

**ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН
САЛБАРТ ХЭТ УЛААН
ТУЯАНЫ ДУЛААНЫ
КАМЕР АШИГЛАХ НЬ**

Агуулга

1. Хэт улаан туяаны дулааны камерын ажиллагаа, зураглал
2. Дулааны зураглалын камерыг яагаад ашиглах хэрэгтэй вэ?
3. Үйлдэрлэлийн салбар дахь дулааны зураглалын хэрэглээ
4. Дулааны камерын сонголт
5. Дулааны зураглалыг тайлбарлах
6. Олон улсад ашиглагдаж байгаа туршлага
7. Монгол орны эрчим хүчний системд ашиглаж буй байдал
6. Монгол орны эрчим хүчний системд хэрэгжүүлэх шийдэл, дүгнэлт

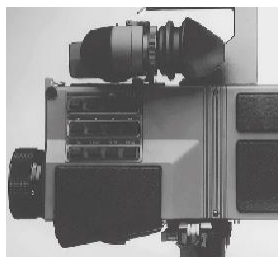
Оршил

1929 онд Унгарын физикч Kalman Tihanyi Английн агаараас эсэргүүцэх хүчинд хэт улаан туяа ашиглан шөнийн камерыг бүтээснээр дулааны камерын хөгжил эхлэнэ. 1965 онд өндөр хүчдлийн шугмын үзлэгт зориулан дулааны камер худалдаалагдсан ба сүүлийн 50 гаруй жил эрчимтэйгээр аж үйлдвэрийн салбарт зориулсан олон төрөл зүйл болон хөгжсөөр байна.

Дулааны зураглалын камер хөгжихийн хэрээр хэрэглэхэд хялбар, бодит цаг хугацаанд дүрслэл чанартай овор хэмжээ бага ердийн зургийн камер мэт болсоор байна. Хүний нүдээр илрүүлэх боломжгүй гэмтлийг эрт илрүүлснээр гарч болох эрсдэл, зардлыг хэмнэх тул дулааны зураглалын технологи үйлдвэрлэлийн салбарын оншлогооны чухал хэрэгсэл болсоор байна.

Эсэргүүцэл бүхий элементээр гүйдэл дамжихад тухайн элементээс дулаан ялгарах ба эсэргүүцлийн хэмжээ ихсэх тусах дулааны хэмжээ ихсэж байдаг. Аливаа тоноглол гэмтэхийн өмнө хэвийн бусаар халах хандлагатай байдаг ба халалтыг илрүүлэхгүй удвал тухайн цэгт металл хайлах, гагнагдах улмаар гал гарах шатах хүртэл хор хөнөөлтэй.

Ялангуяа дэд станцыг өргөн өнцөгөөр хянах нь богино хугацаанд халалттай цэгийг олох боломжтой болдог. Орчин үед дулааны зураглал нь урьдчилан сэргийлэх ямар ч төрлийн эргэлт шалгалт засвар үйлчилгээнээс илүү үр дүнг үзүүлж байна. Дулааны зураглал хийх олон давуу талуудын нэг нь цахилгаан систем ачаалалтай үед үл хүрэлцэх байдлаар үзлэг хийх явдал юм.



Дэлхий даяар олон тооны үйлдвэрүүд урьдчилан сэргийлэх үзлэг, засвар үйлчилгээндээ дулааны дүрслэлийн камерыг ашиглах давуу талыг олж мэдсээр байна.

Энэхүү судалгааны товхимол нь дулааны зураглалын камерыг хэрхэн ашиглах талаар өгүүлэх ба радиометрийн болон дулаан дамжуулах процесс, камерын ажиллагааг нарийн тайлбарлана. Эдгээр ойлголтыг үнэн зөв авснаар чанартай дүрслэл үүсгэх, тайлбарлах, дүн шинжилгээ хийхэд дөхөмтэй байх болно.

Судалгааны товхимолын агуулга

- Үйлдвэрлэлийн салбарт дулааны камер ашиглах хэрэгцээ шаардлага
- Дулааны камерын ажиллагаа, дулааны дүрслэл хийхэд анхаарах зүйлс
- Монгол улсын эрчим хүчний салбарт дулааны зураглал ашиглаж буй өнөөгийн нөхцөл байдал
- Дэд станцын тоноглолд дулааны зураглалаар хяналт тавих шийдэл

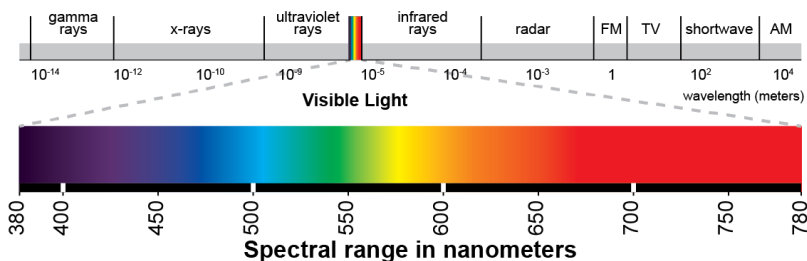


Орчин үеийн камерууд хөнгөн авч явах суурилуулахад хялбар болсоор байна.

ХЭТ УЛААН ТУЯАНЫ ДУЛААНЫ КАМЕРЫН АЖИЛЛАГАА, ДУЛААНЫ ЗУРАГЛАЛ

Инфракред туяа буюу хэт улаан туяа гэж юу вэ?

Хэт улаан туяаны камер нь гэрлийн долгионы хэт улаан туяаны цацрагийн эрчмийг бүртгэж нүдэнд үзэгдэх дүрслэл үүсгэдэг.



Бидний нүд туяаны долгионы уртаас шалтгаалж 380-780 нанометрийн завсардах туяаг л хардаг ба нүдэнд үл үзэгдэх хэт улаан, хэт ягаан гэх мэт олон төрлийн долгион байдаг.

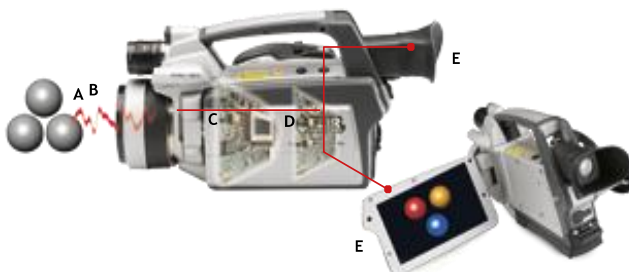
1800 онд Герман гаралтай Английн эрдэмтэн, одон орон судлаач William Herschel хэт улаан туяаг нээсэн ба тэрээр нарны гэрлийг шилэн призмээр нэвтрүүлж ажиглахад гэрлийн температур ихсэхэд өнгө ягаанаас улаан руу шилжиж байв. Үүнийг анзаарсан Хершел нарны гэрлийн улаан өнгөнөөс цааших харагдахгүй байгаа хэсгийн температурыг хэмжсэн ба гайхалтай нь тэнд хамгийн их температуртай байв.

Өөрөө хэлбэл абсолют 0 хэмээс -273.15°C дээш дулаантай бүх биетээс хэт улаан туяаны энерги ялгарч байдаг ба дулааны камер нь орчны гэрлээс үл шалтгаалж хэт улаан туяаны долгионы уртыг бүртгэж зураглал үүсгэдэг.

Бид өдөр тутамдаа хэт улаан туяаг мэдэрч байдаг ч бидний нүд хардаггүй гэвч арьс маань үүнийг мэдэрч байдаг. Нарны туяа, гал түүнчлэн мөс хүртэл дулаан мэдрэгдэж буй бүх биетээс хэт улаан туяа цацарч байдаг.

Дулааны зураглалын камер

Хэт улаан туяаны энерги (А) биетээс ялгаран цацарч гэрэл хүлээн авачруу (В) нэвтрэн хэт улаан туяа мэдрэгчид хүрнэ (С). Хүлээн авагч мэдээллийг электрон мэдрэгчид дамжуулж (D) улмаар зураглал үүснэ. Үүссэн нүдэнд үзэгдэх электрон дүрслэл (E) дэлгэцэнд харагдана.



Дулааны зураглалын камер нь температурын ялгааг харуулах олон өнгийн талбар үүсгэдэг.

Төмөр талбар:

Хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг талбар. Хүйтэн хэсгийг хар, бүлээн хэсгийг хөх/нил ягаан өнгөөр, дундаж температуртай улаан/улбар шар/шар өнгөөр халуун хэсгийг цагаан өнгөөр дүрсэлдэг.

Хар цагаан талбар:

Саарал талбар ч гэж нэрлэж болох энэ талбар саарал өнгөний олон төрлөөр илэрхийлэгддэг ба шөнийн дуран, хамгаалалтын камерт ашиглагддаг. Механизмт тоноглолд тэр бүр ашигладаггүй бөгөөд хоёр өнгөөр илэрхийлдэг учир олон температурын зөрүүг оновчтой дүрслэхэд хүндрэлтэй байдаг.

Солонгон талбар:

Солонгон талбар нь дулааны зураглалын хамгийн сайн дүрслэлийг гаргадаг бөгөөд температурын зөрүүг олон өнгийн сонголтоор илэрхийлдэг.

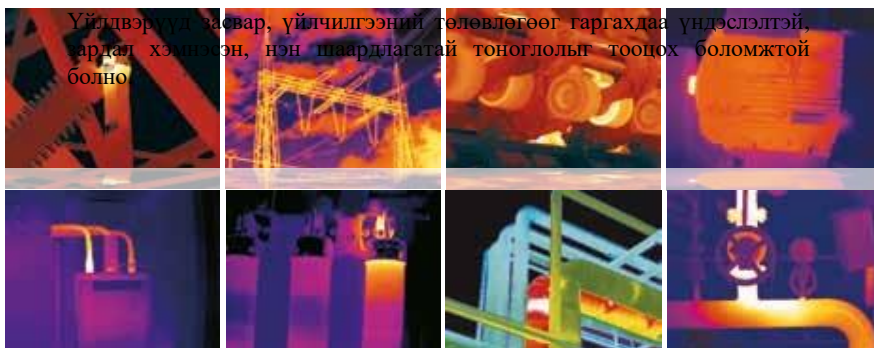
Дулаан дамжих олон төрлийн хэлбэр байдаг ч цацрагийн дулааныг зураглалд ашиглагддаг. Дулааны зураг дээр харагдах агуулга нь бараг бүхэлдээ гадаргуугаас цацруулж буй цацраг туяанд суурилдаг бөгөөд биетээс ойх бусад төрлийн цацраг зураглал үүсгэхэд хүндрэл учруулж байдаг. Бид энгийн нүдээр харсан бүх биетээ ижил температуртай, ядаж ойролцоо гэж харж болох боловч дулааны зураглал өөрөөр илэрхийлдэг.

ДУЛААНЫ ЗУРАГЛАЛЫН КАМЕРЫГ ЯАГААД АШИГЛАХ ХЭРЭГТЭЙ ВЭ?

Тоноглолын гэмтлийг эрт үед нь илрүүлэх, болзошгүй зардлаас урьдчилан сэргийлнэ.

Тоноглолын бүрэлдэхүүн хэсэгт хүрэлцэх шаардлагагүй алсаас тухайн эгшинд хянах. Том талбайн мэдээллийг нэг дор авах боломжтой. Дүн шинжилгээ хийх боломжтой мэдээллийг цуглуулах, программ хангамжид төвлөрүүлэх, дохиолол цаашлаад хамгаалалт ажиллуулах боломжтой.

Урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ авах тохиромжтой цагийг зөв тодорхойлж чадна. Харамсалтай нь ихэнхи тохиолдолд гэмтэл нэгэнт оройтсон цагтаа ил харагдахуйц болдог. Харин дулааны зураглал гэмтэлийг эрт үед илрүүлж нүдээр харахуйц болгодог учир урьдчилан сэргийлэх, үзлэг шалгалт хийх чухал багаж юм. Дүн шинжилгээ хийх нь олон давуу талуудыг бий болгож байна.



- Өндөр хүчдлийн халтсан тусгаарлагч
- Агаарын шугамын халалт
- Хөдөлгүүрийн халалт
- Шугам хоолойн дулаалга, хаалт
- Гал хамгаалагч, халсан холболт

Өндөр хүчдэлийн тоног төхөөрөмж, нам хүчдэлийн самбар, мотор, насос, өндөр температурын тоног төхөөрөмж, тусгаарлагчийн алдагдлыг хайж байгаа эсэхээс үл хамааран дулааны зураглалын камер нь танд бүгдийг харах боломжийг олгодог хэрэгсэл юм.

Үзлэг шалгалтыг тогтмол цаг хугацаанд тохирсон багажаар хэмжихгүй бол гэмтлийг даамжируулж улмаар асар их зардал гардаг.

Галын аюул

Цахилгаан эд анги, холболтын жижигхэн гэмтэл даамжирвал тааварлашгүй хор уршиг учруулах аюултай.

Температурын харгалзах өсөлт нь тоноглолын эвдрэл гэмтлийн шалтгаан болж улмаар тасралт саатал үүсгэх нөхцөл болно. Мөн шаардлагагүй дулаан ялгарах нь эрчим хүчний алдагдлын хэлбэр юм.

Халалтыг илрүүлэхгүй удвал халж буй цэгт металь хайлах, гагнагдах улмаар гал гарах шатах хүртэл хор хөнөөлтэй.

Галын хор уршгаар тоноглол гэмтэх, цаг хугацаа бүр цаашлаад хүний амь нас яригддаг учир хор хөнөөлийг тооцоолох боломжгүй юм.

2011 оны судалгаанд Европийн үйлдвэрүүдэд тухай жилд гарсан галын 35% нь цахилгаанаас үүдэлтэй байсан бөгөөд 300 тэрбум еврогийн хорирол учирчээ.

Дэд станцын ил, далд хуваарилах байгууламжийн тоноглолууд ихэвчлэн тосон хөргөлт бүхий трансформатор, устөрөгчийн хөргөлт бүхий компенсаторууд, тосон тусгаарлага бүхий кабель зэрэг галын өндөр эрсдэлтэй тоноглолууд байдаг.



Багахан хэмжээний цахилгааны гэмтлээс улбаалсан гал.

Цэгэн термометр

Pyrometer гэж нэрлэдэг хурд хэмжигч гар төхөөрөмжтэй төстэй цэгэн хэт улаан туяаны дулаан мэдрэгч нь найдвартай бөгөөд нэг цэгийн температурыг уншихад маш хэрэгтэй боловч том талбай эсвэл бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг сканнердах тохиромжгүй, халж буй бусад хэсгийг орхигдуулах магадлалтай.

Цэгэн хэт улаан туяаны дулаан мэдрэгчийг эрсдэлтэй орчин нөхцөлтэй, хүрэлцэхэд хүндрэлтэй биетийг хэмжихэд ашиглахад тохиромжтой.

Цэгэн хэт улаан туяаны дулаан мэдрэгч нь линзний тусгал хэмжиж буй зайны хамаарлаар (D:S) ажилладаг ба хэмжиж буй биет линзны тусгалын зайнд байгаа эсэхийг нягтлах шаардлагатай байдаг. Линзний тусгал зайн хамаарал гэдэг нь хэмжиж буй объект хүртэлх зай, температур хэмжих талбайн диаметрийн харьцаа юм. Уг харьцааг илэрхийлэх тоо их байх тусам багажны нарийвчлал сайжирч, хэмжих боломжит талбай бага болдог. Жишээ нь, 40:1 харьцаатай хэмжилт 10:1 харьцаатай хэмжилтээс жижиг объектыг алс зайнаас илүү нарийвчлалтай хэмждэг.

Infrared thermocamera – Хэт улаан туяаны камер

Хэт улаан туяаны камер нь радиц мэдрэгч ашиглан том талбайд олон цэгт хэмжилт хийж хоёр хэмжээст дулааны зураглал үүсгэдэг дэвшилтэт хувилбар бөгөөд дулааны зураглалын камер нь цэгэн хэт улаан туяаны мэдрэгчийг бодвол программ хангамж техник хангамжаар илүү тоноглогдсон хувилбар юм.



Цэгэн термометрээр
1 цэгийг хэмжих байдал



Дулааны камераар нэг дор
3600 цэгийг хэмжих байдал

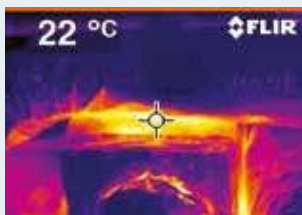
Цэгэн термометр хэрэглэхэд хялбар тухайн цэгийг түргэн шуурхай хэмжиж чаддаг ч асуудалтай хэсгийг орхигдуулах магадлалтай байдаг бол дулааны камер нь бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг хамтад нь сканердаж асуудлыг том зургаар харуулдаг.

Цэгэн температурыг урьдчилан сэргийлэх үзлэгт өргөнөөр ашиглаж байна.

Цэгэн термометрийг манай улсад ч урьдчилан сэргийлэх ажилд өргөн ашиглаж байгаа боловч дулааны зураглалын камер жишээ 60x60 пиксель нягтаршилтай гэж үзвэл 3600 цэгэн термометр нэг дор ашиглаж байгаатай ижил юм.



Цэгэн термометр



Дулааны камер



Цэгэн термометр



Дулааны камер



Цэгэн термометр



Дулааны камер

ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН САЛБАР ДАХЬ ДУЛААНЫ ЗУРАГЛАЛЫН ХЭРЭГЛЭЭ

Дулааны камер:

- Энгийн дижитал камер шиг хэрэглэхэд хялбар
- Нөхцөл байдлыг бүрэн дүрслэн харуулна
- Систем ачаалалтай үед үзлэг шалгалт хийнэ
- Асуудлыг олж тогтооно
- Температур хэмжинэ
- Мэдээллийг хадгална
- Засварлах шаардлагатай хэсгийг олно
- Гэмтэл доголдолыг эрт илрүүлнэ
- Цаг хугацаа, зардал хэмнэнэ

Дулааны зураглал нь инженер техник, засварын ажлын чухал багаж болсоор байна. Үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааг тасалдуулахгүй үзлэг шалгалт хийх нь цаашлаад оновчтой ажиллагааг тодорхойлоход ч тус болж байна.

Дулааны камерын технологи олон талт дэвшилтэт технологи тул дагалдах программ хангамж харилцан уялдааг тоочих боломжгүй юм. Дулааны зураглалыг ашиглах олон арга замуудыг шинэлэг боломжуудыг хөгжүүлдүүлж байна.

Цахилгаан систем

Дулааны зураглалын камерийн нийтлэг хэрэглээ нь бүх төрлийн цахилгаан тоноглолын урьдчилсан үзлэг оношлогоонд ашиглаж байна.

Цахилгаан тоноглолыг дулааны зураглалаар хянах технологи өндөр, нам хүчдлийн түвшин гэсэн хоёр төрөлд хөгжиж байна.

Өндөр хүчдлийн түвшинд

Өндөр хүчдлийн түвшинд халалт бол гол хүчин зүйл болдог. Эсэргүүцэл бүхий хэлхээгээр гүйдэл гүйхэд дамжуулагч материалд дулаан ялгарна. Эсэргүүцэл ихсэхэд халалт мөн нэмэгддэг.

Цагийн аясаар зэврэлт, холболт сулрах зэргээр цахилгаан холболтуудын эсэргүүцэл ихэсдэг ба шаардлагагүй дулаан ялгарах нь эрчим хүчний алдагдал болж байдаг. Халалттай цэгийг тодорхойлоогүйгээс гэмтэл, доголдол, төлөвлөгдөөгүй зардал цаашлаад аваар, галын аюулт нөхцөл байдал үүсдэг.

Өндөр хүчдлийн тоноглолыг дулааны зураглалаар хянаж, илрүүлж буй жишээ:

- Өндөр хүчдлийн салгуурын зэврэлт
- Хэт халалттай холболт
- Хазгай буруу холбогдсон холболт
- Тусгаарлагчийн гэмтэл

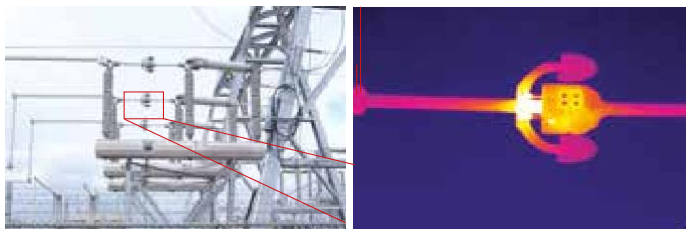
Эдгээр болон бусад гэмтлийг эрт үед нь дулааны камераар илрүүлж байгаа бөгөөд засварлах шаардлагатай тоноглолын бүрэлдэхүүн хэсэг учирч болох эрсдэл, цаг хугацааг нарийн тодорхойлж байна



Дэд станцын тоноглолыг өргөн хүрээнд дулааны зураглалаар хянаж эрсдэлтэй бүрэлдэхүүн хэсгийг харуулсан байна. Дээрхи шиг урьдчилан сэргийлэх хянах технологи байхгүй байна.

Дулааны зураглалын олон давуу талуудын нэг нь ачаалалтай үед аюулгүй зайнаас үзлэг шалгалтыг гүйцэтгэж болдог нь юм.

Дэд станц, таслуур, трансформатор, хуурай салгуурын үзлэгт дулааны зураглалын камерын суурин болон зөөврийн гэсэн төрлүүдийг ашиглаж байна



Дулааны зураглалаар аюулгүй зайнаас үзлэг шалгалтыг гүйцэтгэж байгаа нь аюулгүй ажиллагааны түвшинг дээшлүүлж байна.

Үйлдвэрлэлд тасралтгүй найдвартай ажиллагаа нэн чухал байдаг. Тиймээс ч дулааны зураглалаар тоноглолын насжилт, ажиллагааны урьдчилан сэргийлэх үзлэг, хэтийн төлөвийг таамаглах нь дэлхий нийтийн чиг хандлага болж байна.

Эрчим хүчний найдвартай ажиллагааг ханган ачаалалтай үед 27/7 хяналтыг гүйцэтгэх боломжийг дулааны зураглал олгож байна.

Нүдэнд харагдах дүрс



Дулаан камерын дүрс

Дэд станцын халалттай хэсгийн үзлэг.



Хосолсон дулааны дүрслэл



Нам хүчдлийн түвшинд

Дулааны зураглалын хяналтыг зөвхөн өндөр хүчдлийн түвшинд бус цахилгаан системийн бүх хэлбэр хэмжээнд ашиглаж байна.

Цахилгааны өрөө, моторын явуулах шкафын тогтмол хяналтыг ихэвчлэн дулааны зураглалаар гүйцэтгэж байгаа бөгөөд олон тооны эд ангиуд нэг дор байрладаг учир хяналтгүй цэг үдээвэл халсан холболт хайлж тасралт үүсэх цаашлаад гал түймрийн эрсдэл үүснэ.

Сул холболт, симметр бус ачаалал, зэврэлт зэрэг нь гүйдлийн эсэргүүцлийг нэмэгдүүлдэг. Дулааны хяналт нь богино хугацаанд халсан цэгийг олж гэмтлийн хүндрэлийг тодорхойлж, засварлах хугацааг тогтоох боломжийг үүгэнэ.

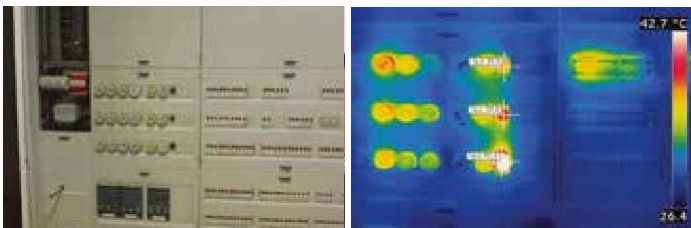
Нам хүчдлийн тоног төхөөрөмжид дулааны зураглалаар илрүүлсэн гэмтлийн жишээ:

- Өндөр эсэргүүцэл бүхий холболт
- Зэврэлт, барзайлттай холболт
- Гал хамгаалагчийн гэмтэл
- Таслуурын гэмтэл
- Суларсан холболт

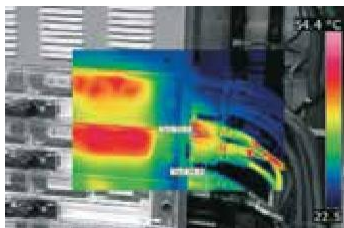
Эдгээр болон бусад асуудал, гэмтлийг эрт үед нь дулааны зураглалаар илрүүлж өртөг өндөртэй эвдрэл гэмтэл, аваариас урьдчилан сэргийлэх боломжтой.



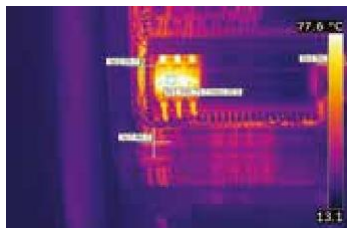
Гал хамгаалагч, таслуурын халсан холболт



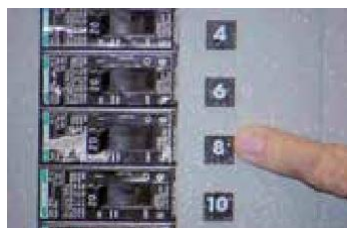
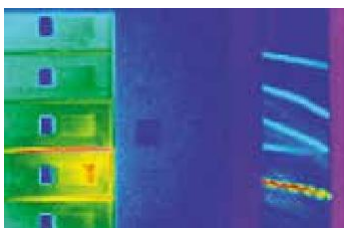
Дээрхи зурагт гал хамгаалагч, автоматуудад халалт жигд бус буйг харуулж байна.



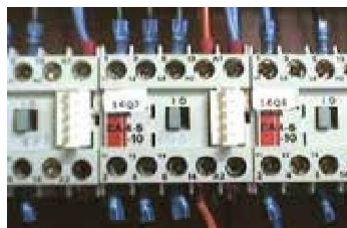
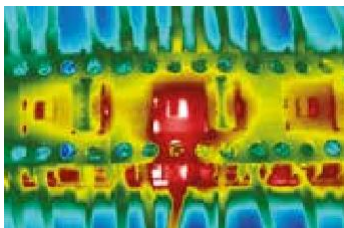
Хэт халалттай холболтын дулааны болон энгийн холимог зураг.



Хэт ачаалалтай автомат түл солих шаардлагатай харуулж байна.



Автоматын гаралт халсан, асуудлыг тодорхойлохгүй удвал галын аюултай.



Халалттай цэг нь галын эрэдэлтэй богино залгаа болсныг илэрхийлж байна.

Механик холболт

Үйлдвэрийн хувьд механик системүүд нь үйл ажиллагааны тулгуур хэсэг нь болдог.

Дулааны зураглал нь тоноглолын доргионы хяналт судалгаанд үнэтэй эх сурвалж болж өгдөг. Механик системийн зарим хэсэг халах үндэс нь үрэлт, доргио, чичиргээ, төвлөрүүлэг, тэнцүүрэ алдагдах байдаг.

Туузан дамжлагын ремен тохирох жишээ ба дамар хуучирсан солих шаардлагатайг дулааны зураглалаар тодорхойлж болдог. Ер нь механик тоноглолын халалт, халалтын тархалт нэмэгдэх нь уг тоноглол хуучирсан, ашигт үйл багассантай холбоотой байж улмаар халсан тоноглол түргэн эвдэрдэг.

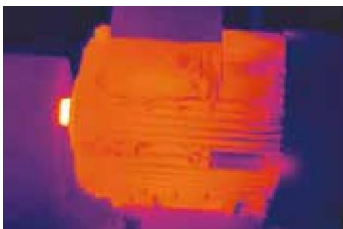
Тоноглолыг хэвийн ажиллагаатай үед үе үе дулааны зураглалын харьцуулалт хийж байх нь олон янзын гэмтлээс урьдчилан сэргийлдэг.



Халсан дамар



Хэт халсан холхивч



*Цахилгаан хөдөлгүүрийн хэвийн ажиллагааны үеийн
дулааны зураглал*

Цахилгаан хөдөлгүүрийг мөн дулааны зураглалаар хянаж, үзлэг шалгалт хийж болдог. Щётка, контактууд, гадна корпус халалт илрэх нь төвлөрүүлэг, тэнцүүлэг үл ялиг алдагдснаас үүдэн бага хэмжээний доргионоос шалтгаалдаг. Дулааны зураглал нь хөдөлгүүрийг бүрэн зургаар харж бусад ижил төрлийн эсвэл хэвийн үеийн зурагтай харьцуулах боломж олгодог.

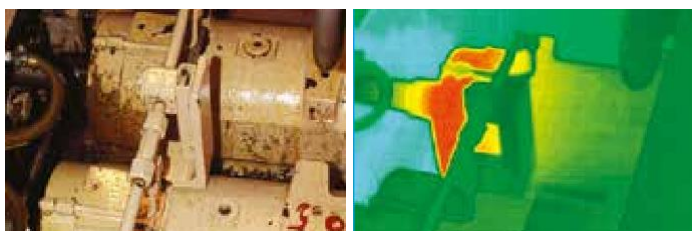
Motors can also be inspected with a thermal imaging camera. Motor failures like brush contact-wear and armature shorts typically produce excess heat prior to failure but remain undetected with vibration analysis, since it often causes little to no extra vibration. Thermal imaging gives a full overview and allows you to compare the temperature of different motors.

Холхивч, насос, шахуурга, ремин, салхилуур, конвейерийн систем, холболтын хайрцагууд, хурдны хайрцгуудыг гэх мэт дулааны зураглалаар хяналт тавьж болох олон системүүд байна.

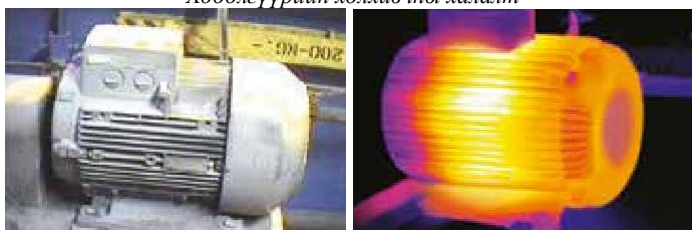
Механик гэмтлийг дулааны зураглалаар илрүүлж болох жишээ:

- Тосолгооны гэмтэл
- Центровка (төвлөрүүлэг, тэнцүүлэг)
- Халалттай хөдөлгүүр
- Халалттай насос
- Холхивчны халалт гэх мэт

Эдгээр болон бусад асуудал, гэмтлийг эрт үед нь дулааны зураглалаар илрүүлж өртөг өндөртэй эвдрэл гэмтэл, аваариас урьдчилан сэргийлэх боломжтой.



Хөдөлгүүрийн холхивчны халалт



Хөдөлгүүрийн ороомогийн халалт

Шугам хоолой

Шугам хоолой, хаалтны дулаалгын нөхцөл байдал, дулааны алдагдлын хяналтанд дулааны зураглал нэн зохимжтой. Дулаалгын гэмтэл түүнээс үүдэх эрчим хүчний алдагдал, эвдрэл гэмтлээс урьдчилан сэргийлэх боломжийг дулааны зураглалын хяналт бүрэн гүйцэтгэж байна.

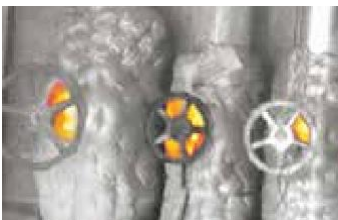
Шугамын хаалт

Дулааны зураглалын тод жишээ бол шугмын хаалтны зураглал байдаг. Алсын зайнаас хаалтыг нээлттэй, хаалттайг мэдэж болохоос гадна эргэн тойрны дулаалгын нөхцөл байдлыг хянахад тохиромжтой байдаг.

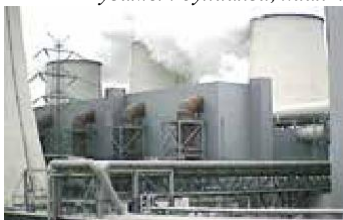
Дулааны зураглалаар шугам хоолойн гэмтэл илрүүлсэн жишээ:

- Шугам хоолой, хаалт, насосны нэвчилт
- Дулаалгын гэмтэл
- Шугмын бөглөрөл

Бүх хяналтыг бүтэн зургаар харснаар шугмын дулаалга, бүх төрлийн үлээлт, шугмын бөглөрөлийг тодорхойлж шугам тус бүрээр үзлэг хийх, таслалт хийх шаардлагагүй болно.



Шугамын дулаалга, хаалтны тусгаарлагын гэмтэл



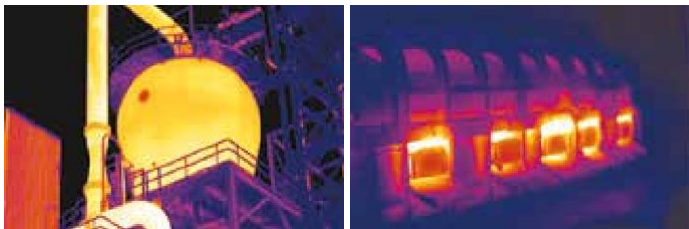
Дулаалгын хяналт, үзлэг

Галд тэсвэртэй хийц

Зуух, шатаах зуух, бойлер, халаагуур зэрэг нь ихэнхи үйлдвэрлэлийн үндэс суурь бөгөөд тэдгээрийн галд тэсвэртэй хийц хэсэг хуучралтанд өртөж байдаг. Дулааны зураглалаар галд тэсвэртэй хийцийн хөгшрөлт, дулааны алдагдлийг илрүүлэх боломжтой.

Зуухны галд тэсвэртэй хийцийн дулаан алдагдал, дулаан солилцооны шугам хоолойн гэмтлийг түргэн шуурхай оновчтой оношлох салбарт дулааны зураглалыг өргөн ашигладаг болоод байна.

Дулааны зураглалыг зуухны халах гадаргуун шугам хоолойн тусгаарлагч галд тэсвэртэй чулуун хийцийг суурилуулах, ажиллагаанд хяналт тавихад ч мөн ашиглаж байна.

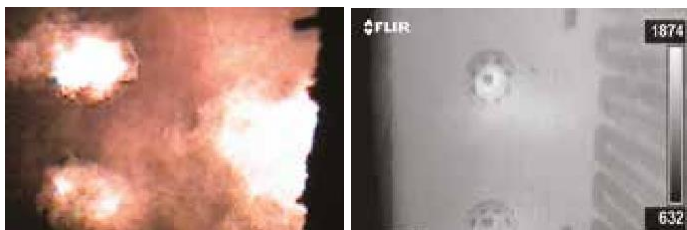


Зуух, реакторын галд тэсвэртэй хийц хэсгийн дулаан алдагдал



Зуух болон халаагуурын тоноглолуудын хэв гажилт, ан цав, эвдрэл гэмтэлд олон хүчин зүйл нөлөөлдөг. Шаталтаас үүдэх шлак, шаарга зэрэг нь хэт халалтын нөлөөнд өртөж гэмтэл учруулах, дулаан солилцоог бууруулах хүчин зүйл болдог. Зуухыг ажиллаж байх үед галын дөлийг дулааны зураглалаар харж экран хоолойг галын дөл долоох, дулаан солилцоог хянах зэрэг асуудлыг ч шийдвэрлэх боломж байдаг.

Галын хотол, дөл рүү дулааны камераар зураглал үйлдэх нь машинистын үйл ажиллагаанд ч эерэгээр нөлөөлж зохих шийдвэрүүдийг гаргахад туслах ба үзлэг шалгалтыг заавал зуухыг зогсоож гүйцэтгэх шаардлагагүй болж ашигт ажиллагаа нэмэгдэх юм.



Галын хотол, шаталтын төв дөлний дулааны зураглал

Бусад хэрэглээ

Бусад олон төрлийн хэрэглээнд дулааны зураглалын технологи хэрэглээнд нэвтэрсээр байна.

Үл үзэгдэх шаталт илрүүлэх

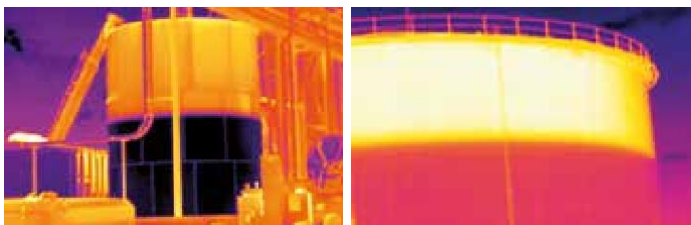
Үйлдвэрлэлийн зарим процесст хий ялгарч гадагшлах явцдаа шатаж эхэлдэг бөгөөд өндөр даралтын улмаас галын дөл хүний нүдэнд үзэгддэггүй. Шаталт үүссэн эсэхийг тодорхойлох нь чухал байдаг. Үгүй бол шаталтаар үүсэх хорт хий агаар мандалд тархаж болзошгүй байдаг. Үүнийг дулааны камераар тодорхойлж болно.



Нүдэнд үл үзэгдэх шаталтын дулааны зураглалал

Хадгалах савны түвшин тогтоох

Хадгалах савны түвшинг дулааны камераар хялбархан тодорхойлж болно. Хоосон хэсэг болон бүтээгдэхүүнтэй хэсгийн температурын зөрүү түвшинг энгийнээр тодорхойлох боломж олгоно.



Шингэн хадгалах савны түвшин хэмжээ

Дулааны зураглалын бусад хэрэглээнд:

- Гагнуурын роботын халалттай цэг илрүүлэх
- Нимгэн материалын зузааны хяналт
- Мөөгөнцөр илрүүлэх
- Асфальт, бетонон хийцийн температур



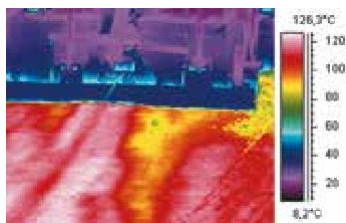
Гагнуурын роботын халалт



Цаасан ороомгийн жигд байдал



Мөөгөнцөр илрүүлэх



Асфальт хучилт

Дулааны зураглал нь үйлдвэрлэлийн маш олон үйл ажиллагаанд хяналт, үзлэг шалгалтын чухал хэрэглэгдэхүүн болон хөгжсөөр байна.

ДУЛААНЫ КАМЕРЫН СОНГОЛТ

Дулааны камер худалдан нь өндөр үнэтэй, урт хугацааны хөрөнгө оруулалт шаарддаг. Иймд хэрэгцээ шаардлагаа бодитоор тодорхойлох нь өөрт шаардлагатай камерыг сонгох гол шаардлага болдог.

Дараахи хүчин зүйлийг анхаарах шаардлагатай:

Hardware – Техник хангамж

Хэрэглэгч бүхэнд өөр өөр хэрэгцээ тулгардаг иймд үйлдвэрлэгчид салбар бүрийн хэрэгцээ шаардлагад нийцсэн хэлбэр хийц, бат бөх хувилбарыг санал болгодог.

Software – Программ хангамж

Ямар төрлийн тоноглол хянахаас шалтгаалж дүн шинжилгээ, өгөгдөл цуглуулах харьцуулах, хадгалах зэргээс шалтгаалсан олон төрлийн программ хангамжийн боломжууд байдаг. Иймд өөрийн ашигладаг хяналтын системтэй зохицон ажиллах мэдээлэл дамжуулах боломж бүхий программ хангамжтай камер сонгох нь зүйтэй:

Accessories - Хэрэгслүүд

Дулааны зураглалын камерыг ашиглаж эхэлмэгц түүний давуу болон сул талыг олж харан хяналт гүйцэтгэж буй тоноглолд зохицож хэрэгцээ шаардлагыг хангаж буй нь мэдэгдэх ба энэ үед таны хэрэгцээ өөрчлөгдөж болно. Энэ үед камерын линз, дэлгэц, харах өнцөг, шүүлтүүр зэрэг нэмэлт тоноглол солих боломжтой эсэхийг нягтлах шаардлагатай.

Service – Засвар үйлчилгээ

Дулааны зураглалын камерт үе үе дахин тохируулах шаардлага үүсдэг. Иймд ялангуяа суурин камерт ашиглалт, засвар үйлчилгээг хариуцагч байгууллагад хариуцуулах нь зөв шийдэл байдаг.

Training – Сургалт

Дэлхий дахинд дулааны камерын олон үйлдвэрлэгчид байдаг бөгөөд өөр хоорондоо хэрэглээний программ, суурилуулах, тохиргоо хийх зэргээр өөр байдаг. Иймд сонгосон үйлдвэрлэгчээс ашиглалтын талаархи сургалтыг заавал авах хэрэгтэй.

Үйлдвэрлэгчид

Үйлдвэрлэгчид	Улс	Вэб хуудас
InfraTec	Америкийн нэгдсэн улс	https://www.infratech-usa.com/
Metrel d.d	Словень	https://www.metrel.si/
Uni-Trend Technology Co.,Ltd	Хятад	https://www.uni-trend.com/
SONEL	Польш	https://www.sonel.pl/
Teledyne FLIR	Америкийн нэгдсэн улс	https://www.flir.eu/
KEDACOM	Хятад	https://www.kedacom.com/
FLUKE	Англи	https://www.fluke.com/

Камерын сонголтонд анхаарах зүйлс

Дулааны камерын сонголтонд 6 гол чухал шаардлага байдаг.

- Камерын нягтаршил / зургийн чанар
- Дулаан мэдрэмтгий байдал
- Нарийвчлал
- Камерын функц
- Программ хангамж
- Сургалт

Камерын нягтаршил

Зургын чанар, камерын нягтаршил нь дулааны камерын чухал хүчин зүйл бөгөөд түгээмэл загварууд 60x60 пиксель байдаг бол дэвшилтэт өндөр чанартай загварууд 640x480 пиксель хүртэл нягтаршилтай байна.

320x240 пиксель нягтаршилтай камерууд дулааны зураглалыг хангалттай нарийвчлалтай гүйцэтгэж чаддаг ба илүү нарийвчлалтай үзлэг шалгалтыг 640x480 пикселтэй камераар хянаж байна.

640x480 пикселтэй камер 307'200 хэмжилтийн цэгийг нэг зурганд дүрсэлдэг бол 320x240 нь 76'800 хэмжилтийн цэг буюу 4 дахин бага цэгийг хэмждэг. Нягтаршил сайжрах тусам хэмжилтийн нарийвчлал сайжрах төдийгүй зургийн чанарт ч асар их ялгаа гардаг.



640x480 пиксель



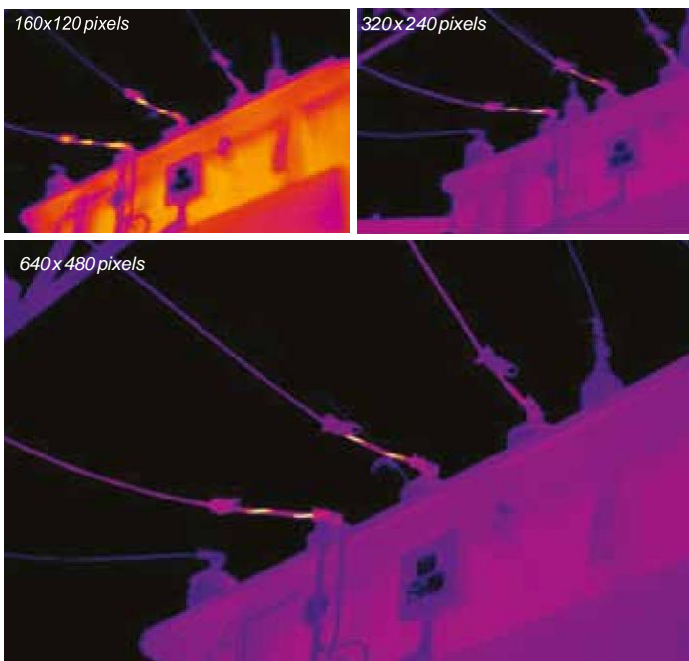
320x240 пиксель



Зүүн талын дулааны зураглал 640x480 пиксель камераар халалттай цэг 63.9°C байсан бол баруун талын зураглал 320x240 пиксель камераар 42.7°C байгаа нь холын зайд нягтаршил сайтай камер тохиромжтойг харуулж байна.

Том объектийг нэг зурагт багтааж авахад өндөр нягтаршилтай камер хэрэглэдэг ба бага нягтаршилтай камераар уг объектийг дүрслэх тохиолдолд олон зураг авах шаардлага үүснэ.

45 градусын линзтэй 640x480 пикселийн камер 4м х 3м орчим талбайг 5 метрийн зайд ганцхан зургаар шалгах боломжтой бол 320x240 нягтаршилтай камераар уг дүрслэлийг 10 метрийн зайнаас эсвэл 4 зургаар илэрхийлнэ. Өндөр нягтаршилтай байснаар зургийн чанар сайжрах төдийгүй дүн шинжилгээ, бүртгэлийн үйл ажиллагааг хөнгөвчилдөг.



Дулааны мэдрэмж

Дулааны мэдрэмж гэдэг нь температурын өөрчлөлтийг камер мэдрэх чадварыг хэлдэг. Мэдрэмж өндөр байх тусам өчүүхэн температурын хэлбэлзлийг мэдрэх, дүрслэх боломжтой болдог. Дулааны мэдрэмжийг °C эсвэл mK тэмдэглэгээгээр илэрхийлдэг. Үйлдвэрлэлийн салбарт ашиглагддаг орчин үеийн камеруудын мэдрэмж 0.03°C (30 mK)-д хүрээд байна.

Ялангуяа аж үйлдвэрлэлийн зориулалттай дулааны камерт дулааны жижиг өөрчлөлтийг мэдрэх нь чухал чадвар байдаг. Үйлдвэрт температурын жижиг зөрүү нь асуудлыг оношлох, цаашдын үйл ажиллагааг төлөвлөхөд чухал мэдээлэл болдог.

Нарийвчлал

Дулааны дүрслэлийг үүсгэх бүхий л хэмжигдэхүүнүүд гадны олон хүчин зүйлийн нөлөөнд өртөмтгий алдаа үүсэх эрсдэлтэй байдаг ба энэ үед камерийн нарийвчлал ажиллаж эхэлдэг. Камерийн ажиллагааны үеийн алдааны хязгаар ч гэж нэрлэж болно.

Камерийн нарийвчлалыг хувиар эсвэл градусаар илэрхийлдэг. Үйлдвэрлэлийн салбарт хэрэгждэг стандар алдаа $\pm 2\%$ / $\pm 2^\circ\text{C}$ байдаг бол илүү дэвшилтэт хувилбаруудын алдааны хязгаар $\pm 1\%$ / $\pm 1^\circ\text{C}$ -д хүрч байна. Бодит байдлаас $\pm 1^\circ\text{C}$ –р л зөрнө гэсэн үг юм.

Камерын функц

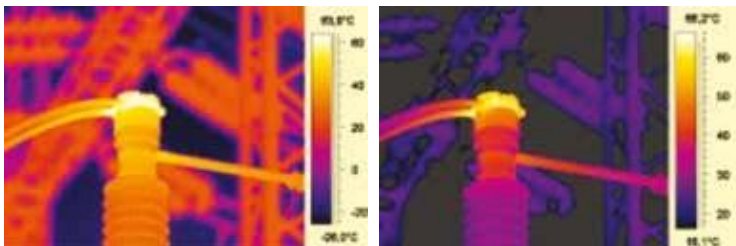
Ялгарал, тусгал

Өмнө дурьдсанчлан объектоос ялгарах цацраг туяаны ялгарал дулааны зураглалд чухал хэмжигдэхүүн байдаг. Үйлдвэрлэлийн зориулалттай дулааны камерын тохиргоонд ялгарал ба тусгалыг тохируулах боломжтой байдаг. Дээрхи тохиргоог буруу, зөв хийснээр хэмжилтэнд их ялгаа үүснэ. Дулааны камер сонгохдоо дээрхи функц байгаа эсэхийг тодруулаарай.

Температурын тохиргоо

Өөр нэг чухал тохиргоо бол хэмжих хязгаарыг гараар тохируулах функц юм. Камерын онцлогоос үл шалтгаалж бүгд температурын дээд доод хязгаарын хамгийн их бага утгыг заадаг ч зарим тохиолдолд температурын өөр хэв хаягийг тодруулах шаардлага үүсдэг. Жишээ нь хүйтэн өдөр агаарын шугмын уртад ачаалал чигд хуваарилагдаж буйд хяналт тавих үед дээрхи тохиргоог хийх нь тохиромжтой байдаг.

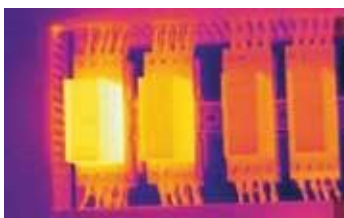
Хэрвээ камер автомат тохиргоон дээр байвал (хүйтэн агаарын температурыг 8°C гэж үзье) агаарын шугмын температур 51°C байна. Энэ нь дэлгэц дээр дүрслэгдсэн бүх бүх бүрэлдэхүүн хэсгийн дээд доод температур юм. Харин тохиргооны доод хязгаарыг 8°C - 24°C болгон тохируулбал 24°C –с дээш утгуудыг илүү нарийвчлан харуулах болно. Ингэснээр үзлэгт шаардлагатай тоноглолыг тод дүрсэлж цаад шаардлагагүй тоноглолын дүрслэлийг сарниулж болно.



Хоёр өөрөөр тохируулж дүрсэлсэн дүрслэл. Зүүн талын зургыг автомат тохиргоогоор, баруун талын дүрслэлийг гар тохиргоор дүрсэлсэн байна.

Дижитал камер

Зарим тохиолдолд олон тооны тоноглол нэг дор байрласан байх, хэт ойроос хяналт тавих зэрэг нь дулааны зураглал үйлдэхэд хүндрэлтэй байдаг. Энэ тохиолдолд энгийн нүдээр харсан мэт дижитал зургийг давхар авах нь тоноглолын байрлал дулааны зураглалд хаана дүрслэгдсэн эсэхийг тодруулахад тусалдаг. Иймд дулаан камерууд дотроо дижитал камерын функцийг агуулсан байдаг. Дулааны хяналтыг боловруулахад нүдэнд үзэгдэх зураглалтай давхарлан боловсруулалт хийх технологи өргөн хэрэглэгддэг болоод байна.



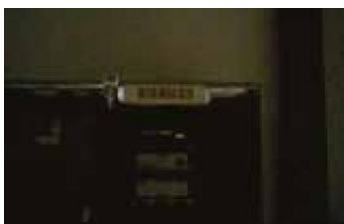
Дулааны зураглал



Нүдэнд үзэгдэх зураглал

Лед гэрэлтүүлэг

Хэдийгээр дулааны зураглал үйлдэхэд нэмэлт гэрэл шаардлагагүй ч нүдэнд үзэгдэх зураглалтай холих тохиолдолд нэмэлт гэрэлтүүлэг хэрэг болдог. Ингэснээр нүдэнд үзэгдэх зураглал илүү тод, харьцуулахад хялбар болдог тул дулааны камерууд нэмэлт лед гэрэлтүүлэгтэй байдаг.



Дээрхи 2 зураглал нэмэлт гэрэлтүүлэгтэй, гэрэлтүүлэггүйгээр дижитал камер функцээр нүдэнд үзэгдэх зураг авсан байна.

Хосолмол зураглал



Хосолмол зураглалын онцлог нь дулааны болон дижитал камерын зургийг давхарлах боломж байдаг. Хосолмол зураглал нь дижитал зураг дээр дулааны зураглалын халалттай хэсгийг хэсэгчлэн байрлуулж хэлбэр хэмжээг өөрчлөх боломжтой болж энэ нь гэмтлийн байршлыг оновчтой илрүүлэхэд тус дөхөм болдог.

Хосолмол зураглалаар өндөр хүчдлийн тоноглолыг хянахад илүү тохиромжтой байдаг.

Холимог зураглал

Хэмжих хязгаарыг нарийн тохируулснаар энгийн зураг дулааны зураглалыг хольсон зураг бий болгож болдог. Ингэж дүрсэлснээр ямар тоноглолыг солих, засах шаардлагатайг илүү тодорхой дүрсэлж болдог.



Дулааны зураглал



Холимог зураглал



Энгийн зураглал



Дулааны зураглал



Холимог зураглал



Энгийн зураглал

Лазер чиглүүлэг

Зарим дулааны камерууд лазер чиглүүлэгчтэй байдаг. Энэ нь хэд хэдэн шалтгаантай.

Лазер чиглүүлэг дулааны камерын линзийг хаана төвлөрч байгааг илэрхийнэ. Ингэснээр хэмжилт хийх шаардлагатай хэсэгт камерыг төвөггүй чиглүүлнэ.

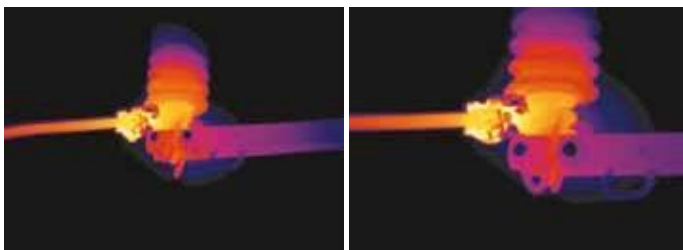
Өөр нэг шалтгаан бол аюулгүй ажиллагаа. Цахилгаан тоноглол зэрэг үйлдвэрлэлийн процесст хуруугаараа чиглүүлэх зэрэг аюулгүй зайд ойртох тохиолдлыг лазер чиглүүлэгчийн тусламжтай арилгадаг.



Линз солих

Дулааны зураглалын камерыг ашиглах явцад нэмэлт тохиргоо, шаардлага үүсдэг. Дулааны зураглалыг хийх орчин нөхцөл, тоноглолын онцлогоос шалтгаалж линзийг солих, хянах өнцгийг өөрчлөх шаардлага үүсч камераа хаана ч ашиглах боломжыг бий болгодог.

Зураг авахад өрөөний хэмжээ, хязгаарлагдмал орчноос хамаарч зургийг бүхэлд дүрслэх боломжгүй тохиолдолд өргөн өнцгийн линз хэрэглэдэг. Цахилгааны самбар зэрэг давчуу орон зайд зайлшгүй хяналт тавих шаардлагад линз солих шийдэл тохиромжтой. Эсвэл алсын зайнаас ялангуяа агаарын шугамын тоноглолыг алсаас хянах явцад томруулагч линзийг ашиглах шаардлага үүсдэг.



Алсаас хяналт хийхэд томруулагч линз ашигласан байна.

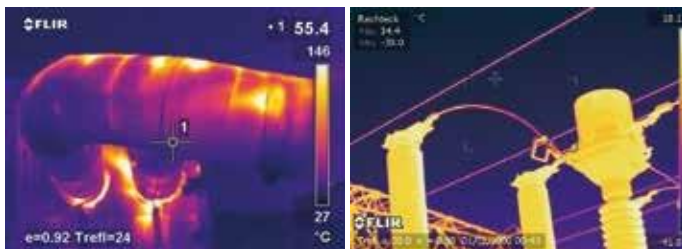
Ашиглахад хялбар загвар

Хэрэгцээ шаардлагын хувьд камерууд удаан хугацаагаар ашигладаг учир хөнгөн, хэлбэр хэмжээ бага, гарт эвтэйхэн загвартай байх нь чухал байдаг. Үр бүтээлтэй ашиглахад биет товчлуурууд энгийн ойлгомжтой олон функцийг давхар агуулаагүй байх шаардлага үүсдэг. Every tool that is used often needs to be light, compact and easy to use. Since most predictive maintenance operators will use thermal imaging cameras often and for extended periods of time, ergonomic design is very important. The menu design and physical buttons should also be very intuitive and user friendly, in order to allow efficient use.



Зургийн формат

Зургийн формат нь мэдээллийг түргэн шуурхай дамжуулах хадгалах үйл явцад нөлөөлдөг. Дулааны камерууд өөр өөрийн форматаар дулааны өгөгдлийг хадгалж өөр төхөөрөмж рүү дамжуулах, хадгалах үедээ стандарт JPEG зураг болгон хувиргадаг. Ингэснээр стандарт программ хангамж дээр дулааны зураглалыг хялбархан нэгтгэж дүн шинжилгээ хийх боломжтой болдог.



Дээрхи зургууд стандарт JPEG форматаар илэрхийлэгдсэн.

Зургийн галарэй

Камерын санах ойн олон зураглалаас шаардлагатай зураглалаа хялбар олж болох энэхүү функц зураглалыг жижгээр харуулсан галарэй үүсгэдэг. Том хэмжээ бүхий зургийг бүхлээр нь харах бус жижиг хувилбараар харах боломж нь цаг хугацааг хэмнэж өгдөг.



Зургийн тайлбар, сэтгэгдэл

Дулааны зураглалд тайлбар, сэтгэгдэл оруулан хадгалах боломж байдаг. Зарим дулааны камерууд дуут сэтгэгдэл үлдээх ч функцийг агуулсан байна. Энэ нь хяналт шалгалт хийх явцад зурагт тайлбар оруулснаар цаг хугацаа хэмнэх аюулгүй ажиллагаанд зохицсон шийдэл байдаг.



GPS байршил

Дулааны зураглалыг хаана авснаа мартаж, тэмдэглэлдээ дурьдаагүй тохиолдолд гардаг. Дулааны камерын зарим дэвшилтэт хувилбарууд өөртөө GPS технологийг агуулсан байдаг бөгөөд зураг бүрийн мэдээлэлд давхар байршлын мэдээллийг бүртгэсэн байдаг.

Бусад хэмжих хэрэгсэл, багажтай нийцэн ажиллах

Compatibility with external test & measurement tools

Цахилгаан тоноглолд дан ганц дулааны зураглалаар дүгнэлт хийх нь учир дутагдалтай ба давхар гүйдэл хэмжих клейшээр ачааллыг тооцох шаардлага үүсдэг. Хуучин аргаар бол хэмжилтийн утгыг гараар тэмдэглэж хавсаргадаг байсан бол орчин үеийн дэвшилтэт багажууд утасгүй холбоо Bluetooth холболгоор багажууд хоорондоо холбогдож ачааллын утгыг автоматаар зургийн тайлбарт оруулдаг болсон. Энэ нь хүний хүчин зүйлийг багасгаж алдаа гарах эрсдлээс сэргийлж байна.

METER LINK
Bluetooth



Wireless холболт

WiFi технологийн тусламжтайгаар ухаалаг утас, компьютерт дулааны зураглалыг алсын зайнаас, цаг тухайд нь илгээх боломжтой.



Программ хангамж

Хяналт шалгалтын дараа үр дүнг тайлагнах дүн шинжилгээ хийх дагалдах программ хангамжтай байх ёстой.



Дулааны камерууд ихэнхи тохиолдолд дагалдах дүн шинжилгээ, тайлан гаргах программ хангамжтайгаа ирдэг.

Үйлдвэрлэл зэрэг илүү өргөн хүрээний функц бүхий дүн шинжилгээ, тайлан, мэдээлэл болорвсруулах шаардлага тохиолдолд үйлдвэрлэгчээс санал болгох өндөр үнэтэй программ хангамжийн цогц шийдлийг сонгох нь илүү тохиромжтой байдаг. Ихэнхи үйлдвэрлэгчийн программ хангамжийн цогц шийдэлд дараах функцүүд багтсан байдаг:

- Тухайн тоноглолд тохирсон тайлангийн загвар үүсгэх
- Температурын шинжилгээнд: Ялгаатай утгуудыг ангилах, олон цэгийг эрэмбэлэх, талбарт хуваах гэх мэт.
- Гурвалсан холимог, хосолмол зураглал (хөдөлгөөнт, хэмжээг тохируулах боломж)
- Дулааны чиг хандлага тодорхойлох
- Хэмжилтийн утгыг томъёонд оруулах
- Хэт улаан туяаны ялгарлаар ангилах
- Зураглал, тайлангийн хайлтын систем
- Хэд хэдэн зураглалыг нэгтгэж өртгөтсөн зураглал үүсгэх

Сайтар дүрсэлсэн дулааны зураглал нэмээд дээрхи программ хангамжийн тусламжтай урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ, засвар үйлчилгээний төлөвлөгөөг гаргах боломжтой.

Сургалт

Үйлдвэрлэгчээс санал болгох сургалтын хөтөлбөрт хамрагдах нь дулааны камерын ашиглалт, хяналтын системийн үр өгөөжтэй ажиллагааг дээшлүүлэхээс гадна. Ашиглалтын явцад тулгарах эрсдлээс урьчилан сэргийлж зардал хэмнэх боломж олгох давуу талтай.



ДУЛААНЫ ЗУРАГЛАЛЫГ ТАЙЛБАРЛАХ

Дулааны зургийг зөв тайлбарлахын тулд шинжээч нь янз бүрийн материал, орчны нөхцөл байдал нь дулааны камерын температурын уншилтанд хэрхэн нөлөөлж байгааг мэдэх шаардлагатай. Температурын уншилтанд нөлөөлдөг чухал хэд хэдэн зүйлс байдаг:

Дулаан дамжуулалт

Дулаан дамжих олон төрлийн хэлбэр байдаг ч цацрагийн дулааныг зураглалд ашиглагддаг. Дулааны зураг дээр харагдах агуулга нь бараг бүхэлдээ гадаргуугаас цацруулж буй цацраг туяанд суурилдаг бөгөөд биетээс ойх бусад төрлийн цацраг зураглал үүсгэхэд хүндрэл учруулж байдаг. Өөр өөр материалууд дулааны шинж чанараараа ялгаатай байдаг. Тусгаарлах материал удаан халах төлөвтэй бол металл түргэн халах хандлагатай байдаг. Өөр материалын дулаан дамжуулалт яваандаа температурын их зөрүү үүсгэх хандлагатай болдог.

Материалын цацраг ялгарал

Температурыг зөв хэмжихийн тулд анхаарах ёстой хүчин зүйлүүдийн нэг нь аливаа материалаас ялгарах цацрагийн хэмжээ юм. Материалын шинж чанараас ихээхэн хамаарах ба ялгарал гэдэг нь биетийн үр ашигтай цацраг туяа юм.



Дулааны камераар харахад алтлаг өнгөөр будагдсан хэсэг аяганы гадарга хэсгээсээ хүйтэн харагдана. Үнэндээ аяга бүхэлдээ ижил температуртай байгаа ба будсан материал аяганы гадарга хоёрын цацраг ялгаралын зөрүүтэй байдлыг илэрхийлж байна.

Иймд камерын тохиргоог зөв хийхгүй бол зураглалын температурыг буруу хэмжих эрсдэлтэй. Ихэнхи камерууд тохиргоондоо олон тооны материалуудын цацраг ялгаралын мэдээллийг агуулж байдаг.



Зүүн талын зурагт хүний арьсны цацраг ялгаралаар тохиргоог 0.97 –р тохируулсан ба температур 36.7°C гэж хэмжсэн бол баруун талын зурагт тохиргоог 0.15-р тохируулахад температур буруу хэмжигдэж 98.3°C гэж харагдаж байна.

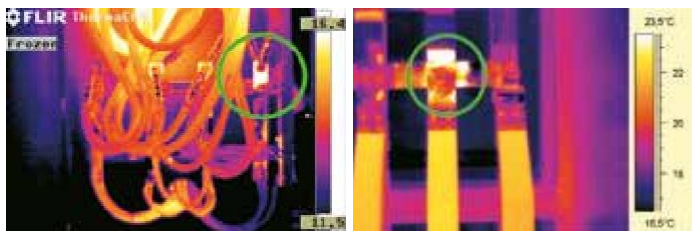
Тусгал, ойлт

Зарим материал яг л толь мэт хэт улаан туяаны цацрагийг ойлгож байдаг. Өнгөлсөн метал үүний тод жишээ болдог. Иймд дулааны зураглалыг гүйцэтгэхдээ материал дээр өөр бусад тусгал ойж буйд анхаарах хэрэгтэй ба зураглал үйлдэх өнцгийг зөв сонгосоноор буруу зураглал үйлдэхээс зайлсхийх боломжтой байдаг.

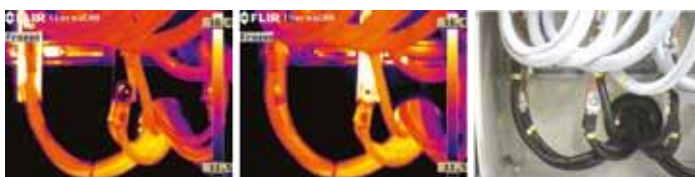


Цонх хэт яагаан туяаны цацрагийг ойлгодог тул дулааны камерын хувьд цонх нь толь мэт үйлчлэл үзүүлнэ.

Хэрвээ материалын гадарга өмнө нь дурьдсан гөлгөр метал гэх мэт ойлт ихтэй, сул цацаргалттай байвал үед орчны температурын цацраг тухайн биет дээр ойж температурын зургыг буруу уншихад хүргэдэг. Энэ асуудлыг дулааны зураглалын камерууд тохиргоондоо орчны нөлөөлөлийн, тусгалын гэх мэт тохиргоогоор шийдсэн байдаг.



Дээрхи хоёр цэг халалттай цэг мэт зураглалд харагдаж байгаа ч үнэндээ гөлгөр гадарга бүхий метал дээр ойсон тусгал юм.



Дунд талын зураг дээрхи халалттай мэт дүрс камерын байрлалыг бага зэрэг өөрчлөгдөхөд эхний зураг дээр байхгүй болж байгаа нь халалттай цэг биш тусгалын нөлөө гэдгийг харуулж байна.

Цацрагийн ялгарал, тусгалын тохиргоог камерт сайтар тохируулж өгснөөр энэхүү асуудал шийдэгдэх боломжтой юм. Мөн хүчдэлгүй гараар хүрч болох хэсэгт хэмжилт хийхдээ толин гадарга дээр цахилгааны лент наах арга байдаг. Ингэснээр материалын бодит температур лентнээс хэт улаан туяагаар цацарч бодит хэмжилт хийх боломж бүрддэг.

Цаг агаарын нөлөө

Орчны нөлөө дулааны зураглалд ихээхэн нөлөөлдөг. Орчны өндөр температур объектыг бүхэлд нь халааж халсан цэгүүдийг ялгахад төвөгтэй болгодог бол хүйтэн температур нь халалттай цэгийг хөргөж тогтсон тавилаас доош оруулж анзаарахгүй үлдээх эрсдэлтэй.



Дээрхи зураглал орчны ямар нөлөөлд үйлдэгдснийг мэдэхгүй бол ихээхэн хачирхалтай зураглал харагдана. Үнэндээ кабелиуд ачаалалгүй ч халсан мэт байгаа нь халуун өрөөнд байрладаг, гөлгөр гадарга орчны температурыг ойлгож тусгасан байгаа байдал юм.

Мөн нарны шууд тусгал дулааны зураглалд нөлөөлдөг бөгөөд нар тусахаа больсон ч нарны тусгалаар үүссэн дулааны нөлөөлөл биетэд хадгалагдаж байдаг. Иймд дулаан дамжуулалтаас үүссэн дулаан, нарнаас үүдэлтэй дулааны хэв маягийг ялгах шаардлагатай. Цаг агаарын өөр нэг нөлөө бол салхи байдаг. Агаарын урсгал нь гадаргуугийн материалыг хөргөж, халуун, хүйтэн хэсгийн температурын зөрүүг бууруулдаг.

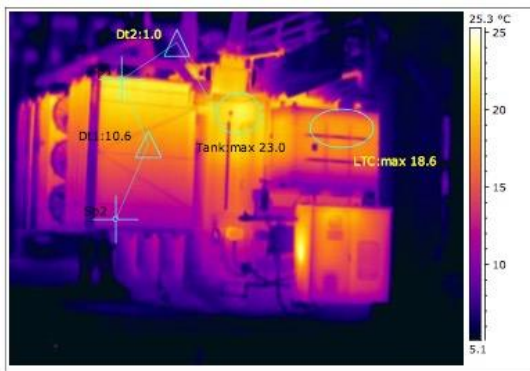
Дулааны зураглалыг бүтэлгүйтэлд хүргэдэг бас нэг нөлөө бол бороо байдаг. Борооны үед мөн дараа усан дусал толин тусгал үүсгэж, материалын температурыг бууруулж бодит зураглал үүсгэхэд хүндрэл учирдаг.

Халаалт агаар сэлгэлтийн нөлөө

Халаалт, хөргөлтийн системүүд биетийн дулааны шинж чанарт нөлөөлж төөрөгдөл бий болгодог энэ мэт гадны нөлөөллийг дулааны зураглал боловсруулахдаа тооцох хэрэгцээ шаардлага үүсдэг.

ОЛОН УЛСАД АШИГЛАГДАЖ БУЙ ТУРШЛАГА

Дулааны зураглалыг том чадлын трансформаторын ажиллагааны хяналтанд нарийчилсан дүн шинжилгээ хийх зорилгоор ашиглаж байна.



Хөргөлтийн системийн гэмтэл

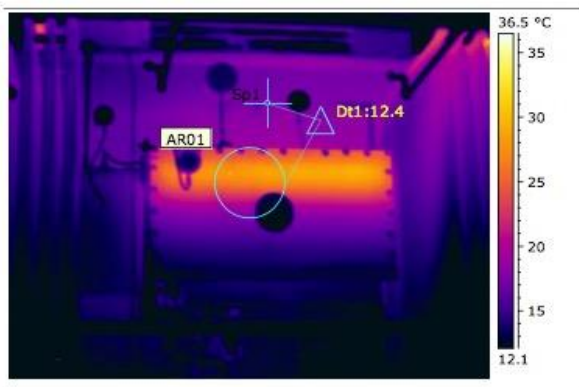
Тосны шугамын бөглөрөл, тосны түвшин багасах, хөргөлтийн радиаторын бөглөрөл зэрэг нь трансформатор халах шалтгаан болдог. Тосны түвшин багасвал зүрхэвч, ороомог ил гарч халалт үүснэ улмаар трансформатор халах, хий ялгарах аюултай байдаг.

Доорх зурагт АНУ-н Ridgewood дэд станцын T-1 трансформаторын дулааны зураглалыг харуулсан бөгөөд хөргөлтийн радиаторын температур их биеээс 10°C доогуур байх ёстой байтал 5°C доогуур байв. Трансформаторын тагыг авч үзлэг хийхэд тосны түвшин радиатораас доош орсон байв. Тосыг радиаторын түвшинээс дээш гартал нэмсэн ба энэ үйлдэл нь трансформаторын халалтыг бүхэлд нь 3°C бууруулж насжилтыг уртасгаж, тосонд хий үүсэх эрсдэлээс сэргийлсэн.



Хүчдэл тохируулагч РПН, НПП –д үүсэн гэмтэл

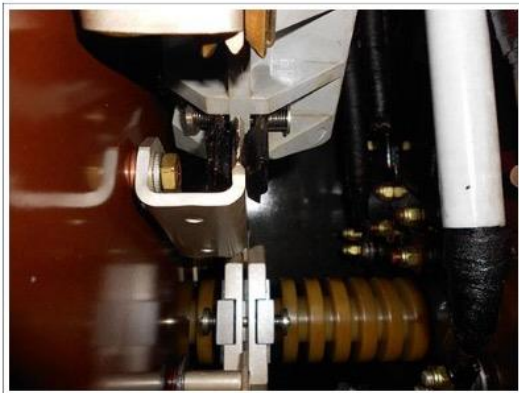
Хүчдэл тохируулагчийн бак их биеийн температураас их байх ёсгүй ба доорхи зурагт трансформаторын хүчдэл тохируулагчийн бакны температур ихэссэн байна.



АНУ Polk St.#3 Трансформатор-1 тосыг юүлж хуурай үзлэг хийхэд бакны дээд хэсэгт гаднаас ус дуссанаас зэврэлт үүссэн байсан ба уг зэвэнд тос лаг хэлбэрээр халж наалдсан байв. Халж лаг болсон тосыг цэвэрлэж зэвэрсэн хуягыг сэргээн будсан байна.

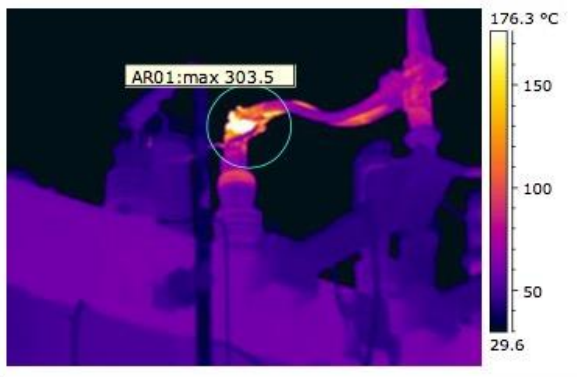


АНУ Centex Towers Unit Sub 300 дэд станц – Хэт улаан туяаны камераар халалт илрүүлэн тосыг юүлж хуурай үзлэг хийхэд тос их хэмжээгээр лаг шавар болон энд тэндээ наалдсан байв. Тосыг цэвэрлэж шинэ тос хийсэн. Энэ нь трансформаторын даамжирсан гэмтэл үүсэхээс сэргийлсэн.



Тусгаарлагчийн гэмтэл

АНУ Marlton дэд станц T2 трансформаторт боолтон холболт цэвэрлэж тусгаарлагч, тос сольсон. Тусгаарлагчийн халалт нь боолтон холболт халснаар илэрдэг бөгөөд хэт халалт нь тусгаарлагчийг гэмтээх эрсдэлтэй.



Галын аюул

Цахилгааны жижиг гэмтлийг хяналтгүй орхивол асар хор уршигтай үр дагаварт хүргэдэг. Өндөр үнэтэй тоног төхөөрөмж, тасралт саатал, цаг хугацаа цаашлаад хүний амь насыг галын аюулд өртөж байдаг. 2011 оны статистикаар Европын үйлдвэрлэлийн салбарын галын аюулын 35% нь цахилгаанаас үүдэж 300 тэрбум еврогийн хохирол учирсан мэдээ байна. Дулааны зураглалын хяналтыг ашигласнаар энэ бүх аюулаас урьдчилан сэргийлэх боломж бүрдэнэ.

Трансформаторын дулааны хяналтын бүртгэл

Хэмжилтийн бүртгэлийг нэг бүрчлэн хөтлөх нь засвар үйлчилгээ хийх тов, урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээний жагсаалт, ажлын эзэлхүүн тодорхойлоход чухал ач холбогдолтой. Хэт улаан туяаны камерийн системийн бүртгэлд дараах түүхчилсэн бүртгэлийг үүсгэж болзошгүй аюул ослоос урьдчилан сэргийлж байна.

Үйлдвэрлэгчийн бүртгэл – үйлдвэрлэгчийн бүтээгдэхүүний чиг хандлагыг тодорхойлох улмаар гэнэтийн аюул тохиолдоход нөөц сэлбэг хэрэгсэл бүрдүүлэх төлөвлөгөөг боловсруулах боломжыг бий болгодог.

Сериал дугаар – Тухайн тоноглолын загварын онцлогыг тооцоолох, системд тусгах ач холбогдолтой.

Хөргөлтийн ангилал – Ажиллагааны горим, орчны нөхцлөөс шалтгаалж хөргөлтийн системийн ажиллагааг тохируулах гол үзүүлэлт болдог.

Хүчдэл тохируулагчийн байршил – Их биеэс хэтэрсэн температуртай байвал контакт, тосны цорго зэргийг хянах гэх мэт

Хүчдэл тохируулагчийн ажилласан тоо

Хүчдэл тохируулах үеийн хэвийн үеийн нумаас үүсэх хийг хянахад, хөдлөх болон үл хөдлөх контактуудын элэгдэлийг тодорхойлоход, хүчдэл тохируулгын тооны өөрчлөлтөөр гадны хэрэглээний шинж чанар, шинийн хүчдлийн тохируулга гэх мэтийг тодорхойлоход ашигладаг.

Тос ба ороомгийн температур – Ачаалал, орчны температур, тосны температурын уялдааг тодорхойлох нь хөргөлтийн системийн ажиллагааг хянахад ашиглагддаг.

Тосны түвшин – Тосны түвшинг хянах нь хөргөлт, тусгаарлага, зүрхэвч ороомгоос үүсэх хийг хянах боломж олгодог.

PSEG LABORATORY & TESTING SERVICES

Thermographic Inspection - Procedure MTS-2 Rev. 4
IR Inspection of Transformers for Palisades Division

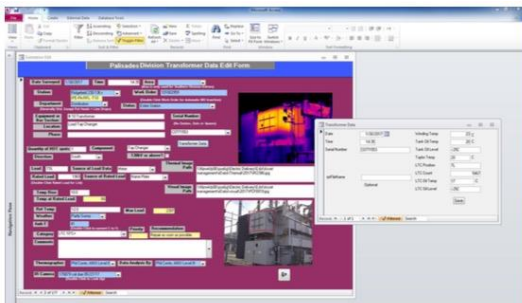
Date Surveyed: 1/02/2017 Work Order:
Time: 14:35 10302809
Station: Palisades 2501302
Transformer: # 12 Transformer
Location: Load Tap Changer
Transformer Information
Manufacturer: PENNSYLVANIA
SN C271863 KVA 750.15
Class: ON/PAFTA
MVA @50C: 27600.00
Main Tank
Tie In Temp: 20°C Oil Temp: 20°C
Winding Temp: 20°C Oil Level: <5C
LIC
Insulation: 11 Class: 60kV
Oil Temp: 17°C Oil Level: >5C
Conditions Found
Component: Tap Changer
Description:
Direction: Facing South
Load: 776 Amps
Rated Load: 1969 Amps
Temp Rise: 10°C (above reference)
Ref Temp: 25°C (ambient component)
Weather: Partly Sunny and 41°F
Comments:



Photograph of Component



Thermograph of Component



Category: LTC 10°C
Priority: 1, Repair as soon as possible

Client: M41McCue - Sr Distribution Spv
IR Camera: FLIR7879 cam 6.4x4.052717
Insulated By: Phil Conte, ANSL Level III
Thermographer: Phil Conte, ANSL Level III
Mechanical Division (973) 90-0303

ДУЛААНЫ КАМЕРААР ҮЗЛЭГ ХЯНАЛТЫГ ХИЙХЭД АНХААРАЛ ЗОХИХ ЗҮЙЛС

Дулааны камерын гарын авлага танилцсаны үндсэн дээр хяналтын ажлыг эхлүүлэх нь зүйтэй. Учир нь үйлдвэрлэгчээс хамаарч камерууд өөр өөр функц, тохиргоотой байх нь бий.

Ажлын даалгавраа тодорхойлох

Хяналт тавих шаардлагатай тоноглолын жагсаалтыг гаргах. Ихэнхи үйлдвэрлэлийн зориулалттай дулааны камерууд программ хангамждаа төрөл бүрийн тоноглолын жагсаалтыг агуулдаг ба өөрт шаардлагатай сонголтыг хийж шаардлагагүй тоноглолыг жагсаалтаас устгах боломж ч байдаг.

Үүний дараа жагсаалтыг ач холбогдлоор нь эрэмбэлэх ... Ихэнхи компаниуд өөрсдийн уламжлалт эргэлт шалгалтын арга, хуваарь, бүртгэлтэй байдаг. Эдгээр бүртгэлээс тухайн компанийн хамгийн чухал ач холбогдолтой, эвдрэлд өртөж болзошгүй тоног төхөөрөмжийг тодорхойлж, ажиллагаа нь тогтвортой тасралтгүй үргэлжилж байх ёстой тоног төхөөрөмжийг давтамж ойртойгоор илүү нарийн хянах боломжтой.

Дээрхи жагсаалтыг үндэслэн та үзлэг шалгалтын хуваарийг зохиох хэрэгтэй. Гэхдээ та хяналтыг эхлэхээсээ өмнө хэрэгжүүлэх бас нэг чухал алхам байдаг.

Суурь үзлэг шалгалтыг хийх

Тоног төхөөрөмж дээр дулааны хяналтыг гүйцэтгэхээс өмнө тухайн тоноглолын материалын лавлах шаардлагатай. Үүний тулд тоноглолыг ажиллаагүй үед мөн хэвийн ажиллаж байх үеийн дулааны зураглалыг авах хэрэгтэй. Ялангуяа олон эд ангиас бүрдсэн тоноглолыг эд анги тус бүрээр хэвийн ажиллагааны үеийн дулааны зураглалыг үйлдэж суурь харьцуулах мэдээлэл болгон хадгалах хэрэгтэй байдаг.



Тоноглолын суурь мэдээллийг цуглуулснаар цаашдын дулааны хяналт илүү чанартай, үр дүнтэй байдаг. Ялангуяа хяналт тавьж буй тоноглол бүр өөрийн суурь харьцуулах мэдээлэл, цаг хугацаа байршлын мэдээлэл, цацраг ялгарал, тусгалын тохиргоо зэрэг мэдээлэлтэй байх нь илүү үр дүнтэй.



Суурь зургийн мэдээллийн баазтай болсны дараа тоног төхөөрөмж бүрийн ямар зөвшөөрөгдөх температур, хязгаарыг тодорхойлж, температурын дохиоллын босгыг тохируулах хэрэгтэй. Сүүлийн үеийн дулааны камерууд дотроо дээрхи тохиргоог агуулсан байдаг ба та хянах тоноглолыг сонгосноор дээрхи хадгалагдсан мэдээллүүд дуудагдаж дулааны хяналтын ажиллагааг хялбарчилдаг.

Дулааны хяналтыг эхлэх

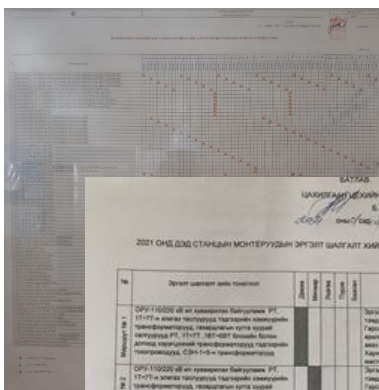
Шалгах шаардлагатай тоног төхөөрөмжийн жагсаалт, тоног төхөөрөмжийн суурь мэдээлэл, тоног төхөөрөмжийн эвдрэлд өртөмтгий байдал, болзошгүй эвдрэл гэмтлийн явцад үзүүлэх нөлөөллийг харгалзан үзлэг хийх хуваарьтай болсон бол та дулааны хяналтыг эхлүүлэхэд бэлэн болсон гэсэн үг.

Тоноглолын дулааны хяналтыг анхлан гүйцэтгэхэд дохиолол ажиллаж аль нэг цагт халалт илэрвэл үнэн хэрэгтээ халалт үүссэн бус дулааны хэв шинжид нэмэлт тохиргоо судалгаа шаардлагатай байх тохиолдол байдаг.

МОНГОЛ УЛСЫН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМД АШИГЛАЖ БУЙ БАЙДАЛ

Хяналт тавьж буй нөхцөл байдал

Томоохон станцууд, дэд станцуудад өдөр тутмын буюу 24 цагт 1 удаа эргэлт шалгалтыг гадна үзлэгээр, цэгэн термометрээр гүйцэтгэж байгаа бөгөөд сард 1 удаа зөөврийн гар сканнер ашиглан халалтыг хэмжиж тэмдэглэлийг журналд хөтлөх, хэт халалттай тоноглолд тухай бүрд техник үйлчилгээ хийж байна.

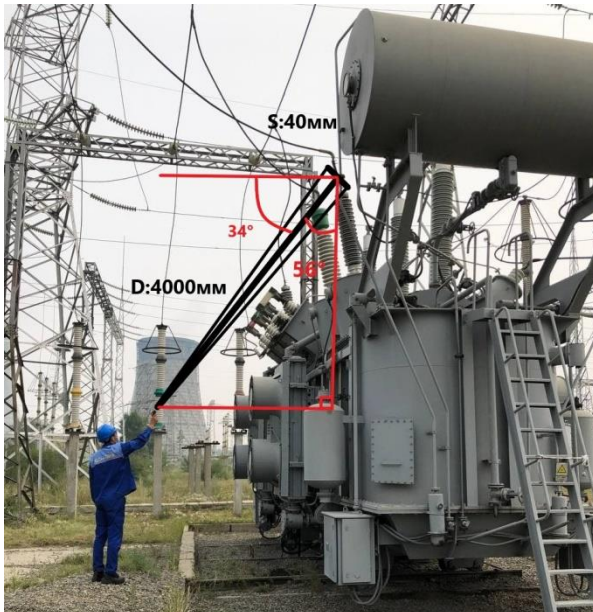


БАТГАВ
ЦАХИЛГАЛТ ХӨНӨН ДУГА
Б. АЛТАНЖУУР
2021 ОН ЭСДЭД СТАНЦЫН ТЕРМОМЕТРИЙН ЭРГЭЛТ ШАЛГАЛТ ХӨНӨН ГРАФИК

№	Эргэлт шалгалт аймаг, тусламт	Тайлбар			Тайлбар
		Төв	Хүрээ	Хөдөлгөөн	
Монголын № 1	ОРУ-110209 АЙ ИЛ ХУВААРСАН БАЙГУУЛИЙН РТ 11-77-н аямаг таслуурууд, цахилгаан шилжүүлэн трансформаторууд, төвдөлийн хуучин сураан сатуурууд РТ, 11-77, 101-001 БИШИН-БОЛОН дотуур мэргэжлийн трансформаторууд, гадаргаан трансформаторууд, СЭН-1-0-н трансформаторууд				Эргэлт шалгалт аймаг тасламт хөдөлгөөн Гарсан мөргөлийн аргачаа дагуу хэмжээ эвч Харгалсан өмнөхөд мөхтөр шийдвэлд
Монголын № 2	ОРУ-110209 АЙ ИЛ ХУВААРСАН БАЙГУУЛИЙН РТ 11-77-н аямаг таслуурууд, цахилгаан шилжүүлэн трансформаторууд, төвдөлийн хуучин сураан сатуурууд РТ, 11-77, 101-001 БИШИН-БОЛОН дотуур мэргэжлийн трансформаторууд, гадаргаан трансформаторууд, СЭН-1-0-н трансформаторууд				Эргэлт шалгалт аймаг тасламт хөдөлгөөн Гарсан мөргөлийн аргачаа дагуу хэмжээ эвч Харгалсан өмнөхөд мөхтөр шийдвэлд
Монголын № 3	ОРУ-110209 АЙ ИЛ ХУВААРСАН БАЙГУУЛИЙН РТ 11-77-н аямаг таслуурууд, цахилгаан шилжүүлэн трансформаторууд, төвдөлийн хуучин сураан сатуурууд РТ, 11-77, 101-001 БИШИН-БОЛОН дотуур мэргэжлийн трансформаторууд, гадаргаан трансформаторууд, СЭН-1-0-н трансформаторууд Байгалийн шилжүүлэн тасламт РТ-Болон РТЭО ШИНЭ АЯМАГ ДУГААРУУД				Эргэлт шалгалт аймаг тасламт хөдөлгөөн Гарсан мөргөлийн аргачаа дагуу хэмжээ эвч Харгалсан өмнөхөд мөхтөр шийдвэлд
Монголын № 4	ОРУ-110209 АЙ ИЛ ХУВААРСАН БАЙГУУЛИЙН РТ 11-77-н аямаг таслуурууд, цахилгаан шилжүүлэн трансформаторууд, төвдөлийн хуучин сураан сатуурууд РТ, 11-77, 101-001 БИШИН-БОЛОН дотуур мэргэжлийн трансформаторууд, гадаргаан трансформаторууд, СЭН-1-0-н трансформаторууд				Эргэлт шалгалт аймаг тасламт хөдөлгөөн Гарсан мөргөлийн аргачаа дагуу хэмжээ эвч Харгалсан өмнөхөд мөхтөр шийдвэлд
Монголын № 5	ОРУ-110209 АЙ ИЛ ХУВААРСАН БАЙГУУЛИЙН РТ 11-77-н аямаг таслуурууд, цахилгаан шилжүүлэн трансформаторууд, төвдөлийн хуучин сураан сатуурууд РТ, 11-77, 101-001 БИШИН-БОЛОН дотуур мэргэжлийн трансформаторууд, гадаргаан трансформаторууд, СЭН-1-0-н трансформаторууд Дундны АЯМАГ ШИНЭ АЯМАГ-1-0				Эргэлт шалгалт аймаг тасламт хөдөлгөөн Гарсан мөргөлийн аргачаа дагуу хэмжээ эвч Харгалсан өмнөхөд мөхтөр шийдвэлд

Өнөөгийн хяналтын үйл ажиллагаанд дараахь дутагдалтай талууд байна.

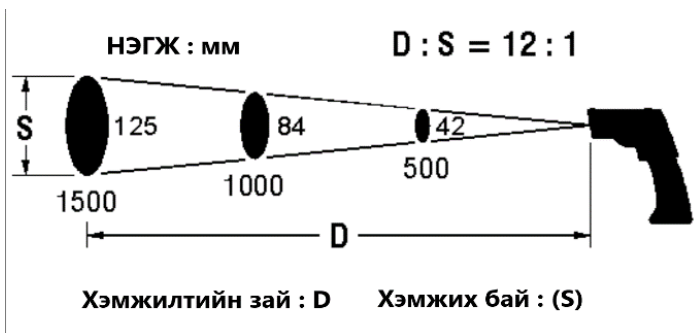
- Хүний оролцоотой, хэмжилтийн алдаа гарах магадлал өндөр
- Цэгэн термометрийн хэмжилтийн линзний тусгал зайн хамаарал тооцдоггүй, өнцгийн хэт хэлбийлттэй, хэмжилт хэт холоос хийгддэг.
- Хэмжилт хийх үеийн орчны нөхцөл, ачаалал тооцдоггүй.
- Тэмдэглэл хөтөлдөг ч түүнд дүн шинжилгээ хийх боломжгүй, зөвхөн баримт хэлбэрээр ашигладаг.
- Зөөврийн гар сканнераар хэмжилт хийх давтамж тогтмол бус нэгж тоноглолд зарцуулах хугацаа богино.



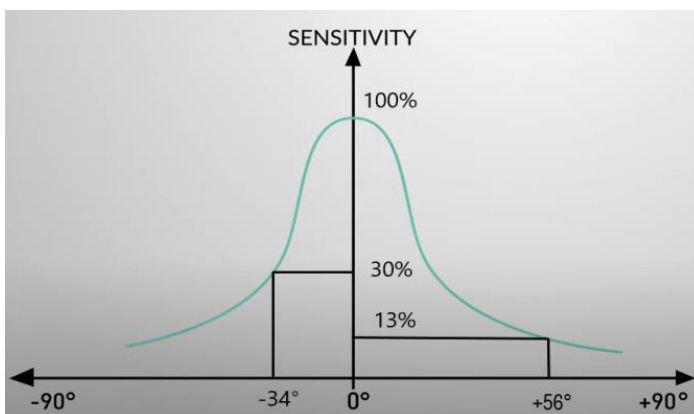
ДЦС-4 ТӨХК-д хүчний 1Т, АТ-1 трансформаторын оруулга цэгэн термометрээр хэмжилт хийж буй байдал.



Зураг дээрх хэмжилтийн хэмжих зайн харьцаа алдагдсан $D:S = 100:1$ ихэнхи харьцаа $12:1$, $20:1$, $50:1$ байдаг. Хэмжилтийн өнцөг 34° буюу мэдрэмж 30% орчим байна.



Цэгэн термометрийн хэмжих зайх харьцаа



Хэмжилтийн өнцөгөөс хамаарсан мэдрэмж

Цэгэн термометрээр ил хуваарилах байгууламжид үзлэг, хэмжилт хийх нь учир дутагдалтай бөгөөд хэмжих зайн харьцаа, өнцөг, орчны нөлөөлөл, нарны шууд болон сарнисан тусгал хэмжилтэнд сөргөөр нөлөөлж үнэн бодит утга гарах магадлал багасч байна.

ЗӨВЛӨМЖ

ЦЭГЭН ТЕРМОМЕТР

Гадна орчинд ялангуяа ил хуваарилах байгууламжид цэгэн термометрээр хэмжилт хийх нь зохимжгүй байна. Ойлгомжгүй, орчны нөлөөллөөс үүссэн олон төрлийн утга хяналтанд сөргөөр нөлөөлж төөрөгдөлд хүргэх эрсдэлтэй байна.

Трансформаторын хөргөлтийн хөдөлгүүр, тосны насос зэрэг хэмжих зайн харьцаа алдагдахгүй тоноглолд ашиглаж болох ч термометрийн утга 50% магадлалтай үнэн заана гэдгийг анхаарах хэрэгтэй.

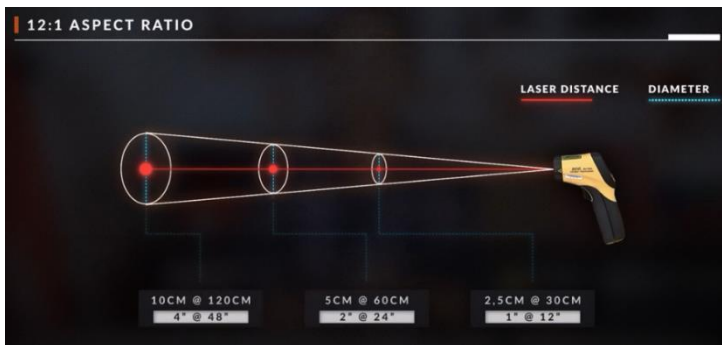
Цэгэн термометрийг дотор орчинд нарны тусгал, ойсон гэрэлгүй орчинд хэмжих зайн хязгаар доторх тоноглолд ашиглавал илүү тохиромжтой юм. Цэгэн термометрийг ашиглахдаа дараах зүйлсийг анхаарвал зохилтой.

Хүрээлэн буй орчны нөхцлийг хөнгөлөх:

Салхи, бороо, орчны агаарын температур, нарны гэрэл нь эцсийн температурыг хэмжихэд нөлөөлдөг. Ойлгомжгүй температураас зайлсхийхийн тулд нарны шууд тусгалаас зайлсхийх, тоос шороо, орчны чийгшил багатай битүү орчинд ойрын зайнаас хэмжихэд нь зүйтэй.

Хэмжих зайн харьцаа

Цахилгаан болон дулааны тоноглолуудыг хянахад Монгол улсад ашиглаж байгаа ихэнхи цэгэн термометрийн үзүүлэлт тохирохгүй байгаа бөгөөд D:S - 12:1, 20:1, 50:1 харьцаатай байгаа ба 120см зайнаас 10см бүхий биетийг оновчтой хэмжих боломж олгож байна.



Тунгалаг биет

Шил гэх мэт тунгалаг гадаргуу цацрагыг хугалан сарниулдаг тул ойлгомжгүй хэмжилтэнд хүргэнэ.

Материалын ялгаа

Полистирол, хүний арьс, хуванцар, хөнгөн цагаан гэх мэт өөр хоорондоо ялгаатай материалаас цацраг ялгарахдаа харилцан адилгүй байдаг бөгөөд хэмжихдээ тохиргоог хийж өгөх шаардлагатай.

Хэмжих өнцөг

Хэмжилтийн өнцөг чухал ач холбогдолтой бөгөөд термометрийн цацраг хэмжих талбар дотор байх ёстой. Термометрийн талбар хэмжиж буй биетийн хооронд үүсэх өнцөг хэдий их байх тусам үнэн зөв хэмжилт хийх хувь багасна.

ЗӨӨВРИЙН ХЭТ УЛААН ТУЯАНЫ КАМЕР

Хэдийгээр Монголын эрчим хүчний салбарт зөөврийн гар дулааны камерыг ашиглаж байгаа ч эргэлт шалгалтын график хол, цагийн нарийвчлалгүй, нэг тоноглолд зарцуулах хугацаа бага, бүртгэл хөтөлдөггүй, бүртгэлгүйн улмаас дүн шинжилгээ хийдэггүй зэрэг асуудлууд байна.

Зөөврийн гар дулааны камерыг ашиглах, өгөгдлийг тайлбарлах, зураглалыг ойлгоход хэд хэдэн алдаа гарах магадлалтай. Иймд дараах зүйлсийг анхаарвал зохилтой.

Нягтаршлыг ойлгохгүй байх:

Хэт улаан туяаны камер нь харж, хэмжих хязгаартай. Хэт улаан туяаны аппаратны нягтаршил нь хяналт тавьж буй тоноглолд зохицсон эсэхийг нягтлах шаардлагатай.

Дулааны зураглалын нарийвчлалыг нэмэгдүүлэх

Бага цацаргалттай гадаргууг хэмжихэд нарийвчлал өндөр байх шаардлагатай ба хэмжих гадаргуугаас бусад хэсэгт цахилгааны лент наах арга байдаг. Лент нааснаар арын хэсгийн бусад тусгалыг сарниулж хэмжилт хийх талбарыг тодруулж байна гэсэн үг юм. Дээрхи аргыг хэрэглэснээр хэмжилтийн нарийвчлал $\pm 2^{\circ}\text{C}$ эсвэл 2% болох боломжтой. Мөн дулааны камерийн гар тохиргоороор температурын хязгаарыг тохируулах хэрэгтэй. Учир нь дээд доод хязгаарыг тогтоож өгснөөр харьцуулалт, дохиолол ажиллах боломжтой болно.

Хүйтэн цэгүүдийг орхигдуулдаг:

Халалттай цэгүүдийг илрүүлэх нь тодорхой боловч заримдаа асуудал хүйтэн цэгүүдээс гардаг. Энэ нь ялангуяа цахилгаан эсвэл уурын системийн хувьд тохиолддог. Жишээ нь хүйтэн толбо нь конденсатороор цахилгаан гүйдэл гүйхгүй байх уурын хавхлага зөв ажиллаж чадахгүй байгааг илтгэнэ.

Гадаргуугын цацрагийн ялгарал ба тусгал

Гялгар гадаргуу цацрагийн ялгарал, тусгалын хослолыг үүсгэдэг. Гадны нөлөөгөөр туссан цацраг гадаргуун температуртай хамааралгүй ба дулааны дүрслэлд тооцоггүй байх ёстой. Ингэхийн тулд цацрагийн ялгарал E –с тусгал R –г хасч тооцдог.

Зөвхөн гадаргуугийн температурт анхаарлаа хандуулдаг:

Хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлсийн нөлөөнд дулааны зураглал нь температурыг тодорхой алдаатай дүрсэлдэг. Иймд температураас илүүтэйгээр дулааны хэв маягийн ялгааг авч үзэх хэрэгтэй. Өөрөөр хэлбэл хэт улаан туяаны дулааны зураглалын олон бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг харьцуулж үзэхэд бусдаас ялгаатай нь асуудлын шалтгаан байх магадлалтай.

Гэмтэл, зардал

Дэд станцын ил, далд хуваарилах байгууламжийн тоноглолууд ихэвчлэн тосон хөргөлт бүхий трансформатор, устөрөгчийн хөргөлт бүхий компенсаторууд, тосон тусгаарлага бүхий кабель зэрэг галын өндөр эрсдэлтэй тоноглолууд байдаг.

Монгол улсад бүртгэгдсэн сүүлийн үеийн гэмтлүүд:

2017.09.13-ны өдөр ДЦС-4 ТӨХК-ны 3Т трансформаторын 220 кВ-ын “В” фазын оруулгын ПИН (хэмжилт хийх зориулалттай гаргалгаа) дээр богино залгаа үүсч, оруулгын фланцын наалт салсан, жингийн нөлөөлөл болон дулааны үйлчлэлээр трансформаторын “В” фазын “буулга” (спуск) тасарч, зөөлөн холболтын хамт трансформатор дотор “унасан” нь трансформаторын баканд гал гарах, аваргийн байдал үүсэх үндсэн шалтгаан болсон.



Гэмтлээс үүдэн шатсан 3Т трансформатор

ЗТ трансформатор нь 2017 оны 4-р сард С фазын оруулга богино залгаа болж гэмтсэн. 2017.05.22-ны өдөр ЗТ трансформаторт зөөврийн хэт улаан туяаны сканер багажаар ээлжит үзлэг хийхэд “А” фазын 220 кВ талын оруулгад цэгэн халалт илэрсэн тул “ЦДҮС” ТӨХК-ийн Эрдэнэт салбараас ашиглагдаж байсан трансформаторын ГБМТ-45-220/2000У1 маркийн оруулга авч сольсон.



Цэгэн халалт илэрсний дараах тусгаарлагчийн гэмтэл

ЗТ трансформаторын гэмтлээс учирсан хохирол:

№	Хохирлын нэр	Тоо хэмжээ мян.кВтц	Мөнгөн дүн ₮
1	Диспетчерийн графикийн зөрчил	191.735	-
2	Импортоор хэтрүүлж авсан ЦЭХ	177.541	1'903'488
3	СПОТ арилжаагаар худалдан авсан ЦЭХ	14.194	209'206
4	Хүчний трансформатор №3-г орлуулах трансформаторын засварын зардал	-	94'338'506
5	ЗТ трансформаторын цахилгаан тоноглолууд гэмтсэнээс гарсан шууд хохирлын хэмжээ	-	46'986'684
6	Шинээр авсан трансформаторын татвар ороогүй үнэ	1ш	2'854'000'000
	Дүн		2'997'437'884

МОНГОЛ УЛСЫН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМД ХЭРЭГЖҮҮЛЭХ ШИЙДЭЛ, ДҮГНЭЛТ

ХЯНАЛТЫН СИСТЕМИЙН ШИЙДЭЛ, ТЕХНИК СОНГОЛТ

Дулааны зураглалын камер, автоматжуулалтын программ хангамжийг ашиглаж дэд станц, ил хуваарилах байгууламжийн ач холбогдол бүхий тоног төхөөрөмжүүдийг 24 цагийн турш дэлгэцээр шууд хянах, дохиолол өгөх, бүртгэл хөтлөх, дүн шинжилгээ бүхий системийг ИХБ-4 -д суурилуулахаар сонгож техник сонголтыг гүйцэтгэв.

ХЯНАЛТЫН СИСТЕМИЙН НЭГДСЭН УДИРДЛАГЫН ШИЙДЭЛ

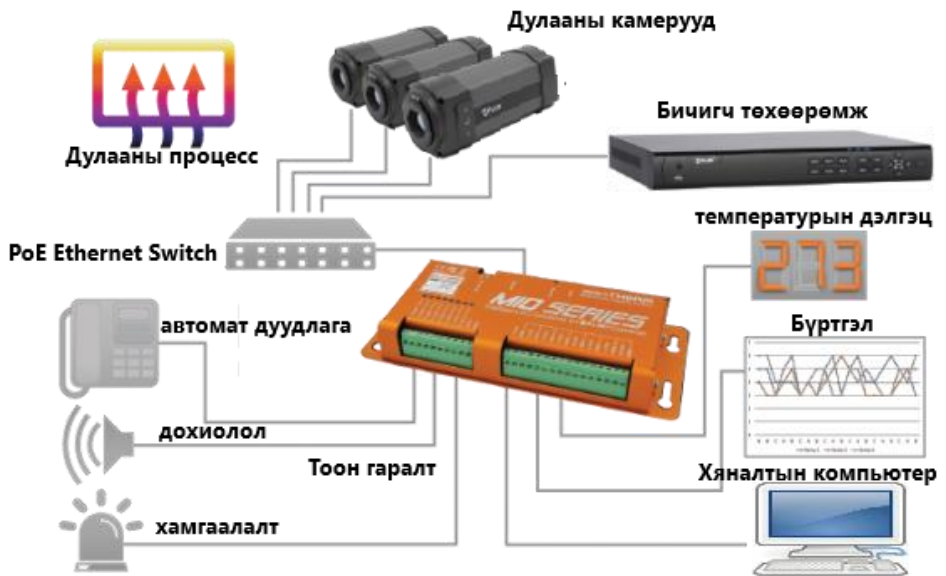


АНУ-н Teledyne FLIR хэт улаан туяаны камерийн систем хөгжүүлэгч компанийн FLIR A310F камераар жишээ татаж техникийн үзүүлэлтийг харвал.

ЕРӨНХИЙ ТОДОРХОЙЛОЛТ	
The FLIR A310f нь үнэн зөв, нарийвчлалтай хэмжилт хийж дүн шинжилгээ, дохиоллын функц, бие даасан харилцаа холбоо гэх мэт ухаалаг шийдлийг санал болгодог. FLIR A310f нь техник хангамж, програм хангамжийн протокол ашиглан дан эсвэл олон камерын шийдлүүдийг бий болгоход шаардлагатай олон төрлийн функцтэй. FLIR A310 нь PLC гэх мэт үйлдвэрлэлийн хяналтын төхөөрөмж дэмждэг бөгөөд Ethernet/IP болон Modbus TCP протоколыг ашиглан энгийн хяналтыг гүйцэтгэх боломжийг олгодог.	
ОНЦЛОГ:	
<ul style="list-style-type: none"> - EthernetIP протокол дэмжинэ (дүн шинжилгээ, дохиолол, камерын удирдлага). - Modbus TCP протокол дэмжинэ (дүн шинжилгээ, дохиолол, камерын удирдлага). - Өргөн хүрээний дүн шинжилгээ, дохиоллын функцтэй. - Хуваарийн дагуу: (FTP) өгөгдөл дамжуулах, цахим шуудангаар дүн шинжилгээ бүхий зураг илгээх (SMTP). - MPEG-4 дэлгэцийн дүрслэл. - PoE (Power over Ethernet). - Вэб сервер бүхий бүтэцтэй. - I/O оролт гаралтын төхөөрөмжтэй. - 100 Mbps Ethernet (100м кабель, wireless, шилэн кабель, гэх мэт). - SNTP цагийн синхрончлолтой. - Видео гаралттай. - Олон камер хянах программ хангамжтай: FLIR IP Config программ, FLIR IR дэлгэц. - TCP/IP protocol бүхий тохиргоо, удирдлагатай. - 4.5 Hz давтамжтай, 16-bit 320 × 240 pixel нягтаршилтай зураг, бичлэг. - Линз: өөртөө 25°, нэмэлтээр 15°,45° линз байж болно. 	
ПРОГРАММУУД:	
<ul style="list-style-type: none"> - Дулаан, хөдөлгөөн мэдрэгч хамгаалалтын камер. - Галын аюулаас урьдчилан сэргийлэх хяналт. - Эрчим хүчний тоноглолын хяналт. - Түвшин хэмжих үйлдвэрлэлийн хяналт. 	
ДҮРСЛЭЛ, ОПТИК ӨГӨГДЛҮҮД	
Хэт улаан туяаны камерын нягтаршил	320 × 240 pixel
Дулааны мэдрэмж/NETD	< 0.05°C @ +30°C / 50 mK
Харах талбар (FOV)	25° × 18.8°
Хамгийн ойрын зай	0.4 m (1.31 ft.)
Линз хүлээн авагчийн хоорондох зай	18 mm
(IFOV) холоос дүрслэл хийх чадвар	1.36 mrad
Линз таних	Automatic
Зургын давтамж	9 Hz
Фокус	Моторын тусламжтай автомат болон гараар
Ойртуулах	1–8× ажиллагааны явцдаа зургыг томруулах
ХЭМЖИЛТ	
Объектын температурын хязгаар	-20 -c +120°C 0 -c +350°C
Нарийвчлал	±2°C эвсэл ±2%

ХЭМЖИЛТИЙН ДҮН ШИНЖИЛГЭЭ	
Цэгэн хэмжилт	10 (дүрс дамжуулахгүйгээр)
Талбай	10 талбар хамгийн их/хамгийн бага/дундаж/байршил харьцуулна. (дүрс дамжуулахгүйгээр)
Тухайн мөчид ижил температуртай цэгүүдийг нэгтгэн зураглал үүсгэх	Нэг цэгээс дээш/доош/хооронд
Температурын зөрүү	Суурь болон хэмжигдэж буй температурын хооронд
Суурь температур	Хэмжилтийн нөхцөлд гараар болон автоматаар тохируулах боломжтой
Агаар мандал, орчны нөлөөллийг залруулах	Хэмжилтийн зай, агаарын температур, харьцангуй чийгшлийг автоматаар залруулна.
Гэрлийн хугарлыг залруулах	Дотоод мэдрэгчийн тусламжтай автоматаар залруулна.
Цацаргалтын залруулаг	0.01 - 1.0
Тусгалын температурын залруулга	Гадны нөлөөлөл тусгалыг автоматаар залруулна.
Гадны гэрлийн хугарал, тунгалаг гадаргуун залруулга	Гэрлийн хугарал, тунгалаг гадаргууд хувирсан температурыг автоматаар залруулна.
Хэмжилтийн залруулга	Хэмжиж буй объектын онцлогийг тусган залруулах боломжтой.
ДОХИОЛОЛ	
Дохиоллын функц	Сонгосон дурын хэмжих нөхцөлд автомат горимд, камерын температур, хугацааг илэрхийлсэн автомат 6 дохиоллын функцтэй.
Дохиоллын гаралт	Тоон гаралт , бүртгэл, зураг хадгалах, файл дамжуулах (ftp), цахим шуудан (SMTP), мэдэгдэл
ТОХИРГОО	
Өнгөний талбар	ХарЦагаан, ХарЦагаан урвуу, төмөр, солонгон өнгийн талбаруудтай
Тохируулах командууд	Он/сар, Температур (°C/°F)
ЗУРАГ ХАДГАЛАХ	
Зураг, дүрс хадгалах	Санах ойд хадгална
Файлын формат	Стандарт JPEG, 16-bit хэмжилтийн утгууд
ETHERNET	
Ethernet	Удирдлага, үр дүн, зураглал
Ethernet, төрөл	100 Mbps
Ethernet, стандарт	IEEE 802.3
Ethernet, connector type	RJ-45
Ethernet, холболт	TCP/IP
Ethernet, бичлэг	MPEG-4, ISO/IEC 14496-1 MPEG-4 ASP@L5
Ethernet, зураг	16-bit 320 × 240 pixels @ 4.5 Hz
Ethernet, тэжээл	Power over Ethernet, PoE IEEE 802.3af class 0.
Ethernet, протоколууд	Ethernet/IP, Modbus TCP, TCP, UDP, SNMP, RTSP, RTP, HTTP, ICMP, IGMP, ftp, SMTP, SMB (CIFS), DHCP, MDNS (Bonjour), uPnP
ТООН ОРОЛТ/ГАРАЛТ	
Тоон оролт/гаралтын хүдлийн тусгаарлага	500 VRMS
Тоон оролт/гаралтын тэжээлийн хүчдэл	6–24 VDC, ихдээ 200 mA
Тоон оролт/гаралтын холболтын төрөл	6 оролт гаралттай клэйм
ВИДЕО ГАРАЛТ	
Видео гаралт	AV гаралтаар PAL болон NTSC аль ч системд ажиллана.
Video, холбогчын төрөл	Стандарт BNC холбогч
ТЭЖЭЭЛ	
Тэжээл	12/24 VDC, ихдээ 24 Ватт.
Хүчдэл	10–30 VDC хүчдэлд ажиллана.

ОРЧНЫ НӨЛӨӨЛӨЛ	
Ашиглалтын үед	-40°C to +50°C
Хадгалах нөхцөл	-40°C to +70°C
Агаарын чийгшил	Ашиглалтын үед IEC 60068-2-30/24 h 95% Хадгалалтын үед +25°C to +40°C
ФИЗИК ХЭМЖИГДЭХҮҮН	
Жин	0.7 кг
Камерын хэмжээ (урт × өргөн × өндөр)	170 × 70 × 70 мм
Суурилуулах	UNC ¼"-20 (гурван тал руу харуулан суурилуулах боломжтой)
Үндсэн суурь	2 × M4 олон түвшний тогтоогч нүхтэй (гурван тал руу харуулан суурилуулах боломжтой)
Гадар материал	Хөнгөн цагаан



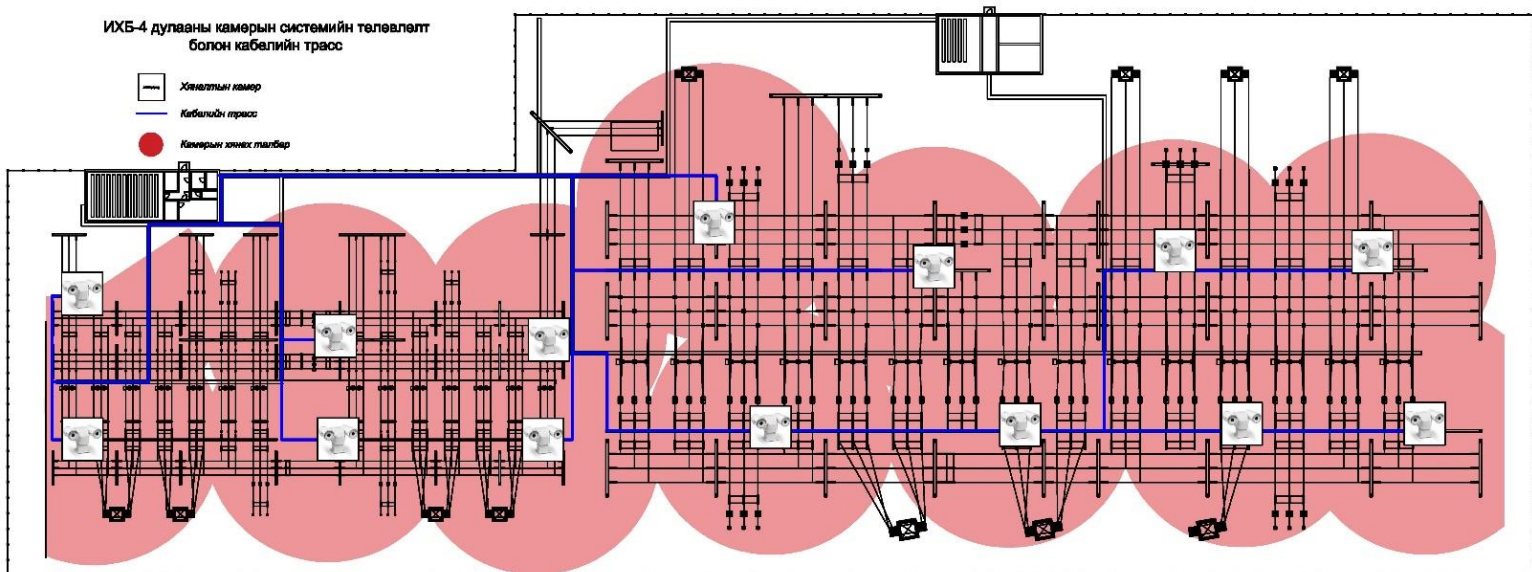
Дулааны камерын хяналтын систем

Техникийн өгөгдлөөс харахад үйлдвэрлэгч, тоноглол, программ хангамжийг зөв сонгосноор Монгол орны эрс тэс уур амьсгалд зохицсон, температурын өндөр хэлбэлзэл бүхий системд ашиглах чадвартай хяналтын системийг нэвтрүүлж болохуйц байна.

“ДЦС-4 ТӨХК” Ил хуваарилах байгууламжид дулааны хяналтын системийн төлөвлөлт

ИХБ-4 дулааны камерын системийн төлөвлөлт болон кабелийн трасс

- Хөвдлийн камер
- Кабелийн трасс
- Камерын хөвдөг талбар



ЗАРДАЛ

Ил хуваарилах байгууламж – 4

№	Нэр	Тоо ширхэг	Нэгжийн үнэ	Нийт үнэ	
1	Инфраред камер	Суурь	14 ком	9'500\$	133'000\$
		Тэжээлийн блок			
		Сүлжээний кабель			
		Видео кабель			
	Программ хангамж				
2	Олон камерын оролт гаралтын төхөөрөмж	1ш	7'500\$	7'500\$	
3	Хяналтын дэлгэц	1ш	949'900₮	949'900₮	
4	Ethernet кабель	956 метр	5'000₮	4'780'000₮	
5	Видео кабель	50 метр	7'800₮	390'000₮	
6	Бичигч төхөөрөмж	1ш	2'819'000₮	2'819'000₮	
7	Лиценз бүхий программ хангамж		199\$/cap	199\$	
8	PoE ethernet switch	4ш	100'000₮	400'000₮	
Долларын ханшийг 2021.09.10-ний Монгол банкны мэдээллээр гүйцэтгэв. 1\$ = 2848₮					
Нийт – 410'049'652₮					

ДҮГНЭЛТ

Цахилгаан тоноглолын халалтыг цэгэн термометр бус дулааны камерын тусламжтай хянах нь зүйтэй бөгөөд тоноглолд учрах эвдрэл гэмтлийг эрт үед нь илрүүлэх, хүндрэлийг тодорхойлох, засварын хугацааг тогтоох зэрэгт өндөр ач холбогдолтой. Ялангуяа гадна орчинд буюу ил хуваарилах байгааламжид цэгэн термометр ашиглах нь тохиромжгүй. Хэмжилт хийх зайн харьцаа хол, өнцөгийн хэлбийлт ихтэй байгаа нь алдаатай хэмжилт хийх гол хүчин зүйл болж байна. Дулааны гар болон суурин камерыг гадна орчинд алсын зайнаас хэмжилт хийхэд ашиглах нь үр дүнтэй ба хэмжилтийн бүртгэл хөтлөх, мэдээллийн сантай болох давуу талтай. Уламжлалт цаасан бүртгэл нь дүн шинжилгээ хийх боломжгүй, цагийн давтамжгүй, ачааллыг тооцдоггүй гэх мэт сул талтай. Иймд хяналт хэмжилт хийх хэрэгцээ шаардлагадаа тохирсон мэдрэгчийг сонгон ашиглах нь чухал ач холбогдолтой байна.

Хэт улаан туяаны дулааны зураглалын давуу болон сул тал	
Давуу тал	Сул тал
Тоноглолын бүрэлдэхүүн хэсэгт хүрэлцэх шаардлагагүй алсаас хянах боломжтой	Өндөр үнэтэй. Гэвч цаг хугацаа, эд хөрөнгө, хөдөлмөрийн зардал зэрэг хэмнэлтийг хийх боломжтой.
Тухайн эгшинийг шууд хянана.	Тоноглолын бүрэлдэхүүн хэсгийг шилэн бүрхэвч гэх мэт тунгалаг бус материалаар тусгаарласан тохиолдолд температурыг илрүүлж чадахгүй.
Гадаргуугийн том талбайн мэдээллийг нэг дор авах боломжтой	Хэт улаан туяаны өгөгдөл нь дүрсний үр дүнг үнэлэхийн тулд ихээхэн туршлага, өргөн мэдлэгийн баазыг шаарддаг.
Ойлгоход хялбар дүрслэлийг үүсгэдэг.	Хэмжих байрлалаа өөрчлөх төдийд зураглалын температур өөрчлөгддөг.
Дулааны хэв шинжийн хэтийн төлвийг тодорхойлох боломжтой.	Тоноглол тус бүрт камертаа тохиргоо хийх шаардлагатай.
Дүн шинжилгээ хийх боломжтой мэдээллийг цуглуулах, программ хангамжид төвлөрүүлэх	Гар зөөврийн камерын хяналт нь их цаг хугацаа, давтамж шаардсан ажил болдог.
Хяналт гүйцэтгэх цэгийн өргөн сонголт, уян хатан байдлыг бий болгодог.	
Хэт улаан туяаны дулааны зураглалаар туршилт хийх боломжтой.	

Ашигласан материал:

- IEEE 2030.100-2017 - IEEE Recommended Practice for Implementing an IEC 61850-Based Substation Communications, Protection, Monitoring, and Control System
- IEEE 979-1984 - IEEE Guide for Substation Fire Protection
- https://www.researchgate.net/publication/224593410_Full_substation_monitoring
- <https://www.flir.com/discover/instruments/utilities/thermal-imaging-cameras-for-substation-monitoring/>
- https://cdn.selinc.com/assets/Literature/Publications/Technical%20Papers/6493_DistributionSubstation_GR-DD_20110314_Web.pdf?v=20180601-224638
- <https://viperimaging.com/solutions/substation-monitoring/>
- <https://www.nature.com/articles/s41598-020-63354-4>
- <https://www.tdworld.com/substations/article/20964130/risk-equals-probability-times-consequences>
- <https://www.transformer-technology.com/news/us-news/872-automated-substation-monitoring-with-thermal-imaging-transformer-technology-magazine-issue-3.html>
- Automated-Substation-Monitoring-with-Thermal-Imaging-TT-Sept-2019
- https://www.researchgate.net/publication/256191771_Thermal_conditions_monitoring_of_electrical_installations_based_on_infrared_image_analysis