**  2.12-ын дагуу ихэнх дунд хүчдэлийн хуваарилах байгууламж ба удирдлагын тоноглол нь битүүмжлэгдсэн даралтын системийг хэрэглэдэг. Энэ төрлийн тоног төхөөрөмжүүд нь үйлдвэрээс SF6 хийгээр дүүргэгдсэн байх ба цаашид ажиллагааны үед хийтэй ажиллах шаардлагагүй.  Зарим хэвийн бус нөхцөл (жишээ нь эвдрэл үүссэн үед) ажлын талбай дээр дахин дүүргэх буюу дахин ашиглалтад оруулах шаардлагатай байж болно. Тухайн тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэгчтэй энэ зорилгоор холбогдох хэрэгтэй.  **4**. **ХЭВИЙН АЖИЛЛАГААНЫ ҮЕД SF6 ХИЙТЭЙ АЖИЛЛАХ**  **4.1 Хэвийн даралт/нягт хүртэл SF6 хийгээр дахин дүүргэх**  Энэ дэд зүйл нь үйлчилгээний тасралтгүй ажиллагааг хангахын тулд битүүмжлэгдсэн даралтын системийн тусгаарлах хэсгийн (ихэвчлэн даралт/нягтын хяналтын эхний дохиолол/үзүүлэлтээр заагддаг) ажиллагааг хангахад хамаарна. Хэвийн бус алдагдлыг илрүүлэх ба алдагдлыг зогсоох арга хэмжээг богино хугацаанд зохион байгуулах ёстой.  Тухайн тоног төхөөрөмжийн үйлдвэрлэгчээс олгосон ашиглалтын зааварт нарийвчлан тодорхойлсон боловсруулах горимд өөрөөр заагаагүй бол урьдчилан дүүргэсэн тусгаарлах хэсэг бүрт SF6 хийг дүүргэх үйлдлүүдийн дараах нарийвчилсан дарааллыг 3-р зураг ба 3-р хүснэгтийн дагуу гүйцэтгэнэ. | **3.4 Filling sealed pressure systems**  The large majority of medium-voltage switchgear and controlgear uses sealed pressure systems, as defined in 2.12. Typically this type of equipment is filled with SF6 in the factory and no further SF6 handling is required during its expected operating life.  Under some abnormal circumstances (e.g. in case of damage) it may be required to re-fill or re-commission the equipment on-site. The Original Equipment Manufacturer should be contacted for this purpose.  **4 SF6 HANDLING DURING NORMAL SERVICE LIFE**  **4.1Re-filling of SF6 to the rated filling pressure/density**  This subclause applies to compartments (usually indicated by the first alarm/indication of the pressure/density monitor) of closed pressure systems to assure continuity of service. In case of an abnormal leak, appropriate corrective measures to locate and eliminate the leak shall be immediately arranged.  The following detailed sequence of operations for SF6 re-filling in each compartment shall be performed according to Figure 3 and Table 3 except as otherwise specified in the handling procedure detailed by the Original Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual. |
|  | |
| 1. Алдагдлыг илрүүлэх /тодорхойлох/  2. SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх  3. SF6 хийгээр дахин дүүргэх  4. Баримт бичиг бүрдүүлэх  Prm -SF6 хийгээр дахин дүүргэх даралт  *Pp*- SF6 дүүргэлтийн өмнөх даралт /анхдагч хийн даралт/  **3-р зураг - Хэвийн даралт/нягт хүртэл SF6 хийгээр дахин дүүргэх** | 1. Idenitify the nature of the leak 2. Prepare SF6 handling equipment 3. Re-filling with SF6 4. Documentation   Prm- SF6 rated filling pressure  *Pp*- Initial SF6 pressure in the gas-filled compartment  **Figure 3 - SF6 re-filling to the rated filling pressure/density** |

|  |  |
| --- | --- |
| **3-р хүснэгт - Хэвийн даралт/нягт хүртэл SF6 хийгээр дахин дүүргэх** | **Table 3 - SF6 re-filling to the rated filling pressure/density** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | алхам | | аргачлал | | 1 | Алдагдлыг илрүүлэх /тодорхойлох/ | Хэвийн бус алдагдал мөн эсэхийг тодорхойлохын тулд хийгээр дахин дүүргэсэн сүүлчийн хугацааг шалгах | | 2 | SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх | Бохирдохоос зайлсхийхийн тулд хийн холболтууд нь хуурай, цэвэр бөгөөд хоолойнуудыг сулласан, холболтуудаар хий алдагдахгүй байдлыг шалгана. Хэмжүүрийн багаж тоног төхөөрөмжийн баталгааны хүчинтэй хугацааг шалгана. | | 3 | SF6 хийгээр дахин дүүргэх | SF6 хийтэй баллоныг холбох ба SF6 хийн хэвийн даралт хүртэл хийгээр дүүргэнэ. Дүүргэх үйл явцыг сайтар хянахын тулд аюулгүйн хавхлаг/клапан болон тохируулагчийг ашиглаж, хэт дүүргэхээс сэргийлж баталгаажсан манометр хэрэглэнэ. a b | | 4 | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Цаашдын лавлагаа болгохын тулд наад зах нь уг тоног төхөөрөмжийг тодорхойлохуйц хийн тусгаарлах хэсгийн үйлдвэрлэгч ба цувралын дугаар, даралт/нягт мэдрэгчийн ажиллагаа, чийгийн агууламж, SF6 хийн агууламж, орчны температур, огноог бүртгэж авах. | | a SF6 хийг хийн тусгаарлах хэсэг/камерт дүүргэхдээ техникийн ангиллын SF6 хийгээр, эсвэл ажлын талбайд дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн SF6 хийгээр дүүргэнэ.  б Нэмж буй хийн хэмжээ нийт хийн хэмжээтэй харьцуулахад маш бага бол дахин дүүргэсний дараа хийн чанарыг шалгахгүй байж болно. | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Step | | Procedure | | 1 | Identify the nature of the leak | Check the last time the gas compartment was re-filled to understand whether the leak is abnormal. | | 2 | Prepare SF6 handling equipment | Check that the gas connections are clean and dry, hoses are evacuated and no leaks on connection fillings exist to avoid contamination. Check the validity of the calibration of instruments subject to calibration | | 3 | Re-filling with SF6 | Connect the SF6 container and fill the compartment until the SF6 rated filling pressure is reached. Use a safety valve, a regulator to allow a good control of the filling process and a calibrated gauge to avoid overfilling. a 6 | | 4 | Documentation | Record at least the manufacturer, equipment type reference, serial number and compartment reference to identify the gas compartment, the final filling pressure, ambient temperature and date for further reference. | | a SF6 to be introduced into the gas compartment may be either technical grade SF6 or used SF6 suitable for reuse on site.  b As the amount of SF6 used for re-filling is very small in comprasion to the amount of SF6 in the related compartment, it is not necessary to perform a SF6 quality check after the re-filling operation. | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **4.2 SF6 хийн чанарыг шалгах**  **4.2.1 Ерөнхий зүйл**  SF6 хийн чанарыг ихэвчлэн зөөврийн тоног төхөөрөмж ашиглан ажлын талбай дээр шалгадаг. Ажлын талбай дээр хийсэн шалгалтын үр дүн хангалтгүй бол дахин шалгахын тулд хийнээс дээж авч, итгэмжлэгдсэн химийн лабораторид илгээх замаар ажлын талбайгаас гаднах шинжилгээг хийж болно.  IEC 60480 стандартын дагуу чанар шалгах түгээмэл зүйлс нь чийгийн найрлага (усны агуулгыг мг/кг нэгжээр), SF6 хийн эзлэх хувь ба үлдэгдэл хүчиллэг үүсгэх идэвхтэй хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүний тоо хэмжээ (жишээлбэл мл/л нэгжээр илэрхийлсэн идэвхтэй хийн тоо хэмжээг) болно.  Тайлбар: 20 °С-аас өөр температурт хийсэн хэмжилтийн зохих залруулгыг үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт тогтоож өгсөн байдаг.  Тухайн тоног төхөөрөмжийн ажиллагааны түүхийг мэдэхгүй тохиолдолд бусад зөөврийн тоног төхөөрөмжийг гэмтээхээс сэргийлэх зорилгоор хийн байдалтай идэвхтэй дайвар бүтээгдэхүүний тоо хэмжээг эхний ээлжид шалгана.  **4.2.2 Зөөврийн тоног төхөөрөмжөөр SF6 хийн чанарыг тодорхойлох**  Энэхүү дэд бүлэг нь хяналттай, хаалттай даралтын системийн SF6 хий буюу хийн баллонд агуулагдаж буй хийн чанарыг зөөврийн тоног төхөөрөмж ашиглан шалгахад хамаарна.  Тухайн тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт өөрөөр тусгагдаагүй бол 4-р зураг ба 4-р хүснэгтэд өгөгдсөн ажиллагааны нарийвчилсан алхмуудын дагуу ажлын талбайд SF6 хийн чанарыг шалгана.  Зөөврийн тоног төхөөрөмжийн үзүүлэлтийг Хавсрал D-д тайлбарласан болно. | **4.2 Checking the SF6 quality**  **4.2.1 General**  The measurement of the SF6 quality is usually done on-site, using portable equipment. Off-site analysis may exceptionally be performed to cross-check unsatisfactory on-site results, by sampling the gas and sending it to a qualified chemical laboratory.  Typical SF6 quality checks according to lEC 60480 are moisture content (e.g. water content in mg/kg), SF6 percentage, and total reactive gaseous by-products giving rise to residual acidity content (e.g. total amount of reactive gasses in μl/l).  NOTE Adequate corrections for measurements made at other temperatures than 20 °C are specified by the Original Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual.  The total reactive gaseous by-products shall be checked first to prevent damage of other portable equipment, if the history of the gas-filled compartment is unknown.  **4.2.2 Measurement of the SF6 quality with portable equipment**  This subclause applies to SF6 filled compartments of controlled and closed pressure systems or SF6 filled containers to check the quality of the gas with portable equipment.  The following detailed sequence of operations for an on-site SF6 quality check shall be performed according to Figure 4 and Table 4, except as otherwise specified in the handling procedure detailed by the Original Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual.  Characteristics of portable equipment are described in Annex D. |
|  | |
| 1. Зөөврийн тоног төхөөрөмжийг бэлдэх  2. Зөөврийн тоног төхөөрөмжийг холбох  3.Зөөврийн тоног төхөөрөмжийг зааврыг судлах  4. Зөөврийн тоног төхөөрөмжийг салгах  5. Баримт бичиг бүрдүүлэх  *P*p хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсгийн SF6 хийн даралт  **4-р зураг – Ажлын талбай дээр хийн чанарыг шалгах** | 1. Prepare portable equipment 2. Connect the portable equipment 3. Read the portable equipment 4. Disconnect the portable equipment 5. Documentation   *P*p SF6 pressure in the gas-filled compartment  **Figure 4-Checking the SF6 quality on-site** |

|  |  |
| --- | --- |
| **4-р хүснэгт – Ажлын талбай дээр хийн чанарыг шалгах** | **Table 4-Checking the SF6 quality on-site** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **алхам** | | **аргачлал** | | 1 | Зөөврийн тоног төхөөрөмжийг бэлдэх | Зөөврийн тоног төхөөрөмжийн хэвийн ажиллагааг шалгах, ажиллах орчны нөхцөл жишээ нь: температур, хийн холболтууд цэвэр хуурай байх, хоолойнуудыг сулласан, хэмжилтийн ямар нэг алдаа үүсэхээс сэргийлэх, холболтуудаас хий алдагдахгүй байдлыг шалгана. Хэмжүүрийн багаж тоног төхөөрөмжийн баталгааны хүчинтэй хугацааг шалгана. Хийн алдагдлыг бууруулахын тулд богино холболт хийнэ. | | 2 | Зөөврийн тоног төхөөрөмжийг холбох | Зөөврийн тоног төхөөрөмжийг холбоно. Холболтыг сайтар шалгаж хийн урсгалыг бий болно.b | | 3 | Зөөврийн тоног төхөөрөмжийг зааврыг судлах | Зөөврийн тоног төхөөрөмжийг ажиллуулах ашиглалтын заавартай танилцана. | | 4 | Зөөврийн тоног төхөөрөмжийг салгах | Хийн урсгалыг зогсоож зөөврийн тоног төхөөрөмжийг салгана. c | | 5 | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Цаашдын лавлагаа болгохын тулд наад зах нь уг тоног төхөөрөмжийг тодорхойлохуйц хийн тусгаарлах хэсгийн үйлдвэрлэгч ба цувралын дугаар, уншилт болон огноог бүртгэж авна. | | a зөөврийн тоног төхөөрөмжийн нийтлэн температурын хязгаарыг D.2-р хүснэгтэд үзүүлэв.  б Дээжлэн авсан SF6 хийг буцаан шилжүүлэх буюу тусгаарлах хэсэгт хийн дүүргэлт дахин хийх шаардлагатай.  в Хэрэв хийн тусгаарлах хэсэг нь бага эзлэхүүнтэй бол SF6 хийн чанарыг шалгасны дараагаар дахин дүүргэх шаардлагатай байж болно. | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Step** | | **Procedure** | | 1 | Prepare portable equipment | Check that the portable equipment is working properly, the ambient conditions are within the working range, e.g. temperature. a the gas connections are clean and dry, hoses are evacuated and no leaks on connection fittings exist to avoid any false measurements. Check the validity of the calibration of instruments subject to calibration. Use short connections to minimise SF6 release. | | 2 | Connect the portable equipment | Connect the portable equipment. Make tight connections and establish gas flow. b | | 3 | Read the portable equipment | Refer to the operating instruction manual provided by the portable equipment | | 4 | Disconnect the portable equipment | Stop the gas flow and disconnect the portable equipment. c | | 5 | Documentation | Record at least the manufacturer, equipment type reference, serial number and compartment reference to identify the gas compartment, the reading and the date for further reference. | | a Typical temperature ranges for portable equipment are given in Table D.2  b Sampled SF6 should be recovered or pumped back into the gas filled compartment.  c If the gas compartment has a small volume, re-filling after SF6 quality checking may be required. | | | | |
|  | |

|  |  |
| --- | --- |
| **4.2.3 Ажлын талбайгаас гадуурх дүн шинжилгээнд зориулж SF6 хийнээс дээж авах ба тээвэрлэх**  Энэхүү дэд бүлэг нь хяналттай буюу хаалттай даралтын системийн SF6 хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсэг буюу SF6 хий бүхий баллоны хийнд, хийтэй баллоны хийн чанарыг шалгах ажлын талбай дээр хийсэн хэмжилт хангалтгүй үед хөндлөнгийн шалгалт хийхэд хамаарна. Үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт өөрөөр тусгаагүй бол 5-р зураг ба 5-р хүснэгтэд өгөгдсөний дагуу хийн дээж авах болон тээвэрлэх ажиллагааны нарийвчилсан дэс дарааллыг гүйцэтгэнэ.  SF6 xийнээс дээж авахад зориулагдсан цилиндр савны үзүүлэлтүүд Хавсралт D-д тайлбарласан болно. | **4.2.3 Sampling and shipment of SF6 for off-site analysis**  This subclause applies to SF6 filled compartments of controlled or closed pressure systems or SF6 filled containers to cross-check unsatisfactory SF6 quality measurements obtained on-site.  The following detailed sequence of operations for SF6 sampling and shipment shall be performed according to Figure 5 and Table 5 expect as otherwise specified in the handling procedure detailed by the Orignal Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual.  Characteristics of cylinders for SF6 samples are described in Annex D. |
|  | |
| **5-р зураг - SF6 хийн дээж авах ба тээвэрлэх** | **Figure 5 - SF6 sampling and shipment** |

|  |  |
| --- | --- |
| **5-р хүснэгт - SF6 хийн дээж авах ба тээвэрлэх** | **Table 5 - SF6 sampling and shipment** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Алхам** | | **Аргачлал** | | **1** | SF6 хийн дээж авах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх | Дээжийн цилиндр савыг шалгах а. SF6 хийн холболтууд цэвэр ба хуурай, хоолойнууд нь суллагдсан, холболтоор ямар нэг алдагдалгүй байхаас гадна бохирдол үүсээгүй байх. Богино холболт хийх нь SF6хийн алдагдлыг бууруулдаг. | | **2** | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Дээж авах цилиндр саванд наад захдаа дараах мэдээллийг тэмдэглэнэ: үйлдвэрлэгч, хийн тусгаарлах хэсэг, тоног төхөөрөмжийн төрлийн үзүүлэлт, цувралын дугаар, тусгаарлах хэсгийн үзүүлэлтийг. SF6 хийн даралт, орчны температур, огноог дэлгэрэнгүй авч үзэх болно. | | **3** | Дээжийн цилиндр савыг холбох | Дээж авах цилиндр савыг холбоно. Нягт холбооод, хийн урсгалыг үүсгэнэ. | | **4** | Дээжийн цилиндр савыг салгах | Хийн урсгалыг хааж, цилиндр савыг салгана.b | | **5** | Тээвэрлэх | Хавсралт А-д тайлбарласнаар бүс нутгийн болон олон улсын зохицуулалтын дагуу хийг тээвэрлэж лабораторид хүргэнэ. | | а D.7-р дэд зүйлд хийн дээж авахад тохиромжтой цилиндр савыг тодорхойлсон.  b Хэрэв хийн тусгаарлах хэсэг нь бага эзлэхүүнтэй бол SF6 хийн чанарыг шалгасны дараагаар дахин дүүргэх шаардлагатай байж болно. | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Step** | | **Procedure** | | **1** | Prepare SF6 sampling equipment | Evacuate the sampling cylinder. a Check that the gas connections are clean and dry, hoses are evacuated and no leaks on connection fittings exist to avoid contamination of the sample and use short connections to minimise SF6 release. | | **2** | Documentation | Tag the sampling cylinder with at least the following information and keep a record: the manufacturer, equipment type reference, serial number and compartment reference to identify the gas compartment. The SF6 pressure, ambient temperature and date for further reference. | | **3** | Connect the sampling cylinder | Connect the sampling cylinder. Make tight connections and establish gas flow. | | **4** | Disconnect the sampling cylinder | Stop gas flow and disconnect the sampling cylinder.b | | **5** | Shipment | Transportation to the laboratory is done in accordance to local and international regulations, as described in Annex A. | | а Clause D.7 descibes cylinders suitable for gas sampling.  b If the gas compartment has a small volume, re-filling after SF6 quality checking may be required. | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **5. АШИГЛАЛТЫН ҮЕД SF6 ХИЙГ ШИЛЖҮҮЛЭХ БОЛОН СЭРГЭЭХ**  **5.1 Ерөнхий зүйл**  Тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын үед хийн тусгаарлах хэсэг доторх SF6 хийг сэргээх болон шилжүүлэх журам энэ бүлэгт багтсан.  SF6 хийг шилжүүлсэн болон сэргээсэн үед түүнийг IEC 60480 стандартын дагуу ажлын талбайд дахин ашиглах, цаашид ашиглах буюу устгах зорилгоор хадгалах буюу өөр газар луу тээвэрлэж болно.  **5.2 Хийн хяналтын болон битүүмжлэгдсэн даралтын системийн хийн аль ч тусгаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийд нум үүсээгүй эсвэл ердийн нум үүссэний улмаас SF6 хийг шилжүүлэх болон сэргээх**  Энэхүү дэд бүлэг нь нум үүсээгүй эсвэл ердийн нум үүссэн SF6 хийг агуулсан хяналттай буюу хаалттай даралтын системийн, ашиглалтад зориулан шилжүүлсэн аливаа тусгаарлах хэсэгт хамаарна.  Хийн тусгаарлах хэсгийн даралт агаартай холилдох болон нээхээс өмнө 2 кПа-аас бага байх ёстой.  Үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт өөрөөр тусгагдаагүй тохиолдолд нум үүссэн болон үүсээгүй хяналттай буюу хаалттай даралтын системийн SF6 хийг шилжүүлэх болон сэргээх ажиллагааг 6-р зураг ба 6-р хүснэгтэд өгөгдсөн нарийвчилсан дарааллын дагуу гүйцэтгэнэ.  Хангалттай сэргээх байгууламж (жишээ нь, хуваарилах төхөөрөмж хий алдагдах, хуваарилах төхөөрөмжид жижиг насосын нүх үүссэн зэргээс шалтгаалж) ашигласан ч 6-р Зураг , 6-р Хүснэгтэд өгсөн процедурын дагуу SF6 хийн үлдэгдэл даралт 2 кПа хүрэхгүй тохиолдол байдаг. Ийм тохиолдолд хийн тусгаарлах хэсгийг нээхээс өмнө (жишээ нь шингэлэх арга) хэсэгчилсэн SF6 хийн даралтыг 2 кПа хүргэхийн тулд өөр аргыг хэрэглэж болно.  Тайлбар: Хэсэгчилсэн SF6 хийн даралт нь зөвхөн хийн тусгаарлах хэсгийн бүх эзлэхүүнийг дангаараа эзэлдэг SF6 хийн даралт.Цэвэр SF6 хийн хувьд 6-р Зураг, 6-р Хүснэгтэд заасан журмыг дагаж мөрдвөл SF6 хий нь хийн тусгаарлах хэсгийн цорын ганц хий бөгөөд, SF6 хийн хэсэгчилсэн даралт нь SF6 хийн үлдэгдэл даралттай бараг тэнцүү байна.  Хавсралт B-д заасан хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын арга хэмжээг хангаж ажиллах хэрэгтэй. | **5. SF6 RECOVERY AND RECLAIM DURING MAINTENANCE**  **5.1 General**  This clause contains the procedures for SF6 recovery and reclaim from any gas-filled compartment during maintenance.  Once SF6 has been recovered and reclaimed, it can be either reused on site, stored or transported off site for further reuse or disposal, according to IEC 60480.  **5.2 SF6 recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing non-arced or normally arced SF6**  This subclause applies to any compartment of controlled or closed pressure systems containing non-arced or normally arced SF6, when it is recovered for maintenance.  The partial SF6 pressure in the gas compartment prior to flooding with (dry) air and opening shall be lower than 2 kPa.  Figure 6 and Table 6 can be adopted as an example of the detailed sequence of operations for SF6 recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing non-arced or normally arced SF6, expect as otherwise specified in the handling procedure detailed by the Orignal Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual.  There are cases where the SF6 residual pressure of 2 kPa cannot be reached using the procedure given in Figure 6 and Table 6, despite the use of adequate recovery facilities (e.g.due to leakage of the switchgear, small pumpimg apertures in the switchgear). In such cases other methods may be applied to reach the partial SF6 pressure of 2 kPa (e.g.dilution method) in the gas compartment prior to opening.  Note The partial SF6 pressure is thepressure of SF6 occupying alone the whole volume of the gas compartment. For pure SF6 if the procedure detailed in Figure 6 and Table 6 is followed, SF6 is the only gas in the gas compartment and therefore partial SF6 pressure is practically equal to the SF6 residual pressure.  The safety rules in Annex B should be followed. |
|  | |
| 1. SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх  2. Анхдагч/урьдчилсан гадаад шүүлтүүрийг холбох (сонголттой алхам)  3. SF6 хийг шилжүүлэх  4.Үлдэгдэл SF6 хийн найрлагыг бууруулах  5. Баримт бичиг бүрдүүлэх  6. Агаар оруулах (хуурай агаар)  7. Хийн тусгаарлах хэсгийг нээх  8. Хатуу дайвар бүтээгдэхүүн болон шингээгч агуулсан хийг гадагшлуулах  9. Хэрэв шаардлагатай бол саармагжуулах  *p*p хийн тасалгааны SF6 хийндаралт  *p*a атмосферийн даралт  *p*r үлдэгдэл SF6 хийн даралт <2 kПa  **6-р зураг - Хийн хяналттай буюу хаалттай даралтын системийн, нум үүсээгүй эсвэл ердийн нум үүссэн улмаас SF6 хийг агуулсан аливаа тусгаарлах хэсгээс SF6 хийг шилжүүлэх болон сэргээх жишээ** | 1. Prepare SF6 handling equipment  2. Connect external pre-filters (optional step)  3. SF6 recovery  4. Minimise residual SF6 content  5. Documentation  6. Flood with (dry) air  7. Open the gas compartment  8. Remove solid by-products and adsorbers when present  9. Neutralisation, if required  *p*p SF6 pressure in the gas-filled compartment  *p*a Atmospheric pressure  *p*r SF6 residual pressure < 2 kPa  **Figure 6**-**Example of recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing non-arced or normally arced SF6** |

|  |  |
| --- | --- |
| **6-р хүснэгт - Хийн хяналттай буюу хаалттай даралтын системийн, нум үүсээгүй эсвэл ердийн нум үүссэн улмаас SF6 хийг агуулсан аливаа тусгаарлах хэсгээс SF6 хийг шилжүүлэх болон сэргээх жишээ** | **Table 6**-**Example of recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing non-arced or normally arced SF6** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **алхам** | | **аргачлал** | | 1 | SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх | Бохирдлоос сэргийлэхийн тулд SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмж хэвийн ажиллаж байгаа эсэх, шүүлтүүрүүд болон анхдагч шүүлтүүрүүд ажиллагаатай эсэх, хийн холболтууд хуурай ба цэвэр эсэх, мөн хоолойнууд суларсан, холбох хэрэгслээс хий алдаж байгаа эсэхийг шалгана. Хий хадгалах баллоны багтаамж нь нөхөн сэргээх хийн тусгаарлах хэсэгтэй нийцэж байгаа эсэхийг шалгана. Хэмжүүрийн багаж тоног төхөөрөмжийн баталгааны хүчинтэй хугацааг шалгана. | | 2 | Анхдагч/урьдчилсан гадаад шүүлтүүрийг холбох (сонголлтой алхам) | Нэг болон хэд хэдэн гадаад анхдагч шүүлтүүрийг хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсэг ба SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийн оролтын дундуур холбоно. | | 3 | SF6 хийг шилжүүлэх | Хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсгийг холбоно. Тусгаарлах хэсгийн SF6 хийн үлдэгдэл даралт нь хадгалах савны даралтад дөхөж ирмэгц үндсэн компрессорыг аль болохоор яаралтай ашиглана. Хий хадгалах савыг хэт дүүргэхээс сэргийлж аюулгүйн хаалт ба баталгаажсан манометрийг ашиглана.а | | 4 | Үлдэгдэл SF6 хийн найрлагыг бууруулах | Тусгаарлах хэсэг дэх үлдэгдэл SF6 хийн даралт 100 кПа хүрвэл нэмэлт компрессор холбож даралтыг 2 кПа хүртэл ажиллуулна. | | 5 | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Цаашдын лавлагаа болгохын тулд наад зах нь уг тоног төхөөрөмжийг тодорхойлохуйц хийн тусгаарлах хэсгийн үйлдвэрлэгч ба цувралын дугаар, SF6  хийн үлдэгдэл даралт pr , SF6 хийн үлдэгдэл тоо хэмжээ, орчны температур ба огноог бүртгэж авна. | | 6 | Агаар оруулах (хуурай агаар) | Компрессорыг салгах ба хийн тусгаарлах хэсэгт аажмаар агаар оруулна. в | | 7 | Хийн тусгаарлах хэсгийг нээх | Хавсралт В-ийн дагуу аюулгүй байдлын дүрмийг хэрэглэнэ. Хийн тусгаарлах хэсгийг болгоомжтой нээнэ. | | 8 | Хатуу дайвар бүтээгдэхүүн болон шингээгч агуулсан хийг гадагшлуулах | Хэрэв хатуу дайвар бүтээгдэхүүн байгаа бол түүнийг нэн даруй тоос сорогчоор буюу үсгүй цэвэр алчуураар цэвэрлэнэ. Шингээгч материалыг хуванцар саванд хийнэ. Хуванцар савыг битүүмжилж шошго наана. | | 9 | Хэрэв шаардлагатай бол саармагжуулах | Хэрэв дайвар бүтээгдэхүүн цуглуулсан бол 10%- ийн содын уусмалаар угаах ба бүх хэсгийг саармагжуулж дараа нь цэвэр усаар хавсралт В-д өгөгдсөний дагуу угаана. | | а Шингэнийг хадгалах тохиолдолд хадгалах баллоны жинг хянах ба хэт дүүргэхээс сэргийлэх ёстой. Аюулгүй байдлыг хангах үүднээс дүүргэлтийн коэффициент нь 0,8 кг/л-ээс бага байна.  б Шилэн саванд байгаа хуурай агаар болон N2 нь хийн тусгаарлах хэсгийн чийгийг бууруулдаг. | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Step** | | **Procedure** | | **1** | Prepare SF6 handling equipment | Check that the SF6 handling equipment is properly working, the filters and pre-filters are still active and connected, and the gas connections are clean and dry, hoses are evacuated and no leaks on connection fittings exist to avoid contamination. Check the capacity and the condition of the storage containers are compatible with the gas compartments to be reclaimed. Check the validity of the calibration of instruments subject to calibration. | | **2** | Connect external pre-filters (optional step) | Connect one or multiple external pre-filters between the gas-filled compartment and the inlet of the SF6 handling equipment. | | **3** | SF6 recovery | Connect the gas-filled compartment. Use the main compressor stage as soon as the SF6 residual pressure in the compartment approaches the pressure in the storage container. Use a safety valve and a calibrated gauge to avoid overfilling of the storage container. a | | **4** | Minimise residual SF6 content | Connect the auxiliary compressor stage when the SF6 residual pressure in the compartment approaches 100 kPa and leave it running until a pressure lower than 2 kPa is reached. | | **5** | Documentation | Record at least the manufacturer, equipment type reference, serial number and compartment reference to identify the gas compartment, the SF6 residual pressure *p*r, the SF6 residual quantity, ambient temperature and the date for further reference. | | **6** | Flood with (dry) air | Disconnect the compressor and let the air enter slowly into the gas compartment. b | | **7** | Open the gas compartment | Apply safety rules according to Annex B. Carefully open gas compartment. | | **8** | Remove solid by-products and adsorbers when present | Immediately use vacuum cleaner or wipe with a clean lint free rag to collect the solid by-product, if present. Place adsorber materials in a plastic bag. Seal the plastic bag with tape and tag it. | | **9** | Neutralisation, if required | If solid by-product were collected, use 10% by weight soda solution or equivalent to wash and neutralize all parts and then wash with clean water, according to Annex B. | | а In case of liquid storage the weight of the storage container is controlled in order to avoid overfilling. The filling factor is smaller than 0.8 kg/l for safety reasons.  b Dry air on N2 from the bottle may be introduced in the compartment to reduce moisture contamination | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **5.3 Хийн хяналттай болон битүүмжлэгдсэн даралтын системийн хийн аль ч тусгаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийд хүчтэй нум үүссэний улмаас хийг шилжүүлэх болон сэргээх**  Энэхүү дэд зүйл нь хүчтэй нум үүсгэсэн SF6 хий агуулсан хяналттай буюу хаалттай даралтын системийн хийн тусгаарлах хэсэгт засвар үйлчилгээ хийх үед хамаарна.  Хийн тусгаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийн даралт агаарын урсгалд орохоос өмнө буюу нээх үед 2 кПа-аас бага байх ёстой.  Тухайн тоног төхөөрөмжийн үйлдвэрлэгчээс олгосон ашиглалтын зааварт нарийвчлан тодорхойлсон ажиллах журамд өөрөөр заагаагүй бол 7-р Хүснэгт ба 7-р зургийг хүчтэй нум үүсгэсэн SF6 хий агуулсан хяналттай буюу хаалттай даралтын системийн ямар ч төрлийн тусгаарлах хэсгээс хийг шилжүүлэх болон сэргээх боловсруулах горимыг жишээ болгон авч хэрэглэж болно.  Хүснэгт 7 болон зураг 7-д өгөгдсөн журмыг ашиглахад SF6 хийн үлдэгдэл даралт 2 кПа нь хүрэхгүй (жишээ нь хуваарилах байгууламжийн алдагдал, хуваарилах байгууламж дах жижиг насос гэх мэтээс шалтгаалж) тохиолдол байдаг. Ийм тохиолдолд нээхээс өмнө хийн тусгаарлах хэсгийн (жишээ нь шингэлэх арга) хэсэгчилсэн SF6 хийн даралтыг 2 кПа даралтад хүрэхийн тулд өөр аргыг (жишээ нь шингэлэх арга) хэрэглэж болно.  ТАЙЛБАР Хэсэгчилсэн SF6 хийн даралт нь хийн тусгаарлах хэсгийн бүх хэмжээг дангаараа эзэлдэг SF6 хийн даралт юм. Цэвэр SF6 хий нь 7-р Зураг, 7-р Хүснэгтэд заасан аргачлалыг дагаж мөрдвөл SF6 хий нь хийн тусгаарлах хэсгийн цорын ганц хий бөгөөд, SF6 хийн хэсэгчилсэн даралт нь SF6 хийн үлдэгдэл даралттай бараг тэнцүү байна.  Хавсралт B-д өгөгдсөн хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын арга хэмжээг мөрдөнө. | **5.3 Recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing heavily arced SF6**  This subclause applies to any compartment of controlled or closed pressure systems containing heavily arced SF6, when it is recovered for maintenance.  The partial SF6 pressure in the gas compartment prior to flooding with (dry) air and opening shall be lower than 2 kPa.  Figure 7 and Table 7 can be adopted as an example of the detailed sequence of operations for SF6 recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing heavily arced SF6 expect as otherwise specified in the handling procedure detailed by the Orignal Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual.  There are cases where the SF6 residual pressure of 2 kPa cannot be reached using the procedure given in Figure 7 and Table 7, despite the use of adequate recovery facillities (e.g.due to leakage of the switchgear, small pumping apertures in the switchgear.) In such cases other methods may be applied to reach the partial SF6 pressure of 2 kPa (e.g. dilution method) in the gas compartment prior to opening.  NOTE The partial SF6 pressure is the pressure of SF6 occupying alone the whole volume of the gas compartment. For pure SF6 if the procedure detailed in Figure 7 and Table 7 is followed, SF6 is the only gas in the gas compartment and therefore the partial SF6 pressure is practically equal to the SF6 residual pressure.  The safety rules given in Annex B should be followed. |
|  | |
| 1. SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх  2. Урьдчилсан гадаад шүүлтүүрүүдийг холбох  3. SF6 хийг шилжүүлэх  4. Үлдэгдэл SF6 хийн агууламжийг бууруулах  5. Баримт бичиг бүрдүүлэх  6. Агаарын урсгал (хуурай) оруулах  7. Хатуу дайвар бүтээгдэхүүнийг буулгах  8. Хийн тусгаарлах хэсгийг нээх  9. Хатуу дайвар бүтээгдэхүүн, шингээгч материал ба хөдөлгөөнт хэсгүүдээс хийг гадагшлуулах/хэсгүүдийг зайлуулах  10. Саармагжуулах  11. Баримт бичиг бүрдүүлэх  *pp* хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсэг дэх SF6 хийн даралт  *pa*агаарын даралт  *pr* SF6 хийн үлдэгдэл даралт < 2кПа  *ts* Буулгах хугацаа ≥1 цаг  **7-р зураг - Хийн хяналттай болон битүүмжлэгдсэн даралтын системийн хийн аль ч тугсаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийд хүчтэй нум үүссэний улмаас SF6 хийг шилжүүлэх болон сэргээх жишээ** | 1. Prepare SF6 handling equipment  2. Connect external pre-filters  3. SF6 recovery  4. Minimise residual SF6 content  5. Documentation  6. Flood with (dry) air  7. Setting down of solid by-products  8. Open the gas compartment  9. Remove solid by-products, adsorber materials and removable parts  10. Neutralisation  11. Documentation  *pp* Initial SF6 pressure in the gas-filled compartment  *pa* Atmospheric pressure  *pr* SF6 residual pressure < 2кPа  *ts* Setting down time ≥1 h  **Figure 7-Example of recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing heavily arced SF6** |

|  |  |
| --- | --- |
| **7-р хүснэгт - Хийн хяналттай болон битүүмжлэгдсэн даралтын системийн хийн аль ч тугсаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийд хүчтэй нум үүссэний улмаас SF6 хийг шилжүүлэх болон сэргээх жишээ** | **Table 7-Example of recovery and reclaim from any compartment of controlled or closed pressure systems containing heavily arced SF6** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Алхам** | | **Аргачлал** | | **1** | SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх | Бохирдлоос сэргийлэхийн тулд SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмж хэвийн ажиллаж байгаа эсэх, шүүлтүүрүүд болон анхдагч шүүлтүүрүүд ажиллагаатай эсэх, хийн холболтууд хуурай ба цэвэр эсэх, мөн хоолойнууд суларсан, холбох хэрэгслээс хий алдаж байгаа эсэхийг шалгана. Хий хадгалах баллоны багтаамж болон нөхцөл нь нөхөн сэргээх хийн тусгаарлах хэсэгтэй нийцэж байгаа эсэхийг шалгана. Хэмжүүрийн багаж тоног төхөөрөмжийн баталгааны хүчинтэй хугацааг шалгана. | | **2** | Урьдчилсан гадаад шүүлтүүрийг холбох | Нэг буюу хэд хэдэн урьдчилсан шүүлтүүрийг хийн тусгаарлах хэсэгтэй холбох ба хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг холбоно. | | **3** | SF6 хийг шилжүүлэх | Хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсгийг холбоно. Тусгаарлах хэсгийн SF6 хийн үлдэгдэл даралт нь хадгалах савны даралтад дөхөж ирмэгц үндсэн компрессорыг аль болохоор яаралтай ашиглана. Хий хадгалах савыг хэт дүүргэхээс сэргийлж аюулгүйн хаалт ба баталгаажсан манометрийг ашиглана.а | | **4** | Үлдэгдэл SF6 хийн найрлагыг бууруулах | Тусгаарлах хэсэг дэх үлдэгдэл SF6 хийн даралт 100 кПа хүрвэл нэмэлт компрессор холбож даралтыг 2 кПа хүртэл ажиллуулна. | | **5** | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Цаашдын лавлагаа болгохын тулд наад зах нь уг тоног төхөөрөмжийг тодорхойлохуйц хийн тусгаарлах хэсгийн үйлдвэрлэгч ба цувралын дугаар, SF6 хийн үлдэгдэл даралт pr , SF6 хийн үлдэгдэл тоо хэмжээ, орчны температур ба огноог бүртгэж авна. | | **6** | Агаарын урсгал (хуурай) оруулах | Компрессорыг салгаж хийн тусгаарлах хэсэгт аажмаар агаар оруулна. b | | **7** | Хатуу дайвар бүтээгдэхүүнийг буулгах | Хийн тусгаарлах хэсэгт байгаа хатуу дайвар бүтээгдэхүүн буух хүртэл хамгийн багадаа 1 цаг орчим хүлээх хэрэгтэй. | | **8** | Хийн тусгаарлах хэсгийг нээх | Хавсралт B-д өгөгдсөн хөдөлмөрийн аюулгүй ажиллагааны арга хэмжээг мөрдөнө. Хийн тусгаарлах хэсгийг болгоомжтой нээнэ.в | | **9** | Хатуу дайвар бүтээгдэхүүн, шингээгч материал ба хөдөлгөөнт хэсгүүдээс хийг галагшлуулах | Хатуу дайвар бүтээгдэхүүнийг нэн даруй тоос сорогч ашиглан цуглуулна. Шингээгч материал болон хөдөлгөөнт хэсгүүдийг хуванцар саванд хийнэ. Уг хуванцар савыг битүүмжилж шошго наана. | | **10** | Саармагжуулах | Бүх хэсгийг угааж, саармагжуулахын тулд жингийн 10%- ийн содын уусмалаар буюу ижил бодис хэрэглээд, дараа нь цэвэр усаар хавсралт В-ийн дагуу угаана. | | **11** | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Ажиллагааны талаарх бүх мэдээллийг бүртгэнэ. Зарим зураг оруулна. | | A Шингэнийг хадгалах тохиолдолд хадгалах баллоны жинг хянах ба хэт дүүргэхээс сэргийлэх ёстой. Аюулгүй байдлыг хангах үүднээс дүүргэлтийн коэффициент нь 0,8кг/л -ээс бага байна.  B Баллоноос агаар болон N2 хийг тусгаарлах хэсэгт оруулж хийн чийглэгийн бохирдлыг бууруулдаг.  C Хэрэв хийн тусгаарлах хэсэг нээлттэй тохиолдолд (жишээлбэл, диск хагарч эсвэл хаалт халсны улмаас) болсон бол 8-р алхмаас эхлэн журмыг мөрдөж болно. | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Step** | | **Procedure** | | **1** | Prepare SF6 handling equipment | Check that the SF6 handling equipment is properly working, the filters and pre-filters are still active and connected, and the gas connections are clean and dry, hoses are evacuated and no leaks on connection fittings exist to avoid contamination. Check the capacity and the condition of the storage containers are compatible with the gas compartments to be reclaimed. Check the validity of the calibration of instruments subject to calibration. | | **2** | Connect external pre-filters | Connect one or multiple external pre-filters between the gas-filled compartment and the inlet of the SF6 handling equipment. | | **3** | SF6 recovery | Connect the gas-filled compartment. Use the main compressor stage as soon as the SF6 residual pressure in the compartment approaches the pressure in the storage container. Use a safety valve and a calibrated gauge. Use an external storage container and avoid its overfilling. a | | **4** | Minimise residual SF6 content | Connect the auxiliary compressor stage when the SF6 residual pressure in the compartment approaches 100 kPa and leave it running until a pressure lower than 2 kPa is reached. | | **5** | Documentation | Record at least the manufacturer, equipment type reference, serial number and compartment reference to identify the gas compartment, the SF6 residual pressure *p*r, the SF6 residual quantity ambient temperature and the date for further reference. | | **6** | Flood with (dry) air | Disconnect the compressor and let the air enter slowly into the gas compartment. b | | **7** | Setting down of solid by-products | Wait at least 1 h to give enough time for the remaining solid by-products to settle down in the gas compartment. | | **8** | Open the gas compartment | Apply safety rules according to Annex B. Carefully open the gas compartment. c | | **9** | Remove solid by-products, adsorber materials and removable parts | Immediately use a vacuum cleaner to collect the solid by-product. Place adsorber materials and removable parts in plastic bags. Seal plastic bags with tape and tag them. | | **10** | Neutralisation | Use 10% by weight soda solution or equivalent to wash and neutralize all parts and then wash with clean water, according to Annex B. | | **11** | Documentation | Record all relevant information concerning service behavior. Include some pictures. | | а In case of liquid storage the weight of the storage container is controlled in order to avoid overfilling. The filling factor is smaller than 0.8 kg/l for safety reasons.  b Dry air on N2 from the bottle may be introduced in the compartment to reduce moisture contamination.  c If the gas compartment is already open the atmosphere (e.g.due to operation of a rupture disc or enclosure burn-through), the procedure may be followed starting from step 8. | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **6. SF6 ХИЙТЭЙ ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖИЙГ АШИГЛАЛТЫН ХУГАЦАА ДУУССАН ҮЕД БУУЛГАХ**  **6.1 Ерөнхий зүйл**  Энэхүү бүлэг нь хүчний цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацаа дууссан үед түүнийг буулгах төрөл бүрийн үе шатуудыг багтаасан болно. Байгаль орчны талаас нь авч үзвэл бүтээгдэхүүний хөгжлийн үе шат нь хамгийн чухал үе юм**.**  Бүс нутгийн зохицуулалтын дагуу Эзэмшигч / Хэрэглэгчийн хариуцлага дор анхны тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацаа дууссаны дараа буулгах ба үүнд үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн мэдлэг, туршлага зайлшгүй шаардлагатай. Мэргэшсэн үйлчилгээний компаниуд зэрэг гуравдагч талууд ч гэсэн ашиглалтын төсгөлийн буулгалтыг хийж болно. Орчин үеийн дэвшилтэд цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн зураг төсөл боловсруулах зорилгоор ашиглалтын хугацаа нь дууссан цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг ашигладаг.  ТАЙЛБАР: Энэ бүлэгт тайлбарласан аргачлал нь засвар үйлчилгээ болон их засварт тохиромжтой. Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг буулгах, хэрэглэсэн SF6 хийд боловсруулалт хийх, хийн тусгаарлах хэсэг, нунтаг, шингээгч материалууд ба бохирдолтой ажиллаж буй хүмүүсийн хөдөлмөрийн аюулгүй ажиллагааг хангах байгаль орчинд нөлөөлөх нөлөөллийн талаар хавсралт B-д өгөгдсөн.  **6.2 Битүүмжлэгдсэн болон хяналтын даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дуусах**  Хийн хяналттай болон хаалттай даралтын системийн тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацаа дуусах үед мөрдөх аргачлалыг 8-р зурагт үзүүлэв. | **6. DISMATLING OF SF6 ELECTRIC POWER EQUIPMENT AT THE END-OF-LIFE**  **6.1 General**  This clause covers the different phases when electric power equipment is dismantled at the end-of-life. From the environmental point of view, this is an important stage in the life cycle of a product.  End-of-life dismantling is performed according to local regulations under the Owner / User’s responsibility and supported by the Original Equipment Manufacturer as his knowledge and experience are essential. Third parties, such as qualified service companies, may also carry out end-of-life dismantling. End-of-life of electric power equipment is considered at the designing stage of state-of-the-art equipment.  NOTE The procedures described in this clause can also be applicable at maintenance and overhaul.  Dismantling of electric power equipment and related treatment of used SF6, gas compartments, powders, adsorber materials and effluents shall be conducted with due regard to personnel and environmental safety, as described in Annex B.  **6.2 End-of-life of controlled or closed pressure systems**  Figure 8 describes the typical procedure to follow during end-of-life of controlled or closed pressure systems. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| **8-р зураг – Хяналттай буюу хаалттай даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дуусах**  Хэрэв хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсгийн ажиллагааны тухай мэдээлэл байхгүй (мэдэгдэхгүй) байгаа нөхцөлд 5-р бүлэгт өгөгдсөний дагуу хөдөлмөрийн аюулгүй ажиллагааг хангаж ажиллана. SF6 хийг шилжүүлж, сэргээсний дараагаар түүнийг хавсралт А-д өгөгдсөний дагуу ажлын талбайд дахин ашиглаж, эсвэл цаашид дахин ашиглах буюу устгах зорилгоор ажлын талбайгаас гадагш аваачиж хадгалах буюу тээвэрлэж болно. Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг ажлын талбайд буулгах буюу буулгах зориулалтын газарт шилжүүлнэ.  **6.3 Битүүмжлэгдсэн даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дуусах**  Битүүмжлэгдсэн даралтын системийн ашиглалтын хугацаа (ашиглалтын хугацаа дуусах) дууссан тохиолдолд 9-р зурагт өгөгдсөний дагуу зориулалтын устгах газар луу шилжүүлнэ. SF6 хийг шилжүүлэх аргачлал нь 6.4-т өгөгдсөнтэй ижил байна. | **Figure 8 – End-of-life of controlled or closed pressure systems**  If the past history of a gas-filled compartment is unknown, the gas shall be analysed and handled in safe conditions according to Clause 5. Once SF6 has been recovered and reclaimed, it can be either reused on-site, or stored or transported off-site for further reuse or disposal, according to Annex A. The electric power equipment can be either dismantled on-site or shipped to a dismantling site.  **6.3 End-of-life of sealed pressure systems**  Sealed pressure systems are typically shipped to the dismantling site as shown in Figure 9. If requested, SF6 recovery and dismantling could be performed on-site. The procedure for SF6 recovery remains the same and is reported in 6.4. |
|  | |
| **9-р зураг – Битүүмжлэгдсэн даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дуусах** | **Figure 9-End-of-life of sealed pressure systems** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Битүүмжлэгдсэн даралтын системээс SF6 хийг гадагшлуулахаас өмнө уг системийг буулгах газар луу зөөвөрлөж болох ба үүнийг ихэвчлэн үйлчилгээний компаниуд хийдэг. Эдгээр компаниуд нь хаалт, резинтэй хэсэгт суурилсан хаалтыг хагалахгүй ямар нэг эрсдэл, гэмтэл үүсгэхээс сэргийлэхийн тулд шаардлагатай тээвэрлэх, хадгалах арга хэмжээг зөв хийх ёстой. Туршлагаас харахад тухайн тоног төхөөрөмжид үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн тээвэрлэлтийн зааврын дагуу SF6 хийг зөөвөрлөх, тээвэрлэсэн тохиолдолд байгаль орчинд хий алдагдах эрсдэл маш бага байдаг.  **6.4 Битүүмжлэгдсэн даралтын системийн SF6 хийг шилжүүлэх болон сэргээх**  Битүүмжлэгдсэн даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дууссан тохиолдолд SF6 хийг шилжүүлэх ба сэргээх ажлыг уг тоног төхөөрөмжийг буулгах газарт хийж болно. Битүүмжлэгдсэн даралтын системийг холбох хэрэгслүүдээр тоноглогдсон/задрах боломжгүй болсон тохиолдолд SF6 хийг шилжүүлэхэд анхны тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэгчийн ашиглалтын зааварт тусгагдсан техникийн үзүүлэлтүүдийн дагуу тусгай багаж хэрэгслийг ашиглана. Хэрэв тийм биш бол битүүмжлэлтэй өрөмдлөгийн системийг ашиглана.  Хийн тусгаарлах хэсэг дэх хэсэгчилсэн даралт нь түүнийг нээхээс өмнө 2 кПа-аас багагүй байна. Тухайн тоног төхөөрөмжийн үйлдвэрлэгчийн ашиглалтын зааварт өөрөөр тусгагдаагүй бол битүүмжлэгдсэн даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дууссаны дараа SF6 хийг шилжүүлэх болон сэргээх ажиллагааны нарийвчилсан дарааллыг 10-р зураг ба 8-р хүснэгтэд жишээ байдлаар хэрэглэж болно.  10-р зураг ба 8-р хүснэгтэд өгөгдсөн журмын дагуу тохирох сэргээх төхөөрөмж ашиглахад үлдэгдэл даралт 2 кПа (жишээлбэл, хуваарилах байгууламж алдагдсанаас болж хуваарилах байгууламж дэх жижиг шахуургын нүх/ насос гэх мэт) хүрэхгүй байх тохиолдол байдаг. Ийм тохиолдолд хийн тусгаарлах хэсгийг нээхээс өмнө SF6 хийн хэсэгчилсэн даралтыг 2 кПа хүргэх өөр журмыг (жишээ нь: шингэрүүлэх арга) ашиглана.  Тайлбар: SF6 хийн хэсэгчилсэн даралт нь хийн тусгаарлах хэсгийн хийн даралт байна. 10-р зураг ба 8-р хүснэгтэд өгөгдсөн нарийвчилсан аргачлалыг мөрдөхөд зөвхөн хийн тусгаарлах хэсгийн хий ба түүнчлэн хэсэгчилсэн SF6 хийн даралт нь SF6 хийн үлдэгдэл даралттай тэнцүү байна.  Хавсралт B-д заасан хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын арга хэмжээний дүрмийг дагаж мөрдөх хэрэгтэй. | | Sealed pressure systems may be shipped to the dismantling site before removal of SF6, this operation being typically conducted by service companies. These companies shall implement the necessary handling and storage means to avoid any shocks that may crack or break the enclosure, in particular resin-based enclosures. Experience shows that the risk of the SF6 being dispersed in the environment during handling and transportation is extremely low, if the transportation instructions issued by the Original Equipment Manufacturer are followed.  **6.4 SF6 recovery and reclaim at the end-of-life of sealed pressure- systems**  SF6 recovery and reclaim at the end-of-life of any sealed pressure systems may be performed at the dismantling site. When sealed pressure systems are fitted with connecting facilities, dedicated tools according to specifications given by the Original Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual should be used for the SF6 recovery. If not, then tight drilling systems shall be used.  The partial SF6 pressure in the gas compartment prior to opening shall be lower than 2 kPa.  Figure 10 and 8 can be adopted as an example of the detailed sequence of operations for SF6 recovery and reclaim at the end-of-life of sealed pressure systems, expect as otherwise specified in the handling procedure detailed by the Orignal Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual.  There are cases where the SF6 residual pressure of 2 kPa cannot be reached using the procedure given in Figure 10 and Table 8, despite the use of adequate recovery facilities (e.g.due to leakage of the switchgear, small pumping apertures in the switchgear). In such cases other methods may be applied to reach the partial SF6 pressure of 2 kPa (e.g.dilution method) in the gas compartment prior to opening.  NOTE The partial SF6 pressure is the pressure of SF6 occupying alone the whole volume of the gas compartment. For pure SF6 if the procedure detailed in Figure 10 and Table 8 is followed. SF6 is the only gas in the gas compartment and therefore the partial SF6 pressure is practically equal to the SF6 residual pressure.  The safety rules given in Annex B should be followed. |
|  | | |
| 1. SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх  2. Хэрэв шаардлагатай бол урьдчилсан гадаад шүүлтүүрүүдийг холбох  3. SF6 хийн тусгаарлах хэсэгтэй холбох  4. SF6 хийг шилжүүлэх  5.Үлдэгдэл SF6 хийн агууламжийг бууруулах  6. Агаарын урсгал оруулах  7. Хэрэв шаардлагатай бол хатуу дайвар бүтээгдэхүүнийг буулгах  8. Хийн тусгаарлах хэсгийг нээх  9. Хатуу дайвар бүтээгдэхүүн, шингээгч материал ба хөдөлгөөнт/сэлгэгдэх хэсгүүдээс хийг гадагшлуулах  10. Хэрэв шаардлагатай бол саармагжуулах  11. Баримт бичиг бүрдүүлэх  *P*p Хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсэг дэх SF6 хийн анхны даралт  *P*a Атмосферийн даралт  *Pr* SF6 хийн үлдэгдэл даралт < 2кПа  *ts*Буулгах хугацаа ≥1 цаг, хэрэв шаардлагатай бол  **10-р зураг - Битүүмжлэгдсэн даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дууссан үед SF6 хийг шилжүүлэх болон сэргээх**  **8-р хүснэгт - Битүүмжлэгдсэн даралтын системийн ашиглалтын хугацаа дууссан үед SF6 хийг шилжүүлэх** | | 1. Prepare SF6 handling equipment  2. Connect external pre-filters, if required  3. Connect SF6 compartment  4. SF6 recovery  5. Minimise residual SF6 content  6. Flood with air  7. Setting down of solid by-products, if required  8. Open the gas compartment  9. Remove solid by-products, removable parts, and adsobers when present  10. Neutralisation, if required  11. Documentation  *Pp* Initial SF6 pressure in the gas-filled compartment  *pa* Atmospheric pressure  *pr* SF6 residual pressure < 2 kPa  *ts* Setting down time ≥ 1 h, if required  **Figure 10-SF6 recovery and reclaim at the end-of-life of sealed pressure systems**  **Table 8-SF6 recovery at the end-of-life of sealed pressure systems** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Алхам** | | **Аргачлал** | | **1** | SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийг бэлдэх | Бохирдлоос сэргийлэхийн тулд SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмж хэвийн ажиллаж байгаа эсэх, шүүлтүүрүүд болон анхдагч шүүлтүүрүүд ажиллагаатай эсэх, хийн холболтууд хуурай ба цэвэр эсэх, мөн хоолойнууд суларсан, холбох хэрэгслээс хий алдаж байгаа эсэхийг шалгана. Хий хадгалах баллоны багтаамж болон нөхцөл нь нөхөн сэргээх хийн тусгаарлах хэсэгтэй нийцэж байгаа эсэхийг шалгана. Хэмжүүрийн багаж тоног төхөөрөмжийн баталгааны хүчинтэй хугацааг шалгана. | | **2** | Хэрэв шаардлагатай бол урьдчилсан гадаад шүүлтүүрүүдийг холбох | Нэг буюу хэд хэдэн урьдчилсан шүүлтүүрийг хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсэгтэй холбох ба SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийн оролтыг холбоно. | | **3** | SF6 хийн тусгаарлах хэсэгтэй холбох | SF6 хийн тусгаарлах хэсгийг холбохдоо анхны тоног төхөөрөмжид үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааврын дагуу холбох ба тохирох тусгай багажийг хэрэглэнэ. Бусад тохиолдолд өрөмдлөгийн битүүмжит системийг хэрэглэгдэнэ. | | **4** | SF6 хийг шилжүүлэх | Үндсэн компрессор ашиглах шатанд хийг хадгалах сав руу шилжүүлнэ. Хяналтын хэмжүүр болон аваарын хаалтыг/баталгаатай манометрийг ашиглана. Хадгалахад тохиромжтой савыг ашиглах ба хэт дүүргэхээс зайлсхийх хэрэгтэй [ТАЙЛБАР] | | **5** | Үлдэгдэл SF6 хийн агууламжийг бууруулах | Үлдэгдэл хийн даралтын хэмжээ 100 кПа хүрсэн тохиолдолд нэмэлт компрессор залгаж даралтыг 2 кПа-аас бага болтол ажиллуулна. | | **6** | Агаарын урсгал оруулах | Компрессорыг салгаж хийн тусгаарлах хэсэгт агаар аажмаар оруулна. | | **7** | Хэрэв шаардлагатай бол хатуу дайвар бүтээгдэхүүнийг буулгах | Хийн тусгаарлах хэсэгт байгаа хатуу дайвар бүтээгдэхүүн буух/тогтоох хүртэл хамгийн багадаа 1 цаг орчим хүлээнэ. | | **8** | Хийн тусгаарлах хэсгийг нээх | Хавсралт В-д өгөгдсөн хөдөлмөрийн аюулгүй ажиллагааны дүрмийг мөрдөнө. Хийн тусгаарлах хэсгийг болгоомжтой нээнэ. | | **9** | Хатуу дайвар бүтээгдэхүүн, шингээгч материал ба хөдөлгөөнт/сэлгэгдэх хэсгүүдээс хийг гадагшлуулах | Хатуу дайвар бүтээгдэхүүнийг цуглуулах вакуум цэвэрлэгчийг яаралтай ашиглах ба хатуу дайвар бүтээгдэхүүнийг цэвэрлэх зориулалтын материал ашиглана. Шингээгч ба цэвэрлэсэн хэсгүүдийг хуванцар саванд хийнэ. Хуванцар савны амыг битүүмжилж шошго наана. | | **10** | Хэрэв шаардлагатай бол саармагжуулах | Хэрэв хатуу дайвар бүтээгдэхүүн хуримтлагдсан байвал бүх хэсгийг угааж, саармагжуулахын тулд жингийн 10%- ийн содын уусмалаар буюу ижил бодис хэрэглээд, дараа нь цэвэр усаар хавсралт В-ийн дагуу угаана. | | **11** | Баримт бичиг бүрдүүлэх | Цаашдын лавлагаа болгохын тулд наад зах нь уг тоног төхөөрөмжийг тодорхойлохуйц хийн тусгаарлах хэсгийн үйлдвэрлэгч ба цувралын дугаар, үлдэгдэл SF6 хийн тоо хэмжээ, орчны температур болон огноог бүртгэж авна. | | Тайлбар Хадгалах саванд байгаа шингэнийг хянах нь хэт дүүргэхээс сэргийлнэ. Аюулгүй байдлыг хангах үүднээс дүүргэлтийн коэффициент нь 0,8кг/л-ээс бага байна. | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Step** | | **Procedure** | | **1** | Prepare SF6 handling equipment | Check that the SF6 handling equipment is working, properly the filters and pre-filters are still active and connected, and the gas connections are clean and dry, hoses are evacuated and no leaks on connection fittings exist to avoid contamination. Check the capacity and the condition of the storage containers are compatible with the gas compartments to be reclaimed. Check the validity of the calibration of instruments subject to calibration. | | **2** | Connect external pre-filters, if required | Connect one or multiple external pre-filters between the gas-filled compartment and the inlet of the SF6 handling equipment. | | **3** | Connect SF6 compartment | Use dedicated tools and follow the instructions of the Orignal Equipment Manufacturer to connect the SF6 compartment. In other cases, tight drilling systems shall be used. | | **4** | SF6 recovery | Use the main compressor stage to transfer the gas to the storage container. Use a safety valve and a calibrated gauge. Use an appropriate external storage container and avoid its overfilling [NOTE]. | | **5** | Minimise residual SF6 content | Connect the auxiliary compressor stage and leave it runnig until a pressure lower than 2 kPa is reached. | | **6** | Flood with air | Disconnect the compressor and let the air enter slowly into the gas compartment. | | **7** | Setting down of solid by-product, if required. | Wait at least 1 h to give enough time for the remaining solid by-products to settle down in the gas compartment. | | **8** | Open the gas compartment | Apply safety rules according to Annex B. Carefully open the gas compartment. | | **9** | Remove solid by-products, removable parts, and adsorbers when present | Immediately use vacuum cleaner or wipe with a clean lint free rag to collect the solid by-products, If present. Place adsorbers and removable parts in a plastic bag. Seal the plastic bags with tape and tag them. | | **10** | Neutralisation, if required | If solid by-products were collected, use 10% by weight soda solution or equivalent to wash and neutralise all parts and then wash with clean water, according to Annex B. | | **11** | Documentation | Record at least the manufacturer, equipment type reference, serial number and compartment reference to identify the gas compartment, the SF6 residual quantity, ambient temperature and date for further reference. | | NOTE In case of liquid storage the weight of the storage container is container is controlled in order to avoid overfilling. The filling factor is smaller than 0.8 kg/l for safety reasons. | | | | | |
| **6.5 Ашиглалтын хугацаа дууссан цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг буулгах**  11-р зурагт цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацаа дууссан үед түүнийг буулгах ердийн журмыг тайлбарласан. | | **6.5 Dismantling of electric power equipment at the end-of-life**  Figure 11 describes the typical procedure for the dismantling of electric power equipment at the end-of-life. |
|  | | |
| **11-р зураг - Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг буулгах**  Устгах газарт ирсэн бүх хэсгүүд болон дэд хэсэг тус бүрийг тодорхойлох нь эхний ажиллагаа юм.  Хийн тусгаарлах хэсэг ба дотоод хэсгүүд нь хатуу дайвар бүтээгдэхүүнийг агуулсан байх ба олон улсын стандарт болон бүс нутгийн зохицуулалтын дагуу устгах, дахин ашиглах болон ашиглах тохиолдолд цэвэрлэж саармагжуулсан байна.Саармагжуулах, цэвэрлэх журам нь хэрэглэхэд хялбар бөгөөд хавсралт B-д өгөгдсөний дагуу олдоцтой материалуудыг зөвхөн шаарддаг.  Буулгах үе шатанд оператор бүтээгдэхүүнийг (тоног төхөөрөмжийг) мэддэг байх ёстой. Бүтээгдэхүүний зураг болон багаж бэлэн байх хэрэгтэй. Хавсралт B-д өгөгдсөн аюулгүй ажиллагааны дүрмийг мөрдөнө.  ТАЙЛБАР: Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн жингийн 75 % - 90 % хувь нь төмөр (хар төмөр ба өнгөт төмөр), үлдсэн нь диэлектрик материал байна.  SF6 хий нь нийт жингийн багахан хэсгийг эзлэх бөгөөд энэ нь тоног төхөөрөмжийг шилжүүлэх, дахин ашиглах, устгахад бага нөлөө үзүүлдэг. Хатуу тусгаарлах диэлектрик материалын жингийн ихэнх хэсгийг хатуу тусгаарлагч (жишээлбэл пластик, керамик, давирхай) эзэлдэг. Дахин ашиглах материалд ихэвчлэн төмөр/металл байна.  **6.6 Ашиглалтын хугацаа дууссан үеийн дайвар бүтээгдэхүүн**  Дайвар бүтээгдэхүүний тоо хэмжээ нь цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацаанд хуримтлагдсан нумын эрчим хүч, SF6 хийн хэмжээ, шингээгчийн төрөл, хэмжээнээс хамаарна. Тоног төхөөрөмжийн үйлчилгээний түүх болон үйл ажиллагаанаас хуримтлагдсан нумын эрчим хүч хамаарна. Ачаалал таслах сэлгэн залгагч нь байнга таслагчийн алдаа өндөр таслагчийн багтаамжтай таслагчаас хамаагүй бага хэмжээний дайвар бүтээгдэхүүнийг агуулна. Дайвар бүтээгдэхүүний тоо хэмжээг тооцох практик жишээг Хавсралт G-д өгөгдсөн. Ихэнх тохиолдолд задралын зэрэг нь ачаалал таслагчид бага байдаг.  Энэ нь дараах хоёр шалтгаантай.   * Дунджаар үйлчилгээний үед маш цөөхөн удаа өндөр гүйдлийн тасралт гардаг * Хийн тусгаарлах хэсгийг шингээгч материалаар дүүргэдэг   Төрөл бүрийн цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн хүлээгдэж буй SF6 хийн үзүүлэлт, дайвар бүтээгдэхүүний тоо хэмжээг 9-р хүснэгтэд үзүүлэв.  **9-р хүснэгт -** **Хүлээгдэж буй SF6 хийн үзүүлэлт, дайвар бүтээгдэхүүний тоо хэмжээ** | | **Figure 11-Dismatantling of electric power equipment**  The first operation consists of identifying every assembly or sub-assembly coming to the product.  Gas compartments and internal parts may contain solid by-products, which are neutralised and cleaned so that they can be handled, recycled, or disposed of according to local regulation or international standards. Procedures for neutralisation and cleaning are simple to apply and require only readily available materials, as given in Annex B.  For the dismantling phase, operators should know the products. Tools and drawings should be available. The safety rules given in Annex B should be followed.  NOTE A typical item of electric power equipment is made up of approx. 75% to 90% by weight of metals (both ferrous and nono-ferrous metals), the rest being dielectric material.  Where SF6 is present, it constitutes only a very small part of the total weight and its presence adds little to the effort required to prepare the equipment for recovery, reuse or disposal. Most of the weight of the dielectric material is provided by solid insulation (e.g.cast resin, plastics, ceramics). The major part of the reclaimable value is in the metals.  **6.6 By-products at the end-of-life**  The quantity of by-products within an item of electric power equipment depends on the cumulative arc energy, which has been applied applied during its life, in relation to be amount of SF6 and the quantity and type of adsorbers. The cumulative arc energy depends on the function and service history of the equipment in question. A load-break switch will contain much smaller quantities of by-products than a high breaking-capacity circuit-breaker with a history of frequent fault clearances.  Pratical examples of calculation of the amount of by-products are given in Annex G. In the large majority of cases, the degree of decomposition, even in circuit-breakers, is lov.  The reasons for that are:   * On average, very few high-current interruptions are performed in service; * Adsorber materials are fitted in gas compartments.   Expected SF6 characteristics and quantity of by-products for various types of electric power equipment are given in Table 9.  **Table 9-Expected SF6 characteristics and quantity of by-products** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Загвар/хийц | SF6 хийн үзүүлэлтүүд | Хүлээгдэж буй дайвар бүтээгдэхүүний тоо хэмжээ | | ХТБДС кабелийн хайрцаг, вакуум тусгаарлах хэсэг (SF6 хийн тусгаарлага бүхий) | Нум үүсээгүй SF6 хий | Тэгээс хэдэн мл/л хүртэл (эзлэхүүний хувийн аравны хэд) | | ХТБДС-ийн газардуулгын сэлгэн залгагч ба салгагч | Хэвийн нум үүссэн SF6 хий | Маш бага тунадас/тортог/ | | Дунд хүчдэлийн ачааллыг таслагч /сэлгэн залгагч ба үндсэн кольцо нэгж | Маш бага тунадас/тортог/ | | Дунд хүчдэлийн ачаалал таслагч | 10 мл хүртэл (эзлэхүүний хэдэн хувь), маш бага тунадас | | Өндөр далайцтай хэд хэдэн богино холболтыг бүрэн тасалсны дараа болон дотоод нумын гэмтлийн дараа хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсгийн таслуур. | Хүчтэй нум үүссэн SF6 хий | 150 мл/л-ээс хэтэрч болно (эзлэхүүний 1 %), дундаас их хэмжээний нунтаг тунадас |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Design | SF6 characteristics | Expected quantity of by-products | | Gis busbars, cable box, vacuum breaker compartment (SF6 as insulation medium) | Non arced SF6 | From zero to a few m/l (few tenths of a percent by volume) | | GIS earthing switch and disconnector | Normally arced SF6 | Light powder deposit | | Medium-voltage load-break switch and ring main unit | Light powder deposit | | Medium-voltage load-voltage circuit-breaker | Up to some 10 m/l (a few percent by volume). Light powder deposits | | Circuit-breakers after successful interruption of several short-circuits at high amplitude or any gas-filled compartment after internal arcing fault | Heavily arced SF6 | Could exceed 150 m/l (1% by volume). Medium to heavy powder deposits | | | |
| **Хавсралт А**  (мэдээллийн)  **SF6 хийг хадгалах болон тээвэрлэх**  **А.1 Ерөнхий зүйл**  SF6 хийг баллон эсвэл цахилгаан эрчим хүчний төхөөрөмжид хадгалах, тээвэрлэхдээ бүс нутгийн болон олон улсын зохицуулалтыг мөрдөнө.  Хоосон SF6 хийн баллонд үлдэгдэл SF6 хий агуулагдаж байдаг. Иймээс түүнийг хийн дүүргэлттэй баллонтой нэгэн адилаар хадгалж, тээвэрлэх хэрэгтэй.  **А.2 SF6 хийтэй баллоныг хадгалах**  2 мПа-аас бага даралттай хий байдлаар, 5 мПа хүртэл даралттай шингэрүүлсэн хий байдлаар SF6 хийг хадгална. Хийн хэлбэрээр хадгалах арга нь шилжүүлэх болон дүүргэх хугацааг бууруулдаг давуу талтай боловч их хэмжээний хий хадгалахад ихээхэн эзлэхүүн шаарддаг тул ерөнхийдөө бага хэмжээтэй тоног төхөөрөмжөөр хязгаарлагддаг. Түүнчлэн бага хэмжээтэй тоног төхөөрөмжид хязгаарлагдмал ба тогтсон хийн ашиглалтын байгууламжтай бол ашигладаг.  Хийг шингэрүүлэх нь хадгалах эзлэхүүнийг бууруулдаг ба их хэмжээтэй SF6 хийг тээвэрлэхэд эдийн засгийн хувьд хэмнэлттэй байдаг.  Сэрүүн, хуурай, агааржуулалт сайтай орчинд шатамхай буюу тэсэрч дэлбэрэх материалаас хол зайтай хадгална. Нарны гэрэл шууд тусахааргүй, чийггүй газар болон унахаас сэргийлж бэхэлнэ. Ямар нэг гэмтэл үүсэхэд хамгаалах тусгай зориулалтын хамгаалалтын хаалт ашиглана.  Баллон нь дахин дүүргэх боломжтой (дахин дүүргэх боломжгүй баллоныг хориглоно) хийн агууламжийг нь илэрхийлэхүйц тодорхой бичсэн шошготой байна; Техникийн ангиллын SF6 хий ба ажлын талбайд дахин ашиглах боломжтой хэрэглэсэн SF6 хий агуулсан баллонуудыг хийн үйлдвэрлэгч дахин ашиглах тохиромжтой хэрэглэсэн хий эсвэл дахин ашиглахад тохиромжгүй хийг агуулж буй баллонуудаас тусад нь байлгана.  Хийн баллоныг хадгалах боломжит үндсэн бүх аргын тоймыг A.1-р хүснэгтэд өгсөн болно.  **А.1-р хүснэгт - SF6 хийг хадгалах аргууд** | | **Annex A**  (informative)  **Storage and transportation of SF6**  **A.1 General**  Storage and transportation of SF6, either in containers or in electric power equipment shall always be carried out in accordance with local and international regulations.  An empty SF6 container can still contain a residual amount of SF6. It shall be stored and transported in the same way as for a filled container.  **A.2 Storage of containers filled with SF6**  In general SF6 can be stored in two ways either as a gas at less than 2 MPa or as a liquid up to 5 MPa. Gaseous storage has the advantage of reducing the recovery and filling times but requires large storage volumes and is therefore generally restricted to small volume equipment or used in fixed location gas handling facilities. Liquid storage gives the ability to reduce storage volumes and economically transport large quantities of SF6.  Containers should be handled carefully and stored in a cool, dry, well-ventilated area away from flammable or explosive material. They should be protected from direct sunlight, mounted clear of wet ground and secured to prevent falling over. Special valve protections should be adopted to avoid any potential damage on the valve itself.  Containers should be refillable (non-refillable containers should be banned) and clearly labelled to identify their contents; containers containing technical grade SF6 and used SF6 suitable for reuse on site should be physically separated from those containing used SF6 suitable for reuse at the gas manufacturer or used SF6 not suitable for reuse.  Table A.1 gives an overview of all possible storage methods on which a storage container may be based.  **Table A.1 - Methods for storage of SF6** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Арга | Тавигдах шаардлага | Онцлог шинж | | Хийн төлөв | Ердийн даралт нь 2 мПа-аас бага. SF6 хий нь хийн төлөвт байна | Харьцангуй бага шилжүүлэх даралтын зөрүү (ихэвчлэн 100:1) шаарддаг боловч илүү их хадгалах эзлэхүүн хэрэгтэй. Тээвэрлэлтийн баллон дахь хийг шингэрүүлж болохгүй. Тиймээс энэ арга нь бага тоо хэмжээ (ихэвчлэн 200кг) ба суурин хэрэглээгээр хязгаарлагддаг. | | Шингэн-хөргөлтөт | Ердийн даралт нь 3 МПа-тай тэнцүү байна. SF6 хийг шингэн хэлбэрт хадгалахын тулд SF6 хий шахсаны дараа хөргөх хөргөлтийн нэмэлт тогтолцоог хэрэглэнэ | Харьцангуй бага шилжүүлэх даралтын зөрүү шаарддаг (ихэвчлэн 700:1) боловч хөргөх агрегат хэрэгтэй. Хөргөх агрегатын гүйцэтгэл нь боловсруулалтын хурдад нөлөөлдөг. Засвар үйлчилгээний нэмэлт шаардлага үүснэ. Хязгаарлагдмал хэмжээтэй хадгалах шаардлагатай ба ихэнхдээ тээвэрлэлт хийхэд тохиромжгүй | | Зөвхөн шингэн даралтат | Ердийн даралт нь 5 МПа-тай тэнцүү байна. 5 МПа хүртэл шахагдсан SF6 хийг зөвхөн даралтаар шингэрүүлнэ | Шилжүүлэх ердийн даралтын харьцаа 1000:1 байхыг шаарддаг гэвч нэмэлт агрегатыг тооцох хэрэгтэй. 5 МПа ба үүнээс дээш хэвийн даралттай ямар ч хадгалах баллон ашиглагдана. |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Method** | **Requirements** | **Features** | | Gaseous | Typical pressure lower than 2 МРа. SF6 remains in the gaseous state | Requires relatively small recovery pressure differential (typically 100:1) but needs larger storage volumes. Gas cannot be liquefied in containers for transportation. Therefore it is limited to small quantities (typically 200 kg) and stationary use | | Liquid-Cooling Assisted | Typical pressure equal to 3 MPa. Employs additional cooling system to cool SF6 after compression, which allows SF6 to be stored in liquid from | Requires relatively small recovery pressure differential (typically 700:1) but needs cooling aggregate. Performance of cooling aggregate can influence processing speed. Additional maintenance requirements. Limited storage volume required and generally not suitable for transportation | | Liquid Pressure Only | Typical pressure equal to 5 MPa. SF6 compressed, to 5 MPa liquefies by pressure only | Requires recovery differential of typically 1 000:1 but eliminates the need of additional aggregates. Can be used with any storage vessel rated MPa or higher | | | |
| Хэрэглэсэн SF6 хийг ажлын талбайд хадгалах үед хий хадгалах баллон нь бүс нутгийн болон олон улсын даралтат савны талаарх зохицуулалтад нийцсэн байх ёстой. Баллоны шошго нь бүс нутгийн болон олон улсын зохицуулалтад мөн нийцсэн байх ёстой.  А.2-р Хүснэгтэд баллоны төрөл, шаардлагатай шошгын ерөнхий тойм өгөгдсөн. Практик шалтгааны улмаас аль болохоор зөөвөрлөх боломжтой хадгалах сав ашиглахыг зөвлөж байна  **А.2-р хүснэгт - SF6 хийг тээвэрлэх болон хадгалахад шаардагдах шошгололт ба баллоны төрлүүд** | | When used SF6 is stored on-site, the storage containers shall comply with local and international regulations on pressurised vessels. Container labelling shall also comply with local and international regulations.  Table A.2 gives an overview of container types and required labelling. It is recommended to use transportable storage containers, wherever possible for practical reasons  **Table A.2-Container types and labelling required for storage and transportation of SF6** |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Хий** | **Үзүүлэлт** | **Баллоны төрөл** | **Баллоны шошго /тэмдэглэгээ хийх/а** | | техникийн ангиллын SF6  хий | Шингэрүүлсэн инертийн хий | **Шингэрүүлсэн хийн даралт 7 МПа хүртэл байх нь тохиромжтой.**  ТАЙЛБАР: техникийн ангиллын SF6 хийн дүүргэлтийн коэффициент нь 1,04кг/л байна.  **Зөвлөмж:** Баллоныг ногоон шошготой буюу EN1089-3 стандартын дагуу ногоон өнгөөр будсан байна. | **Баллон дээр тэмдэглэх хээ**: UN1080, гексафторт хүхэр  **Аюулгүйн түвшин** 2.2 | | ажлын талбайд дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн хий | Шингэрүүлсэн инертийн хий | **Шингэрүүлсэн хийн даралт 7 МПа хүртэл байх нь тохиромжтой.**  ТАЙЛБАР: Инертийн хийн агууламжаас (N2,O2 гэх мэт) шалтгаалан дүүргэлтийн коэффициент 0,8кг/л-ээс бага байна.b  **Зөвлөмж**: Хэрэглэсэн хий болон техникийн ангиллын SF6 хийг хооронд нь холилдохоос сэргийлж тусгайлан будаж тэмдэглэнэ. (баллоны дээд талын гуравны нэг хэсэгт улбар шар туузан тэмдэглэгээ хийхийг зөвлөдөг)) | **Баллон дээр тэмдэглэх хээ: UN3163,** гексафторт нүүрстөрөгчийн тетрафторметан, агаар ба азотс  **Аюулгүйн түвшин** 2.2 | | Хийн үйлдвэрлэгч дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн SF6 хий эсвэл дахин ашиглахад тохиромжгүй хэрэглэсэн хий | Шингэрүүлсэн инертийн хий | Баллоны төрөл болон тэмдэглэгээ нь ажлын талбайд дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн SF6 хийтэй ижил.f,g | | | Хортой хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүн агуулсан шингэрүүлсэн хий d | ажлын талбайд дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн SF6 хийтэй ижил.f,g | **Баллон дээр тэмдэглэх нь: UN3162,** гексафторт хүхэр, фторт устөрөгч, устөрөгчийн флоридс  **Аюулгүйн түвшин 2.2** | | Хортой ба идэмхий хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүн агуулсан шингэрүүлсэн хий e | **Идэмхий хий тээвэрлэх болон хадгалахад тусгай баллон хэрэглэнэ**  Зэврэлтээс/исэлдэхээс хамгаалах хаалт болон адаптертайf g байна (жишээ нь, фторын хүчил HF). | **Баллон дээр тэмдэглэх хээ: UN3308,** гексафторт хүхэр, фторт устөрөгч, устөрөгчийн флорид, жонш, тионил фторс  **Аюулгүйн түвшин** 2.3+8 | | a UN дугаар - Нэгдсэн үндэсний байгууллагын Европын эдийн засгийн комиссын аюултай барааны тээврийн (TDG) талаарх болон ангилалт, шошгололтын дэлхий дахины уялдуулсан системийн (GHS) талаарх Шинжээчдийн хорооноос олгодог болно.  b Дүүргэлтийн коэффициент нь баллонд агуулагдаж буй хийн хэмжээг баллоны хэмжээнд хуваасан харьцаа буюу ихэвчлэн кг/л- ээр тодорхойлогдоно.  c Зөвхөн хамгийн их тархсан хоёр бохирдуулагчийг зааж өгөх ёстой.  d Хийн байдалтай хортой дайвар бүтээгдэхүүн агуулсан аливаа хэрэглэсэн SF6 хийг ажлын талбайд сэргээж, хортой дайвар бүтээгдэхүүнийг зайлуулж, тээвэрлэлтийг хөнгөвчлөх боломжтой.  s Хийн байдалтай хортой болон идэмхий дайвар бүтээгдэхүүн агуулсан аливаа хэрэглэсэн SF6 хийг ажлын талбайд сэргээж, хортой болон идэмхий дайвар бүтээгдэхүүнийг зайлуулж, тээвэрлэлтийг хөнгөвчлөх боломжтой.  f Хийн үйлдвэрлэгч дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн хийгээр дүүргэсэн баллонд “Хийн үйлдвэрлэгч дахин хэрэглэхэд тохиромжтой хэрэглэсэн хий” гэсэн тэмдэглэгээ хийнэ.  g Дахин ашиглахад тохиромжгүй хэрэглэсэн SF6 хийгээр дүүргэсэн баллонд “Дахин ашиглахад тохиромжгүй хэрэглэсэн хий“ гэсэн тэмдэглэгээ хийнэ. | | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Gas** | **Characteristic** | **Container type** | **Container labeling a** | | Technical grade SF6 | Liquefied inert gas | **Suitable for liquefied gas up to a pressure of 7 MPa.**  NOTE The filling factor for technical grade SF6 is up to 1.04 kg/l.  **Recommendation:** Containers should be marked with a green label or the container should be painted green according to EN 1089-3 | **Stencilled on container**: UN 1080, sulphur hexafluoride  **Danger label 2.2** | | Used SF6 suitable for reuse on site | Liquefied inert gas | **Suitable for liquefied gas up to a pressure of 7 MPa.**  NOTE: Due to the inert gas content (e.g.N2, O2), the filling factor is small than 0.8 kg/l. b  **Recommendation:** Containers should be specially coloured to avoid confusion between used and technical grade SF6 (an orange band on the upper third of the container is suggested) | **Stencilled on container**: UN 3163, sulphur hexafluoride carbon tetraflouride or air or nitrogen c  **Danger label 2.2** | | Used SF6 suitable for reuse at gas manufacturer or used SF6 not suitable for reuse | Liquefied inert gas | Container type and labeling are the same as for used SF6 suitable for reuse on-site f g | | | Liquefied gas containing toxic gaseous by-product d | Same as for used SF6 suitable for reuse on site f g | **Stencilled on container**: UN 3162, sulphur hexafluoride, hydrogen fluoride, thinonyl fluoride c  **Danger label 2.2** | | Liquefied gas containing both toxic and corrosive gaseous by-product e | **Special containers approved for storing and transportation of corrosive gases** (such as hydrofluoric acid HF) with a corrosion-proof valve and adapter f g | **Stencilled on container**: UN 3308, sulphur hexafluoride, hydrogen fluoride, thinonyl fluoride c  **Danger labesl 2.3+8** | | a UN numbers are assigned by the Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods (TDG) and on the Globally Harmonized System of Classification and Labelling (GHS) of the Economic Commission for Europe of the United Nations.  b The filling factor is the weight of SF6 contained in the container divided by the container volume and is usually specified in kg/l.  c Only the two most abundant contaminants have to be specified.  d Any used SF6 containing toxic gaseous by-products can be reclaimed on site to remove the toxic gaseous by-products thereby facilitating easier transportation.  e Any used SF6 containing both toxic and corrosive gaseous by-products can be reclaimed on site to remove the toxic and corrosive gaseous by-products and allowing an easier transportation.  f Containers filled with used SF6 suitable for reuse at gas manufacturer should be tagged with the following sentence: "Contains used SF6 suitable for reuse at gas manufacture”.  gContainers filled with used SF6 not suitable for reuse should be tagged with the following sentence: "Contains used SF6 not suitable for reuse”. | | | | | | |
| **А.3 SF6 хийгээр дүүргэсэн баллоныг тээвэрлэх**  SF6 хий бүхий цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмж ба SF6 хийн баллоныг тээвэрлэх олон улсын зохицуулалтын дагуу авто зам (ADR), төмөр зам (RID), усан зам (IMDG) ба агаарын замаар (IATA-DGR) тээвэрлэдэг. Эдгээрийн UN дугаарлалт, ангилал, аюулгүйн тэмдэглэгээ, эцсийн ангилал болон тээвэрлэлтийн баримт бичиг нь хоорондоо ижил. Гэвч албан ёсны хэл нь дараах байдлаар өөр өөр байдаг:   * ADR (авто замын тээвэр): Герман, Франц, Англи * RID (төмөр замын тээвэр): Англи * IMDG код (усан замын тээвэр): Англи * IATA-DGR (агаарын тээвэр): Англи   SF6 хийг тээвэрлэх олон улсын зохицуулалтуудын мэдээллийг А.3-р хүснэгтэд нэгтгэн өгсөн болно.  **А.3-р хүснэгт - SF6 хийг тээвэрлэх олон улсын зохицуулалт** | | **A.3 Transportation of containers filled with SF6**  International regulations for shipment of electric power equipment containing SF6 and SF6 containers are available for transportation by road (ADR), rail (RID), ship (IMDG code), and air (IATA-DGR). These are similar concerning UN numbering, classification, danger labelling, final classification, and transport documentation. However official languages differ as follows:   * ADR: German, French, English; * RID: English; * IMDG code: English; * IATA-DGR: English.   The international regulations for shipment of SF6 are summarised in Table A.3.  **Table A.3 - International regulations for shipment of SF6** |
| |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Хий** | **Үзүүлэлт** | **Ангилал** | **Эцсийн ангилалa** | | **Тээвэрлэлтийн баримт бичэгa** | | техникийн ангиллын SF6 хий b | Шингэрүүлсэн инертийн хий | 2А | UN 1080 шингэрүүлсэн хий  n.o.s 2.2 | | UN 1080 шингэрүүлсэн хий, n.o.s (гексафторт хүхэр)  2.2 | | Ажлын талбайд дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн SF6 хий | Шингэрүүлсэн инертийн хий | Тээвэрлэлтийн анги ба аюулын шошго нь техникийн ангиллын SF6 хийнийхтэй ижил болно | UN 3163 шингэрүүлсэн хий  n.o.s 2.2 | | UN 3163 шингэрүүлсэн хий, n.o.s. (гексафторт хүхэр болон агаар, азот эсвэл тетрафторт нүүрстөрөгч) шингэрүүлсэн хий  2.2 | | Хийн үйлдвэрлэгч дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн SF6 хий ба дахин ашиглах боломжгүй хэрэглэсэн SF6 хий | Шингэрүүлсэн инертийн хий | UN дугаар, тээвэрлэлтийн ангилал, аюулгүйн шошго, эцсийн ангилал ба тээвэрлэлтийн баримт бичиг нь ажлын талбайд дахин ашиглахад тохиромжтой хэрэглэсэн SF6 хийтэй ижил байна. | | | | | Хийн байдалтай хортой дайвар бүтээгдэхүүн агуулсан шингэрүүлсэн хий c | 2T | UN 3162 шингэрүүлсэн хортой хий  n.o.s 2.3 | UN 3162 шингэрүүлсэн хортой хий n.o.s  (гексафторт хүхэр, фторт устөрөгч, устөрөгчийн флорид)  2.3 | | | Хийн байдалтай хортой болон идэмхий дайвар бүтээгдэхүүн агуулсан шингэрүүлсэн хий d | 2TC | UN 3308 шингэрүүлсэн хортой болон идэмхий хий  2.3+8 | UN 3308 шингэрүүлсэн хий, хортой, идэмхий (гексафторт хүхэр, фторт устөрөгч, устөрөгчийн флорид)  2.3+8 | | | a UN дугаарыг Нэгдсэн үндэсний байгууллагын Европын эдийн засгийн комиссын аюултай барааны тээврийн (TDG) талаарх болон ангилалт, шошгололтын дэлхий дахины уялдуулсан системийн (GHS) талаарх Шинжээчдийн хорооноос олгодог болно.  b Техникийн ангиллын SF6 хийнд зориулсан баллонуудыг ямарваа байдлаар бохирдуулахаас зайлсхийх хэрэгтэй.  c Хийн байдалтай хортой дайвар бүтээгдэхүүн агуулсан аливаа хэрэглэсэн SF6 хийг ажлын талбайд сэргээж, хортой дайвар бүтээгдэхүүнийг зайлуулж, тээвэрлэлтийг хөнгөвчлөх боломжтой.  d Хийн байдалтай хортой болон идэмхий дайвар бүтээгдэхүүн агуулсан аливаа хэрэглэсэн SF6 хийг ажлын талбайд сэргээж, хортой болон идэмхий дайвар бүтээгдэхүүнийг зайлуулж, тээвэрлэлтийг хөнгөвчлөх боломжтой. | | | | | |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Gas** | **Characterisitc** | **class** | **final classification** | | **transport document** | | Technical grade SF6 б | Liquefied inert gas | 2А | UN 1080 liquefied gas, n.o.s. 2.2 | | UN 1080 liquefied gas, n.o.s (Sulphur hexafluoride)  2.2 | | Used SF6 suitable for reuse on site | Liquefied inert gas | Transportation class and danger label are the same as for technical grade SF6 | UN 3163  liquedfied gas, n.o.s 2.2 | | UN 3163 liquefied gas, n.o.s. (sulphur hexafluoride and air or nitrogen or carbon tetrafluoride)  2.2 | | Used SF6 suitable for reuse at gas manufacturer or used SF6 not suitable for reuse | Liquefied inert gas | UN number, transportation class, danger label, final classification and transport document are the same as for used SF6 suitable for reuse on site | | | | | Liquefied gas containing toxic gaseous by-product c | 2T | | UN 3162  liquedfied toxic gas, n.o.s 2.3 | UN 3162 liquefied gas, toxic n.o.s. (sulphur hexafluoride and hydrogen fluoride and thionyl flouride)  2.3 | | Liquefied gas containing both toxic and corrosive gaseous by-product d | 2TC | | UN 3308  liquedfied and corrosive gas, n.o.s 2.3 + 8 | UN 3308 liquefied gas, toxic, corrosive, n.o.s. (sulphur hexafluoride and hydrogen fluoride and thionyl fluoride)  2.3 + 8 | | a UN numbers are assigned by the Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods (TDG) and on the Globally Harmonized System of Classification and Labelling (GHS) of the Economic Commission for Europe of the United Nations.  b Avoid any contamination of containers dedicated to technical grade SF6.  c Any used SF6 containing toxic gaseous by-products can be reclaimed on-site to remove the toxic gaseous by-products thereby facilitating easier transportation.  d Any used SF6 containing both toxic and corrosive gaseous by-products can be reclaimed on-site to remove the toxic and corrosive gaseous by-products and allowing an easier transportation. | | | | | | | | |
| **А.4 SF6 хий агуулсан цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг тээвэрлэх ба хадгалах**  Бүс нутгийн болон олон улсын зохицуулалтын дагуу SF6 хийн дүүргэлттэй цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг хадгалах болон тээвэрлэнэ.  **А.5 Хариуцлага**  SF6 хий бүхий цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн эзэмшигч нь уг тоног төхөөрөмж болон хийг зохистойгоор хэрэглэх, тээвэрлэх ба устгах үүрэгтэй. Тэрээр мөн тоног төхөөрөмж болон баллонд хадгалагдаж буй хийн талаар, түүнчлэн хийн алдагдлын талаарх бүртгэлийг жил бүр хөтөлж хадгалах үүрэгтэй. Энэ нь IEC 62271-1 стандартын дагуу тухайн тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэгчээс болон хийн нийлүүлэгчээс өгсөн гарын авлага дахь үндсэн мэдээллээр дэмжигдэнэ.  **Хавсралт B**  (Мэдээллийн)  **Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал ба анхны тусламж**  **B.1 Хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын ерөнхий арга хэмжээ**  **B.1.1 Ерөнхий зүйл**  Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжид засвар үйлчилгээний ажлуудыг эхлэхээс өмнө тоног төхөөрөмжийн төлөвийг нарийвчилсан шалгалтыг хийж баримтжуулсан байна. Бүс нутгийн хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын дүрмээс гадна дараах хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын ерөнхий арга хэмжээг хангасан байх ёстой.   * сэлгэн залгах ба тусгаарлах * дахин хаагдахаас хамгаалах * тоног төхөөрөмжийг хүчдэлгүй болгосноо шалгах * тоног төхөөрөмжийн газардуулга болон богино залгаа * ойр орчмын гүйдэл дамжуулах хэсгүүдийг таглах буюу хаших.   Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмж дээр ажиллах зөвшөөрөл олгох баримт бичгийг тухайн төхөөрөмжийн эзэмшигч болон үйлчилгээ үзүүлэгчийн аль аль нь тохиролцож гарын үсэг зурсан байна.  B.1-р хүснэгтэд SF6 хий бүхий цахилгаан эрчим хүчний төхөөрөмжтэй ажиллагааны үед анхаарах гол асуудлуудыг жагсаав.  **B.1-р хүснэгт - SF6 хий бүхий цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ажиллагааны үед хийгдэх хэмжилтүүд** | | **A.4 Storage and transportation of electric power equipment containing SF6**  Electric power equipment filled with SF6 shall be stored and transported according to local and international regulations.  **A.5 Responsibilities**  The owner of the electric power equipment utilising SF6 is responsible for the proper use, transportation, and disposal of the equipment and the gas. He is also responsible for record-keeping regarding SF6 banked in equipment or stored in containers as well as emission rates on a yearly basis. This is supported by the Original Equipment Manufacturer and the gas supplier with basic information in the manuals as per lEC 62271-1.  **Annex B**  (informative)  **Safety and first aid**  **B.1 General safety rules**  **B.1.1 General**  Before starting any maintenance/service work in electric power equipment, a detailed inspection of the state of the equipment shall be carried out and documented. In addition to the local safety regulations, at least the following general safety rules shall be followed:   * switch off and isolate; * secure against re-closing; * verify that equipment is de-energised; * earth and short-circuit the equipment; * cover or fence off nearby live parts.   Written documents giving permission to work on the electric power equipment should be agreed and signed by both the Owner / User of the equipment and the service provider.  Table B.1 lists the major issues to consider when working with SF6 electric power equipment.  **Table B.1 – Measures when working with SF6 electric power equipment** |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Хэмжигдэхүүн** | **Тоног төхөөрөмжийн орчинд ажиллах (тоног төхөөрөмжийн ажиллагаа, гадаад үзлэг, өрөөний цэвэрлэгээ)** | **Хийн тусгаарлах хэсгийн вакуум үүсгэлт, дүүргэлт, шилжүүлэлт** | **Хийн тусгаарлах хэсгийг нээх, нээгдсэн тусгаарлах хэсэг дотор ажиллах** | | Материалын аюулгүй байдлын хуудас/ ажиллагааны гарын авлага | Шаардлагагүй | Тохиромжтой | Тохиромжтой | | Сургалт | Тохиромжтой a | Тохиромжтой | Тохиромжтой | | SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмж | Шаардлагагүй | Тохиромжтой | Тохиромжтой | | Тоног төхөөрөмжийг цэвэрлэх болон саармагжуулах | Шаардлагагүй | Шаардлагагүй | Тохиромжтой | | Хувийн хамгаалалтын тоног төхөөрөмж | Шаардлагагүй | Шаардлагагүй | Тохиромжтой | | a Бүс нутгийн аюулгүй байдлын зохицуулалтын дагуу ажлын төрөл ба суурилуулалтаас хамаарч ерөнхий мэдээлэл тодорхойлогдоно. | | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Item** | **Work in the vicinity of equipment (operation of equipment, visual check, room-cleaning)** | **Filling, recovery, evacuation of gas compartments** | **Opening of gas compartments, work on open compartments** | | Material safety data sheet/operational manuals | Not required | Applicable | Applicable | | Training | Applicable3 | Applicable | Applicable | | SF6 handling equipment | Not required | Applicable | Applicable | | Cleaning/neutralizing equipment | Not required | Not required | Applicable | | Personal protection equipment | Not required | Not required | Applicable | | a General information should be specified according to type of work and installation, according to local safety regulations. | | | | | | |
| SF6 хийтэй ажиллаж буй ямар ч орчинд задгай гал гаргах, ил дөл гаргах (жишээ нь чүдэнз зурах), тамхи татах, дулааны хөдөлгүүр ашиглах, 200 °C-ээс дээш температур хүртэл халаах, урьдчилан сэргийлэх тусгай арга хэмжээ авалгүйгээр гагнуур хийхийг хориглох тухай мэдэгдэл болон анхны тусламж үзүүлэх зааврыг (B.3-ыг харна уу) харагдахуйцаар байрлуулна.  Цахилгаан эрчим хүчний төхөөрөмжийг ашиглалтад оруулсны дараа хийн тусгаарлах хэсгийг онгойлгох үед тэнд байж болох нарийн ширхэгт хатуу дайвар бүтээгдэхүүнд хүрэхээс зайлсхийхийн тулд ажилтнууд тохирох хамгаалалтын хувцас өмсөх ёстой. Нүд болон амьсгалын замаа хамгаалахад онцгой анхаарал хандуулах хэрэгтэй. Хэвийн нум болон хүчтэй нум үүссэн SF6 хийн тусгаарлах хэсгийн дотор болон ойр орчимд ажиллаж байгаа ажилтнууд дараах зүйлсийг хийх хэрэгтэй:   * зориулалтын багаж, тоног төхөөрөмжийг ашиглах * зориулалтын хамгаалалтын хувцас өмсөх (B.2-р хүcнэгт, B.1.5-р хүснэгтийг харна уу) * хувийн эрүүл ахуйн стандартыг маш сайн хангах * ажлын байрнаас гарахын өмнө өөрсдийгөө болон тоног төхөөрөмжид нэг удаагийн арчих материал хэрэглэх * ажлын байрнаас гарсны дараа хамгаалалтын хувцсыг тайлах ба даруйхан угааж цэвэрлэх * дайвар бүтээгдэхүүнтэй харьцсан хувцас, багаж хэрэгсэл, эд юмсыг битүүмжилсэн уут эсвэл бусад битүүмжилсэн саванд сайтар савлаж, дараа нь аливаа үлдэгдлийг саармагжуулахын тулд боловсруулах.   **B.1.2 Ажилтнуудыг хамгаалах**  SF6 хийтэй зөвхөн сертификаттай ажилтан ажиллана. Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжид хийгдэх (Хавсралт С-г харна уу) ажлын төрлөөс хамаарч сургалтын янз бүрийн хэлбэр/модулийг ашиглаж болно.  Ажилтан нь хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсэг доторх хэрэглэсэн SF6 хийг шилжүүлэх, онгойлгох болон тусгаарлах хэсэгт нэвтрэх тохиолдолд тусгайлсан сургалтад суусан байх шаардлагатай. Тухайн тоног төхөөрөмжийн үйлдвэрлэгчээс өгсөн ашиглалтын зааврыг дагаж мөрдөнө.  B.2-р Хүснэгтэд хийн тусгаарлах хэсгийг нээх буюу түүнд орох үеийн болзошгүй эрсдэл, аюулгүйн сэргийлэх арга хэмжээ, түүнчлэн аюулгүйн тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгслийн тоймыг харуулсан. Хийн тусгаарлах хэсгийг нээх болон түүнд орох тохиолдолд доторх болон гаднах нөхцөлийн хооронд мэдэгдэхүйц ялгаа байхгүй.  **B.2-р хүснэгт - Хийн тусгаарлах хэсгийг нээх буюу түүнд орох үеийн хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын арга хэмжээ** | | A notice stating that open fire, naked flames (e.g. matches), smoking, use of heat engines, heating to more than 200 °C and welding without special precautions are prohibited and instructions for giving first-aid (see B.3) should be displayed while SF6 is being handled in any location.  When a gas compartment is opened after the electric power equipment has been in service, in order to avoid contact with the fine solid by-products, which may be present, personnel should wear suitable protective clothing. Particular attention should be given to protecting the eyes and the respiratory tract. Personnel working in or near to opened gas compartments, which have contained normally arced or heavily arced SF6 should:   * use suitable tools and equipment; * wear suitable protective clothing (see Table B.2 and B.1.5); * observe high standards of personal hygiene; * clean themselves and their equipment using disposable materials, before leaving the work area; * remove protective clothing and wash them thoroughly as soon as possible after having left the work area; * ensure that clothing, tools and components which have been in contact with by-products are securely packed in sealed bags or other sealed containers and are subsequently treated to neutralise any residues.   **B.1.2 Protection of personnel**  SF6 is handled by certified personnel, only. Different training modules may be adopted, depending on the kind of work to be performed on the electric power equipment (see Annex C).  A specific training covering the recovery of used SF6 from a gas-filled compartment is requested for personnel opening or entering the gas compartment. The Operating Instruction Manual of the equipment provided by the Original Equipment Manufacturer should be strictly followed.  Table B.2 gives an overview of the potential risks, safety precautions as well as safety equipment and tools required when opening or entering a gas compartment. No substantial difference between indoor and outdoor conditions is given as the operator opens or enters the compartment.  **Table B.2-Safety measures when opening or accessing gas compartments** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Агуулга** | **Хэвийн болон хүчтэй нум үүссэн SF6 хий агуулж буй аливаа тусгаарлах хэсэг** | **Нум үүсээгүй SF6 хий агуулж буй аливаа тусгаарлах хэсэг** | | Тохиолдож болох эрсдэл | Цэвэрлэж буй бодисын үнэр/ууршилт  O2-ын дутагдал  Хэрэглэсэн SF6 хийн үлдэгдэл  Хийн урвалаас үүсэх дайвар бүтээгдэхүүний үлдэгдэл  Шингээгч материал ба хатуу дайвар бүтээгдэхүүн | Цэвэрлэж буй бодисын үнэр/ууршилт  O2-ын дутагдал  Бүтээгдэхүүний процессоос үүсэх бусад хий ба хэрэглэсэн SF6 хийн үлдэгдэл | | Аюулгүй байдлын анхааруулга | Хатуу дайвар бүтээгдэхүүн ба шингээгч материалыг зайлуулах  Агааржуулалт  Нэвтрэх үед хүчилтөрөгчийн агууламжийг хэмжих  Хувийн хамгаалах хэрэгсэл өмсөх  Хатуу дайвар бүтээгдэхүүний гидролиз үүсэхээс сэргийлэх | Агааржуулалт  Нэвтрэхээс өмнө O2-ын агууламжийг хэмжих | | Аюулгүй байдлыг хангах тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгсэл | Вакуум цэвэрлэгч болон сорох винтолятор/агааржуулагч  O2 -ын агууламжийг хэмжих тоног төхөөрөмж  Нэг удаагийн хамгаалах хэрэгсэл хувцас, гутал, малгай  Хүчилд түлэгдэхээс хамгаалах бээлий  Бүтэн нүүрний маск (сайн) эсвэл амьсгалах зориулалттай хамгаалалтын маск  Хамгаалалтын нүдний шил  Орчныг бороо болон салхинаас хамгаалах хамгаалалт (зөвхөн гадна орчин ажиллах үед) | Вакуум цэвэрлэгч болон сорох винтолятор/агааржуулагч  O2-ын агууламжийг хэмжих төхөөрөмж |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Item** | **Any compartment which contained normally or heavily arced SF6** | **Any compartment which contained non-arched SF6** | | Potential risk | Fumes of cleaning substances  O2 starvation  Remaining used SF6  Residual reactive gaseous by-products  Solid by-products and adsorber materials | Fumes of cleaning substances  O2 starvation  Remaining used SF6 or other gas from production process | | Safety precaution | Removal of solid by-products and adsorber materials  Ventilation  Measurement of O2 concentration when entering  Wear personal protective equipment  Protect solid by-products against hydrolysis | Ventilation  Measurement of O2 concentration before entering | | Safety equipment and tools | Suction ventilator or vacuum cleaner  O2 concentration measuring device  Single use protective overalls, protective footwear, hair cap  Acid proof safety gloves  Full face mask (preferred) or, at least breathing protective mask  Protective goggles  Environmental protection against rain or wind (outdoor only) | Suction ventilator or vacuum cleaner  O2 concentration measuring device | | | |
| Хүчилтөрөгчөөс бусад хийтэй адилаар агаар дахь SF6 хийн агууламж 190 мл/л-ээс их (эзлэхүүний 19%) байх нь амьсгал боогдох эрсдэлд тооцогддог. Учир нь SF6 хий нь хүчилтөрөгчийн агууламжийг 160 мл/л (эзлэхүүний 16%) хүртэл бууруулдаг бөгөөд ихэвчлэн үүнийг амьсгал боогдох босго гэж тооцдог. Иймээс хийн тусгаарлах хэсэгт нэвтрэхээс өмнө хүчилтөрөгчийн агууламжийг урьдчилан хэмжихийг зөвлөдөг. Үүнээс гадна хязгаарлагдмал орчинд ажиллахдаа орчны хүчилтөрөгчийн агууламжийг шалгаж болно.  Хийн тусгаарлах хэсгийг нээх буюу түүнд орж ажиллах үед юм идэх, уух, тамхи татахыг хориглоно. Цочрол, түлэгдэлтээс сэргийлэхийн тулд ажил дууссаны дараа хувцсаа сольж, арьсыг аль болох хурдан угаах нь зүйтэй.  **B.1.3 Аюулгүй ажиллагааг хангах бохирдсон тоног төхөөрөмж болон багаж хэрэгсэлтэй ажиллах**  Хатуу дайвар бүтээгдэхүүн болон шингээгч материалд ашигласан тоног төхөөрөмж болон багаж хэрэгслийг бохирдолтой гэж үздэг. Тэдгээрийг цуглуулж зориулалтын хуванцар уутанд хийнэ. Тэдгээр хуванцар уутыг туузаар битүүмжлэн, шошголно. Бүс нутгийн зохицуулалтын дагуу устгал хийнэ.  Дахин ашиглах тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгслийг 10 %-ийн жингийн шингэн сод эсвэл түүнтэй тэнцэх ус/содын уусмалд угааж, саармагжуулж, дараа нь цэвэр усаар зайлна. Саармагжуулах уусмалын жишээг B.3-р хүснэгтэд үзүүлсэн.  Ус/содын уусмалыг болон угаасан хаягдал усыг бүс нутгийн зохицуулалтын дагуу шийднэ устгана.  **B.3-р хүснэгт** **- Саармагжуулах уусмал** | | Like any gas but oxygen, a concentration greater than 190 ml/l (19 % by volume) of SF6 in the air is considered as a potential risk of asphyxiation. This is because it reduces the oxygen concentration down to 160 ml/l (16% by volume), which is usually considered as the threshold for asphyxiation. As a consequence it is recommended that the oxygen content in the gas compartment be measured prior to accessing it. In addition to that, the oxygen content in the ambient environment may be checked when working in confined spaces.  Eating, drinking and smoking are prohibited when accessing or opening a gas compartment. It is recommended that clothes should be changed and the skin washed as soon as possible after the work to prevent potential danger of irritation or burns.  **B.1.3 Handling of contaminated safety equipment and tools**  Equipment and tools, which have been in contact with solid by-products or adsorber materials are considered to be contaminated. They are collected afterwards and placed in plastic bags. The plastic bags are sealed with tape and labelled. Disposal is done according to the local regulations.  Reusable equipment and tools should be washed and neutralised in a water/soda solution with 10 % by weight liquid soda or equivalent and then rinsed with clean water. Examples of neutralising solutions are given in Table B.3.  Disposal of both the water/soda solution and the washing water is done according to the local regulations.  **Table B.3 – Neu tralising solutions** |
| |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Идэвхт бодис** | **Химийн томьёо** | **Найрлага кг/100 л** | **T1 a**  **цаг** | **T2b**  **цаг** | **Эшлэл заалт** | | кальцийн исэл/шохой | CA(OH)2 | ханасан | тохиромжгүй | 24 | [9] | | натрийн карбонат (угаалгын сод) | Na2CO3 | 1,1  3  10с  10-14с  3 | тохиромжгүй угаалга  тохиромжгүй  1  тохиромжгүй | 24  тохиромжтой 0,25  48  тохиромжгүй | [10]  [11]  [12]  [13] | | давхар нүүрсхүчлийн натри | NaNCO3 | 1d | тохиромжгүй | тохиромжгүй | [11] | | a Дахин ашиглах аюулгүйн тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгсэл, хийн тусгаарлах хэсэг ба ихэвчлэн хэвийн нум үүссэн SF6 хий бүхий тусгаарлах хэсгийн дотоод элементүүдийг боломжтой бол T1 хугацааны туршид саармагжуулах уусмалаар цэвэрлэнэ. Дараа нь цэвэр усаар зайлна.  b Дахин ашиглах аюулгүйн тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгсэл, хийн тусгаарлах хэсэг ба ихэвчлэн хүчтэй нум үүссэн SF6 хий бүхий тусгаарлах хэсгийн дотоод элементүүдийг боломжтой бол T2 хугацааны туршид саармагжуулах уусмалаар цэвэрлэнэ. Дараа нь цэвэр усаар зайлна.  c Ийм өндөр агууламжтай шүлтлэг уусмалыг хэрэглэхдээ арьс, нүдэнд хүргэхээс болгоомжлох хэрэгтэй.  d Арьсаа угаахыг зөвлөдөг. | | | | | |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Active agent** | **Formula** | **Concentration kg/100 l** | **T1 a**  **hours** | **T2 b**  **hours** | **References to the bibliography** | | Lime | Ca (OH)2 | Saturated | not applicable | 24 | [9] | | Sodium carbonate (washing soda) | Na2CO3 | 1.1  3  10 c  10-14 c  3 | not applicable  wash  not applicable  1  not applicable | 24  not applicable  0.25  48  not applicable | [10]  [11]  [12]  [13] | | Sodium bicarvonate | NaHCO3 | 1d | not applicable | not applicable  - | [11] | | a Reusable safety equipment, tools, gas compartments, and internal parts of compartments which contained normally arced SF6 should, where practicable, be treated with a neutralising solution for a time period *T1* They should then be rinsed with clean water.  b Reusable safety equipment, tools, gas compartments, and internal parts of compartments which contained heavily arced SF6 should, where practicable, be treated with a neutralising solution for a time period *T*2. They should then be rinsed with clean water.  c When using alkaline solutions at such high concentrations, care should be taken to avoid contact with the skin and eyes.  d Recommended for washing the skin. | | | | | | | | |
| **B.1.4 Даралттай тоног төхөөрөмж,**  **багаж хэрэгсэл буюу хэмжилтийн төхөөрөмж**  Аль ч даралтат хийн эзлэхүүн нь огцом нэмэгдэхэд тэр орчмын температур буурахад хүргэдэг бөгөөд энэ нь хөлдөлтийн шалтгаан болдог. Хийгээр дүүргэх ажиллагааны явцад өндөр даралт бүхий хоолой, хаалт, холболтуудтай ажиллах үед тохиромжтой тусгаарлагч бээлий (жишээ нь латекс биш, арьсан бээлий) өмсөж, хамгаалалтын битүү нүдний шил зүүх хэрэгтэй.  SF6 хийтэй ажиллах явцад ашиглах бүх тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгслүүд нь өндөр даралт бүхий хийн байдалтай буюу шингэрүүлсэн SF6 хий агуулж байдаг. Тэдгээртэй болгоомжтой ажиллах ёстой.  **B.1.5 Ажилтны аюулгүйн болон хамгаалалтын тоног төхөөрөмж**  Ажилчны аюулгүй байдал болон хамгаалалтын тоног төхөөрөмж ашиглах нь SF6 хийтэй цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмж байгаа эсэхээс хамаарахгүй. Бүс нутгийн зохицуулалтын дагуу хуваарилах байгууламжийн ойр орчимд нэврэхийн тулд стандартын шаардлага хангасан хамгаалалтын гутал, дуулга, хамгаалалтын шил хэрэглэнэ.  Дотоод нуман гэмтэл болон гадна орчинд гал гарснаар SF6 хийтэй ажиллах хэвийн бус алдагдал үүсэж болно. Энэ үед хуваарилах байгууламж руу орохдоо В.2-р хүснэгтэд заасны дагуу аюулгүйн нэмэлт дүрмийг баримтална.  SF6 хийтэй ажиллаж буй ажилчид нь ажлын талбайд хийгдэх ажлын төрлөөс хамаарч, В.2-р хүснэгтийн дагуу дараах хамгаалалтын хувцас, тоног төхөөрөмжийг ашиглана:   * хүчдэлд тэсвэртэй жишээ нь неопрен, поливинилхлорид (ПВХ), резин материалаар хийгдсэн хамгаалалтын бээлий: * бүс нутгийн зохицуулалтын (жишээлбэл Европын EN 166 стандарт) шаардлага хангасан химийн үйлдвэрлэлийн хамгаалалтын нүдний шил: * амьсгалын зам хамгаалах маск: хамгаалалтын нүдний шилтэй хамт хэрэглэхэд амьсгалын зам хамгаалах маск нь ам, хамрыг тоосноос хамгаалах бөгөөд зөвхөн бага зэрэг тоос шороотой тохиолдолд хэрэглэнэ; * нүүрийг бүрэн хаах маск: агааржуулалтыг сайн хийх боломжтой газарт богино хугацаанд ажил гүйцэтгэх болон үзлэг шалгалт хийхэд зориулагдах бөгөөд харин дайвар бүтээгдэхүүний агууламж холбогдох дээд хязгаараас хэтрэх магадлалтай газарт бол бүс нутгийн зохицуулалтын дагуу сольж болох модны нүүрсэн шүүлтүүртэй маск хэрэглэнэ. (Европын EN140, EN141, EN 143 стандартууд нь маскууд, хийн шүүлтүүрүүд болон жижиг ширхэгтийн шүүлтүүрүүдийг харгалзан тодорхойлсон. Эдгээр стандартын дагуу үйлдвэрлэх А2/В2/Е2/К2/Р2 төрлийн хосолсон шүүлтүүрүүд нь бөгөөд 1μm-ээс дээш диаметртэй жижиг ширхэгтүүдийг багтаасан дайвар бүтээгдэхүүнээс хамгаалдаг). * нэг удаагийн хамгаалах комбинезон: ердийн хувцас, гутал, малгайн дээр давхарлаж өмсөх тоос нэвтэрдэггүй хамгаалалтын хувцас. Халаасгүй, юүдэнтэй, ус нэвчдэггүй (жишээ нь полипропилен гэх мэт), шагай болон бугуйн хэсгээрээ уян барилттай, гутал ба бээлийтэй давхацсан, үйлдвэрийн зориулалттай нэг удаагийн комбинезонууд. * хорт хийн баг: нум үүссэн болон их хэмжээний хий алдсаны дараа дайвар бүтээгдэхүүний буюу хүчилтөрөгчийн агууламж аюултай түвшинд байгаа үед дотор орчинд нэвтрэхэд орон нутгийн зохицуулалтын (жишээлбэл Европын EN136 стандарт) дагуу хорт хийн баг хэрэглэнэ. * орчин дахь хүчилтөрөгчийн агуулгыг байнга хянахад зориулсан хүчилтөрөгчийн агууламжийг хэмжих төхөөрөмж * гадна орчинд ажиллах тохиолдолд байгаль орчныг хамгаалах: Хийн тусгаарлах хэсэг нээлттэй үед бороо ба салхиар хатуу дайвар бүтээгдэхүүн тарахаас хамгаалж түр зуурын хаалт хийх ёстой. * тоос сорогч: орон нутгийн зохицуулалтад (жишээ нь, 1986 оны нэмэлт №1 бүхий BS 5415 стандартад нийцэх H төрлийн машин) нийцсэн, 1 μm хэмжээтэй тоосонцрыг барих чадвартай шүүлтүүр, металл бус задгай хошуугаар тоноглогдсон өндөр үр нөлөөтэй зориулалтын тоос сорогч. * cордог агааржуулагч: хаалттай орон зай болон хүрэх боломжгүй бусад газрыг албадан агааржуулахад зориулсан тоног төхөөрөмж. Ийм тоног төхөөрөмж нь суурилуулах газрын хэмжээнээс хамаарч зөөврийн буюу түр суурилуулсан байж болно.   **B.1.6 Байгууламж ба үйлчилгээ**  Хэрэглэсэн SF6 хий бүхий тусгаарлах хэсгийн хийг сэргээх ба нээх шаардлагатай бол ажилчдад зориулсан угаалгын хэрэгсэлтэй байх нь зүйтэй бөгөөд мөн цэвэрлэгээний уусмал бэлтгэх усны нөөц шаардлагатай байж болно.  **B.2 Гадна орчинд гал гарах эсвэл дотоод нум үүссэний улмаас SF6` хийд хэвийн бус алдагдал үүссэн тохиолдолд авах хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын нэмэлт арга хэмжээ**  SF6 хийтэй ажлын талбайд ажиллах ерөнхий хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын зөвлөмжийг B.1-р хүснэгтэд үзүүлэв. Тус B.2 нь гадна орчинд гал гарах буюу дотоод нум үүссэнээс SF6 хий хэвийн бусаар алдагдсан тохиолдолд авах аюулгүй байдлын нэмэлт арга хэмжээг тайлбарлана. Эдгээр нөхцөл байдалд C.1 болон C.2 модулиар (C.2.5 болон С.2.6 зүйлийг харна уу) сургагдсан ажилтнууд л хуваарилах байгууламжийн өрөөнд орж цэвэрлэх буюу цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжтэй ажиллахыг зөвшөөрнө.  В.4-р хүснэгтэд тохиолдох эрсдэл, хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын урьдчилан сэргийлэх авах арга хэмжээ болон шаардлагатай багаж тоног төхөөрөмжийн талаар тусгагдсан.  ТАЙЛБАР: Бүс нутгийн зохицуулалтад тусгагдсаны дагуу удирдлагын байгууламжийн өрөөнд нэвтэрсэн үед  **B.4-р хүснэгт – Хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын нэмэлт арга хэмжээ** | | **В.1.4 Pressurised equipment and tools or measuring devices**  As with any pressurised gas, a sudden volume expansion results in a local temperature drop and may cause freezing. Suitable insulated gloves (e.g. leather, not latex) and protective goggles should be worn when working on high-pressure piping, valves or connectors, during filling operations.  All equipment and tools used during SF6 handling potentially contain gaseous or liquid SF6 under high pressure. They should be handled with care.  **B.1.5 Personal safety and protective equipment**  The use of personal safety and protective equipment is not related to the presence of the SF6 electric power equipment itself. Standard safety shoes, helmet, and protective goggles may be required according to local regulations to get in the vicinity of the switchgear.  In case of abnormal release of SF6 due to external fire or internal arc fault, additional safety rules apply for entering a switchgear room, according to B.2.  Depending on the kind of work to be performed on site and according to Table B.2, workers engaged in handling SF6 are provided with the following personal safety and protective equipment:  • protective gloves: suitable acid resistant gloves made of e.g. neoprene, PVC, rubber;  • protective goggles: chemical type industrial goggles according to local regulations (e.g. European Standard EN 166);  • breathing protective mask: to be used in conjunction with protective goggles, the breathing protective mask helps to protect mouth and nose against dust and should be used in case of exposure to minor dusty areas only;   * full face mask: for short-term inspection and work where ventilation can be provided but where the concentration of by-products may exceed the appropriate maximum level, a face mask with changeable active charcoal filter is used according to local regulations (e.g. European Standards EN 140, EN 141 and EN 143 specify masks, gas filters and particle filters, respectively. Combined filters of type A2/B2/E2/K2/P3 manufactured to these standards are available and are able to provide protection against by-products including particles with a diameter greater than 1 μm); * single use protective overall: dust proof protective clothes to wear over normal clothes, shoe covers, hair cap. Pocket-less, hooded, non-permeable (e.g. bonded polypropylene) disposable industrial grade overalls having elastic ankle and wrist grips, overlapping the footwear and gloves; * respirator: when entering indoor applications after major leakage or internal arcing when the concentration of O2 or the amount of by-products are at unsafe levels, a respirator is used according to locarregulations (e.g. European Standard EN 136); * O2 concentration measurement device for permanent monitoring of the O2 content in the environment; * environmental protection for outdoor work locations: temporary shelter to prevent the ingress of rain and the wind dispersing solid by-products (if any) while the gas compartment is open; * vacuum cleaner: a high efficiency dedicated vacuum cleaner, equipped with a filter capable of trapping particles in the range of 1 μm, and a non-metallic open-ended nozzle according to local regulations (e.g. a type H machine in accordance with BS 5415, Supplement No. 1, 1986); * suction ventilator: equipment for forced ventilation of enclosed spaces and other inaccessible areas. Such equipment might be portable or permanently installed, depending on the size of the installation.   **B.1.6 Facilities and services**  Where gas compartments containing used SF6 have to be recovered and opened, it is desirable that adequate washing facilities for workers be available, and a supply of water for preparing cleaning solutions may be required.  **В.2** **Additional safety measures in case of abnormal release of SF6 due to external fire or internal arc**  General safety recommendations to adopt when working with SF6 on site are given in B.1. This B.2 describes additional safety measures in case of abnormal release of SF6 due to external fire or internal arc fault.  Under these circumstances, personnel trained on modules C1 or C2 (see clauses C.2.5 and С.2.6, respectively) are allowed to enter and clean the switchgear room or to access the electric power equipment. Table B.4 gives an overview of the potential risks, safety precautions as well as safety equipment and tools required.  NOTE Fire fighting can enter the switchgear room in the terms described in the local regulations.  **Table B.4 - Additional safety measures** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Агуулга** | **Хүчтэй нум үүссэн SF6 хийн хэвийн бус алдагдал** | **Хэвийн нум үүссэн болон нум үүсээгүй SF6 хийн хэвийн бус алдагдал** | | Тохиолдож болох эрсдэл | Цэвэрлэх бодисын үнэр  Хүчилтөрөгчийн дутагдал  SF6 хийн хэвийн бус алдагдал  Хийн урвалаас үүсэх дайвар бүтээгдэхүүний үлдэгдэл  Хатуу дайвар бүтээгдэхүүн | Цэвэрлэх бодисын үнэр  Хүчилтөрөгчийн дутагдал  SF6 хийн хэвийн бус алдагдал | | Аюулгүйн сэргийлэх арга хэмжээ | Хатуу дайвар бүтээгдэхүүнийг зайлуулах  Агааржуулалт  Нэвтрэх үед хүчилтөрөгчийн агууламжийг хэмжих  Хувийн хамгаалалтын хувцас өмсөх | Агааржуулалт  Нэвтрэх үед хүчилтөрөгчийн агууламжийг хэмжих | | Аюулгүйн тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгсэл | Сорох агааржуулагч буюу тоос сорогч  Хүчилтөрөгчийн найрлагыг хэмжих төхөөрөмж  Нэг удаагийн хамгаалалтын хувцас, гутал, малгай  Хүчдэлд тэсвэртэй бээлий  Нүүрийг бүтэн хаах маск, (илүү сайн) амьсгалын зам хамгаалах маск, хамгаалалтын нүдний шил | Сорох агааржуулагч буюу тоос сорогч  Хүчилтөрөгчийн агууламжийг хэмжих төхөөрөмж |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Item** | **Abnormal release of heavily arced SF6** | **Abnormal release of non-arced or normally arced SF6** | | Potential risk | Fumes of cleaning substances  O2 starvition  SF6 abnormally released  Residual reactive gaseous by-products  Solid by-products | Fumes of cleaning substances  O2 starvition  SF6 abnormally released | | Safety precaution | Removal of solid by-products  Ventilation  Measurement of O2 concentration when entering  Wear personal protective equipment | Ventilation  Measurement of O2 concentration when entering | | Safety equipment and tools | Suction ventilator or vacuum cleaner  O2 concentration measuring device  Single use protective clothes, shoe covers, hair cap  Acid proof safety gloves  Full face mask (preferred) or, at least breathing protective mask and protective goggles | Suction ventilator or vacuum cleaner  O2 concentration measuring device | | | |
| Хийн алдагдал үүссэн түвшнээс доош байрласан газарт болон агааржуулалт муутай буюу агааржуулалтгүй орчинд (жишээ нь: кабелийн суваг, шалгалт хийх нүх, ус зайлуулах систем гэх мэт) мөн ижил дүрмийг хэрэглэнэ. Гадна орчны тоног төхөөрөмжийн хувьд гаднах орчинд хэрэглэх стандартын арга хэмжээнүүд шаардлагатай (жишээ нь: салхи, борооноос хамгаалах). Байгалийн агааржуулалтай байх нь хүчилтөрөгч дутагдах эрсдэлээс урьдчилан сэргийлэхэд хангалттай.  Хүчилтөрөгчийн дутагдалтай орчин руу орох гэж байгаа үед харах болон дуу холбоо өгөх хоёрдох ч хүн/хяналтын хүн байх хэрэгтэй.  **B.3 Анхны тусламжийн тоног төхөөрөмж болон эмчилгээ**  **B.3.1 Ерөнхий зүйл**  Анхны тусламжийн тоног төхөөрөмжид:   * үйлдвэрлэлийн анхны тусламжийн ердийн төхөөрөмж үүний дотор давсны уусмал бүхий нүд угаах төхөөрөмж; * түргэн тусламжтай холбогдох хэрэгсэл; * эмч нарт зориулсан заавар.   Аюулгүй байдлын ерөнхий дүрмийг (В.1-ийг үзнэ үү) хэрэглэх нь ослын магадлалыг багасгах ёстой. Осол гарсан тохиолдолд анхны тусламжийн эмчилгээг дараах зүйлд заасны дагуу хийнэ.  **B.3.2 Арьс цочрох**  Хэрэв арьс цочрох шинж илэрвэл ажилчдыг тухайн орчноос шилжүүлнэ. Бохирдсон хувцсыг тайлж цочирсон хэсгийг хүйтэн урсгал усаар угаана. Мэргэжлийн эмчээс зөвлөгөө авах шаардлагатай.  ТАЙЛБАР Арьсан дээр үлдсэн фторын хүчлийг угаасны дараа хүчилд хүрсэн хэсэг арьсыг кальцийн глюконат гель (HF антидот гел) ашиглан эмчилж болно мөн мэргэшсэн эмчээс зөвлөгөө аваарай.  **B.3.3 Нүд цочрох**  Нүд цочрох шинж тэмдэг илэрвэл ажилтан тухайн ажлын талбайгаас холдоно. Нүдээ нэн даруй усаар зайлж, эмнэлгийн мэргэшсэн эмч иртэл өвчтөн нүдээ усаар зайлсаар байх хэрэгтэй.  **B.3.4 Амьсгал хүндрэх**  Тухайн орчинд ажиллаж байгаа бүх ажилчдыг цэвэр агаарт яаралтай гаргана. Амьсгалахад хүндрэлтэй ажилтны өмссөн бохир хувцсыг тайлж, хөнжлөөр хучиж, хөдөлгөөнгүй, байнгын ажиглалтад байлгана. Эмнэлгийн яаралтай тусламжийг цаг алдалгүй дуудна. Хэрэв өвчтөний амьсгал зогсвол хиймэл амьсгал хийж чадах, мэргэшсэн мэргэжилтэн яаралтай хийнэ.  **Хавсралт C**  (мэдээллийн)  **Сургах ба сертификат олгох**  **C.1 Ерөнхий зүйл**  Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжид SF6 хийг ашиглах технологийн шинж чанараас харахад ажиллагааны аюулгүй байдал болон байгаль орчны асуудлууд нь хоорондоо нягт уялдаатай байдаг тул тэдгээрийг нэгэн зэрэг авч үзэх шаардлагатай.  Дараах бүлгүүд нь SF6 хий ашигладаг цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагааны шаардлага, байгаль орчны асуудлуудыг хангахад чиглэгдсэн сургаалтанд хамаарна.  Хий бүхий цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжтэй ажиллах (жишээ нь зүхиүх, үйлдвэрлэх, турших, шалгах, ашиглалтад оруулах, ашиглалт, засвар, үйлчилгээ хийх болон ашиглалтын хугацаа дууссан үед буулгах) ажлыг сертификаттай ажилтан, эсвэл сертификаттай ажилтны хяналтын дор гүйцэтгэнэ. Холбогдох ажилтнуудын хувьд сургалт бол хамгийн чухал байдаг. Сургалтыг янз бүрийн байршилд (жишээ нь хэрэглэгчийн сургалтын төвд, үйлдвэр дээр, эсвэл угсрах, шалгалт тохируулга хийх, суурилагдсан тоног төхөөрөмжийн засвар үйлчилгээний явцад ажлын талбайд) явуулж болно.  Цахилгаан үйлдвэрлэл, тоног төхөөрөмжийн онцлог шинжийг харгалзан үзвэл ажиллагааны аюулгүй болон тасралтгүй байдал нь нэн чухал байдаг. Ерөнхий сургалтын модулиас гадна (модуль А – суурь мэдлэг ойлголт, C.2.2-ыг үзнэ үү) ийм сургалтын хамрах хүрээ нь тухайн онцлог загвар хийцээс (жишээ нь өндөр хүчдэлийн хүчний таслуур, дундаж хүчдэлийн хуваарилах байгууламж, өндөр хүчдэлийн хийн тусгаарлагчтай хуваарилах байгууламж) хамаарах бөгөөд өөр өөр загвар хийц нь сертификат олгох өөр өөр сургалтыг шаарддаг.  Ямар ч тохиолдолд сургалт нь орон нутгийн зохицуулалт, тухайн тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын заавар, тоног төхөөрөмжийн мэдээллийн хуудас/паспорт, олон улсын стандартууд, CIGRE (Томоохон цахилгаан системүүдийн зөвлөл)-ээс гаргасан зөвлөмжүүдэд үндэслэгдсэн байна.  **C.2 Сургалтын модулийн жишээ**  **C.2.1 Ерөнхий зүйл**  2.11 болон 2.12-т өгөгдсөн тодорхойлолтын дагуух өөр өөр даралтын системүүдийн хувьд битүүмжилсэн даралтын системүүд нь тодорхойлолт ёсоор ашиглалтын хугацааны туршид хийтэй ажиллах үйлчилгээг шаарддаггүй гэдгийг харгалзан сургалтын тухайлсан хөтөлбөр, түүний модулиудын бүрэлдэхүүнийг сонгох хэрэгтэй.  SF6 хийтэй ажиллаж буй ажилчид нь аюулгүй байдал, хууль эрх зүй, байгаль орчны асуудал, уг хийн шинж чанар, хийтэй ажиллах багаж, тоног төхөөрөмж, үйлчилгээний тасралтгүй байдлыг хангах, SF6 хийн ялгаруулалтыг багасгах журмыг мэддэг байх ёстой.  Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмж дээр хийгдэх төрөл бүрийн ажлыг гүйцэтгэх чадвартай байхаар сургалтыг модулиар зохион байгуулна. Үүнд:   * Модуль A: Суурь мэдлэг ойлголт * Модуль B1: Хийг шилжүүлэхэд хамаарахгүй засвар үйлчилгээ * Модуль B2: Суурилуулалт ба ашиглалтад оруулах * Модуль C1: Хийг шилжүүлэх ашиглалт ба засвар үйлчилгээ (жишээ нь ашиглалтын хугацааг уртасгах гэх мэт) * Модуль C2: Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацаа дууссаны дараа ашиглалтаас гаргах.   Модуль сургалтуудын талаар дараах дэд бүлгүүдэд нарийвчлан тайлбарласан.  **C.2.2 Модуль A-Суурь мэдлэг ойлголт**  Энэ модуль нь сургалтын шаардагдах суурь түвшнийг хангаж өгөх бөгөөд холбогдох бүх чиг үүрэгт, тухайлбал дараах ажилтнуудад хамаарна:   * SF6 хийг боловсруулах эсэхээс үл хамаарч, үйл явцуудын болон SF6 хийтэй тоног төхөөрөмжийг ажиллуулдаг өөрийн болон гуравдагч этгээдийн холбогдох ажилтнуудын төлөөх хариуцлагыг удирдлагаас нь даатгасан компанийн ажилтнууд * SF6 хийг боловсруулах асуудалд хамаарах эсэхээс үл хамаарч, SF6 хийн дүүргэлттэй тоног төхөөрөмжтэй ажиллах нийт ажилтан.   Сургалтад хамрагдахад урьдчилсан хүсэлт шаардлагагүй.  SF6 хийн дүүргэлттэй тоног төхөөрөмжтэй ойр орчимд ажиллах бүх ажилтанд B.1-д өгөгдсөн аюулгүй ажиллагааны ерөнхий дүрмүүдийн дагуу мэдлэг ойлголт өгөх ёстой.  Дараах асуудлуудыг сургалтад багтаадаг:   * байгаль буй орчинд хамаарах ерөнхий асуудлуудын талаарх суурь мэдлэг ( цаг уурын өөрчлөлт, Киотогийн протокол, Дэлхийн дулаарлын идэвх /чадамж/, хавсралт F-г харна уу) * байгаль буй орчинд хамаарах SF6 хийн алдагдал болон хор хөнөөлийг бууруулах [19];1 * SF6 хийн физик, хими ба хүрээлэн буй орчны үзүүлэлтүүд (хавсралт E-г харна уу) * цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжид SF6 хий хэрэглэх * одоо байгаа олон улсын стандартууд ба бүс нутгийн зохицуулалт * ажилтнуудын аюулгүй байдал ба анхны тусламж (бүс нутгийн зохицуулалт, амьсгал боогдох, дотоод нум үүсэх тохиолдлуудад түргэн тусламж авах төлөвлөгөө ба заавар), (хавсралт B-г харна уу) * SF6 хийтэй ажиллах, осол ба эрүүл мэндийн үзүүлэлтүүд (хавсралт E.5-г харах) * цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн хийц загвар (шинж чанар ба ашиглалт/ үйл ажиллагаа)   **C.2.3 Модуль B1 - Хийг шилжүүлэхэд хамаарахгүй засвар үйлчилгээ**  Энэхүү модуль нь дараах агуулга бүхий зүйлийг хийх ажилтанд шаардлагатай дунд шатны анхны сургалт:   * SF6 хийн чанарыг ажлын талбайд шалгах * SF6 хийгээр дахин дүүргэх ажиллагааг гүйцэтгэх   Ажилтан модуль A сургалтад хамрагдаж сертификат авснаар B1 модульд хамрагдах эрхтэй болно. A болон B1 модуль сургалтыг хамтад нь хамарсан хосолсон сургалтыг зөвшөөрнө.  Сургалт дараах агуулгыг багтаасан байна. Үүнд:   * хийх ажилтай холбоотой бүс нутгийн дүрэм журам, олон улсын стандарт; * IEC 60376 (техникийн ангиллын SF6 хий) ба IEC 60480 (дахин ашиглах SF6 хий) стандартуудын дагуу SF6  хийн чанар; * Хийх ажилд хамаарах тухайн тоног төхөөрөмжийн анхны үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын заавар; * хөдөлмөр хамгаалал болон анхны тусламж (ажилтанд шаардлагатай хөдөлмөр хамгааллын тоног төхөөрөмж) (хавсралт B-г харна уу); * SF6 хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсгийн төрлүүд; (2.9. 2.10. 2.11. болон 2.12-ийг харна уу) * SF6 хийн чанарыг шалгах аргачлал ба багаж хэрэгсэл (4.2 болон S.4-г харна уу); * битүүмжлэгдсэн даралтын системийг дахин дүүргэх аргачлал (4.1 болон хавсралт D-г харна уу); * алдагдал илрүүлэх аргууд ба засвар үйлчилгээ гүйцэтгэх техникүүд; * SF6 хийг сэргээх болон дахин сэргээх ангиллууд (2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, 2.18, 2.19 ба 2.20-ийг харна уу); * SF6 хийг тээвэрлэх болон хадгалах (хавсралт A-г харна уу); * бүс нутгийн хүрээлэн буй орчныг хамгаалахад хамаарах өгөгдлүүд болон SF6 хийн хяналт   **C.2.4 Модуль B2 - Суурилуулах болон ашиглалтад оруулах**  Энэхүү модуль нь тоног төхөөрөмжийг ажлын талбайд суурилуулах болон ашиглалтад оруулах ажилтанд зориулагдсан дунд түвшний хоёрдугаар сургалт юм.  Ажилтан модуль B1 сургалтад хамрагдаж сертификат авсны дараа B2 модульд хамрагдах эрхтэй болно. A болон B1, B2 модуль сургалтыг хамтад нь хамарсан хосолсон сургалтыг зөвшөөрнө.  Сургалтад дараах агуулгууд багтсан байна. Үүнд:   * хийх ажилтай холбоотой бүс нутгийн дүрэм журам, олон улсын стандарт; * хийх ажилд хамаарах тухайн тоног төхөөрөмжийн анхны үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын заавар; * хөдөлмөрийн аюулгүй байдал болон анхны тусламж (жишээ нь: нээлттэй хийн хуваарилах байгууламжид ажиллах) (хавсралт B-г харна уу); * агаарыг зайлуулах, SF6 хийгээр дүүргэх журам(3.2-г харна уу); * SF6 хийн бүрэн дүүргэлт (3.3-г харна уу); * нум үүсээгүй SF6 хийг шилжүүлэх болон сэргээх аргачлалууд (5.2-г харна уу); * хийх ажилд хамаарах SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмж (хавсралт D-г харна уу);   **C.2.5 Модуль C.1 - Хийг шилжүүлэх ажиллагааг хангах ашиглалт ба засвар үйлчилгээ**  Энэхүү модуль нь дээд шатны анхдагч сургалт бөгөөд ажилтанд дараах чадварыг эзэмшүүлнэ.   * SF6 хий бүхий цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн ашиглалт ба засвар үйлчилгээг гүйцэтгэх. Үүнд: хийг шилжүүлэх, сэргээх, дайвар бүтээгдэхүүнтэй зөв ажиллах; * Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын үед өргөтгөх бололцоог хангах   Ажилтан модуль B1 сургалтад хамрагдаж сертификат авсны дараа C1 модульд хамрагдах эрхтэй болно. A болон B1 модуль сургалтыг хамтад нь хамарсан хосолсон сургалтад сурсан бол C1-ийг зөвшөөрнө. Модуль B2 сургалт сонголтоор нэмэгдэж болно.  Сургалтад дараах агуулгууд багтсан байна. Үүнд:   * хийх ажилд хамаарах бүс нутгийн болон олон улсын стандартууд; * хийх ажилд хамаарах тухайн тоног төхөөрөмжийн анхны үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын заавар; * ажилтны хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, анхны тусламж (жишээ нь хийн нээлттэй тусгаарлах хэсэгтэй ажиллах хөдөлмөр хамгааллын тоног төхөөрөмж, саармагжуулах ба дайвар бүтээгдэхүүнтэй ажиллах); * дотоод нум болон гал гарсны улмаас SF6 хийн хэвийн бус алдагдлын үед хуваарилах байгууламжийн өрөөнд нэвтэрч орох аргачлалууд (B.2-г харна уу); * хэвийн болон хүчтэй нум үүссэн SF6 хийг шилжүүлэх болон сэргээх аргачлал (5.3-г харна уу); * хийх ажилд хамаарах SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмж (хавсралт D-г харна уу); * дайвар бүтээгдэхүүнтэй ажиллах, түүнийг саармагжуулах, залуулах журмууд (B.1.3-г харах) * хатуу дайвар бүтээгдэхүүнтэй ажиллах хөдөлмөр хамгааллын багаж хэрэгсэл болон тоног төхөөрөмж (B.1.3-г харна уу)   **C.2.6 Модуль C.2 - Ашиглалтын хугацаа дууссан цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг ашиглалтаас гаргах/устгах**  Энэхүү модуль нь цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацаа дууссан үед түүнийг устгах ажилтанд зориулсан дээд шатны хоёр дахь сургалт болно.  Ажилтан модуль C1 сургалтад хамрагдаж сертификат авсны дараа C2 модульд хамрагдах эрхтэй болно. A, B1болон C1 модуль сургалтыг хамтад нь хамарсан хосолсон сургалтад сурсан бол C2 модуль сургалтыг зөвшөөрнө. Модуль B2 сургалт сонголтоор нэмэгдэж болно.  Сургалт дараах агуулгыг багтаасан байна. Үүнд:   * хийх ажилд хамаарах бүс нутгийн болон олон улсын стандартууд; * хийх ажилд хамаарах тухайн тоног төхөөрөмжийн анхны үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын заавар; * цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг буулгах газарт шилжүүлэх, хэрэв шаардлагатай бол (A.4-г харна уу) * тоног төхөөрөмжийг буулгах ба ангилан ялгах (6-р дэд зүйлийн харна уу) * холбогдолтой бол цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжөөс SF6 хийг шилжүүлэхэд битүүмжит өрөмдлөгийн системийг хэрэглэх тухай уг тоног төхөөрөмжийн анхны үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн заавар.   **C.3 Сертификат олгох**  Сургалт дууссаны дараа дотоод сертификат авна. “Дотоод сертификат” гэдэг нь өөрийн байгууллагын ажилтнууд буюу гадны хүмүүс нь холбогдох ажилд хамаарах сургалтыг амжилттай дүүргэсэн тухай ажил олгогчоос олгодог ур чадварын сертификат, эсвэл бусад бичмэл нотолгоог хэлнэ. Олж авсан дадал, чадварыг нотлохын тулд онолын болон практикийн шалгалт авна. Гэсэн хэдий ч бүс нутгийн журмын дагуу шаардагдах сертификат нь энэхүү стандартаас давуу эрхтэй болно.  Бүртгэлийг дараах байдлаар хадгалах ёстой:   * сургалтын агуулга болон төгссөн хугацааг бичих; * ямар ажил ба тоног төхөөрөмжийн загвараар сертификат авсныг тодорхойлох (жишээ нь SF6 хийг шилжүүлэх) * ажлын гүйцэтгэлийг хязгаарлан зааж (жишээ нь: тодорхой хийц загварт SF6 хийг шилжүүлэх) тухайн ажилтны сертификат хүрээг (жишээ нь: модуль C1 болон модуль C2) тогтоох * мэргэжлийн /экспертизийн/ өндөр түвшнийг хангах   **Хавсралт D** (мэдээллийн)  **SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмжийн тодорхойлолт**  **D.1 Ерөнхий зүйл**  Энэхүү хавсралтаар SF6 хийтэй ажиллах тоног төхөөрөмж ба тусгай хэсгүүдэд тавигдах гүйцэтгэлийн шалгуур, хамгийн наад захын ажиллагааны талаарх мэдээллийг өгнө.  **D.2 Сэргээх төхөөрөмж**  **D.2.1 Ерөнхий зүйл**  SF6 хийн хэмжээнээс хамаарч тохирох төрөл болон хэмжээтэй сэргээх төхөөрөмжийг сонгоно. D.1-р зурагд сэргээх төхөөрөмжийн үндсэн үүргийн схемийг харуулсан. Стандарт сэргээгч нь дараах ердийн үүргүүдтэй байна:   * хийн тусгаарлах хэсгээс агаарыг зайлуулж вакуум үүсгэх * хийн тусгаарлах хэсгийг SF6 хийгээр дүүргэх * хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсэгт SF6 хийг шилжүүлэх * SF6 хийг шүүх (цэвэрлэх) болон хадгалах * хийн тусгаарлах хэсгийг орчны агаараар дүүргэх * цилиндрээс цилиндрт дамжуулах (эсвэл хадгалах саванд) | | The same rules apply to areas below the level at which the release occurred, poorly ventilated or unventilated areas (e.g. cable trenches, inspection pits, drainage systems). Outdoor equipment needs standard measures for outdoor conditions to be applied (e.g. rain protection, wind protection). Natural ventilation is normally enough to prevent the potential risk of O2 starvation.  A second person being in continuous visual and audible contact should be present, when entering areas which might have a low oxygen concentration.  **B.3 First aid equipment and treatment**  **B.3.1 General**  First aid equipment includes:   * normal industrial first-aid equipment including eyewash equipment containing a saline solution, * means for contacting emergency services; * guidance for medical doctors.   The application of the general safety rules (see B.1) should minimise the likelihood of accidents. In case of an accident, first aid treatment should be applied as described in the following clauses.  **B.3.2 Irritation of the skin**  In case of signs of skin irritation, the personnel are removed from the area. Contaminated clothing is removed and the affected part washed with cool running water. Professional medical advice should be sought.  NOTE While seeking for professional medical advice, the affected part can be treated with calcium gluconate gel (HF antidote gel) as a remedy after washing for fluoride acid on skin.  **B.3.3 Irritation of the eyes**  In case of signs of eyes irritation, the personnel evacuate the area. Irrigation of the eye or eyes is carried out immediately and continued until a medical professional advises the patient to stop.  **B.3.4 Breathing difficulty**  All personnel should immediately evacuate the affected area and move into the fresh air. Contaminated clothing on a person with breathing difficulties should be removed and this person covered with a blanket and kept still and under continuous observation. Emergency medical assistance shall be summoned without delay. If the patient stops breathing, artificial respiration must be immediately commenced by trained and qualified personnel.  **Annex C**  (informative)  **Training and certification**  **C.1 General**  By the nature of the technology used for electric power equipment utilising SF6, operational safety and environmental aspects are intrinsically and tightly coupled together and therefore should be treated at the same time.  The following clauses are focused on training performed to assure that operational safety requirements and environmental aspects are met concerning electric power equipment utilising SF6.  Work on electric power equipment involving gas handling (e.g. development, manufacturing, testing, erection, commissioning, maintenance, repair, service, and dismantling at the end-of-life) is performed either by certified personnel or under the supervision of certified personnel. For the personnel involved, training is of the utmost importance. Training can be done in different locations (e.g. special training centre of the user, in the factory or on site during erection, commissioning and maintenance of installed equipment).  Given the specific nature of the electric industry and equipment, safety and continuity of service are very important. With the exception of the general training module (module A - awareness, see C.2.2), the scope of the training is related to a specific design (e.g. high-voltage live tank circuit-breaker, medium-voltage switchgear, high-voltage gas insulated switchgear) and different designs require different training to be certified.  In all cases, the training should be based on local regulations, operating instruction manuals of the equipment, instrument datasheets, international standards, and CIGRE brochures.  **C.2 Example of training modules**  **C.2.1 General**  With respect to the different pressure systems according to definitions given in 2.11 and 2.12, the individual training programme and its composition of modules should be chosen accordingly considering the fact that sealed pressure systems, by definition, do not require gas handling for maintenance during their entire operating life.  Workers handling SF6 shall be familiar with safety, legal and environmental aspects, the properties of the gas, the gas handling tools and equipment, and procedures to assure the continuity of service and minimise SF6 emissions.  The training is organised in modules with the intention of satisfying the needs given by the kind of work to be performed on the electric power equipment. They are:   * Module A: Awareness: * Module B1: Maintenance not implying gas recovery: * Module B2: Installation and commissioning: * Module C1: Maintenance or repair implying gas recovery (e.g. extension during the operating life included): * Module C2: Decommissioning of electric power equipment at the end-of-life.   The modules are described in a detailed manner in the following subclauses.  **C.2.2 Module A-Awareness**  This module provides the basic level of training required and applies to all functions involved, particularly for:   * companies' staff being entrusted by their management with the responsibility for processes and related own or third parties' personnel operating SF6 filled equipment, independently from the question whether SF6 handling is involved or not: * all personnel working with SF6 filled equipment, independently from the question whether SF6 handling is involved or not.   No prerequisites are requested for attending the training.  All personnel working in the proximity to SF6 filled equipment should be made aware according to the general safety rules given in B.1.  The training covers the following aspects:   * basic knowledge of relevant environmental issues (e.g. climate change. Kyoto Protocol. Global Warming Potential, see Annex F); * environmental relevance of SF6 emissions and mitigation approaches [19]:1 * physical, chemical and environmental characteristics of SF6 (see Annex E); * use of SF6 in electric power equipment; * existence of local regulations and international standards: * personnel safety and first aid (e.g. local regulations, emergency plans and instructions in case of e.g. asphyxiation, internal arc fault), (see Annex B); * SF6 handling, hazards and health characteristics (see E.5) * design of electric power equipment (properties and application/functionality).   **C.2.3 Module B1 - Maintenance not implying gas recovery**  This module provides the first intermediate level of training required for personnel who are requested to:   * check the SF6 quality on-site; * perform a SF6 re-filling operation.   Personnel should hold a module A certificate to be eligible for module B1 training. Alternatively, a combined training session covering both modules A and B1 is acceptable.  The training covers the following aspects:   * existence of local regulations and international standards in relation to the tasks: * SF6 quality according to lEC 60376 (technical grade SF6) and lEC 60480 (SF6 for reuse): * the Instruction Manuals given by the Original Equipment Manufacturer in relation to the tasks: * personnel safety and first aid (e.g. safety equipment required for personal protection), (see Annex B): * types of SF6 filled compartments (see 2.9. 2.10. 2.11. and 2.12); * instruments and procedures for checking the SF6 quality (see 4.2 and D.4): * procedures for re-filling of closed pressure systems (see 4.1 and Annex D); * leak detection methods and repair techniques: * categories for SF6 reclaim and reuse (see 2.13. 2.14. 2.15. 2.16. 2.17. 2.18. 2.19. and 2.20): * storage and transportation of SF6 (see Annex A): * monitoring of SF6 gas and appropriate recording of data related to local environmental obligations.   **C.2.4 Module B2-Installation and commissioning**  This module provides the second intermediate level of training required for personnel who install and commission electric power equipment on-site.  Personnel should hold a module B1 certificate to be eligible for module B2 training. Alternatively, a combined training session covering both modules A. B1 and B2 is acceptable.  The training covers the following aspects:   * existence of local regulations and international standards in relation to the tasks: * the instruction manuals given by the Original Equipment Manufacturer in relation to the tasks: * personnel safety and first aid (e.g. working on open gas compartments in relation to the task) (see Annex B); * procedures for air evacuation and SF6 filling (see 3.2): * procedures for topping-up with SF6 (see 3.3): * procedures for recovery and reclaim of non-arced SF6 (see 5.2): * SF6 handling equipment in relation to the tasks (see Annex D).   **C.2.5 Module C1 - Maintenance or repair implying gas recovery**  This module provides the first advanced level of training required for personnel who are requested to:   * perform maintenance or repair of electric power equipment utilising SF6, including gas recovery, reclaim as well as appropriate handling of by-products; * provide further extension of the electric power equipment during its operating life.   Personnel should hold a module B1 certificate to be eligible for module C1 training. Alternatively, a combined training session covering both modules A. B1 and C1 is acceptable. Module B2 can be added as an option.  The training covers the following aspects:   * existence of local regulations and international standards in relation to the tasks; * the instruction manuals given by the Original Equipment Manufacturer in relation to the tasks; * personnel safety and first aid (e.g. safety equipment required for personal protection, working on open gas compartments in relation to the task, neutralising and handling of by-products); * procedures for entering the switchgear room in case of abnormal release of SF6 due to fire or internal arc fault (see B.2); * procedures for recovery and reclaim of normally and heavily arced SF6 (see 5.3); * SF6 handling equipment in relation to the task (see Annex D); * procedures for handling, neutralisation and removal of by-products (see B.1.3); * handling of safety equipment and tools which have been in contact with solid by-products (see B.1.3).   **C.2.6 Module C2 - Decommissioning of electric power equipment at the end-of-life**  This module provides the second advanced level of training required for personnel who are requested to decommission the electric power equipment at the end-of-life.  Personnel should hold a module C1 certificate to be eligible for module C2 training. Alternatively, a combined training session covering both modules A, B1, C1 and C2 is acceptable. Module B2 can be added as an option.  The training covers the following aspects:   * existence of local regulations and international standards in relation to the tasks; * the Instruction Manuals given by the Original Equipment Manufacturer in relation to the tasks; * transportation of the power electric equipment to the dismantling site, if applicable (see A.4); * dismantling of equipment and part sorting (see Clause 6); * instructions given by the Original Equipment Manufacturer on the use of tight drilling systems for recovery SF6 from the electric power equipment, if applicable.   **C.3 Certification**  Successful completion of training leads to in-house certification, where "in-house certification”, means a certificate of competence or other written confirmation issued by an employer to such of his own employees or external persons who have satisfactorily completed a course of training, relating to relevant work. Theoretical and practical examination sessions are performed to prove the skill and the ability gained. However, any certification required by local regulations takes priority over the present Standard.  Records should be retained so as to:   * record the date on which the training was completed and the training content: * identify which task and equipment design personnel have been certified for (e.g. SF6 recovery): * restrict task performance (e.g. SF6 recovery for a certain design) to the personnel who have been certified for (e.g. modules C1 and C2): * sustain a high level of expertise.   **Annex D**  (informative)  **Description of SF6 Handling Equipment**  **D.1 General**  This annex gives information about minimum functionality and performance criteria for SF6 handling equipment and specific components.  **D.2 Reclaimer**  **D.2.1 General**  The appropriate type and size of the reclaimer should be chosen according to the SF6 quantity to be handled. Figure D.1 shows the basic functional scheme of a general purpose reclaimer. The typical functions of a standard reclaimer are as follows:   * evacuation of air from the gas compartment; * filling of SF6 in the gas compartment; * recovery of SF§ from the gas-filled compartment; * storage and filtering of SF6: * flooding of the gas compartment with ambient air; * cylinder to cylinder (or storage tank) transfer. |
|  | | |
| **D.1-р зураг - Ерөнхий зориулалттай сэргээх төхөөрөмж**  **D.2.2 Гадаад урьдчилсан шүүлтүүрүүд**  Хэрэглэсэн SF6 хийгсэргээхэд гадаад урьдчилсан шүүлтүүр шаардлагатай. Хийн урвалаас үүссэн дайвар бүтээгдэхүүн хүчлийн найрлагатай учраас хий хадгалах баллон ба сэргээх төхөөрөмжийг гэмтээж магадгүй юм. Гадаад урьдчилсан шүүлтүүрийн төхөөрөмжид тавигдах шаардлага нь сэргээх төхөөрөмжид суурилуулсан шүүлтүүрийн төхөөрөмжтэй ижил боловч багтаамжийн хувьд илүү байна. Хэрэв SF6 хийд тосны хольц орж бохирдсон байх магадлалтай бол (давхар даралтын таслуураас эсвэл хийн тусгаарлах хэсгээс хий гаргаж авах) урьдчилан идэвхтэй нүүрсэн шүүлтүүр хэрэглэж дараа нь төхөөрөмжийг ашиглахыг зөвлөж байна.  Зөвлөмж болгож буй үндсэн үзүүлэлтүүд:   * 10µm-аас бага хэмжээний нүхтэй шүүлтүүр (урсгалын эсэргүүцэл бага) * чийгийн үлдэгдэл 200 мкл/л-аас бага * хийн урвалаас үүсэх дайвар бүтээгдэхүүний үлдэгдэл 200 мкл/л-аас бага   **D.2.3 Шүүлтүүр**  **D.2.3.1 Ерөнхий зүйл**  SF6 хийг баллонд хадгалахаас өмнө хийн урвалаас үүсэх дайвар бүтээгдэхүүн, чийг, хатуу хэсгүүд болон тосны үлдэгдлийг цэвэрлэхэд шүүлтүүр шаардлагатай бөгөөд ингэснээр хийг дахин ашиглах боломжтой. Эдгээр шүүлтүүрүүд нь сэргээх төхөөрөмжид суурилагдана.  D.1-р хүснэгтэд SF6 хийг сэргээх үед ашиглагдах түгээмэл шүүлтүүрийн төрлийг үзүүлсэн.  **D.1-р хүснэгт - SF6 хийг сэргээх үед ашиглагдах нийтлэг шүүлтүүрийн төрөл** | | **Figure D.1-General purpose reclaimer**  **D.2.2 External pre-filters**  An external pre-filter is required to recover used SF6. The reactive gaseous by-products are acid compounds and could damage the reclaimer or the gas storage container. The requirements of the pre-filtering unit are basically the same as those of the filtering units installed in the general purpose reclaimer, butthe pre-filtering capacity could be considerably higher. If potential oil contamination of the SF6 is expected (recovering gas from a dual pressure circuit breaker or due to an accidentally contaminated gas compartment) the use of an activated charcoal pre-filter unit is recommended.  Recommended major characteristics are:   * pore size lower than 10 μm (low through-flow resistance); * residual moisture lowerthan 200 μl/l; * residual reactive gaseous by-products lowerthan 200 μl/l.   **D.2.3 Filters**  **D.2.3.1 General**  Filters are required to remove reactive gaseous by-products, moisture and solid particles or oil droplets before storing SF6 in a container, hence allowing for its reuse. These filters are installed in the reclaimer.  Table D.1 shows typical filter types used during SF6 reclaim.  **Table D.1-Typical filter types used during SF6 reclaim.** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Шүүлтүүрийн төрөл** | **Үүрэг** | **Үндсэн үзүүлэлтүүд** | | Жижиг хэсгийн шүүлтүүр | Хатуу дайвар бүтээгдэхүүн болон сэргээх төхөөрөмжийн дотор байгаа жижиг хэсгүүдийг шүүх | 1µm –ээс бага хэмжээтэй нүхтэй | | Хуурай шүүлтүүр | Чийг ба хийн урвалаас үүсэх дайвар бүтээгдэхүүнийг шүүх | үлдэгдэл чийг 100 µm–аас бага үлдэгдэл SO2+SOF2 нь 12 µ–ээс бага  жижиг хэсгийг тогтоох чадвар | | Тосны шүүлтүүр | Шаардлагатай бол тосыг шүүх | Идэвхтэй модны нүүрсэн тусгай шүүлтүүр |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Filter type** | **Tasks** | **Major characteristics** | | Particle filter | Removes solid by-products and other particles at the reclaimer inlet. | Pore size lower than 1 μm. | | Dry filter | Removes reactive gaseous by-products and moisture. | Residual moisture lower than 100 μl/l.  Residual SO2+SOF2 lower than 12 μl/l.  Particle retention ability. | | Oil filter | Removes oil when required. | Special filter utillising active charcoal. | | | |
| **D.2.3.2 Жижиг хэсгийн шүүлтүүр**  Сэлгэн залгах ажиллагааны үед үүсдэг зарим хатуу дайвар бүтээгдэхүүн нь нарийн ширхэгтэй хатуу хэсгүүдээс (жишээ нь металл үртэс, хатуу дайвар бүтээгдэхүүн) бүрдэнэ. Жижиг хэсгийн шүүлтүүрийн дотор тал нь 1μm-ээс их хэмжээтэй жижиг хэсгийг шүүж чадах цаас буюу барьцалдуулсан даавуун материалаас бүрдэнэ. Сэргээх төхөөрөмжийн хэсгүүд, хий хадгалах баллоныг хамгаалахын тулд ширхэгтийн шүүлтүүрийг сэргээх төхөөрөмжийн оролт дээр болон гаралтын өмнө голдуу суурилуулна.  **D.2.3.3 Хуурай шүүлтүүр**  Хийн урвалаас үүсэх дайвар бүтээгдэхүүн ба чийгийг шингээхэд тохиромжтой шүүлтүүр. Энэ шүүлтүүр нь гол төлөв жижиг хэсгийн шүүлтүүртэй хослуулан ашиглагддаг. 0,5 нанометрээс бага нүхтэй молекул торыг ашиглана. Тухайн нөхцөлд үүнээс том нүхтэй шүүлтүүр хэрэглэсэн тохиолдолд термодинамик халуун хүйтний урвалаар шүүлтүүрт хэт халалт үүснэ.  Хийн урвалаас үүсэх дайвар бүтээгдэхүүнтэй урвалд орох үедээ SF6 хийнээс салгаж авахад хүндрэлтэй CO2 үүсгэдэг учраас содын шохойг (NaCO3) SF6 хийн шүүлтүүрийн материалд хэрэглэж болохгүй.  **D.2.3.4 Тосны шүүлтүүр**  Хэрэв тосоор тослогдсон машин ашиглаж байгаа, эсвэл SF6 хий бүхий цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжид тосон хөндийрүүлэгтэй бүрэлдэхүүн хэсэг орсон бол SF6 хийн мөчлөгт тос баригчийг оруулж өгөх хэрэгтэй. Тосны тархцаас сэргийлэх зорилгоор тосыг хэд хэдэн үе шаттайгаар зайлуулна.  Тайлбар: тос бохирдох эрсдэлийг бууруулахын тулд тосон тосолгоотой тоног төхөөрөмж хэрэглэхийг зөвлөдөггүй. Туршлагаас харахад ийм тоног төхөөрөмж дээрх тос ялгах шүүлтүүрийн засвар үйлчилгээ, үр нөлөөгүй байдал нь тос бохирдох эрсдэлийг боломжгүй их болгодог.  **D.2.4 Вакуум насос**  Вакуум насос нь хийн тусгаарлах хэсэг/баллон/дээжийн савнаас агаар болон N2 хийг шилжүүлэхэд ашиглах ба SF6 хийг бусад хийтэй холилдохоос сэргийлэх ёстой.  Вакуум насосын оролт дээрх үлдэгдэл даралт 100 Па-аас бага байна. Хийн тусгаарлах хэсэгт вакуум үүсэх үеийг хурдасгахын тулд оролт дээрээ 10 Па-аас бага даралттай вакуум насос ашиглахыг нь зүйтэй.  Вакуум насос нь даралтын манометрээр (даралт заагч) тоноглогдсон байна. Манометрийн нарийвчлал нь хамгийн багадаа 1 кПа-аас бага байна (зөвлөмж болгож буй хэсжээ нь 10 Па-аас бага байх). Хийн төрлөөс хамаарахгүй вакуум насос ашиглахыг зөвлөдөг. Дулааны вакуум мэдрэгч нь хийн төрлөөс хамаардаг бөгөөд SF6 хийний ууртай янз бүрээр урвалд орж, вакуум орчныг хуурамч заалт гаргадаг учраас хэрэглэхийг зөвлөдөггүй.  Хийн тусгаарлах хэсэг болон вакуум насосын хоорондох холболтыг хаах зориулалттай хаалтыг ашиглахыг зөвлөдөг. Хийн тусгаарлах хэсэгт тос тархаахгүйн тулд вакуум насос зогссоны дараа уг хаалт нь автоматаар хаагдаж байх хэрэгтэй.  Вакуум насосын хүчин чадал нь хийн тусгаарлах хэсгийн хэмжээ болон вакуум үүсэх хугацаатай тохирч байх ёстой. Холбох хоолойн диаметр нь чухал ач холбогдолтой. 1000 л-ийн эзлэхүүнтэй хийн тусгаарлах хэсгийн хувьд холбогдох хоолойн диаметр 20 мм байхыг зөвлөмж болгодог. Хэрэв бага диаметртэй хоолой ашиглавал вакуум үүсгэх үйл явц нэлээд уртсаж, илүү өндөр хүчин чадлаар нь вакуум насосыг ашиглан ажиллуулах боломжгүй болдог.  **D.2.5 Үндсэн болон нэмэлт компрессор**  Хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсгийн SF6 хийн даралт нь хий хадгалах баллоны даралтаас өндөр байвал хийн шууд тэлэлт болох нь илүү хурдан байдаг. Бусад үед хийг сэргээхэд компрессор шаардлагатай. Хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсгийн даралт маш өргөн хүрээнд өөрчлөгдөж болох дараах тохиолдолд давхар/хос компрессорын системийг ашиглах нь зүйтэй.   * үндсэн компрессор нь ихэвчлэн поршинт төрлийн компрессорууд байх ба хийн оролтын даралт ойролцоогоор 100 кПа (ихэвчлэн 50 кПа-аас их) ба хий хадгалах баллоны даралтын хооронд ажиллана. * нэмэлт компрессор, шаардлагатай үед цуваа холбогдох бөгөөд хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсгийн даралт болон үндсэн компрессорын оролтын даралт хооронд ажиллана.   ТАЙЛБАР 1 Бүх төрлийн поршинт компрессоруудыг ашиглах ба гэсэн хэдий ч тосны бохирдлыг арилгахын тулд хуурай компрессорыг ашиглахыг илүү дээр гэж үздэг. Орчин үеийн компрессоруудын оролтын хэсэгт даралт нь 100 Па байх боломжтой.  ТАЙЛБАР 2 2,5 МПа гаралтын хэвийн даралттай компрессор нь SF6 хийг хий хэлбэрээр нь хадгалахад хангалттай (5 МПа даралтыг зөвлөмж болгодог). SF6 хийг хурдан шилжүүлэхийн тулд нэмэлт хөргөлтийн төхөөрөмжийг ашиглаж болно.  **D.2.6 Гадаад болон дотоод хий хадгалах баллон**  Худалдаалагдаж буй даралт даах савнууд болон хэрэглэсэн SF6 хийг хадгалах тусгай баллонууд нь хийг хадгалахад тохиромжтой. Баллон нь зөөврийн, байнгын эсвэл сэргээх тоног төхөөрөмжид суурилагдсан байна. Зөвхөн хэрэглэсэн SF6 хийг хадгалах, тээвэрлэх тусгай зөвшөөрөгдсөн баллоныг ашиглана. Хадгалах баллоны хамгийн их даралт нь компрессорын гаралтын даралтад тохирох ёстой. Даралт даах баллоныг ажиллуулахдаа бүс нутгийн зохицуулалтыг мөрдөнө. Шингэн SF6 хийг хадгалах баллоны хувьд 5 МПа нэрлэсэн даралттай хадгална.  **D.2.7 Ууршуулагч ба хий хадгалах баллоны халаагуур**  Хэрэв шингэн хэлбэрт хадгалагдаж буй SF6 хийг хий болгон ашиглах тохиолдолд дулааны алдагдлаас баллоны гадаргууд бий болсон дулаан алдагдлыг багасгах зорилгоор баллоныг хөргөнө. Үүнийг баллоны их бие дээр харагдах шугам/ цагаригаас харж болно. Их эзлэхүүнтэй баллоныг хурдтай дүүргэхийн тулд сэргээх төхөөрөмжийн хадгалах сав нь шингэн SF6 хийг гаргах хийц загвартай байх ба энэ нь уг хийг ууршуулагч дотор ууршуулна. Тэр ууршуулагч нь хийн тусгаарлах хэсэгт шингэн оруулахгүй байх хийц загвартай байх ёстой.  Хий хадгалах баллоны халаагуур нь гэнэтийн хэт халалт үүсгэхгүй ба 60 °С-аас дээш халахаас сэргийлсэн хийцтэй байх ёстой.  **D.2.8 Хийн хоолой болон холболтууд**  Хийн хоолой болон холболтууд нь зэврэлт болон хийн алдагдал үүсгэхээргүй байна. Энэ зорилгоор зэс, гууль, эсвэл зэвэрдэггүй ган ашиглаж болно. Хийн хоолой болон холболтуудын загварыг загварчлахдаа чичиргээг тооцох шаардлагатай бөгөөд ингэснээр ажиллагааны туршид холбох хэрэгслийг дахин хийх шаардлагагүй.  **D.2.9 Хяналтын багаж хэрэгслүүд**  Хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсэг дэх хийн даралт, вакумын түвшин, хийн температур зэрэг үзүүлэлтийг харуулах хяналтын хэрэгслээр хангагдсан байна. Тэдгээр нь ерөнхий зориулалтын сэргээх төхөөрөмжийн ажиллагааг эхлүүлэх үед ажиглаж болохуйц байрлалд тавигдсан байна. Хяналтын хэрэгслүүдийн алдаа болон нарийвчлал нь аюулгүй ажиллагааны нөхцөлийг хадгалахад хангалттай байх ёстой.  **D.2.10 Аюулгүй ажиллагааны хавхалга**  SF6 хийн циклд ашиглаж буй аюулгүй ажиллагааны хавхалгыг даралтыг бууруулах зорилгоор ашигладаг. Бүс нутгийн аюулгүй ажиллагааны зохицуулалтуудыг мөрдөнө. Аюулгүй ажиллагааны хавхалгыг SF6 хийг агаар мандалд алдагдахаас сэргийлэхэд ашиглагдана.  **D.3 Уян хоолойн холболтууд**  Хийн тусгаарлах хэсэг, хийн баллон хий сэргээх төхөөрөмжүүд нь уян хоолойгоор холбогдоно. Хийн бохирдлыг зөвшөөрөгдөх хэмжээний дагуу бууруулахын тулд хоолойн доторх агаар болон бусад хийн нэгдлүүд байхаас сэргийлэх арга хэмжээг авах ёстой. Энэ зорилгоор вакуум баригч ба өөрөө хаагддаг (буцаахгүй клапан) хоолойн холболтууд шаардлагатай. Синтетик резин, эсвэл уян хатан зэвэрдэггүй гангаар ихэвчлэх хийгдсэн, вакуум, нэвчилтийг тэсвэрлэх чадвартай тохирох хоолой шаардлагатай.  **D.4 Хийн хэмжилтэд зориулагдсан зөөврийн төхөөрөмжүүд**  **D.4.1 Ерөнхий зүйл**  D.2-р хүснэгтэд ажиллагааны температур, хэмжих утгын хязгаар, хамгийн бага нарийвчлалыг багтаасан хийн хэмжилтийн төхөөрөмжийн тоймыг үзүүлэв. Эдгээр хэмжигдэхүүн нь ихэвчлэн хийн хэмжилтэд зориулагдсан зөөврийн тоног төхөөрөмжийн техникийн өгөгдлийн хуудсанд үйлдвэрлэгчээс өгөгдөнө.  **D.2-р хүснэгт - Хий холих төхөөрөмж** | | **D.2.3.2 Particle filter**  Some by-products, which are generated during switching operations, are made up of fine solid particles (e.g. metal particles, solid by-products). The inner side of the particle filter consists of paper or suitable bonded fabric able to retain the particles in a range higher than 1 μm. Normally, the particle filter is installed at the inlet and upstream from the outlet of the reclaimer to protect parts of the reclaimer as well as the gas storage container.  **D.2.3.3 Dry filter**  Appropriate filters can adsorb moisture and reactive gaseous by-products. They are mainly used in combination with the particle filter. Molecular sieves with a pore size smaller than 0.5 nm are used. In case of a bigger pore size is used, under certain conditions, thermodynamic exothermal reactions can occur resulting in severe filter overheating.  Soda lime (NaCO3) should not be used as a filter material for SF6 as, upon contact with certain reactive gaseous by-products, produces CO2, which is difficult to remove from SF6.  **D.2.3.4 Oil filter**  An oil trap should be inserted in the SF6 cycle if an oil-lubricated machine is used or if an oil-insulated electric component is included in the electric power equipment utilising SF6. The oil removal is achieved in several steps to avoid diffusion of the oil.  NOTE In order to minimize the risk of oil contamination, the use of oil-lubricated equipment is not recommended. Experience has shown that the maintenance and ineffectiveness of the oil separating filters on such equipment make the risk ofoil contamination unacceptably high.  **D.2.4 Vacuum pump**  The vacuum pump is used to evacuate the gas compartment/container/sample cylinders from gases different from SF6, typically air or N2 to avoid SF6 to be mixed with other gases.  The residual pressure at the inlet of the vacuum pump should be lower than 100 Pa. In order to speed up evacuation of gas compartments, the use of vacuum pumps with a residual pressure at the inlet lower than 10 Pa is recommended.  The vacuum pump is equipped with a vacuum pressure gauge. The resolution of the vacuum pressure gauge should be at least lower than 1 kPa (recommended value is lower than 10 Pa). Vacuum gauges independent of the gas type are generally recommended. Thermal vacuum sensors are dependent on the gas type and are not recommended as they react with SF6 - vapours in different ways giving a false vacuum reading.  A valve is recommended to shut off the connection between the gas compartment and the vacuum pump. The valve should close automatically after having turned off the vacuum pump to avoid oil diffusion into the gas compartment.  The capacity of the vacuum pump should be suitable for the volume of the gas compartment and the evacuation time. The connecting diameter is also of great importance. For a gas compartment with a volume of 1 000 I, a connecting diameter of 20 mm is recommended. If smaller diameters are used, the evacuation process is considerably extended and can hardly be improved by the use of a vacuum pump with higher capacity.  **D.2.5 Main and auxiliary compressors**  When the SF6 pressure in the gas-filled compartment is higher than the pressure in the storage container, it is quicker to allow direct gas expansion. In all other cases, a compressor is required to recover the gas. As the pressure in the gas-filled compartment may vary within a very wide range, a dual compressor system should be used:   * the main compressor, usually employing a piston type compressor, which operates between a gas inlet pressure about 100 kPa (typically higher than 50 kPa) and the pressure in the gas storage container; * the auxiliary compressor, connected in series when needed, operates between the pressure in the gas-filled compartment and the pressure at the inlet of the main compressor.   NOTE 1 Almost all kinds of piston type compressors can be used, however those which are dry-running are preferred to eliminate the possibility of oil contamination. State-of-the-art compressors can achieve 100 Pa pressure at the inlet.  NOTE 2 A 2.5 MPa rated outlet pressure of the compressor is sufficient to store SF6 in a gaseous form (5 MPa pressure is recommended). An additional cooling device can be used to speed up SF6 recovery.  **D.2.6 External and internal gas storage containers**  Commercial pressure vessels or special storage containers for used SF6 are available as gas storage containers. They are mobile, stationary or installed in the reclaimer. Only specially approved containers for storage and transportation of used SF6 are allowed. The maximum pressure of the storage container should be suitable for the final pressure of the compressor.  The local regulations for the operation of pressure vessels are to be observed. For storage containers with liquid SF6 storage a nominal pressure of 5 MPa is used.  **D.2.7 Evaporator and gas storage container heater**  If SF6 is stored in liquid form and used as a gas, thermal losses due to evaporating inside the container can cause SF6 to cool itself to a temperature where it will no longer evaporate. This can usually be observed by a visible frost ring / line on the tank. In order to fill large volumes rapidly, the reclaimers storage vessel(s) should be designed to extract liquid SF6 that is then vaporized inside an evaporator. The evaporator is designed so that no liquid can reach the gas compartment.  The gas storage container heaters are designed to avoid accidental overheating and not exceeding 60 °C gas temperature.  **D.2.8 Gas piping and pipe junctions**  Gas piping and pipe junctions should be designed to avoid leaks and corrosion. For that purpose, copper and brass or stainless steel can be used. The design of both piping and junctions should take vibration into account so that periodical operations such as re-tightening of fittings are not required.  **D.2.9 Control instruments**  Control gauges should be provided to show the gas pressure in the gas-filled compartment, the vacuum level, the gas temperature, etc. They should be placed in a position so that they can be observed when initiating operations of the general purpose reclaimer. Accuracy and resolution of the gauges should be adequate to allow preservation of safe operating conditions.  **D.2.10 Safety valves**  Safety valves are used in the SF6 cycle for pressure relief. Local safety regulations are followed. Safety valves, which do not directly release SF6 to the atmosphere, should be used.  **D.3 Flexible hose connections**  The reclaimer, the gas storage container and the gas compartment are connected via flexible hose connections. Particular care should be exercised to avoid the presence of air or other compounds inside the hoses in order to reduce the possibility of contaminating the gas. For this reason, hose connections with both self-closing and vacuum tight couplings are required. Suitable hoses, typically made of synthetic rubber or flexible stainless steel, able to withstand vacuum and permeation are required.  **D.4 Portable devices for gas measurement**  **D.4.1 General**  Table D.2 gives a survey on gas measuring devices including recommended values for range, operating temperature and minimum accuracy. Those quantities are typically declared by the manufacturer of portable devices for gas measurement in the technical datasheet.  **Table D.2-Gas measuring devices** |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Төхөөрөмж** | **Хэмжилт** | **Хэмжих хязгаар** | **Ажиллагааны температур** | **Хамгийн бага нарийвчлал** | | Шүүдэрлэх цэгийн хэмжүүр | Чийгшил | Шүүдэрлэх цэг -50 °C –аас 0 °C | -10 °C -аас 40 °C | ±2°С | | SF6 хийн агуулгын хэмжүүр | SF6 хийн хувь SF6/N2ба SF6/агаар  SF6 хийн хувь SF6/CF4 | 0 мл-ээс 1000 мл хүртэл | -20 °C -аас 40 °C | ±10 мл/л  ±20 мл/л | | Идэвхтэй хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүний шинжлүүр | Дайвар бүтээгдэхүүнүүд Жишээ нь: SO2 тосон манан/өнгөр/ | 1 мл/л-ээс 25 мл/л  0.16 мл/л -ээс 1,6 мл/л | -10 °C -аас 40 °C | бүх хязгаарын ±15% | | SF6 хийн даралтын хэмжүүр | Даралт | 0 МПа-аас 1МПа | -20 °C -аас 40 °C | ±10 кПа | | Термометр | Температур | -25 °C -аас 70 °C | -25 °C -аас 70 °C | ±1°С |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Device** | **Measurement** | **Range** | **Operating temperature** | **Minimum accuracy** | | Dew point meter | Moisture | Dew point  -50 °C to 0 °C | -10 °C to 40 °C | ± 2 °C | | SF6 percentage measuring | SF6 percentage SF6 /N2 or SF6 /air  SF6 percentage SF6/CF4 | 0 ml/to 1 000 ml/l | -20 °C to 40 °C | ±10 ml/l  ±20 ml/l | | Analysers of reactive gaseous by-products | By-productsas e.g.SO2  Oil mist | 1μl/l to 25 μl/l  0.16 μl/l tp  1.6 μl/l | -10 °C to 40 °C | ±15% of the full range | | SF6 pressure gauge | Pressure | 0 MPa to 1 MPa | -20 °C to 40 °C | ± 10 kPa | | Thermometer | Temperature | -25 °C to 70 °C | -25 °C to 70 °C | ± 1 °C | | | |
| Хийн хэмжилтийг уламжлал ёсоор 20 °C-д тэмдэглэж, мэдээлдэг. Үүнээс өөр температурт хэмжилтүүдэд зохих залруулгыг оруулах хэрэгтэй.  Хийн чанарын хэмжилт нь лабораторийн нөхцөлд болон ажлын талбайд хийгддэг. Ажлын талбайд хэмжилт хийхэд ашигладаг ихэнх нийтлэг зөөврийн хэмжүүрүүд нь дараах нөхцөлүүдэд ашигладаг:   * хий дэх чийгийн агууламж/найрлага * SF6 хийн дундаж/инертийн хийн тоо хэмжээ * үлдэгдэл хүчиллэг үүсгэж буй урвалд ордог хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүний нийт тоо хэмжээ.   Хамгийн сүүлийн үеийн тоног төхөөрөмжүүд нь бохирдлын бүх параметрийг нэг төхөөрөмж ашиглаж, зөвхөн нэг дээжид үндэслэн нэгэн зэрэг хэмжих чадвартай болсон ба мөн түүнчлэн SF6 хийг тусгаарлах хэсэгт буцааж шахдаг.  **D.4.2 Шүүдэрлэх цэгийн хэмжүүр**  Төрөл бүрийн хэмжилтийн хэмжүүрүүд болон хэмжилтийн зарчмуудаар чийгийг найрлагыг хэмждэг. Гэсэн хэдий ч шүүдэрлэх цэгийн хэмжүүр нь энэ зорилгоор ашиглагдаж буй хамгийн нийтлэг зөөврийн төхөөрөмж юм. Хийн шүүдэрлэх цэгийг хэмжүүрийн хэмжилтийн төхөөрөмж нь °C-ээр илэрхийлэгдэх ба үүнийг мг/кг-нэгжээр илэрхийлэгдэх жингийн концентрацад хөрвүүлж болно.  Дараах шинж чанарууд шаардагдана:   * тосны ул мөр болон идэмхий хийд тэсвэртэй мэдрэгч * өөрөө битүүмжлэгдэх хавхлагын холболт бүхий нэвчилтэд тэсвэртэй хоолой; * зэвэрдэггүй ган хоолой болон холбох хэрэгсэл нь гидрофобик (усанд тэсвэртэй) материалаар хийгдсэн (жишээ нь: PTFE- политетрафлюроэтил материал) холбох хэрэгсэл * шалгалт тохируулгатай, эсвэл ажлын талбайд шалгалт тохируулга хийх чадвартай * байгаль орчинд SF6 хийн алдагдалгүй байх (жижиг компрессороор хийг дахин дүүргэх, хоосон баллоныг ашиглах гэх мэт) * нэг хэмжилтэд 6 г-аас бага хий ашиглах * хэмжилт унших дундаж хугацаа 5 минутаас багагүй.   **D.4.3 SF6 хийн агуулгыг хэмжих төхөөрөмж**  SF6 хийн агуулгыг тодорхойлоход дууны хурдыг, эсвэл бүхий дулаан дамжуулах чадварыг SF6 хийн холимгийг цэвэр SF6 хийтэй харьцуулдаг төхөөрөмжийг ашиглана. Дууны хурдад суурилагдсан систем нь хурдан (хариу үзүүлэх хугацаа 1 минутаас бага) бөгөөд дахин шалгалт тохируулга хийх шаардлагагүй, хамгийн бага хий хэрэглэдэг. SF6 хийн агуулга нь эзлэхүүний %/хувиар илэрхийлэгдэнэ. Ихэвчлэн SF6 хийн ба азотын эсвэл агаарын холимгоор, мөн SF6/CF4-ийн холимгоор шалгалт тохируулга хийгдэнэ.  Зайлшгүй шаардлагатай үзүүлэлтүүд:   * байгаль орчинд SF6 хийн алдагдалгүй байх (жижиг компрессороор хийг дахин дүүргэх болон хоосон баллоныг ашиглах гэх мэт) * хэмжилт тус бүрд 3 граммаас бага хий хэрэглэх   Урвалд ордоггүй хийн агууламжийг хэмжээд (хүчилтөрөгчийн мэдрэгч зэрэг), дараа нь SF6 хийн эзлэхүүнийг % хувиар тооцох хэмжилтийн төхөөрөмжийг N2 болон CF4 гэх мэт өөр төрлийн идэвхгүй хий байж болзошгүй тул ашиглах хэрэггүй.  **D.4.4 Идэвхтэй хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүнд дүгнэлт хийх**  Идэвхтэй хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүнийг турших янз бүрийн аргууд байдаг. Нийтлэг бөгөөд зөвлөмж болгодог арга нь SF6 хийд SO2 хийн түвшнийг тодорхойлох туршилт болно. Эдгээр туршилтыг хийн урвалын хоолой ашиглаж (хэрэв SO2 хий агуулсан SFe-ийг урвалын хоолойгоор дамжуулбал уг хоолойн анхны өнгө нь өөрчлөгддөг), эсвэл цахилгаан химийн мэдрэгч ашиглаж гүйцэтгэж болно. Цахилгаан химийн мэдрэгч, түүнчлэн SO2 хийн урвалын хоолойн нь SOF2 хийд ү мэдрэмтгий байдаг.Зайлшгүй шаардлагатай үзүүлэлтүүд:   * SO2 ба SOF2 хийг мэдрэх чанар; * идэвхтэй хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүнд тэсвэртэй хоолойг холбох, өөрөө битүүмжлэгдэх хавхлагын холболтыг ашиглах; * байгаль орчинд SF6 хийн алдагдалгүй байх (жижиг компрессороор хийг дахин дүүргэх болон хоосон баллоныг ашиглах гэх мэт) * хэмжилт тус бүрд ~6 граммаас бага хий хэрэглэх   HF нь металл гадаргуутай маш хурдан урвалд орж металл фторидын давхарга үүсгэдэг учраас HF хийнд мэдрэмтгий урвалын хоолой ашиглахгүй байх нь зүйтэй.  **D.5 SF6 хийн зөөврийн детектор**  SF6 хийд зориулсан зөөврийн детекторууд нь гурван төрөлтэй:   * Нэг өнгийн хэт улаан гэрлээр гэрэлтүүлэх үед SF6 хийнээс ялгарах молекулын даралтын долгион дээр үндэслэгдсэн фото дууны долгионы детектор. Тусгайлсан микрофонууд нь шингээгдсэн энергитэй шууд порпорциональ байдаг дууны дохиог илрүүлнэ. Бусад аргуудаас илүү сайн мэдрэгч нь 0,01 мкл/л (10 ppbv) хүртэл мэдрэгчтэй байх. Мөн хариу өгөх хугацаа нь 15 секунд орчим байвал төхөөрөмжийг алдагдлыг илрүүлэхэд ашиглахаас сэргийлдэг. * β бөөмийн эх үүсвэрийн шахсан дээжийг ионжуулахын тулд электрон булаах детектор ашиглана. Электродуудын хоорондох ионы гүйдлийг хэмждэг. Инерцийн хийн дамнуургыг/зөөвөрлөгчийг ихэвчлэн ашигладаг. Энэ төрөл нь доор тайлбарласан титэм цахилалтын үүрээс илүү үнэтэй бөгөөд зөөвөрлөгдөх боломжоор хамаагүй бага юм. Агаар дахь SF6 хийн 0.1 мкл/л (0.1 ppmv) хүртэлх мэдрэмтгий чанарыг бий болгоно. * Хавтгай цэгэн электродыг тохируулахад хэрэглэсэн өндөр хүчдэл (1 кВ-оос 2 кВ) ашигладаг титэм цахилалтын үүр. Энэ нь цахилалтын гүйдлийг хэмжинэ. Ийм төрлийн детекторыг харьцангуй бага зардалтай, зөөврийн, батарейгаар ажилладаг төрөл бүрийн төхөөрөмжид ашигладаг. 10 мкл/л (10 ppmv) буюу түүнээс бага мэдрэмтгий чанартай байх боломжтой боловч бүх боломжит нэгж биш [14].   Гэрлийн акустик болон электрон булаах детекторыг ихэвчлэн алдсан урсгалыг илрүүлэх, хэмжихэд ашигладаг. Мэдрэмтгий чанар хангалттай сайн байвал титэм цахилалтын үүр нь тухайн хэсэгт SF6 хий агуулагдаж, алдагдаж байгаа эсэхийг үнэлэхэд тохиромжтой байж болно.  **D.6 SF6 хийн детекторын дохиоллын систем**  Дохиоллын системд удаан хугацаатай, дээд хэмжээнд тогтвортой байдлаа барьдаг детектор шаардагддаг. SF6 хийн хэт улаан туяаг шингээх чанар нь энэ төрлийн ихэнх детекторуудын үндэс болж ашиглагддаг [15]. Даралтын хэмжилтийн төхөөрөмж дахь хэт улаан туяаны эх үүсвэр нь хийн дээжийг халаахад ашиглагдах ба ялгаатай даралт хэмжих төхөөрөмж нь эзлэхүүн өөрчлөхөд мэдрэмтгий. Энэ нь даралтын өсөлтийг хэмжинэ.  10 мкл/л (10 ppmv) хүртэл буурах мэдрэмхий чанарт хүрч болдог. Автомат шалгалт тохируулга суулгах боломжтой. Зарим суурилуулалтад агаарын дээж нь төв детекторын олон төрлийн цэгээс дамжуулагдана. Идэвхтэй мэдрэгчийн цэг нь автоматаар болон гараар сонгогдоно**.**  Ихэвчлэн SF6 хийн хэмжээ ихтэй үед дохиоллын системд SF6 хийн детекторыг багтаасан байдаг. Жишээ нь: өндөр хүчдэлийн хийн тусгаарлага бүхий дэд станц  **D.7 Хийн дээж авахад зориулсан цилиндр баллон**  1 л-ээс багагүй хэмжээтэй зэвэрдэггүй ган цилиндр баллоныг хэрэглэхийг зөвлөдөг. Хийн хэмжээ 6 гр-аас багагүй байх ёстой. Дээжийг баллоноос (хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсэг, сэргээх төхөөрөмжийн хий хадгалах баллон) шууд авна. Хэрэв хийн баллоны даралт нв цилиндрийн зөвшөөрөгдөх хамгийн их даралтаас хэтэрсэн байвал даралтын тохируулагч болон даралтын хэмжүүр ашиглана.  **D.8 Хий холих төхөөрөмж**  2-р зурагт цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг дүүргэх эсвэл нэмж дүүргэх явцад урьдчилан сонгосон хийн харьцааны дагуу SF6 хийг нэмэлт хийтэй, ихэвчлэн N2 эсвэл CF4-тэй холиход ашигладаг хий холих төхөөрөмжийг үзүүлэв. | | Gas measurements are conventionally referred to and reported at 20°C. Adequate corrections shall be made for measurements made at other temperatures.  Gas quality measurements can be made under laboratory conditions and on-site. The following clauses describe the most commonly portable instruments used on-site for the measurement of:   * the moisture content in the gas; * the SF6 percentage/quantity of inert gases; * the total amount of reactive gaseous by-products giving rise to residual acidity content.   State-of-the-art equipment allows for the simultaneous measurement of all contaminant parameters using a single device by taking just one sample and is also capable of pumping back SF6 into the gas compartment.  **D.4.2 Dew point meter**  The moisture content can be measured with different measuring principles and measuring instruments. However a dew point meter is the most common portable instrument used for this purpose. The instrument measures the dew point of the gas, expressed in °C, and may convert it into relative mass concentration, expressed in mg/ kg.  Desirable characteristics are:   * sensor resistant to oil traces and corrosive gases; * permeation resistant pipes using self-sealing valve connections; * stainless steel pipes and fittings made of hydrophobic materials e.g. PTFE; * calibrated or capable of field calibration; * no SF6 gas release to the environment (e.g. small compressor for gas re-filling or make use of an empty cylinder); * less than 6 g gas used per measurement; * average time to obtain the readout less than 5 min.   **D.4.3 SF6 percentage measuring device**  Devices that compare the speed of sound or the thermal conductivity of the SF6 gas mixture with pure SF6 are used to determine the SF6 percentage. Velocity of sound based systems are fast (response time less than 1 min), do not need recalibration and use only a minimal amount of gas. Their readout is the SF6 concentration expressed in % by volume. They are mostly calibrated for mixtures of SF6 and N2 or air, or can be calibrated for SF6 / CF4 mixtures.  Desirable characteristics are:   * no SF6 gas release to the environment (e.g. small compressor for gas re-filling or make use of an empty cylinder); * less than 3 g gas used per measurement.   Devices measuring the concentration of the non-reactive gases (such as oxygen sensors) and then calculating the % by volume of SF6 should not be used as different non-reactive gases such as N2 or CF4 may be present.  **D.4.4 Analysers of reactive gaseous by-products**  Various methods are available to test for reactive gaseous by-products. Common and recommended practice is to test SF6 for the level of SO2. These tests can be performed using either reactive tubes, (reaction tubes change their initial colour if SFe containing SO2 is fed through them) or by using an electro-chemical sensor. Electrochemical sensors as well as the SO2 reaction tubes are also sensitive to SOF2.  Desirable characteristics are:   * known sensitivity to SO2 and SOF2; * connecting pipes resistant to reactive gaseous by-products and utilising self sealing valve connections; * no SF6 gas release to the environment (e.g. small compressor for gas re-filling or make use of an empty cylinder); * less than ~6 g gas used per measurement.   The use of reaction tubes sensitive to HF is not recommended, as HF reacts very fast with metallic surfaces to form a surface layer of metal fluorides.  **D.5 Portable SF6 detectors**  Portable detectors for SF6 are broadly of three types:   * Photo acoustic infrared detectors are based on the pressure waves emitted by the SF6 molecules when illuminated by monochromatic infrared light. Special microphones detect the acoustic signal which is directly proportional to the energy absorbed. Sensitivities down to 0,01 µl/l (10 ppbv) can be achieved which are far superior to other methods. On the other hand, the response time of about 15 s prevents the device being used for leak localisation. * Electron capture detector using a β-particle source to ionise a pumped sample. The ion current between electrodes is measured. An inert gas carrier is usually used. This type is much more expensive and considerably less portable than corona discharge cells which are described below. Sensitivities down to 0.1 μl/l (0.1 ppmv) of SF6 in air can be achieved. * Corona discharge cell using a high-voltage (1 kV to 2 kV) applied to a point-plane electrode configuration. The discharge current is measured. This type of detector is used in a variety of highly portable, battery-powered units of relatively low cost. Sensitivities of below 10 μl/l (10 ppmv) can be achieved, but not with all available units [14].   Photo acoustic and electron capture detectors are generally used for leak tracing and quantification.  If sensitive enough, corona discharge cells could be suitable for either assessing whether an area contains SF6 or leak detection.  **D.6 Alarm system SF6 detectors**  Alarm systems require detectors with very high long-term stability. The infrared absorption characteristic of SF6 is used as the basis for most detectors of this type [15]. An infrared source is used to heat a gas sample in a differential pressure-measuring device using a sensitive capacitance transducer. The pressure rise is measured.  Sensitivities down to 10 μl/l (10 ppmv) can be achieved. Automatic calibration facilities may be incorporated. In some installations, samples of air are piped from various points to a central detector. The active detection point can be selected automatically or manually.  Alarm systems incorporating SF6 detectors are generally used only where very large volumes of SF6 are contained in equipment housed indoors, such as in high-voltage GIS installations.  **D.7 Cylinders for gas samples**  Stainless steel cylinders with a volume smaller than 1 I are recommended. The gas quantity should be not smaller than 6 g. The gas should be sampled directly from the container (e.g. gas-filled compartment, gas storage container of the reclaimer) using suitable fittings. If the pressure in the gas container exceeds the maximum allowable pressure of the cylinder, then a pressure regulator and a pressure gauge should be used.  **D.8 Gas mixing device**  Figure D.2 is a gas mixing device which is used to mix SF6 with a complementary gas, typically N2 or CF4, according to a preselected gas ratio during filling or topping-up of electric power equipment. |
|  | | |
| **D.2-р зураг -Хий холих төхөөрөмж**  SF6 хий болон нэмэлт хийн хольцыг хяналтын нэгжийн урсгалаар хянах ба урьдчилан сонгосон хийн харьцаагаар хадгалах баллоныг дүүргэнэ. Гаралтын даралтыг (хийн тусгаарлах хэсгийг дүүргэх даралт) хийн гаралтын компрессороор хянана.  Зайлшгүй шаардлагатай үзүүлэлтүүд:   * SF6 хийн агууламж болон гаралтын даралтыг (өөрөөр хэлбэл дүүргэх даралт) тохируулах боломжтой байх * хийн холимгийн харьцаа (жишээ нь: SF6 хийн агууламж): 10%-аас 80% хүртэл хэмжээтэй * гаралтын хамгийн их даралт: 1,0 МПа хүртэл * SF6 хийн оролтын шингэн төлөв * Их, бага хэмжээний хийг холих боломж   **Хавсралт E**  (мэдээллийн)  **Гекса (зургаан) фторт хүхэр**  **E.1 Ерөнхий зүйл**  Гекса (зургаан) фторт хүхэр гэдэг нь хүхрийн атом төвд нь орших бөгөөд эргэн тойронд фторын зургаан атомоос бүрдэх синтетик хий юм. Хүхэр ба фторын хооронд химийн холбоо нь хамгийн тогтвортой атомын холбооны нэг юм. Тэдгээрийн зургаа нь тухайн молекулд маш өндөр химийн болон дулааны тогтвортой байдлыг хангадаг.  SF6 хий нь маш хүчтэй цахилгаан сөрөг (жишээ нь: чөлөөт электронуудыг татах хандлагатай байдаг). Энэ нь физик шинж чанаруудын өвөрмөц хослолтой: өндөр диэлектрик хүч (агаараас 3 дахин их), дулааны тасалдлын өндөр чадвар (агаараас 10 дахин их), дулаан дамжуулах өндөр үзүүлэлт (агаараас хоёр дахин их). Ийм учраас эрчим хүчний салбарт 1960 оноос амжилттай ашиглагдаж байна (жишээ нь: өндөр болон дунд хүчдэлийн хуваарилах байгууламжууд, хийн тусгаарлага бүхий дэд станц, трансформатор, кабель, таслуурын үндсэн хэсгүүдэд).  Эрчим хүчнээс бусад аж үйлдвэрийн хэрэглээ: хөнгөн цагааны үйлдвэрлэл, магнийн цутгамал, хагас дамжуулагчийн үйлдвэрлэл, хавтгай дэлгэцийн үйлдвэрлэл, цөмийн түлшний мөчлөг, дуу чимээ тусгаарлах цонх, дугуй, өндөр үзүүлэлттэй радар, цаг уурын хэмжилтийн мөшгөх хий, дулааны станцын хоолой, цэргийн салбарт ашиглаж байна.  **E.2 Химийн шинж чанар**  Цэвэр SF6 хий нь үнэргүй, амтгүй, өнгөгүй, хайламтгай бус, маш тогтвортой инертийн хий юм. Усанд уусах нь агаараас 4 дахин бага. Цахилгаан байгууламжид ашигладаг материалтай нийцтэй байдал нь N2-тэй төстэй бөгөөд ойролцоогоор 180 ° C хүртэл температурт байдаг.  E.1-р хүснэгтэд химийн үндсэн үзүүлэлтийг жагсаав.  **E.1-р хүснэгт - SF6 хийн химийн үндсэн үзүүлэлтүүд [16]** | | **Figure D.2-Gas mixing device**  The flow of both SF6 and the complementary gas is controlled by the flow control unit so that the storage container is filled with the preselected mixture. The outlet pressure (i.e. the filling pressure in the gas compartment) is controlled by the outlet compressor.  Desirable characteristics are:   * adjustable SF6 percentage and outlet pressure (i.e. filling pressure); * gas mixing ratio (i.e. SF6 percentage): 10 % to 80 % by vol.; * maximum outlet pressure: up to 1,0 MPa; * SF6 inlet in liquid state; * possibility of mixing little as well as large quantities of gas.   **Annex E**  (informative)  **Sulphur heaxafluoride**  **E.1 General**  Sulphur hexafluoride (SF6) is a synthetic gas formed by 6 atoms of fluorine gathered around a centrally situated atom of sulphur. The chemical bond between fluorine and sulphur is known as one of the most stable existing atomic bonds. Six of them grant the molecule very high chemical and thermal stability.  SF6 is strongly electronegative (i.e. it tends to attract free electrons). It has a unique combination of physical properties: high dielectric strength (about 3 times that of air), high thermal interruption capabilities (about 10 times that of air) and high heat transfer performance (about twice that of air).  For that reason, since the early 1960’s, SF6 has been successfully used by the Electricity Industry in power equipment for high-voltage transmission and distribution of electricity (e.g. high-voltage and medium-voltage switchgear, gas insulated substations, ring main units, circuit-breakers, transformers, cables).  Other non-electrical industrial applications include: aluminium production, magnesium casting, semiconductor production, production of flat panel screens, nuclear fuel cycle, noise insulating windows, tyres, high performance radar, tracer gas for meteorological measurements and in power plant piping, and military applications.  **E.2 Chemical properties**  Pure SF6 is odourless, tasteless, colourless, non-toxic, non-flammable, very stable and inert. Its solubility in water is 4 times lower than that of air. Its compatibility with materials used in electric constructions is similar to that of N2, up to temperatures of about 180 °C.  Table E.1 lists the main chemical characteristics.  **Table E.1-Main chemical characteristics of SF6 [16]** |
| |  |  | | --- | --- | | Томьёо | SF6 | | CAS олон улсын бүртгэлийн дугаар (Chemical Abstracts Service) | 2551-62-4 | | Молекул жин | 146.05g/mol | | Хүхрийн агуулга | 21.95% | | Фторын агуулга | 78.05% | | Молекулын бүтэц | 6 өнцөгт нь фторын атомтой 8 талт бүтэцтэй | | Холбоо | Ковалент | | Молекулын хөндлөн огтлол | 0,477nm | | Кварц дахь задралын температур | 500°С |  |  |  | | --- | --- | | Formula | SF6 | | CAS Number | 2551-62-4 | | Moleclar weight | 146.05 g/mol | | Sulphur content | 21.95% | | Fluorine content | 78.05% | | Molecular structure | Octahedral with fluorine atoms at the six corners | | Bonds | Covalent | | Collision cross-section | 0.477 nm | | Decomposition temperature in quartz container | 500 °C | | | |
| ТАЙЛБАР CAS дугаарыг химийн бодисын мэдээллийн бүртгэл хөтөлдөг Химийн хураангуй үйлчилгээний газраас олгодог. Энэ нь химийн тэмдэг биш юм. Захиалгын үйлчилгээгээр дамжуулан мэдээлэлд хандаж болно.  **E.3 Физик шинж чанар**  SF6 хамгийн хүнд хийнүүдийн нэг юм: хэвийн нөхцөлд агаараас 5 дахин хүнд. Конвекцоор (конвекц гэдэг нь халсан агаарын босоо чиглэлийн хөдөлгөөнийг хэлдэг) болон тархалтаар агаартай холилдох нь удаан байдаг боловч нэгэнт холилдсон бол дахиж салдаггүй болно.  SF6 хийн дулаан дамжуулах чанар нь агаараас бага, маш өндөр нягт ба бага дотоод үрэлттэй учраас дулаан дамжуулах шинж чанар нь хоёроос тав дахин илүү.  Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн SF6 хийн хэвийн даралт нь дунджаар 1,0 МПА-аас 0,1 МПа-ын хооронд байна. E.1-р зурагд хийн даралт, температур, нягтын үзүүлэлтүүд өгөгдсөн. | | NOTE The CAS Number is assigned by the Chemical Abstracts Service who maintain a registry of chemical substance information. It has no chemical significance. Access to the information is via a subscription service.  **E.3 Physical properties**  SF6 is one of the heaviest known gases: in normal conditions it is about five times heavier than air.  The mixing with air by convection and diffusion is slow, but once it has mixed it does not separate again.  The thermal conductivity of SF6 is lower than that of air, the overall heat transfer properties are two to five times better due to its lower viscosity and higher density  In electric power equipment the normal pressure range of SF6 is between 0.1 MPa and 1.0 MPa absolute. The pressure/temperature/density characteristics of the gas are shown in Figure E.1. |
|  | | |
| **E.1-р зураг - SF6 [16] хийн даралт /температур/ нягтын үзүүлэлт**  E.2-р хүснэгтэд физикийн үндсэн үзүүлэлтүүдийн жагсаалт өгөгдсөн.  **E.2-р хүснэгт - SF6 [16] хийн физикийн үндсэн үзүүлэлт** | | **Figure E.1-Pressure/ temperature/ density characteristics for SF6 [16]**  Table E.2 lists the main physical characteristics.  **Table E.2-Main physical characteristics** |
| |  |  | | --- | --- | | 100 кПа 20°С дэх нягт | 6,07кг/м3 | | 100 кПа 25°С дэх дулааны дамжуулах чадвар | 0,013W(m.k) | | Туйлын температур | 45,58°С | | Туйлын даралт | 3,759 МПа | | Туйлын нягт | 740 кг/м3 | | 20°С дэх усанд уусах чадвар | 6.31см3 SF6/ kg H2O | | 0°С 100 кПа дэх дууны хурд | 129,06 м/с | | Хугарлын индекс | 1,000783 | | Дулааны хэлбэр | -1221,58±1,0кЖ/мол | | Урвалын энтроп | -349,01Ж/(мол.К) | | 100кПа даралт 20°С-температурт тогтмол даралтад тусгай халаах | 96,60Ж/(мол.К) | | Тэгшлэх нөхцөл | Зураг Е.1-г харна уу |  |  |  | | --- | --- | | Density at 20 °C 100 kPa | 6.07 kg/m3 | | Thermal conductivity at 25 °C 100 kPa | 0.013 W/(m.K) | | Critical temperature | 45.58 °C | | Critical pressure | 3.759 MPa | | Critical density | 740 kg/m3 | | Solubility in water at 20 °C | 6.31 cm3 SF6/kg H2O | | Sound velocity at 0 °C 100 kPa | 129.06 m/s | | Refractive index | 1.000 783 | | Heat of formation | -1 221,58±1.0 kJ/moI | | Entropy of reaction | -349.01 J /(moI.K) | | Specific heat at constant pressure at 20 °C 100 kPa | 96.60 J/(moI.K) | | Equation of state | See Figure E.1 | | | |
| **E.4 Цахилгаан шинж чанар**  SF6 хийн диэлектрик шинж чанар нь маш сайн иймээс түүний молекулууд нь хүчтэй цахилгаан сөрөг байна. Энэ хий нь хөдөлгөөн багатай хүнд ионуудыг үүсгэдэг чөлөөт электронуудыг холбох тодорхой хандлагатай бөгөөд улмаар электрон нуранги үүсэхэд маш хэцүү байдаг.  Ижил нөхцөлд байгаа агаарынхаас SF6 хийн цахилгаан бат бөх чанар нь 3 дахин их байдаг. Бага задрах температур, өндөр задрах энергитэй тул SF6 хий нь нум унтраах сайн орчин болдог.  Цахилгаан нум нь SF6 хийн дотор хөрж байхдаа цахилгаан дамжуулах чанараа харьцангуй бага температур хүртэл хадгалж, улмаар гүйдэл тэг болох тасалдлыг багасгаж, ингэснээр хэт өндөр хүчдэлээс сэргийлдэг.  E.3-р хүснэгтэдSF6 хийн цахилгааны үндсэн үзүүлэлтийг жагсаасан.  **E.3-р хүснэгт - SF6 [16] хийн цахилгааны үндсэн үзүүлэлт** | | **E.4 Electrical properties**  The excellent dielectric properties of SF6 are due to the strong electronegative character of its molecule. It has a pronounced tendency to bind free electrons forming heavy ions with low mobility making the development of electron avalanches very difficult.  The electric strength of SF6 is about 3 times higher than that of air under the same conditions. Because of its low dissociation temperature and high dissociation energy, SF6 is an excellent arc quenching medium.  When an electric arc cools in SF6, it remains conductive to a relatively low temperature, thus minimising current chopping before current zero, and thereby avoiding high overvoltages.  Table E.3 lists the main electrical characteristics of SF6.  **Table E.3 - Main electrical characteristics of SF6 [16]** |
| |  |  | | --- | --- | | Даралтаас хамаарсан осолтой эвдрэлийн талбай | 89 В/(мПa) | | 0,1МПа абсолют даралттай ба 25°С температуртай үеийн диэлектрик тогтмол хамаарал | 1.002 04 | | 0,1МПа абсолют даралттай ба 25°С температуртай үеийн алдагдлын коэффициент() | <2.010-7 | | Ионжуулалтын коэффициент | : м-1  E: В/м  p: Пa  A: 2.810-2/ В  B: 89 В/(мПa) |  |  |  | | --- | --- | | Critical breakdown field relative to pressure | 89 V/ (mPa) | | Relaltive dielectrical constant at 25 °C and 0.1 MPa absolute | 1.002 04 | | Loss factor (tan δ) at 25 °C and 0.1 MPa absolute | <2.010-7 | | Effective ionization coefficient | = A – B  α : m-1  E: V/m  p: Pa  A: 2.810-2/V  B: 89 V/(mPa) | | | |
| **E.5 Ашиглалт, аюул болон эрүүл мэндийн үзүүлэлтүүд**  SF6 хий нь шаталтыг дэмждэггүй. Энэ хий нь агаараас хүнд учир агаартай сайтар холилдоогүй нөхцөлд доод түвшинд хуримтлагдах хандлагатай. Газар доогуур, агааржуулалтгүй болон агааржуулалт муутай орчинд (жишээ нь: кабелийн хоолой, суваг, үзлэг шалгалт хийх нүх, ус сувгийн систем) SF6 хий нь дүүртэл хуримтлагдан үлдэж болно. Ийм газруудад ажилтнууд амьсгал боогдохоос сэргийлэх хэрэгтэй. SF6 хий агуулсан газруудад зохих агааржуулалт, хувийн хамгаалах тоног төхөөрөмжгүйгээр нэвтрэхийг хориглоно.  SF6 хий нь хоргүй ба биологийн хувьд инертийн хий юм. Америкийн засгийн газрын аж үйлдвэрийн эрүүл ахуйчдын бага хурлын дагуу хугацааны жигнэсэн дундажаар (TWA) илэрхийлсэн босго хязгаарын утга (TLV) нь 1000 μл/л (1000 ppmv буюу 6100 мг/м3 байна. Энэ нь долоо хоногийн 5 өдөр ажлын 8 цаг ажиллах ажилтны ажлын байранд зориулагдана [17]. Энэхүү босго хязгаарын утгыг (TLV) ихэвчлэн агаар мандалд байхгүй бүх хоргүй хийнд ашигладаг. SF6 хий нь хүний амь нас, экосистемд хор хөнөөл учруулдаггүй боловч Хавсралт F-д дурдсанчлан хүчтэй, тогтвортой хүлэмжийн хий юм.  Тиймээс SF6 хийтэй ажиллах үед хийг хүрээлэн буй орчинд санамсаргүйгээр алдахаас сэргийлж, түүнийг хаалттай мөчлөгт байлгах журмыг хэрэгжүүлэх шаардлагатай. IEC 60376 стандартад тохирсон техникийн ангиллын SF6 хий нь худалдаалагдаж байдаг болно.  Хэрэглэсэн SF6 хийг ажлын талбайд дахин ашиглах тохиолдолд IEC 60480 стандартыг мөрдөнө.  Хэрэглэсэн хийг тухайн хийний үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн техникийн шаардлагын дагуу үйлдвэрлэгч дээр дахин хэрэглэж болно. Хий нь уг техникийн шаардлагыг хангахгүй байгаа тохиолдолд орон нутгийн буюу олон улсын хог хаягдлын менежментийн зохицуулалтын дагуу түүнийг устгана.  **Хавсралт F**  (мэдээллийн)  **SF6 хийн хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөлөл**  **F.1 Ерөнхий зүйл**  Хүний үйл ажиллагаа болгон нь байгаль орчинд нөлөө үзүүлж байдаг: тодорхой үйл ажиллагааны энэхүү нөлөө нь түүний хэмжээ болон хэрэглэх материалаас хамаардаг. Хийг үйлдвэрлэх, хэрэглэх үйл ажиллагаа нь түүнийг агаар мандалд алдаж болох шалтгаан болдог. Дараах гурван үндсэн зүйлийг авч үздэг:   * экологийн хор судлал: байгаль орчин, амьдралын хэв маягт нөлөөлөх хортой материал ба хий; * озоны давхаргыг гэмтээх: стратосферийн озоны давхарга дахь нүхний хэмжээ ихсэх; * дэлхийн дулаарал/ цаг уурын өөрчлөлт: хүлэмжийн хийн нөлөө ихсэх;   **F.2 Экологийн хор судлал**  SF6 хий нь хоргүй хий ба ноцтой эсвэл архаг нөлөөлөл мэдээлэгдээгүй. Усанд уусах чанар маш бага, газрын гүний ус болон гадаргуугийн усанд мөн хөрсөнд хохирол учруулдаггүй. Хүнс тэжээлийн мөчлөгт биологийн хуримтлал үүсдэггүй. SF6 хий нь экосистемийг гэмтээдэггүй. SF6 хий нь:   * хорт хавдар үүсгэдэг бодисгүй: хавдрын эх үүсвэр болохгүй; * мутаци үүсгэгч хүчин зүйл байхгүй: гений бүтцийг гэмтээх шалтгаан болохгүй; * нитратжуулагч байхгүй: хүнсний циклд хуримтлагдахгүй; * усанд муу уусдаг.   **F.3 Озоны давхаргыг гэмтээх**  SF6 хий болон цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын үед үүсэх түүний дайвар бүтээгдэхүүнүүд нь хлор ба бромыг агуулдаггүй учраас стратосферийн озоны давхаргыг гэмтээхгүй.  **F.4 Дэлхийн дулаарал/ цаг уурын өөрчлөлт (хүлэмжийн хийн нөлөө ихсэх)**  Нарны цацрагийн нөлөөллөөс бий болох халалт ба дэлхийгээс ойх хэт улаан туяанд хамааралтай дулааныг шингээх үзэгдлүүдийн хоорондох тэнцвэрээс дэлхийн дундаж температур хамаарна. Зарим дэлхийн гадаргуугаас буцаж ойх хэт улаан туяа ба хүлэмжийн хий нь байгалийн үзэгдэл бөгөөд дэлхийн амьдралыг тэтгэж байдаг.  Энэ нь нарны цацрагийн хувьд тунгалаг боловч дэлхийгээс буцан ойж буй хэт улаан туяаны цацрагийг шингээдэг байгалийн хүлэмжийн хийнүүдтэй холбоотой (үндсэндээ чийг, метан нүүрстөрөгчийн давхар исэл, метан) байдаг.  Хүлэмжийн хий байхгүй бол нарнаас ирж буй дулаан нь сансарт буцан цацарч, улмаар дэлхийн дулааны температур хамаагүй бага байх болно.  Хүлэмжийн хий байх нь нарны эрчим хүчний зарим хэсгийг агаар мандалд хадгалж өгдөг. Үүний үр дүнд хүлэмжийн нөлөөгүйгээр давамгайлах байсан температуртай харьцуулахад манай гарагийн дундаж температур өндөр байдаг. Эрдэмтдийн тооцоогоор 33 °С хүртэл өснө гэж тооцоолсон. (-18 °С-аас 15 °С байх нь бодитой) [18]  Одоо үед байгалийн үзэгдэл давамгайлж байгаа бөгөөд хүлэмжийн хийн нийт нөлөөнд хүний үйл ажиллагаа өчүүхэн хувь нэмэр оруулдаг. Гэсэн хэдий ч хүний оролцоо нэмэгдсээр байгаа нь одоо үед авч үзэх ёстой зайлшгүй асуудал болоод байна. Одоогийн чиг хандлага зарим баримт бичгүүдээс харахад хэрэв өөрчлөлт хийхгүй бол гарагийн дундаж температурыг өсгөх шалтгаан болох бөгөөд дэлхийн цаг уур өөрчлөгдөх болно.  Хүний оролцоотой бий болж буй болон байгалийн хүлэмжийн хийнүүд нь хүлэмжийн үзэгдлийг дэмжиж байдаг. Киотогийн протокол нь [20] хүний оролцоотой бий болж буй хүлэмжийн хийнүүдийн ялгаралтыг хянах олон улсын хэлэлцээр юм.  Киотогийн протоколын дагуу хянаж байх хүлэмжийн хийнүүдэд нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO2), метан (CH4), азотын оксид (азотлаг хий) (N2O), ус фторт нүүрстөрөгчүүд (HFCFs),  перфторт нүүрстөрөгчүүд (PFCs) ба гексафторт хүхэр (SF6) гэсэн бодисууд багтсан. Сүүлийн 3 бодисууд нь фтортой хүлэмжийн хийнүүд (буюу F хий) юм.  Киотогийн протоколд багтсан хийнүүдийг оруулсан төрөл бүрийн хийнүүдийн байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөллийг тогтмол хянах шинжлэх ухааны хэд хэдэн байгууллага байдаг. Ялангуяа уур амьсгалын өөрчлөлтийн асуудлаар засгийн газар хоорондын комисс нь тодорхой цаг хугацаанд үнэлгээний тайлан, хүлэмжийн хийн ялгарлын талаарх тухайн цаг хугацааны бодит мэдээлэл ба байгаль орчинд нөлөөлөх нөлөөллийг үнэлэх үнэлгээг бэлддэг. 2007 оны намар 4-р үнэлгээний тайлан (AR4) хэвлэгдсэн [18].  Уур амьсгалын өөрчлөлтийн асуудлаар засгийн газар хоорондын комисс нь (IPCC) 1988 онд НҮБ-ын Байгаль орчны хөтөлбөр ба Дэлхийн цаг уурын байгууллагаас байгуулагдсан. Фтортой хийнүүд нь дэлхийн дулаарлын нөлөөллийн гол үүсгэгч нүүрстөрөгчийн давхар исэлтэй (CO2) харьцуулахад дэлхийн дулааралд өндөр нөлөө үзүүлдэг гэдгээрээ алдартай бөгөөд нийт хүлэмжийн хийн нөлөөнд ойролцоогоор 1.5% хувь нэмэр оруулдаг.  SF6 хийн хэт улаан туяаны хүчтэй шингээлт, хүрээлэн буй орчинд удаан хугацаагаар оршин байх нь дэлхийн дулаарлын чадамжаараа (GWP) өндөр. Гурав дахь үнэлгээний тайланд дурдсанаар CO2 (нүүрстөрөгчийн давхар исэл) -ээс 22 200 дахин өндөр байна. Дэлхийн дулаарлын чадамжийг (GWP) 100 жилд 1 кг нүүрстөрөгчийн давхар исэл хэмээгдэх 1 кг хийн бий болгох дулаарлаар тооцоолдог. Түүний оролцоо нь бүх хүлэмжийн хийнүүдийн хэрэглээнээс үзүүлэх дэлхийн хэмжээний нөлөөний 0,2 орчим хувийг (%) эзэлж байна.  Гэсэн хэдий ч зөвхөн SF6 хий бүхий цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн байгаль орчинд үзүүлж буй нөлөөг хэмжих нь Дэлхийн дулаарлын чадамжийг (ДДЧ) тодорхойлоход хангалттай бус юм. Аливаа тодорхой хэрэглээнээс байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөг ISO 14040 [2] стандартаар тогтоосон амьдралын мөчлөгийн үнэлгээний аргыг ашиглан үнэлж, харьцуулж байх хэрэгтэй.  Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн үйлдвэр нь SF6 хийг битүүмжлэгдсэн мөчлөгт, битүү (банканд) савлаж, жишээлбэл хийн тусгаарлага бүхий дэд станц (GIS), дунд болон өндөр хүчдэлийн таслуурууд (GCB), хийн тусгаарлага бүхий шугам (GIL), хийн тусгаарлага бүхий хүчдэлийн трансформаторт (GVT) хэрэглэж байна. Ази тивд их хэмжээний SF6 хийг хийн тусгаарлагатай хүчний трансформаторт (GIT) хадгалдаг.  Дэлхий дахинд SF6 хийг хамгийн их хэрэглэдэг хэрэглэгчийн мэдээлснээр, SF6 хий “нээлттэй хэрэглээ” бүхий бусад үйлдвэрүүд буюу хэрэглэгчидтэй харьцуулахад цахилгааны үйлдвэрүүд нь SF6 хийний дэлхийн ялгаруулалтад бага хувь нэмэртэй байдаг байна. Гэсэн хэдий ч хийн банк бүхий цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжүүд ба цахилгаан тоног төхөөрөмжийн битүүмжлэл, SF6 хийтэй ажиллах журам зэргээс шалтгаалан улс орнууд, бүс нутгийг хамарсан бодит ялгарлын эх үүсвэр нь харилцан адилгүй байдаг.  Бүс нутгийг хамарсан хийн ялгарлын хэмжээ нь 1%-аас багагүй 10%-аас ихгүй байна. Хийн ялгарлын хэмжээ 1995 оноос ихээхэн хэмжээгээр буурч байна. Европ [21], Ази [22], Хойд Америкт [23] ялгарлын хэмжээг 50%-аас 90% хүртэл бууруулах зорилготойгоор үйлдвэрийн газрууд арга хэмжээ авч байна. Тэдгээр арга хэмжээ нь:   * бага хэмжээний SF6 хий шаарддаг, битүүмжлэл өндөртэй тоног төхөөрөмж зохион бүтээх * тус техникийн тайлангийн дагуу ашиглалтын мөчлөгийн үе шатанд ашиглалтын үйл явц ба ажиллах тоног төхөөрөмжүүдийг сайжруулах.   **F.5 Дайвар бүтээгдэхүүн**  40 жилийн туршлагын бүртгэлээс харахад хийн алдагдалд хүргэсэн ноцтой гэмтэл маш ховор бүртгэгдсэн. Ийм ховор тохиолдлуудад алдагдсан хийн тоо хэмжээ нь маш хязгаарлагдмал байсан бөгөөд энэ нь бүтээгдэхүүний стандарт загвар тусгаарлах хэсэгтэй болж, гэмтлийг үүссэн газарт нь хязгаарлах болсонтой холбоотой. Ийм алдагдсан хийний хэмжээ нь дэд станцын банкан дах нийт хийн багахан хувийг эзэлдэг.  Хавсралт G-д үзүүлснээр дайвар бүтээгдэхүүн нь байгаль орчинд ээлтэй саармаг бүтээгдэхүүнд ямар нэг саадгүйгээр хувирдаг. Дахин боловсруулалт хийх, ашиглалт ба устгах үйл явц нь байгаль орчинд маш бага нөлөө үзүүлдэг.  **F.6 SF6 хийг байгаль орчинд ээлтэйгээр ашиглах бодлого**  SF6 хийг байгаль орчинд гэнэтийн алдагдал бий болгохгүй битүүмжлэгдсэн мөчлөгт хэрэглэнэ. Сайн дурын бүхий л санаачилгуудын дунд хийг сэргээх, дахин ашиглах нь хамгийн чухал ач холбогдолтой юм.  Зарим оронд цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжөөс алдагдах хийн алдагдлыг хянах, бууруулах зорилготой, үйлдвэрлэгчид, хэрэглэгчид оролцсон сайн дурын хэлэлцээр байгуулсан байдаг. SF6 хийн алдагдлыг бууруулах арга замууд ба орчин үеийн тоног төхөөрөмжүүдийг хөгжил дэвшил, үйлдвэрлэл, суурилуулалт, ажиллагаа, ашиглалт ба ашиглалтын хугацаа дууссан үед устгах зэрэг асуудлуудыг багтаасан байгаль орчинд ээлтэй бодлогыг энэ хэлэлцээрт дурдсан байна.  Сүүлийн үед зарим оронд SF6 хийн алдагдлыг бүртгэх, тайлагнах хууль зүйн зохицуулалт гаргасан байна.  **Хавсралт G**  (мэдээллийн)  **SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүн**  **G.1 SF6 хийн задрал**  **G.1.1 Ерөнхий зүйл**  Хэвийн таслах, залгах үйл ажиллагаа эсвэл эвдрэлийн зайнаас шалтгаалж SFg-д нум үүсэх үед, эсвэл дотоод нумын гэмтэл гарах нэгэн зэрэг өөр өөр тоо хэмжээтэй дайвар бүтээгдэхүүнүүд бий болдог [12], [16]. Цацраг эсвэл цахилгаан цэнэг алдалт мөн температураас SF6 хийн молекулууд стрессд орох ба өдөөлтийн төрөл ба оролтын эрчим хүчнээс хамаарч фторын атомууд салах, радикалын тоо, ион эсвэл саармаг молекулууд бий болно. Дараах байдлаар:  (G.1)  оролтын эрчим хүч дуусахад ихэнх атомууд SF6 хийн хэлбэрт буцаж нэгддэг. Бусад нь систем дахь төрөл бүрийн бодисуудтай нэгдэж олон төрлийн тогтвортой бүтээгдэхүүн бий болгоно. Ийм бодисууд нь тухайлбал хүчилтөрөгч ба ус түүнчлэн тоног төхөөрөмжийн хийцэд ашигласан материал багтдаг.  Эдгээр дайвар бүтээгдэхүүнүүд нь SF6хийгээр дамжих эрчим хүчтэй хамааралтай.  **G.1.2 Цахилгаан нуман доторх SF6 хийн төлөв**  Таслуурын тасалж залгах болон гэмтэл үүссэн үед маш хүчтэй нумын гүйдэл үүсэх ба дотоод нумын гэмтэл бий болно.  Задралын зэрэг нь хувирсан эрчим хүчний хэмжээтэй шууд порпорционал байдаг ба температур 500 °С хүрэхэд SF6 хий бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд задарч эхэлдэг. Салах үйл явц нь урвалаар (G.1) тодорхойлогдох ба SF6 хийн молекулууд нь 3000 °С-т фтор болон хүхрийн атомууд болж задарч эхэлдэг. Энэхүү үйл явцын үед шингэсэн маш их хэмжээний дулаан нь цацраг болон конвекцийн нөлөөгөөр нумын бүсээс сарнидаг. Температур 1000 °С-аас доогуур болж эхлэхэд атомууд буцаж нэгдэх ба төмөр электродын ууршилт, судлан хана, пластик ба хольцуудыг бий болгодог. Төмрийн фторууд ба хүхрийн фторууд агуулсан хатуу дайвар бүтээгдэхүүнүүд нэмэгдэх ба хамгийн гол химийн нэгдлүүд нь CuF2, AIF3, WF6, CF4 ба SF4 байна.  Эдгээр бүтээгдэхүүнүүд нь анхдагч дайвар бүтээгдэхүүнүүд, нэг секундээс бага хугацаанд цэнэг алдалтын дараа бий болдог.  Хэвийн ажиллагааны үед тусгаарлагчийн гадаргуу дээр бий болох тоос шиг тортог нь тусгаарлагчийн диэлектрик чадварт хортой нөлөө үзүүлэхгүй.  Зарим дайвар бүтээгдэхүүнүүд нь химийн хувьд тогтвортой, зарим нь ялангуяа ус байх үед маш тогтворгүй.  Хүчилтөрөгч байгаа тохиолдолд дайвар бүтээгдэхүүнүүд дараах байдлаар үүсэж болно:  S+O+2F→SOF2 (G.2) SF4+O →SOF2+2F (G.3) SF3+O →SOF2+F (G.4)  SF5+O →SOF4+F (G.5)  (G.2), (G.3), (G.4), (G.5) урвалд оролцож буй хүчилтөрөгч нь шилжүүлэх үйл явцын үр дүнд үлдэж, эсвэл нум үүсэх үед электродын материалаас ялгарч болно. SOF2 нь гол дайвар бүтээгдэхүүн юм. SOF2 нь гол дайвар бүтээгдэхүүн юм.  Маш бага хэмжээний чийглэгээс дараах урвал бий болно:  F+H2O→HF+OH (G.6) SF5+OH→SOF4+HF (G.7) | | **E.5 Handling, hazards and health characteristics**  SF6 does not support combustion. As the gas is much heavier than air, under conditions of insufficient mixing with air the gas has a tendency to accumulate at low levels. Areas below ground level, poorly ventilated or unventilated areas (e.g. cable ducts, trenches, inspection pits, drainage systems), may remain full of SF6. Personnel should be aware of the danger of asphyxiation in such places. Chambers containing SF6 should not be entered without adequate ventilation and personal protection equipment.  SF6 is non-toxic and biologically inert. According to the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) the Threshold Limit Value (TLV) in terms of Time Weighted Average (TWA) is 1 000 μl/l (1 000 ppmv or 6 100mg/m3). This is intended for places of work in which personnel spend up to 8 h per day, 5 days per week [17]. That TLV is normally adopted for all harmless gases not present in the atmosphere.  SF6 does not harm the life or the ecosystem but it is a potent and persistent greenhouse gas, as described in Annex F.  When handling SF6 it is necessary therefore to adopt procedures to keep the gas in a closed cycle, avoiding any deliberate release to the environment.  Technical grade SF6 is commercially available, according to lEC 60376.  Used SF6 can be reused on-site, according to lEC 60480.  Used SF6 can be reused at the gas manufacturer, according to the specification given by the gas manufacturer. In case the gas does not comply with the specification, it is disposed according to local or international regulations on waste management.  **Annex F**  (informative)  **Environmental effects of SF6**  **F.1 General**  Every human activity has an effect on the environment; the impact of a particular activity depends on its scale and on the materials involved. Activities where gases зге produced or used may cause releases to the atmosphere. Three major aspects are considered:   * ecotoxicology: toxic material and gases with effects on the environment and all forms of life; * ozone depletion; increase in dimensions of the holes in the stratospheric ozone layer; * global warming/climate change; increase in the greenhouse effect.   **F.2 Ecotoxicology**  SF6 is not toxic and has no reported potential to be acute or chronic ecotoxic. As its solubility in water is very low, it presents no danger to surface and ground water or the soil. A biological accumulation in the nutrition cycle does not occur. Therefore, SF6 does not harm the ecosystem. SF6 is:   * not carcinogenic: not causing cancer; * not mutagenic; not causing damage to the genetic constitution; * not nitrifying: no enrichment in the food chain; * low soluble in water.   **F.3 Ozone depletion**  SF6 and its by-products from application in electric power equipment do not contribute to the destruction of stratospheric ozone layer [16] because they do not contain either chlorine or bromine.  **F.4 Global warming/climate change (greenhouse effect)**  The average global temperature of the earth results from a balance between the heating effects of solar radiation and the cooling associated with the infrared radiation from the earth. Some of the infrared radiation is reflected back to the surface of the earth and the greenhouse effect is a natural phenomenon that contributes to allow the life on earth.  It is due to the natural greenhouse gases (mainly moisture, carbon dioxide, methane) which are transparent to the radiation coming from the sun, but absorb the infrared radiation reflected back from the earth.  Without the greenhouse gases the heat from the sun would be radiated back into space and the temperature ofthe earth would be much lower.  The presence of the greenhouse gases traps some solar energy in the atmosphere. The consequence is a higher average temperature of the planet compared with the temperature that would have prevailed if no greenhouse effect had existed. Scientific estimations evaluate the increase to as much as 33 °C (from -18 °C to the actual 15 °C) [18].  Today, the natural phenomenon is by far predominant and human activities give only a small contribution to the total greenhouse effect. However, as the human contribution is growing, this is today a major concern. According to several studies, the actual trend, if not reversed, will cause a significant increase of the average temperature of the planet: the global climate will be changed.  Both manmade and natural greenhouse gases contribute to the greenhouse effect. The Kyoto Protocol [20] is an international agreement to control the emission of manmade greenhouse gases.  The basket of greenhouse gases, to be monitored according to the Kyoto Protocol is composed of carbon dioxide (CO2), methane (CH4), nitrous oxide (N2O), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), and sulfur hexafluoride (SF6). The latter three substances are fluorinated greenhouse gases (or F-gases).  The concentrations of different gases relevant to the environment including those in the Kyoto Protocol are regularly monitored by several scientific bodies. In particular the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) prepares periodically assessment reports, up-dating the existing information on emissions and evaluating their potential future impact on the environment according to different hypothesis of their emission trends. The latest published is the Fourth Assessment Report (AR4) in Autumn 2007 [18].  IPCC was established by the World Meteorological Organisation (WMO) and the United Nations Environmental Programme (UNEP) in 1988. F-gases are known for their high global warming impact as compared to CO2, the main originator of the global warming effect, and contribute approximately in the measure of 1.5% to the overall greenhouse gas effect.  The strong infrared absorption of SF6 and its long lifetime in the environment are the reasons for its high Global Warming Potential (GWP) which is 22 200 higher than CO2, according to the Third Assessment Report. The GWP is calculated over a time period of 100-years warming potential of 1 kg of a gas referred to 1 kg of CO2. Its overall contribution to the global greenhouse gas effect from all applications amounts to approximately 0.2 % overall.  However, the GWP of SF6 alone is not adequate to measure the environmental impact of electric power equipment based on SF6 technology. The environmental impact of any specific application should be evaluated and compared using the Life Cycle Assessment - LCA approach as regulated by ISO 14040 [2].  The Electric Industry utilises SF6 in a closed cycle, banking it e.g. in gas insulated substations (GIS), medium-voltage and high-voltage gas circuit breakers (GCB), high-voltage gas insulated lines (GIL), gas insulated voltage transformers (GVT). In Asia, significant quantities of SF6 are banked in gas insulated power transformers (GIT) as well.  In spite of being reported as the most important user of SF6 worldwide, the Electric Industry is a low contributor to the global emission of SF6, for below that of other industries or users with "open application” of the gas. However, its importance as source substantially varies from region to region and from country to country, depending on the SF6 handling procedures adopted, the tightness of the electric power equipment and the amount of gas banked in electric equipment.  Regional average emission rates presently vary between far less than 1 % to more than 10 %. In general, emission rates have declined significantly since 1995. Targeted industry actions have reduced emissions by 50 % to 90 % in Europe [21], Asia [22], and North America [23] and [24]. Those actions include:   * designing equipment requiring a smaller quantity of SF6 and having a high tightness degree: * improving handling processes and handling equipment for all life cycle stages according to the present technical report.   **F.5 By-products**  Major failures causing gas releases are extremely rare as records from 40 years of experience show. The quantities released in such extreme cases are again very limited by the fact that standard design of products is compartmented, limiting the fault to the place where it originates. The gas quantities concerned are subsequently small fractions of the total gas banked in a substation.  Annex G shows that by-products can be converted without difficulty into neutral products available in nature. Procedures for their treatment, handling and disposal ensure that they have a negligible impact on the environment.  **F.6 Environmental compatible SF6 policy**  SF6 should be handled in a closed cycle, to avoid any deliberate release to the environment. Among all the voluntary initiatives, gas recovery and reuse have the highest priority.  Voluntary agreements [25] involving manufacturers and users have been signed in some countries with the aim of controlling and reducing emissions of SF6 from the electric power equipment. In general, in such agreements, environmental compatible policies mention that for the development, manufacturing, installation, operation, maintenance and end-of-life disposal of electric power equipment utilising SF6, state-of-the-art technologies and procedures are applied to minimize SF6 emissions.  Certain countries have recently introduced recording and reporting of SF6 emissions in their legislation.  **Annex G**  (informative)  **SF6 by-products**  **G.1 Decomposition of SF6**  **G.1.1 General**  When arcing occurs in SFg due either to normal switching operations or fault clearances, or in the unlikely event of an internal arcing fault, different by-products are generated simultaneously in varying quantities [12], and [16]. When the SF6 molecule is stressed by temperature, radiation or electrical discharge and separation of fluorine atoms occurs, a number of radicals, ions, or neutral molecules are produced, depending on the type of excitation and the energy input, according to:  (G.1)  When the input of energy ∆E ceases, most of the atoms recombine to form SF6, whilst others combine with different substances in the system to form a variety of stable end products. Such substances include in particular oxygen and water and also materials used in the construction of the equipment.  These by-products are considered here in relation to the energy delivered to the SF6.  **G.1.2 The behaviour of SF6 in an electric arc**  Heavy current arcing occurs normally during circuit breaker switching and fault clearance operations, and abnormally during an internal arc fault.  From temperatures of 500 °C, SF6 begins to decompose into its constituent parts, with the degree of decomposition being directly proportional to the quantity of energy converted. In the dissociation process defined in reaction (G.1), the SF6 molecules are broken down into sulphur and fluorine atoms at about 3 000 °C.  The large quantity of heat adsorbed during this process is dissipated away from the arc zone by radiation and convection. Below a temperature of about 1 000 °C, the atoms recombine or react with other substances, such as vaporised electrode metal, the vessel wall, plastics or impurities. Gaseous and solid by-products can arise, including metal fluorides and sulphur fluorides, of which the most important are CuF2, AIF3, WFg, CF4 and SF4.  These products, generally known as primary by-products, are formed during or shortly after a discharge in the less-than-one-second range. Dust-like deposits which may appear on the surfaces of insulators during normal operation have no detrimental effect on their dielectric performance.  Some of the by-products are chemically stable: others are very unstable, particularly in presence of water.  In presence of oxygen, by-products can arise as follows:  S+O+2F→SOF2 (G.2) SF4+O →SOF2+2F (G.3) SF3+O →SOF2+F (G.4)  SF5+O →SOF4+F (G.5)  The oxygen involved in the reactions (G.2), (G.3), (G.4), and (G.5) may remain as result of the evacuation process or may be released by the electrode materials during arcing. SOF2 is the major by-product.  In the presence of moisture, the following reactions occur:  F+H2O→HF+OH (G.6) SF5+OH→SOF4+HF (G.7) |
| **(G.8)** | | |
| (G.8) урвал дахь тасархай шугамууд нь нумын үйлчлэлээр SF6 хийн задралын үед хязгаарлагдмал хэмжээгээр тохиолддог урвалыг харуулсан. (G.8)-ын урвалууд нь их хэмжээний HF-ийн үүсэлтийг илэрхийлж байгаа хэдий ч энэ бүтээгдэхүүн нь цахилгаан эрчим хүчний төхөөрөмжид цахилгаан нуман үүссэний дараа их хэмжээгээр бүртгэгдээгүй байна. Энэ нь магадгүй дайвар бүтээгдэхүүний үүсэл нь гол төлөв (G.2), (G.3) ба (G.4) урвалын дагуу байдагтай холбоотой. Түүнчлэн (G.8)-ийн урвалаар үүссэн HF нь металлын ууртай урвалд орж металл фторид үүсгэх боломжтой. SF4 нь тохирох тоо хэмжээтэй бий болсон байх боловч маш бага хэмжээний чийглэгээс гидролиз (G.8) давтагддаг. Үргэлж чийгтэй байх нөхцөлд гидролиз үүсэж дараах урвалыг бий болгоно.  SOF2+H2O→SO2+2HF (G.9)  Бусад урвалуудын талаар нийтлэлд мэдээлэгдсэнээр нумаас S2F10 зэрэг нэмэлт дайвар бүтээгдэхүүн үүсэж болдог байна. Гэсэн хэдий ч нумын нөхцөлд үүсэх S2F10–ын хэмжээ нь маш бага байдаг, учир нь гэвэл өндөр температурт үүсдэг SF6 хийн радикалууд нь зөвхөн маш хурдацтай хөрсөн үедээ л S2F10 –ыг бий болдог энэ нь нумд хамаарахгүй нөхцөл юм [26].  **G.1.3 Маш бага цэнэг алдалтын үед SF6 хий задрах**  SF6 хий агуулсан тоног төхөөрөмжид ажиллах хүчдэл хэрэглэж байгаа ч титэм, оч, хэсэгчилсэн цэнэг алдалт гэх мэт бага гүйдлийн цэнэгийг үгүйсгэх аргагүй юм. Гэсэн хэдий ч ийм цэнэгээс үүсэх дайвар бүтээгдэхүүний агууламж маш бага байх магадлалтай. Очин цэнэг алдалтаас SF6 хий задрахад үүссэн (G.8)-д тасархай шугамаар үзүүлсэн урвалууд давамгайлах болно [26].  **G.1.4 SF6 хийн каталитик задрал (өндөр температуртай үед)**  Кварц бүхий саванд SF6 хий нь задрахгүйгээр 500 °С хүртэл халдаг. 150 °С орчим хүртэлх температурт төмөр, шил, керамик, резин ба полистрол зэрэг түгээмэл ашигладаг материалууд нь SF6 хийнд тэсвэртэй байдаг. Зөвхөн 200 °С-аас дээших температурт л зарим металл хийд задрах нөлөө үзүүлж эхэлдэг боловч ердийн хэрэглэгддэг металл, хайлшнуудын хувьд энэ нөлөө нь температур 400 °C-аас 600 °C хэм хүртэл ажиглагддаггүй [16]. Нум үүсээгүй байх үед цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн ажлын хамгийн дээд температур нь эдгээр утгаас хамаагүй доогуур байдаг тул ашиглалтын явцад SF6 хийн ийм төрлийн задрал үүсэхгүй.  **G.2 SF6 хийнээс үүсэх зэврэлт ба дайвар бүтээгдэхүүн**  SF6 хий нь идэвхгүй хий. Тиймээс SF6 хий нь өөрөө шууд зэврэлт үүсгэх боломжгүй юм. Гэсэн хэдий ч чийгтэй үед анхдагч болон хоёрдогч дайвар бүтээгдэхүүн нь идэмхий электролит үүсгэдэг бөгөөд энэ нь төхөөрөмжийн дотор ашигласан зарим материалыг гэмтээж болзошгүй.  Хөнгөн цагаан, ган, зэс, гууль зэрэг түгээмэл хэрэглэгддэг металлууд бараг л гэмтэлд өртдөггүй ба харин шил, шаазан, тусгаарлах цаас зэрэг материалууд нь идэмхий бодисын агууламжаас хамааран гэмтэлд илүү өртөмтгий байдаг. Бусад тусгаарлах материалууд болох резин, полистирол, полиэтилен, полиэтилен исэл, политетрафлюроэтил (PTFE), поливинилхлорид гэх мэт материалуудад нөлөөлөл нь бага.  Эдгээр дайвар бүтээгдэхүүний идэмхий шинж чанарыг харгалзан тухайн загварын зохион бүтээлтэд анхаарч үзэх нь чухал юм. Чийггүй байлгаж, тохирох материалыг ашигласнаар зэврэлтээс сэргийлж болно.  **G.3 Дайвар бүтээгдэхүүнийг арилгах арга хэмжээ**  Тоног төхөөрөмжийн доторх дайвар бүтээгдэхүүн ба чийглэгийг шингээлтээр зөвшөөрөгдөх түвшинд хүртэл бууруулж болно. Энэ зорилгоор хөнгөн цагааны исэл, молекул шүүр ба хольцуудыг ашиглахад тохиромжтой. Тэдгээр нь хийн байдалтай идэвхтэй дагалдах бүтээгдэхүүнийг маш үр дүнтэй, бараг эргэлт буцалтгүй шингээхийн зэрэгцээ хийн шүүдэр цэгийг бага байлгадаг [16].  Тоног төхөөрөмжөөс арилгах дайвар бүтээгдэхүүнийг устгах нь энгийн зүйл юм. Хүчлийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд (хүхрийн хүчил ба устөрөгчийн хайлуур жонш) нь шүлтлэг нэгдлүүдийн тусламжтайгаар задардаг.  Ихэнх хатуу бүтээгдэхүүнд нь усанд уусдаггүй, уусахдаа маш хүнд боловч зарим металлын фторидууд устай урвалд орж фторын хүчил үүсгэдэг. Иймээс хатуу идэвхтэй бүтээгдэхүүнийг боловсруулах, жишээлбэл хүчиллэг бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг саармагжуулахын тулд кальцийн гидроксид (шохой) ашиглах хэрэгтэй. Үүний дараа үүссэн лагийг орон нутгийн зохицуулалтын дагуу устгаж болно.  **G.4 Дайвар бүтээгдэхүүний физиологийн үзүүлэлтүүд**  Удаан хугацаанд дайвар бүтээгдэхүүнд өртөх нь арьсыг цочроох, нүд ба салст бүрхэвчийг гэмтээх, амьсгалын зам боогдох зэрэг нөлөөллийг бий болох бөгөөд өндөр найрлагатай тохиолдолд уушгины хаван үүсгэх шалтгаан болдог.  Дайвар бүтээгдэхүүн агуулсан SF6 хий нь цочроох нөлөөтэй эвгүй хурц үнэртэй байдаг. Үнэрлэх эрхтний мэдрэмжээр ялангуяа SOF2, SO2  ба HF бодисууд нь зөвшөөрөгдөх хэмжээнд (TLVs) байна. Эдгээр шинж чанаруудын улмаас бага хэмжээний хийн дайвар бүтээгдэхүүн ч гэсэн хордлогын эрсдэл үүсэхээс өмнө хэдхэн секундийн дотор эргэлзээгүй анхааруулах дохио болж чаддаг байна [12].  **Хавсралт H**  (мэдээллийн)  **SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүний эрүүл мэндэд үзүүлэх чадавхын нөлөөллийг үнэлэх аргачлал**  **H.1 Ерөнхий зүйл**  Энэ хавсралтад дотоод нумаас үүссэн гэмтлийн үед болон агаар мандалд SF6 хийн алдагдал бий болсон үед эрүүл мэндэд нөлөөлөх эрсдэлийг үнэлэх журмыг тусгасан.  Хэвийн ажиллагааны турш SF6 хий нь цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн дотор хадгалагдах ба үүссэн хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүнийг молекул шүүлтүүр болон байгалийн дахин нэгтгэх процессоор саармагжуулдаг. Хэрэв хийн тусгаарлах хэсэг гэмтэх, дотоод нум үүсэх гэх мэт шалтгааны улмаас хийн алдагдал бий болох үед SF6 хий агаар мандалд илэрч болно. Эрүүл мэндэд учруулах эрсдэлийг үнэлэхдээ шүүрэх нөхцөл ба SF6 хий гэнэт алдагдахад хүргэдэг дотоод нуман гэмтлийн нөхцөл байдлыг хооронд нь тодорхой ялгаж үзэх хэрэгтэй.  Шүүрэлт гарсан тохиолдолд SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүнд удаан хугацаагаар өртсөний үр дагаврыг харгалзан үзэх хэрэгтэй. Агаар дахь эдгээр дайвар бүтээгдэхүүний агууламж нь хамгаалалтгүй ажилтнуудад ердийн ажлын хугацаанд, жишээлбэл 8 цагийн турш аюул үл учруулахуйц хангалттай бага байх ёстой.  Дотоод нуман гэмтлээс SF6 хий гэнэт алдагдсан тохиолдолд тухайн нөхцөл байдалд тохирсон бүс нутгийн зохицуулалтын дагуу яаралтай тусламжийн түр зуурын арга хэмжээ авч болно. Хэрэв нөлөөнд өртөх хугацаа мэдэгдэхүйц багасвал дайвар бүтээгдэхүүний агууламж нь жишээлбэл 8 цагийн туршид зөвшөөрч болох хэмжээнээс өндөр байж болох юм.  Энэ тохиолдолд хорт бодис ялгаруулах бүх эх үүсвэрийг харгалзан үзэх нь тодорхой бөгөөд энэ нь үүссэн бүх дайвар бүтээгдэхүүний талаар нарийвчилсан мэдлэгтэй байхыг шаарддаг. Үүнтэй холбогдуулан бүрэн боловсруулалт хийхдээ SF6 хийний нэгэн адилаар металлын уур, хайлах хуванцар, кабелийн тусгаарлага, будаг гэх мэтийн хувь нэмрийг харгалзан үзэх хэрэгтэй.  Дотоод нум ба алдагдлын улмаас агаар мандал дахь SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүн бий болохтой холбогдсон эрсдэлийг тооцоолох журмыг эдгээр тооцоог хийхэд баримталсан зарчмуудын хамтаар дараах бүлгүүдэд өгсөн болно.  **H.2 SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл ба** **хэлбэршил /бүрэлдэхүүн бүтэц/**  **H.2.1** **SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүний** **хэлбэршил**  SF6 хийнд их хэмжээний нум үүссэн үед уг нумын төвийн температур нь 10 000 К хүрдэг. G.1.2-т мэдээлснээр ийм температурт уг хийн молекулууд нь бүрэн задарч өөрийн эх атомууд болох хүхэр ба фтор болдог байна. Агаар, чийг гэх мэт аливаа хольц нь ижил төстэй байдлаар хуваагддаг. Үүний үр дүнд зөвхөн S, F, H, N, O-ийн салангид/дан атомууд, төрөл бүрийн ионуудыг агуулсан хэсэг бүс бий болно. Нумын үйлчлэлээр халсан электрод болон тусгаарлах хэсгүүд нь Cu, W, C ба AI-г агаарт ялгаруулна.  Нум унтарсны дараа болон тухайн хэсэг хөрсний дараа эдгээр атомууд нь хоорондоо дахин нэгдэх ба SF6 хийг үүсгэнэ. Гэсэн хэдий ч хавсралт G-д мэдээлэгдсэнээр хийнд байгаа хольцтой, ялангуяа чийг ба хүчилтөрөгчтэй химийн урвалууд явагдаж нумын дайвар бүтээгдэхүүнүүд гэгчийг үүсгэдэг байна. Үүссэн хэмжигдэхүүн нь хийн эзлэхүүнд оруулсан хүчнээс шууд хамааралтай байдаг.  Цахилгаан нумын үед их үүсдэг дагалдах бүтээгдэхүүнүүд нь SOF2, SO2, HF ба CF4, SF4, SO2F2 [27]. Бага хэмжээний цэнэг алдалтын эрчим хүчээр S2F2 маш бага хэмжээгээр үүсдэг [28], [29] ба [30].  **H.2.2 SF6 хийн дайвар бүтээгдэхүүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл**  **H.2.2.1 Ерөнхий зүйл**  Бага эрчим хүчний цэнэг алдалт ба нумын үйлчлэлээр SF6 хий нь ажлын байранд алдагдсан бол эрүүл мэндэд үзүүлж болзошгүй эрсдэл нь агаар дах дайвар бүтээгдэхүүн тус бүрийн агууламжаас, улмаар тухайн тоног төхөөрөмж байрлаж буй өрөөний эзлэхүүнээс хамаарна. Хордлогыг үнэлэхдээ дайвар бүтээгдэхүүн нэг бүрийн агууламжийг холбогдох нөлөөллийн хугацаанд зөвшөөрөгдөх агууламжтай харьцуулах ёстой. Дайвар бүтээгдэхүүнтэй холбогдсон эрсдэлийг үнэлэхдээ (H.1) томьёог хэрэглэнэ:    **H.2.2.2 Нумын үйлчлэлээр задарсан SF6 хийн эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл**  Олон найрлагатай хольцуудын хувьд хор судлаачид дараах гурван ерөнхий тохиолдлыг тодорхойлдог:   * найрлага бүр нь өөр өөрөөр, эсвэл өөр өөр зорилтот эрхтэнд үйлчилдэг: иймээс үзүүлэх нөлөө нь хуримтлагддаггүй бөгөөд найрлага нэг бүрийг тусад нь авч үзнэ. * найрлагууд нь ижил зорилтот эрхтнүүдэд ижил төстэй байдлаар үйлчилдэг: иймээс тэдгээрийн үр нөлөө нь хуримтлагдах бөгөөд тооцоололд үүнийг харгалзан үзнэ * нэг найрлага нь бусдынхаа оруулсан хувь нэмрийг их хэмжээгээр давж гардаг: нийт хорт нөлөөг зөвхөн энэ найрлагын агууламжийг судлах замаар үнэлэх хэрэгтэй.   Хүчтэй нумын үйлчлэлээр задарсан SF6 хийний талаар сүүлийн хэдэн арван жилийн хугацаанд хийсэн ихэнх ажлын судалгааны тоймоос [27], [31] үзэхэд нумын задралын SF6 хийний ажилтнуудын эрүүл мэндэд үзүүлэх нийт эрсдэл нь үүссэн SOF2-ын агууламжаас голчлон хамаардаг байна.  G.1.2-т мэдээлснээр ихээхэн чийг байхад SOF2-ийн гидролиз болж, SO2, HF үүсэж болно. Одоогоор SOF2-ын хувьд OEL (ажлын байрны өртөх хязгаар) тодорхойлогдоогүй болно. Ийм учраас гидролиз нь үргэлж HF ба SO2-ийг өгдөг гэж үздэг. Тэдгээр хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүнээс эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлнэ (Хүснэгт Н.1-ээс харна уу).  **H.2.2.3 Өртөх хугацаа ба агаараар шингэрүүлэх**  Хорт бодисоос эрүүл мэндэд учрах эрсдэлийн аливаа үнэлгээ хийхэд дараах хоёр үндсэн ойлголт нэн чухал болно:   * эргэн тойрны эзлэхүүн дэх агууламж * өртөлтийн холбогдох хязгаарыг сонгоход хүргэдэг өртөх хугацаа   Шүүрэлтийн нөхцөл байдлыг тооцоолохдоо хугацааны жигнэсэн дунджаар (Ажлын цагт өдрийн 8 цаг, долоо хоногийн 40 цаг хугацааны жигнэсэн дунджаар) илэрхийлсэн OEL (ажлын байрны өртөх хязгаар)-ыг ашиглах хэрэгтэй.  Хэвийн бус нөхцөлд, жишээ нь дотоод нум үүсэх үед ажилтнууд уг тоног төхөөрөмж байрлаж буй өрөөнөөс яаралтай гарах ба ингэснээр өртөлт нь тур зуурынх болдог. Энэ нөхцөлд C-ын дагуу найрлагыг тодорхойлно. (өртөх дээд хязгаар, утгууд нь хэзээ ч хэтэрдэггүй). Ийм нөхцөлд C (хэзээ ч хэтрүүлж болохгүй таазны өртөлтийн хязгаар) гэж тодорхойлсон агууламжийг ашиглах ёстой. С утгыг тодорхойлоогүй үед STEL (богино хугацааны өртөлтийн хязгаар)-ыг хэрэглэнэ. Энэ STEL нь ажлын 8 цагийн туршид 15 минутаас хэтрүүлж болохгүй дундаж өртөлт юм. АНУ-ын засгийн газрын аж үйлдвэрлэл эрүүл ахуйн бага хурлаас тодорхойлсон, SO2, HF ба S2 F2 бодисуудад зориулсан OEL (ажлын байрны өртөх хязгаар) нь H.1-р хүснэгтэд өгөгдсөн болно.  **H.1-р хүснэгт - SOշ (хүхрийн хүчил), HF(устөрөгчийн фтор) SշF10-ын OELs** | | The dashed lines in reaction (G.8) indicate reactions that occur only to a limited degree during SF6 decomposition in an arc. Whilst the reactions of (G.8) imply the formation of significant quantities of HF. this product has not been reported in large quantities following power arcing in electric power equipment. This is probably because by-product formation is mainly according to (G.2), (G.3) and (G.4). It is also possible that HF formed by the reactions of (G.8) further reacts with metal vapours to produce metal fluorides.  SF4 is produced in significant quantities but hydrolyses rapidly (G.8) in the presence of moisture.  In the continued presence of moisture, further hydrolysis occurs, leading to:  SOF2+H2O→SO2+2HF (G.9)  Other reactions have been reported in the literature: additional by-products of arcing such as S2F10 may be formed. However, the quantity of S2F10 formed under arcing conditions is extremely low, because SF6 radicals, produced at high temperatures, form S2F10 only when cooled very rapidly, a condition not likely to apply in the arc [26].  **G.1.3 SF6 decomposition with low current discharges**  Whilst operating voltage is applied to equipment containing SF6, the possibility of low current discharges such as corona, sparking and partial discharges cannot be ruled out. However, the concentrations of by-products resulting from such discharges are likely to be very low. When SF6 is decomposed in spark discharges, the reactions shown in dashed lines in (G.8) will predominate [26].  **G.1.4 Catalytic decomposition of SF6 (high-temperature behaviour)**  SF6 can be heated to 500 °C in quartz vessels without decomposing. Up to temperatures of about 150 °C, all commonly used materials, such as metals, glass, ceramics, rubber and polyester resin are fully resistant to SF6. It is only at temperatures higher than 200 °C that some metals begin to have a decomposing effect on the gas, but in the case of the metals and alloys normally used, this effect is not observed to any marked degree until the temperature range of 400 °C to 600 °C is reached [16].  As the maximum operating temperatures inside electric power equipment in the absence of arcing are far below these values, no SF6 decomposition of this kind is to be expected during operation.  **G.2 Corrosion behaviour of SF6 and its by-products**  SF6 is a completely non-reactive gas. There is no possibility therefore that corrosion will be caused directly by the SF6 itself. However, the primary and secondary by-products, in presence of moisture, may form corrosive electrolytes which may lead to damage some of the material used inside the equipment.  The metals commonly used, such as aluminium, steel, copper and brass, are hardly attacked at all, but materials such as glass, porcelain, insulation paper and the like are more vulnerable to damage, depending upon the concentration of the corrosive substances concerned. Other insulating materials, such as epoxy resin, polyester, polyethylene, polymethylene oxide, PTFE, PVC, etc., are not significantly affected.  It is important that measures be taken in the design to take account of the corrosive properties of the by-products. Corrosion can be prevented by the thorough exclusion of moisture and by using suitable materials.  **G.3 Measures for the removal of by-products**  Moisture and by-products inside equipment in service can be reduced to acceptable levels by adsorption. Materials such as alumina, molecular sieves or mixtures thereof are suitable for this purpose. They adsorb the gaseous reactive by-products very effectively and practically irreversibly, and at the same time ensure that the gas maintains a low dew point [16].  Disposal of by-products removed from equipment is straightforward. The acid components (sulphuric acid and hydrogen fluoride) are degraded by means of alkaline compounds.  Most of the solid reaction products are not soluble in water, or can be dissolved only with difficulty, but certain metal fluorides can react with water to form hydrofluoric acid. It is necessary therefore to treat the solid reaction products with calcium hydroxide (lime), for example, to neutralise the acid components. The resultant sludge can then be disposed of according to local regulations.  **G.4 Physiological characteristics of by-products**  By-products can cause irritation of the skin, eyes and mucous membranes, such as in the respiratory tract, and in high concentrations can cause pulmonary oedema, given sufficient time of exposure.  SF6 containing by-products has an unpleasant pungent smell that in itself is associated with an irritant effect. The olfactory thresholds, especially for SOF2, SO2 and HF, are of the same order as the TLVs. Because of these characteristics, even small quantities of gaseous by-products may give rise to unmistakable warning indications within a matter of seconds, before any risk of poisoning can arise [12].  **Annex H**  (informative)  **Procedure for evaluating**  **the potential effects on health of SF6 by-products**  **H.1 General**  This annex suggests procedures for the evaluation of the risks to health due to SF6 released into the local atmosphere by leakage and in the event of an internal arc fault.  During normal service SF6 remains inside the electric power equipment and the gaseous by­-products formed are neutralised by molecular sieves as well as by natural recombination processes. SF6 can become present in the atmosphere because of leakage or if a gas filled compartment fails to contain the gas, e.g. internal arc fault. It is necessary to differentiate clearly between leakage conditions and internal arc fault situations leading to a sudden release of SF6, when evaluating health risk.  In case of leakage it is necessary to consider the effects of long-term exposure to the gaseous by-products of SF6. The concentrations of these by-products in the air should remain low enough to present no threat to unprotected personnel during a normal working period of e.g. 8 h.  In case of a sudden release of SF6 due to an internal arc fault, the emergency procedure required by the local regulation may imply a momentary exposure. By-product concentrations of higher levels than would be tolerable during e.g. 8 h can be tolerated if the exposure time is considerably reduced. Clearly in this case account should be taken of all possible sources of toxic emissions and this requires detailed knowledge of all of the by-products formed. In this respect a full treatment should consider contributions from metal vapour, bumt plastics, cable insulation, paint, etc., on an equal footing to those attributable to SF6.  The following clauses give the procedures for calculating the risks associated with the presence of SF6 by-products in the atmosphere due to leakage and to internal arc fault together with the principles adopted for perfoming those calculations.  **H.2 Formation and health effects of SF6 by-products**  **H.2.1 Formation of SF6 by-products**  During high power arcing in SF6 the arc core reaches temperatures of the order of 10 000 K. At these temperatures the molecules of the gas are completely broken down into their parent atoms, sulphur and fluorine, as reported in G.1.2. Any impurities present, such as air or moisture, are dissociated in a similar manner. The result of this is a localised region containing only single atoms of: S, F, H, N, O and diverse ions. The heating of the electrodes and the insulating parts by the arc adds vapours of Cu. W. C and Al to this atmosphere.  After arc extinction or in regions where cooling commences, these atoms start to bind together again and reform mainly SF6. However, chemical reactions take place with the impurities present and in particular with moisture and oxygen, giving rise to the so-called arc by-products, as reported in Annex G. The quantities formed are directly related to the power injected into the gas volume.  In case of power arcing, the most frequently encountered by-products are: SOF2, SO2, HF and also CF4, SF4 and SO2F2 [27]. In case of low energy electrical discharges, S2F10 is also formed in extremely small quantities [28], [29] and [30].  **H.2.2 Effects of SF6 by-products on health**  **H.2.2.1 General**  If SF6, which has been subjected to arcing or to low-energy discharges, is exhausted into the work place then the potential health risk will depend on the concentration of each by-product in the air, and hence on the volume of the room containing the equipment. Toxicity estimations should take into account the concentration of each by-product in relation to the permissible concentrations for the appropriate exposure time. Equation (H.1) should be adopted to calculate the total risk associated to the by-products.  **H.2.2.2 Health effects of arc decomposed SF6**  For multi-component mixtures, toxicologists define three general cases:   * each component acts in a different manner, or on different target organs: the effects are hence not cumulative and each component is separately treated: * the components act in a similar manner on the same target organs: their effect is thus cumulative and calculations will take this into account: * one component largely outweighs the contribution of the others: the overall toxic effect should be estimated by studying the concentration of this component alone.   A survey of the majority of the work carried out over the past decades on high power arc decomposition of SF6 [27], [31] concludes that the total health risk to personnel, due to arc decomposed SF6, is predominantly dependent on the SOF2 concentrations generated.  Hydrolysis of SOF2 may occur in the presence of significant concentrations of moisture, producing SO2 and HF. as reported in G.1.2. For the time being, no OEL (Occupational Exposure Limit) has been defined for SOF2. For this reason, it is assumed that hydrolysis always takes place giving HF and SO2. The potential effect on health is then evaluated on those gaseous by-products (see Table H.1).  **H.2.2.3 Exposure duration and dilution in air**  The two key notions essential to any evaluation of risk to health due to toxic substances are:   * concentration within the surrounding volume; * time duration of exposure, leading to the selection of the appropriate exposure limit.   When a leakage situation is calculated, the OEL (Occupational Exposure Limit) concentration, defined as TWA (Time Weighted Average over an 8 h per day, 40 h per week exposure limit), should be used.  Under abnormal conditions e.g. internal arc fault, personnel immediately leave the room of the electric power equipment and the exposure is hence momentary. Under those conditions, concentrations defined as C (Ceiling exposure limit, values never to be exceeded), should be employed. When the C value is not defined, the STEL (Short Term Exposure Limit) could be adopted. The STEL refers to an average exposure of 15 min that should not be exceeded during the 8 hours working time.  The occupational exposure limits (OELs) defined by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) [33] for SO2. HF. and S2F10 are given in Table H.1.  **Table H.1-OELs for SO2, HF, and S2S10** |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Ажлын байрны өртөх хязгаар - OEL** | **SO2** | **HF** | **S2 F10** | | TWA(ml/l) | 2 | 0,5 | тодорхойлогдоогүй | | STEL(ml/l) | 5 | тодорхойлогдоогүй | тодорхойлогдоогүй | | C(ml/l) | тодорхойлогдоогүй | 2 | 0,01 | | Тайлбар: SOF2-ын хувьд одоогоор ажлын байрны өртөх хязгаар - OEL тодорхойлоогдоогүй байгаа. | | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **OEL** | **SO2** | **HF** | **S2F10** | | TWA (μl/l) | 2 | 0.5 | Not defined | | STEL (μl/l) | 5 | Not defined | Not defined | | C (μl/l) | Not defined | 2 | 0.01 | | NOTE So far, no OEL has been defined for SOF2. | | | | | | |
| **H.2.3 Хийн дайвар бүтээгдэхүүний тоо хэмжээг тооцоолох**  **H.2.3.1 Ерөнхий зүйл**  Цахилгаан цэнэг алдалтын үе дэх хийн дайвар бүтээгдэхүүний тоо хэмжээг гаргахдаа хийг задалж буй эрчим хүчийг жоуль-иар тооцож гаргана. Үүнийг үйлдвэрлэлийн хэмжээ *r* гэж тэмдэглэнэ. Туршилтын үр дүнг ихэвчлэн моль/Ж-аар тооцдог боловч л/кЖ гэсэн нэгжийг бас өргөн хэрэглэдэг. Энэхүү хөрвүүлэлт нь 1 моль идеал хий нь 20 °C ба 100 кПа-д 24.37 л эзэлдэгт үндэслэсэн бөгөөд (H.2) томьёонд өгөгдсөн болно.  (H.2)  Нумаас үүсэх SOF2 ба бага эрчим хүчний цэнэг алдалт (хийн дэх оч болон хэсэгчилсэн цэнэг алдалтууд)-аас үүсэх S2F10 хийн үйлдвэрлэлийн хэмжээний тооцооллыг H.2.3.2, H.2.3.3 ба H.2.3.4-т тус тус өгөв.  **H.2.3.2 Нум үүссэн үед SOF2 хийний үйлдвэрлэлийн хэмжээг тооцоолох**  SOF2 бүтээгдэхүүний тоо хэмжээ нь туршилтаар тодорхойлогдох ба электродод ашиглагдсан материал болон цэнэг алдалтын төрлөөс хамаарна. Хөнгөн цагаан электрод дээр бий болох экзотермик урвалууд нь үйлдвэрлэлийн хэмжээг нэмэгдүүлдэг.  [27] ба [31]-д өгөгдсөн тохирох утгуудаар энд ашиглагдаж буй утгуудын дундаж хэмжээг гаргасан.  **H.2-р хүснэгт – SOFշ (тионил фтор) хийний үйлдвэрлэлийн хэмжээ** | | **H.2.3 Quantitative estimation of gaseous by-products**  **H.2.3.1 General**  The quantity of gaseous by-products formed during ar| electrical discharge is generally referred to the energy in joule dissipated in the gas. This is called as production rate, *r.*  Experimental results are generally quoted in mol/J but another unit widely adopted is l/kJ. The conversion is based on the fact that 1 mol of ideal gas occupies 24.37 I, at 20 °C and at 100 kPa, and is given in Equation (H.2).  1 mol/J = 24.37 x 103 I/kJ (H.2)  The estimation of the production rates of SOF2 due to arcing and S2F10 due to low energy discharge, both sparking and partial discharges in the gas, is given in H.2.3.2, H.2.3.3, and H.2.3.4, respectively.  **H.2.3.2 Estimation of the SOF2 production rates due to arcing**  The SOF2 production rate is experimentally determined and depends on the electrode material used and the type of discharge considered. Exothermic reactions, which occur with aluminium electrodes, seem to enhance the production rate.  The values used here have been averaged over the range of presently available data found in the literature [27] and [31].  **Table H.2-SOF2 production rate** |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Электродын материал** | **SOF2 бүтээгдэхүүний тоо хэмжээ (r)** | | | Моль/Ж | л/кЖ | | **Cu, Fe, WCu** | 150x10-9 | 3.7x10-3 | | Al | 600x10-9 | 15x10-3 | | Тайлбар: Хөнгөн цагаан электрод нь зөвхөн хийн тусгаарлага бүхий дэд станцын шинийн нөхцөл байдалд зориулагдсан болно. | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | Electrode material | **SOF2 production rate (r)** | | | moI/J | I/kJ | | **Cu, Fe, WCu** | 150x10-9 | 3.7x10-3 | | Al | 600x10-9 | 15x10-3 | | NOTE Aluminium electrodes are assumed only for GIS bus-bar situations. | | | | | |
| **H.2.3.3 Оч үүссэн үеийн S2F10–ын үйлдвэрлэлийн хэмжээг тооцоолох**  Хөдөлгөөнт хэсэгтэй таслууруудад оч үүсэх ба энэ нь бага хэмжээний эрчим хүчний цэнэг алдалт бий болгоно гэж үздэг. Дундаж үзүүлэлтүүд нь: нумын хүчдэлийн уналт 1 кВ, багтаамжийн гүйдэл 0,25 А, үргэлжлэх хугацаа 1с, үүссэн оч тус бүрт 0,25 кЖ. Гэсэн хэдий ч хэдэн арван микросекундын хугацаанд оч тус бүр дээр цохилтын гүйдэл нь 3 кА хүрч болох юм.  Нийтлэгдсэн өгөгдөл байхгүйн улмаас, оч үүссэн үед S2F10 -т үйлдвэрлэлийн хэмжээг 0,05 x 10-9 хэмжээтэй байхаар сонгосон энэ нь очин цэнэг алдалтын хэмжээ бага үед илэрхийлэгдсэн гэвч нумаас 2 000 дахин илүү байна. Энэ нь ажиллагаанд байгаа өндөр хурдтай таслуур дээрх бодит хэмжилтээр баталгаажсан [29].  **H.2.3.4 Хэсэгчилсэн цэнэг алдалтын үед S2F10-ын үйлдвэрлэлийн хэмжээг тооцоолох**  Дан найрлагатай өндөр хүчдэлийн салгуур ба хуваарилах байгууламжууд эсвэл бүрдэл хэсгүүдийн хэсэгчилсэн цэнэг алдалт хэмжээ нь хамгийн их зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэтрэхгүй *q=5 pC* хэтрэхгүйбайна. (IEC 62271-203:2011 стандартын 6.2.9.102-г харна уу)  Хэвийн хүчдэл Ur үед хэсэгчилсэн цэнэг алдалт бий болох бүрт зарцуулагдах энерги:  байх бөгөөд (H.3) ямагт наножоуль хэмжээтэй энергийн хязгаарт байдаг болно.  Хэсэгчилсэн цахилалтын үе дэх S2F10 бүтээгдэхүүний хэмжээнд давтамж хамаардаггүй.  Бага эрчим хүчтэй очит цахилалтын бодит үр дүнг шилжүүлснээр 0,2 x 10-9 моль/Ж (эсвэл 4.88 x 10-6 л/кЖ) хэмжээг олж авна.  **H.2.4 Эрүүл мэндэд үзүүлэх эрсдэлийн хэмжээг үнэлэх аргачлал**  Дараах ойлголтууд дээр үндэслэн хийн дайвар бүтээгдэхүүний эрүүл мэндэд үзүүлэх эрсдэлийг үнэлэх аргачлалыг тогтооно:   * тухайн тоног төхөөрөмжийн өрөө бүрэн хаалттай ба тухайн хугацааны туршид агааржуулалт ажиллаагүй байх * тухайн цахилгаан тоног төхөөрөмжид суулгасан шингээгчүүд нь авч үзэх хугацааны туршид хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүний хэмжээг бууруулаагүй * ялгарсан хий нь ажлын өдөрт эсвэл өртөх хугацааны явцад цахилгаан эрчим хүчний төхөөрөмж байгаа өрөөнд багахан хугацаанд агаартай жигд холилдох;   Зураг H.1-т SF6 хийнд нум үүсэх явцад (цахилгаан тэжээлийн тасалдал эсвэл багтаамжийн сэлгэлтийн аль алины) бий болох дайвар бүтээгдэхүүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэх нийтлэг журмыг тайлбарласан болно.  Энэ нь нэвчилт болон дотоод нумын гэмтлийн аль алинд хэрэглэх боломжтой. | | **H.2.3.3 Estimation of the S2F10 production rate due to sparking**  Manoeuvring disconnectors produces sparking, which is considered as a low energy discharge. Average parameters are: 1 kV arc voltage drop, 0.25 A capacitive current and 1 s time duration, resulting in 0.25 kJ per each sparking event. However, individual sparks may reach up to 3 kA peak current for only a few tens of microseconds.  In the absence of published data, the production rate of 0.05 x 10-9 mol/J (or 1.22 x 10-6 l/kJ) is chosen for S2F10 due to sparking, which reflects a situation at the lower end of the spark discharge range but more than 2 000 times greater than for arcs. This has been confirmed as being realistic by measurements on a real disconnector under highly accelerated operation conditions [29].  **H.2.3.4 Estimation of the S2F10 production rate due to partial discharges**  Single components of high-voltage switchgear and controlgear or sub-assemblies in which they are contained shall not exceed the maximum permissible partial discharge level of *q = 5 pC* (see 6.2.9.102 of lEC 62271-203:2011).  At rated voltage *Ur.* the energy dissipated during each single partial discharge event is therefore:  *E = q x*  (H.3) which always falls into the micro to nanojoule energy range.  The S2F10 production rate due to partial discharges at power frequency is not available in the literature. A value of 0.2 x 10-9 mol/J (or 4.88 x 10-6 l/kJ) is obtained by extrapolating the experimental results for sparking in the very low energy region.  **H.2.4 Procedures for health risk evaluation**  The procedures for the evaluation of the potential effects on health of gaseous by-products зге based on the following assumptions:   * the equipment room is completely closed and ventilation is inoperative during the period of interest; * the adsorbers fitted into the electric power equipment do not reduce the amount of gaseous by-products during the period of interest: * the gas emitted uniformly mixes with the air in the room containing the electric power equipment in a short time with respect to the working day or exposure duration.   Figure H.1 describes the typical procedure to follow for the evaluation of the potential effects on health of the by-products formed during arcing (either power interruption or capacitive switching) in SF6. It is applicable to both leakage and internal arc fault cases. |
|  | | |
| **H.1-р зураг - Нум үүссэн улмаас эрүүл мэндэд учирч болзошгүй нөлөөллийн үнэлэх журам**  Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжид бий болсон эрчим хүчийг үнэлэх ёстой. Нөхцөл байдлаас хамаарна, жишээ нь цахилгаан нум, багтаамжийн нум, титэм цэнэг алдалт, энэ нь нумын хүчдэлийн уналтын хугацаа, нумын гүйдлийн хугацаа, үргэлжлэл эсвэл хүчдэлийн уналтын хугацаанд цэнэг шилжүүлсэн. Хуримтлагдсан эрчим хүчийг нэг үйл явдлын эрчим хүчийг жишиг хугацаанд болсон үйл явдлын тоогоор үржүүлж үнэлдэг.  Цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжид үүссэн SOF2-ийн хэмжээ нь эрчим хүч ба SOF2-ийн үйлдвэрлэлийн хурд юм. SOF2-ын үйлдвэрлэлийн хэмжээ нь эрчим хүч, SF6 хийн хэмжээ, үргэлжлэх хугацаа, электродын материалын шугаман бус функц юм. Тоон утгыг туршилтаар тодорхойлно (H.2.3.2-ыг харна уу).  Дотор нуман гэмтэл гарсан тохиолдолд тэсрэлттэй диск хагарч, SOF2 хий нь хуваарилах байгууламжийн өрөөнд бүхэлдээ гэнэт алдагдах бөгөөд энэ нь хамгийн муу хувилбар юм.  Нэвчилт гарсан тохиолдолд цахилгаан эрчим хүчний төхөөрөмжид үүссэн SOF2-ийн багахан хэсэг нь хуваарилах байгууламжийн өрөөнд шилжиж, тодорхой хугацаанд хуримтлагддаг. Энэ нөхцөлд хэрэв V SOF2 тоног төхөөрөмж' нь цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн дотор үүссэн SOF2 хэмжигдэхүүнийг литрээр, Fp reI нь цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн нэвчилтийг %, хуваарилах байгууламжийн өрөөнд өдрийн турш хуримтлагдсан SOF2 хэмжигдэхүүн нь дараахаар тодорхойлогдоно.  *V*SOF2, room = (H.4)  Тоног төхөөрөмжийн өрөөн дэх SOF2-ын агууламж нь тоног төхөөрөмжийн өрөөнд орох SOF2-ийн хэмжээг хуваарилах байгууламжийн өрөөний эзлэхүүнд хуваасантай тэнцүү байна. Гаднах суурилуулалтын хувьд боломжит тоног төхөөрөмжийн өрөөний эзлэхүүнийг харгалзан ижил үнэлгээг хийх ёстой.  Тоног төхөөрөмжийн өрөөнд гидролиз явагдсаны улмаас pl/l дэх HF концентраци нь pl/l дэх SOF2 концентрациас хоёр дахин их, pl/л дэх HF концентраци нь pl/l дэх SO2 концентрацитай тэнцүү байна. Дайвар бүтээгдэхүүний эрүүл мэндэд үзүүлж болзошгүй нөлөөллийг тоног төхөөрөмжийн өрөөн дэх HF ба SO2-ын концентрацийг OELs (ажлын байрны өртөх хязгаар)-тай харьцуулах замаар үнэлдэг. Нийт эрсдэлийн *R*tot -ийг дараах байдлаар тодорхойлно:  Rtot = + (H.5)  Эрчим хүчний бага энергийн цахилалтын улмаас S2F10-ийн эрүүл мэндэд үзүүлэх болзошгүй нөлөөллийн үнэлгээнд ижил төстэй аргачлалыг хэрэгжүүлж болно. Энэ тохиолдолд гидролиз хийхгүй. Уг аргачлалыг Н.2-р зурагт тайлбарласан болно. | | **Figure H.1 - Procedure for the evaluation of the potential effects on health due to arcing**  The power injected during one single event into the electric power equipment should be evaluated. Depending on the circumstances, e.g. power arcing, capacitive arcing, corona discharge, this could be thought as arc voltage drop times arc current times arc duration or as voltage drop times charge transferred. The cumulated power is then evaluated multiplying the power of the single event by the number of events taking place during the reference period.  The quantity of SOF2 formed within the electric power equipment is the power itself times the SOF2 production rate. The SOF2 production rate is a non-linear function of the power, the quantity of SF6, the time duration and the electrode material. Numerical values are determined by experiments (see H.2.3.2).  In case of internal arc fault, the bursting disk bursts and the whole SOF2 quantity is suddenly released into the switchgear room, which is the worst case scenario.  In case of leakage, only a small portion of the SOF2 quantity formed into the electric power equipment transfers to the switchgear room and accumulates over a certain period of time. Under this condition, if V SOF2, equipment'is the SOF2 quantity formed inside the electric power equipment in litres and Fp reI is the leakage rate of the electric power equipment in % p.a., the SOF2 quantity accumulated into the switchgear room during one day is: *V*SOF2, room = (H.4)  The SOF2 concentration in the equipment room is the SOF2 quantity into the equipment room divided by the volume of the switchgear room. For outdoor installations, the same evaluation should be performed considering the volume of a virtual equipment room.  Due to hydrolysis in the equipment room, the HF concentration in pl/l is twice the SOF2 concentration in pl/l and the SO2 concentration in pl/l is equal to the SOF2 concentration in μl/l.  The potential effect on health of the by-products is then evaluated comparing the HF and the SO2 concentrations in the equipment room to the OELs (Occupational Exposure Limits). The total risk *R*tot should be defined as:  Rtot = + (H.5)  A similar procedure can be adopted for the evaluation of the potential effects on health of S2F10 due to low energy electrical discharges. In this case, no hydrolysis takes place. The procedure is described in Figure H.2. |
|  | | |
| **H.2-р зураг - Бага энергийн цахилалтын улмаас эрүүл мэндэд үзүүлэх болзошгүй нөлөөллийг үнэлэх аргачлал**  **H.3 Дүгнэлт**  Хамгийн сүүлийн үеийн тоног төхөөрөмжүүдэд үндэслэсэн тооцооноос үзэхэд шүүрлийн талаарх нөхцөлийн хувьд, дайвар бүтээгдэхүүний эрүүлд мэндэд үзүүлэх эрсдэлгүй болно. SF6 хий бүхий цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийн шүүрэлтээс үүдсэн нум, бага энергийн цахилалтаас үүссэн дайвар бүтээгдэхүүнүүд нь ажлын орчинд маш бага агууламжид хүрдэг. Тиймээс нам дор газарт агааржуулалт хийх ердийн аргаас өөр санаа зовох шалтгаан байхгүй бөгөөд урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ авах шаардлагагүй. Энэ нь хэвийн бус шүүрэлтийн (жишээлбэл хэвийн бус хэмжээнээс 2 дахин их) үед ч хүчин төгөлдөр байна.  Гэсэн хэдий ч, SF6 хий алдагдахад хүргэдэг дотоод гэмтэл үүсэх магадлал багатай тохиолдолд тоног төхөөрөмжийн өрөөнд дайвар бүтээгдэхүүний их хэмжээний концентраци үүсэж болно. Энэ төрлийн ямар ч тохиолдолд аюулгүй байдлын үндсэн журамд ажилтнуудыг ялгарсан материалд аль болох богино хугацаанд өртүүлэхээр нүүлгэн шилжүүлэх дүрмийг багтаадаг. Үүнээс гадна хүчтэй агааржуулалт ба/эсвэл агааржуулалт нь минутын дотор агууламжийн түвшнийг бууруулж чадна.  Гадна суурилагдсан тохиолдолд нумаар задарсан SF6 хийд орох агаарын хэмжээ хязгааргүй биш бол агаарт сарнина. Салхиар тархах болон өндөр хурдтай хий нь тархдаг.  Тиймээс хөдөлмөрийн аюулгүй байдлын арга хэмжээг дагаж мөрдвөл цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжид SF6 хийг ашиглахтай холбоотой эрсдэл хамгийн бага байх болно гэж дүгнэж байна.  **Хавсралт** **I**  (мэдээллийн)  **SF6 хийн криоген сэргээлт**  **I.1 Ерөнхий зүйл**  Энэхүү хавсралтаар сүүлийн 15 жилийн хугацаанд Австрали улсад ашиглагдаж буй криоген техник дээр үндэслэгдсэн аргыг жишээ болгон [35], [36] ба [37] тайлбарласан.  **I.2 Ашиглалт**  Криогеник процессыг ашиглах зарчим нь цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжөөс авсан цилиндр баллонд хадгалагдаж буй хэрэглэсэн SF6 хийн хольцыг цэвэрлэж үндсэн процессод нь эргүүлэн оруулна.  Энэхүү процесс нь дараах тохиолдлуудад ашиглагдана:   * цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг дүүргэхэд ашиглагдаж буй баллоноос авсан SF6 хийн нийт үлдэгдэл * цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжөөс SF6 хийг шилжүүлэх компрессор шаардлагагүйгээр 100 Па-аас доош даралтад сэргээх * хүчтэй нум үүссэн буюу агаараар бохирдсон хэрэглэсэн SF6 хийг техникийн ангиллын стандарт хүртэл сэргээх * SF6 хийг SF6 ба азотын (N2) хольцоос салгах. Бүх SF6 нь дахин сэргээгдэх боломжтой бөгөөд үндсэндээ нэг нь ч агаар мандалд цацагдахгүй; * SF6 /CF4 хийний хольцоос CF4-ийг гаргаж авах   **I.3 Физик шинж чанар**  Энэхүү процесс нь SF6 хийн ханасан уурын даралт болон нийтлэг хольцуудын температураас хамаарах өөрчлөлтөд үндэслэгддэг. (1.1-р зургийг харна уу) | **Figure H.2-Procedure for the evaluation of the potential effects on health due to low energy discharges**  **H.3 Conclusions**  Calculations, based on the state-of-the-art, show that, for leakage situations, there is no risk to health due to exposure to by-products. The by-products, formed by arcing and by low-energy discharges, released due to leakage from SF6-filled electric power equipment, reach negligible concentrations in the workplace atmosphere. Therefore there is no cause for concern and no need for precautions other than the normal ventilation practices for low-lying areas. This is still valid even in the case of abnormal leakage situations (a leakage rate for example 2 orders of magnitude higher than the normal rate).  However, in the unlikely event of an internal fault leading to a release of SF6, significant concentrations of by-products can occur in an equipment room. In any situation of this sort, basic safety procedures include evacuation rules are designed to ensure that personnel are exposed to exhausted materials for a time as short as possible. Furthermore, forced ventilation and/or venting ensure the concentration levels can be reduced within minutes.  For outdoor installations the volume of air into which the arc decomposed SF6 escapes is large if not infinite. Prevailing winds and the high exhaust velocity also speed up dispersion.  It is thus concluded that, as long as basic safety procedures are followed, the risk specifically associated with the use of SF6 in electric power equipment is minimised.  **Annex I**  (informative)  **Cryogenic reclaim of SF6**  **I.1 General**  This annex describes as example a method used in Australia during the past 15 years to reclaim SF6 based on a cryogenic technique [35], [36], and [37].  **I.2 Applications**  The principal use of the cryogenic process is to remove contaminants from used SF6 stored in cylinders returned to the main process plant from a site where it has been removed from electric power equipment.  The process can be used to:   * aggregate the remainder of SF6 from containers that have been used to fill electric power equipment; * recover SF6 from electric power equipment to a pressure of below 100 Pa without the need for a recovery compressor; * restore used SF6, even heavily arced or contaminated by air to the standard of technical grade SF6; * separate SF6 from a mixture of SF6 and nitrogen (N2). All the SF6 can be recovered and essentially none is released to the atmosphere; * obtain CF4 from an SF6 / CF4 mixture.   **I.3 Physical Background**  The process relies on the variation of the saturated vapour pressure of SF6 and its typical contaminants with temperature (see Figure 1.1). | |
| Ханасан уурын даралт (кПа)  Температур ºC | | |
| **I.1-р зураг - Төрөл бүрийн хийний температураас хамаарах ханасан уурын даралт**  **I.4 Криогеник процесс**  Хадгалах цилиндр баллон гэж нэрлэгдэх баллоны SF6 хийг хөргөх болон шилжүүлэх зорилгоор сэргээдэг. Цилиндр, хийгээр дүүргэсэн тусгаарлах хэсэг буюу боловсруулагдах SF6 хийг агуулсан баллоны хоорондох даралтын зөрүү нь SF6 хийг шингэн азотын бага температурын нөлөөгөөр шингэрүүлж эсвэл хатууруулдаг цилиндрт шилжүүлж, даралтын зөрүүг шилжүүлж дуустал хадгална.  Цуглуулах процессыг хэмжих боломжтой. Зэрэгцээ холбогдох цилиндр савнуудын тоо нь цуглуулах багтаамжийг өсгөдөг. SF6 хийн масс бага бол жижиг цилиндр сав ашигладаг. Холбогдсон хоолойн диаметрээс масс дамжуулах хурд хамаарах ба тохирох хоолойн диаметрийг ашиглан дууны хурдаар тодорхойлох хязгаарт бараг хүрч болно.  Энэхүү процесс нь SF6 хийг хөргөхийн тулд SF6 хийнээс агаарыг салгахад ашиглагдана. SF6 хий нь хадгалах цилиндр баллоны гадна талын агаарыг хөргөх ба тохирох вакуум насосоос шилжүүлэх болон гаргах боломжтой болгоно.  Энэ процесс нь хоёр дахь үе шатыг багтаах бөгөөд энэ үед цуглуулах цилиндр гэж нэрлэгддэг хоёр дахь цилиндрийг шингэн азотоор хөргөж, халах боломжтой барих цилиндрт холбодог. Эдгээр баллоны хоорондох даралтын зөрүүгээр цуглуулах цилиндр баллон руу SF6 хийг шилжүүлэхэд хадгалах цилиндр баллон дахь хольцууд нь царцдаг. SF6 хийг шилжүүлэх үед хадгалах цилиндр баллоны дулаан ойролцоогоор -150 °С-аас 45 °С хүрэх ба хадгалах цилиндр дээрх даралт хэмжигчийг уншиж, SF6 хийн шилжүүлэх хаалтыг хаах замаар хадгалах цилиндр дэх даралтыг хадгалж болно. Энэ даралт (I.1-р зургийг харна уу) нь температурын градиент байж болох ч гэсэн барих цилиндр дэх SF6 хийний хамгийн өндөр температуртай хэсгийг төлөөлдөг.  Цуглуулах цилиндрт шилжих чийгийн концентрацийг (шүүдэр цэг) хязгаарлахын тулд барих цилиндр дэх температурын дээд хязгаарыг (жишээлбэл -45 °C) тогтоодог. Энэ температурын дээд хязгаар нь барих цилиндрт байж болох реактив хийн байдалтай дайвар бүтээгдэхүүнийг шилжүүлэхээс сэргийлж хангалттай бага байх ёстой. Температурыг илүү сайн хянахын тулд барих цилиндрийг хөргөгчтэй ваннд хэсэгчлэн дүрж болно.  **I.5 Криогеник сэргээгчийн үзүүлэлт [36]**  Криогеник сэргээгч нь дараах хэсгүүдээс бүрдэнэ:   * хийн цилиндр баллон (D.2.6-ээс криогеник температурт тохирох нэмэлтүүдийг харна уу); * бүс нутгийн аюулгүй байдлын шаардлагыг хангасан ба -220 °С-ыг тэсвэрлэх чадвартай тусгаарлагатай дьюар; * вакуум насос (D.2.4-г харна уу); * хүчтэй нум үүссэн хийг сэргээхэд ашиглах дурын шүүлтүүр (D.2.3-г харна уу); * дээж авах цэг (4.2.3 ба D.7-г харна уу); * хаалтууд, дүүргэх, даралтын заалт ба хийн хоолой (D.2.8, D.2.9, D.2.10 ба D.3-г харна уу, криогеник температурт хамаарах тохирох нэмэлтүүд); * шингэн азотыг шаардлагатай хэмжээгээр худалдаж авах   Тавьсан зорилгоос хамаарч бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг янз бүрийн тохиргоонд нэгтгэж болно.  I.2-р зурагд SF6 хийг ажлын талбай дээр сэргээх нийтлэг криогеник шилжүүлэх бүдүүвчийг үзүүлэв. | **Figure I.1-Saturated vapour pressure of various gases as a function on temperature**  **I.4 Cryogenic processes**  SF6 is recovered by means of evacuating and cooling a cylinder called capture cylinder. The pressure differential between the cylinder and the gas-filled compartment or the container containing the SF6 to be processed causes the SF6 to be transferred into the cylinder where it will liquefy or solidify due to the low temperatures achieved by liquid nitrogen thereby maintaining a pressure differential until recovery is completed.  The collection process is scalable. A number of cylinders can be connected in parallel to increase collection capacity. Smaller cylinders can be used if the masses of SF6 involved are small. The speed of mass transfer is mainly limited by the diameter of the connecting pipes and with appropriate sized piping the practical limit given by the speed of sound can be attained.  This process can also be used to separate air from SF6 as-provided SF6 is cooled sufficiently SF6 will freeze inside the capture cylinder allowing the air to be released or evacuated by a conventional vacuum pump.  The process comprises a second step, where a second cylinder called collection cylinder is cooled by liquid nitrogen and connected to the capture cylinder which is allowed to warm up. The pressure differential between the cylinders causes SF6 to be transferred into the collection cylinder while the contaminants remain frozen in the capture cylinder. During the SF6 transfer, the capture cylinder warms up from approx. -150 °C to approx. -45 °C and the pressure in the capture cylinder can be obtained by closing the valve controlling the SF6 transfer and reading the pressure gauge on top of the capture cylinder. This pressure (see Figure I.1) is representative of the highest temperature portion of SF6 in the capture cylinder, even though temperature gradients may be present.  The upper temperature limit in the capture cylinder (i.e. approx. -45 °C) is set to limit the concentration (dew point) of moisture transferred to the collection cylinder. This upper temperature limit must also be low enough to also prevent transfer of reactive gaseous by-products that may be present in the capture cylinder.  The capture cylinder may be partly immersed in a refrigerated bath to allow for a better temperature control.  **I.5 Description of a cryogenic reclaimer [36]**  A cryogenic reclaimer comprises the following components:   * gas cylinders (see D.2.6 in addition suitable for cryogenic temperatures); * insulated dewars meeting local safety requirements and capable of withstanding -220 °C; * vacuum pump (see D.2.4); * optional filter, used for reclaim heavily arced gas (see D.2.3); * sampling point (see 4.2.3 and D.7); * valves, fittings, pressure gauges and gas piping (see D.2.8, D.2.9, D.2.10, and D.3, in addition suitable for cryogenic temperatures where relevant); * liquid nitrogen purchased as needed.   The components can be put together in different configurations according to the task at hand.  Figure l.2 is the flow chart of a cryogenic reclaimer suitable for SF6 recovery on site. | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| **I.2-р зураг – SF6 хийг ажлын талбайд шилжүүлэх нийтлэг криогеник сэргээгч**  Гар ажиллагааны процесс нь дараах байдлаар явагдана:   * вакуум насосоор сэргээх төхөөрөмжийг бүрэн вакумжуулах * барих цилиндрийг шингэн азотоор хөргөх ба SF6 хийг тасралтгүй соруулж хөлдөөх замаар уг цилиндрт вакумыг тогтоон хадгалах * процесст орж буй бохир хий нь хүчтэй нуман хийтэй адил их хэмжээний хатуу бохирдуулагч агуулсан бол түүнийг шүүлтүүрээр дамжуулж болно; * хий барих сав дүүрмэгц урсгалын дээд хаалтыг хааж урсгалын доод хаалтыг нээнэ * хөлдөөсөн SF6 -аас дээших хүчилтөрөгч, азот гэх мэт хийн байдалтай бүх хольцыг шилжүүлэхэд вакуум насосыг ашиглаж болно; * урсгалын доод хаалтыг хаасны дараа цилиндр савыг салган авч, хэвийн температур хүргэсний дараа тээвэрлэнэ.   I.3-р зурагт бохирдуулагчийг арилгахад тохиромжтой криогеник сэргээх төхөөрөмжийн урсгал диаграммыг үзүүлэв. | **Figure I.2 - Typical cryogenic reclaimer for SF6 recovery on site**  The procedure for operation of the manual process is as follows:   * the whole reclaimer is evacuated with the vacuum pump; * the capture cylinder is chilled with liquid nitrogen and the vacuum in the cylinder itself is maintained by the freezing of SF6 which is continuously drawn in; * the impure gas entering the process can be directed through a filter if it contains a significant amount of solid contaminants as in the case of heavily arced gas; * once the gas capture capacity has been reached, the upstream valves are closed and the downstream valves opened; * the vacuum pump can be used to evacuate and draw off all the gaseous components above the frozen SF6 i.e. oxygen and nitrogen; * the downstream valves are closed and the cylinder can be removed, warmed up and transported.   Figure I.3 is the flow chart of a cryogenic reclaimer suitable for removing contaminants. |
|  | |
| **I.3-р зураг – Бохирдуулагч арилгах түгээмэл криогеник сэргээх төхөөрөмж**  Гар ажиллагаатай процессыг дараах журмаар явуулна:   * барих цилиндр болон цуглуулах цилиндр савыг шингэн азотоор хөргөх; * хөргөсөн SF6 -аас дээших хүчилтөрөгч, азот гэх мэт хийн байдалтай бүх хольцыг шилжүүлэхэд вакуум насосыг ашиглаж болно * хадгалах цилиндр баллоныг сонгосон дээд температур хүртэл (жишээ нь: -45 °С) халааж болно; * цэвэр SF6 хийг ялгаатай температурын зөрүүгээр цуглуулах цилиндр баллон руу дамжуулна   Хадгалах цилиндр нь хүчтэй нумаас үүссэн SF6 хийний хатуу бохирдуулагчийг агуулж болзошгүй тул хэрэглэсний дараа түүнийг цэвэрлэх шаардлагатай.  **Хавсралт J**  (норматив)  **SF6 хийн хольцтой ажиллах**  **J.1 Ерөнхий зүйл**  SF6 хийн хольцыг -40 °С хэмээс доош орчны дундаж температуртай цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжид ашигладаг. Хэвийн орчны температурт бусад ашиглалтуудад хийн тусгаарлагчтай дамжуулах шугам, хийн тусгаарлага бүхий трансформатор байна. SF6 хийд нэмэлтээр CF4 ба N2 хийг анхны үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт тусгагдсаны дагуух хувийн жингээр, ихэвчлэн эзлэхүүний 10 %-аас 75 %-аар нэмэлт CF4, N2 хийтэй хольдог.  Энэхүү хавсралтын хамрах хүрээ нь цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжийг суурилуулах, ашиглалтад оруулах, ашиглалтын үе болон ашиглалтын хугацаа дууссаны дараа SF6 хийн хольцтой ажиллах онцлог шинжүүдийг авч үзэх болно.  **J.2 Хийн тусгаарлах хэсгийг хийн холимгоор дүүргэх**  Энэхүү олон улсын стандартын 3.2-р хэсгийн хүснэгт 1-ийн 7-р алхмыг тооцохгүй дараах байдлаар солино:   * SF6 хийн баллоныг холбоод, хийн тусгаарлах хэсгийг хэвийн SF6 хийн хэвийн даралт/нягтын хэмжээ хүртэл дүүргэнэ. Аюулгүйн хаалт ба хэмжилтийн заагчийг ашиглаж хэт дүүргэхээс сэргийлнэ. [Тайлбар 1 ба 2] * Нэмэлт хийгээр хэвийн даралт/нягт хүртэл хийн тусгаарлах хэсгийг дүүргэнэ. [тайлбар3]   ТАЙЛБАР 1 Үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт өөрөөр тусгагдаагүй тохиолдолд вакумын үргэлжлэх хугацааг чийгийг сайн зайлуулах зорилгоор жишээ нь дундаж температур буурсан үед уртасгана.  ТАЙЛБАР 2 Хийн тусгаарлах хэсэгт оруулах хий нь SF6 ангиллын техникийн SF6 буюу ажлын талбайд дахин ашиглах боломжтой хэрэглэсэн SF6 хийний аль нэг нь байна.  ТАЙЛБАР 3 Нэмэлт хийн үзүүлэлтүүд нь үйлдвэрлэгчээс өгөгдөх ашиглалтын зааварт байна. Хий холих төхөөрөмж (D.8-ыг харах) буюу урьдчилан хольсон хий нь гэнэтийн ослын магадлалыг бууруулах ба процессыг хурдасгахад ашиглагдана.  ТАЙЛБАР 4 Урьдчилан хольсон хийг хийн нийлүүлэгчээс авч болно.  **J.3 SF6 хийн холимог бүхий хийн тусгаарлах хэсгийг хэвийн даралт/нягт хүртэл дахин дүүргэх**  Энэхүү олон улсын стандартын 4.1-р зүйл нь 3-р хүснэгтийн 3-р алхмаас бусад тохиолдолд хамаарах бөгөөд үүнийг дараах байдлаар сольсон болно:   * дундаж даралт /нягтыг үнэлэх pi   (J.1)  Үүнд:   * *x* SF6 хийн холимгийн хэвийн SF6 хийн дундаж; * *prm* SF6 хийн холимгийн дүүргэх хэвийн даралт; * *y* хийн тусгаарлах хэсэг дахь хийн холимгийн хэмжигдсэн эсвэл тухайн үеийн SF6 хийн дундаж (4.2.2-г харна уу); * *pa* хийн тусгаарлах хэсэг дахь хийн холимгийн хэмжигдсэн даралт эсвэл тухайн үеийн даралт [ТАЙЛБАР 1]; * SF6 хийтэй баллоныг холбож, завсрын даралт/нягт p, хүрэх хүртэл тусгаарлах хэсгийн дүүргэнэ. Хэт дүүргэхээс зайлсхийхийн тулд аюулгүйн хаалт болон баталгаатай хэмжүүр ашиглана [ТАЙЛБАР 2]. * Нэмэлт хийгээр тусгаарлах хэсгийн даралт/ нягтыг (3.3-ыг харах) хэвийн дээд хэмжээнд хүртэл дүүргэх.   Тайлбар 1 алдаа гарах магадлалыг бууруулахын тулд -даралтыг 20° С-ийн температуртай үед тооцно. Хэрэв шаардлагатай бол даралтыг төрөл бүрийн дундаж температурт тодорхойлно. даралт нь 20 °С-ийн дундаж температур буюу орчны температурт хэмжсэн даралт юм.  Тайлбар 2 Хийн тусгаарлах хэсэгт оруулах хий нь SF6  ангиллын техникийн SF6 буюу ажлын талбайд дахин ашиглах боломжтой хэрэглэсэн SF6 хийний аль нэг нь байна.  Тайлбар 3 Нэмэлт хийн техникийн үзүүлэлтүүдийг тоног төхөөрөмж анхны үйлдвэрлэгчээс өгсөн ашиглалтын зааварт заасан болно.  Хий холих төхөөрөмж (D.8-ыг харна уу) ба урьдчилан хольсон хий нь гэнэтийн ослын магадлалыг бууруулах ба процессыг хурдасгахад ашиглагдана.  Тайлбар 4 Урьдчилан хольсон хийг хийн нийлүүлэгчээс авч болно.  **J.4 SF6 хийн холимгийг сайжруулах**  Энэхүү дэд зүйл нь үндсэн тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт заасан үзүүлэлттэй нийцэхгүй хувь хэмжээгээр нэмэлт хий бүхий SF6 хийн холимгийг агуулсан даралтын системийн тусгаарлах хэсэгт хамаарна. Тоног төхөөрөмж анхны үйлдвэрлэгчээс өгөгдсөн ашиглалтын зааварт өөрөөр заагаагүй бол SF6 хольцын найрлагыг сайжруулах дараах алхмуудыг хэрэгжүүлнэ.   * *prec*- шилжүүлэх даралт болон нягтыг тооцоолох   үед (j.2)  үед (j.3)  Үүнд:  - *prm* SF6 хийн холимгийн хэвийн дүүргэх даралт  - *x* SF6 хийн холимгийн хэвийн SF6 хийн дундаж  - *y* хийн тусгаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийн холимог дахь SF6 хийн бодит буюу хэмжигдсэн агуулга (4.2.2-г харна уу)   * хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсэгт байгаа SF6 хийн холимгийг *prec*  даралт/нягтад шилжүүлэн сэргээх * хэвийн даралт/нягт хүртэл хийн тусгаарлах хэсгийг дахин дүүргэх (J.3-ийг харна уу)   ТАЙЛБАР Алдаа гарах магадлалыг бууруулахын тулд prec ;даралтыг 20 ° C-ийн жишиг температурт тооцно. Хэрэв шаардлагатай бол даралтыг төрөл бүрийн дундаж температурт тодорхойлно.  **J.5 SF6 хийн холимгийн чанарыг шалгах**  **J.5.1 Ерөнхий зүйл**  Энэхүү олон улсын стандартын 4.2 дэд бүлэгт хэрэглэнэ.  Тайлбар SF6 хий нь хэсэгчлэн шингэрсэн байх үед холимогт байх SF6 хийн хэмжигдсэн агуулга нь уг холимгийн SF6 хийн агуулгаас өөр байж болдог. J.7 бүлэг нь шингэрэлтээс зайлсхийж SF6 хийний холимгийг хадгалахад хамаарна.  **J.5.2 Хугацааны явцад SF6 хийн холимгийн найрлага өөрчлөгдөх нь**  Хийн дүүргэлттэй тусгаарлах хэсгийн SF6 хийн холимгийн найрлага нь цаг хугацааны явцад дараах тохиолдлууд хосолсон үед бага зэрэг өөрчлөгддөг:   * SF6 хий ба нэмэлт хийнүүд төрөл бүрээр алдагдах * нум үүссэнээс SF6 хий ба нэмэлт хийнүүд төрөл бүрээр задрах * SF6 хий ба нэмэлт хийнүүд нь шингээгчийн нүхэнд төрөл бүрийн хэмжээгээр үлдэх * хийн дүүргэлттэй нэгэн ижил тусгаарлах хэсэгтэй ажиллах ажиллагаа нь олон янзын байх.   **J.5.3 SF6 хийн хольцын найрлагын хүлцэл**  SF6 хийн хольцын найрлагын хүлцлийг "ажлын талбай дээр дахин ашиглахад тохиромжтой ашигласан SF6 хий"-г (2.15-ыг харна уу) ашиглах болон хэмжилтийн төхөөрөмжтэй холбоотой эргэлзээг (D.4-ыг үз) ердийн хийтэй харьцах болон хүйтэн үйлчилгээний нөхцөлийг тус тус харгалзан анхны тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэгчээс ашиглалтын зааварт заасан байх ёстой.  ТАЙЛБАР SF6 хийн агуулгад хамаарах эргэлзээ нь түгээмэл aажлын талбай дээрх хийн ашиглалтын хувьд 6% байна. Лабораторийн нөхцөлд таслуурын туршилтын үед SF6 хийн агуулгын эргэлзээ нь 1% байдаг.  **J.6 SF6 хийн хольцыг шилжүүлэх болон сэргээх**  Энэхүү олон улсын стандартын 5-р бүлгийг хэрэглэнэ. Хадгалах талаар J.7-г үзнэ үү.  **J.7 SF6 хийн хольцыг тээвэрлэх болон хадгалах**  **J.7.1 Ерөнхий зүйл**  SF6 хийн холимог бүхий баллонуудад агуулагдаж буй SF6 хийн агуулга ба нэмэлт хийнүүдийг заасан тэмдэглэгээ хийсэн байна.  SF6 хийн холимгийг тээвэрлэх болон хадгалахдаа энэхүү олон улсын стандартын хавсралт А-г баримтална. Түр хугацаагаар хадгалах тохиолдолд (жишээлбэл, засвар үйлчилгээ, засварын үед) баллоны эзлэхүүн нь SF6 хийг шингэрүүлэхээс сэргийлэхийн тулд хадгалах хамгийн бага температурт SF6 хийн хэсэгчилсэн даралт нь SF6 хийн уурын даралтаас доогуур хэвээр байхаар хангалттай байх ёстой.  ТАЙЛБАР Хадгалах баллон халаах элементтэй байх ба энэ нь хадгалах зохистой температур болон даралтыг бий болгоно. Тиймээс хадгалах баллоны хэмжээ мэдэгдэхүйц багасдаг.  **J.7.2 Шингэрүүлэхээс сэргийлэх хамгийн их хадгалах даралт**  SF6 хийн холимгийг хадгалах хамгийн их даралтыг ) дараах томьёогоор тооцоолж болно:  *p*m = (J.4)  Үүнд:   * хамгийн бага хадгалах температур дахь SF6 хийн чийгийн даралт (J.1-р зургийг харна уу); * SF6 хийн холимог дахь хэвийн SF6 хийн агуулга | **Figure I.3-Typical cryogenic reclaimer for removing contaminants**  The procedure for operation of the manual process is as follows:   * the capture cylinder and the collection cylinder are chilled with liquid nitrogen; * the vacuum pump can be used to evacuate and draw off all the gaseous components above the frozen SF6 i.e. oxygen and nitrogen; * the capture cylinder is then allowed to warm up to the selected upper temperature limit   (e.g. 45 °C);   * pure SF6 is transferred into the collection cylinder as a consequence of the temperature difference.   The capture cylinder is likely to end up containing solid contaminants from heavily arced SF6 and requires cleaning after use.  **Annex J**  (normative)  **Handling of SF6 mixtures**  **J.1 General**  SF6 mixtures are used in electric power equipment mainly for cold ambient applications, typically under -40 °С. Other applications at normal ambient temperature include gas insulated transmission lines and gas insulated transformers. SF6 is mixed with a complementary gas, typically N2 or CF4, in the percentage as specified by the Original Equipment Manufacturer in the operating instruction manual, typically from 10 % to 75 % volume.  The scope of this annex is to address the particularities for handling SF6 mixtures during installation, commissioning, service life and disposal at the end-of-life of electric power equipment.  **J.2 Filling gas compartments with SF6 mixtures**  Clause 3.2 of the present International Standard applies with the exception of step 7 in Table 1 which is replaced by:   * Connect the SF6 container and fill the gas compartment until the rated SF6 partial filling pressure/density is reached. Use a safety valve and a calibrated gauge to avoid overfilling [NOTES 1 and 2]. * Top-up the gas compartment to the rated filling pressure/density (see 3.3) with the complementary gas [NOTE 3].   NOTE 1 Unless otherwise specified by the Original Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual, the vacuum duration can be prolonged in order to better remove moisture when for example the ambient temperature is freezing.  NOTE 2 SFg to be introduced into the gas compartment can be either technical grade SF6 or used SF6 suitable for reuse on site.  NOTE 3 Specifications for the complementary gas are given by the Original Equipment Manufacturer in the operating instruction manual.  Alternatively, gas mixing devices (see D.8) or premixed gases may be used to speed-up the process and reduce the probability of accidental mistakes.  NOTE 4 Premixed gases can be obtained from gas suppliers.  **J.3 Re-filling gas compartments with SF6 mixtures to the rated filling pressure/density**  Clause 4.1 of the present International Standard applies with the exception of step 3 in Table 3 which is replaced by:   * Evaluate the intermediate pressure/density pi as   (J.1)  where   * *x* is the nominal SF6 percentage of the SF6 mixture; * *prm*, is the rated filling pressure of the SF6 mixture; * *y* is the actual or measured SF6 percentage of the SF6 mixture in the gas-filled compartment (see 4.2.2); * *pa* is the actual or measured pressure of the SF6 mixture in the gas-filled compartment [NOTE 1]; * Connect the SF6 container and fill the compartment until the intermediate pressure/density *p,* is reached. Use a safety valve and a calibrated gauge to avoid overfilling [NOTE 2]. * Top-up the compartment to the rated filling pressure/density *pm* (see 3.3) with the complementary gas [NOTE 4].   NOTE 1 To reduce the probability of mistakes, *pi* is evaluated at the reference temperature of 20 °C. If required, the pressure is then reported at a different ambient temperature. *Рa* is the pressure measured at the ambient temperature reported at the reference temperature of 20 °C.  NOTE 2 SF6 to be introduced into the gas compartment can be either technical grade SF6 or used SF6 suitabJe for reuse on site.  NOTE 3 Specffications for the complementary gas are given by the Original Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual.  Alternatively, gas mixing devices (see D.8) or premixed gases may be used to speed-up the process and reduce the probability of accidental mistakes.  NOTE 4 Premixed gases can be obtained from gas suppliers.  **J.4 Rectifying the composition of SF6 mixtures**  This subclause applies to compartments of pressure systems containing SF6 mixed with a complementary gas in a percentage not complying with the specifications given by the Original Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual.  Unless otherwise specified by the Original Equipment Manufacturer in the operating instruction manual, the following steps for rectifying the composition of the SF6 mixture applies:   * Evaluate the recovery pressure/density *p*rec as   for y < x *p*rec = Pr (J.2)  for y > x *p*rec = Pr (J.3)  where:   * Pm, is the rated filling pressure of the SF6 mixture; * *x* is the nominal SF6 percentage of the SF6 mixture; * *y* is the actual or measured SF6 percentage of the SF6 mixture in the gas-filled compartment (see 4.2.2); * recover the SF6 mixture in the gas-filled compartment to the recovery pressure/density *Prec* * re-fill the gas compartment to the rated filling pressure/density (see.J.3).   NOTE to reduce the probability of mistakes, prec is evaluated at the reference temperature of 20 °C. If required, the pressure is then reported at a different ambient temperature.  **J.5 Checking the quality of SF6 mixtures**  **J.5.1 General**  Sublause 4.2 of the present International Standard applies.  NOTE When SF6 is partially liquefid, the actual of measured SF6 percentage can differ from the nominal SF6 percentage of the SF6 mixture. Clause J.7 covers the storage of SF6 mixtures to avoid liquefaction.  **J.5.2 Variation of the composition of SF6 mixtures over time**  The composition of an SF6 mixture in a gas-filled compartment varies slightly over time due to the combination of the following causes:   * different leakage rates of SF6 and the complementary gas; * different decomposition rates of SF6 and the complementary gas by arc; * different quantities of SF6 and the complementary gas trapped in the cavities of the adsorbers; * many gas handling operations performed on the same gas-filled compartment.   **J.5.3 Tolerance on the composition of SF6 mixtures**  The tolerance on the composition of an SF6 mixture should be specified by the Original Equipment Manufacturer in the Operating Instruction Manual taking into account the possible use of “used SF6 suitable for reuse on site” (see 2.15) and the incertitude associated to measurement devices (see D.4), typical gas handling and cold service conditions.  NOTE The incertitude regarding the SF6 percentage associated to typical on-site gas handling is considered to be 6 %. In laboratory conditions, during type testing of switchgear, the incertitude regarding the SF6 percentage is considered to be 1%.  **J.6 Recovery and reclaim of SF6 mixtures**  Clause 5 of the present International Standard applies. See J.7 for storage.  **J.7 Storage and transportation of SF6 mixtures**  **J.7.1 General**  Containers containing SF6 mixtures shall be tagged with an identification label containing the SF6 percentage and the complementary gas.  For storage and transportation of SF6 mixtures Annex A of the present International Standard applies. In case of temporary storage (e.g. during maintenance, repair) the volume of the container should be large enough to assure that the SF6 partial pressure remains below the SF6 vapour pressure at the minimum storage temperature to avoid SF6 liquefaction.  NOTE Heating elements can be applied to storage containers to increase the effective storage temperature and consequently pressure. The volume of the storage container is therefore substantially reduced.  **J.7.2 Maximum storage pressure to avoid liquefaction**  The maximum storage pressure for an SF6 mixture pm can be calculated according to the following equation  *p*m = (J.4) where:   * pi is the SF6 vapour pressure at the minimum storage temperature (see Figure J.1); * *x* is the nominal SF6 percentage of the SF6 mixture. |
| Хийн төлөв  Хатуу төлөв  Шингэн төлөв  SF6 хийн уурын даралт (кПа)  Температур (ºC) | |
| **J.1-р зураг - SF6 хийн уурын даралт**  **J.7.3 Шингэрүүлэхээс зайлсхийх хамгийн бага хадгалах эзлэхүүн**  SF6 хийн холимгийн хадгалах хамгийн бага эзлэхүүн нь дараах томьёогоор тооцоолж болно.  (J.5)  Үүнд:   * -хадгалах SF6 хийн тоо хэмжээ; * - хадгалах хамгийн бага температурт SF6 хийг шингэрүүлэхээс зайлсхийх SF6 хийн хамгийн их нягт, (J.2- г харна уу) | **Figure J.1-Vapour pressure of SF6**  **J.7.3 Minimum storage volume to avoid liquefaction**  The minimum storage volume for the SF6 mixture vm can be calculated according to the following equation  vm= (J.5)  where:   * mSF6 is the SF6 quantity to be stored; * Pi is the maximum SF6 density to avoid SF6 liquefaction at the minimum storage temperature (see Figure J.2). |
| хамгийн их SF6 хийг хадгалах нягт (кг/л)  Температур (ºC) | |
| **J.2-р зураг - Хийг шингэрүүлэхээс зайлсхийх хамгийн их SF6 хийг хадгалах нягт** | **Figure J.2 - Maximum SF6 storage density to avoid SF6 liquefaction** |

**Ном зүй/Bibliography**

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

[2] ISO 14040: 2006, *Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*

[3] EN 136, *Respiratory protective devices - Full face masks - Requirements, testing, marking*

[4] EN 140, *Respiratory protective devices - Half masks and quarter masks- Requirements, testing, marking*

[5] EN 141, *Respiratory protective devices-Gas filters and combined filters- Requirements, testing, marking*

[6] EN 143, *Respiratory protective devices - Particle filters - Requirements, testing, marking*

[7] EN 166, *Personal eye protection - Specifications*

[8] CIGRE WG B3.02 TF SF6, *Guide for the preparation of customised “Practical SF*6 *handling instructions*", CIGRE brochure N. 276, 2005

[9] KEMA, SF6 *Safety Regulations,* internal document for use in laboratories, 1982

[10] The Electricity Association, *Engineering Recommendation G69,* UK, 1988

[11] Standards Association of Australia, *Recommendations for the handling of contaminated SF*6 *gas and associated arc by-products in or from electrical equipment,* AS-2791, 1989

[12] G. Mauthe, K. Pettersson, et al., *Handling of SF*6 *and its by-products in gas insulated switchgear (GIS),* Electra No. 136, June 1991, pp 69-89 and No. 137, August 1991, pp 81-108, 1991.

[13] KEMA, *Het gebruik van middenspanning installaties met SF*6 *als isolatie en/of blusmedium,* report No. 00067-DZO 87-1002, 17 February 1987 (in English).

[14] J.A.J. Pettinga, *Gaslekzoekapparatuur toegepast voor het meten van SF*6 *concentraties in lucht.* Electrotechniek 68, 1990

[15] J.A.J. Pettinga, *Studie naar de mogelijkheid van ruimtebewaking in onderstations waarin SF*6 *schakel-materiaal is opgesteld,* n.v. KEMA report, 1986.

[16] *Sulphur Hexafluoride brochure* (Solvay Fluor, 2006).

[17] R. J. Lewis Sr., *Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials,* 11th edition, John Wiley and Sons lnc., Hoboken NJ, United States, 2004

[18] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), *Fourth Assessment Report:*

*Climate Change 2007,*

http:/Avww.ipcc.cWpublications\_and\_data/publications\_and\_data\_reports.shtml, 2007.

[19] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2006, *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories,* Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L. Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>, 2006

[20] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Climate Change 1995: *The Science of Climate Change,* edited by J. T. Houghton et al. (Cambridge University Press, Cambridge, 1996).

[21] S. Wartmann and J. Harnisch, *Reductions of SF*6 *emissions from high and medium voltage electrical equipment in Europe,* Ecofys GmbH, Nurnberg, Germany, 2005.

[22] K. Yokotsu, Y. Ichikawa et al., *Recent practice for huge reduction of SF*6 *gas emission from GIS & GCB in Japan,* CIGRE SC A3 & B3 Joint Colloquium and Tutorial in Japan, 26th - 28th Sep 2005, Tokyo, Japan, 2005.

[23] United States Environmental Protection Agency (EPA), *Global Anthropogenic Non-CO2 Greenhouse Gas Emissions: 1990-2020,* Washington DC, United States, 2006.

[24] United States Environmental Protection Agency (EPA), *Global Mitigation of Non-CO2 Greenhouse Gases,* Washington DC, United States, 2006.

[25] CIGRE WG B3-02, *Template for Voluntary agreement on the use of SF*6 *and on measures for SF*6 *emission reduction in the national, regional electric industry,* 2003

[26] CRADA, *Cooperative Research and Development Agreement, Investigation of S2F10 production and mitigation in compressed SF*6 *insulated power system.* Technical Note No. 1, 22, December 1992.

[27] F.Y. Chu, *SF*6 *Decomposition in gas insulated equipment,* IEEE Trans, on Elec. Insul., EL-21, No. 5, October 1986.

[28] R.J. Van Brunt, J.K. Olthoff, et al.. *Production of S2F10 by electrical discharge in SF*6*,* I.H.S. 1992, Swansea, U.K., Vol. 1, p. 418, 1992.

[29] H.D. Morrison, V.P. Cronin, et al. *Production and decay of S2F10 in a disconnect switch,* 7th lnt. Sym. Gaseous Dielectrics, Knoxville, TE, USA, 1994.

[30] L. Niemeyer, *S2F10 in SF*6 *insulated equipment,* 7th Intern. Sympos. on Gaseous Dielectrics, Knoxville TE, USA, 1994.

[31] B. Belmadani, et al., *SF*6 *decomposition under power arcs, physical aspects,* IEEE Trans, on Elec. Ins., Vol. 26, No. 6, 1991.

[32] R. Truhault, C. Boudene, et al., *Toxicite de quelques derives gazeux fluor et oxyfluors du soufre,* Archives des maladies professionnelles de Medecine du Travail et de la Securite Sociale (Paris), T34, No. 10-11, October-November (pp 581-591), Translation available, 1973.

[33] *Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices, 5* th ed. Cincinnati, OH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, lnc., 1986, 5: 272, 1986.

[34] *NIOSH pocket guide to chemical hazards,* U.S. Department of Health and Human Services Publications Dissemination. DSDTT National Institute for Occupational Safety and Health, 4676 Colombia Parkway, Cincinnati, Ohio 45226, USA.

[35] A. Stokes, C. Jones, et al., *New techniques for recapturing and recycling SF*6 *gas and topping up energized equipment,* CIGRE SC A3 and B4 Joint Colloquium, Tokyo. Japan, 2005

[36] *The patent family* (WO 2005/119149 A1 and applications derived therefrom). International Publication Number W02005119149 A1, Gas Recovery of Sulphur Hexafluoride, World Intellectual Property Organization, International Publication Date: 15.12.2005

[37] M. Blundell, C. Jones, et al., *Experience with using cryogenic techniques for recycling arced SF*6 *gas for use in switchgear,* Australian Journal of Electrical & Electronics Eng., Vol. 3. No. 3, p 249, 2007