

Мэдээлэл, харилцаа холбооны системийн газардуулга, түүнд тавигдах шаардлага	MNS
Grounding of information and communications systems its requirements	

НЭГ.Мэдээлэл, харилцаа холбооны системийн газардуулга,тавигдах шаардлага

1.1. Ерөнхий зүйл

Энэхүү стандарт нь Монгол улсын нутаг дэвсгэрт мэдээлэл, харилцаа холбооны системийн төхөөрөмжүүдийг аянгын гүйдэл, хэт хүчдэлээс хамгаалах зориулалт бүхий газардуулгын системийн бүтцийн шаардлага, төлөвлөлт, угсралт, хэмжилт болон ашиглалтын нийтлэг журмыг тогтооно.

1.2. Хамрах хүрээ

Энэхүү стандарт нь дараах байгууламж, тоног төхөөрөмжид хамаарна:

- Дата төв болон серверийн өрөө
- Радио, телевизийн дамжуулах станц
- Хөдөлгөөнт холбооны баз станц (GSM/3G/4G/5G)
- Оптик ба зэс кабель түгээлтийн дэд бүтэц
- Харилцаа холбооны төхөөрөмж бүхий бүх төрлийн барилга, байгууламж

Энэ стандартыг мэдээлэл харилцаа холбооны барилга байгууламжийн газардуулгын дэд бүтцийн төлөвлөлт, зураг төсөл боловсруулах шаардлага нөхцөлийг тогтоож, шинээр барих газардуулгын гадна байгууламж, сайтын газардуулгыг төлөвлөх, ажил гүйцэтгэхэд хамаарна. Барилгын захиалагч, зураг төсөл зохиогч,хэрэгжүүлэгч, баталгаажуулагч болон эрх бүхий байгууллагууд мөрдөнө.

1.3. Нэр томьёо ба тодорхойлолт

Нэр томьёо	Тодорхойлолт
Газардуулга	Тоног төхөөрөмжийг газартай цахилгаан холбоо тогтоох үйлдэл
PE	Protective Earth – хамгаалалтын газардуулгын дамжуулагч
SPD	Surge Protection Device – хэт хүчдэлээс хамгаалагч төхөөрөмж
LPS	Lightning Protection System – аянгын хамгаалалтын систем
MGB	Main Grounding Bar – үндсэн газардуулгын шина
Функциональ газардуулга	Дохионы тогтвортой ажиллагааг хангах зориулалттай газардуулга

1.4. Газардуулгын шаардлага

Газардуулгын систем нь дараах шаардлагыг хангасан байна:

- Хүн, амьтны амь насанд аюулгүй байх
- Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн эвдрэл гэмтлээс хамгаалах
- Радио болон сүлжээний дохионы тогтвортой ажиллагааг хангах
- Аянгын гүйдэл болон хэт хүчдэлийг аюулгүйгээр газардуулах

1.5. Техникийн үзүүлэлтүүд

Объект	Газардуулгын эсэргүүцлийн дээд хэмжээ
Дата төв, сервер	$\leq 1 \text{ Ом}$
Хөдөлгөөнт холбооны сайт (аянгын хамгаалалттай)	$\leq 1 \text{ Ом}$
Радио, ТВ станц	$\leq 2 \text{ Ом}$
Ердийн холбооны төхөөрөмж	$\leq 5 \text{ Ом}$

1.6. Газардуулгын системийн бүтэц

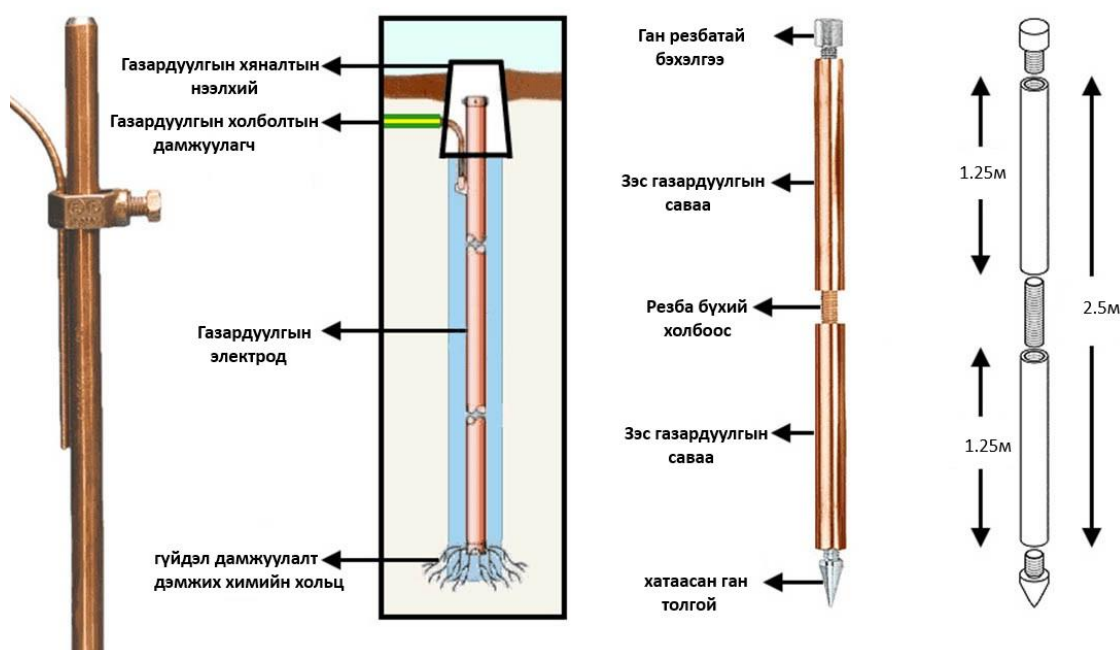
6.1 Нэгдсэн газардуулгын систем (Common grounding system) ашиглахыг зөвлөж байна.

6.2 Газардуулгын сүлжээ нь:

- Электрод (16 мм голчтой, 2.4–3 м урттай зэс/ган саваа)
- Холбох дамжуулагч (25–50 мм² зэс утас)
- MGB шина
- SPD төхөөрөмжүүдээс бүрдэнэ.

1.7. Угсралтын шаардлага

- Кабель болон дамжуулагчийг зэврэлтээс хамгаалсан бүрээстэй байна.
- Бүх холболт найдвартай, механик бат бэх, исэлдэлгүй байх.
- Газардуулгын кабелийг ногоон-шар өнгөөр тэмдэглэнэ.
- Кабель замыг богино, шулуун чиглэлтэй төлөвлөнө.
- Газардуулгын системд зөвхөн зэс гадсан электрод ашиглахыг зөвшөөрнө.

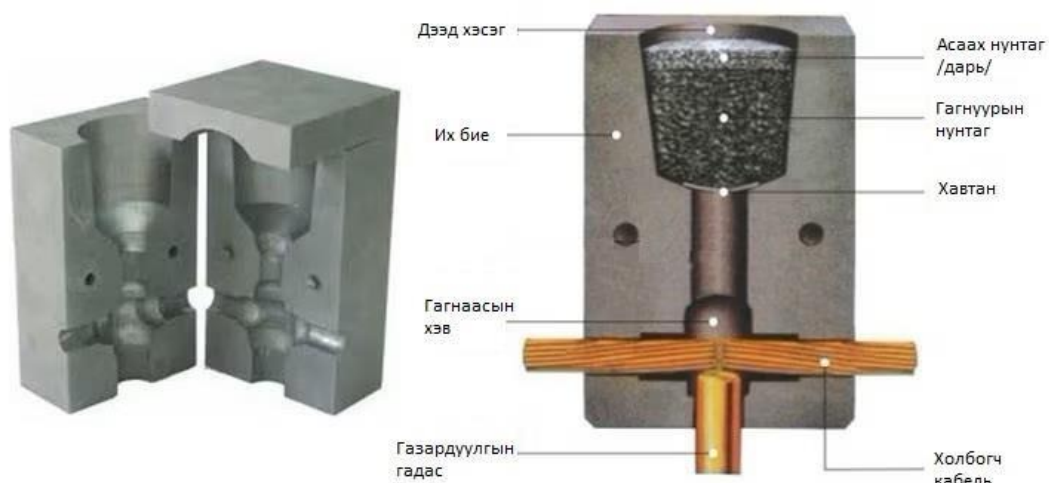


Зураг 7.1. Газардуулгын электродын бүтэц

- Электродыг 3м-с багагүй гүнд суулгана.
- Электродыг суулгахдаа цахилгаан алх ашиглаж болно.
- Электродын дээд үзүүр газрын гадаргаас 1.5 м-с багагүй гүнд

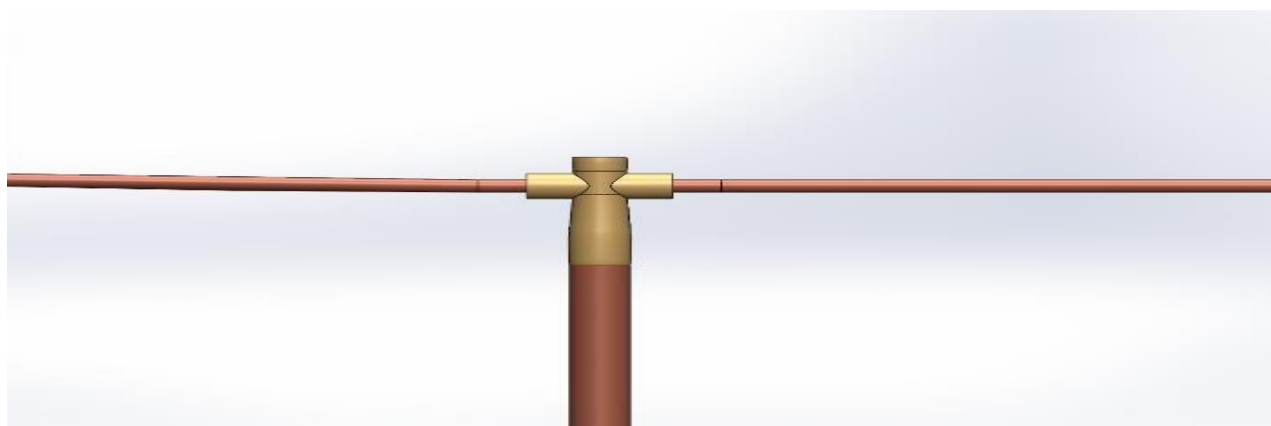
суурилагдсан байна.

- Газардуулгын электрод хоорондын зай нь 3-5 м байх бөгөөд электродын дээд үзүүрийг 70 мм² хөндлөн огтлолтой бүрээсгүй зэс кабель ашиглан холбоно.
- Холбогч кабель нь 90°-аас багагүй нугалалттай, 200мм-с багагүй радиусаар татагдсан байна.
- Холбогч кабель болон электродыг зориулалтын холбоосоор гагнуур ашиглан гагнаж холбоно



Зураг 7.2. Электрод холбогч кабелийн зориулалтын холбогч

- Газардуулгыг хийхдээ өөр өөр төрлийн электрод ашиглахыг хориглоно.
- Хөрсний онцлогоос хамаарч зарим газарт 3 м урт электрод орохгүй байгаа тохиолдолд электродын нийт урт 12 м байх шаардлагыг хангахуйц 8 хүртэл тооны электрод суурилуулж болно. Нэгж хэлхээний урт 20 м-с ихгүй байна.
- Газардуулгын холбогч кабелийн холболтыг дараах хийцлэлээр хийнэ.



Зураг 7.3. холбогч кабелийн холболт

Газардуулгын кабельд төгсгөвч шахах

- Газардуулгын холбоос кабельд тохирох төгсгөвч шахагдсан байх бөгөөд дараах зургийн дагуу газардуулгын шинад боогдоно.
- Газардуулгын шина болон төгсгөвч нь будаггүй байна.



Зураг 7.4. Газардуулгын кабельд төгсгөвч холбох

1.8. Хяналт ба хэмжилт

- Газардуулгын эсэргүүцлийг улирал тутам хэмжих / Хавсралт 1.1/
- Хэмжилтийн үр дүнг бүртгэж, журналд тэмдэглэх
- SPD төхөөрөмжүүдийн ажиллагааг жил бүр шалгах
- Цамхаг болон антенны холболтыг визуал хяналтаар үзэх

1.9. Ашиглалт, засвар үйлчилгээ

- Газардуулгын бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг 2 жил тутам задлан шалгах
- Зэвэрсэн, элэгдсэн дамжуулагч, холболтыг шинэчилж солих
- Гэнэтийн эвдрэлээс сэргийлэн урьдчилан сэргийлэх үзлэг хийх

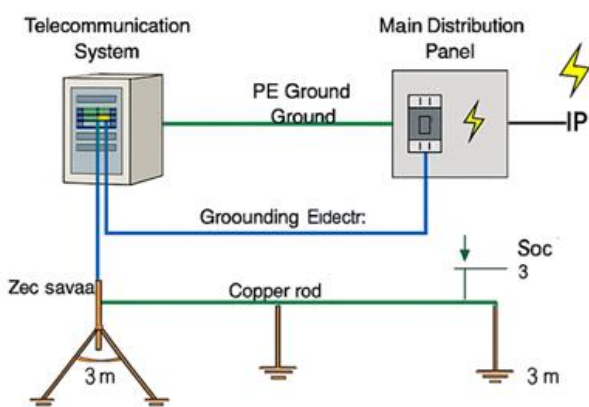
1.10. Мөрдөх баримт бичиг

- MNS IEC 60364 – Цахилгаан угсралтын ерөнхий шаардлага
- MNS 5522:2004 – Цахилгааны аюулгүй байдал
- ITU-T K.27 – Grounding and protection
- IEEE 1100 (Emerald Book)
- NFPA 780 – Lightning Protection

1.11. Газардуулгын ерөнхий схем

Дараах ерөнхий схем нь холбооны байгууламжийн газардуулгын бүтэц, үндсэн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн харилцан холбоог харуулна. Үүнд: MGB шина, электрод, SPD төхөөрөмжүүд, хамгаалалтын РЕ холболт болон функциональ газардуулгын чиглэлүүд багтсан байна.

Газардуулгын ерөнхий схем



Газардуулгын хэмжилтийн маягт

Байршил	Хэмжилт	Тайлбар
Дата төв	0.5	Зөвшөөрөгдөх түвшин

Хэмжилт шалгалтын хяналтын хуудас

Шалгуур	Төлөв (✓/X)
Газардуулгын системийн ерөнхий байдал	✓
Газардуулгын холбоос найдвартай эсэх	✓
Хэмжилт зөвшөөрөгдөх түвшинд эсэх	✓

1.12. Газардуулгын хэмжилтийн маягт

Хэмжилтийн үр дүнг дараах маягтын дагуу бүртгэнэ:

Огноо	Хэмжилт хийсэн байршил	Газардуулгын эсэргүүцэл (Ом)	Хэмжилт хийсэн этгээд	Тайлбар
2025-06-01	Баз станц №1	0.8	Инженер А.Даваа	Тохиромжтой

1.13. Үзлэг шалгалтын хяналтын хуудас

Газардуулгын системийн бүрдэл хэсгүүдийг дараах байдлаар хянаж үнэлнэ:

Шалгах зүйл	Төлөв (✓/X)	Тайлбар
MGB шинагийн бэхэлгээ болон холболт		
Электродын үзлэг (холболт, зэврэлт)		
PE кабелийн тэмдэглэгээ		
SPD төхөөрөмжийн ажиллагаа		

Антену газардуулгын холболт		
Хэмжилтийн үр дүнгийн бүртгэл		

ХОЁР.ХӨДӨЛГӨӨНТ ХОЛБООНЫ САЙТЫН ГАЗАРДУУЛГА

2.1.Ерөнхий зүйл

Хөдөлгөөнт холбооны сайтын газардуулгын дэд бүтэц нь нийтлэг шинжтэй тул мэдээлэл харилцаа холбооны бусад системүүдэд мөн хамаарна.

2.2..Газардуулгын ерөнхий шаардлага

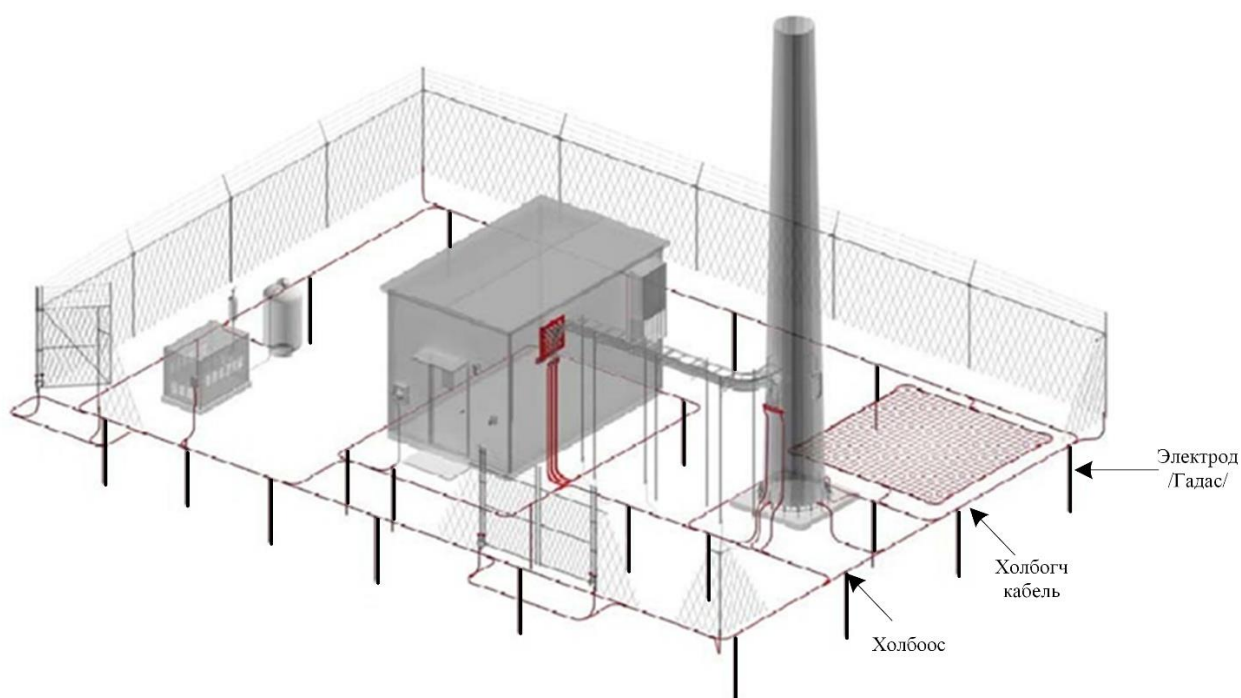
Сайтын газардуулгын электродуудын байршлыг сонгохдоо тухайн цэгийн хөрсний байдлыг судлах шаардлагатай.Аль болох хөрсний эсэргүүцэл багатай цахилгаан дамжуулах чадвартай хөрсийг сонговол зохино.

Харилцаа холбооны станцууд, тэдгээрийн дэд бүтэц болон төхөөрөмжийг ажиллагаанд оруулахдаа дараах хоёр системийг ашиглана

- Газардуулгын систем
- Аянга зайлуулах систем

Цамхгийн газардуулга, сайтын үндсэн төхөөрөмжийн газардуулга, хувьсах тэжээлийн газардуулгууд нь бүгд хоорондоо дамжуулагч утсаар холбогдсон нэг газардуулгын систем байна. Энэхүү газардуулга нь аянга зайлуулагчаас тусдаа систем байх шаардлагатай.

2.3.Сайтын газардуулгын систем.



Зураг 2.1. Сайтын газардуулгын системийн бүтэц.

2.4. Газардуулгын системийн элементүүд.

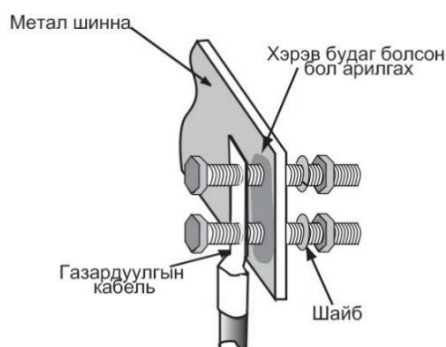
Газардуулгын системийн элементүүд:

- Электрод – газардуулгын системийг хөрстэй холбогч гадас
- Холбогч кабель – электродуудыг холбогч кабель
- Холбоос – электрод болон холбогч кабелийг залгагч элемент

2.5. Газардуулгын элементүүдийг суурилуулах, тэдгээрт тавигдах шаардлага.

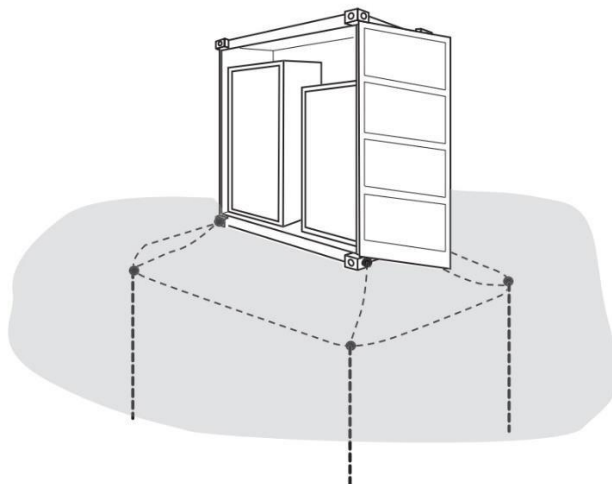
Сайтын газардуулгын системд зөвхөн зэс гадсан электрод ашиглахыг зөвшөөрнө.

- Электродыг 3м-с багагүй гүнд суулгана.
- Электродыг суулгахдаа цахилгаан алх ашиглаж болно.
- Электродын дээд үзүүр газрын гадаргаас 1.5 м-с багагүй гүнд суурилагдсан байна.
- Газардуулгын электрод хоорондын зай нь 3-5 м байх бөгөөд электродын дээд үзүүрийг 70 мм² хөндлөн огтлолтой бүрээсгүй зэс кабель ашиглан холбож үзүүрийг цамхгийн шинад холбоно.
- Холбогч кабель нь 90°-аас багагүй нугалалттай, 200мм-с багагүй радиусаар татагдсан байна.
- Холбогч кабель болон электродыг зориулалтын холбоосоор гагнуур ашиглан гагнаж холбоно
- Газардуулгыг хийхдээ өөр өөр төрлийн электрод ашиглахыг хориглоно.
- Хөрсний онцлогоос хамаарч зарим газарт 3 м урт электрод орохгүй байгаа тохиолдолд электродын нийт урт 12 м байх шаардлагыг хангахуйц 8 хүртэл тооны электрод суурилуулж болно. Нэгж хэлхээний урт 20 м-с ихгүй байна.
- Газардуулгын холбогч кабелийн холболтыг дараах хийцлэлээр хийнэ.
- Газардуулгын холбоос кабельд тохирох төгсгөвч шахагдсан байх бөгөөд дараах зургийн дагуу газардуулгын шинад боогдоно.
- Газардуулгын шина болон төгсгөвч нь будаггүй байна.



2.2. Газардуулгын кабельд төгсгөвч холбох

2.6.Минишелтер газардуулах



Зураг 2.3 Минишелтер газардуулах нь

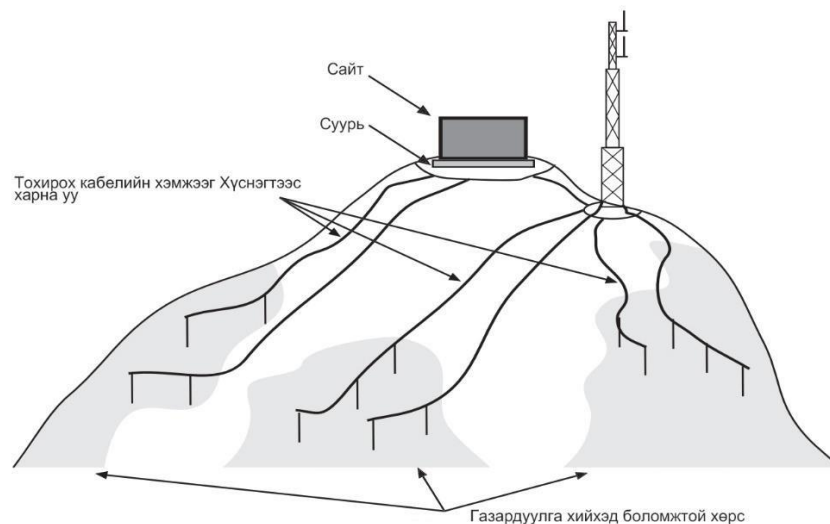
- Минишелтерийг газардуулахдаа өмнө дурдсан сайтын болон цамхгийн газардуулгатай ижил бүтэц загвараар хийх бөгөөд шаардлага нь ижил байна.
- Газардуулгын хэмжээ 4Ω байна.
- Минишелтерийн дотор талд зориулалтын газардуулгын шин суурилуулах шаардлагатай.

2.7.Барилга байшингийн дээвэр дээрх төхөөрөмж газардуулах

- Барилгын дээвэр дээрх төхөөрөмжийг газардуулахдаа тухай барилгын ерөнхий газардуулга нь шаардлага хангаж байвал ашиглаж болно.
- Хэрэв шаардлагад нийцэхгүй бол нэмэлтээр газардуулгын систем хийх шаардлагатай
- Нэмэлт газардуулга хийсэн тохиолдолд дээрх дурдсан газардуулгын аргуудыг ашиглана.
- Газардуулгад 35мм^2 -аас багагүй хөндлөн огтлолын талбайтай бүрээстэй кабелиар холбож зориулалтын сувагчлалаар сувагчилна.

2.8.Өндөр уулан дээрх газардуулгын системийн шийдэл гаргах

Өндөр уулан дээр газардуулга хийхэд хад асга ихтэй, хөрсний дутагдалтай байдаг. Иймд дараах аргаар газардуулгын системийг хийвэл зохино.



Зураг 2.4. Хөрсний дутагдалтай үед газардуулгын систем зохиомжлох

2.9. Сайтын дотоод газардуулга

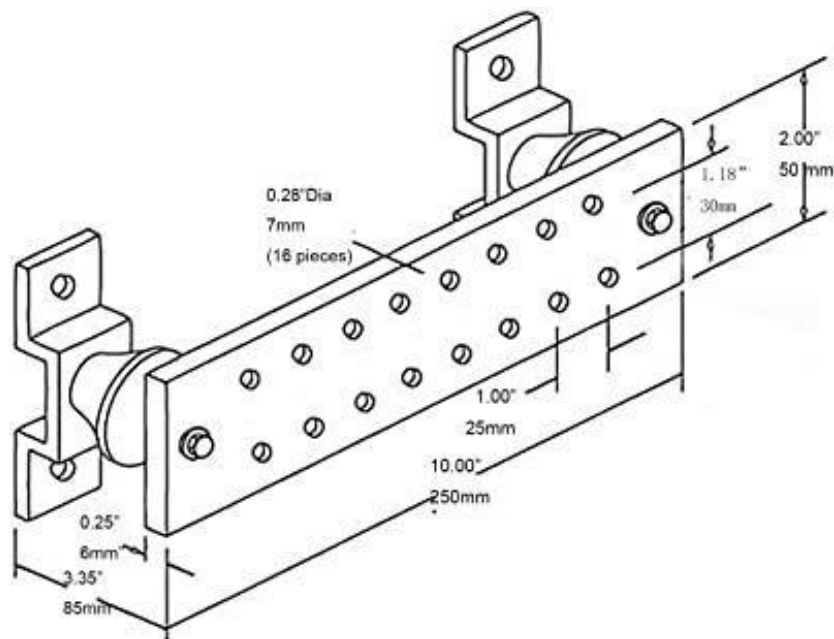
Сайтын дотоод газардуулга нь газардуулгын шиня суурилагдсан хэсгээс үндсэн төхөөрөмжүүд болон АС бокс, бусад эд ангийг газардуулах тухай асуудал юм.

Сайт доторх газардуулгын дэд бүтцэд дараах бүрэлдэхүүн хэсгүүд орно.

а) Газардуулгын үндсэн шин (TMGB)

Газардуулгын үндсэн шин нь харилцаа холбооны газардуулгын системийн барилга доторх хэсэг болж ажилладаг ба сайт дахь төхөөрөмжүүдийг газардуулгад холбох гол цэг болдог. Газардуулгын үндсэн шинна нь дараах шаардлагуудыг хангасан байх ёстой.

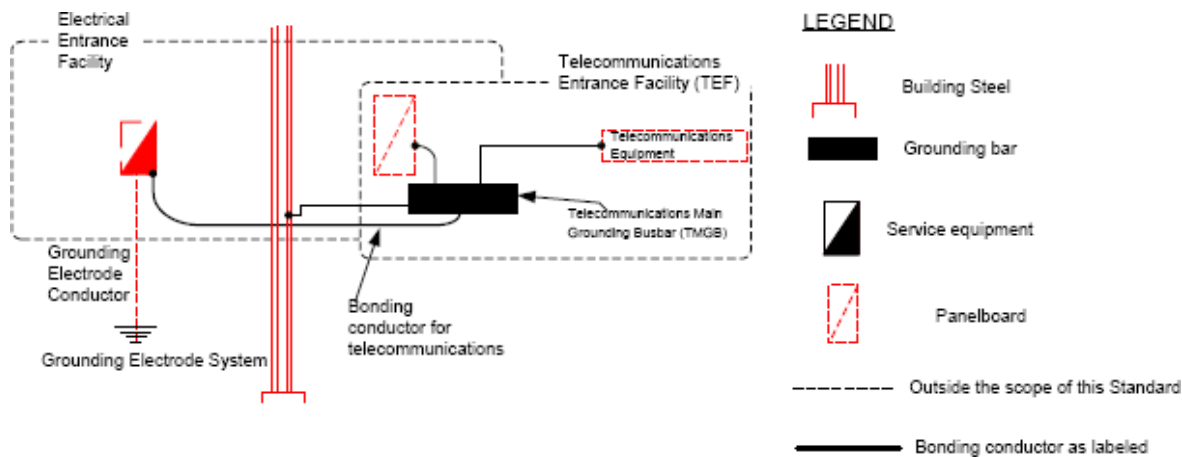
- Тоног төхөөрөмжүүдийн газардуулгын холболт хийхэд тохирох нүхтэй байх, нүхний хэмжээ: 10-14мм
- 95% -иас багагүй дамжуулах чанар бүхий зэс эсвэл зэсийн хайлшаар хийгдсэн байх
- Хамгийн багадаа 6 мм зузаан х 50 мм өргөн, урт нь хувьсах боломжтой байх
- Газардуулгын шинныг сайт дотор босоо кабель трейн доод хэсэгт шалнаас 20см зайтай суурилуулагдана.
- Кабелиудыг холбохдоо заавал төгсгөвч ашиглана
- Металл түрхлэг бүхий өнгөлсөн зэс шинна ашиглана.
- 15кВ-ын диэлектрик чадалтай байна.



Зураг 2.5. Үндсэн газардуулгын шинна

б) Холболтын дамжуулагч (BCT)

Холболтын дамжуулагч нь газардуулгын үндсэн шинна болон газардуулах байгууламжийг хооронд нь холбож буй хэсэг юм.

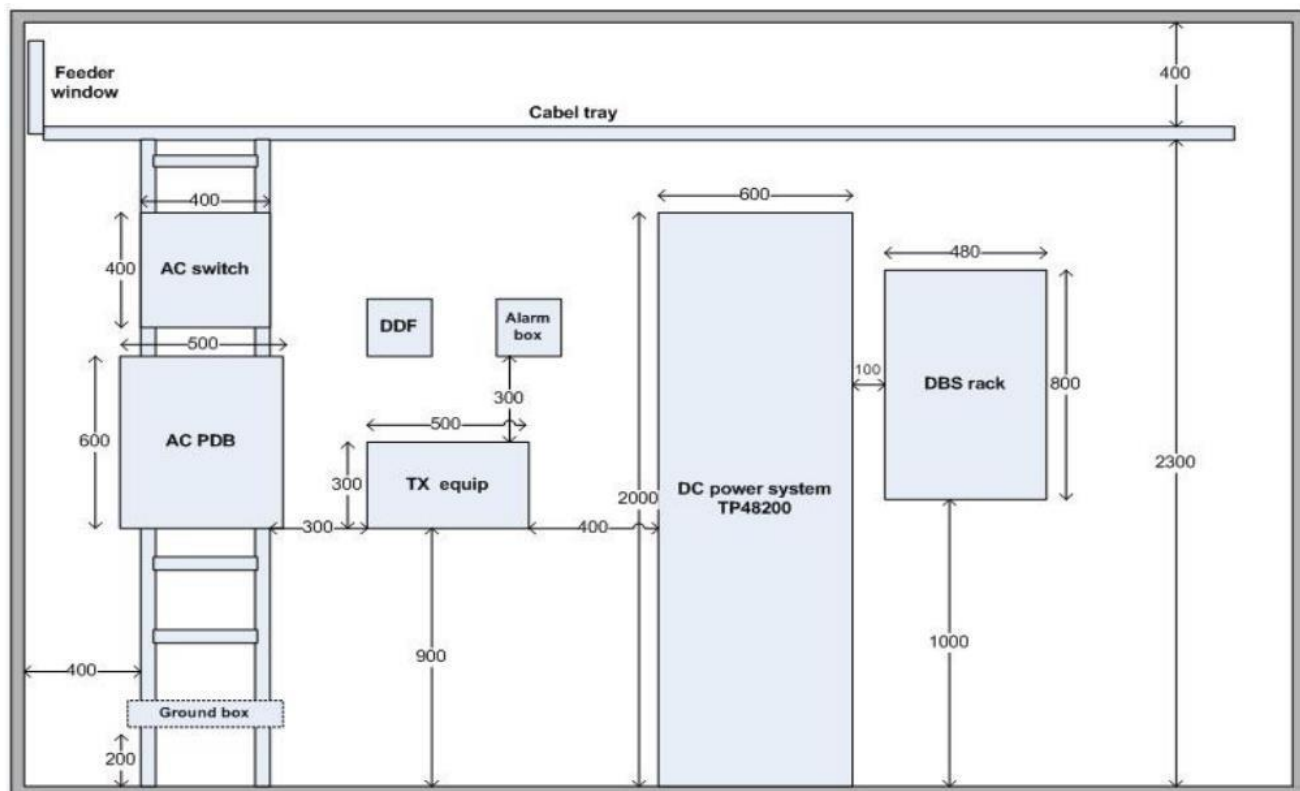


Зураг 2.6. Сайтын газардуулгын бүтэц

Газардуулгын шин-ийн байршил

- Газардуулгын шиныг суурилуулахдаа босоо кабель трейнд газраас 20см зайд суурилуулна.
- Хэрэв минишелтертэй бол минишелтерийн дотор талд суурилагдсан

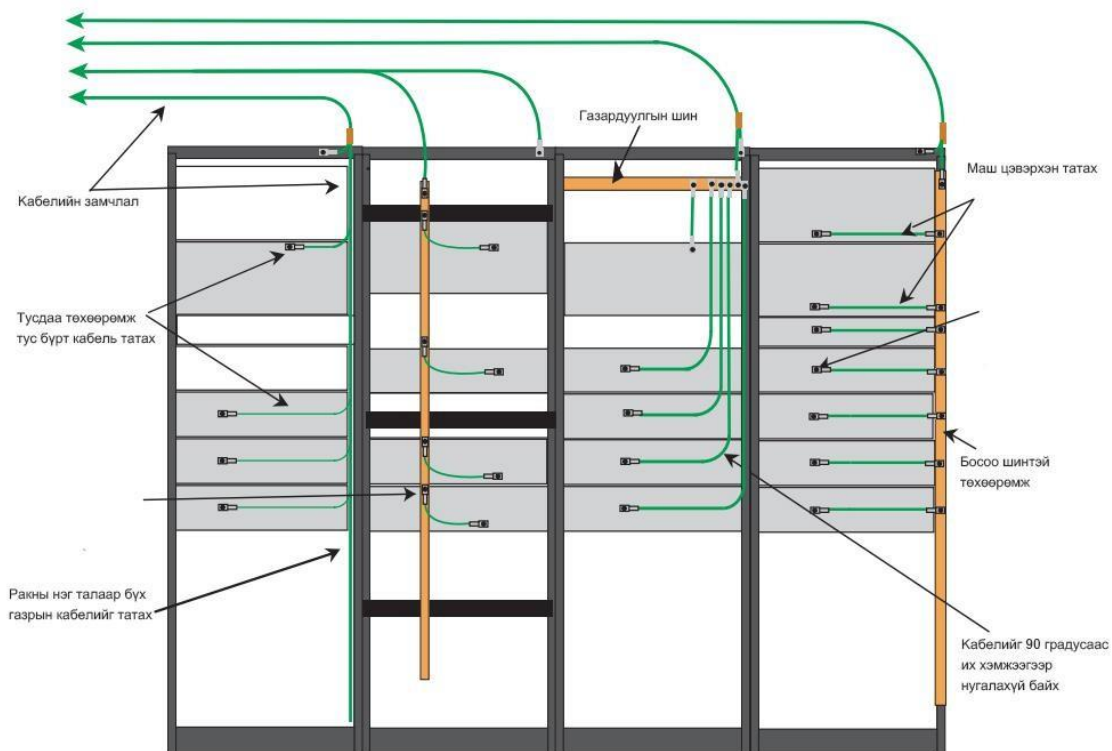
зориулалтын газрын шинийг ашиглана.



Зураг 2.7. Газардуулгын шины байршил

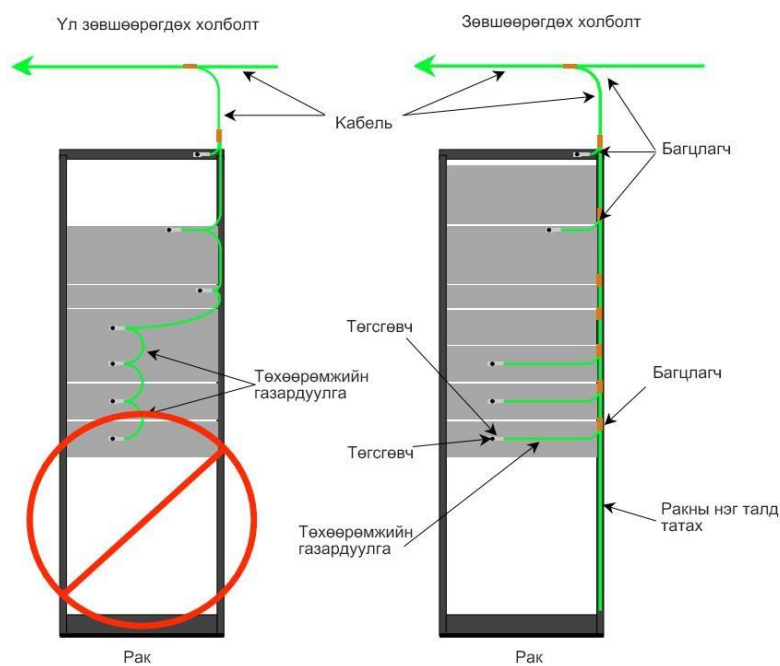
Газардуулгын кабель татах нь

- Газардуулгын кабелийг татахдаа трей дээгүүр татна.
- 90°-аас багагүй нугалалттай, 200мм-н радиустай татна
- Заавал төгсгөвч шахсан байх шаардлагатай.
- Кабелийн төгсгөлд заавал ямар төхөөрөмж газардуулж буйг заасан тэмдэглэгээг хийсэн байна.
- Тусдаа төхөөрөмжийг тусад нь кабелиар татаж, газардуулгын шиннад холбоно (UPS доторх төхөөрөмжүүдийг заавал тусад нь кабель татна)²



Зураг 2.8 Төхөөрөмжийг газардуулгад холбох нь

- Газардуулгын кабелийг трей дээгүүр татахдаа 50см тутамд багцалж тогтооно.

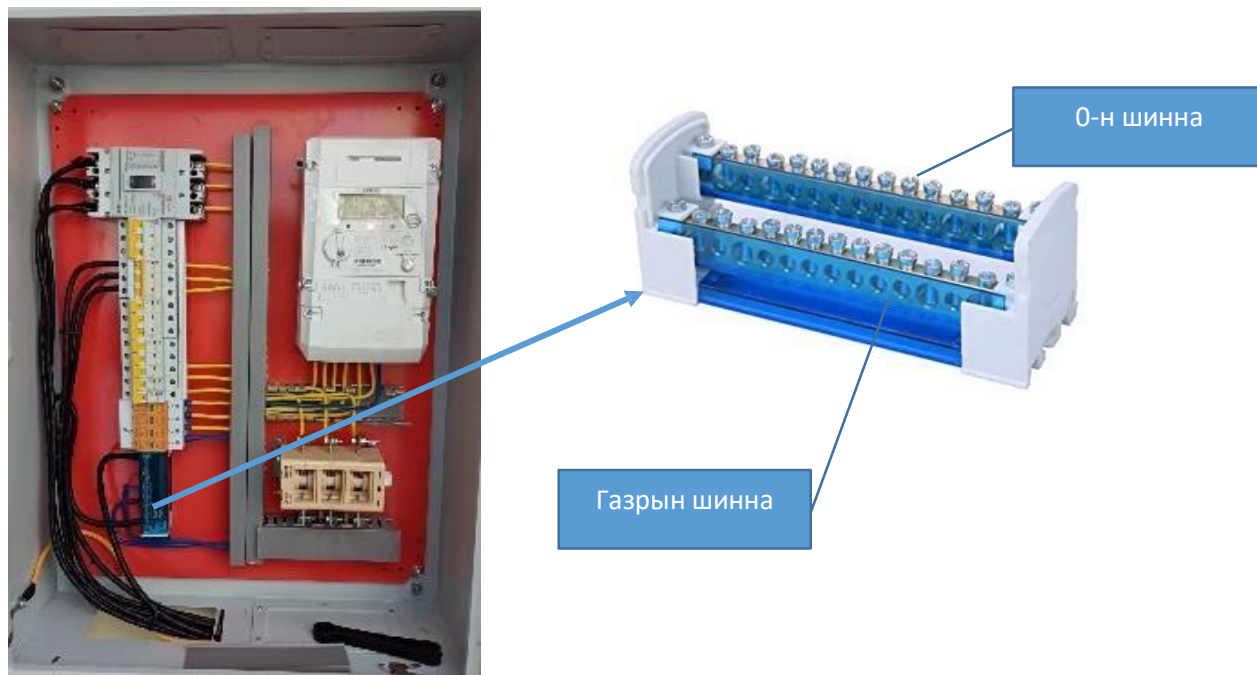


Зураг 2.9 Зөв болон буруу холболт

АС бокс газардуулах

- Ямар ч тохиолдолд АС боксыг газардуулах шаардлагатай бөгөөд АС бокс дотор суурилагдсан 2x14 шиннад тохирох кабель төгсгөвчийн хамт холбоно.

- Тус шиннээс АС боксын их биеийг газардуулан холбоно.



Зураг 2.10 АС бокс газардуулах

2.10.Цамхгийн газардуулга

Цамхгийн газардуулгын систем нь цамхаг дээрх харилцаа холбооны төхөөрөмжүүдийг хүчдэлд нэрвэгдэхээс сэргийлэх үүрэгтэй. Цамхгийн их биеийг газардуулахад зориулан энэхүү газардуулгын системийг хийх бөгөөд цамхаг дээрх төхөөрөмжүүдийг уг системд зэрэгцээ байдлаар холбоно.

Олон төрлийн цамхаг байдаг ба дараах 2 төрлийн цамхаг нийтлэг ашиглагддаг.

1. **Татлага бэхэлгээтэй ган цамхаг** – Энэ цамхаг нь тусгай суур, эсвэл тулгуур дээр олон тооны бэхэлгээгээр холбогдсон босоо ган тулгуур хөлүүд бүхий бүтэцтэй.
2. **Өөрөөсөө бэхэлгээтэй ган цамхаг** – Энэ цамхаг нь суурин дээр бэхэлсэн босоо тулгуур хөл бүхий бие даасан байгууламж бөгөөд өөр тулгуур шаардлагагүй юм.

Цамхгийн газардуулгын цагариг нь хамгийн багадаа 0,76м гүнд булагдсан цул зэс дамжуулагч байна. Түүнийг цамхгийн сууриас багадаа 0,61м зайд суурилуулах ба хамгийн багадаа 2.4м урттай, 16мм диаметртэй электродуудыг газарт суурилуулж цагаригт холбосон байна.

Газардуулгын электрод нь зэс, зэс бүрээстэй ган, зэвэрдэггүй ган, цайрдсан гангаар хийгдсэн байж болно.

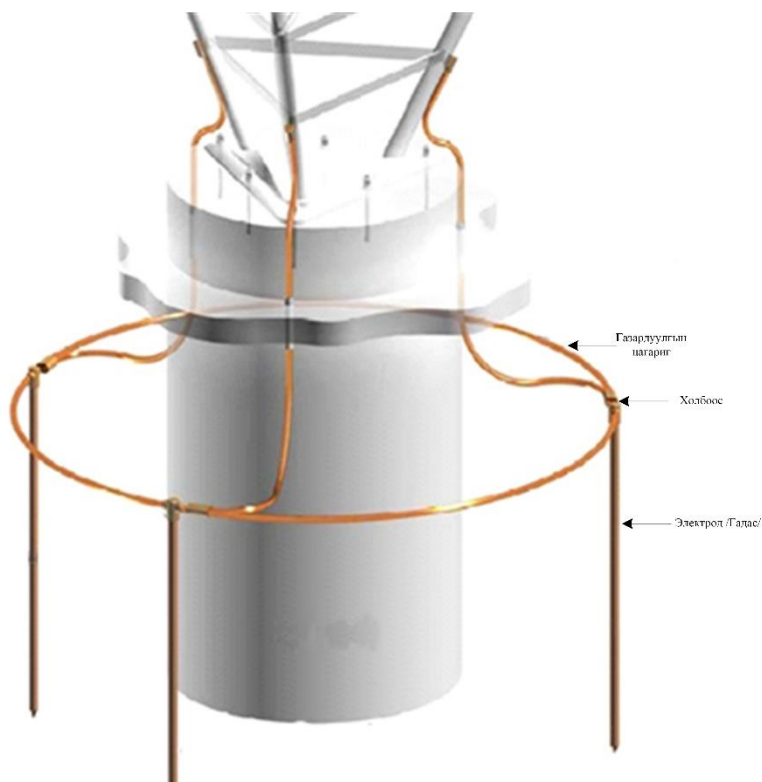
Цамхгийн газардуулгын цагариг нь үндсэн төхөөрөмжийн газардуулга, хувьсах тэжээлийн газардуулгуудтай ижил хэмжээтэй дамжуулагчийг ашиглах ба тэдгээртэй дор хаяж хоёр цэгт холбогдсон байна. Мөн ижил гүнд булагдсан байх ёстой.

Уг газардуулгын систем нь Аянга зайлуулагчийн газардуулгаас их, Төхөөрөмжийн газардуулгаас бага байх ёстой бөгөөд 4Ω -оос ихгүй байна.

Татлага бэхэлгээтэй ган цамхаг

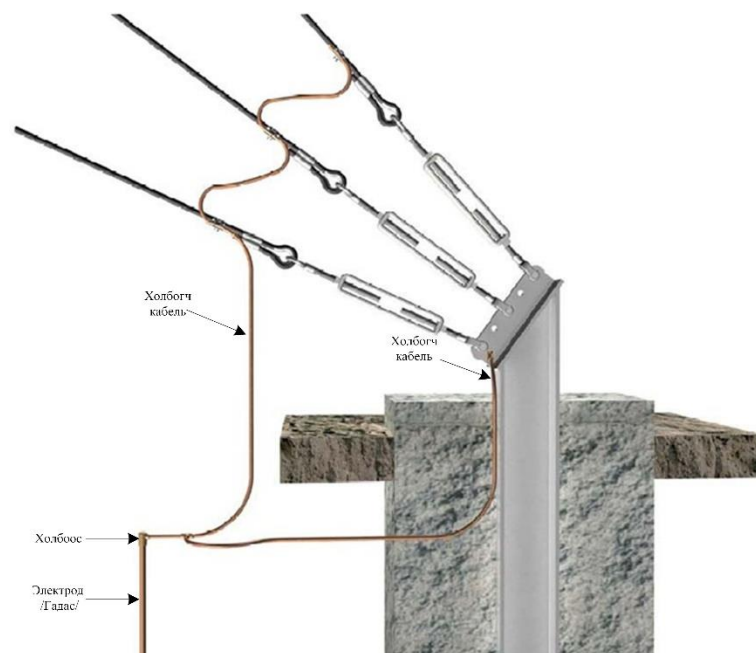
Цамхгийн доод хавтанг газардуулгын цагаригтай ижил хэмжээтэй гурван дамжуулагч ашиглан эх биелүүлж холбоно. Мөн цамхгийн хөл бүрийг газардуулгын цагаригтай ижил хэмжээтэй дамжуулагч ашиглан бэхлэх ёстой.

Эдгээр дамжуулагч нь аль болох богино бөгөөд шулуун байх ёстой. Цамхаг үйлдвэрлэгчээс өөрөөр заагаагүй бол холболтыг экзотермик гагнуурын аргаар хийнэ.



Зураг 2.11. Татлага бэхэлгээтэй ган цамхгийн газардуулга

Мөн цамхгийн татлага бэхэлгээ бүрийн тоогоор газардуулгын электрод суурилуулж холболт хийн газардуулах шаардлагатай.



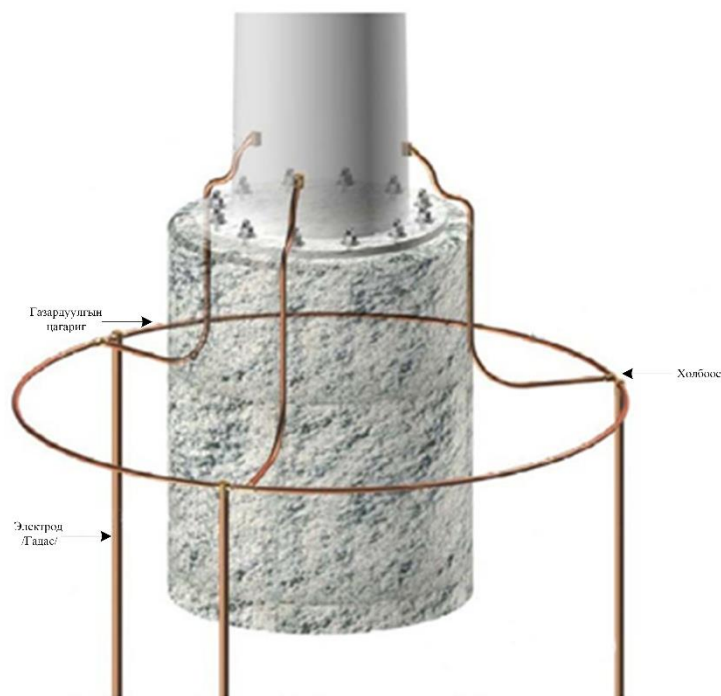
Зураг 2.12. Татлага бэхэлгээтэй ган цамхгийн газардуулга

Өөрөөсөө бэхэлгээтэй ган цамхаг

Суурийн өргөн нь 1.5 м -с ихгүй цамхаг (Монополь цамхаг хамаарна) - ийн хувьд цамхгийн газардуулгын цагариг нь дор хаяж хоёр электрод болон газардуулгын дамжуулагчаас бүрдсэн байна.

Суурийн өргөн нь 1.5 м -тай тэнцэх буюу түүнээс дээш цамхгийн хувьд цамхгийн газардуулгын цагариг нь цамхгийн хөл тус бүрд дор хаяж нэг электрод суурилуулсан газардуулгын дамжуулагчаас бүрдсэн байна. Цамхгийн хөл бүрийг цамхгийн газардуулгын цагаригтай ижил хэмжээтэй дамжуулагч ашиглан цамхгийн газардуулгын цагаригтай холбох ёстой.

Эдгээр дамжуулагчийг аль болох богино, шулуун байхаар суурилуулах хэрэгтэй. Цамхаг үйлдвэрлэгчээс өөрөөр заагаагүй бол холболтыг экзотермик гагнуурын аргаар хийх ёстой.



Зураг 2.12. Өөрөөсөө бэхэлгээтэй ган цамхгийн газардуулга

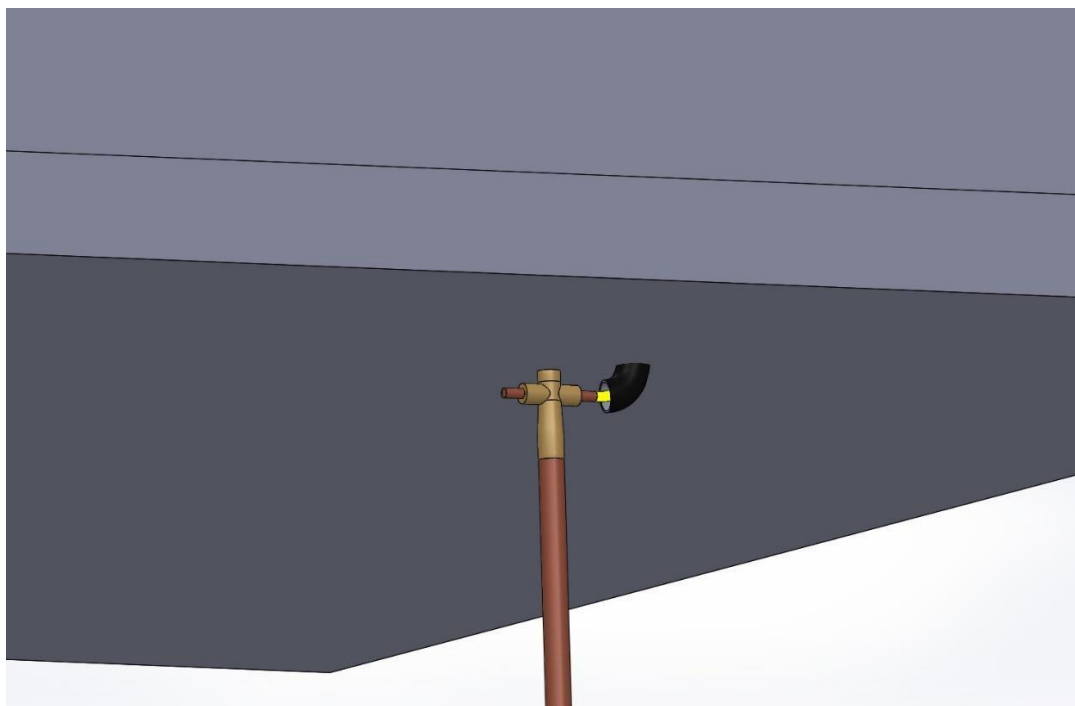
2.11. Аянга зайлуулагчийн газардуулга

(Аянга_зайлуулагч) — Зөвхөн аянга зайлуулагчид зориулан газардуулгын систем хийх бөгөөд төхөөрөмж, цамхаг, болон хувьсах хүчдэлийн газардуулагчаас бага эсэргүүцэлтэй байх шаардлагатай бөгөөд 4Ω -оос ихгүй байна.

Цамхаг дээрх аянга хүлээн авагчаас аянга зайлуулагчийн газардуулгын гадсанд шууд холбох ба уг систем нь бусад газардуулгын систем эсвэл хүрээтэй /хэрэв байгаа бол/ холбогдохгүй.

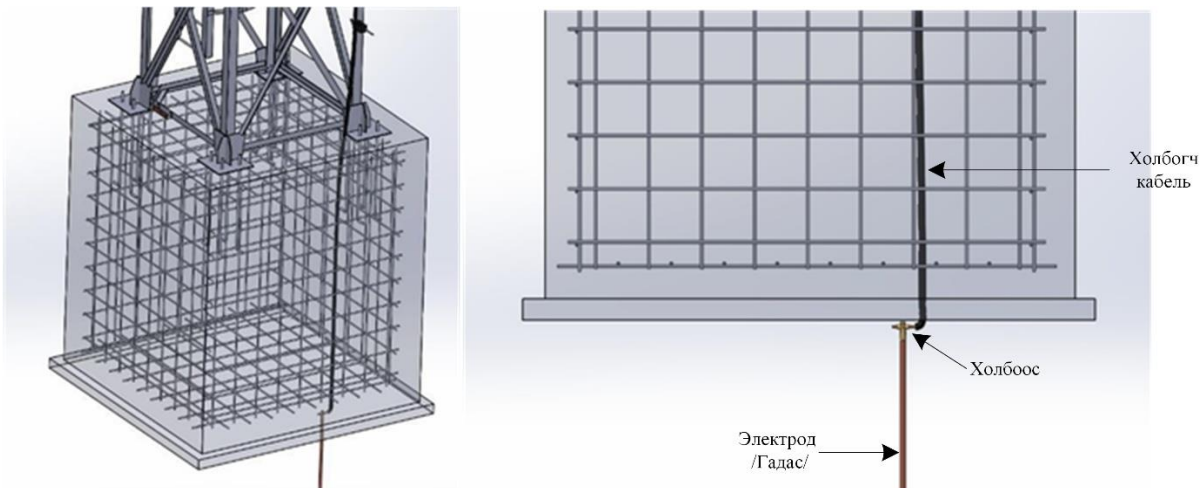
Аянга зайлуулагчийн газардуулга нь 1.5 м урттай 1 ширхэг гадас байх ба суурийн нүхэнд суулгана.

Аянга зайлуулагчийн газардуулгыг цамхгийн ул бетон цутгахаас өмнө суулгаж дамжуулагч кабелийг холбон суурийн арматурчлал дундуур татсан байх шаардлагатай.



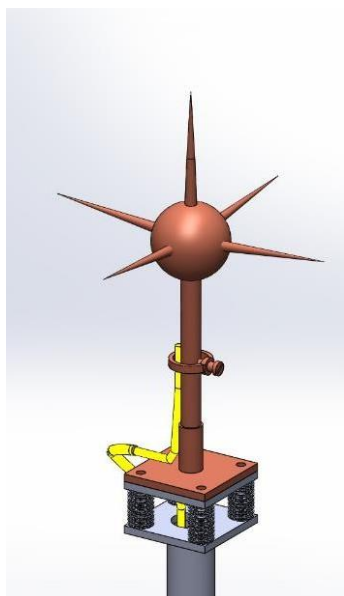
Зураг.2.13. Аянга зайлуулагчийн холболт

Аянга зайлуулах дамжуулагч кабель нь 70 мм²-с багагүй голчтой, газардуулгын бүрээстэй зэс кабель байна.



Зураг 2.14. Цамхгийн суурийн газардуулга

Аянга зайлуулагчийн дамжуулагч кабелийг 100 мм²-с багагүй голчтой нэмэлт тусгаарлагч хоолойгоор цамхгийн баганыг дагуулан сурагчилна.



Аянга хүлээн авагч нь цамхгийн ажлын тавцангаас дээш 6 м-с багагүй өндөрт байрласан зориулалтын хүлээн авагч байх ба цамхгийн эх биеэс бүрэн тусгаарлагдсан байна.

Дамжуулагч кабелийг аянга хүлээн авагчид зурагт үзүүлсэн байдлаар холбоно.

Аянга зайлуулагчийн кабелийг бусад төхөөрөмжид холбох ба шалбалах, 90°-аас их хэмжээгээр нугалахыг хориглоно.

Зураг.2.15. Аянга хүлээн авагч

Хавсралт 1.1.

Газардуулгын эсэргүүцэл, электрод, хөрсний эсэргүүцлийн хэмжилт тооцоо

Газардуулгын эсэргүүцэл, электрод

Газардуулгын эсэргүүцэл шон дээр үзүүлэх эсэргүүцэл дараах зүйлсээс бүрдэнэ:

- а) электродын эсэргүүцэл (металл гадас)
- б) электрод ба хөрсний хоорондох контактын эсэргүүцэл
- с) электродоос гадагш чиглэсэн гүйдлийн урсгалыг хязгааргүй сөрөг цэнэгтэй газрын гүнд чиглүүлэх электродын гадаргуугаас урсахад дамжих хөрсний эсэргүүцэл

Газардуулгын электродын тооцоо

А. Ганц босоо электродын эсэргүүцэл гүйдлийн тархалт, математик загварчлалаас үүдэн

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} * \left(\ln\left(\frac{4L}{d}\right) - 1 \right)$$

L: Электродын урт (м),

d: Диаметр (м).

ρ = хөрсний эсэргүүцэл, Ом метрээр

Б. Олон электродын систем

Зэрэгцээ холболт:

$$R_{\text{total}} = \frac{R}{N * \eta}$$

N: Электродын тоо,

η : Үр ашиг (ихэвчлэн 0.6–0.8).

Газардуулгын эсэргүүцлийг багасгах арга

А. Химийн арга

Химийн бодис ашиглах:

Бентонит, өнгөт металлын давс нь хөрсний эсэргүүцлийг 30–50% бууруулна.

Арга: Электродын эргэн тойронд химийн бодисыг 10–15 см-ийн зузаантай хийж нягтруулна.

Бентонит нь хөрсний эсэргүүцлийг бууруулж, чийгийг шингээж, хөрсний дамжуулах чанарыг хадгалахад ашигладаг эрдэс бодисын холимог юм. Эдгээр нь газрын эсэргүүцлийг бууруулахын тулд газрын электродыг бүрхсэн дүүргэгч материал болгон ашигладаг. Газардуулгын нэгдлүүдийг мөн дамжуулагч дүүргэлт, хөрс сайжруулах дүүргэлт, газардуулгын материал, шороон холболтыг сайжруулах нэгдлүүд, хөрсний дамжуулалтын нэмэлт, газардуулгын нэгдлүүд, дамжуулагч бетон, дамжуулагч цемент, газардуулгын чигжээс, химийн газардуулга гэж нэрлэдэг. Газардуулгын нэгдлүүдийг ашиглах нь олон жилийн туршид туршиж, хөгжиж ирсэн.

Б. Электродын тоо, гүнийг нэмэгдүүлэх

Илүү электрод суулгах:

10 электродтой систем нь 1 электродынхоос 90% бага эсэргүүцэлтэй.

Гүний электрод:

3 м-ийн гүнтэй электрод нь 1.5 м-ээс 50% илүү үр дүнтэй.

В. Материал сонголт

Зэс vs ган: Зэс нь гангаас 5 дахин илүү дамжуулалттай ($\rho_{\text{зэс}} = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$).

Цайрдсан ган: Зэврэлтэд тэсвэртэй, хямд.

Г. Mesh систем (сүлжээний газардуулга)

Зэс туузаар шал, хананд сүлжээ үүсгэж, эсэргүүцлийг 1 Ω хүртэл бууруулна.

Газардуулгын электродыг: газардуулгын электрод эсвэл газардуулгын гадас гэж нэрлэдэг. Газардуулгын электродыг ихэвчлэн зэс, ган зэрэг материалаар хийгдсэн урт, нарийхан төмөр электродууд юм. Хөрсөнд цахилгаан сайн дамжих боломжийг нь дээшлүүлэхийн тулд хүчээр сайн барьцалдуулж шахаж суулгах бөгөөд электрод газардуулгын дамжуулагчаар газардуулгын холболтын үндсэн самбарт холбодог.

Хийц

Металл электродыг цул зэсээр үгүй бол ган электродыг зэсээр бүрж эсвэл электролизоор зэс гадаргуу үүсгэж хийдэг. Шалтгаан нь зэс хөрсөнд гүйдэл сайн дамжуулдаг болон эдэлгээний урт хугацаатай холбоотой. Хямд шийдэлд зэвэрдэггүй ган, цинкэдсэн ган электродууд юм. Энгийн газардуулгад том хэмжээтэй ган хавтан эсвэл арматураар тор хийж зангилаа бүрийг гадаслаж суурилуулахаас гадна электродод ган хоолой, булан төмөр, квадратыг ашиглаж холболтыг гагнаж хийдэг. Цэвэр зэс газардуулгын электрод болон зэс газардуулгын дамжуулагч нь хамгийн сайн сонголт. Хөнгөн цагаан газардуулгын дамжуулагч ашиглавал электрод нь хөнгөн цагаан байхыг зөвлөдөг. Зэс хөнгөн цагааныг хольж газардуулга хийхэд холболт дээр потенциалын ялгавар гардаг. Потенциалын ялгаврыг багасгахын тулд холболтын нэмэлт шийдэл хийдэг.

Электродын хэмжээ

Зэс электродын урт үйлдвэрлэгчийн санал болгосноор багадаа 2.5м диаметр нь $\varnothing 12 \text{ mm}$ байна. Зэвэрдэггүй ган электрод, ган хоолойгоор хийсэн электрод, гадаргууг нь цайрдсан электродын хамгийн тохиромжтой хэмжээ $\varnothing 16 \text{ mm} \approx \varnothing 25 \text{ mm}$

Good to Know:

Электродын төрлөөс хамаарч урт 1.8 метрээс багагүй байна. Суурилуулахдаа үйлдвэрлэгчийн зааврыг мөрдөнө

Газардуулга хийх электрод, хавтангууд NEC-ийн 250.56-д заасан 25Ω -ын шаардлагыг хангасан байх.

Эсэргүүцэл нь санал болгож буй 25Ω -оос их байвал нэмж электрод суурилуулах шаардлагатай.

Газардуулгын эсэргүүцэл

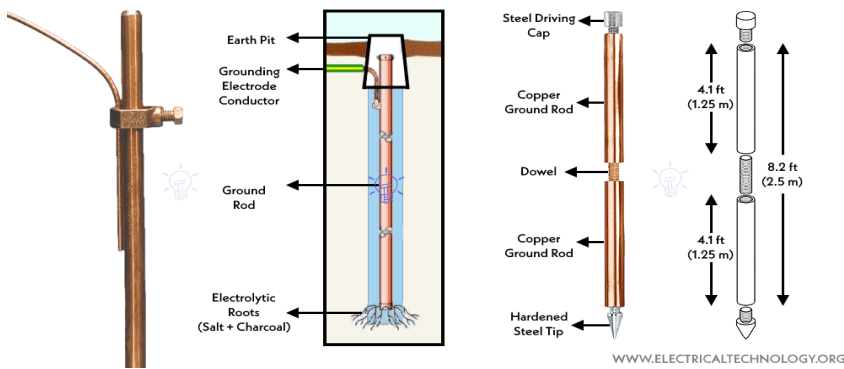
Газардуулгын эсэргүүцэл нь газардуулгын электродын урт, гүн, газардуулгын электродын диаметр, газардуулгын электродын тоо, газардуулгын системийн загвараас хамаарна.

Мэдээллийн технологийн сайт харилцаа холбооны хэрэглээний газардуулга IEEE болон NFPA стандартын дагуу газардуулгын эсэргүүцэл нь ихэвчлэн 5 Ом-оос бага байх бөгөөд энэ шаардлага нь, холболтод ч мөн хамаарна.

IEC (IEC/BS EN 62561-2:2012) стандартын дагуу зөвшөөрөх хөрсний эсэргүүцэл нь 5-10 Ом хооронд байна.

Эсэргүүцэл нь зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс өндөр байвал IEEE 80-2013 (14.5 (a), (б), (в), (г)) стандартын дагуу газардуулгын системийн эсэргүүцлийг бууруулахын тулд газардуулгын системд нэмэлт өөрчлөлт хийнэ. Газрын электродын диаметрийг нэмэгдүүлж, газардуулгын электродын тоог нэмэгдүүлэх (газардуулгын электрод), илүү их эсэргүүцлийг арилгахын тулд электрод байгаа шороон нүхэнд давс, нүүрс бодис хөрсөнд нэмж хийж чийглээд дагтаршуулна.

Ground Rod in the Grounding System - Sizing & Installation



Газардуулгын системд газардуулгын электродын үүрэг

Газардуулгын электродыг газрын гадаргаас доош хөрсөнд гүн суурилуулдаг бөгөөд энэ нь улс бүрийн стандарт, шаардлагаас хамаарч өөр өөр байж болно. Зөв газардуулга нь цахилгааны аюул, эвдрэлээс урьдчилан сэргийлэхэд тусалдаг тул цахилгаан болон электрон тоног төхөөрөмжийн аюулгүй байдлыг хангах, үр дүнтэй ажиллуулахад чухал ач холбогдолтой. Газардуулгын электрод дараах байдлаар янз бүрийн хэрэглээнд ихэвчлэн ашигладаг.

Цахилгааны холболтын хамгаалалт

Цахилгааны холболтод газардуулгын системийг хийхдээ газардуулгын электродыг ашигладаг. Газарт гүн шигдэн орж, цахилгаан хэлхээний газардуулгын дамжуулагч эсвэл цахилгаан тоног төхөөрөмжийн газардуулгын терминалтай холбогддог. Энэ нь цахилгааны гэмтэл, аянга цахилгаан, статик цахилгааныг хөрсөнд аюулгүй тарааж, цахилгаан цохих, тоног төхөөрөмжийн эвдрэл зэргээс урьдчилан сэргийлж тусалдаг.

Аянга цахилгааны хамгаалалт

Газардуулга нь аянгын хамгаалалтын системийн гол бүрэлдэхүүн хэсэг юм. Аянга болон цахилгааныг газардуулгын дамжуулагчтай холбосноор аянга газар руу аюулгүй тархах замыг бий болгож, гал түймэр гарах эсвэл бүтцийн эвдрэлийг бууруулдаг.

Цахилгаан соронзон оролцоо (EMI) ба алдагдал

EMI-ийн нөлөө: Газардуулгагүй эсвэл муу газардуулгатай үед цахилгаан соронзон оролцоо (EMI) үүсэж, тоног төхөөрөмжийн бүтээмж буурна. Энэ нь серверийн CPU, сүлжээний картуудын илүү их эрчим хүч хэрэглэх шалтгаан болж болзошгүй. EMI-ийн улмаас цахилгаан хэрэглээ 5–10% хүртэл нэмэгдэх тохиолдол бий. **Mesh** хийж нэмж газардуулан нөлөөллөөс хамгаалдаг

Газардуулгын электродын төрөл

1. Газардуулгын цул зэс электрод

Зэс маш сайн цахилгаан дамжуулах чанар, зэврэлтэд тэсвэртэй тул цул зэсээр хийсэн электродыг илүүд үздэг. Эдгээрийг газардуулгын системд ашигладаг бөгөөд цахилгааны аюулгүй байдал, эвдрэлийн гүйдлийг үр дүнтэй арилгах зорилгоор газартай найдвартай холболтыг бий болгодог. Дундаж наслалт 20-40 жил

Гальваник аргаар зэсээр бүрсэн ган электрод

Эдгээр электрод нь гангийн бат бөх чанарыг зэсийн дамжуулалттай хослуулдаг. Зэс бүрээсний нимгэн давхарга нь газардуулгын систем дэх гүйцэтгэлийг сайжруулж, хатуу зэс бариулаас илүү хэмнэлттэй хувилбарыг санал болгодог. Дундаж наслалт 10-15 жил

Зэс үртсээр бүрсэн ган газардуулгын электрод

Зэсээр бүрсэн гантай адил зэсээр бүрсэн цайрдсан ган электрод нь удаан эдэлгээтэй, цахилгаан дамжуулах чадвартай байдаг. Зэсийн бүрээс нь янз бүрийн газардуулгад найдвартай гүйцэтгэлийг баталгаажуулдаг.

Дундаж наслалт 40 хүртэл жил

Цайрдсан ган электрод

Цайрдсан гангаар хийсэн электрод нь газардуулгын системд хямд сонголт. Зэс электрод шиг сайн дамжуулагч биш ч найдвартай газардуулгын холболтыг бий болгохын тулд янз бүрийн цахилгаан болон үйлдвэрлэлийн хэрэглээнд ашиглагддаг. Дундаж наслалт 10-15 жил

Зэвэрдэггүй ган хөрсний электрод

Зэвэрдэггүй ган шороон электрод нь зэврэлтэд маш сайн тэсвэртэй тул хатуу ширүүн орчин, газардуулгын удаан хугацааны шийдэл шаарддаг хэрэглээнд тохиромжтой. Тэдгээрийг ихэвчлэн удаан эдэлгээтэй, засвар үйлчилгээ багатай тул сонгодог. Дундаж наслалт 50 хүртэл жил

Хавсралт 1.2.

Хөрсний эсэргүүцлийг хэмжих

Веннерийн Арга (Wenner Method) ашиглан хөрсний эсэргүүцлийг хэмжих

Веннерийн арга нь хөрсний цахилгаан эсэргүүцлийг (resistivity) хэмжихэд өргөн хэрэглэгддэг геофизик арга. Өндөр нарийвчлалтай газардуулга хийх, хөрсний давхаргын бүтцийг судлахад ашигладаг.

Веннерийн арга (Wenner Method): дараалсан газардуулгын электродын хоорондох зайг тэнцүү байхаар эхнээс нь дараалуулан 4 электродыг нэг шугамд ижил гүнд суурилуулна. Захын 2 электродоор (гүйдлийн электрод гэнэ) гүйдэл гүйлгэж хөрсөнд өгнө. Дотоод 2 электродын (потенциал электрод гэнэ) хүчдэлийг хэмждэг бөгөөд дараа нь хөрсний эсэргүүцлийг тооцоолоход ашигладаг.

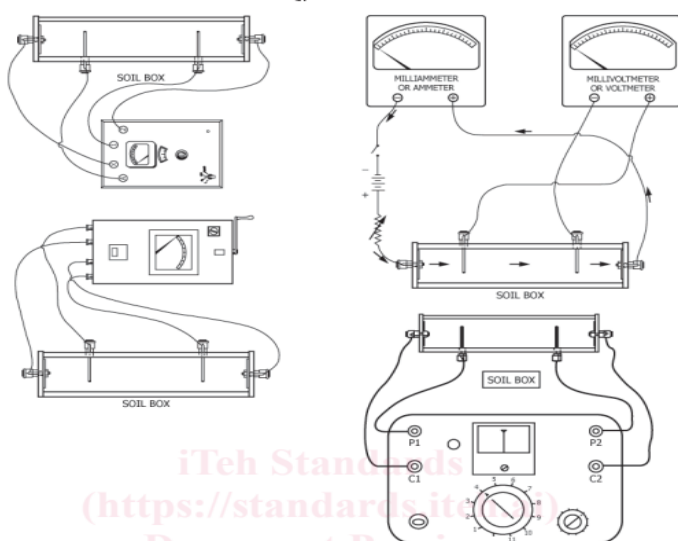


FIG. 1 Typical Connections for Use of Soil Box with Various Types of Instruments

Электродуудын байршил:

Веннерийн аргад 4 хэмжилтийн электродыг шулуун шугамаар **ижил зайтай** (зайг *a* гэж тэмдэглэнэ) байрлуулна.

- Гадаад 2 электрод (**C1** ба **C2**) нь гүйдэл дамжуулагч (current electrodes).
- Дотоод 2 электрод (**P1** ба **P2**) нь хүчдэл хэмжигч (potential electrodes).

Хэмжилтийн үйл явц:

- **C1** ба **C2** электродуудаар тодорхой хэмжээний гүйдэл (*I*) гүйнэ.

- **P1** ба **P2** электродуудын хоорондох хүчдэлийн уналтыг (V) хэмжинэ.
- Хөрсний эсэргүүцлийг (ρ) дараах томьёогоор тооцоолно:

$$\text{Equation 1: } \rho = 2\pi a \cdot R$$

- a : 2 электродын хоорондын зай (метр),
- V : Хэмжсэн хүчдэл (вольт),
- I : Гүйдлийн хэмжээ (ампер).

2. Веннерийн аргын давуу тал:

- **Энгийн тооцоо**: Томьёо, шугаман байрлалд зориулагдсан ба хэмжих багажийн электрод л ашиглах тул хялбар.
- **Нарийвчлал**: Нэгэн төрлийн хөрсөнд өндөр нарийвчлалтай үр дүн өгдөг.
- **Холимог хөрсөнд судалгааг давтан хийж дундаж эсэргүүцлийг олно**: Зай(a) барин байршлыг өөрчлөн давтан хэмжилт хийж хөрсний дундаж эсэргүүцлийг тодорхойлно.

3. Ашиглах материал ба стандартууд:

1. **IEEE Standard 81**: Газардуулгын системийн хэмжилтийн стандарт.
2. **ASTM G57**: Хөрсний эсэргүүцлийг хэмжих стандарт процедур.
3. **IEEE Стандарт 81** 1-р хэсэг, **BS EN 50522** эсвэл **BS 7430**-д заасан Wenner 4-электродын арга
4. **Номууд**:

"Geotechnical Engineering: Principles and Practices" (Donald P. Coduto).

"Applied Geophysics" (Telford, Geldart, Sheriff).