

НОМАДИК НЬЮ ЭНЕРЖИ ХХК

“ДАРХАНЫ ДУЛААНЫ СҮЛЖЭЭНИЙ ДУЛААНЫ АЛДАГДЛЫН ТУРШИЛТ”

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ЭЦСИЙН ТАЙЛАН

ГҮЙЦЭТГЭГЧ:

“НОМАДИК НЬЮ ЭНЕРЖИ” ХХК

ЗАХИАЛАГЧ:

“ДАРХАНЫ ДУЛААНЫ
СҮЛЖЭЭ” ТӨХК

Эрдэм шинжилгээний ажил гүйцэтгэсэн:

Төслийн удирдагч

Хариуцлагатай гүйцэтгэгч

Гүйцэтгэгч

Доктор (Ph.D) П.Бямбацогт

МУ-ын зөвлөх инженер О.Пүрэвжал

Магистр Б.Баяраа

Захиалагчийг төлөөлж:

Ерөнхий инженер

Инженерийн албаны дарга

Б.Хүрэлтогоо

Л.Ганцэцэг

ГАРЧИГ

ОРШИЛ	4
<i>Нэгдүгээр бүлэг. ДАРХАН ХОТЫН ДУЛААНЫ ТӨВ ШУГАМЫН ДУЛААН ТУСГААРЛАЛТЫН ТӨЛӨВ БАЙДАЛ.....</i>	6
1.1. Дархан хотын дулааны шугам сүлжээний өнөөгийн байдал	6
1.2. Шугамын дулааны алдагдлыг тодорхойлох шаардлага	9
1.3. Дулааны шугамын дулаан тусгаарлалтын бодит алдагдалыг тодорхойлох аргууд	12
<i>Хоёрдугаар бүлэг. ДУЛААНЫ ШУГАМЫН ДУЛААН ТУСГААРЛАЛТЫН ДУЛААНЫ БОДИТ ЭСЭРГҮҮЦЛИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ АРГАЧЛАЛ.....</i>	15
2.1. Шугамын дулааны алдагдлыг тодорхойлох арга замууд	15
2.2. Хоолойн дулаан тусгаарлагчийн дулааны эсэргүүцлийн утгаар шугамын дулааны алдагдал тодорхойлох арга	15
2.3. Газар дээр агаарт ил угсрагдсан дулааны шугамын дулаан тусгаарлалтын алдагдалын тооцооны аргачлал	21
2.4. Сувагт угсрагдсан дулааны шугамын дулааны алдагдалын тооцооны аргачлал	24
2.5. Дулааны усан сүлжээний дулааны алдагдалыг тодорхойлох тооцоо-туршилтын аргачлал	25
<i>Гуравдугаар бүлэг. ТӨВ ШУГАМЫН ДУЛААНЫ БОДИТ АЛДАГДЛЫГ ТОДОРХОЙЛОХ ХЭМЖИЛТ, ТУРШИЛТЫН СУДАЛГАА.....</i>	30
3.1. Хэмжилтийн бэлтгэл ажил ба туршилт	30
3.2. Туршилтын зохион байгуулалт	33
3.3. Туршилт, хэмжилтийн тоон өгөгдлийг боловсруулах	39
<i>Дөрөвдүгээр бүлэг. ДШС-НИЙ ДУЛААНЫ АЛДАГДЛЫН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮНГИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ, ТООЦОО.....</i>	49
4.1. Туршилтын үр дүнг боловсруулах аргачлал, тооцоо	49

4.2. Туршилтын үеийн дулааны бодит алдагдлыг нормативт алдагдалтай харьцуулсан тооцоо, шинжилгээ.	51
4.3. Сүлжээний ашиглалтын үеийн дулааны алдагдлын тооцоо.	56
ДҮГНЭЛТ	61
АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ	62
ХАВСРАЛТ 1. II ТУРШИЛТЫН ХЭМЖИЛТИЙН ЦЭГҮҮД ХООРОНДЫН СҮЛЖЭЭНИЙ УСНЫ ТЕМПЕРАТУРЫН УНАЛТ БА ХУГАЦААНЫ ХОЖИМДОЛ.	63
ХАВСРАЛТ 2. ТУРШИЛТЫН ҮЕИЙН ТЕМПЕРАТУРЫН ТООН УТГУУД	87
ХАВСРАЛТ 3. ДУЛААНЫ КАМЕРЫН БИЧИЛТ	120

ОРШИЛ

Дулааны шугам сүлжээний үр ашгийн түвшинд нөлөөлөх гол хүчин зүйлийн нэг бол түүний дулааны алдагдал. Шугамын дулааны хувийн алдагдлыг батдлагдсан нормын дагуу тогтоож зураг, төсөлд хэрэглэдэг боловч шугамыг угсрах ба ашиглах явцад шугамын дулаалгын чанар өөрчлөгдөж дулааны бодит алдагдлын хэмжээ ихсэж дулааны нийт алдагдал чухам ямар байгаа нь тодорхойгүй болдог.

Дархан хотын хувьд шугам сүлжээний дулааны бодит алдагдлыг тодорхойлох туршилт судалгааны ажил сүүлийн 20 жил хийгдээгүй. Ийм учраас ДЦС-аас түгээж байгаа дулааны эрчим хүчний хэдэн хувь тээвэрлэлтийн явцад хотын шугам сүлжээнд алдагдаж байгаад шинжлэх ухааны үндэстэй үнэлгээ өгөх, улмаар шугамын дулааны алдагдлыг борлуулалтын тооцоонд хэрхэн тусгах үндэслэл боловсруулах асуудлыг зах зээлийн тогтолцоонд шилжин буй өнөө үед зайлшгүй шийдвэрлэх шаардлагатай байна.

Дээрх асуудлуудыг шийдвэрлэхэд Дархан хотын дулааны шугам сүлжээний дулааны бодит алдагдлыг тодорхойлох, үнэлгээ өгөх туршилт судалгааны ажлын зорилго оршино.

Хотын шугам сүлжээнд дулаан хоёр хэлбэрээр *нэгдүгээрт* шугам хоолойн дулаан тусгаарлагчтай ханаар дулаан дамжуулалтаар орчинд, *хоёрдугаарт* шугам сүлжээний нягтруулга муудсан холбоос буюу бусад шалтгаанаар гоожилтоор алдагдах сүлжээний устай хамт алдагдаж байна.

Туршилт судалгааны ажлын хүрээнд сүлжээний усны гоожилтоор алдагдах дулааны алдагдалын хэмжээг тодорхойлох асуудлыг авч үзээгүй болно. Энэхүү алдагдал нь зарим хэрэглэгч нь нээлттэй системтэй байгаагаас болж бодитоор тодорхойлох боломжгүй, мөн тухайн үеийн ашиглалтын нөхцөл, байдалтай холбогдон гарах тул түүнийг хөндөөгүй бөгөөд бидний ажлын зорилго ч биш байлаа.

Дархан хотын шугам сүлжээний дулааны бодит алдагдлыг тодорхойлох, үнэлгээ өгөх туршилт судалгааны ажлыг 2019 онд ШУТИС-ийн ЭХС-ийн Дулааны инженерийн салбарын багш нар “Дархан дулааны сүлжээ” ТӨХК-ны инженерүүдийн оролцоотойгоор хамтран гүйцэтгэв.

Судалгааны ажлын гол үр дүнг дурьдвал:

1. Шугам сүлжээний тухайн хэсгийн дулааны алдагдлыг тодорхойлох аргуудыг судалж ажиллаж байгаа бодит сүлжээнд тохирсон аргачлалуудыг боловсруулсан.

2. Тухайн хэсгийн сүлжээний температурын уналтыг тодорхойлох туршилт хийсэн.
3. Шугам сүлжээний хэсэг бүрийн дулаалгын бүтэц, хийцийн геометр хэмжээсийг хэмжиж тэдгээрийн дулааны эсэргүүцлийг тогтоов. Энэхүү хэмжигдэхүүн нь тухайн хэсгийн хувьд харьцангуй тогтмол учраас түүнийг ашиглан дулааны хувийн алдагдлыг янз бүрийн нөхцөлд тооцооны аргаар тодорхойлох боломтой юм.
4. Дархан хотын хувьд шугамын дулааны хувийн алдагдлыг хоолойн диаметр бүрд гадна агаарын температураас хамааруулан тогтоож норм, стандартын утгатай харьцуулан дүгнэлт гаргасан. Мөн дулааны хувийн алдагдлыг сар бүрийн хувьд хоолойн диаметр тус бүрээр тодорхойлов.

Судалгааны ажлын агуулга, гарсан үр дүнг тайланд дэлгэрэнгүй дурьдсан болно.

Туршилт судалгааны ажлын бэлтгэлийг хангах, сүлжээг туршихад хэмжих цэгүүдийг бэлтгэх, хэмжүүрүүдийг зөв байрлуулах, дулаан хуваарилах төв ба хэрэглэгчийн узелд туршилтын үед хэмжилт хийх, тэдгээрийг зохион байгуулах зэрэг ихээхэн хөдөлмөр зарцуулсан ажилд мэргэжлийн ур чадвараа дайчлан хамтран ажилласан “Дархан дулааны сүлжээ” ТӨХК-ны ИТА, ажилчдад гүнээ талархал илэрхийлье.

Нэгдүгээр бүлэг. ДАРХАН ХОТЫН ДУЛААНЫ ТӨВ ШУГАМЫН ДУЛААН ТУСГААРЛАЛТЫН ТӨЛӨВ БАЙДАЛ

1.1. Дархан хотын дулааны шугам сүлжээний өнөөгийн байдал

Дулааны шугам сүлжээ нь 1965 онд 8 ажилтантайгаар, 5 хэрэглэгчийг 2 Гкал/ц дулаанаар хангаж, 7 хос км сүлжээг хариуцан Дарханы Дулааны цахилгаан станц /ДЦС/-ын цех болон зохион байгуулагдаж байгууллагын суурь тавигдсан түүхтэй.

1965 оноос 1990 он хүртэл ДЦС-ын цех байгаад Хүнд үйлдвэрийн Яамны сайдын 1990 оны 6 дугаар сарын 4-ний өдрийн 20 дугаар тушаалаар Дулааны станц, шугам сүлжээний газар нэртэйгээр байгуулагдаж, бүтэц зохион байгуулалтын хувьд Засгийн газрын хэрэгжүүлэгч агентлаг Эрчим хүчний удирдах газарт харьяалагдах болжээ.

Монгол улсын Засгийн газрын 2001 оны 7 дугаар сарын 9-ний өдрийн 164 дугаар тогтоолоор “Дарханы дулааны сүлжээ” нэртэй бие даасан төрийн өмчит хувьцаат компани болон зохион байгуулагдаж ЭХЗГ-ын Зохицуулагчдын зөвлөлийн 2001 оны 8 дугаар сарын 8 дугаар тогтоолоор Дархан-Уул аймгийн Дархан сумын нутаг дэвсгэрт дулааны эрчим хүчийг түгээх, дулаанаар зохицуулалттай хангах зөвшөөрлийг авч дулаан хангамжийн системийг өргөтгөн хөгжүүлэх, техник тоног төхөөрөмжийг байнга боловсронгуй болгох, сүлжээний горим, техник технологийг сайжруулах замаар хэрэглэгчдийг дулааны эрчим хүчээр тасралтгүй хангах, дулааны эрчим хүчийг хэрэглэгчдэд түгээн борлуулах, шинээр баригдах дулааны шугам сүлжээ, тоног төхөөрөмжийн ажилд техникийн хяналт тавих зэрэг үйл ажиллагаа явуулдаг болсон.

Дархан хот нь нийслэл Улаанбаатараас ойролцоогоор 230 км зайтай, далайн түвшнээс дээш 695 метрт байрладаг. Цаг уур эрс тэс уур амьсгалтай. Зундаа температур 35 хэм хүртэл дулаарч, өвөлдөө - 40 хэмээс доош хүйтэрдэг. Өвөлдөө хүйтэн байхаас гадна салхи ихтэй, хаврын улиралд байнга салхитай байдаг.

Дархан 20 орчим үйлдвэртэй. Үйлдвэрүүдээс барилгын материалын үйлдвэр, силикат тоосгоны үйлдвэр, эрдэс хөвөнгийн үйлдвэр, цементийн үйлдвэр, хүнсний

үйлдвэр зэрэг нь томоохон байр эзэлдэг боловч эдийн засаг хүндрэлтэй байсан 1990-ээд оноос үйлдвэрүүдийн үйлдвэрлэл багасаж ихэнх үйлдвэрүүд зогссон.

Дарханы дулаан хангамжийн систем нь анхныхаа зураг төслөөр ДЦС-аас хэрэглэгчийн оруулга хүртэл 150/70-ийн температурын горимд ажиллахаар шугамын диаметр сонгогдож тооцоологдсон. Одоогийн байдлаар 130/70-ын температурын графикаар ажиллаж байна. Халаалтын систем нь хамааралтай схемээр холбогдсон. ДШС-ний өгөх усны температурыг өөрчлөх замаар дулаан түгээлтийн чанарын тохируулгаар дулааны ачааллыг тохируулах горимтой юм. Дулааны ганц эх үүсгүүртэй. “Дарханы дулааны сүлжээ” ТӨХК ДЦС-аас худалдан авсан дулааны эрчим хүчээр хотын үйлдвэр, худалдаа, орон сууц нийгэм ахуйн барилгуудыг дулаанаар, үйлдвэрүүдийг технологийн уураар хангадаг.

Дулааны эх үүсгүүр: ДЦС нь БКЗ-75-39ФБ маркийн 9 зуух, АПТ-12-35/10 маркийн 4 турбогенератор, сүлжээний 5 ус халаагчтай. Төслийн хүчин чадал нь цахилгаанаар 48 МВт, дулаанаар 236 Гкал/ц байсан. 1919 онд ПТ-35/39/10 маркийн турбинаар өргөтгөсөн. П отборын уурын даралт 10 ата, температур 292 °С, уурын зарцуулалт 75т/ц, Т отборын уурын даралт 1.2 ата, температур 108 °С, уурын зарцуулалт 85т/ц.

1919 оныг хүртэл дулаан хангамжид хамгийн их үйлдвэрлэх хүчин чадал бодитоор 170 Гкал/ц, станцын дотоод хэрэгцээнд 10 Гкал/ц байх бөгөөд нийт хүчин чадал нь усаар 180 Гкал/ц байна гэж тооцож ирсэн. Бодит байдалд станцын дотоод дулааны хэрэглээ 10 Гкал/ц хэмжээтэй байхаар тооцоолж байна. Өргөтгөлөөр станцын дулааны хүчин чадал нэмэгдсэн.

“Дарханы дулааны сүлжээ” ТӨХК нь 2019-2020 оны байдлаар 1492 аж ахуйн нэгж, 13515 айл өрх, 481 хувийн орон сууцны барилгатай гэрээ хийж дулаанаар хангах үйлчилгээ үзүүлж байна.

Сүлжээний ба өргөх насос станцууд: Сүлжээний насосууд нь ДЦС дээр байрлах ба тогтмол хурдтай 5 үндсэн насос суурилагдсан. Дулаан хангамжийн системд буцах шугам дээр суурилагдсан 3 өргөх насос станцуудтай.

Насосуудын тодорхойлолж

Насосны бүлэг	№	Төрөл	Ажлын дугуйн диаметр, мм	Бүтээмж, м ³ /ц	Насосны түрэлт, м	Төслийн АҮК, %	АҮК тооцоогоор, %	Цахилгаан чадал, кВт	Эргэлт, эр/мин	Ашиглалтанд Орсон Он	Ажилласан цаг
Сүлжээний насос	Н-1	СЭ-1250-140-11	470	1250	140	83			1500		
	Н-2	ЦН-800-100-11	555/575	800	100	80	78	630	1480		
	Н-3	ЦН-1000-180	555/575	1000	180	80	78	630	1480		
	Н-4	ЦН-1000-180	555/575	1000	180	80	78	630	1480		
	Н-5	СЭ-1250-140	470	1250	140	83			1500		
Өргөх насос станц '1	Н-1	Д1250-65	460	1250	65			250	1450	1992	12200
	Н-2	Д1250-63	390	1250	63			200	1750	1992	17910
	Н-3	Д1250-63	390	1250	63			315	1750	1992	13226
Өргөх насос станц '2	Н-1	РАСО КР5015		320	65	76		75	1480	1977	77001,5
	Н-2	РАСО КР5015		320	65	76		75	1480	2000	8684,5
	Н-3	РАСО КР5015		320	65	76		75	1480	1977	75342
Өргөх насос станц '3	Н-1	СЭ-500-70		500	70			160	2970		
	Н-2	Д320-50	405	320	50	76	58	75	1460		
	Н-3	Д320-50	405	320	50	76	58	75	1470		

Нэмэлт усны систем: Зарим хэрэглэгчид хэрэгцээний халуун усыг халаалтын уснаас шууд авч хэрэглэдэг. Нэмэлт ус бэлтгэлийн систем нь дулааны цахилгаан станц дээр байрладаг. Станц дээр түүхий усыг урьдчилан боловсруулж, боловсруулсан усаа дулааны шугам сүлжээнд өгдөг. Вакуум деаэтораар усыг станц дээр деэарацлаж усыг зөөлрүүлэн ашигладаг.

Нэмэлт усны системийн төслийн хүчин чадал нь 420 т/ц. Сүлжээний буцах шугамд нэмэлт усыг өгнө. Нэмэлт усны насосоор дулаан хангамжийн системийн буцах шугамын даралтыг барьж ажилладаг. Буцах шугамын даралтыг ойролцоогоор 36-40 метрийн түвшинд барьж байдаг.

ДШС-ний нэмэлт усыг хадгалах тус бүр нь 1500 м³ багтаамжтай 2 бак ДЦС дээр байдаг ба ХХУ-ны хэрэглээний их ачааллын үед ДШС-д хүрэлцээтэй байх хамгийн бага даралтыг барих боломжийг бүрдүүлэхийн тулд бакыг хэрэгцээний халуун усны хэрэглээ багассан шөнийн цагт дүүргэж, өдөр нь хэрэглээ ихэссэн үед нэмэлт усыг бакнаас нэмж өгдөг.

Дулааны сүлжээ: Дулааны шугам сүлжээ нь дамжуулах сүлжээ /төв шугам/, түгээх сүлжээ /салбар шугам/ -нээс бүрдэнэ. Үүнд:

➤ Дамжуулах шугамын урт	23.2 хос.км
➤ Түгээх шугамын урт	91.4 хос.км
➤ Хэрэглэгчийн мэдлийн түгээх шугам	57.1 хос.км
➤ Уур, конденсатын шугам	3.3 хос.м

Дамжуулах шугам нь Ф200мм-ээс Ф800 мм голчтой ба түгээх шугам Ф50мм-ээс Ф250мм голчтой. Дамжуулах шугамын 4890.7 хос.м нь газар дээрх ил шугам, үлдсэн нь газар доор суваг дотор байрласан, минерал хөвөн, асбестэн, пенополиуретан дулаалгатай ган хоолойнууд юм.

Ихэнх хэрэглэгчийн дотор халаалтын систем нь нэг хоолойт системээр угсрагдсан. Халаах хэрэгсэл нь радиатор, труба хоолойгоор хийсэн регистрүүдтэй. Дулааны оруулгын уэль нь элеваторын холболттой. Гидравлик элеватор нь буцах шугамын усыг тодорхой харьцаагаар өгөх шугамын устай хольж хэрэглэгчид өгөх усны температурыг бууруулдаг. Хэрэглэгчийн дотоод халаалтын системийн өгөх усны хамгийн их температур 95 ба 110 хэм буцах шугамын усны температур 70 хэм байхаар сонгогдон тавигдсан. Хэрэглэгчийн узелд ирэх даралтын зөрүү, халаалтын системд өгөх усны тогтмол зарцуулалтаар тооцож элеваторын соплоны нүхний хэмжээг сонгодог.

Түүнчлэн гидравлик элеваторын өмнөх түрэлт 0,15 МПа (15муб) -гаас багагүй байх шаардлагатай. Хэрэглэгчид нь өрөөний дулааныг тохируулах хэрэгсэл байхгүй.

1.2. Шугамын дулааны алдагдлыг тодорхойлох шаардлага

Дулаан хангамжийн системийн үр ашгийг үнэлэх чухал үзүүлэлтийн нэг бол дулааны шугам сүлжээний дулааны алдагдал юм.

Шугамын дулааны хувийн алдагдлын оновчтой утгыг техник-эдийн засгийн харьцуулсан тооцооны үндсэн дээр тогтоож, БНбаД болгон баталж зураг төслийн ажилд хэрэглэдэг. Шинээр баригдаж буй дулааны шугамыг угсрах явцад дулаалгыг стандартын шаардлага хангахуйцаар хийхгүй байх, түүнд тавих хяналт муугаас болж шугамын дулааны алдагдал нормт хэмжээнээс хэтрэх, мөн ашиглалт, засварын явцад шугамын дулаалгын чанар өөрчлөгдөж дулааны бодит алдагдлын хэмжээ тодорхойгүй болох,

дулааны алдагдал ихсэх нь дулааны алдагдалыг бодитоор тооцож үнэлгээ өгөх, тооцоо хийхэд ихээхэн бэрхшээл учруулдаг.

Дархан хотын дулааны шугам сүлжээний дулааны бодит алдагдлыг тодорхойлох, үнэлгээ өгөх ажил 1999 онд хийгдэж байсан. Энэхүү ажил нь дулааны шугам сүлжээнд дулааны алдагдалыг туршилтаар тодорхойлсон анхны ажил байсан.

Орчин үеийн төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд дулааны эх үүсвэрээс хэрэглэгч хүртэл дулааныг тээвэрлэхэд дамжуулах хоолойн дулаан тусгаарлалтаар дулааны энерги алдагдал үүсдэг.

Төрөл бүрийн өгүүлэл, илтгэл, нийтлэлд дулааны сүлжээнд дулаан түгээлтийн явцад дулааны эх үүсвэрээс түгээсэн дулааны 15-20% алддаг гэж бичиж тооцож байна.

Дулааны алдагдал нь дулааны сүлжээний ашиглалтын болон эрчим хүчний үр ашгийн үзүүлэлтүүдийн нэг бөгөөд дулааны үнэ тарифд нөлөөлөх чухал хүчин зүйл тул алдагдлыг тодорхойлох нь практикт чухал ач холбогдолтой ажил юм. Тусгаарлалтаар алдах дулааны алдагдал нь олон хүчин зүйлээс хамаардаг бөгөөд янз бүрийн диаметртэй хоолойн урт, дулаан тусгаарлагчийн хийц, температурын горим, дулааны сүлжээний хэсэг тус бүрийн дулаалгын бодит төлөв байдал, түүний ашиглалтын нөхцөл, ашигласан хугацаа зэрэгээс хамаардаг тул дулааны алдагдалыг сүлжээний хэсэг тус бүрт тус тусад нь тодорхойлогдох ёстой.

Дулааны шугамын дулааны алдагдлыг дулааны тусгаарлалтын БНБД-ийн баримт бичгийн дагуу тодорхойлж болно. Гэхдээ туршлагаас харахад нормативт дулааны алдагдлын хэмжээ нь дулаан тусгаарлагчийн бодит төлөвөөр тодорхойлогдсон дулааны алдагдалаас эрс ялгаатай байдаг. Ийм нөхцөлд нормт дулааны алдагдалд зайлшгүй өөрчлөлт хийх шаардлага гардаг.

Ашиглагдаж байгаа шугамын дулааны бодит алдагдлыг шинжлэх ухааны үндэстэй тогтоосноор дулаан түгээлтийн тохируулга, дулаан тээвэрлэлтийн эдийн засгийн ба борлуулалтын тооцоог боловсронгуй болгох, техник зохион байгуулалтын болон бусад арга хэмжээг шийдвэрлэх боломж бүрдэнэ.

Мөн ДЦС-д үйлдвэрлэж байгаа дулааны эрчим хүчний хэдэн хувь нь шугам сүлжээнд алдагдаж байгааг үнэн зөвөөр тогтоож үнэлгээ өгөх, улмаар дулааны алдагдлыг борлуулалтын тооцоонд хэрхэн тусгах үндэслэл боловсруулах асуудал зах зээлийн тогтолцоонд шилжиж буй өнөө үед нэн чухал ач холбогдолтой ажил юм.

Шугам сүлжээний дулааны алдагдал хэд байгаа нь тодорхой бус байгаагаас дараах бэрхшээлүүд үүсч байна. Үүнд:

- Дулааны тоолуурууд өргөн нэвтэрч буй хэрэглэгчдэд шугамын дулааны алдагдлыг ямар хэмжээгээр нэмэх үндэслэл нь тодорхой бус;
- Дулааны шугамын горимын тохируулгад дулааны алдагдлыг тооцож сүлжээний усны зарцуулалтыг нэмж өгөх тооцоо үнэн зөв хийгдэх боломжгүй.
- Шугам сүлжээний хэсэг тус бүрийн дулааны алдагдал тодорхой бусаас болж ямар хэсгүүдийг эхний ээлжинд шинэчлэх, засварлах ажлын дарааллыг тогтоох боломжгүй.
- ДЦС болон дулааны шугам сүлжээний газар хоорондын дулаан худалдсан, худалдан авсан тооцоонд дулааны алдагдалыг бодитоор тооцох боломжгүй байна.

Ашиглагдаж буй дулааны шугамын дулааны бодит алдагдлыг тодорхойлохын тулд шугамын хэсэг бүрийн угсралтын байдал, гадна орчны нөхцөл, шугам хоолойн дулаан тусгаарлалтын хийц, түүний одоогийн ашиглалтын төлөв байдал, дулаан тусгаарлах материалын бүтэц зэргийг нарийн судлах шаардлагатай. Дархан хотын дулааны төв шугамуудын дулаалга чанарын хувьд харилцан адилгүй байна.

Судалгаанаас үзэхэд үе давхаргын зузаан нь дулаан тусгаарлалтын зохих шаардлагыг хангаагүй, зарим хэсэгтээ хэтэрхий нимгэн, хагарч, ан цав гарсан, хэвтээ байрлалтай шугамын дээд хэсэгт дулаалгын зузаан нимгэрсэн, доод хэсэгтээ унжсан байдалтай байсан. Харин сүүлийн үед хийгдсэн дулааны шугамын дулаалга чанартай хийгдсэн байна. Харин 800 мм голчтой төв шугамуудын хувьд зарим хэсэгтээ газрын гадаргаас өндөр суурилуулсан учир мал доогуур нь шургах, шөргөөх зэрэг гадны механик гэмтэлд өртөх магадлалтай байна.

Дулаан тусгаарлах материалыг дулаан нэвтрүүлэлтээс нь хамааруулан 3 ангилдаг.

1. *Дулаан нэвтрүүлэлт багатай*- дулаан тусгаарлах хийцийн дундаж температур 25°C байхад дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент $0,06 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ хүртэл, 125°C байхад дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент $0,08 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ -аас ихгүй.
2. *Дундаж дулаан нэвтрүүлэлттэй* -25°C байхад $0,06...0,115 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$, 125°C байхад $0,08...0,14 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$
3. *Өндөр дулаан нэвтрүүлэлттэй* -25°C байхад $0,115...0,175 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$, 125°C байхад $0,14 ...0,21 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

Эрдэс хөвөн материалаар хийгдсэн дулаалгын хийцийн дулаан нэвтрүүлэлт нь түүний нягт буюу маркаас хамаарах бөгөөд 25°C байхад дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент 0,044...0,049 Вт/(м°C), 125°C байхад 0,067...0,072 Вт/(м°C) хязгаарт байна. Сүүлд хийгдэж буй пеноплуритан дулаан тусгаарлагч материалын хувьд үүнээс бага хийгдэж байгаа нь давуу тал болж байна. Мөн шугамын диаметрт тохируулан хэлбэржүүлсэн, нягттай байдаг учир дулаалга сайн болох нөхцөл бүрдэж байна.

1.3 Дулааны шугамын дулаан тусгаарлалтын бодит алдагдлыг тодорхойлох аргууд

Усан сүлжээний дулааны бодит алдагдлыг тодорхойлох, тэдгээр алдагдлыг ДШС-ний ашиглалтын янз бүрийн горимд тохируулан тооцож норматив утгатай нь харьцуулах зорилгоор дулааны алдагдлын туршилт хийдэг.

1 ***Шугам сүлжээний тодорхой хэсгийг зориуд сонгож бэлтгээд, тэр хэсэгтээ туршилт явуулах замаар;*** Энэ нь бидний 1999 онд хийсэн дулааны алдагдалыг тодорхойлсон туршилт бөгөөд уг аргачлалыг дулааны алдагдалыг тодорхойлсон тайланд дэлгэрэнгүй [1] тайлбартайгаар үзүүлсэн байгаа. Энэхүү аргачлалыг ОХУ-ын ОРГРЭС-д боловсруулсан бөгөөд дулааны алдагдлын туршилт хийхийн тулд дулаан хангамжийн системд дүн шинжилгээ хийж сүлжээний туршилтанд хамрагдах хэсгүүдийг шугамын материалын характеристикаар сонгосоны дараа туршилтын параметрийн урьдчилсан тооцоо хийнэ. Урьдчилсан тооцоогоор туршилтын үндсэн параметрууд болох дулааны тоноглолоос гарч буй сүлжээний өгөх усны температур, тоноглолд ирж буй буцах усны температур, туршилтанд орж буй сүлжээний эхний хэсгийн усны зарцуулалт, нэмэлт усны зарцуулалт, туршилт үргэлжлэх ойролцоолсон хугацаа зэргийг тооцооны аргаар урьдчилан тодорхойлдог. Туршилтанд хамрагдаж байгаа хэсгүүдийн дулааны алдагдлаас үүсэх температурын уналт δt нь 8°C-аас багагүй, 20°C -аас ихгүй байхаар тооцоог хийж түүнд харгалзах сүлжээний усаар тухайн туршигдаж байгаа сүлжээний хэсгүүдийг ачааллаж эхлэл төгсгөл дээрхи температуруудыг, хэсгийн зарцуулалтыг хэмжих замаар туршилтыг явуулна. Туршигдах өгөх, буцах шугамыг перемычкээр холбож сүлжээнд эргэлт үүсгэнэ. Туршилтын үед хэрэглэгчдийг бүрэн тасалсан байх ба усны алдагдал маш бага байх ёстой.

Иймээс энэ аргаар ажиллаж байгаа сүлжээнд туршилт хийх боломжгүй. Урьдчилсан тооцооны үндсэн дээр дулааны сүлжээг туршилтын схемд оруулан хэсэгчилэн туршдаг арга юм. Мөн энэ үед хэмжих хэрэгсэл боловсронгуй бус байсантай холбоотой олон бэрхшээлүүд тулгардаг байснаас үүдэн ихээхэн цаг хугацаа, хөдөлмөр зарцуулалт их байсан.

- 2 ***Шугамын дулаалгын дулааны эсэргүүцлээр дулааны алдагдалыг хэмжиж тогтоох замаар;*** Энэ нь онолын хувьд хамгийн боломжтой боловч шугамын дулаан тусгаарлалтын бодит төлөв нь ашиглалтын олон янзын байдлаас хамаарч ижил дулаалгатай хэсэг тус бүрийн дулааны эсэргүүцэл бүх уртын дагуу ижил байх нөхцөл бага байдаг. Зарим газар дулаан тусгаарлагч нимгэрсэн, цүлхийсэн, нүцгэрсэн, дулаан тусгаарлалт чанаргүй хийгдсэн, хуурч унасан гэх мэтээс хамаарч тооцоонд алдаа гарах боломжтой. Үүнийг шугамын дулаалгын хэсгүүдээс сорьц авч лабораторийн нөхцөлд шинжилгээ хийх замаар дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийг тогтоож түүний утганд дулааны алдагдалыг бодож нарийвчлалыг ойртуулж болох боломжтой. Мөн бодит ажиглалт, хэмжилт хийх замаар дулаан тусгаарлалтын байдалд шинжилгээ хийж дулааны алдагдалыг тооцоход тодорхой залруулга хийх байдлаар тооцооны нарийвчлалыг дээшлүүлэх боломжтой.
- 3 ***Тухайн хэсгийн эхлэл ба төгсгөлийн температурыг хэмжих, температурын хожимдолын хугацаагаар сүлжээний усны урсгалын хурдыг тодорхойлсоноор сүлжээний усны зарцуулалтыг олох замаар дулааны алдагдалыг тодорхойлох арга.*** Хэсэг тус бүрийн эхлэл төгсгөл дээрхи температурыг санах байгууламж бүхий температур бичигчээр тодорхой хугацаанд өгөгдсөн интервалаар хэмжиж тэр үед нь эх үүсгүүр дээр температурын долгион үүсгэнэ. Хэмжилтийг 48 цагаар хийнэ. Өөрөөр хэлбэл ажиллаж байгаа сүлжээнд бүх хэсгүүдэд температурыг нэгэн зэрэг олон тооны хэмжүүрээр хэмжих бололцоотой. Харин нэгэн зэрэг хэсгүүдийн зарцуулалтыг хэмжих бололцоогүй байна. Иймд бодит нөхцөлд хэсгийн эхлэлээс төгсгөлд ирэх хугацааг тодорхойлсоноор дулаан зөөгчийн дундаж хурдыг тодорхойлж тухайн хэсгээр урсах дулаан зөөгчийн дундаж хурдыг тооцооны аргаар олсны үндсэн дээр хэсгийн сүлжээний усны зарцуулалтыг бодож дулааны алдагдалыг тодорхойлно.

Эдгээр аргуудаас алийг нь сонгох вэ гэдэг асуудал уг шугам сүлжээний шинж байдал, хамрах хүрээ, хэмжих хэрэгсэлийн хүрэлцээ бусад хүчин зүйлээс хамаарч шийдвэрлэгдэнэ. Арга бүхэн өөрийн онцлог, сайн муу талтай учир аль тохирохыг нь зөв

сонгох, эсвэл хэд хэдэн аргыг ашиглан харьцуулан шинжилгээ хийж дүгнэлт гаргах шаардлагатай. Бид дээрхи аргуудаас 2 ба 3 дугаар аргуудыг ашиглан дулааны алдагдалыг тодорхойлж харьцуулалт хийж бодит дулааны алдагдалыг тодорхойлсон.

Ашиглагдаж байгаа шугамын дулааны алдагдлыг туршилтаар тодорхойлох нь илүү бодитой бөгөөд ашиглалтын ердийн нөхцөлд аливаа нэг горимын зохицуулалт хийж зохиомол эргэлт хийхгүйгээр туршилтын аргачлалыг боловсруулах нь зүйтэй.

Туршилт явуулахын өмнө дулааны сүлжээний ямар хэсгүүдийг хамруулахыг тогтоож, туршилт явуулахад зайлшгүй шаардлагатай нөхцлүүдийг бий болгох хэрэгтэй.

Орчин үеийн зөөврийн хэмжүүрүүд бий болсон нь туршилт явуулах нөхцлийг харьцангуй хялбар болгож байна.

Хоёрдугаар бүлэг. ДУЛААНЫ ШУГАМЫН ДУЛААН ТУСГААРЛАЛТЫН ДУЛААНЫ БОДИТ ЭСЭРГҮҮЦЛИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ АРГАЧЛАЛ

2.1 Шугамын дулааны алдагдлыг тодорхойлох арга замууд

Дулаан тусгаарлалтын дулааны тооцооны бодлогоор дараах зүйлүүдийг тодорхойлно.

Үүнд:

1. Өгөгдсөн нормт дулааны алдагдлаар шугамын дулаалгын шаардлагатай зузааныг тодорхойлох;
2. Тухайн шугам хоолойн дулаалгын зузааны үе давхарга, хийц мэдэгдэж байхад шугамын дулааны алдагдлыг тодорхойлох;
3. Сувгийн агаарын болон дулаан тусгаарлагчийн гадаргуугийн температурыг тодорхойлох;
4. Дулааны шугамын эргэн тойрон дахь хөрсний температурыг тодорхойлох;
5. Дулааны шугамын уртын дагуух дулаан зөөгчийн температурын уналтыг тодорхойлох;
6. Дулаалгын хийцийн үндсэн давхаргын ашигтай зузааныг тодорхойлох;

Дулаан тусгаарлалтын тооцоогоор дараах дулааны алдагдалуудыг тодорхойлно. Үүнд:

1. Дулааны урсгалын нягтын нормоор шугам хоолойн дулаалгын гадаргуугаар алдах дулааны алдагдлыг тодорхойлох;
2. Дулаалгын гадаргуугийн өгөгдсөн температураар дулааны алдагдалыг тодорхойлох;
3. Дулаан тусгаарлагчийн эсэргүүцлээр дулааны алдагдалыг тодорхойлох.

Дулаалгын дулааны тооцоонд дулаан зөөгчийн температур, дулаан тусгаарлах хийцийн давхаргын дулааны физик шинж чанар, дулааны шугам газар доор угсрагдсан бол суваг ба хөрсний, ил угсрагдсан бол гадна орчны температур тус тус мэдэгдэж байх ёстой.

2.2 Хоолойн дулаан тусгаарлагчийн дулааны эсэргүүцлийн утгаар шугамын дулааны алдагдал тодорхойлох арга

Энэхүү аргын мөн чанар нь ашиглагдаж буй дулааны шугамуудын дулаалгын материал, түүний үе давхаргын зузааныг хэмжиж улмаар дулааны эсэргүүцлийн утгыг тогтоох, тогтоосон эсэргүүцлийн утгаа ашиглан шугамын дулааны хувийн алдагдлыг

тооцоход оршино. Дулааны шугамын ямар нэг хэсгийн дулаалгын эсэргүүцлийг хэмжилт тооцооны аргаар тогтоож түүний утгыг ашиглан сүлжээний усны ба гадна агаарын температурын янз бүрийн утгуудад дулааны алдагдлыг тооцох боломжтой болно. Дулаан шугамын тухайн нэг хэсгийн хувьд дулаан тусгаарлагчийн дулааны эсэргүүцэл R бараг тогтмол хэмжигдэхүүн.

Дулааны алдагдлыг тодорхойлох тэгшитгэл:

$$\Delta Q = \frac{\tau - t_n}{R_l} \cdot L \cdot \beta \quad (2.1)$$

Хоолойн дулаан тусгаарлагчийн дулааны эсэргүүцэл нь мэдэгдэж буй нөхцөлд шугамын дулааны хувийн алдагдал буюу $q = \frac{Q}{L}$ нэг метр урт шугамд алдагдах дулааны алдагдалыг дараахь томъёогоор олно.

$$q_l = \frac{\tau - t_n}{R_l}, \text{ Вт/м} \quad (2.2)$$

Энд: β – Хаалт, арматур, компенсатор, тулгуур зэрэг тоноглолууд дээрхи дулааны нэмэлт алдагдалыг тооцсон коэффициент. Энэ хэмжигдэхүүнийг суваггүй угсрагдсан шугамд $\beta = 1.15$, газар дээр ил угсрагдсан, мөн газар дор суваг болон хонгилд угсрагдсан бол 150-аас дээш диаметртай бол $\beta = 1.15$ 150-аас бага диаметртай шугамд $\beta = 1.2$ гэж авна.

L - шугам урт, м. Шугамын уртыг ерөнхий план зургийн дагуу тооцоот уртаар авна. “П” хэлбэрийн компенсатортай шугамд бодит уртаар тооцож авна.

τ - дулаан зөөгчийн температур, °C. Тооцоонд усан сүлжээнд τ -г сүлжээний усны жилийн дундаж температураар авна.

Дулааны урсгалын шугаман нягтыг нэг метр урттай шугамын дулааны алдагдал гэх бөгөөд энэ нь дулаан зөөгч бие ба орчны температурын зөрүү, хоолойн хананы дулааны эсэргүүцлээс хамаарна.

Дулаалгын дулааны эсэргүүцлийн утгыг тогтоохын тулд хоолойн дулаалгын материалын шинж чанарыг судалж, үе давхарга бүрийн зузааныг хэмжих хэрэгтэй. Энэхүү хэмжилтийг сайн хийж чадвал дулаалгын дулааны эсэргүүцлийн утга нарийвчлал өндөртэй болно.

Дулаалгын үе давхаргын зузааныг нарийн хэмжиж тогтоосны дараа түүний дулааны эсэргүүцлийг дараах томъёонуудыг ашиглан тооцно.

Дулаан тусгаарлагчтай дулааны шугамын дулааны нийт эсэргүүцэлийг $\sum R$ дараах эсэргүүцэлүүдийн нийлбэрээр тодорхойлно, (м⁰С)/Вт.

$$\sum R = R_{\partial z.x} + R_{uy} + R_{\partial yл} + R_{\partial \partial} + R_{\partial \partial.o} + R_{o.cyв} + R_{cyв} + R_{xc} \quad (2.3)$$

Хоолойн дотор гадаргуугаар урсаж байгаа дулаан зөөгчөөс дулаан дамжих процесс нь доорх дарааллын дугуу явагдана. Дулаан өгөх, дулаан нэвтрүүлэх процессуудад харгалзах дулааны эсэргүүцэлийг дараах байдлаар тэмдэглэсэн болно. Өөрөөр хэлбэл дулааны эсэргүүцэл нь үе давхаргын, гадаргуугийн гэж 2 ангилагдана.

1. Дулаан зөөгчөөс хоолойн дотор гадаргууд өгөх дулаан өгөлт $R_{\partial z.x}$
2. Шугам хоолойн дулаан нэвтрүүлэлт R_{uy}
3. Зэврэлтийн эсрэг давхарга, үндсэн дулаан тусгаарлагч давхаргын дулаан нэвтрүүлэлт $R_{\partial yл}$
4. Дулаан тусгаарлагчийн бүрээсний давхаргын дулаан нэвтрүүлэлт $R_{\partial \partial}$
5. Дулаан тусгаарлагчийн бүрээсний давхаргын гадна гадаргуугаас орчинд өгөх дулаан өгөлт $R_{\partial \partial.o}$
6. Орчны агаараас сувгийн дотор гадаргуугийн хананд өгөх дулаан өгөлт $R_{o.cyв}$
7. Сувгийн ханын дулаан нэвтрүүлэлт $R_{cyв}$
8. Хөрсний дулаан нэвтрүүлэлт R_{xc}

Практик тооцоонд шугамын дотор гадаргуугийн дулааны эсэргүүцэл $R_{\partial z.x}$ болон шугамын ханын дулааны эсэргүүцэл R_{uy} -ийн утгууд маш бага байдаг учир тооцдоггүй.

Иймээс дулаан тусгаарлагчтай дулааны шугамын дулааны алдагдалыг тодорхойлоход дараах 3 эсэргүүцэлээр дамжих дулааны алдагдалыг тооцно.

$$\sum R = R_{\partial yл} + R_{\partial \partial} + R_{\partial \partial.o} \quad (2.4)$$

Дулаалга өөр өөр материал бүхий хэд хэдэн үеэс тогтож болно. Энэ тохиолдолд

$$\sum R = R_{\partial yл1} + R_{\partial yл2} + \dots + R_{\partial yл.n} \quad (2.5)$$

энд: $R_{\partial yл1}, R_{\partial yл2}, R_{\partial yл.n}$ - үе тус бүрийн дулааны эсэргүүцлүүд.

Дулаалгатай шугам хоолойн дулааны эсэргүүцлийн хэсэг нь тогтмол биш хэмжигдэхүүн, зузаан нь өөрчлөгдөхгүй тохиолдолд ч дотоод ба гадны дулаан солилцооны нөхцлөөс хамаарч хувьсана. Гэхдээ өөрчлөлт нь харьцангуй маш бага учраас инженерийн тооцоонд, ашиглалтын нөхцөлд тогтмолоор авч болно.

Сүлжээний усны ба орчны температур жилийн (халаалтын улирлын) турш өөрчлөгддөг учир дулааны хувийн алдагдал өөрчлөгдөнө.

Шугам хоолойн дулаалгын материал, түүний үеийн зузааныг дулааны хувийн алдагдлын утгаар сонгох ба энэхүү алдагдлын нормыг техник эдийн засгийн харьцуулалтын тооцоонд тулгуурлан тодорхой нөхцөлд тохируулан тогтоох ёстой. Өгөгдсөн L – урттай шугамын дулааны нийт алдагдлыг дараахь томъёогоор олж болно.

$$Q = q \cdot (L + L_u) = q \cdot L \cdot \left(1 + \frac{L_u}{L}\right) = q \cdot L \cdot (1 + \beta) \quad (2.6)$$

энд: L_u - хаалт, арматур, компенсатор зэрэг тоноглолуудын шилжүүлсэн урт, м;

β - байрилын эсэргүүцлийг хоолойн уртад шилжүүлэх коэффициент.

Дулааны хос шугам, өөрөөр хэлбэл тухайн хэсгийн өгөх ба буцах шугамын дулааны нийт алдагдал

$$Q_{\text{äè}} = Q_{i^o} + Q_{iá} = q_{i1} \cdot L_{i1} \cdot (1 + \beta_{i1}) + q_{i2} \cdot L_{i2} \cdot (1 + \beta_{i2}) \quad (2.7)$$

болно. Шугам тус бүрийн хувийн дулааны алдагдал

$$q_{i1} = \frac{\tau_{i1} - t_f}{R_{i1}}; \quad q_{i2} = \frac{\tau_{i2} - t_f}{R_{i2}}; \quad L_{i1} = L_{i2} \quad (2.8)$$

Энд: τ_{i1}, τ_{i2} нь дулааны шугам сүлжээний i дүгээр хэсгийн өгөх ба буцах шугамын усны дундаж температур, $^{\circ}\text{C}$;

Нийт дулааны шугам сүлжээний хувьд алдагдлыг

$$Q_{\text{äè}}^f = \sum_{i=1}^n L_{i1} \cdot [q_{i1} (1 + \beta_{i1}) + q_{i2} (1 + \beta_{i2})] \quad (2.9)$$

томъёогоор тодорхойлно.

Шугам хоолойн дулаан нэвтрүүлэлт R_{uy} , дулаалгын үе давхаргын дулааны эсэргүүцэл R_{oyl} , бүрээсний үе давхаргын дулааны эсэргүүцэл $R_{òd}$, сувгийн ханын дулааны эсэргүүцэл $R_{cyø}$, хөрсний дулаан нэвтрүүлэлт R_{xc} -үүдийг Фурьегийн тэгшитгэлээр тодорхойлогдоно.

$$R = \frac{1}{2\pi\lambda} \cdot Ln \frac{d_o}{d_e} \quad (2.10)$$

Энд: λ – Дулаан тусгаарлагчийн үе давхаргын, гадна гадаргуугийн, сувгийн ханын дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент, $Вт/м^0С$

d_o , d_e - дулаалгын болон бүрээс давхаргын дотоод, гадаад диаметр, м.

Хоолойн дотор гадаргуугийн дулааны эсэргүүцэл $R_{o2.x}$, дулаалгын бүрээсийн давхрагын гадна гадаргуугийн $R_{o\partial.o}$ болон сувгийн дотор гадаргуугийн дулааны эсэргүүцэл $R_{o.cув}$ зэргийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$R_{o2.o} = \frac{1}{\pi \cdot d_e \cdot \alpha} \quad (2.11)$$

Энд: d_e - шугам хоолойн дулаалгатай хийцийн гадна диаметр буюу сувгийн эквивалент диаметр, м.

α – дулаалгын гадаргуугаас орчинд өгөх дулаан өгөлтийн коэффициент, $Вт/м^2^0С$.

Дулаан өгөлтийн коэффициентийг дараах байдлаар тодорхойлно.

$$\alpha = \alpha_u + \alpha_k \quad (2.12)$$

Цацруулалтын дулаан өгөлтийн коэффициент:

$$\alpha_u = c \cdot \frac{\left(\frac{t_e + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_o + 273}{100}\right)^4}{t_e - t_o} \quad (2.13)$$

Энд: c – цацруулалтын коэффициент, $C=4.4... 5.0 \text{ Вт}/(м^2К^4)$, $C=3,8...4.3 \text{ ккал}/(цм^2С^4)$ байдаг.

t_e – цацруулалтын гадаргуугийн температур, 0С .

t_o – орчны агаарын температур (t_o –сувагт угсрагдсан бол сувгийн агаарын, t_o – өрөө тасалгааны дотор угсрагдсан бол дотор агаарын температур, t_o -ил агаарт угсрагдсан бол гадна агаарын температур), 0С .

Конвекцийн дулаан өгөлтийн коэффициентыг α_k дараах томъёогоор тодорхойлно.

а. Албадмал конвекцийн үеийн дулаан өгөлтийг $1м/сек$ -ээс дээш хурдтай салхитай, дулааны шугамын диаметр 0.3 м-ээс их байхад:

$$\alpha_k = 4.65 \cdot \frac{\omega^{0.7}}{d_e^{0.3}} \quad (2.14)$$

б. Ердийн конвекцийн үед:

$$\alpha_{\kappa} = 1.16 \cdot \sqrt[4]{\frac{t_e - t_o}{d_e}} \quad (2.15)$$

Дулаан тусгаарлагчийн гадаргуугийн конвекцийн дулаан өгөлтийн коэффициент нь $t_e - t_o$ температурын зөрүү 5...40 градус байхад $\alpha_{\kappa} \approx 3...6$ Вт/м² °С, өрөө тасалгаанд угсрагдсан шугамд конвекцийн болон цацруулалтын дулаан өгөлтийн коэффициентын нийлбэр утга нь $\alpha = \alpha_{\eta} + \alpha_{\kappa} = 6...14$ Вт/м²°С, орчны агаарын температур $t_o = 20^{\circ}\text{C}$ байхад $\alpha = \alpha_{\eta} + \alpha_{\kappa} = 8...12$ Вт/м²°С гэж практик тооцоонд ойролцоогоор тодорхойлдог.

Харин агаарын шугамын хувьд агаарын урсгалын хурд $\omega = 2\text{ м/с}$ байхад $\alpha_{\kappa} = 5...11$ Вт/м² °С, $\omega = 15\text{ м/с}$ байхад $\alpha_{\kappa} = 17...38$ Вт/м² °С байна. Агаарын шугамын хувьд $\alpha_{\eta} = 3...8$ Вт/м²°С орчим байна. Иймээс агаарын шугамд ойролцоогоор агаарын урсгалын хурд 5м/с байхад $\alpha = \alpha_{\eta} + \alpha_{\kappa} = 20\text{ Вт/м}^2 \cdot \text{C}$, агаарын урсгалын хурд 15м/с байхад $\alpha = \alpha_{\eta} + \alpha_{\kappa} = 35\text{ Вт/м}^2 \cdot \text{C}$ байна.

Дулаан тусгаарлагчийн гадаргуу дээр 150°С хүртэлх температуртай битүү өрөө тасалгаа болон суваг дахь шугам хоолойд:

$$\alpha_{\kappa} = 10.3 + 0.052(t_e - t_o) \quad (2.16)$$

Агаарын буюу ил шугам хоолойд:

$$\alpha_{\kappa} = 11.6 + 7\sqrt{\omega} \quad (2.17)$$

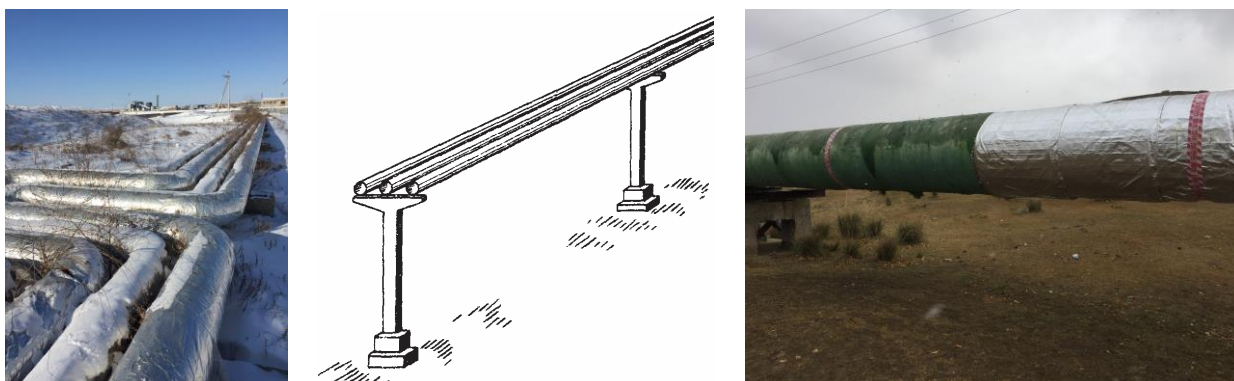
Энд: ω – агаарын хөдөлгөөний хурд, м/сек.

α_{κ} - коэффициентийг дараах хүснэгтэнд үзүүлсэнээр авахыг зөвшөөрнө. Учир нь дулаан өгөлтийн коэффициентийг 100% тодорхойлоход гарах алдаа нь дулааны алдагдалд 3-5%-тай байна.

Дулаан тусгаарлагч хийцийн гадаргуугаас орчны агаарт өгөх дулаан өгөлтийн коэффициент Вт/м ² *°С					Агаараас сувгийн ханад өгөх дулаан өгөлтийн коэффициент Вт/м ² *°С
Үл нэвтрэх сувагт	Хонгилд	Агаарт угсрагдсан шугамд агаарын жилийн дундаж тооцоот хурд, м/с			
		5	10	15	
8	11	20	30	35	8

2.3 Газар дээр агаарт ил угсрагдсан дулааны шугамын дулаан тусгаарлалтын алдагдалын тооцооны аргачлал

Дулааны шугам сүлжээний нэг гол үзүүлэлт нь түүний дулаалгын чанар юм. Дулааны шугам сүлжээний үйл ажиллагаа дулаалгын чанараас тодорхой хэмжээгээр хамаарах бөгөөд аль болох дулааны алдагдал багатай ажиллах ёстой.



Зураг 2.1. Газар дээр ил байрласан дулааны шугам

Дулааны шугамын дулаалгыг гол төлөв үнэ хямдтай, дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент багатай материалаар хийнэ. Дулаалгын материалын бүтэц, зузааныг (дулааны эсэргүүцэл) техник-эдийн засгийн тооцооны үндсэн дээр тогтоодог.

Дээрх үндсэн тэгшитгэлүүдийг ашиглан шугамын дулааны тооцоог тодорхой нөхцлүүдэд гүйцэтгэнэ.

Дулааны алдагдлын тооцооны аргачлал дулааны шугамын угсралтын төрлөөс хамаарч өөр байж болно.

Ил агаарт болон үйлдвэрлэлийн барилга дотор угсрагдсан дулааны шугам нь агаарын идэвхтэй хөдөлгөөнд оршдог учир зэргэлдээ орших дулааны шугамд үзүүлэх дулааны урсгалын нөлөөлөл үл мэдэгдэхүйц бага байна.

Дулаалгатай агаарын шугамын хувийн дулааны алдагдал, Вт:

$$q_{\text{дул}} = \frac{\tau - t_o}{\frac{1}{2\pi\lambda_{\text{дул}}} \cdot \text{Ln} \frac{d_{\text{дул},2}}{d_2} + \frac{1}{2\pi\lambda_{\text{бд}}} \cdot \text{Ln} \frac{d_{\text{б},2}}{d_{\text{дул},2}} + \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{бд},2} \cdot \alpha_2}} \quad (2.18)$$

Энд: $d_2, d_{\text{дул},2}, d_{\text{бд},2}$ – хоолойн гадна, хоолойн дулаалгын үндсэн давхаргын гадна болон бүрээсний давхаргын гадна диаметрууд, м

α_2 -Дулаан тусгаарлагчийн бүрээсний давхаргын гадна гадаргуугаас орчинд өгөх дулаан өгөлт

Дулаалгагүй дулааны шугам хувийн дулааны алдагдал, Вт:

$$q_{\text{дул.гүй}} = \pi \cdot d_2 \cdot \alpha \cdot (\tau - t_o) \quad (2.19)$$

Дулаалгын үр ашгийн коэффициент

$$q = \frac{q_{\text{дул.гүй}} - q_{\text{дул}}}{q_{\text{дул.гүй}}} \quad (2.20)$$

Дулаан тусгаарлах давхаргын дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент.

Дулаан тусгаарлагчийн дулаан физикийн үндсэн характеристик нь дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент. Дулаан тусгаарлагчийн зузаан үүгээр тодорхойлогддог. Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент гэдэг нь тухайн материал, хийцийн хувьд тогтмол бөгөөд тусгаарлагдаж буй 2 орчны температурыг нэгж хугацаанд 1 °С –ээр өөрчлөхөд материалын нэвтрэх дулааны тоо хэмжээ юм. Дулааны шугамын хувьд дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент хамгийн ихтэй нь металл, хамгийн багатай нь дулаан тусгаарлагч болно. Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент тухайн дулаан тусгаарлагчийн хувьд тогтмол боловч нягт, чийглэг, температураас хамаарч өөрчлөгдөж болно. Дулаалгын үе давхаргын дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентыг олохдоо тухайн материалын температур 0 градус байх үеийн λ_0 дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентыг 5 хувиас хэтрүүлэхгүйгээр нэмэгдүүлж авдаг. Энэ нь дулаан тусгаарлагчийн дотор ба гадна гадаргуугийн температурын зөрүүнээс үүсэх дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентын өөрчлөлтийг тооцох шаардлага гардаг.

Энэ температурын коэффициент $\beta_t = 0.0001 \dots 0.0003 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{С}^2$ байна.

Гадаргуугийн температур 20°С дээш байх нөхцөлд дулаалгын үе давхаргын дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\lambda = \lambda_0 + b \cdot t_{\text{дун}} \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{°С}) \quad (2.21)$$

λ -тухай өгөгдсөн дундаж температур дахь үндсэн дулаан тусгаарлах материалын дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент

b -температурын коэффициент

$t_{\text{дун}}$ -дулаан зөөгчийн дундаж температур.

$t_{\text{дун}}$ - дулаалгын давхаргын дундаж температур, °С;

Дулаан зөөгчийн дундаж температур, дулаан тусгаарлагчийн гана гадаргуугийн арфиметик дундаж температур.

$$t_{\text{дун}} = \frac{\tau_{\text{дун}} + t_{\text{дул.г}}}{2} \quad (2.22)$$

Хэрэв дулаан тусгаарлах хийц нь өрөө төсөлгөөнд, сувагт, хонгилд, барилгын чердак болон подвалд эсвэл зуны улиралд ил агаарт байрласан бол дулаан тусгаарлах хийцийн давхаргын дундаж температурыг $t_{\text{дун}} = \frac{\tau_{\text{дун}} + 40}{2}$,

Дулаан тусгаарлах хийц нь өвлийн улиралд агаарт ил байрласан бол $t_{\text{дун}} = \frac{\tau_{\text{дун}}}{2}$ гэж тооцоонд авна. Туршигдаж буй шугамын хувьд дулаан тусгаарлагчийн гадна гадаргуугийн температурыг хэмжсэн нөхцөлд хэмжилтийн утгаар нь авах нь зүйтэй. Гэвч энд сүлжээний өгөх буцах шугамын гадна гадаргуугийн температур, сувгийн орчны температуруудын харилцан нөлөөллийг тооцоход нилээд хүндрэлтэй.

Агаараар сунгасан дулаалгатай нэг метр урт шугамын дулааны алдагдлыг тодорхойлохын тулд тухайн шугамын дулааны эсэргүүцлийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\sum R = R_{\text{дул}} + R_{\text{бд}} + R_{\text{бд.о}} \quad (2.23)$$

энд: $R_{\text{дул}}, R_{\text{бд}}, R_{\text{бд.о}}$ – дулаалгын үе давхарга, бүрээсний үе давхарга, ба гадна гадаргуугийн дулааны эсэргүүцэл.

Эдгээр дараалсан эсэргүүцлээс $R_{\text{дв.х}}, R_{\text{ув}}$ – хоолойн дотоод гадаргуу ба хананы дулааны эсэргүүцэл хоёр нь нөлөө маш бага учир инженерийн тооцоонд тусгахгүй байж болно.

Шугамын дулаалгын үеийн дулааны эсэргүүцэл

$$R_{\text{дд}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\pi\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} \quad (2.24)$$

энд: λ_i – дулаалгын i -р үеийн дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент, $\text{Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$; d_{i+1}/d_i – дулаалгын i -р үеийн гадаад ба дотоод диаметр, м.

Дулаалгатай цилиндр хоолойн гадна гадаргуугийн дулааны эсэргүүцэл

$$R_{\text{дз.о}} = \frac{1}{\pi \cdot d_2 \cdot \alpha_2} \quad (2.25)$$

энд: α_2 – дулаалгын гадаргуугаас орчинд өгөх дулаан өгөлтийн коэффициент;

d_z – дулаалгын үеийн гадаад диаметр.

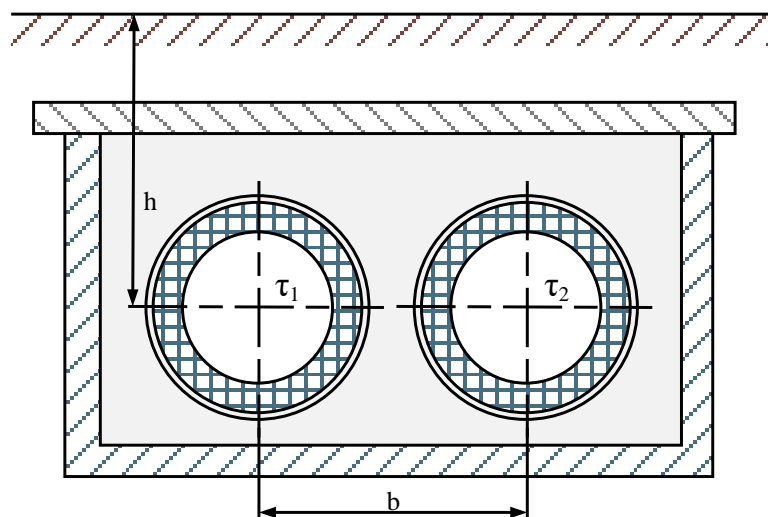
Дулаан өгөлтийн коэффициент агаарын буюу ил шугам хоолойд:

$$\alpha_k = 11.6 + 7\sqrt{\omega} \quad (2.26)$$

Энд: ω – агаарын хөдөлгөөний хурд, м/сек.

2.4 Сувагт угсрагдсан дулааны шугамын дулааны алдагдлын тооцооны аргачлал

Суваг дотор нэг ба хэд хэдэн дулааны шугам зэрэгцээ сунгасан байж болно.



Зураг 2.2. Сувагт байрласан дулааны шугам

Шугамын дулааны алдагдлыг тодорхойлохын тулд заавал суваг доторхи агаарын температурыг мэдэх шаардлагатай. Агаарын энэхүү температурыг дулааны балансын тэгшитгэлийг ашиглан тодорхойлно.

Шугамын дулааны алдагдлыг тодорхойлохын тулд заавал суваг доторхи агаарын температурыг мэдэх шаардлагатай. Агаарын энэхүү температурыг дулааны балансын тэгшитгэлийг ашиглан тодорхойлно.

Нэг хоолойт шугамын хувьд (2.2-р зураг) шугамын дулааны балансын тэгшитгэл

$$\frac{\tau - t_c}{R_{\text{ид}} + R_{\text{бд}} + R_{\text{бд.о}}} = \frac{t_c - t_0}{R_{\text{о.сүв}} + R_{\text{сүв}} + R_{\text{өн}}} \quad (2.27)$$

Эндээс сувгийн агаарын температурыг дараахь томъёогоор олно.

$$t_c = \frac{\frac{\tau}{R_{\text{дул}} + R_{\text{бд}} + R_{\text{бд.о}}} + \frac{t_0}{R_{\text{о.сыв}} + R_{\text{сыв}} + R_{\text{өн}}}}{\frac{1}{(R_{\text{дул}} + R_{\text{бд}} + R_{\text{бд.о}})} + \frac{1}{R_{\text{о.сыв}} + R_{\text{сыв}} + R_{\text{өн}}}} \quad (2.28)$$

Олон хоолойт шугамын дулааны баланс

$$\frac{\tau_1 - t_c}{R_1} + \frac{\tau_2 - t_c}{R_2} + \dots + \frac{\tau_n - t_c}{R_n} = \frac{t_c - t_a}{R_{c-0}} \quad (2.29)$$

Сувгийн температур

$$t_c = \frac{\tau_1 / R_1 + \tau_2 / R_2 + \dots + \tau_n / R_n + t_0 / R_{c-0}}{1 / R_1 + 1 / R_2 + \dots + 1 / R_n + 1 / R_{c-0}} \quad (2.30)$$

энд: t_0 – гадна орчны температур, түүний утгыг дулааны шугамыг сунгасан аргаас хамааруулан сонгоно. Агаарын шугамын хувьд гадна агаарын температураар, газар доорх шугамын хувьд хоолойн байрлалын тэнхлэгийн түвшин дэх хөрсний температураар тус тус авна. $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ –шугам тус бүрээр явж байгаа сүлжээний усны температур; R_1, R_2, \dots, R_n –шугам тус бүрийн дулаалгын дулааны нийт эсэргүүцэл; R_{c-0} –сувгийн хэсгийн нийт эсэргүүцэл.

Суваг доторхи агаарын температурыг тодорхойлсны дараа шугамын дулааны хувийн алдагдлыг хялбар тодорхойлно. Бид сувгийн температурыг хэмжиж тодорхойлсон болно.

2.5 Усан дулааны сүлжээний дулааны алдагдлыг тодорхойлох тооцоо-туршилтын аргачлал

Сүүлийн үед дулааны шугамын дулааны алдагдлыг шугам сүлжээний тодорхой хэсгийг зориуд сонгож бэлтгээд, тэр хэсэгтээ туршилт явуулах замаар туршиж тодорхойлох аргаас аль болох зайлс хийх аргыг нилээд эрэлхийлэх болсон. Өөр арга замаар тодорхойлох олон арга замуудын талаар хэвлэлүүдэд бичиж байгаа нь ихэвчлэн хэрэглэгч дээрх хэмжүүрийг ашиглан нийт сүлжээний дулааны алдагдлыг тодорхойлох боломжтой талаар бичиж байна. [Байбаков] Энэ нь бүх хэрэглэгчид хэмжүүржсэн, сүлжээний гидравлик горим тооцоот горимтойгоо нилээд дөхүү тогтворжсон үед ойролцоо гарах боломжтой байхаар харагдаж байна. Энэ нь дулааны алдагдалыг тухайн хэсэг бүр дээр тодорхойлох боломжгүй юм. Иймд дулааны шугамын хэсэг тус бүр дээр тодорхойлох тооцоо-туршилтын аргыг хэрэглэх оролдлого хийлээ. Энэхүү арга нь тухайн хэсгийн эхлэл ба төгсгөлийн температурыг хэмжих, температурын хожимдлын хугацаагаар сүлжээний усны урсгалын хурдыг тодорхойлсоноор сүлжээний усны зарцуулалтыг олох замаар дулааны алдагдлыг тодорхойлох арга юм. Хэсэг тус бүрийн эхлэл төгсгөл дээрхи температурыг санах байгууламж бүхий температур бичигчээр

тодорхой хугацаанд өгөгдсөн интервалаар хэмжиж тэр үед нь эх үүсгүүр дээр сүлжээний усны температурыг огцом өсгөж долгион үүсгэнэ. Хэмжилтийг 24...48 цагаар хийнэ. Өөрөөр хэлбэл ажиллаж байгаа сүлжээнд бүх хэсгүүдэд температурыг нэгэн зэрэг олон тооны хэмжүүрээр хэмжих бололцоотой. Харин нэгэн зэрэг хэсгүүдийн зарцуулалтыг хэмжих бололцоогүй байна. Иймд бодит нөхцөлд хэсгийн эхлэлээс төгсгөлд ирэх хугацааг тодорхойлсноор дулаан зөөгчийн дундаж хурдыг тодорхойлж тухайн хэсгээр урсах дулаан зөөгчийн дундаж хурдыг тооцооны аргаар олсны үндсэн дээр хэсгийн сүлжээний усны зарцуулалтыг бодож дулааны алдагдалыг тодорхойлно.

Энэхүү аргачлалын мөн чанар нь тухайн хэсэг дээр унах температурын уналтаар дулааны алдагдалыг тодорхойлох явдал юм.

$$Q = 900 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \rho \cdot c \cdot \omega \cdot \Delta t_{\text{дун}} \quad (2.31)$$

Q -дулааны цагийн алдагдал, кДж/цаг

d -дулааны шугамын дотоод диаметр, м

ρ -дулаан зөөгчийн нягт, кг/м³

ω -дулаан зөөгчийн дундаж хурд, м/сек

$\Delta t_{\text{дун}}$ -тухайн хэсэг дээрх температурын дундаж унал, °C

c -сүлжээний усны массын дулаан багтаамж, кДж/кг°C

$\Delta t_{\text{дун}}$ -Энэ хэмжигдэхүүнийг туршилтаар тодорхойлно гэдгийг анхаарах нь зүйтэй.

Дулаан зөөгчийн хурдаар дулаан зөөгчийн цагийн зарцуулалтыг тодорхойлох нь хэсгийн туршилтын үндсэн зарчим. Туршилт хийгдэж буй хэсгийн температурын долгионы шилжилтийн үргэлжлэх хугацааг туршилтын явцад хэсэг тус бүрд тодорхойлно.

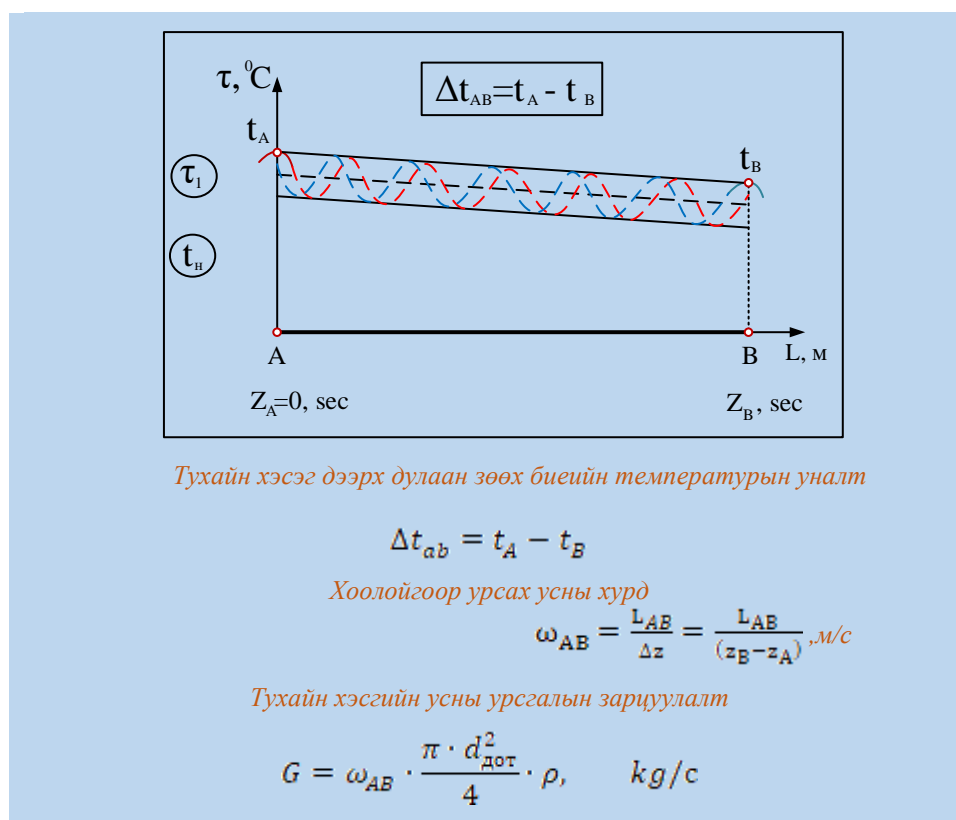
$$\omega = \frac{\ell}{t_{\text{хуг}}} \cdot \psi \quad (2.32)$$

ψ -дулаан тусгаарлагч ба хоолойн хананы дулаан хуримтлуулах үзэгдлийн шалтгаанаас үүссэн температурын долгион болон сүлжээний усны хурдны зөрүүг тооцсон коэффициент

ℓ -дулааны шугамын туршигдаж буй тухайн хэсгийн урт, м

Бид дулааны үүсгүүр (ТЭЦ)-ээс хугацааны агшинд гарч буй сүлжээний усны температур шугам хоолойн дагуу хэрхэн буурч буйг тодорхойлохын тулд ТЭЦ-ийн өгөх коллектор дах сүлжээний усны температурыг агшин зуур огцом өсгөж буцааж хэвийн байдалд оруулах замаар “ялгагдах” температур үүсгэж хэмжилт хийх нөхцөл бий болгох

аргыг ашигласан болно. L урттай дулааны шугамын дагуу сүлжээний усны температур хэрхэн бууралтаас зарцуулалт олох аргачлалыг зургаар үзүүлэв.



Зураг 2.3. Температурын уналтаар зарцуулалт тодорхойлох

Дулааны алдагдалыг тодорхойлохын тулд туршилтын дурын хэсгүүд дээр дараах тэгшитгэлийг бичиж болно.

$$\frac{Q_{\sigma}}{\Delta t_{\sigma}} = \frac{Q_m}{\Delta t_m} \quad (2.33)$$

$Q_{\sigma}, \Delta t_{\sigma}$ -туршигдаж буй магистрал шугам дээр туршилтаар тодорхойлогдох дулааны бодит алдагдал, температурын уналт

$Q_m, \Delta t_m$ - туршигдаж буй магистрал шугамын дулааны тооцоот алдагдал, температурын уналтын тооцоот утга.

Дулааны бодит алдагдалыг олбол.

$$Q_{\sigma} = \Delta t_{\sigma} \frac{Q_m}{\Delta t_m} \quad (2.34)$$

Нөгөө талаас дулааны тооцоот алдагдалыг дараах тэгшитгэлээр тодорхойлж болно.

$$Q_m = \sum K_{li} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i \quad (2.35)$$

ℓ_i - сүлжээний хэсэг тус бүрийн урт, м

K_{ℓ_i} - сүлжээний усны температур, гадна агаарын температурын 1°C зөрүү дэхь хоолойн хэсгийн 1 метр хэсгээс алдагдах дулааны алдагдал, Дж/м. $^\circ\text{C}$.ц

δt_i - сүлжээний усны болон суваг дахь агаарын температурын зөрүү. Хэрэв агаарт угсрагдсан шугамын хувьд сүлжээний усны температур, гадна агаарын температурын зөрүү.

δt_m - Тооцоот температурын ялгаварыг дараах үндэслэлээр тодорхойлно.

Тухайн хэсэг дээрх дулааны тооцоот алдагдалыг тодорхойлбол.

$$Q_{mi} = K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i \quad (2.36)$$

Нөгөө талаас

$$Q_{mi} = 3600 \cdot F_i \cdot u_i \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_i \quad (2.37)$$

F_i - тухайн хэсгийн хоолойн хөндлөн огтлолын талбай, м²

u_i - тухайн хэсгээр сүлжээний усны урсгалын дундаж хурд, м/сек

ρ - усны нягт, кг/м³,

Δt_i - тухайн хэсгийн температурын уналт, (хэсгийн эхлэл төгсгөлийн температурын зөрүү), $^\circ\text{C}$.

Тухайн хэсгийн температурын уналтыг олбол.

$$\Delta t_i = \frac{1}{3600 \cdot \rho \cdot c} \cdot \frac{K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i}{F_i \cdot u_i} \quad (2.38)$$

Эндээс

$$\Delta t_m = \frac{1}{3600 \cdot \rho \cdot c} \cdot \sum \frac{K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i}{F_i \cdot u_i} = \frac{1}{2826 \cdot \rho \cdot c} \cdot \sum \frac{K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i}{d_0^2 \cdot u_i} \quad (2.39)$$

Тухайн хэсгийн дулаан зөөгчийн хурдыг температурын долгионы шилжилтээр тооцож илэрхийлбэл.

$$u = \frac{u_e}{\varphi} \quad (2.40)$$

φ - хурдны коэффициентийг дараах илэрхийлэлээр ойролцоогоор тооцно.

$$\frac{1}{\varphi} = 1 + 3.6 \frac{\delta}{d} \left(1 + \frac{\delta}{d} \right) \cdot \left(1 + \frac{\sqrt{T}}{1000 \cdot \delta} \right) \quad (2.41)$$

d -хоолойн дотоод диаметр, м. δ -хоолойн ханын зузаан, м. T -температурын долгионы хагас үеийн хугацаа, цаг.

Хурдны коэффициентийг тооцсон тухайн хэсгийн температурын уналт

$$\Delta t_m = \sum \frac{K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i \cdot \varphi}{3600 \cdot \rho \cdot c \cdot F_i \cdot u_{ei}} = \sum \frac{K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i \cdot \varphi}{2826 \cdot \rho \cdot c \cdot d_o^2 \cdot u_{ei}} \quad (2.42)$$

Тухайн хэсгийн дулааны бодит алдагдал

$$Q_{\delta} = \Delta t_{\delta} \frac{Q_m}{\Delta t_m} \text{ Энэхүү тэгшитгэлд дээрхи тэгшитгэлүүдийг орлуулбал}$$

$$Q_{\delta} = \Delta t_{\delta} \cdot \frac{\sum K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i}{2826 \cdot \rho \cdot c \cdot \sum \frac{K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i \cdot \varphi}{d_o^2 \cdot u_{ei}}} = 2826 \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_{\delta} \cdot \frac{\sum K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i}{\sum \frac{K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i \cdot \varphi}{d_o^2 \cdot u_{ei}}}$$

$$Q_{\delta} = 2826 \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_{\delta} \cdot \frac{\sum K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i}{\sum \frac{K_{\ell_i} \cdot \ell_i \cdot \delta t_i \cdot \varphi}{d_o^2 \cdot u_{ei}}} \quad (2.43)$$

K_{ℓ_i} - сүлжээний усны температур, гадна агаарын температурын 1°C зөрүү дэхь хоолойн хэсгийн 1 уртааш метрт алдагдах дулааны алдагдал, Дж/м. $^{\circ}\text{C}$.ц.

Δt_i -тухайн хэсгийн температурын уналт, (хэсгийн эхлэл төгсгөлийн температурын зөрүү), $^{\circ}\text{C}$.

δt_i -сүлжээний усны болон суваг дахь агаарын температурын зөрүү.

Гуравдугаар бүлэг. ТӨВ ШУГАМЫН ДУЛААНЫ БОДИТ
**АЛДАГДЛЫГ ТОДОРХОЙЛОХ ХЭМЖИЛТ,
ТУРШИЛТЫН СУДАЛГАА**

3.1 Хэмжилтийн бэлтгэл ажил ба туршилт

Дархан хотын дулааны шугамын алдагдлыг тодорхойлох туршилтыг 2019 оны 10-р сарын 10-ны өдрийн 10⁰⁰ цагаас 10-р сарын 11-ний 15⁰⁰ цагийн хооронд Дарханы дулааны сүлжээ ТӨХК-ий инженер, техникийн ажилчидтай хамтран хийж гүйцэтгэв.

Хэмжилтийг дараах дараалалтай хийж гүйцэтгэхээр төлөвлөсөн:

- Туршилтын шаардлагатай цэгүүдийг тодорхойлж, хэмжих хэрэгсэл байрлуулах шугам хоолойг урьдчилан цэвэрлэж бэлтгэх.
- Дулааны сүлжээний тогтворжсон горимд диаметрын өөрчлөлтгүй дулааны өгөх ба буцах шугамын эхний ба төгсгөлийн хэсгийн ган хоолойн гадаргуугийн температур, дулаалгын материалын гадаргуугийн температур, сувгийн температур зэргийг хэмжих иbutton төхөөрөмжийг байрлуулж, 20 минут тутамд температурыг бичих.
- ДЦС дээр сүлжээний усны температурыг 10°C огцом өсгөн 1 цагийн хугацаанд тогтмол байлгасны дараа хэвийн горимд оруулж тогтворжуулан бичилт хийх.
- Тогтоосон цэгүүд дээр сүлжээний өгөх ба буцах шугамын зарцуулалтыг хэмжих.
- Дулааны тоолууртай төгсгөлийн цэгүүд дээр температурын даталогертэй ижил хугацаанд ижил интервалтай бүх параметруудийг гараар бичих.
- Дулаалгын материалын дулаан нэвтрүүлэх чадварт дээж бэлтгэх, шинжилгээ хийх.
- Хэмжилтийн утгыг боловсруулж, дараагийн туршилтын арга зүйг баталгаажуулах

Хэмжилтийн мэдээлэл авч буй хэмжүүрийг зөв байрлуулах, гараар бичилт хийхдээ хугацаа хоцроохгүй хариуцлагатай байх зэрэг зүйлсийг сайтар анхаарч эхний туршилтыг гүйцэтгэсэн.

Хэмжилт туршилтыг үр дүнтэй болгоход захиалагч байгууллагын зохион байгуулах комисс маш сайн ажиллан бэлтгэл ажлуудыг бүрэн хийж гүйцэтгэсэн байсан.

Хэмжилт ашигласан зөөврийн хэмжих хэрэгслүүдийн марк, зураг, үүрэг зориулалтыг хүснэгт 3.1-д үзүүлэв.

Хүснэгт 3.1

Хэмжилтэд ашигласан зөөврийн хэмжих хэрэгслүүд

№	Зураг	Багажны нэр	Марк	Зориулалт
1		Температурын мэдрүүр	1-wire button	Дулааны шугамын гадаргуу дээрх температур хэмжих.
2		Зарцуулалтын хэмжүүр	ДНЕПР-7	Хоолойгоор урсаж буй усны зарцуулалтыг хэмжих
3		Дулааны камер	“Testo 885-2 Deluxe”	Дулааны камер нь барилгын ерөнхийн гадаргуун температурын тархалт, дулааны алдагдлыг аль хэсэгт их байгааг тухайн хугацаанд бичиж хадгалан үр дүнг үзүүлдэг орчин үеийн дэвшилтэд хэмжих хэрэгсэл юм.
4		Тооцооллын програм	-	Хэмжилтийн багажуудаар бичилт хийсэн утгуудын үр дүнг боловсруулалт хийнэ.
5		Лазер термометр	TemPro-1200	Шаардлагатай гадаргуугийн температурыг харах.
6		Метр	-	Барилгын геометр хэмжээсийг барилгын зурагтай нийцэж байгаа эсэхийг тогтоох.

Туршилтын үед захиалагч болон гүйцэтгэгч талуудын ижил төрлийн хэмжүүрүүдийг харьцуулан туршилтуудыг хийж туршлага судлалцсан.

Дулааны алдагдлын туршилтыг хийх үйл ажиллагааг зохион байгуулах, дэг журмыг диспетчерийн үндэсний төв, дулааны цахилгаан станц, дулааны сүлжээ компаний нарийн уялдаа урьдчилан батлуулсан горим төлөвлөгөөний дагуу хийж гүйцэтгэсэн.

Хоёр талын зохион байгуулах комиссын уулзалтаар

- Хэмжилт, туршилтын талаар ерөнхий ойлголт, зааварчилгааг хэрхэн өгөх, хэмжилт туршилтын дэс дараалал;
- Туршилтын цэгүүдийг хэлэлцэн батлах;

- Туршилт эхлэхээс өмнө дулааны шугамд бэлтгэл хангасан талаар хэлэлцэн тохирох;
 - Дарханы дулааны цахилгаан станц ТӨХК-аас температурын горимын захиалгыг хэдээр тогтох ямар хугацаанд өөрчлөх;
- Зэрэг асуудлуудыг тодорхойлон ажлын төлөвлөгөөг нарийвчлан тохиролцсон.



Зураг 3.1. Туршилтыг удирдан зохион байгуулж буй инженерүүд ба зөвлөх багийн уулзалт

Хэмжилт эхлэхийн өмнө доорхи ажлыг хийсэн байх шаардлагатай:

Хүснэгт 3.2

Хэмжилт эхлэхийн өмнөх бэлтгэл ажил

Худгийн дугаар

Шугамын диаметр

Худагаас худаг хоорондын урт

Дарханы дулааны сүлжээний зураг, схем

Шугамын дулаалгын төрөл, зузаан

Хэмжүүр байрлуулах ИТА-ын багийг хуваарилах

Хэмжилт объектуудыг хариуцаж буй ИТА-ыг бэлэн байдалд байлгах.

Хэмжүүрүүдийн бэлэн байдлыг хангах

Температурын /ibutton/ хэмжүүрийн санах ойн интервалыг 20 минутаар тохируулан өгч хэмжүүрүүдийг ачааллах.

Зарцуулалтын зөөврийн хэмжүүрийн хэмжүүрүүдийн ажиллаж байгаа эсэхийг (датчикийн мэдрэмжийг) шалгах, цэнэглэх

Дулааны камерын ажиллагааны хэвийн байдлыг шалгаж нягтлах

Хэмжүүрүүдийг байрлуулах ба хураах

Дулааны сүлжээний өгөх ба буцах хоолойн гадаргуу ба дулаалгын материалын гадаргууд температурын хэмжүүр зөв байрлуулах
Сувгийн агаарын температурын хэмжүүрийг байрлуулах
Хэмжилтийн цэгүүд дээрх температурын мэдрүүрүүдийг тусгайлан дугаарласан уутанд хийж хурааж авах
Хэмжилт, туршилтын үеийн протокол хөтлөх

Нэгдүгээр хэмжилтийн үед K59-K62 худгийн хооронд шугамын байрлал солигддогыг анзааралгүй хэмжилтийг гүйцэтгэсэн. Өгөх ба буцах шугамын температурын мэдээллийг зэрэг бичсэн учир мэдээлэл боловсруулах үед зөрүүгүй болгосон.

3.2 Туршилтын зохион байгуулалт

Дархан хотын дулааны шугамын алдагдлыг тодорхойлох 1-р туршилтыг 2019 оны 10-р сарын 10-ны өдрийн 10⁰⁰ цагаас 10-р сарын 11-ний 15⁰⁰ цагийн хооронд 2-р туршилтыг 2019 оны 11-р сарын 22-ны 10⁰⁰ цагаас 11-р сарын 23-ны 12⁰⁰ цагийн хооронд Дарханы дулааны сүлжээ ТӨХК-ний ерөнхий инженер Б.Хүрэлтогоо ахлан инженер Л.Ганцэцэг, Г.Бадамгарав, Л.Дашчимэг, Д.Нямжаргал нар төслийн багийн гишүүдтэй хамт удирдан нийт 34 ИТА, ажилтан оролцож дулааны сүлжээний дулааны алдагдлыг тодорхойлох туршилтыг амжилттай гүйцэтгэсэн. Туршилтанд оролцсон багийн бүрэлдэхүүн болон хариуцаж хэмжүүр суурилуулах, бичил хийсэн байршлуудыг хүснэгт 3.3-3.5-т үзүүлсэн.



Зураг 3.2. Хэмжилтийн зааварчилгаа өгсөн байдал

Туршилтанд оролцож буй бүх бүрэлдэхүүнд хэмжилтийн ач холбогдол, хэмжүүр суурилуулах ба хурааж авах арга аргачлалуудыг урьдчилан зааварчилгаа өгсөн.

1-р туршилтанд оролцож температур, зарцуулалтын хэмжүүр байрлуулах, бичилт хийх ажлын хуваарилалт

№	Температурын хэмжилт хийх цэг	Ажилчдын нэрс	Утасны дугаар	
Туршилтын ажлын зохион байгуулах төслийн баг				
1	ШУТИС	П.Бямбацогт		
2		О.Пүрэвжал		
3		Б.Баяраа		
Туршилтыг удирдах ИТА				
1	ДДС	Л.Ганцэцэг	99042227	
2		Г.Бадамгарав	99048654	
3		Л.Дашчимэг	99022573	
Температурын хэмжүүр байрлуулах ИТА, ажилтан				
1	Ф800мм- Пенополиуретан	Д.Нямжаргал, Б.Энхтүвшин	99023780	99156860
2	К2	Д.Нямжаргал, Б.Энхтүвшин	99023780	99156860
3	К1	С. Ган, Б.Пүрэвхишиг	95007666	99208981
4	К2	С. Ган, Б.Пүрэвхишиг	95007666	99208981
5	К3	С. Ган, Б.Пүрэвхишиг	95007666	99208981
6	К12	Л.Ганбат, Д.Рэнцэнхорлоо	99066851	99408783
7	К14	Л.Ганбат, Д.Рэнцэнхорлоо	99066851	99408783
8	К15	Л.Ганбат, Д.Рэнцэнхорлоо	99066851	99408783
9	276	Л.Ганбат, Д.Рэнцэнхорлоо	99066851	99408783
10	282	Л.Ганбат, Д.Рэнцэнхорлоо	99066851	99408783
11	К26	Ч.Эрдэмбилэг, Ч.Батболд	99902072	99067523
12	К32	Н.Хайдав, Б.Чулуун-Эрдэнэ	99376206	99157324
13	К39	Н.Хайдав, Б.Чулуун-Эрдэнэ	99376206	99157324
14	К41	Н.Хайдав, Б.Чулуун-Эрдэнэ	99376206	99157324
15	К45	Д.Батмөнх, Т.Энхбаатар	99028921	94178787
16	К49	Д.Батмөнх, Т.Энхбаатар	99028921	94178787
17	К53	Д.Батмөнх, Т.Энхбаатар	99028921	94178787
18	К56	Н.Отгонбаяр, М.Пүрэвнэмэх	94099491	99406764
19	К62	Н.Отгонбаяр, М.Пүрэвнэмэх	94099491	99406764
20	К68	А.Амарболд, Г.Дэлгэрэх-Очир	99404394	99697791
21	К69	А.Амарболд, Г.Дэлгэрэх-Очир	99404394	99697791
22	К71	Р.Алтансүх, Ж.Амарсанаа	99043253	99900727
23	К75	Р.Алтансүх, Ж.Амарсанаа	99043253	99900727
24	К74	Р.Алтансүх, Ж.Амарсанаа	99043253	99900727
25	К76	Р.Алтансүх, Ж.Амарсанаа	99043253	99900727
26	К77	Р.Алтансүх, Ж.Амарсанаа	99043253	99900727
27	ДХТ5	Б.Даваа	88306206	
28	288 - ДХТ8	Т.Ганболд, Ө.Эрдэнэбаяр	99047637	99056079
29	ДХТ8-288.2	Т.Ганболд, Ө.Эрдэнэбаяр	99047637	99056079
30	ДХТ1	П.Ганбаатар	99025244	
31	ДХТ2	Л.Болор	70375270	
32	ДХТ3	Б.Амарбаясгалан	99399988	
33	ДХТ6	П.Баянтөр	99048647	
34	ДХТ7	М. Бадамцэцэг, Б.Мөнхдуулал	99374156	99124646
35	К78 - К81	Г.Гантулга, Р.Чимэддорж	99129980	99029164

36	K80	Г.Гантулга, Р.Чимэддорж	99129980	99029164
37	K93	Г.Гантулга, Р.Чимэддорж	99129980	99029164
38	K94	Г.Гантулга, Р.Чимэддорж	99129980	99029164
39	K81.9	Г.Гантулга, Р.Чимэддорж	99129980	99029164
Зарцуулалт хэмжих				
Хариуцсан төслийн багийн гишүүн Багш Б.Баяраа				
1	K70	Багш Б.Баяраа	88001091	
2	K65	Э.Сүхбат, Б.Болдбаатар	99102652	88280078
3	K15	Э.Сүхбат, Б.Болдбаатар	99102652	88280078
4	K276	Э.Сүхбат, Б.Болдбаатар	99102652	88280078
5	K27-63	Р.Очирдорж, Б.Уранцогт	99006547	
6	K28-41	Р.Очирдорж, Б.Уранцогт	99006547	
7	K26- салаа	Р.Очирдорж, Б.Уранцогт	99006547	

Хүснэгт 3.4

Дулааны тоолуурын заалт авсан ажилчдын нэрс

№	Хэрэглэгчийн нэр	Ажилчдын нэрс	Утасны дугаар
1	ДДЦС	Д.Нямжаргал, Э. Сүхбат, Г.Гантулга	
2	МИМ	Д.Батмөнх	99028921
3	17-р сургууль	Д.Рэнцэнхорлоо	99408783
4	Хүслийн хотхон	А.Амарболд	99404394
5	Онцгой байдал	Р.Алтансүх	99043253
6	ШУТИС	Б.Уранцогт	99544139
7	Төрөх тасаг	Л.Ганбат	99066851
8	Голомт банк	Г.Дэлгэрэхочир	99697791
9	Төмөрлөг	Б.Пүрэвхишиг	99208981
10	Минж	Б.Чулуун эрдэнэ	99157324
11	ДДС	А.Батэлзий	99043260
12	ДХТ№1	П.Ганбаатар	99025244
13	ДХТ№2	Л.Эрдэнэцэцэг	
14	ДХТ№3	П.Батзул	
15	ДХТ№4	Должинням	
16	ДХТ№13	Дархантуул	
17	ДХТ№6	П.Баянтөр	99048647
18	ДХТ№7	Б.Мөнхдуулал	
19	ДХТ№8	Т.Ганболд	
20	ДХТ№10	Ганбаяр	

Нэгдүгээр хэмжилт туршилтийг нийт 34 ИТА-ын бүрэлдэхүүнтэй гүйцэтгэж байсан бол хоёрдугаар хэмжилтийг 10 ИТА-ын бүрэлдэхүүнтэй туршилтыг хийж гүйцэтгэсэн.

2-р туршилтанд оролцож температур, зарцуулалтын хэмжүүр байрлуулах, бичилт хийх ажлын хуваарилалт

№	Температурын хэмжилт хийх цэг	Ажилчдын нэрс	Температурын хэмжүүрийн тоо	Утасны дугаар
Туршилтын ажлын зохион байгуулах төслийн баг				
1	ШУТИС	П.Бямбацогт		
2		О.Пүрэвжал		
3		Б.Баяраа		
Туршилтыг удирдах ИТА				
1	ДДС	Л.Ганцэцэг		99042227
2		Г.Бадамгарав		99048654
3		Л.Дашчимэг		99022573
4	ДДЦС	Д.Нямжаргал		99023780
5		Э.Сүхбат		99102652
Температурын хэмжүүр байрлуулах ИТА, ажилтан				
1	Ф800мм- Пенополиуретан К2 К80 К93 К81.9 Төмөрлөг ил шугам	Н.Хайдав, А.Бат-Өлзий	18	99976206
		Н.Хайдав, А.Бат-Өлзий		
		Н.Хайдав, А.Бат-Өлзий		
		Н.Хайдав, А.Бат-Өлзий		
		Н.Хайдав, А.Бат-Өлзий		
		Н.Хайдав, А.Бат-Өлзий		
2	К8 К12 К14 К15 276 282 К26 К32 К39 К41 К45 К49 К53 К62 К68 К69 К75 К74 К76 К77	Ч.Батболд, М.Ариунболд	12	99038545
6		Ч.Батболд, М.Ариунболд		
7		Ч.Батболд, М.Ариунболд		
8		Ч.Батболд, М.Ариунболд		
9		Ч.Батболд, М.Ариунболд		
10		Ч.Батболд, М.Ариунболд		
11		Д.Пүрэвхишиг, Г.Гантулга		
12		Д.Пүрэвхишиг, Г.Гантулга		
13		Д.Пүрэвхишиг, Г.Гантулга		
14		Д.Пүрэвхишиг, Г.Гантулга		
15		Н.Дарханбаяр, Багш Б.Баяраа Н.Дарханбаяр, Багш Б.Баяраа Н.Дарханбаяр, Багш Б.Баяраа Н.Дарханбаяр, Багш Б.Баяраа		
16	Н.Дарханбаяр, Багш Б.Баяраа			
17	Н.Дарханбаяр, Багш Б.Баяраа			
19	Н.Дарханбаяр, Багш Б.Баяраа			
20	Д.Пүрэвхишиг, П.Эрдэнэбаяр			
21	Д.Пүрэвхишиг, П.Эрдэнэбаяр			
23	Д.Пүрэвхишиг, П.Эрдэнэбаяр			
24	Д.Пүрэвхишиг, П.Эрдэнэбаяр			
25	Д.Пүрэвхишиг, П.Эрдэнэбаяр			
26	Д.Пүрэвхишиг, П.Эрдэнэбаяр			
			72	

Нэгдүгээр хэмжилтийн тоон мэдээллүүдийг боловсруулан дүн шинжилгээний хийсний үндсэн дээр хоёрдугаар хэмжилтийн аргачлал мэдрүүр байрлуулах цэг зэрэгт өөрчлөлтүүдийг оруулсан.



Зураг 3.3. Зарцуулалт хэмжиж буй байдал



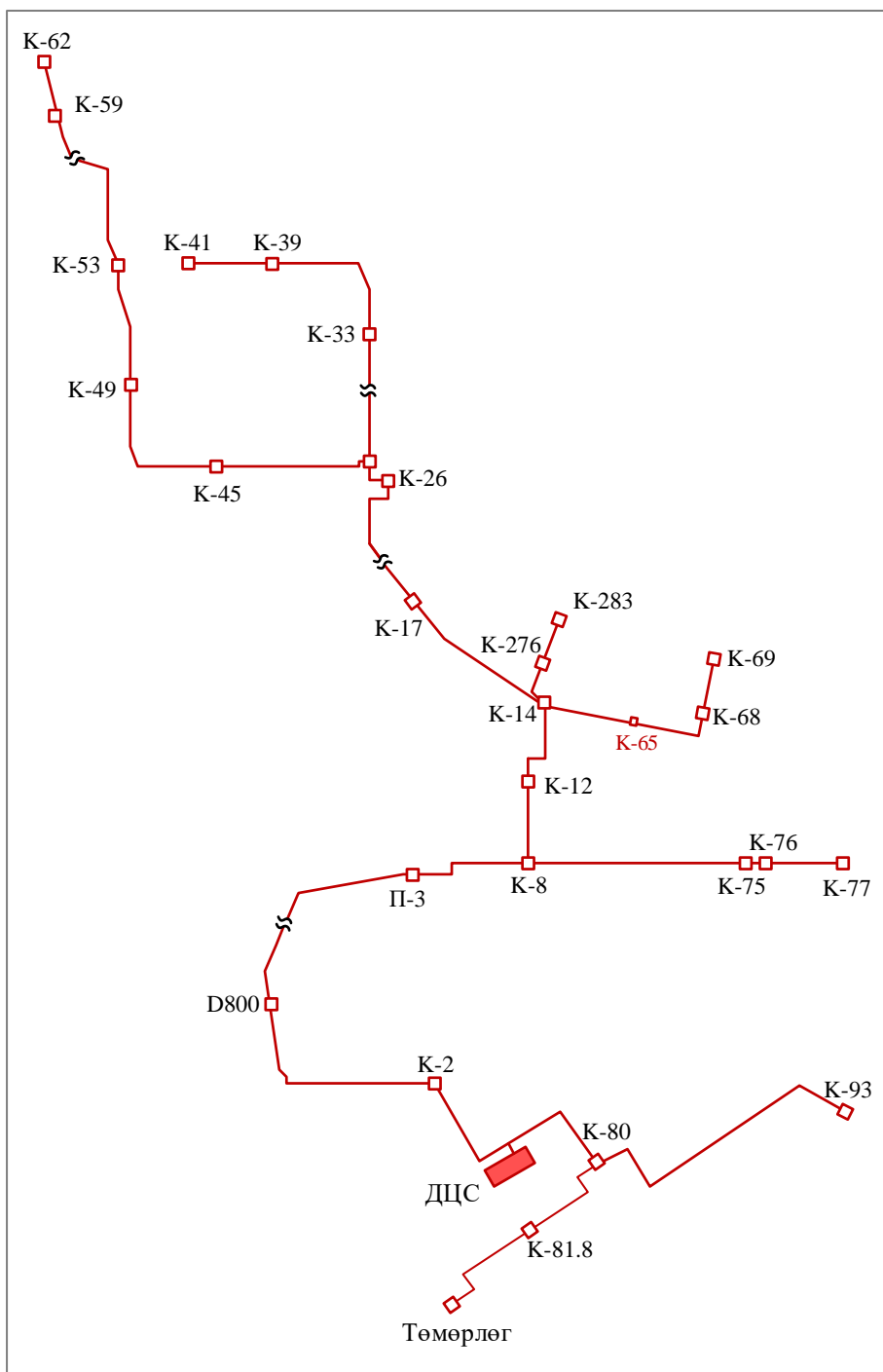
Зураг 3.4. Температурын мэдрүүрийг зөв байрлуулах зааварчилгааг хэмжилтийн бодит цэгт өгч байна



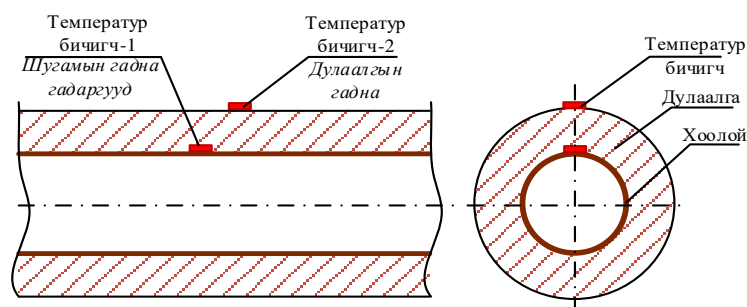
Зураг 3.5. Температурын мэдрүүрийг цуглуулж буй байдал

Хэмжилт туршилтын үр дүн анхдагч мэдээллийг хэр үнэн зөв авсанаас шууд хамаардаг учир хэмжилтийн суурилуулахаас авхуулаад хурааж авах бүх процессыг төслийн багийн гишүүд хянаж зааварчилгаа өгч ажилласан.

Дулааны шугамын 6 салаанд нэгдүгээр туршилтын үед 113 температурын мэдрүүр, хоёрдугаар туршилтын үед 72 температурын мэдрүүр байрлуулсан ба тэдгээрийн байрлалыг схемчлэн оруулсан.

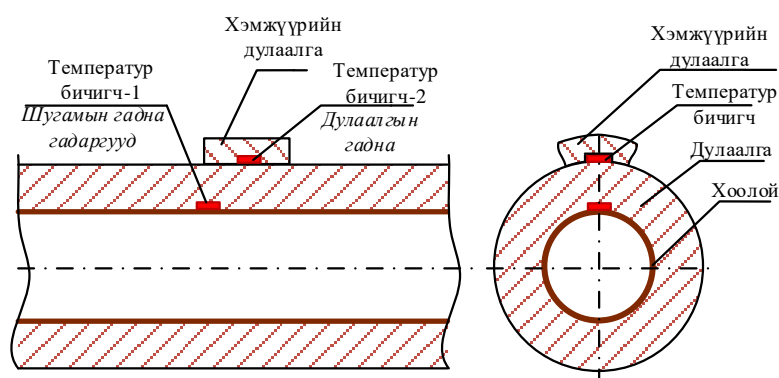


Зураг 3.6. Температурын мэдрүүрүүд суурилуулсан байршилүүд



Зураг 3.7. Температурын мэдрүүрийг дулааны шугамын гадаргууд байрлуулсан байдал

Нэгдүгээр туршилтаар дулааны шугамын гадаргуу дээр температурын мэдрүүрийг дээрх байдлаар байрлуулж хэмжилт авах үед ихэнх дулааны худагуудад хаалт зарим шугам хоолойн дулаалга байхгүй учир гадна гадаргуун мэдрүүрийн хувьд температурын нөлөөнд ихээр орж байсан учир хоёрдугаар туршилтанд дээрх алдаа дутагдлуудыг засаж дулаалгын материалын гадаргуун температурын мэдрүүрийн гадуур дулаан тусгаарлагч нэмж ороож өгсөн.



Зураг 3.8. 2-р хэмжилтийн үед температурын мэдрүүрийг дулааны шугамын гадаргууд байрлуулсан байдал

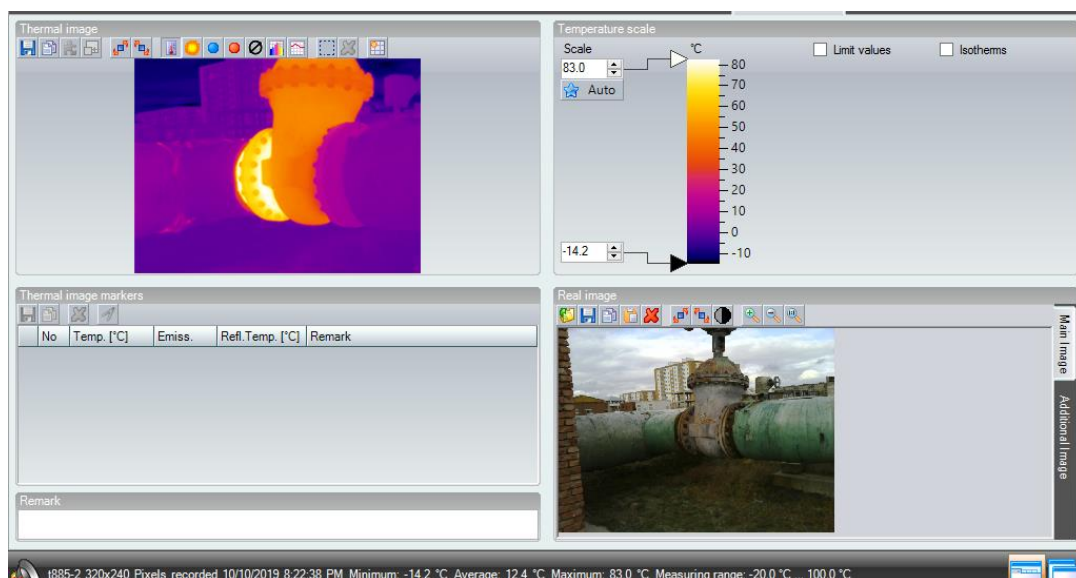
Ийм өөрчлөлт оруулан хэмжилтийг хийснээр гадна гадаргуун мэдрүүр температурын нөлөөлөлд бага өртөж байсан.

3.3 Туршилт, хэмжилтийн тоон өгөгдлийг боловсруулах

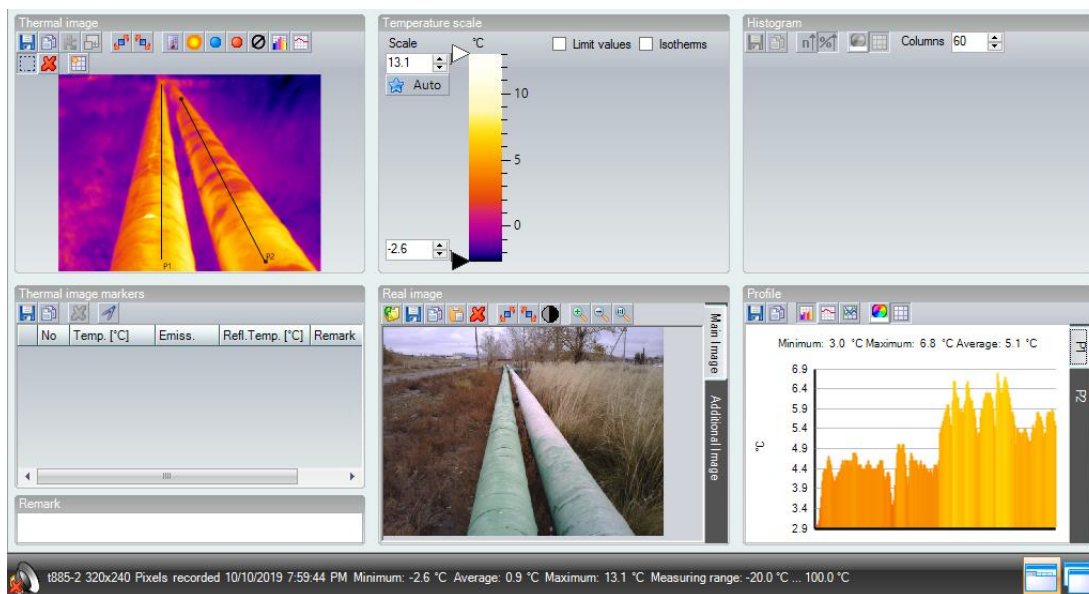
Хэмжилт туршилтын үр дүнг боловсруулах үед дулааны сүлжээний параметрууд динамик горимтой учир маш сонирхолтой тоон үзүүлэлтүүд гарсан.

Хэмжилтийн тоон үзүүлэлтэнд дулааны сүлжээний температурын уналт, уртын дагуух хугацааны хоцрогдол, гадаргуун температурын тоон утгуудын боловсруулалтыг нарийвчлан тодорхойлхыг зорьсон. Үүний тулд сүлжээний усны температурын тоон утгын температурын их зөрүүтэй давалгаа үүсгэж түүний тоон утгуудыг бүртгэснээр дээрх зорилгыг биелүүлэх юм.

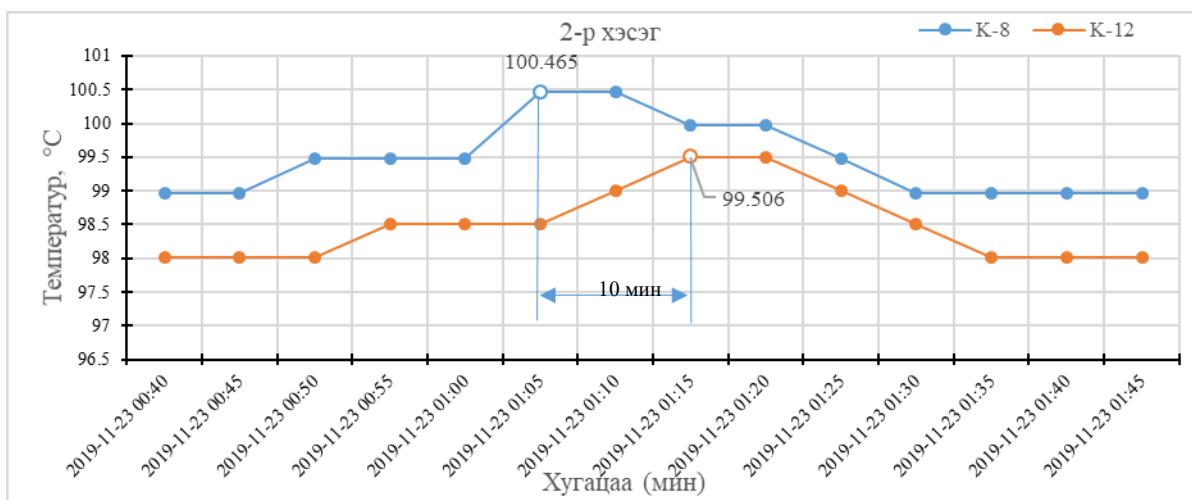
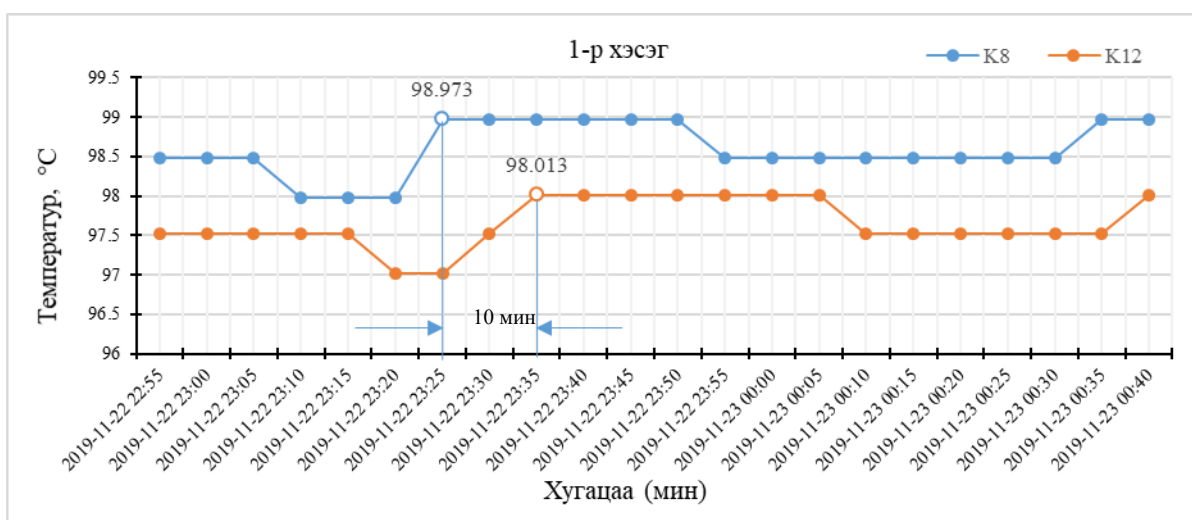
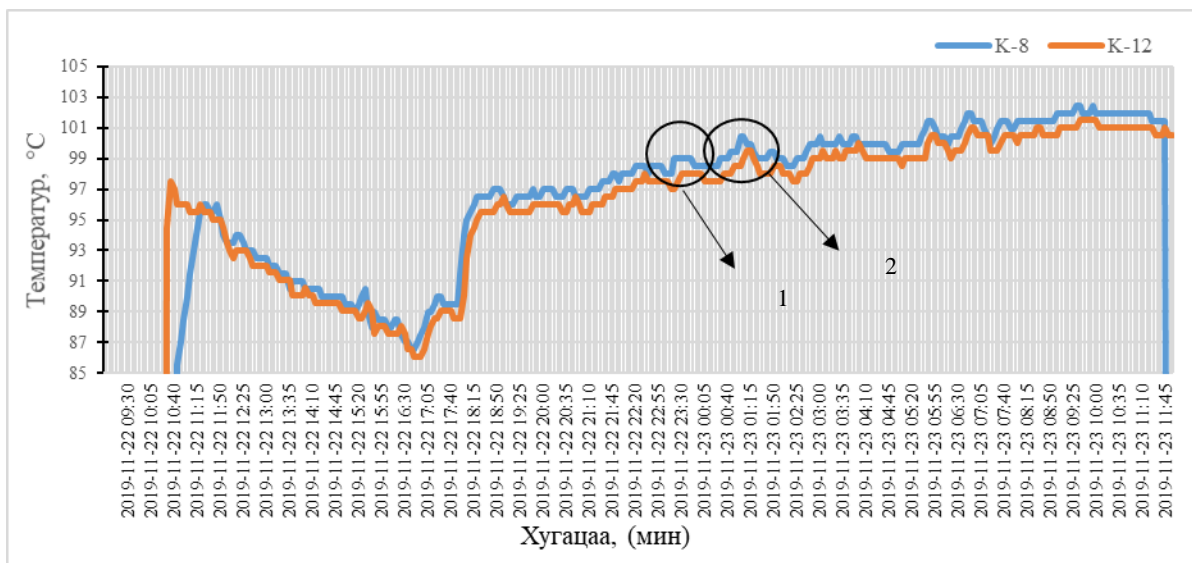
Дулааны шугамын гадаргуун дагаа темпеарурын тархалтыг дулааны камер ашиглан ил шугамд зураглал хийж үзсэн ба дулаалгын угсралт суурилуулалтын хувьд угсралтын алдаа дутагдалгүй хийгдсэн байна. Харин гадна орчинд байрладаг зарим нэг хаалтуудыг зориулалтын дулаалга ашиглан дулаалснаар дулааны эрчим хүч хэмнэх боломж бүрдэх боломжтой байна.



Зураг 3.9. Павильон-3 гадна гаргалгааны дулаалаагүй хаалт



Зураг 3.10. К62 худгийн оруулгын гадна өгөх шугамын гадаргуун температур

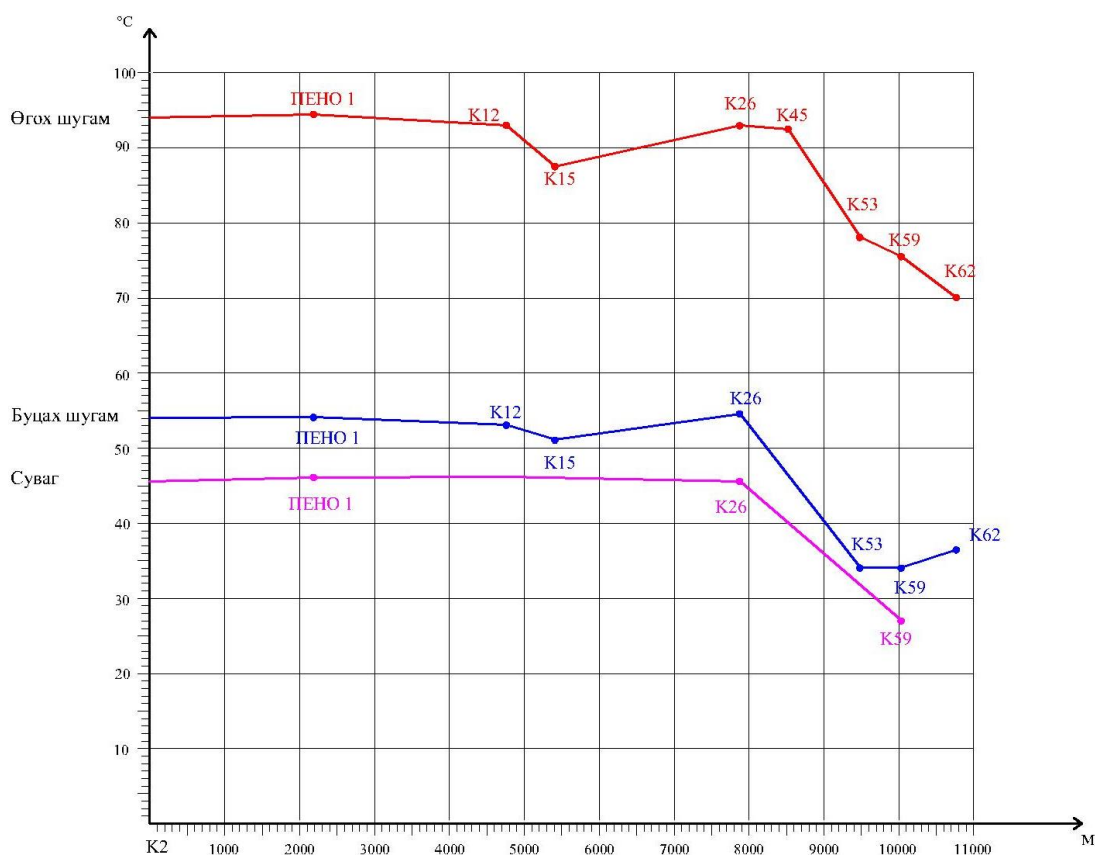


Зураг 3.11. 2-р тууршилтын хэмжилтийн цэгүүд хоорондын сүлжээний усны температурын уналт ба хугацааны хожимдол

K8-аас K12 хүртэлх сүлжээний усны температурын уналт ба хожимдлын хугацааг 1 ба 2-р хэсэгт нарийвчлан тодруулж үзүүлэв.

Хэмжилт хийсэн 27 байршлын температурын мэдрүүрээс авсан тоон мэдээллүүдийг өмнөх худагас дараагийн худаг хүртлэх тоон утгуудын хугацааны хоцрогдлыг дээрх байдлаар тус бүрд нь нарийвчлан температур ба хугацааг тодорхой харуулах зорилгоор 2 хэсгийг хэсэгчлэн тасдаж тусд нь томруулан график байгуулж хугацааны хоцрогдол ба температурын уналтыг нарийвчлан үзүүлсэн. Хавсралт 1-д дэлгэрэнгүй худаг хооронд мэдээллүүдийг хавсаргасан.

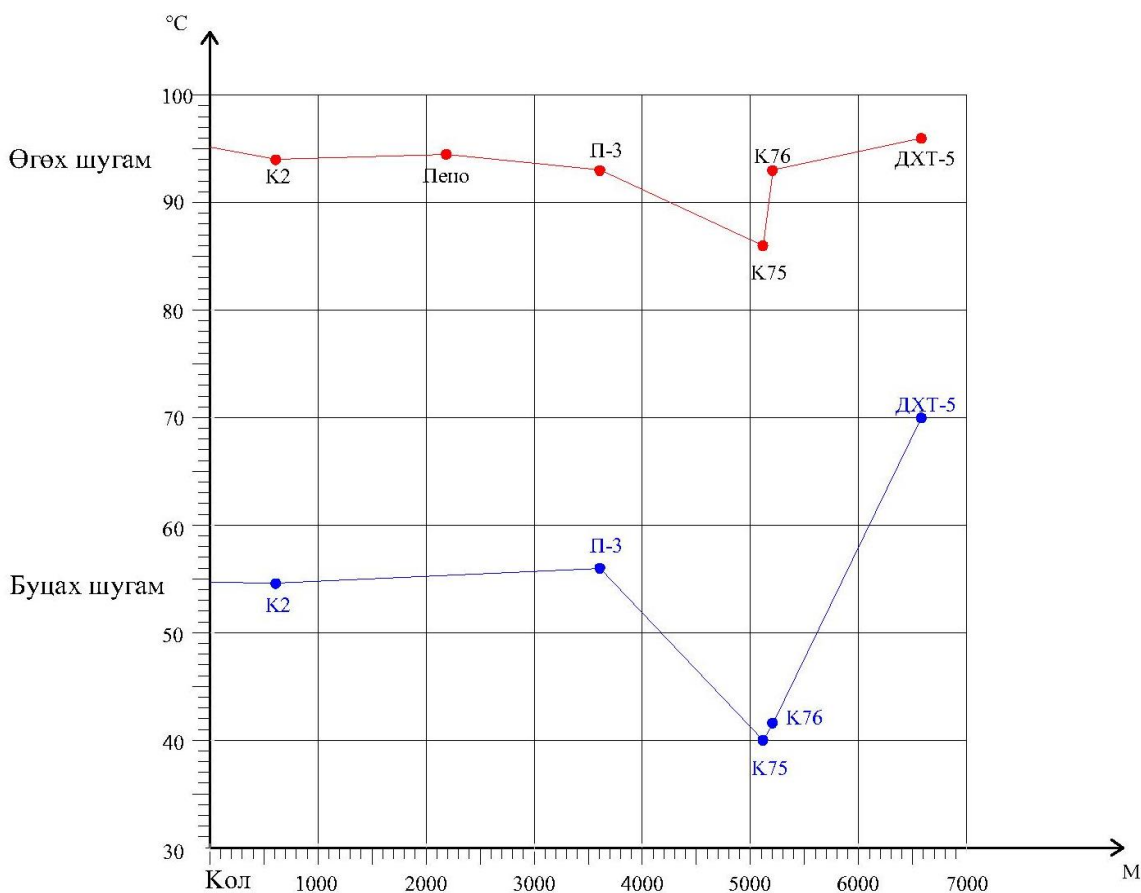
Хэмжилтийн үеийн температурын үр дүнгээр график байгуулав. Доорх график дээр K15 худгийн температурын тоон утга бага заасан байгаа бөгөөд уг худаг нь бүрэн газар доор суусан худаг биш бөгөөд газрын гадарга дээр дийлэнх хэсэг нь баригдсан байдаг учир температурын тоон утгын хувьд зөрүү гарсан бөгөөд ажлын 2-р шатны туршилтаар хэмжилтийг K14-р худагт хийсэн.



Зураг 3.12. K2-K62 худаг хүртэл сүлжээний өгөх, буцах усны температурын уналт ба сувгийн температурын тоон утга /нэгдүгээр хэмжилт/

Мөн Мангиртын амны чиглэлийн дулааны шугамын K75-р худагт температурын тоон утганд нилээд таамаглаагүй зөрүүтэй гарсан.

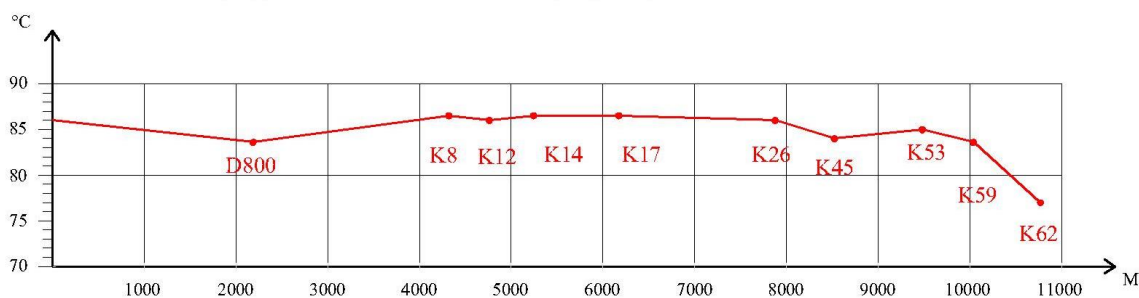
Дулааны сүлжээний хувьд сүлжээний усны температурын уналт ямар хэмжээтэй байгааг хоёр салаан хувьд нэгтгэн байгуулав.



Зураг 3.13. ДЦС-ын гаргалгаанаас 5-р дулаан хуваарилах төв хүртэл сүлжээний өгөх, буцах усны температурын уналт

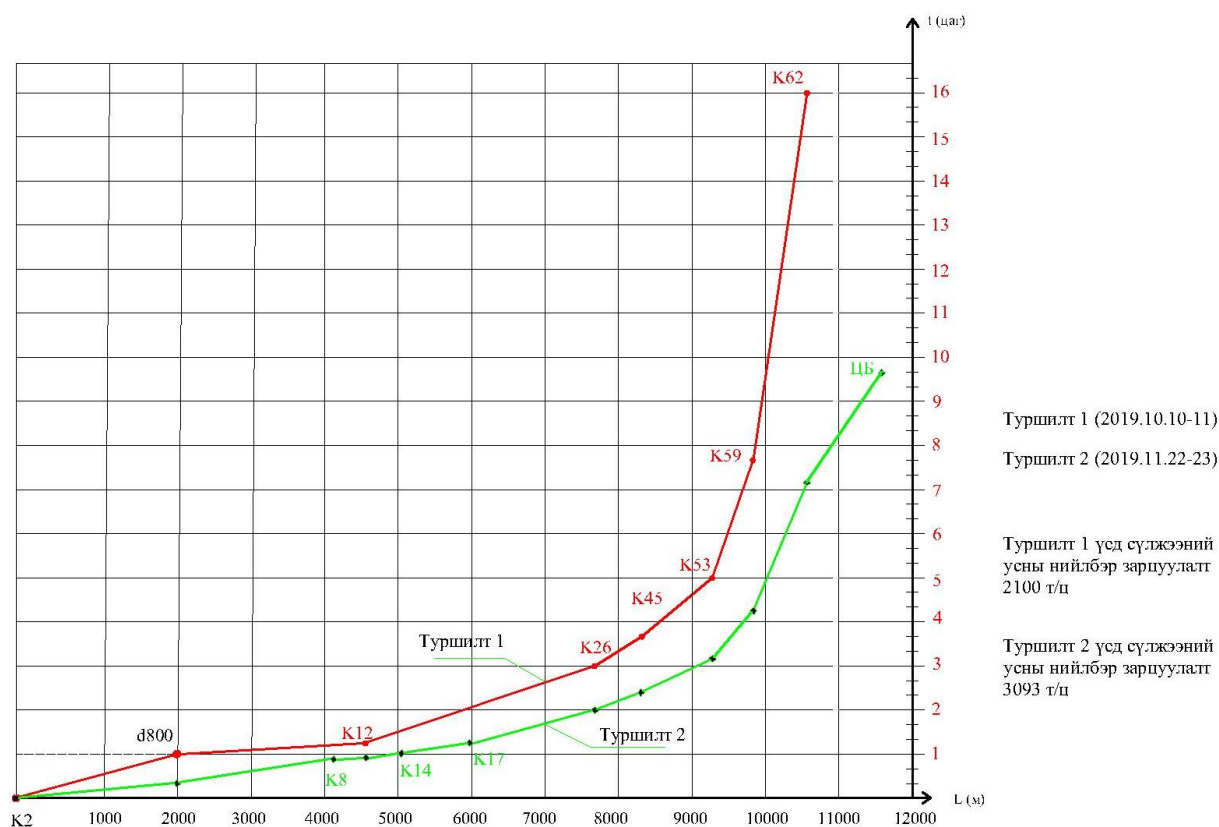
Дээрх графикаас харахад дулаан хуваарилах төвийн температурын мэдрүүр дулааны шугамын усны урсгалын төвд харин зөөврийн температурын мэдрүүрүүд шугамын гадна гадаргууд байрлах учир 2-3 хэмийн зөрүүтэй зааж байна.

Хэмжилтийн үр дүнг боловсруулах үед буцах усны температурын тоон утга дулааны хэрэглэгчийн онцлогоос хамаардаг учир 2-р хэмжилтэнд зөвхөн сүлжээний өгөх шугамын мэдээллийг бичилт хийсэн ба түүний температурын бууралтыг доорх график үзүүлэв.



Зураг 3.14. K2-K62 худаг хүртэл сүлжээний өгөх усны температурын уналт /хоёрдугаар хэмжилт/

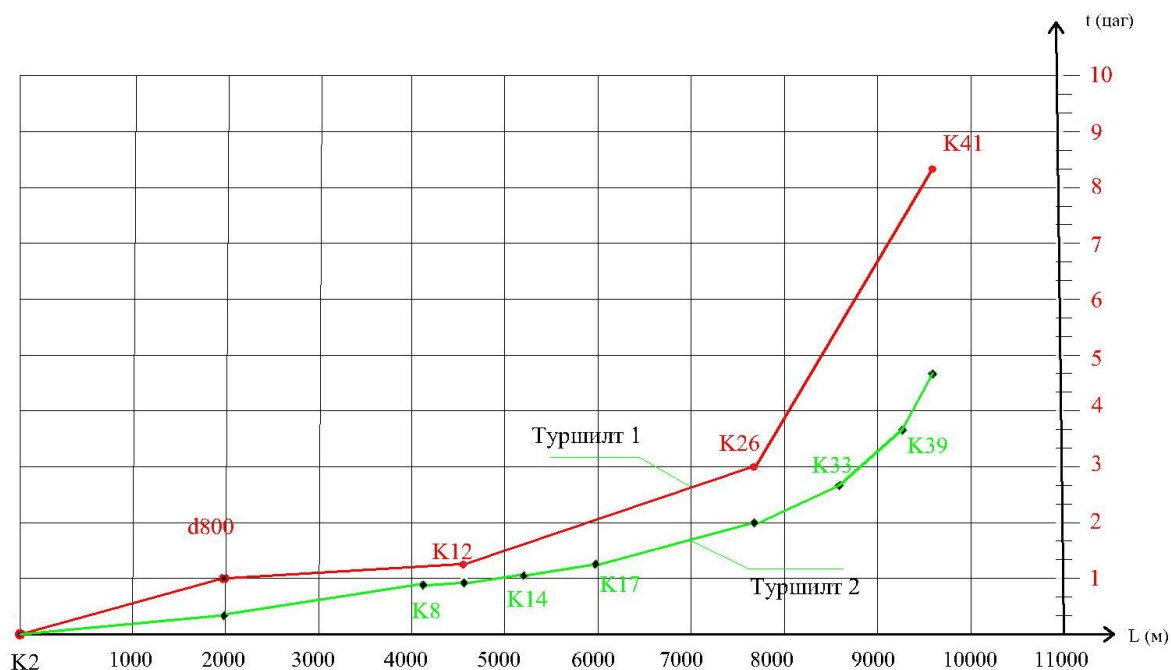
3.12 ба 3.14 графикуудыг харьцуулахад нэгдүгээр хэмжилтийн үед сүлжээний усны зарцуулалт 2100 т/ц хоёрдугаар хэмжилтийн үед 3093 т/ц зарцуулалттай түгээлт хийж байхад K2-оос K59-р худаг хүртлэх сүлжээний усны температурын уналтын зөрүү 15 хэмийн зөрүүтэй байна. Мөн хоцрогдлын хугацаа ч адил зөрүү ихтэй байсан.



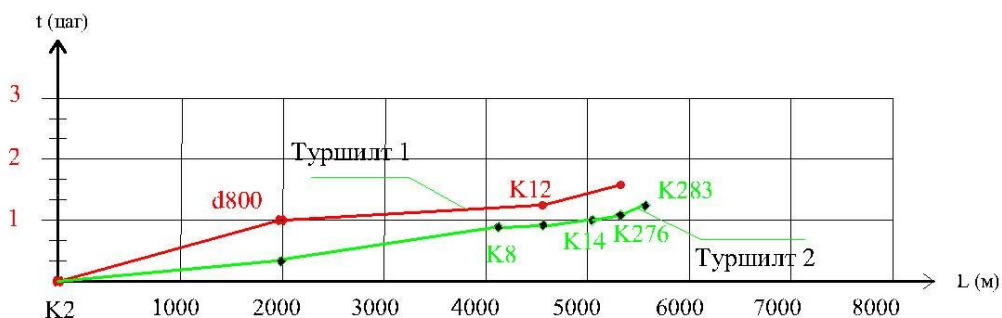
Зураг 3.15. K2-K62 худаг хүртэл сүлжээний өгөх усны хугацааны хоцролт

Туршилтын тоон утгаас харахад K45 худаг хүртэл дулааны ачаалал болон сүлжээний усны зарцуулалт их байгаа учир урсгалын хурд өндөр эх үүсгүүрээс үүсгэсэн температурын давалгааны тоон утга 3 цаг 40 минутын дараа хүрж байсан бол түүнээс цааш K62 худаг

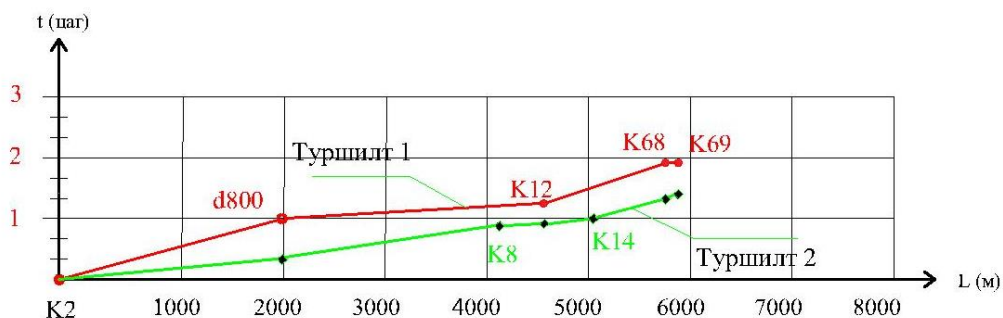
хүрэхэд 16 цаг байгаа нь сүлжээний усны зарцуулалт маш багатай байсныг илэрхийлж байна. Харин сүлжээний усны зарцуулалт нэмэгдсэн 2-р туршилтаар K45 худаг хүртэл 2 цаг 20 минут K62 худаг хүртэл 7 цаг 15 минутын хугацааны хоцрогдолтой байна. Энэ хугацааны хоцролтын тоон утгуудыг салаа тус бүрд график байдлаа илэрхийлсэн учир ашиглалтын горимын үед болон дараагийн судалгааны ажлуудад ашиглах боломжтой юм.



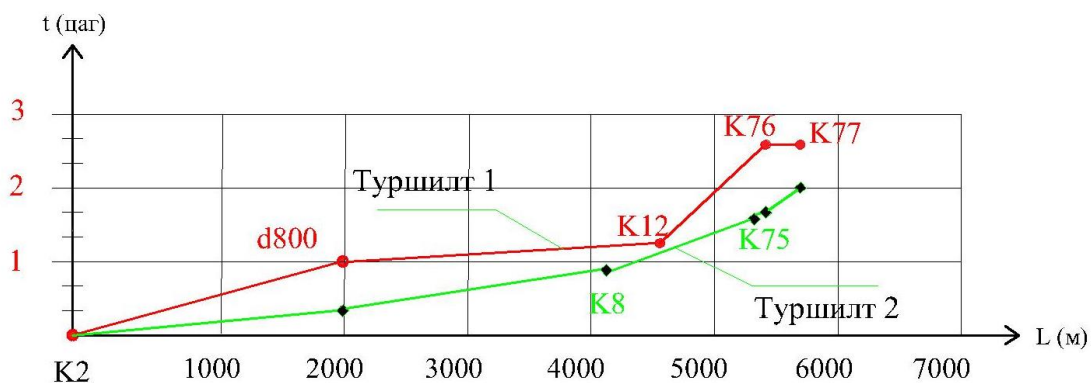
Зураг 3.16. K2-K41 худаг хүртэл сүлжээний өгөх усны хугацааны хоцролт



Зураг 3.17. K2-K283 худаг хүртэл сүлжээний өгөх усны хугацааны хоцролт



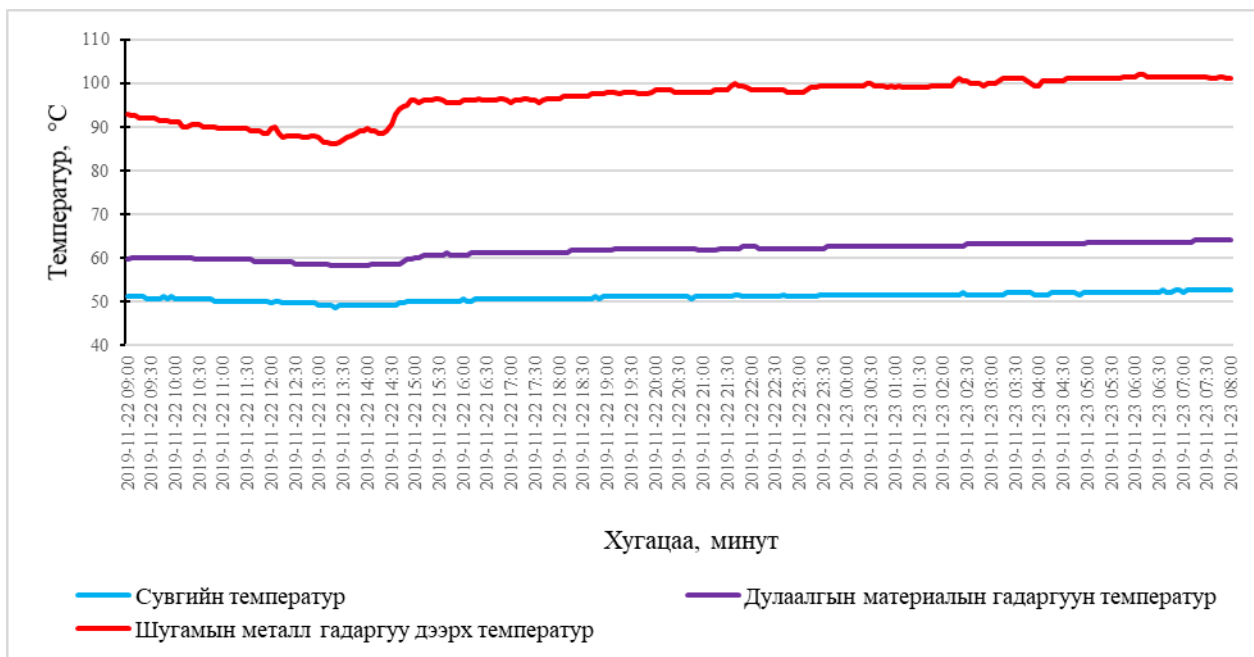
Зураг 3.18. К2-К69 худаг хүртэл сүлжээний өгөх усны хугацааны хоцролт



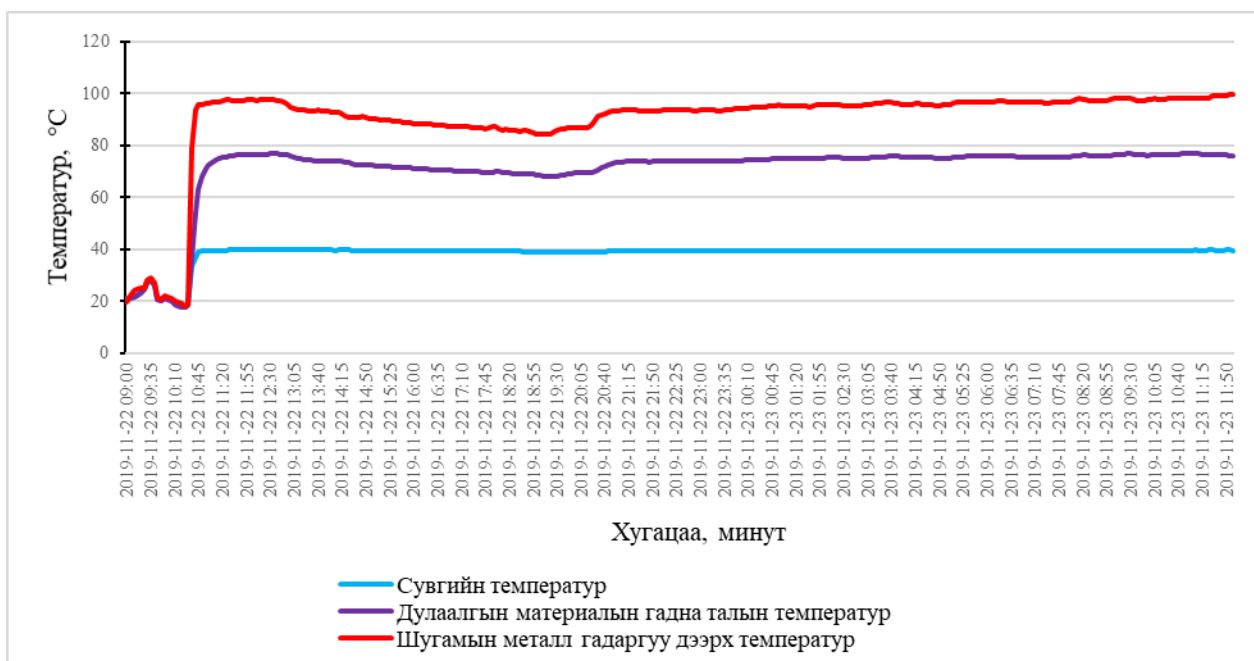
Зураг 3.19. К2-К77 худаг хүртэл сүлжээний өгөх усны хугацааны хоцролт

Дулааны шугамын дулааны алдагдлын туршилтын температурын мэдрүүрийн хэмжилтийн хугацааг нэгдүгээр хэмжилтийн үед 20 минут, хоёрдугаар хэмжилтийг 5 минутын давтамжтайгаар 26-31 цагийн турш тасралтгүй бичилтүүдийг хийж түүний үр дүнгээр тооцоог хийж гүйцэтгэсэн. Дараагийн тохиолдолд хэмжилт хийх давтамжийн хугацааг сүлжээний усны параметрын динамикт тааруулан 1 минутын давтамжтай авсанч болох юм. Хэрэв ингэж авсан тохиолдолд дээрх графикуудад өөрчлөлт орохгүй ч устгасан бүрээр өнгөрч буй сүлжээний усны зарцуулалтын тоон утгыг улам нарийвчлан тодорхойлох боломж бүрдэх сайн талтай.

Дархан хотын дулааны шугам сүлжээ сүүлийн жилүүдэд сайтар шинэчлэгдэн ашиглалтын горим сайжирч байна. Харин бага хэмжээтэй үлдсэн хуучин шугам сүлжээг засаж сайжруулснаар нөхцөл байдал улам сайжирна.



Зураг 3.20. K17 худгийн дулааны шугам, сувгийн температурын хэмжилтийн тоон утга



Зураг 3.21. K53 худгийн дулааны шугам, сувгийн температурын хэмжилтийн тоон утга

Дээрх хоёр графикаас харахад шугамын дулаалга сайн хийгдсэн K17-р худагын хувьд дулаан тусгаарлагч материалын дотор ба гадна гадаргуун температурын зөрүү 36°C байхад K53 худгийн хувьд 19°C температурын зөрүүтэй байна. K53-р худгийн хувьд азбест цементэн хуучний технологийн дулаалгатай байгаа шугамын төлөөлөл юм. Харин K17-р худгийн хувьд пенополуритан дулаалгатай шинэчлэгдсэн шугамтай.



Зураг 3.22. К62 худгийн дулааны шугам, сувгийн температурын хэмжилтийн тоон утга

Хэмжилт хийсэн худгуудын жишээ болгон 3 худгийн өгөх шугамын дулаалгын дотор ба гадна гадаргуун температурын тоон утгыг үзүүлэв. Мэдээж сувагт байгаа шугамын дулаалгын дотор ба гадна гадаргуун температурын зөрүү их байх тусам материалын дулаан тусгаарлах чадвар, дулаалгын ажлын чанарыг илтгэх үзүүлэлт юм.

Дөрөвдүгээр бүлэг. ДШС-НИЙ ДУЛААНЫ АЛДАГДЛЫН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮНГИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ, ТООЦОО

4.1. Туршилтын үр дүнг боловсруулах аргачлал, тооцоо

Туршилтын дүнд хэсгүүдийн дулааны алдагдлыг өгөх, буцах шугамд тус тусад нь тодорхойлно. Туршилтын горим тогтворжсон үеийн сүлжээний усны зарцуулалт (2.31-2.32) тэгшитгэлээр, хэсгүүдийн эхлэл төгсгөлийн температурын хэмжилтийн утгуудыг дундажилж авч бодно. Тооцооны үр дүнг хүснэгт 4.1-т үзүүлэв.

Хүснэгт 4.1.

*Дулааны төв шугамын хэсгүүдийн өгөх буцах
шугамын туршилтын үеийн дулааны бодит алдагдал*

Хэсгийн эхлэл төгсгөлийн дугаар		Угсра лтын төрөл	Голч	Урт	Зарцуулалт, г/ц		Температур, С				туршилтын үеийн дулааны бодит алдагдал өгөх ба буцах шугамд ккал/ц	
			Дн (м)	L (м)	Gc(ө)	Gc(б)	τ_n^H	τ_n^K	τ_o^H	τ_o^K	Q_{ni}	Q_{oi}
ДЦС	К2	Ил	0.630	331	2700.0	2565.0	99	98.5	59.2	59.2	162000.0	51300.0
К2	D800	Ил	0.8	1213.1	2700.0	2565.0	98.2	98.0	59.2	58.8	540000.0	974700.0
D800	К8	Ил	0.8	2461.7	2522.6	2396.5	97.2	97.0	58.8	58.5	479291.3	766866.2
К8	К12	Далд	0.8	476.1	1974.8	1876.0	97.0	96.9	58.5	58.5	315963.9	93801.8
К12	К14	Далд	700	488	1446.4	1374.1	96.9	96.8	58.5	58.4	144641.2	137409.1
К14	К17	Далд	600	930.6	988.3	938.9	96.8	96.5	58.4	58.1	266837.6	234718.3
К17	К26	Далд	600	1650.2	719.0	683.0	96.5	95.7	58.1	57.7	582367.6	307360.7
К26	К49	Далд	400	634	255.4	242.6	95.7	95.0	57.7	57.0	171088.4	157924.8
К49	К53	Далд	300	934.15	110.4	104.8	95.0	93.0	57.0	55.8	220713.8	125702.0
К53	К59	Ил	300	513.74	37.1	35.2	93.0	89.0	55.8	54.9	148356.5	32415.9
К59	К62	Далд	300	751	32.9	31.2	89.0	87.4	54.9	54.5	52575.0	12486.6
К8	К75	Далд	450	1220	230.0	218.5	97.0	95.5	58.4	57.7	354200.0	170430.0
К75	К76	Далд	350	297	120.0	114.0	95.5	94.8	57.7	57.5	84000.0	17100.0
К76	К77	Далд	250	80	45.0	42.8	94.8	94.7	57.5	57.4	3150.0	4275.0
К14	К66/68	Далд	350/300	692.3	169.8	161.3	96.8	95.6	58.0	57.8	198650.4	40324.3
К68	К69	Далд	250	128.15	59.6	56.6	95.6	95.2	57.8	57.7	25624.6	2830.6
К14	276	Далд	400	552	309.5	294.0	96.8	96.0	58.4	57.9	232103.0	146998.6
276	283	Далд	300	488	324.0	307.8	96.0	95.2	58.2	58.1	259192.4	30779.1
К27	К32	Далд	350	644.7	200.0	190.0	95.7	94.0	57.7	56.4	334000.0	229900.0
К32	К39	Далд	300	934.9	75.0	71.3	94.0	89.5	56.4	56.3	337500.0	9262.5
К39	К41	Далд	250	339.6	35.0	33.3	89.5	87.0	56.3	55.5	87500.0	26932.5
К78	К80	Ил	400	507	80.0	76.0	98.0	97.9	58.2	58.0	12001.7	15202.1
К80	81.8	Ил	400	507	80.0	76.0	98.0	97.9	58.2	58.0	12001.7	15202.1
К80	93	Ил	300	448.5	8.0	7.6	97.9	92.6	58.0	57.0	42000.0	7600.0
К818	Төмрлөг	Ил	250	1321	27.0	25.7	97.9	87.3	58.0	56.2	284850.0	46170.0
Бүгд		Ил		4756.8							1.2 Гкал/ц	1.8 Гкал/ц
		Далд		13724.9							3.8 Гкал/ц	1.6 Гкал/ц
		Бүгд		18481.7								5.0 Гкал/ц
Туршилтын үеийн сүлжээний нийлбэр дулааны алдагдал											8.4 Гкал/ц	

τ_n^H , τ_n^K - тухайн хэсгийн өгөх шугамын эхлэл төгсгөлийн усны дундаж температур , °C

τ_o^H , τ_o^K - тухайн хэсгийн буцах шугамын эхлэл төгсгөлийн усны дундаж температур , °C

c - 100°C хүртэлх температуртай усны дундаж дулаан багтаамж, ккал/кг°C ($c=1$ гэж авдаг)

Дулааны алдагдлын туршилтын үед хийгдсэн хэмжилтийн үр дүнг дараах байдлаар боловсрууллаа.

1. Туршилтын үед программд заагдсан бүхий л цэгүүдийн температурыг 5 минутын зайтайгаар санах байгууламж бүхий програмчлагдсан хэмжүүрээр хэмжсэн үр дүнг компьютерт авч тухайн хэсгийн эхлэлийн температурын бичилтийг тэрхүү хэсгийн төгсгөлийн температурын бичилттэй хугацааны хувьд давхцуулан байгуулсан графикаас хэсгийн эхлэл төгсгөлийн 2 цэгийн хооронд сүлжээний ус урсаж өнгөрөх бодит хугацааг тодорхойлсон. Энэхүү туршилтын үеийн бүх температурын хэмжилтийг графикыг хавсралт-1-д үзүүлэв.
2. Хэсгийн эхлэл төгсгөлийн температурын ялгаварыг тодорхойлохдоо хожимдлын хугацааг тооцсон хэсгийн эхлэл, төгсгөлийн температурын хэмжилтүүдийн утгыг дунджилан авсан болно. Температурын бичиглэлийн тоон утгаас хэмжилтийн цэг бүрийн дундажийг авсан ба түүнийг хавсралт 2-т харуулав.
3. Туршилтын үеийн гадна агаарын температур, сүлжээний усны зарцуулалтыг тухайн хэсгийн эхлэл, төгсгөлийн температурыг дунджилж авах үеийн гадна агаарын температурын ба сүлжээний усны зарцуулалтын дундаж утгуудыг харгалзуулан авлаа.

Үр дүнгийн боловсруулалтын тооцоонд туршилтын үеийн гадна агаарын температур, туршилтаар тодорхойлсон сүлжээний усны зарцуулалт, температурын дундаж утгаас гадна тооцоонд шаардагдах бусад өгөгдлүүдийг дараах байдлаар тооцож авав.

Үүнд:

- | | |
|--|--|
| 1. Халаалтын улиралын температурын график | $\tau_1' / \tau_2' = 130 / 70^\circ C$ |
| 2. Халаалтын улиралын гадна агаарын тооцоот температур | $t_{x.za}' = -38^\circ C$ |
| 3. Халаалтын улиралын дундаж гадна агаарын температур | $t_{x.za}^{дун} = -7.9^\circ C$ |
| 4. Гадна агаарын жилийн дундаж температур | $t_{га}^{жсил.дун} = 0.3^\circ C$ |
| 5. Хөрсний жилийн дундаж температур | $t_{хорс}^{жсил.дун} = 3.6^\circ C$ |

6. Сүлжээний өгөх шугамын усны жилийн дундаж температур $\tau_1^{жил.дун} = 78^\circ C$

7. Сүлжээний буцах шугамын усны жилийн дундаж температур $\tau_2^{жил.дун} = 48.2^\circ C$

(Сүлжээний өгөх усны температурыг халаалтын улиралд сар бүрийн гадна агаарын дундаж температурт харгалзах $130/70^\circ C$ -ын температурын графикийн утгаар, халаалтын бус улиралд сүлжээний өгөх усны температурыг $70^\circ C$ -аар авч дунджилсан утга).

8. Туршилтын үеийн хөрсний дундаж температур (11-р сарын дундаж) $t_{хорс}^{сар.дун} = 3.9^\circ C$

4.2 Туршилтын үеийн дулааны бодит алдагдлыг норматив

алдагдалтай харьцуулсан тооцоо, шинжилгээ

Тухайн сүлжээний дулааны алдагдлын ашиглалтын нормыг туршилтын дүнг үндэслэн боловсруулахдаа хэсэг бүрийн алдагдлын хэмжилтийн бодит утгыг дулааны алдагдлын норматив утгатай харьцуулж үздэг.

Туршигдсан хэсэг тус бүрийн дулааны алдагдлын хэмжилтийн бодит утгыг норматив утгатай харьцуулахын тулд тухайн сүлжээний жилийн дундаж нөхцөлд (гадна агаарын болон өгөх буцах усны температур) урдчилан тооцоо хийсэн байх ёстой.

Сүлжээний ажиллагааны жилийн дундаж нөхцөлд шилжүүлэн тооцсон дулааны бодит алдагдлыг далд угсрагдсан сүлжээний өгөх, буцах шугамын нийлбэрээр дараах томъёогоор олно.

$$Q_{ни} = Q_{n.ни} + Q_{o.ни} = \frac{Q_{ни} (t_n^{cp.z} - t_{sp}^{cp.z}) + Q_{ou} (t_o^{cp.z} - t_{sp}^{cp.z})}{\frac{t_n^H + t_n^K + t_o^H + t_o^K}{4} - t_{sp.u}}; \text{ ккал/ц} \quad (4.1)$$

Ил шугамын хувьд өгөх буцах шугамыг тус тусад нь бодно.

$$Q_{n.ни} = \frac{Q_{ни} (t_n^{cp.z} - t_{г}^{cp.z})}{\frac{t_n^H + t_n^K}{2} - t_{г.u}}; \text{ ккал/ц} \quad (4.2)$$

$$Q_{o.ни} = \frac{Q_{ou} (t_o^{cp.z} - t_{г}^{cp.z})}{\frac{t_o^H + t_o^K}{2} - t_{г.u}}; \text{ ккал/ц} \quad (4.2a)$$

Энд: Q_{nni} , Q_{oni} - жилийн дундаж нөхцөлд бодсон сүлжээний хэсгийн дулааны бодит алдагдал, ккал/ц,

$t_{г.и}$, $t_{в.и}$ - туршилтын үеийн хөрсний ба гадна агаарын дундаж температур , °С

Туршилтын үеийн дулааны шугамын бодит алдагдлын жилийн дундаж нөхцөлд тооцсон дулааны алдагдлын тооцооны үр дүнг 4.2 дугаар хүснэгтэд нэгтгэв.

Хүснэгт 4.2

Дулааны төв шугамын хэсгүүдийн өгөх буцах шугамын туршилтын үеийн дулааны бодит алдагдлыг сүлжээний ажиллагааны жилийн дундаж нөхцөлд шилжүүлэн тооцсон дулааны бодит алдагдал

Хэсгийн эхлэл төгсгөлийн дугаар	Угсрал т-ын төрөл	Голч	Урт	Температур, С								Жилийн дундаж нөхцөлд тооцсон дулааны алдагдал, ккал/ц	
				Dн (м)	L (м)	$\tau_{1.жил.дун}$	$\tau_{2.жил.дун}$	$t_{хорс.жил.дун}$	$t_{га.жил.дун}$	$t_{хорс.т.жил.дун}$	$t_{га}^{1.тури}$	$t_{га}^{2.тури}$	$Q_{п.н.и}$
ДЦС	К2	Ил	0.630	331	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	-14.0	-14.0	111858.2	33564.7
К2	D800	Ил	0.8	1213.1	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	-14.0	-14.0	374290.8	639475.8
D800	К8	Ил	0.8	2461.7	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	-14.0	-14.0	335186.9	624584.2
К8	К12	Далд	0.8	476.1	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	49.6	49.6	252689.6	76657.1
К12	К14	Далд	700	488	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	62.8	62.8	115837.5	112448.6
К14	К17	Далд	600	930.6	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	51.0	51.0	214126.3	192700.1
К17	К26	Далд	600	1650.2	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	51.0	51.0	470064.0	253974.7
К26	К49	Далд	400	634	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	35.0	35.0	139213.4	131839.2
К49	К53	Далд	300	934.15	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	39.5	39.5	182254.3	106787.9
К53	К59	Ил	300	513.74	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	39.5	39.5	126724.7	28105.5
К59	К62	Далд	300	751	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	-14.0	-14.0	38273.8	8108.6
К8	К75	Далд	450	1220	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	41.4	41.4	285385.3	140398.6
К75	К76	Далд	350	297	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	39.4	39.4	68511.3	14208.8
К76	К77	Далд	250	80	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	51.7	51.7	2580.1	3560.5
К14	К68	Далд	350/300	692.3	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	44.2	44.2	160186.3	33320.3
К68	К69	Далд	250	128.15	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	32.6	32.6	20843.7	2345.5
К14	276	Далд	400	552	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	53.4	53.4	186736.6	120961.9
276	283	Далд	300	488	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	46.5	46.5	210293.5	25304.1
К27	К32	Далд	350	644.7	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	47.0	47.0	273267.7	192935.2
К32	К39	Далд	300	934.9	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	37.1	37.1	285828.1	7872.5
К39	К41	Далд	250	339.6	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	-14.0	-3	77178.4	23097.6
К78	К80	Далд	400	507	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	-14.0	-3	9496.7	12509.5
К80	81.8	Далд	300	448.5	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	-14.0	-3	0.0	0.0
К80	93	Далд	250	1321	78.0	48.2	3.6	0.3	3.9	-14.0	-3	238994.5	38706.4
Бүгд	Ил			4519.5								859609.6	1305733.3
	Далд			14568.9								3106085.7	1325034.0
	Бүгд			19088.4								3965695.3	2630767.3
Туршилтын үеийн сүлжээний нийлбэр дулааны алдагдал												6.6 Гкал/ц	

Жилийн дундаж нөхцөлд тооцсон дулааны алдагдал $Q_{н.и}$; $Q_{nn.и}$; $Q_{он.и}$ -ыг дулааны норматив $Q_{н.нор}$; $Q_{п.нор}$; $Q_{о.нор}$ алдагдалтай харьцуулна.

Тухайн сүлжээний норматив дулааны алдагдлыг тодорхойлохдоо “Норм”-д заагдсан хувийн дулааны алдагдлыг үндэслэн тухайн орон нутгийн гадна агаарын болон сүлжээний усны жилийн дундаж температурын утганд дараах томъёогоор шилжүүлэн бодож олно.

Далд шугамын хувьд:

$$Q_{нор} = Q_{н.нор} + Q_{о.нор} = \sum \beta \cdot q_{нор} \cdot L \quad (4.3)$$

$$q_{нор} = q_{н.нор} + q_{о.нор} = \left[q_{н(90)} + q_{н(50)} \right] \sqrt{\frac{\tau_1^{ж.дун} + \tau_2^{ж.дун} + \tau_{хорс}^{ж.дун}}{130}} \quad (4.4)$$

Ил шугамын хувьд:

$$Q_{н.нор} = \sum \beta \cdot q_{н.нор} \cdot L \quad (4.5)$$

$$Q_{о.нор} = \sum \beta \cdot q_{о.нор} \cdot L \quad (4.5a)$$

$$q_{н.нор} = \frac{(q_{н(100)} + q_{н(75)}) \cdot (\tau_1^{ж.дун} - t_{га}^{ж.дун}) + 95 \cdot q_{н(75)} - 70 \cdot q_{н(100)}}{25} \quad (4.6)$$

$$q_{о.нор} = \frac{(q_{н(75)} + q_{н(50)}) \cdot (\tau_2^{ж.дун} - t_{га}^{ж.дун}) + 95 \cdot q_{н(50)} - 70 \cdot q_{н(75)}}{25} \quad (4.6a)$$

Хувийн дулааны алдагдлыг үндэслэн тухайн орон нутгийн гадна агаарын болон сүлжээний усны жилийн дундаж температурын утганд шилжүүлэн тооцсон сүлжээний норматив дулааны алдагдлын тооцооны үр дүнг хүснэгт 4.3-т харуулав.

Тооцооллын үр дүнд ямар тоон утга гарч буй ба тэдгээрийн хоёрдугаар аргатай харьцуулан үзэж зөрүү үүсч буй учир шалтгааныг тодруулах зорилгоор үр дүнгүүдийн боловсруулалтыг сайтар тооцож үзсэн.

Хүснэгт 4.3.

Гадна агаарын болон сүлжээний усны жилийн дундаж температурын утганд шилжүүлэн тооцсон сүлжээний норматив дулааны алдагдал

Хэсгийн эхлэл төгсгөлийн дугаар	Угсралтын төрөл	Голч	Урт	өгөх		Буцах	Хувийн дулааны алдагдалын норм, qнор, ккал/м·ц			Норматив дулааны алдагдал, ккал/ц		
				Dн (м)	L (м)		q75	q100	q50	өгөх	буцах	beta
ДЦС	К2	Ил	0.630	331	133.0	160.0	104.0	141.3	107.4	1.10	51453.2	39091.2
К2	П2	Ил	0.8	1213.1	168.0	200.0	135.0	177.9	138.8	1.20	258908.5	202094.7
П2	К8	Ил	0.8	2461.7	168.0	200.0	135.0	177.9	138.8	1.20	525383.1	410095.1
К8	К12	Далд	0.8	476.1	168.0	200.0	135.0	173.6	134.5	1.15	95066.1	73625.4
К12	К14	Далд	700	488	145.0	176.0	115.0	150.5	114.5	1.15	84435.9	64268.6
К14	К17	Далд	600	930.6	133.0	160.0	104.0	137.8	103.5	1.15	147420.8	110803.2
К17	К26	Далд	600	1650.2	133.0	160.0	104.0	137.8	103.5	1.15	261416.1	196483.4
К26	К49	Далд	400	634	105.0	128.0	82.0	109.0	81.6	1.15	79506.9	59517.9
К49	К53	Далд	300	934.15	80.0	100.0	60.0	83.5	59.7	1.25	97525.3	69687.6
К53	К59	Ил	300	513.74	80.0	100.0	60.0	83.5	59.7	1.25	53634.5	38325.0
К59	К62	Далд	300	751	80.0	100.0	60.0	86.2	62.3	1.30	84118.0	60843.0
К8	К75	Далд	450	1220	113.0	136.0	89.0	117.0	88.6	1.15	164218.3	124328.2
К75	К76	Далд	350	297	93.0	114.0	71.0	96.7	70.6	1.25	35898.4	26228.1
К76	К77	Далд	250	80	70.0	87.0	53.0	73.0	52.7	1.15	6715.3	4851.0
К14	К66/68	Далд	350/300	692.3	80.0	100.0	60.0	83.5	59.7	1.25	72276.1	51645.6
К68	К69	Далд	250	128.15	70.0	87.0	53.0	73.0	52.7	1.25	11692.4	8446.4
К14	276	Далд	400	552	105.0	128.0	82.0	109.0	81.6	1.15	69223.7	51820.0
276	283	Далд	300	488	80.0	100.0	60.0	83.5	59.7	1.25	50947.2	36404.8
К27	К32	Далд	350	644.7	93.0	114.0	71.0	96.7	70.6	1.25	77924.9	56933.5
К32	К39	Далд	300	934.9	80.0	100.0	53.0	83.5	52.6	1.25	97603.6	61432.3
К39	К41	Далд	250	339.6	70.0	87.0	46.0	73.0	45.6	1.25	30985.1	19364.0
К78	К80	Далд	400	507	105.0	128.0	82.0	109.0	81.6	1.15	63580.4	47595.5
К80	81.8	Ил	300	448.5	80.0	100.0	60.0	83.5	59.7	1.15	43077.5	30781.5
К80	93	Ил	250	1321	70.0	87.0	46.0	73.0	45.6	1.15	110885.8	69297.5
Бүгд	Ил			4519.5							919862.8	712124.1
	Далд			14568.9							1676972.8	1219228.7
	Бүгд			19088.4							2596835.5	1931352.8
Туршилтын үеийн сүлжээний нийлбэр дулааны алдагдал											4.5 Гкал/ц	

Бодит болон норматив дулааны алдагдлыг харьцуулсан коэффициент K -г дараах томъёогоор олно.

Далд шугамын хувьд:

$$K = \frac{Q_{шт}}{Q_{нор}} \quad (4.7)$$

Ил шугамын хувьд:

$$K_n = \frac{Q_{n.ил}}{Q_{n.нор}} \quad (4.8)$$

$$K_o = \frac{Q_{o.ил}}{Q_{o.нор}} \quad (4.8a)$$

Дулааны алдагдлын бодит ба норматив утгыг хүснэгт 4.4-т харьцуулав.

Хүснэгт 4.4

Бодит болон норматив дулааны алдагдлыг харьцуулсан коэффициент

Хэсгийн эхлэл төгсгөлийн дугаар	Угсра лтын төрөл	Голч	Урт	Жилийн дундаж нөхцөлд тооцсон дулааны алдагдал, ккал/ц		Норматив дулааны алдагдал, ккал/ц		Бодит болон нормативт дулааны алдагдлыг харьцуулсан коэффициент			
				Дн (м)	L (м)	Qп.н.и	Qо.н.и	Qп.нор	Qо.нор	Кп	Кo
ДЦС	К2	Ил	0.630	331	111858.2	33564.7	51453.2	39091.2	2.174	0.859	1.606
К2	П2	Ил	0.8	1213.1	374290.8	639475.8	258908.5	202094.7	1.446	3.164	2.199
П2	К8	Ил	0.8	2461.7	335186.9	624584.2	525383.1	410095.1	0.638	1.523	1.026
К8	К12	Далд	0.8	476.1	252689.6	76657.1	95066.1	73625.4	2.658	1.041	1.952
К12	К14	Далд	700	488	115837.5	112448.6	84435.9	64268.6	1.372	1.750	1.535
К14	К17	Далд	600	930.6	214126.3	192700.1	147420.8	110803.2	1.452	1.739	1.575
К17	К26	Далд	600	1650.2	470064.0	253974.7	261416.1	196483.4	1.798	1.293	1.581
К26	К49	Далд	400	634	139213.4	131839.2	79506.9	59517.9	1.751	2.215	1.950
К49	К53	Далд	300	934.15	182254.3	106787.9	97525.3	69687.6	1.869	1.532	1.729
К53	К59	Ил	300	513.74	126724.7	28105.5	53634.5	38325.0	2.363	0.733	1.684
К59	К62	Далд	300	751	38273.8	8108.6	84118.0	60843.0	0.455	0.133	0.320
К8	К75	Далд	450	1220	285385.3	140398.6	164218.3	124328.2	1.738	1.129	1.476
К75	К76	Далд	350	297	68511.3	14208.8	35898.4	26228.1	1.908	0.542	1.331
К76	К77	Далд	250	80	2580.1	3560.5	6715.3	4851.0	0.384	0.734	0.531
К14	К66/ 68	Далд	350/30 0	692.3	160186.3	33320.3	72276.1	51645.6	2.216	0.645	1.562
К68	К69	Далд	250	128.15	20843.7	2345.5	11692.4	8446.4	1.783	0.278	1.151
К14	276	Далд	400	552	186736.6	120961.9	69223.7	51820.0	2.698	2.334	2.542
276	283	Далд	300	488	210293.5	25304.1	50947.2	36404.8	4.128	0.695	2.697
К27	К32	Далд	350	644.7	273267.7	192935.2	77924.9	56933.5	3.507	3.389	3.457
К32	К39	Далд	300	934.9	285828.1	7872.5	97603.6	61432.3	2.928	0.128	1.847
К39	К41	Далд	250	339.6	77178.4	23097.6	30985.1	19364.0	2.491	1.193	1.992
К78	К80	Далд	400	507	9496.7	12509.5	63580.4	47595.5	0.149	0.263	0.198
К80	93	Далд	250	1321	238994.5	38706.4	110885.8	69297.5	2.155	0.559	1.541
		Ил		4519.5	859609.6	1305733.3	919862.8	712124.1			
Бүгд		Далд		14568.9	3106085.7	1325034.0	1676972.8	1219228.7			
		Бүгд		19088.4	3965695.3	2630767.3	2596835.5	1931352.8			
Нийлбэр дулааны алдагдал, Гкал/ц					6.6		4.5				

Тухайн хэсгийн $K > 1,1$ байвал дулааны алдагдлыг норматив хэмжээнд хүргэх ажлыг 2 жилийн дотор багтаан зохион байгуулах хэрэгтэй.

Хэрэв $K < 1,1$ байвал дулааны алдагдлын ашиглалтын үеийн нормыг туршилтаар гарсан бодит дулааны алдагдлыг үндэслэн авна. Дулааны алдагдлын туршилт хоорондын хугацаа 5 жилээс ихгүй байна.

Далд угсрагдсан шугамын дулааны алдагдлыг өгөх, буцах шугам тус бүрээр нь тодорхойлохдоо аргачлалын (4.1), (4.3), (4.4) тэгшитгэлийг хэрэглэхгүй. Харин (4.2), (4.2а), (4.6) , (4.6а) тэгшитгэлийг хэлбэрийн хувьд авч $t_{ca}^{жил.дун}$ -ын оронд $t_{хорс}^{жил.дун}$ -ын утгыг; $t_{ca}^{тури}$ -ын оронд ; $t_{хорс}^{тури}$ -ын утгыг авч бодно.

Дулааны алдагдлын норматив утгыг (Qп.нор, Qо.нор) бодохдоо $Q_{н(75)}$; $Q_{н(100)}$; $Q_{н(50)}$; $Q_{н(90)}$ -д харгалзах хувийн дулааны алдагдлын нормыг “Тоног төхөөрөмж ба дамжуулах хоолойн дулаан тусгаарлалт” БНБД 41-03-99-д заасан дулааны урсгалын нягтын нормыг ашигласан болно.

4.3 Сүлжээний ашиглалтын үеийн дулааны алдагдлын тооцоо

Сүлжээний ашиглалтын үеийн дулааны алдагдлын цагийн ба жилийн дундаж норматив утгыг хэсгүүдийн туршилтын дүнг үндэслэн тодорхойлоход дараах зүйлсийг анхаарах хэрэгтэй.

1. Туршигдсан хэсгүүдийн хувьд томьёо (4.1), (4.2), (4.2а)-аар бодож өгөх буцахтай нь авсан бүх хэсгийн дулааны алдагдлыг нэмсэн байдлаар авсан утгыг хэрэглэнэ.
2. Туршилтанд хамрагдаагүй боловч шугамын угсралтын төрөл, дулаалгын хийцээрээ туршигдсан шугамтай ижил хэсгүүдийн хувьд дулааны алдагдлыг (4.3), (4.5), (4.5а) томьёогоор олж (4.7), (4.8), (4.8а томьёогоор олсон K залруулгыг хэрэглэн жилийн дундаж дулааны алдагдлын норматив утгыг тогтооно.
3. Туршилтанд хамрагдаагүй атлаа шугамын угсралтын төрөл, дулаалгын хийцээрээ туршигдсан шугамаас ялгаатай хэсгүүдийн хувьд (4.3), (4.5), (4.5а) томьёогоор олсон жилийн дундаж дулааны алдагдлын норматив утгыг ямар нэгэн залруулгагүйгээр авна. Нийт сүлжээний ашиглалтын үеийн жилийн дундаж

алдагдлын норматив утгыг туршигдсан болон туршигдаагүй бүх хэсгүүдийн алдагдлыг нэмэх журмаар олно.

Нийт сүлжээний жилийн дулааны алдагдлын норматив утгыг дараах томъёогоор олно.

$$Q_{\text{жил}} = P \cdot (Q_{\text{далд}}^{\text{жил.дун}} + Q_{\text{ил}}^{\text{жил.дун}}) \text{ , Гкал/жил} \quad (4.9)$$

Энд: P - жилд ажиллах цаг, ц/жил

$Q_{\text{далд}}^{\text{жил.дун}}, Q_{\text{ил}}^{\text{жил.дун}}$ - сувагт болон ил угсрагдсан сүлжээний хэсгүүдийн ашиглалтын үеийн жилийн дундаж дулааны алдагдлын норматив утга, Гкал/ц

Нийт сүлжээний сарын дулааны алдагдлын норматив утгыг дараах томъёогоор олно.

$$Q_{\text{сар}} = N \cdot (Q_{\text{далд}}^{\text{сар.дун}} + Q_{\text{ил}}^{\text{сар.дун}}) \text{ , Гкал/сар} \quad (4.10)$$

Энд: N - сүлжээний тухайн сард ажилласан цаг, ц/сар

$Q_{\text{далд}}^{\text{сар.дун}}, Q_{\text{ил}}^{\text{сар.дун}}$ - сүлжээний усны болон гадна агаарын сарын дундаж температураар тодорхойлсон сувагт болон ил угсрагдсан сүлжээний хэсгүүдийн ашиглалтын үеийн дулааны алдагдлын цагийн норматив утга, Гкал/ц

$Q_{\text{далд}}^{\text{жил.дун}}, Q_{\text{ил}}^{\text{жил.дун}}$ -ыг $Q_{\text{далд}}^{\text{сар.дун}}, Q_{\text{ил}}^{\text{сар.дун}}$ болгоход дараах томъёог ашиглана.

$$\text{Далд шугамд: } Q_{\text{далд}}^{\text{сар.дун}} = Q_{\text{далд}}^{\text{жил.дун}} \cdot \frac{\tau_1^{\text{сар.дун}} + \tau_2^{\text{сар.дун}} - t_{\text{га}}^{\text{сар.дун}}}{\tau_1^{\text{жил.дун}} + \tau_2^{\text{жил.дун}} + t_{\text{га}}^{\text{жил.дун}}} \quad (4.11)$$

$$\text{Ил шугамд: } Q_{\text{ил}}^{\text{сар.дун}} = Q_{\text{ил}}^{\text{жил.дун}} \cdot \frac{\tau_1^{\text{сар.дун}} + \tau_2^{\text{сар.дун}} - t_{\text{га}}^{\text{сар.дун}}}{\tau_1^{\text{жил.дун}} + \tau_2^{\text{жил.дун}} + t_{\text{га}}^{\text{жил.дун}}} \quad (4.11a)$$

Жилийн туршид ажилладаг сүлжээ, дулаацуулгын горимоос зуны горимд шилждэг сарын хувьд дулааны алдагдлын норматив утгыг тухайн сарын горим шилжсэн үе тус бүрээр гаргах ба энэ тохиолдолд сүлжээний тухайн горимоор ажилласан цагийг томъёо (20)-ын N -д орлуулж бодно.

Дээрх аргачлалын тэгшитгэл (4.9), (4.10), (4.11), (4.11a) -ээр Дархан хотын дулааны нийт шугамын жилийн дундаж дулааны алдагдлын хэмжээг тооцсон үр дүнг хүснэгт 4.5-д үзүүлээ.

Жилийн дундаж дулааны алдагдлын норматив утга

Угсралтын төрөл	Голч (мм)	Урт (м)	Q _{нор} , ккал/м·ц		β	Q _{нор} , ккал/ц			К	Жилийн бодит дундаж, ккал/ц
			өгөх	буцах		өгөх	буцах	нийлбэр		
Ил	800	3674.75	177.9	138.8	1.15	751612.8	586681.922	1338295	1.026	1373048.1
	300	751	86.2	62.3	1.30	84118.01	60843.016	144961	0.320	46382.4
Далд	800	476.1	173.6	134.5	1.15	95066.12	73625.4371	168692	1.952	329346.7
	700	488	150.5	114.5	1.15	84435.91	64268.624	148705	1.535	228286.1
	600	2911.8	137.8	103.5	1.15	461272.2	346697.544	807970	1.575	1272939.2
	450	1220	117.0	88.6	1.15	164218.3	124328.248	288547	1.476	425783.9
	400	1314.36	109.0	81.6	1.15	164827	123387.515	288215	1.950	561923.6
	350	941.7	96.7	70.6	1.25	113823.3	83161.527	196985	1.331	262281.3
	300	3563.09	83.5	59.7	1.25	371986.6	265806.514	637793	1.729	1102481.6
	250	547.75	73.0	52.7	1.25	49976.71	36102.2025	86078.9	1.151	99117.1
	300	2825	83.5	59.7	1.25	294930	210745	505675	1.100	556242.5
	250	4647	73.0	52.7	1.25	423992.3	306283.77	730276	1.100	803303.7
	200	9013	62.6	50.7	1.25	705267.3	571198.875	1276466	1.100	1404112.7
Туршиг даагүй шугамууд	150	9662	52.6	37.8	1.25	635759.6	456626.12	1092386	1.100	1201624.3
	125	3601	50.1	34.8	1.25	225566.6	156607.49	382174	1.100	420391.5
	100	12202	45.1	30.8	1.25	688070.8	469899.02	1157970	1.100	1273766.8
	80	11874	40.1	27.8	1.25	595362.4	413215.2	1008578	1.100	1109435.3
	70	7821	36.8	24.8	1.25	359375	242842.05	602217	1.100	662438.7
	50	14615	31.8	20.9	1.25	580215.5	381013.05	961229	1.100	1057351.4
	40	2547.6	28.6	17.9	1.25	91025.75	56862.432	147888	1.100	162677.0
	32	1362	24.4	14.9	1.25	41554.62	25319.58	66874.2	1.100	73561.6
	25	93	20.4	11.9	1.25	2372.43	1381.98	3754.41	1.100	4129.9
Бүгд	Ил	4425.75								1419430.5
	Далд	91274.3								13012092.8
	Нийт	95700								14431523.2

Жилд алдагдах нийт дулааны алдагдлаас тухайн сард алдагдах хувийг гаргаж халаалтын болон халаалтын бус улиралд ноогдох алдагдлын коэффициентийг хүснэгт 4.6-д гаргав.

Сарын дундаж температурт харгалзах дулааны алдагдал

Сар	Сүлжээний ба орчны температур, С				Цагийн дундаж алдагдал, ккал/ц			Сарын дундаж алд-л, ккал/сар	Сарын коэф-т	
	tn(ср.м)	to(ср.м)	tv(ср.м)	trp(ср.м)	Qнадз(ср.м)	Qподз(ср.м)	нийлбэр		өвөл	зун
1	104.3	59.6	-23.7	-3.9	2388621.3	18781151.8	21169773.0	15750311127.5	1.125	
2	92.4	54.6	-17.2	-5.9	2049811.3	17361849.5	19411660.9	13044636107.5	1.104	
3	72.5	46.0	-6.7	-4.6	1490176.0	13959023.3	15449199.3	11123423461.3	1.088	
4	70.0	44.5	3.7	-1.3	1210584.4	12806523.6	14017108.0	10092317730.6	1.080	
5	70.0	44.5	11.8	2.3	1027504.9	12019237.3	13046742.3	9706776241.8	1.077	
6	70.0	44.5	17.3	7.6	903191.8	10860176.9	11763368.7	8469625473.2		1.067
7	70.0	44.5	19.6	11.8	851206.3	9941676.3	10792882.5	8029904604.2		1.064
8	70.0	44.5	17.3	13.5	903191.8	9569902.2	10473094.0	7791981909.6		1.062
9	70.0	44.5	10.1	12.1	1065929.0	9876069.1	10941998.1	7878238638.2		1.063
10	70.0	44.5	1.5	8.3	1260309.6	10707093.5	11967403.1	8903747930.7	1.071	
11	79.8	49.2	-10.5	3.9	1694727.7	13248278.7	14943006.4	10758964590.3	1.086	
12	97.4	56.7	-19.9	-0.4	2191189.3	16936496.3	19127685.6	14230998070.6	1.113	
Жил дунд.	78.0	48.2	0.3	3.6	1419430.5	13012092.8	14431523.22	125780925885.6	1.093	1.064

Туршилтын үр дүнг ашиглан Дархан хотын ДШСГ-ын дулааны алдагдлыг жилийн дулааны түгээлттэй харцуулан дулааны алдагдлын эзлэх хувийг тооцож үзвэл:

Тооцоонд дараах өгөгдлийг авав. Үүнд:

1. Температурын график $t_1/t_2=130/70^{\circ}\text{C}$
2. Дулааны нийт тооцоот ачаалал $Q' = 191.24$ Гкал/ц
 Үүнээс: Халаалтанд $Q'_x = 133.8$ Гкал/ц
 ХХУ-нд $Q'_{хху} = 53.32$ Гкал/ц
 Агааржуулалтанд $Q'_a = 4.12$ Гкал/ц
3. Халаалтын улирлын гадна агаарын дундаж температур $t_{га.х}^{дун} = -7.9^{\circ}\text{C}$
4. Халаалтын тооцоот гадна агаарын температур $t'_{га.х} = -37.8^{\circ}\text{C}$
5. Дотор агаарын дундаж температур $t'_e = 18^{\circ}\text{C}$
6. Халаалтын улирлын үргэлжлэх хугацаа $n=5424$ цаг
7. ХХУ-ны жилд ажиллах цаг $m=8424$ цаг

Халаалт, агааржуулалтын жилийн дулаан хэрэглээ ба түгээлт

$$Q_{\text{ов}}^{\text{год}} = ((t_{\text{вн}} - t_{\text{ср}}^{\text{от.сез}}) / (t_{\text{вн}} - t_{\text{но}})) \cdot Q_{\text{ов}} \cdot n$$

$$Q_{\text{ов}}^{\text{год}} = ((18+8)/(18+38)) \cdot 137.92 \cdot 5424 = 347322 \text{ Гкал/жил}$$

$$Q_x^e = Q_x^{\text{дун}} \cdot n_x = \bar{Q}_x^{\text{дун}} \cdot Q_x' \cdot n_x = \frac{t_a - t_{\text{га.х}}^{\text{дун}}}{t_a - t_{\text{га.х}}'} \cdot Q_x' \cdot n_x,$$

$$\text{ХХУ-нд жилд түгээх дулаан } Q_{\text{ХХУ}}^{\text{год}} = Q_{\text{ХХУ}} \cdot m = 53.32 \cdot 8424 = 449167.68 \text{ Гкал/жил}$$

$$\text{Жилд түгээх нийт дулаан } Q_{\text{овг}}^{\text{год}} = Q_{\text{ХХУ}}^{\text{год}} + Q_{\text{ов}} = 796489.65 \text{ Гкал/жил}$$

Жилийн туршид цагт дунджаар алдагдах дулаан

$$Q_{\text{пот}}^{\text{ср.час}} = 14431523.22 \text{ ккал/ц буюу } 14.43 \text{ Гкал/ц (Хүснэгт-4.6-аас авав).}$$

Цагийн дулааны ачааллыг жилийн туршийн цагийн дундажид шилжүүлбэл:

$$Q_{\text{овг}}^{\text{ср.час}} = ((t_{\text{вн}} - t_{\text{ср}}^{\text{от.сез}}) / (t_{\text{вн}} - t_{\text{но}})) \cdot Q_{\text{ов}} + Q_{\text{ХХУ}} = ((18+8)/(18+38)) \cdot 137.92 + 53.32 = 117.35 \text{ Гкал/ц}$$

Жилийн туршид шилжүүлсэн цагийн дулааны дундаж алдагдал

$$(Q_{\text{пот}}^{\text{ср.час}} / Q_{\text{овг}}^{\text{ср.час}}) \cdot 100\% = (14.43 / 117.35) \cdot 100 = 12.29\% \text{ байна.}$$

Жилд дунджаар алдагдах нийт дулаан $Q_{\text{пот}}^{\text{год}} = 125780.9259 \text{ Гкал/жил}$ (Хүснэгт-4.6-аас авав).

Жилийн дулааны түгээлтэнд дулааны алдагдлын эзлэх хувь

$$(Q_{\text{пот}}^{\text{год}} / Q_{\text{овг}}^{\text{год}}) \cdot 100\% = (125780.9259 / 796489.65) \cdot 100 = 15.79\% \text{ байна.}$$

ДҮГНЭЛТ

Дархан хотын дулааны сүлжээний дулааны алдагдлын туршилт, хэмжилтийг хоёр удаа маш амжилттай зохион байгуулсан. Энэ нь мэргэжилтнүүдийн сайн зохион байгуулалт, удирдлагын ойлголт дэмжлэг, бэлтгэл ажлыг сайн зохион байгуулсантай холбоотой юм. Туршилтын үед Диспетчерийн үндэсний төв, Дархан дулааны сүлжээ, Дарханы дулааны цахилгаан станц хоорондын горим тохируулгыг сайн зохион байгуулсан учир сүлжээний усны температурын хэлбэлзлийг маш сайн үүсгэсэн.

Туршилтын үед ашиглаж байсан орчин үеийн тоног төхөөрөмж, мэдрүүрүүдийн тусламжтай хэмжилтийн тоон утгуудыг нарийвчлалтайгаар бүрэн хэмжсэн.

Дулааны шугамаар урсах сүлжээний усны зарцуулалтаас хамаарч температурын уналт ба хугацааны хоцрогдол харилцан адилгүй байх ба өвлийн оргил ачааллын үед хамгийн төгсгөлийн хэрэглэгч хүртэл 9 цаг 40 минутын хугацааны хоцролттой 6°C температурын уналттай байсан.

Шугамын дулаалга сайн байгаа нь температурын бичилтийн тоон утгаас харагдаж байгаа ба хэмжилтийг иbuttom мэдрүүр ашигласанаар дулаалгын доор ба дээр суурилуулан хялбар хэмжих нөхцөл бололцоог бий болгосон.

Дархан хотын халаалтын улирлын дундаж гадна агаарын температур БНбаД 23-01-09 цаг уурын нормд $t_{н.д} = -7.9^{\circ}\text{C}$ температурт харгалзах дулааны ачаалал 117.1 Гкал/цаг.

Жилийн гадна агаарын дундаж температурт харгалзах нийт шугамын дулааны нийт алдагдлыг 4.4–р хүснэгтэд жагсаасан тоон өгөгдлүүд мөн дулааны төв шугамын нийт урт, диаметрийг ашиглан тооцов.

Төв шугам сүлжээний нийт алдагдал эх үүсгүүрээс түгээж байгаа дулааны ачааллын 12.29 хувийг эзэлж байна.

Жилийн дулаан түгээлтийн 15.79 хувийг дулааны шугамаар алдаж байна.

Шугам сүлжээний дулаалгын чанар, байдал ерөнхийдөө хэвийн сайн байна. Төв шугамд дулаалаагүй шугамууд, худгууд доторх шугамууд, хаах тохируулах хэрэгслийг дулаалах, усны алдагдалгүй болгох шаардлагатай.

Дулаалга солиогүй дулааны сүлжээний хэсгүүдийг цаашид үргэлжлүүлэн сайжруулж дулаалах шаардлагатай.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Водяные тепловые сети. Справочное пособие по проектированию. Под ред. Е.П Шубина. Н.К Громова. М. Энергоатамиздат.1988.-363с
2. Тоног төхөөрөмж ба дамжуулах хоолойн дулаан тусгаарлалт БНБД 41-04-13 УБ 2013он. 40х.
3. Методика определения тепловых потерь в действующих водяных тепловых сетях. М.СЦНТИ. 1970.-39с.
4. СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов / Строительные нормы и правила Российской федерации, издание официальное. М.: ФГУП ЦПП Госстроя России, 2004. 26с.
5. СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. М.: ЦИТП Госстроя РФ, 1989. - 32 с.
6. Центр Ф.Г Проектирование тепловой изоляции электростанций и тепловых сетей. М.:Энергия. 1972.-198с.
7. Хижняков С.В. Практические расчеты тепловой изоляции / Хижняков С.В. // для пром. оборудования и трубопроводов; 3-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1976.-200 с.
8. Копко В.М Теплоизоляция трубопроводов теплосетей. Минск 2002.-159с.
9. European Standard EN -253. District Heating Pipes- Preinsulated Bonded Pipe Systems for Directly Buried Hot Water Networks Pipe Assembly of Steel Service Pipe, Polyurethane Thermal Insulation and Outer Casing of Polyethylene.