



№2/229



МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ

MONGOLIAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

ЭРЧИМ ХҮЧ - ХӨГЖИЛ ДЭВЛЭЛТ

БИДНИЙ ТУХАЙ

Эрчим Электрик ХХК нь 2007 онд байгуулагдсан цагаасаа эхлэн туршлагатай инженер техникийн ажилчдаар хамт олноо бүрдүүлэн төслийн удирдлагын менежментийн тогтолцоог нэвтрүүлэн ажиллаж байгаа төслийн менежментийн компани юм.

Бид өөрсдийн нөөц бололцоо, туршлагад тулгуурлан дотооддоо хэрэгжиж байгаа эрчим хүчний олон төрлийн төслийн ажлыг бие даан болон хамтарсан байдлаар хэрэгжүүлж ирлээ.

Бид эрчим хүчний төслийн ажил гүйцэтгэхийн зэрэгцээ уул уурхай, эрчим хүчний тоноглол сэлбэг материалын үйлдвэрлэгч брэндүүдийн Монгол дахь төлөөлөгчөөр ажиллаж дотоодын уул уурхай, эрчим хүчний компаниудтай амжилттай хамтран ажиллаж байна.

ЭРЧИМ ХҮЧ - ХӨГЖИЛ ДЭВШЛИГ

ТАНЫ ИНЖЕНЕРИНГИЙН ХЭРЭГЦЭЭГ ЦОГЦООР НЬ



Инженерингийн зүүлэх үйлчилгээ



Иргэний байгууламж, дэд бүтцийн салбарт үзүүлэх үйлчилгээ



Ханган нийлүүлэлтийн инженерингийн үйлчилгээ



Зөвлөх үйлчилгээ

0-8794



Оюунлаг оюутан таныг дэмжигч "Эрчим электрик" ХХК-ын гүйцэтгэсэн төсөл хөтөлбөртэй танилцохыг хүсвэл:
<http://erchim-electric.mn/>



УЛААНБААТАР ХОТ
2018 ОН

№2/229

ШИНЖЛЭХ УХААН ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СУРГУУЛЬ
ЭРЧИМ ЭЛЕКТРИК ХХК

“ЭРЧИМ ХҮЧ-ХӨГЖИЛ ДЭВШИЛ”

МУ-ын Гавъяат багш, Академич, шинжлэх ухааны доктор (Sc.D) профессор С.Батмөнхийн
нэрэмжит бакалавр, магистр, доктор оюутны эрдэм шинжилгээний бага хурал

№ 2/229

Улаанбаатар хот
2017.03.17

ИЛТГЭЛҮҮДИЙН ЭМХЭТГЭЛ

Улаанбаатар хот
2018 он

DDC
621,31'015
Б-207

© БАКАЛАВР, МАГИСТР, ДОКТОР ОЮУТНЫ ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН
ЭМХЭТГЭЛ № 2/229

ЭХС-д суралцаж буй бакалавр, магистр, доктор оюутнуудын эрдэм шинжилгээний хурлыг зохион байгуулахад гүн туслалцаа үзүүлж хамтран ажиллаж буй “ЭРЧИМ ЭЛЕКТРИК” ХХК-ийн хамт олонд нийт оюутнуудынхаа нэрийн өмнөөс гүн талархал илэрхийлж ажлын өндөр амжилт хүсэн ерөөе.

Энэхүү илтгэлүүдийн эмхэтгэлд ШУТИС-ийн ЭХС-д суралцаж буй нийт бакалавр, магистр, доктор оюутнуудын эрдэм шинжилгээ, судалгааны ажлын явц, зарим үр дүнг илэрхийлсэн илтгэлүүдийг нэгтгэн оруулсан болно.

Хэвлэлд бэлдэж ирүүлсэн материалуудыг нэгтгэхдээ зохиогчийн санааг огт өөрчлөөгүй боловч зарим үг үсэг, зураг схемийн хэмжээг өөрчилсөн ба ямар нэгэн алдаа гарсан бол зохиогчоос нь хүлцэл өчье.

“ЭРЧИМ ХҮЧ – ХӨГЖИЛ ДЭВШИЛ” бакалавр, магистр, доктор оюутны эрдэм шинжилгээний бага хурал. // Илтгэлүүдийн эмхэтгэл. УБ.: 2017 – 164 х.

хэвлэлийн редактор доктор Д.Даваацэрэн.

Эрдэм шинжилгээний хурал бага зохион байгуулах комисс

Дарга: ЭХС-ийн захирал доктор, профессор Ч.Мангалжалав

Орлогч дарга: “Эрчим Электрик” ХХК-ийн гүйцэтгэх захирал Ч.Мөнхжаргал

Эрдэмтэн нарийн бичгийн дарга: доктор Г.Бэхбат

Гишүүд: доктор Д.Даваацэрэн
доктор, дэд профессор Б.Пүрэвсүрэн
доктор, дэд профессор Ч.Улам-Оргил
доктор З.Баттогтох
доктор О.Бавуудорж
доктор П.Бямбацогт
доктор Бя.Бат-Эрдэнэ
доктор Д.Үлэмж
ЭХС-ийн Оюутны зөвлөл

Хэвлэсэн тоо: 135 ш
Хэвлэлийн дизайныг Д.Даваацэрэн
Хэвлэлийн эх бэлтгэсэн: док. Д.Даваацэрэн
ISBN 978-99929-4-321-3

ГАРЧИГ

1-р хэсэг. Бакалавр оюутнуудын илтгэлүүд

**ЗАВХАН АЙМГИЙН НӨМРӨГ, ТЭЛМЭН СУМЫН УРГАМАЛАН
БҮРХЭВЧИЙН СУДАЛГАА ЦААШДЫН ЧИГ ХАНДЛАГА**

Н.Лутбаяр

Ц.Бат-Өлзий*

**ОЛОН НИЙТИЙН ГАЗАР ГАР УТАС ХЭРЭГЛЭГЧИДИЙН ЦЭНЭГ ДУУСАХ
АСУУДЛЫГ НАРНЫ ЗАЙН СИСТЕМЭЭР ШИЙДЭХ**

Б.Мөнхбат, С.Батсуурь

Б.Бат-эрдэнэ

**ЦАХИЛГААН МАШИНЫ НАЙДВАРТАЙ АЖИЛЛАГААГ САЙЖРУУЛАХ,
СААТАЛГҮЙ АЖИЛЛАХ ЧАДВАРЫГ УРТАСГАХ**

Т.Баярсайхан, Ч.Загдсүрэн

П.Нансалмаа

**ПОДКЛЮЧЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ХАР-АЙРАГА
МОЩНОСТЬЮ 20 МВТ К ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО
РАЙОНА**

Г.Мунхтуул

Ш.Гантумур

**РОТОРЫН ЭРГЭЛТИЙН ӨНЦГИЙН ТЭГШИТГЭЛИЙГ РУНГЕ КУТТЫН
АРГААР БОДОХ СУДАЛГАА**

Г.Мөнхтуул

Ш.Гантөмөр

УВСЫН 5 МВТ-ЫН КИНЕТИК ЦАХИЛГААН СТАНЦ

Г.Мөнхтуул

Ш.Гантөмөр

**“ДУЛААНЫ ЦАХИЛГААН СТАНЦЫН ЦАХИЛГААН
ХӨДӨЛГҮҮРИЙНГЭМТЛИЙНСУДАЛГАА БА ОНОШИЛГОО”**

**“RESEARCH OF DAMAGES AND DIAGNOSTICS FORELECTRIC MOTOR OF
THERMAL POWER PLANT”**

Г.Насанжаргал, М.Уртнасан

С.Адарсүрэн

**ШИНИЙ ХАМГААЛАЛТАНД ТАВИГДАЖ БУЙ РЕЛЕНҮҮДИЙН
ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА**

Ж.Сандаг-Очир, Л.Хулан

С.Адарсүрэн

**ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМД 2017 ОНД ГАРСАН ТАСРАЛТ СААТАЛ,
КАБЕЛИЙН ГЭМТЛИЙН ТАЛААРХ СУДАЛГАА**

Н.Түмэнхүслэн

Ж. Нандагсамба

**ХУВИЙН СУУЦНЫ ДУЛААНЫ АЛДАГДАЛ БА ТҮҮНИЙ ДУЛААНЫ ЗАРИМ
ЭХ ҮҮСГҮҮРИЙН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА**

Д.Хоролбаяр

Б.Баяраа

П.Бямбацогт

**0,4 КВ-ЫН ХӨДӨЛГҮҮРИЙН УДИРДЛАГА, ХАМГААЛАЛТЫГ
МИКРОКОНТРОЛЛЁРЫН ТӨХӨӨРӨМЖ АШИГЛАН ГҮЙЦЭТГЭХ**

Б.Даваадорж, Ч. Гунгаасамбуу

М.Баттулга

Бя.Бат-Эрдэнэ

**ХАЯГДАЛ ЭНЕРГИ АШИГЛАН ЭЛМА СУВИЛАЛЫН ГАЗРЫН
ХЭРЭГЦЭЭНИЙ ХАЛУУН УСНЫ ДУЛААНЫ АЧААЛЛЫГ ХААХ
БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА**

Л.Батзориг

П.Бямбацогт

**“АМГАЛАН” 110/10 КВ-ЫН ДЭД СТАНЦЫН “БОТАНИК – А” ФИДЕРИЙН
ГОРИМЫН ТООЦОО, ШИНЭЧЛЭЛ**

Ж.Төгөлдөр

О.Цогбаяр

**ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН ДЦС-УУДЫН ХООРОНД
АЧААЛЛЫГ ОНОВЧТОЙ ХУВААРИЛАХ АРГАЧЛАЛ,
ТООЦООНЫ ҮР ДҮН**

Н.Ган-Эрдэнэ, Г.Баасанжав, А.Жаргалханд

Д.Гандорж

**БАГАНУУР ДҮҮРГИЙН 3-Р ХОРОО 38-Р БАЙРАНД ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ
УХААЛАГ СИСТЕМ НЭВТЭРСЭНЭЭР (УХААЛАГ ТООЛУУР) ГАРСАН ҮР
АШИГИЙН ТООЦОО**

П.Болдсайхан, Ц.Давааням

Ш.Ангар

**ЭРГЭЛДЭХ БУЦЛАХ ДАВХАРГАТАЙ QXF116-1.6/130/70
МАЯГИЙН УС ХАЛААХ ЗУУХНЫ УУТАТ ШҮҮЛТҮҮРИЙН
ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН**

Ш.Билгүүнноров

Ж.Цэен-Ойдов

**2-р хэсэг. Магистр оюутнуудын илтгэлүүд
ДАРХАН ДЦС ТӨХК-НЫ ТЭЖЭЭЛИЙН УСНЫ ШИНЖИЛГЭЭ**

Н.Чимэддорж

Д.Чимэдсүрэн

**ДЦС 4 –Т АШИГЛАЖ БАЙГАА ЦАХИЛГААН ХӨДӨЛГҮҮРҮҮДИЙН
АШИГЛАЛТЫН СУДАЛГАА**

Р.Айболат,

С.Эрдэнэтуяа

**ДЭД СТАНЦЫН ХЭМЖҮҮРИЙН ОРЧНЫ
ЦЭНЭГЖИЛГИЙН СУДАЛГАА**

П.Билгүүн

С.Эрдэнэтуяа

**ДОРНОДЫН ЦШС-НИЙ ТООЛУУРЫН НЭГДСЭН СИСТЕМИЙН АЧ
ХОЛБОГДОЛ**

Т.Батболд

Ж.Арслан

ГЭРИЙН ЗУУХНЫ ХӨГЖИЛ, ЦААШДЫН ЧИГ ХАНДЛАГА

Г.Баярбат

Б.Жаргалсайхан

С.Батмөнх

**АЯНГА ЗАЙЛУУЛАГЧИЙН ХАМГААЛАЛТЫН БҮСИЙГ ТООЦООЛОХ
ОРЧИН ҮЕИЙН АРГАЧЛАЛУУД**

М.Очирсанаа, Э.Мөнхсүлд

З.Цэрэндорж

**EDLC АШИГЛАСАН НЭГ ФАЗЫН PWM УДИРДЛАГАТАЙ
ИНВЕРТЕРИЙН СУДАЛГАА**

Ж.Ням

Б.Сэргэлэн

**SIC MOSFET ТРАНЗИСТОР АШИГЛАСАН НЭГ ФАЗЫН PWM
УДИРДЛАГАТАЙ ИНВЕРТЕРИЙН СУДАЛГАА**

Ж.Ням

Б.Сэргэлэн

**БАРИЛГЫН ДУЛААНЫ АЛДАГДАЛ БНБД 23-02-09-ЫГ ЗУРАГ ТӨСӨЛ БОЛОН
ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТИЙН ТООЦООНД ХЭРЭГЛЭХ АСУУДАЛД**

Д.Энэбиш

Б. Намхайням

АГААРЫН БОХИРДЛЫГ БУУРУУЛАХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

С.Батжаргал

О.Пүрэвжал

**ДУЛААНЫ ЭРЧИМ ХҮЧ ХЭМНЭХ
БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА**

Ц.Цэцгээ

Д.Цэрэндолгор

**ЧОЙБАЛСАН ХОТЫН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СҮЛЖЭЭНИЙ
ГИДРАВЛИК ТООЦООНД ХИЙСЭН ДҮН ШИНЖИЛГЭЭ**

Н.Болорцэцэг

О.Пүрэвжал

ДУЛААНЫ НАСОС СОНГОХ, ҮР АШГИЙГ ДЭЭШЛҮҮЛЭХ АСУУДАЛД

Г.Жавхлан

П.Бямбацогт

**ХАЛААЛТЫН СИСТЕМИЙН СҮЛЖЭЭНИЙ УСНЫ
АЛДАГДЛЫГ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА**

М. Нансалмаа

Д.Цэрэндолгор

**ТҮЛШНИЙ ЧАНАРQXF-116-1.6/130/70 МАРКИЙН ЗУУХНЫ ШАТАЛТЫН
ГОРИМД ҮЗҮҮЛЭХ ЗАРИМ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА**

Н.Батцэнгэл

Д.Балдандорж

**УЛААНБААТАР ХОТЫН АГААРЫН ЧАНАРЫН ИНДЕКСИЙГ ОЛОН УЛСЫН
СТАНДАРТТАЙ ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА**

Л.Мөнхмандах

Ё.Энх-Амгалан

З.Баттогтох

**МОНГОЛ ОРНЫ ГОВИЙН БҮСЭД БАЙРЛУУЛАХ БАГА ЧАДЛЫН
НАРНЫ ДУЛААНЫ СТАНЦУУДЫН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА**

Г.Номин-Эрдэнэ

О.Бавуудорж

**ДЦС-2 ТӨХК- НИЙ ТУРБИНЫ АШИГТАЙ АЖИЛЛАГААГ ДЭЭШЛҮҮЛЭХ
БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА**

**(N-6-3.43 МАЯГИЙН УУРЫН ТУРБИНЫ ВАКУУМЫН СИСТЕМИЙН
СУДАЛГАА БА ТООЦООНЫ ҮР ДҮН)**

М. Нямбаяр

Ч.Даваасамбуу

**N-6-4.43 МАЯГИЙН УУРЫН ТУРБИНЫ ХУУРАЙ ХӨРГӨЛТТЭЙ
КОНДЕНСАТОРЫН ГОРИМ, АЖИЛЛАГАА БА ХҮНДРЭЛТЭЙ
АСУУДАЛЫГ ШИЙДВЭРЛЭХ АРГА ЗАМ**

Т.Санзайдорж, Н.Цэрэнтогтох

Ч. Даваасамбуу

**КВ-11,63-115 МАЯГИЙН ЗУУХЫГ НАМ ТЕМПЕРАТУРТ
ШИЛЖҮҮЛСНЭЭР ГАРАХ ХЭМНЭЛТИЙН ҮР ДҮН**

Б.Жавхлант

С.Батмөнх

Б.Жаргалсайхан

**УЛААНБААТАР ХОТЫН ЦАГ УУРЫН НӨХЦӨЛД ТОХИРСОН БОСОО
ТЭНХЛЭГТ САЛХИН СЭНСНИЙ АЭРОДИНАМИК ТООЦОО**

Г.Тэлмэн

О.Бавуудорж

**БАГА ЧАДЛЫН УС ХАЛААХ ЗУУХНУУДЫН БАЙГАЛЬ ЭКОЛОГИД ҮЗҮҮЛЭХ
НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА**

Д.Лхагвасүрэн

С.Батмөнх

Б.Одонхишиг

**35/6 КВ-ЫН БАЯНХОШУУ ДЭД СТАНЦААС ТЭЖЭЭГДЭЖ БУЙ
ФИДЕРҮҮДИЙН ГОРИМЫН СУДАЛГАА**

Н.Мөнгөн

Н.Жигжидсүрэн

**ГЭРИЙН ДУЛААНЫ АЛДАГДЛЫГ БУУРУУЛАХ ЗАМААР АГААРЫН
БОХИРДЛЫГ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА**

О.Солонго

Б.Одонхишиг

С.Батмөнх

**УЛААНБААТАР ХОТ ОРЧМЫНҮНЭЭНИЙ ФЕРМУҮДИЙГ ТҮШИГЛЭН
БИОХИЙ ҮЙЛДВЭРЛЭХ БОЛОМЖ**

Х.Лхагвасүрэн

Б.Намхайням

АГААР ДАХЬ НАРИЙН ШИРХЭГТ

ТООСОНЦОР (PM_{2.5})-ЫН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Ц.Золзаяа

Б.Одонхишиг

С.Батмөнх

**ДЦС 2-ЫН ХӨРГӨЛТИЙН УС ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН АШИГЛАЛТ
ТҮҮНИЙГ САЙЖРУУЛАХ БОЛОМЖУУД**

Г.Амартүвшин

Ч.Дашпунцаг

3-р хэсэг. Доктор оюутнуудын илтгэлүүд

**ДУЛААНЫ ЦАХИЛГААН СТАНЦ-4 ТӨХК-НИЙ ӨНДӨР ХҮЧДЛИЙН
ОРУУЛГЫН ХЭМЖИЛТ-ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН**

Ж.Нандагсамба

**ГАЗАРДЛАГЫН ГҮЙДЛИЙН ТООЦОО, ХЭМЖИЛТИЙН
ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА**

Ж.Нандагсамба

**RESEARCH ON INSULATION AGING OF POWER TRANSFORMERS USED IN
ULAANBAATAR ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK COMPANY**

Mr. J. Nandagsamba

1-р хэсэг.
БАКАЛАВР ОЮУТНУУДЫН
ИЛТГЭЛҮҮД

ЗАВХАН АЙМГИЙН НӨМРӨГ, ТЭЛМЭН СУМЫН УРГАМАЛАН БҮРХЭВЧИЙН СУДАЛГАА ЦААШДЫН ЧИГ ХАНДЛАГА

Н.Лутбаяр*, Ц.Баг-Өлзий*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

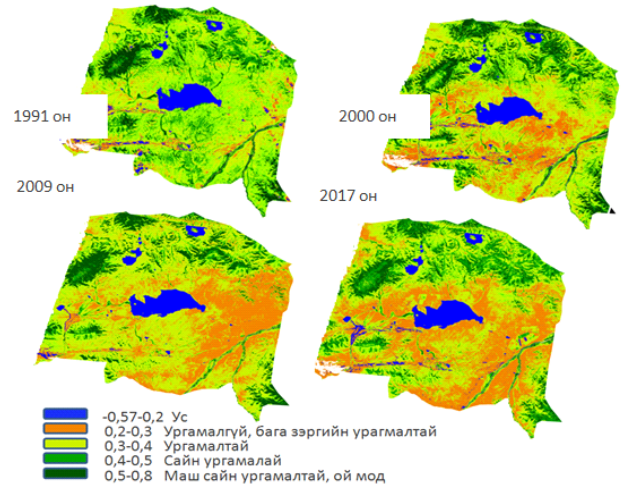
Түлхүүр үг: Нөмрөг, Тэлмэн сум, ургамалын индекс, температур, ArcGIS.

ОРШИЛ

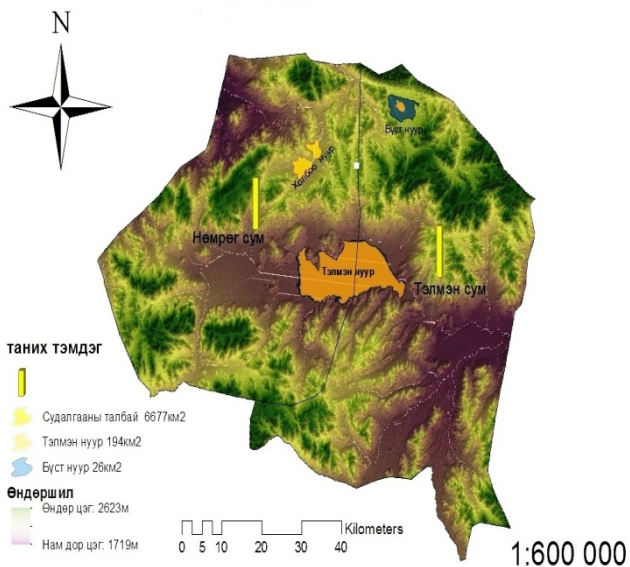
Монгол орны цөлжилтийн зэрэглээр нь ангилсан судалгаанаас харахад нэн хүчтэй 16,7%, хүчтэй 24,3%, дунд 34%, сул 10.7%-ийн зэрэглэлд тус тус хамаарч байна. Нийт нутаг дэвсгэрийн 14,3 хувьд цөлжилт илрээгүй байна.

Монгол орны хөрсний доройтолт илрээгүй Завхан аймгийн Нөмрөг, Тэлмэн сумын газар нутгийг хамруулан орчин үеийн дэвшилт технологи болох зайн тандан судалгааны аргыг ашиглан судлах зорилго тавьсан.

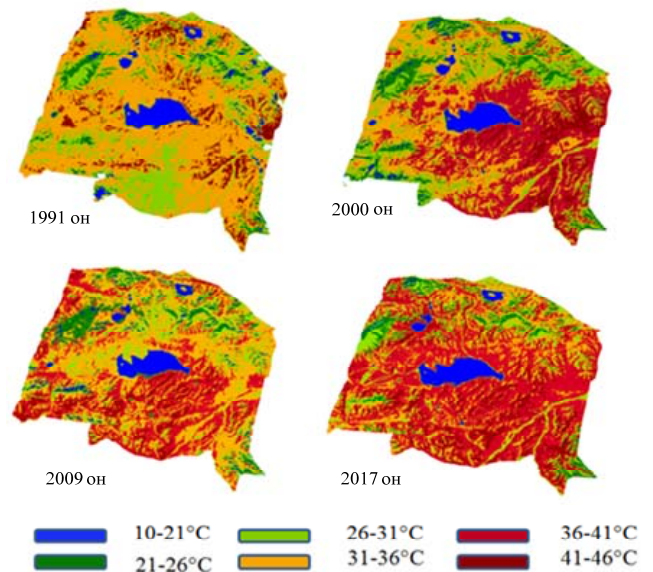
Завхан аймгийн Нөмрөг, Тэлмэн сумын бэлчээрийн төлөв байдал, газрын гадаргын температурыг АНУ-ийн Ландсат 5, 8 хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан ургамалын бүрхэвчийн зураглалыг маш сайн нарийвчилтай гаргаж судалгаанд ашиглав.



Зураг2.а ургамлын индекс



Зураг 1. Судалгааны талбар

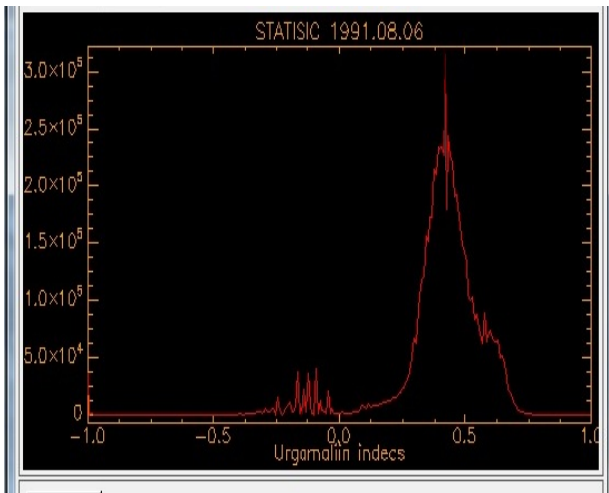


Зураг2.б Газрын гадарга дээрх температур

ArcGIS программ ашиглан Завхан аймгийн Нөмрөг, Тэлмэн сумын нийт газар нутаг, Тэлмэн, Бүст нуурын талбайн хэмжээ болон өндөршилтийг тодорхойлон зураглалд тусгав.

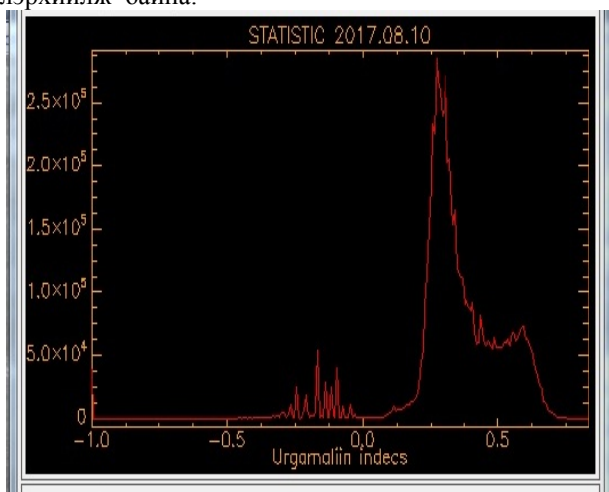
Ландаст 5, 8 хиймэл дагуулын 1991-08-06, 2000-08-12, 2009-08-08 2017-8-10-ны мэдээ ашиглан ургамлын бүрхэвч, хөрсний температурыг тодорхойлов.

Дээрх зураг (зураг 2а, б)-аас харахад жил ирэх тусам ургамалын гарц муудаж газрын гадарга дээрх температур ихсэж цөлжилт явагдаж байгаа нь тодорхой харагдаж байна.



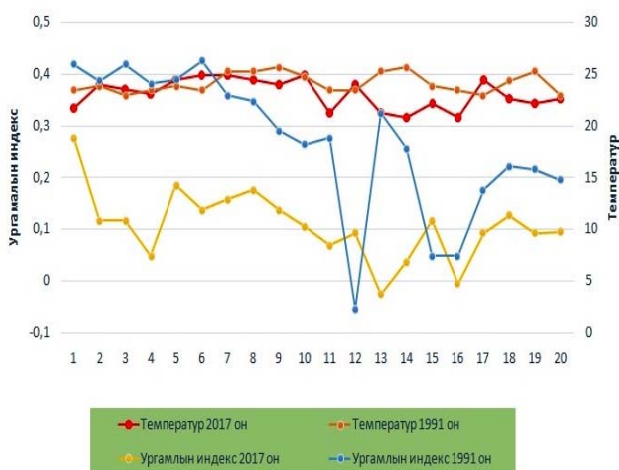
Зураг3.а. Ургамалын индексийн давтамжийг харуулсан статистик (1991.08.06)

Зураг 3-аас үзэхэд температур 0-оос буурах тохиолдолд тухайн судлаж буй талбайн усны давтамжийн хэмжээ 0-оос ихсэх тутам ургамалтай байгаа хэсгийн давтамжийг харуулж байна. Тухайлбал; 1991.08.06 өдрийн статистик үзүүлэлт нийт газар нутгийн 75% нь маш сайн ургамалтай болохыг илэрхийлж байна.



Зураг 3.б. Статистик (2017.08.10)

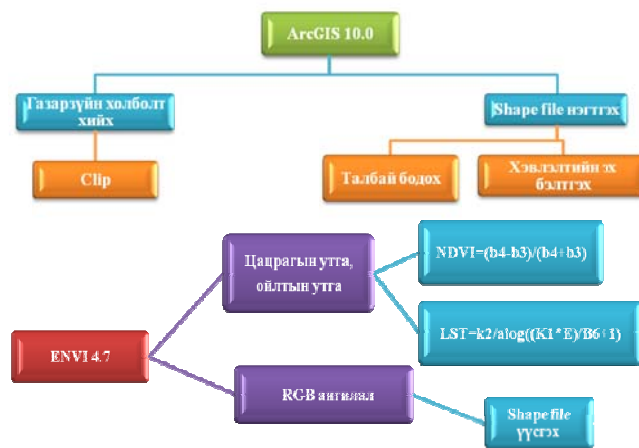
Харин хорин зургаан жилийн дараа буюу 2017.08.10 өдрийн статистик нь нийт газар нутгийн 75% нь дунд зэргийн ургамалтай болж буурсныг харуулж байна.



Зураг4 Температур, ургамалын индексийн хамаарал

Энэ графикаас харахад судалгаа хийсэн тухайн газар нутаг дээрх 1991 онд температур нь 19-21 °C ургамал нь 0.35-0.48 (маш сайн ургамалтай) байна. Харин 26 жилийн дараа буюу (2017онд) температур нь 8-16 °C ургамал нь 0.3-0.4 (сайн ургамалтай) болж буурсан байна. Харин температурын ойролцоо хэлбэлзэлд ургамалын бууралт нэмэгдэж байгаа нь бэлчээрийн талхалталд хортон шавьж, цаг уурын бусад үзүүлэлттэй холбоотой байна.

Арга зүй



Судалгааны объектын газар зүйн байршил өндөршил налуугийн хэлбэршилтийг ArcGIS программ дээр тооцон бодож, уртраг өргөрийг нь давхцуулан нутаг дэвсгэрийг Clip-ээр хиллэн таслах замаар давхцуулан зураглалыг үйлдсэн болно.

Glovis.usgs.gov сайтаас акканут нээн Ландаст 5, 8 хиймэл дагуулын 1991-08-06, 2000-08-12, 2009-08-08 2017-8-10 өдрийн мэдээг татаж авч ENVI 4.7 программ ашиглан боловсруулж, температур болон ургамалын индексийг он тус бүрээр нь тооцон бодлоо.

ДҮГНЭЛТ

Завхан аймгийн Нөмрөг, Тэлмэн сумын газар зүйн байршил, Ургамалын индекс, газрын гадаргын температурыг ArcGIS программ, ENVI 4.7 хослуулан орчин үеийн Ландсат 5, 8 хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан 9 жилийн зайтай 4 оны мэдээг харьцуулан судлахад өмнөх жилүүдээсээ ургамалын гарц муудаж цөлжилт явагдсан байна.

1991 оныг 2017 онтой харьцуулахад нийт нутаг дэвсгэрийн агаарын температур 3 °C-аар нэмэгдэж, газар нутагын 50%-ийн ургамалын гарц муудсан байна. Иймээс цаашид энэ тал дээр судалгаа шинжилгээг он оноор нь улам нарын хийх шаардлагатай байна.

Ашигласан материал

1. Д.Амарсайхан, М.Ганзориг, Ц.Адъяасүрэн, М.Саандарь, “Зайнаас тандах судлал, газарзүйн мэдээллийн системийн зарчмууд” Улаанбаатар хот. 2002 он.
2. Rolf.A de By, Richard A. Knippers, Micheal J.C. Weir, Menno-jan Kraak, “Газарзүйн мэдээллийн системийн үндэс”. 2011 он.
3. www.24tsag.mn/content/33823.shtml

ОЛОН НИЙТИЙН ГАЗАР ГАР УТАС ХЭРЭГЛЭГЧИДИЙН ЦЭНЭГ ДУУСАХ АСУУДЛЫГ НАРНЫ ЗАЙН СИСТЕМЭЭР ШИЙДЭХ

Б.Мөнхбат*, С.Батсуурь*, Б.Бат-эрдэнэ*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. “Сэргээгдэх эрчим хүчийг хэрэглээнд нэвтрүүлэх”, “Хариуцлагатай хэрэглээг дэмжих” зэрэг “Тогтвортой Хөгжлийн Зорилт”-уудын хүрээнд бид нарны эрчим хүчийг ашиглан гар утас цэнэглэх боломжтой 9 тасалгаа (Slot) – тай цэнэглэгч төхөөрөмж (station) хийж эмнэлэг сургууль гэх мэт олон нийт хамарсан газаруудад ашиглах юм. Судалгааны гол зорилго нь залуучуудад хэрхэн ногоон, сэргээгдэх эх үүсвэрээр эрчим хүчний хэрэглээг хангаж болохыг таниулах, хүмүүсийн гар утас цэнэглэх хэрэгцээг хангах юм.

Түлхүүр үг: Сэргээгдэх эрчим хүч, хэмнэлт, нарны цахилгаан үүсгүүр, цэнэглэх байгууламж, эрэлт хэрэгцээ.

I. ОРШИЛ

Технологийн хөгжил хурдацтай, гар утас нь бидний ажил, амьдралаа зохицуулахад хэрэглэгддэг салшгүй нэгэн хэсэг болсон. Түүнчлэн, завгүй оюутнуудын хувьд гар утас нь уламжлалт цаасан дэвтэр, номыг орлуулах дижитал хэрэгсэл болж өдөр тутмын хэрэгцээгээ хангадаг хэрэгсэл болжээ. Лекц, семинараа зөөврийн компьютер, таблет болон гар утас дээрээ тэмдэглэдэг оюутнуудад төхөөрөмжийнх нь цэнэг дуусах нь дэвтрийн цаас дуусахтай адил. Энэхүү олон үйлдэлт дижитал хэрэгсэл болох гар утсыг байнгын цэнэгтэй байлгах нь оюутнууд бидний хувьд үргэлж тулгамддаг. Харамсалтай нь энэхүү хэрэгцээгээ бүрэн хангаж чаддаггүй нь ажиглагдсан, мөн юуны учраас энэ хэрэгцээгээ хангаж чадахгүй байна, юу хийвэл хангаж чадахаар байна гэдэг асуултауд нь энэхүү судалгааны үндэслэл болов.

1.1. Судлагдсан байдал

Монгол улсад 2014 оны судалгаагаар 3 сая гаруй гар утас хэрэглэгдэж байсан бөгөөд дунджаар нэг гар утсыг цэнэглэхэд 10 Вт цахилгаан эрчим хүч зарцуулдаг ба өнөөдрийн байдлаар 1 кВт-ц эрчим хүч дунджаар 128₮ байна [1]. Үүнээс үзвэл бид жилд зөвхөн гар утсаа цэнэглэхэд 30 МВт-ц эрчим хүчинд 1,401,600,000₮ зарцуулдаг бөгөөд уг эрчим хүчийг уламжлалт аргаар байгалийн хязгаарлагдмал нөөц болох нүүрсийг шатааж үйлдвэрлэдэг билээ. Мөн эмнэлгүүдийн үйлчлүүлэгчид гэнэтийн байдлаар, ямар нэгэн бэлтгэлгүйгээр эмнэлэгт ирэх тохиолдол их байдаг бөгөөд эмнэлэг дээр утсаа цэнэглэх хэрэгцээ маш их байдаг.

Тиймээс сэргээгдэх буюу нарны эрчим хүчийг ашиглан гар утас, цаашлаад өдөр тутмын бусад хэрэгцээгээ хангаж болох бөгөөд энэ нь эдийн засгийн болон хүрээлэн буй орчны хувьд өндөр ашиг тустай гэдгийг харуулахыг хүссэн нь бидний энэхүү судалгааны ажлын үндэслэл болов.

Ихэнх гадаадын их сургуулиудад оюутнууд нь гар утсаа цэнэглэж чадахгүй байх асуудал гардаггүй байна. Учир нь орчин тойронд бүх гар утас цэнэглэх хэрэгцээг хангахуйц залгуурууд байдаг. АНУ-н “Power

Up” компани гар утас цэнэглэдэг төхөөрөмж бий болгож үүнийг яагаад хэрэгтэй талаар 4 үндэслэл бий хэмээн дүгнэжээ.

a. Оюутнуудаа аюулгүй байлгах

Гэнэтийн осол аваар, аюултай нөхцөл байдалд оюутан суралцагчдын утас цэнэгтэй байх эсэх нь амьдрал үхлийн заагийг ч тодорхойлж болно.

b. Чанартай боловсролоор хангаж өгөх

Гол хэрэглээ болсон техник хэрэгслүүд нь цэнэггүй болох нь оюутануудын хувьд хичээлээсээ хоцрох, хичээлийн хэрэгсэлгүй байхаас өөрцгүйд тооцогдоно.

c. Оюутан сурагчдыг ааулам идэвхижүүлж, сэтгэл хангалуун байхад нь нөлөөлөх

Оюутан сурагчдаа олон нийтийн цахим сүлжээ хэрэгсэлтэй холбоотой байх боломж бололцоогоор хангаж, цаашлаад үүгээрээ дамжуулан тэднийг идэвхижүүлж, сурах хичээл зүтгэлд нь түлхэц болж өгөх нь их дээд сургуулиудын бас нэгэн үүрэг хариуцлагад зүй ёсоор тооцогдоно.

d. Мэдээ мэдээллээр хангах

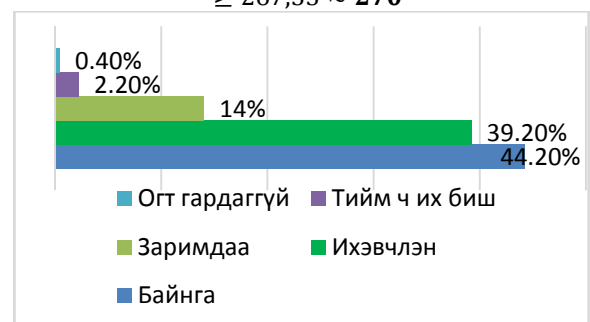
Ухаалаг утасны тусламжтайгаар бид их дээд сургуулийнхаа эргэн тойронд болж буй бүхий л мэдээ мэдээллийг хоромхон зуур авч чадах боломжоор хангаж өгдөг билээ [2].

II. Судалгаа

Энэхүү судалгаанд ашиглагдах тоон болон чанарын мэдээллийг түүвэр судалгааны аргаар МУИС болон ШУТИС -ийн нийт оюутнаас төлөөлөл болохуйц 270 оюутнаас анкетын санал асуулгаар судалгааг хийв.

Нийт оюутнаас судалгаа авах авах түүврийн хэмжээ:

$$n \geq \frac{N * \left(\frac{Z * 0.5}{e}\right)^2}{(N - 1) + \left(\frac{Z * 0.5}{e}\right)^2} = \frac{22'028 * \left(\frac{1645 * 0.5}{0.05}\right)^2}{(22'028 - 1) + \left(\frac{1645 * 0.5}{0.05}\right)^2} \geq 267,33 \approx 270$$



Диаграмм 1. Танд сургууль дээр гар утсаа цэнэглэх хэрэгцээ, шаардлага хэр гардаг вэ?

Гар утас цэнэглэх хэрэгцээ шаардлагын талаарх асуултад судалгаанд оролцогчдын хариулсан байдлыг

харахад “Байнга” гэж 44.2%, харин “Ихэвчлэн” гэж 39.2% нь хариулсан байгаагаас үзэхэд гар утас цэнэглэх хэрэгцээ шаардлагатай оюутнууд их тулгардаг байна.

Хүснэгт 1.

Гар утсаа цэнэглэх хэрэгцээгээр нь түүнийгээ хэр хангаж чадаж байгааг харьцуулсан шинжилгээ

Хэр хангаж чаддаг	Шалтгаан нь				Нийт
	Бусад	Ажилладаггүй залуур их байдаг	Залуур хүрэлцээгүй байдаг	Аль аль нь	
	0% (0)	0% (0)	0.8% (1)	0% (0)	0.3% (1)
Бүрэн хангаж чаддаг	18.2% (4)	4% (2)	0.8% (1)	2% (2)	3% (9)
Ихэнх тохиолдолд хангадаг	54.5% (12)	20% (10)	17.8% (23)	14.3% (14)	19.7% (59)
Огт үгүй	9% (2)	4% (2)	4.6% (6)	15.3% (15)	7.7% (23)
Хааяа л хангаж чаддаг	18.3% (4)	72% (36)	76% (98)	68.4% (67)	69.3% (207)
Нийт	7.4% (22)	16.7% (50)	43.1% (129)	32.8% (98)	100% (299)

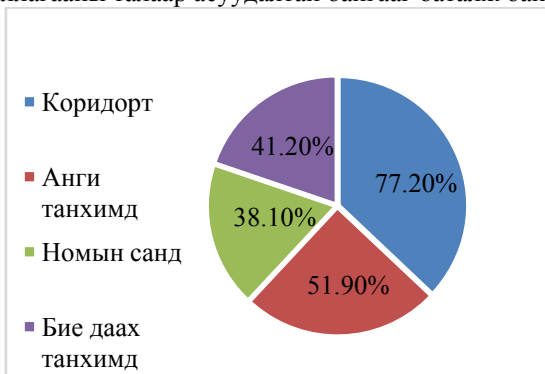
Гар утсаа цэнэглэх хэрэгцээ байнга болон ихэвчлэн гардаг гэж хариулсан бол оюутнуудын 70 гаруй хувь нь энэ хэрэгцээгээ хааяа л хангаж чаддаг байна.

Хүснэгт 2.

Гар утас цэнэглэх хэрэгцээгээр хэр хангаж байгаагаар нь хангаж чадахгүй байгаа шалтгаантай нь харьцуулсан шинжилгээ

Хэр хангаж чаддаг	Хэр хангаж чаддаг					Нийт
	Бүрэн хангаж чаддаг	Ихэнх тохиолдолд хангадаг	Огт үгүй	Хааяа л хангаж чаддаг		
Байнга	0	44.4% (4)	39% (23)	42% (87)	42.5% (127)	
Заримдаа	0	22.2% (2)	18.6% (11)	13% (3)	12.6% (26)	
Ихэвчлэн	1	11.1% (1)	40.7% (24)	17.4% (4)	43.5% (90)	
Огт гардаггүй	0	11.1% (1)	0% (0)	4.3% (1)	0% (0)	
Тийм ч их биш	0	11.1% (1)	1.7% (1)	8.8% (2)	1.9% (4)	
Нийт	0.3% (1)	3% (9)	19.7% (59)	9.7% (23)	67.3% (207)	

Гар утас цэнэглэх хэрэгцээгээр хангаж чадахгүй байгаа оюутнуудын шалтгааныг харвал мөн дийлэнх хувь нь залуур хүрэлцээгүй эсвэл аль аль нь гэж хариулсан байна. Гэвч ихэнх тохиолдолд хангадаг гэж хариулсан оюутнууд мөн адил шалтгаантай байгаа нь сургуулийн орчинд үнэхээр залуурын хүрэлцээ, ажиллагааны талаар асуудалтай байгааг баталж байна.



Диаграмм 2. Хэрэв гар утас цэнэглэгч төхөөрөмж байрлуулбал хаана байвал дээр вэ?

III. Нарны цахилгаан үүсгүүр болон нөөц

Олон улсын хэмжээнд нарны эрчим хүчний нөөцийг буюу нарны энергиэс үйлдвэрлэж болох цахилгаан

эрчим хүчний нөөцийг нийт нутаг дэвсгэрийн зөвхөн 1,5 хувь байх эзлэх бизнес талбайн хэмжээгээр тооцдог.

Манай орны нарны нөөц буюу үйлдвэрлэж болох цахилгаан энергийн нөөцийг улсын хэмжээнд 4774,0 ТВт.ц/жил гэж АНУ –ын сэргээгдэх эрчим хүчний үндэсний лаборатори (NREL) тооцон гаргасан бөгөөд дэлхийн 200 гаруй улсаас Монгол улс 19-р байрт оржээ. Энэ бол нарны энергиэс улбаалсан цахилгаан эрчим хүчний арвин их нөөц байгааг илэрхийлж байна [3].



Зураг 1. Нарны эрчим хүчээр гар утас цэнэглэгч төхөөрөмж /Solar Mobile Charging Station/



Диаграмм 3. Монгол орны нарны нөөцийг томоохон хэрэглэгчидтэй харьцуулбал

Түүнчлэн нарны эрчим хүчний үүсгүүр болох нарны хавтанг олон нийтийн газар ашиглах нь зардал болоод ашиглалтын явцад гарах сөрөг үр дагавар маш бага, найдвартай ажиллагаагаар хангаж чадах тул судалгааны ажилд авч хэрэгжүүлсэн болно.

Ашиглагдах нарны хавтангийн эрчим хүч үйлдвэрлэх тооцоо

Нарны хавтангийн үзүүлэлтүүд:

- $P_0 = 100\text{Вт}$
- $\eta_{\text{хав}} = 15.47\%$
- $S_{\text{хав}} = 0.65\text{м}^2$

Хавтангийн налуу гадаргуу дээр буух нийлбэр цацрагийн хэмжээг тодорхойлох [4]. Жишээ болгон жилийн 2-р сарын тооцоог хийв.

Налуу гадаргуу дээрх нийлбэр цацрагийн шилжүүлэлтийн коэффициентийг тооцоолох:

$$R = \left(1 - \frac{Q_B}{S'_0}\right) R_{\text{ш}} + \frac{Q_B}{S'_0} \frac{1 + \cos \mu}{2} \rho \left(\frac{1 + \cos \mu}{2}\right) \quad (1)$$

$$R = \left(1 - \frac{2083}{4391}\right) 2.3 + \frac{2083}{4391} \frac{1 + \cos 45}{2} 0.4 \left(\frac{1 + \cos m}{2}\right) = 1.3977$$

- m - Дэлгэцийн гадаргуун налуу өнцөг;
- Q_B - Хэвтээ гадаргууд тусаж байгаа нийлбэр цацрагийн хэмжээ $Q_B = 2083 \text{ Вт/м}^2$;
- S'_o - 1 өдөрт дэлхийн агаар мандлын гадна тусгах нарны нийлбэр цацрагийн хэмжээ;

Дэлгэцийн налуу гадаргуу дээрх нарны нийлбэр цацрагийн энерги өдөрт дундажаар:

$$Q_T = Q_B * R \quad (2)$$

$$Q_T = 2083 * 1.3782 = 2870.97 \text{ Вт/м}^2$$

Нарны хавтангийн үйлдвэрлэх цахилгаан эрчим хүчний хэмжээг тооцоолох дэс дараалал [4].

Өдөрт хамгийн өндөр цацрагийн хэмжээтэй байх хугацаа:

$$t_{BH} = Q_T (\text{Вт} * \text{ц}) / 1000 (\text{Вт}) \quad (3)$$

$$= 2.911 \text{ цаг} \approx 3 \text{ цаг}$$

Нарны хавтангийн өдөрт гаргах эрчим хүч:

$$\mathcal{E}_{\text{өдөр}} = P_o * t_{BH} * \eta_{\text{бок}} * \eta_{\text{инв}} * \eta_{\text{темп}} * \eta_{\text{каб}} \quad (4)$$

$$= 100 * 2.911 * 0.95 * 0.9 * 0.89 * 0.95$$

$$= 210.44 \text{ Вт цаг}$$

- P_o - Нарын хавтангийн хэвийн чадал Вт-цаг;
- $\eta_{\text{бок}}$ - Хавтангийн бохирдлогыг тооцсон засварын коэффициент $\eta_{\text{бок}} = 0.9 - 0.95$;
- $\eta_{\text{инв}}$ - Инверторын АУК $\eta_{\text{инв}} = 0.9$;
- $\eta_{\text{темп}}$ - Дэлгэцийнажлын температурын хэмжээг тооцсон засварын коэффициент;
- $\eta_{\text{каб}}$ - Холболтын утас, кабель дээрх эрчим хүчний алдагдлыг тооцсон засварын коэффициент ($\eta_{\text{каб}} \approx 0.95 - 0.98$);

Хавтангийн сард үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээ:

$$\mathcal{E}_{\text{сар}} = \eta_{\text{к.и.өдөр}} * \mathcal{E}_{\text{өдөр.к}} \quad (5)$$

$$\mathcal{E}_{\text{сар}} = 28 * 210.44 = 5892.32 \text{ Вт.ц} = 5.89 \text{ кВт.ц}$$

Хавтангийн жилд үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээ:

$$\mathcal{E}_{\text{жил}} = \sum_{\text{к}=1}^{12} \mathcal{E}_{\text{к.сар}} \quad (6)$$

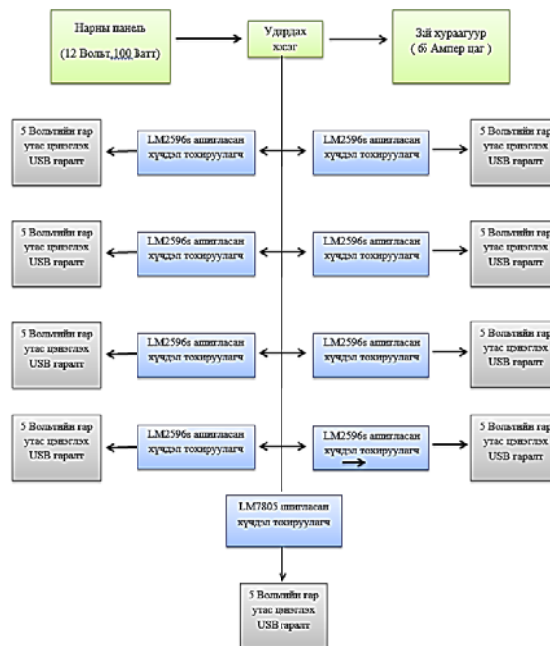
$$\mathcal{E}_{\text{жил}} = 56.082 \text{ кВт.ц}$$

IV. ТӨХӨӨРӨМЖИЙН БҮТЭЦ

Төхөөрөмж нь үндсэн болон бусад гэсэн хэсгүүдээс бүрдэх бөгөөд үндсэн хэсэгт төхөөрөмжийн үйл ажиллагааг бүрэн хангахад зориулсан.

Үндсэн:

- I. Нарны панель
- II. Зай хураагуур
- III. Удирдах хэсэг
- IV. Converter Regulator



Зураг2. Нарны зайн системийн ажиллагааны бүдүүвч Нарны панель /PhotoVoltaic cell/

Орчин үед PV элементүүдийн ашигт үйлийн коэффициент нь дунд зэргийн гэрэлтэлттэй үед 10-20% байдаг. Олон тооны PV элементүүдийг нэгтгэн байрлуулах замаар томоохон чадлын PV модулиудыг бэлтгэн гаргана. PV модулиудыг хооронд нь цуваа болон зэрэгцээ холбож, илүү их чадал ба хүчдэл гаргах PV панель, дэлгэцүүдийг хийдэг [3].

Сонголт: RNG-100D

- Чадал-100 Вт
- Хүчдэл-18.9 В
- Гүйдэл- 5.29 А
- Гал хамгаалагч -15А
- Температур - -40°C-өөс +80°C
- Хэмжээ -1202x541x35мм

Зай хураагуур /Accumulator/

9 утас зэрэг цэнэглэхийн тулд 65А/ц – тай энгийн зай хураагуур (хуурай зай хураагуур, Lead Acid Accumulator) шаардлагатай бөгөөд 65А/ц – тай зай хураагуурыг цэнэглэхийн тулд 100Вт чадалтай нарны панель хэрэглэгдэнэ.

Сонголт: KD12-65 (KEY POWER)

Холболтын утас/ Wiring

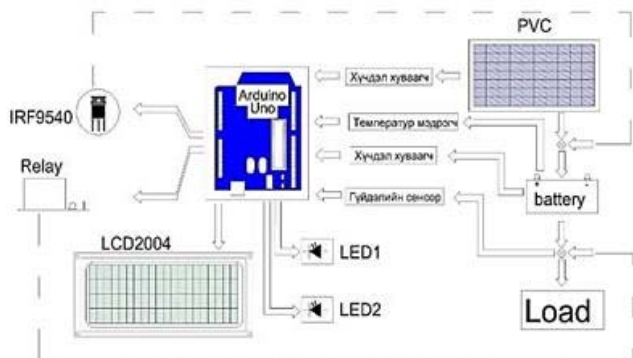
Нарны хавтангийн үүсгэх цахилгаан эрчмийг холболтын утас буюу кабелиар дамжуулан аккумуляторт хүргэнэ. Үүнд кабелийн хүчдэлийн алдагдал болон хөндлөн огтлолын тооцоог зайлшгүй хийх шаардлагатай ба ингэснээр алдагдал бага багасаж АУК ихэснэ.

- Хэвийн хүчдэл-12В,
- Хэвийн гүйдэл-8.3А
- Хүчдэлийн алдагдал-3%
- Урт-3м
- Хөндлөн огтлол -4мм²

байх холбох утас сонгов.

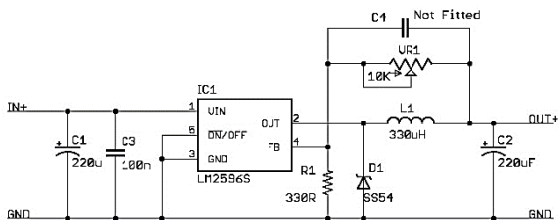
Удирдах хэсэг / Microcontroller

Энэ нь хэт цэнэглэгдэх, нарнаас авч буй энергийн хэмжээ, зай хураагуурын цэнэгийн хэмжээ зэргийг ATMEGA микроконтроллэрын тусламжтайгаар LCD дэлгэцээр харуулна. Харин хэт цэнэглэх буюу хураагуурын цэнэг дүүрсэн тохиолдолд релегээр дамжуулан тасална.



Зураг 3. Нарны зайн системийн бүтцийн схем

Аккумулятороос гар утсаа цэнэглэхдээ LM2596S хагас дамжуулагч транзистор дээр хийгдсэн 12В-с 5В болгон бууруулах DC конвертерийн модулийг ашиглана. Энэ транзистор нь гаралтандаа 3А гаргах хүчин чадалтай, гаралтын хүчдлийг тохируулах боломжтой, оролтын хүчдэл 4,5-40В хүртэл, -40°C -аас 125°C хүртэл температурын өргөн зурваст ажиллах боломжтой транзистор юм.



Зураг 4. LM2596S транзисторын зарчмын схем



Зураг 5. Нарны зайн системийн туршилтын загвар

Дээрхи үндсэн эд ангиуд болон бусад материалуудын үнэ өртөгийн судалгааг хүснэгт 3 –т үзүүлэв.

Төсвийн задаргаа

Төхөөрөмжийн бүтэц	Нэгжийн үнэ	Тоо хэмжээ / Нэгж	Нийт үнэ
Нарны панель /100Вт/	350,000 ₮	3ш	1,050,000₮
Аккумулятор/65 АмН/	151,900 ₮	3ш	455,700₮
Контроллер	22,000₮	3ш	66,000₮
Конвертер	60,000₮	3ш	180,000₮
Гал хамгаалагч	1,000₮	3ш	3,000₮
Их бие	250,000 ₮	3ш	750,000₮
Кабель утас	20,000₮		20,000
USB кабель	45,000₮	3ш	135,000₮
Нийт	898,900 ₮	3ш	2,699,700₮

Бусад зардал	Нэгжийн үнэ	Тоо хэмжээ / Нэгж	Нийт үнэ
Маркетинг	12,250₮	4 долоо хоног	49,000₮
Таамаглаагүй засвар	200,000 ₮	-	200,000₮
Нийт			2,947,700₮

V. ДҮГНЭЛТ

Монгол Улсын ЦЭХ-ний хэрэглээ өдрөөс өдөрт өсөн нэмэгдэж байгаа хэдий ч энэ эрчим хүчний хэрэгцээг бүрэн шийдвэрлэх гарцыг тодорхойлж чадаагүй байна. Улаанбаатар, Дархан, Эрдэнэт гэх мэт томоохон хот суурин газруудад бий болоод байгаа утаа, агаарын бохирдлыг бууруулахад сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглах, тэр дундаа хөл хөдөлгөөн ихтэй төвлөрсөн бүсэд хамгийн тохиромжтой сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүр болох нарны хавтанг ашиглах нь оновчтой шийдэл болж чадна. Орчин үед энэ төрлөөр дагнан маш олон тооны үйлдвэрлэл, судалгаа шинжилгээний ажил хийгдэж иргэд амины орон сууцаа нарны эрчим хүчээр бүрэн хангах зэрэг сэргээгдэх эрчим хүчний тогтвортой хөгжлийн бодлогыг хэрэгжүүлэхэд үнэтэй хувь нэмэр оруулж байна. Манай орны төв хэсэгт жилд 2600 цагаас багагүй хугацаанд нарны цацраг тусдаг бөгөөд нэг ам метр нэгж талбайд харгалзах нарны эрчмийн хэмжээ өдөрт 4.5 кВт·ц/м² байдаг. Тийм учир энэхүү судалгааны ажлаархямд бөгөөд байгальд ээлтэйгээр үйлдвэрлэх боломжтой эрчим хүчийг ашиглах хамгийн зөв шийдлийг гаргасан.

Ашигласан материал

- www.infomongol.mn
- <http://powerupconnect.com/products/charging-locker/>
- М.Лэгдэн. “Нар Салхины энерги”. “Мөнхийн үсэг”. УБ.: 2017.
- З.Цэрэндорж, Ц.Эрдэнэтуяа. “Сэргээгдэх эрчим хүчний хэрэглээ ба энергийн хуримтлуур. (сурах бичиг)”. “Color book”. УБ.: 2016. с.
- Solar Charging Station. Major Qualifying Project. Giancarlo Savoy, Akuete W. Sossavi. “Worcester Polytechnic Institute” 2015.

ЦАХИЛГААН МАШИНЫ НАЙДВАРТАЙ АЖИЛЛАГААГ САЙЖРУУЛАХ, СААТАЛГҮЙ АЖИЛЛАХ ЧАДВАРЫГ УРТАСГАХ

Т.Баярсайхан*, Ч.Загдсүрэн*, П.Нансалмаа*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Эрчим хүчний салбарт хэрэглэгдэж буй цахилгаан машины найдвартай ажиллагаа нь хэрэглэгчийг тасралтгүй эрчимэрчим хүчээр хангахад хэрэглэгдэх үндсэн үзүүлэлтийн нэг билээ. Энэхүү илтгэлээр цахилгаан хөдөлгүүрт гарч болох гэмтэл, түүний төрөл, хэмжилт туршилтыг судаллаа. Мөн сонгон авсан тоосон системийн реле хамгаалалт автоматикийн байгууламжийн нийт ажилласан тоонд:

1. Тоноглол тус бүрийн реле хамгаалалт;
2. Реле хамгаалалтын төрлүүд нь хэрхэн нөлөөлснийг Microsoft office Exsel 2010 программын LINEST функцийг ашиглан тодорхойлж, үнэлгээг гаргасан.

Эдгээр хэмжилт, судалгаанд үндэслэн цахилгаан машины найдвартай ажиллагааг сайжруулах, сааталгүй ажиллах чадварыг дээшлүүлэх талаар цаашид авах арга хэмжээг боловсронгуй болгох асуудлыг дэвшүүлээ.

Түлхүүр үг: Хөдөлгүүрийн гэмтэл, тоон үзүүлэлт, туршилт хэмжил.

I. ОРШИЛ

Өндөр болон нам хүчдэлийн цахилгаан хөдөлгүүрүүд нь ашиглалтын ихээхэн хүнд нөхцөлд ажиллах тул тэдгээрт тодорхой хэмжээний хүнд ба хөнгөн гэмтэл зайлшгүй гарч байдаг. Хөдөлгүүрийн ашиглалтын явцад дараах аюултай хүчин зүйлүүд байнга үйлчилнэ [1]. Үүнд:

1. Тусгаарлах хэсгүүдэд тогтмол ба хувьсах гүйдлийн хүчтэй цахилгаан болон соронзон үйлчилнэ.
2. Хөдөлгүүрийн бүх хэсгүүдэд богино болон удаан хугацааны, мөн гэнэтийн механик ачааллууд үйлчилнэ.
3. Хөдөлгүүрийн ороомог болон зүрхэвчний халалтаас үүсэх өндөр температурын нөлөөлөл, орчны халуун, хүйтэн хэлбэлзлэл ба мөн цаг агаарын нөлөөлөл, агаарын даралт, температур, чийглэгийн нөлөөллүүд үйлчилнэ.
4. Хөдөлгүүрийн ажиллагааны горим, гүйцэтгэх механизмын төрлөөс хамаарсан байнгын доргио, чичиргээний үйлчлэл зэрэг болно.

Олон улсын практикаас үзвэл хориос дээш жил ашиглагдсан хөдөлгүүрүүдийн хувьд шинэ хөдөлгүүрээр солих шаардлага зайлшгүй гардаг. Олон улсын цахилгаан техникийн хорооноос хийсэн судалгаанаас үзэхэд ашиглалтанд байх хамгийн их дундаж хугацаа нь хөдөлгүүрийн төрлөөс хамаарч доорх хэмжээнд харгалзана. Үүнд:

- Өндөр хүчдэлийн асинхрон хөдөлгүүр 28.1 жил;
- Өндөр хүчдэлийн синхрон хөдөлгүүр 28.9 жил;
- Нам хүчдэлийн асинхрон хөдөлгүүр 26.7 жил;
- Тогтмол гүйдлийн хөдөлгүүр 24.9 жил [2];

Эдгээр үзүүлэлтүүдэд үндэслэн практикаас үзэхэд хорин жил ашиглагдсан хөдөлгүүрийг шууд шинэ хөдөлгүүрээр сольдог зарчмыг баримтлах нь эдийн засгийн хувьд ашигтай байдаг.

Судалгааны гол объектоор “ДЦС-4” ТӨХК-ийг сонгон авсан бөгөөд станцын тоос бэлтгэлийн системд ашиглаж буй 6 кВ болон 0.4 кВ-ын хөдөлгүүрүүдэд 2016-2017 онд хийгдсэн засвар үйлчилгээ, хэмжилт туршилт, реле хамгаалалтын ажилласан байдал найдваржилтанд хэрхэн нөлөөлдөг талаар судлахыг зорилго. Хөдөлгүүрийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх чиглэлээр судалгаа бага хийгддэг нь энэ сэдвээр судалгаа шинжилгээ хийх үндэс боллоо.

II. 6кВ болон 0.4 кВ-ын хөдөлгүүрийн гэмтлийн судалгаа

Станцад ашиглагдаж буй хөдөлгүүрүүдийн ихэнх гэмтлийг холхивчны гэмтэл, статорын ороомгийн гэмтэл эзэлдэг. Бага чадлын хөдөлгүүрүүдэд гарч буй гэмтлийг өндөр чадлын хөдөлгүүрүүдэд гарч буй гэмтэлтэй харьцуулвал холхивчны гэмтэл болон статорын ороомгийн гэмтэл нь харьцангуй өндөр байна. 2017 онд гарсан гэмтлийн хэмжээг 2016 онд гарсан гэмтлийн хэмжээтэй харьцуулвал 4.46%-аар буурсан [5].

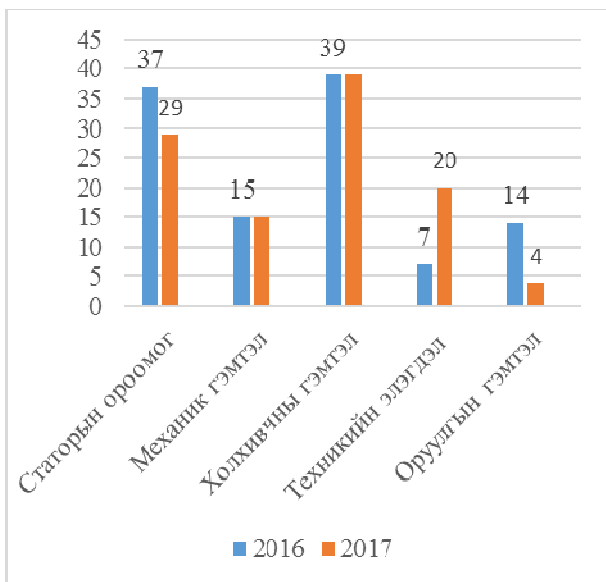


Зураг 1. 0.4 кВ-ын хөдөлгүүрийн гэмтэл (2017 оны байдал)

Доорх тоон үзүүлэлтэд дурдагдсан механик болон техникийн элэгдэлд хөдөлгүүрийн хэт ачааллаас үүдэлтэйгээр эргэлдэх механизмын гэмтэл болон хөдөлгүүрийн гол деформацид орох, духны хэсгийн тусгаарлагын элэгдэл зэрэг орж байна.



Зураг 2. 6 кВ-ын хөдөлгүүрийн гэмтэл (2017 оны байдал)

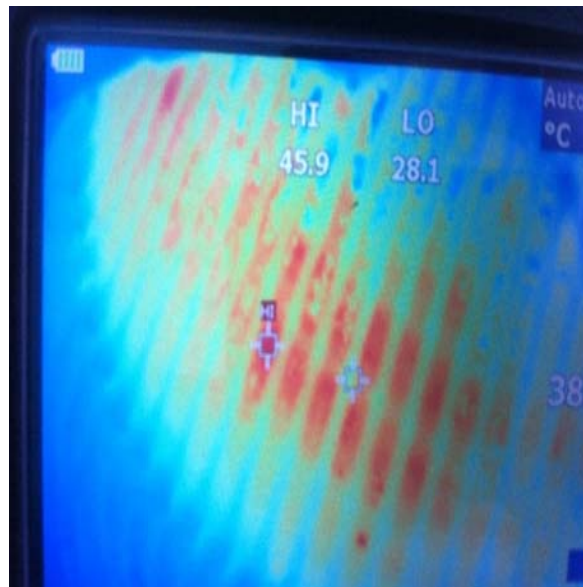


Зураг 3. 0.4 кВ болон 6 кВ-ын хөдөлгүүрийн 2016, 2017 онд гарсан нийт гэмтлийн хэмжээ

III. Хэмжилт туршилт

ДЦС-4-т хэрэглэгдэж буй хөдөлгүүрүүдэд ОХУ-д мөрдөгддөг стандартын дагуу дараах хэмжилт туршилтуудыг хийдэг. Үүнд:

- Статорын ороомгийн идэвхт төмрийн дулааны туршилт;
- Үйлдвэрийн давтамжтай өндөр хүчдлээр турших туршилт;
- Тогтмол өндөр хүчдэлээр турших;
- Тусгаарлагын туйлшралын зэргийн туршилт (Абсорбцийн коэффициентын утга- K_{abc})[3].



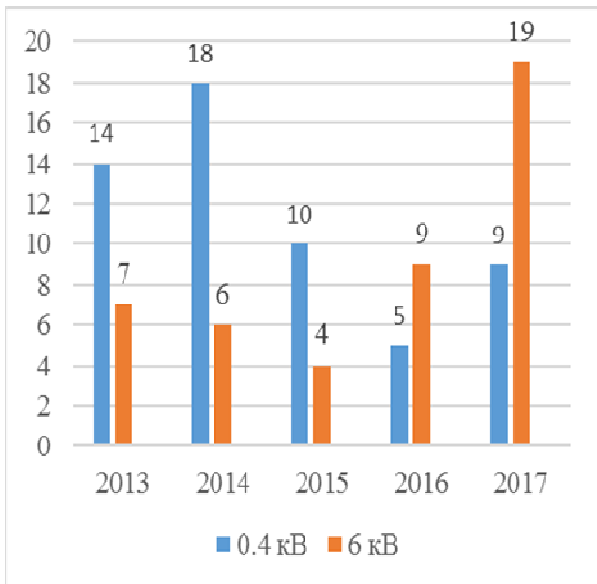
Зураг 4. 6 кВ-ын хөдөлгүүрийн статорын ороомгийн халалтын хэмжээг тодорхойлох үеийн хэмжилтийн утга

Эдгээрээс эхний болон сүүлийн туршилт нь хөдөлгүүрийн найдвартай ажиллагааг үнэлэхэд хамгийн чухал хэрэглэдэг туршилтын арга юм [6].

Судалгааны ажилд FLUKE TI25 хэт авиан зарчим дээр үндэслэгдсэн хэмжих багажны тусламжтайгаар хийгдсэн статорын ороомгийн идэвхит төмрийн дулааны туршилтын үр дүнг үзүүлэв. Зурагт үзүүлсэн HI тэмдэглэгээ нь ороомгийн халалтын хамгийн их температурын ($^{\circ}\text{C}$) хэмжээг заах ба LO тэмдэглэгээ нь ороомгийн халалтын хамгийн бага температурын утгыг заах тэмдэгтүүд юм. Уг хоёр утгын зөрүү нь 25°C -аас хэтэрхгүй байхаар нормчилсон байдаг. Хэрэв уг утгаас хэтэрсэн тохиолдолд хөдөлгүүрийн статорын ороомгийг зайлшгүй солих шаардлагатай. Нормчилсон утгаас хэтэрсэн нөхцөлд удаан хугацаанд байлгасан тохиолдолд статорын ороомог гэмтэнэ.

IV. Реле хамгаалалтын ажиллагаа

Тоос бэлтгэлийн системд ашиглагдаж буй хөдөлгүүрүүдэд тавигдсан реле хамгаалалтын нийт ажилласан тоог 2013-2017 он хүртэл гаргав. Графикаас харахад 2014 оноос хойш 0.4 кВ-ын хөдөлгүүрийн реле хамгаалалтын ажилласан тоо буурсан байгаа нь энэ оноос эхлэн хөдөлгүүрийн реле хамгаалалтыг цахилгаан соронзон реленээс микропроцессорын хамгаалалт уруу шилжүүлсэнтэй холбоотой гэж үздэг. Микропроцессорын хамгаалалт уруу шилжүүлснээр хамгаалалтын найдвартай ажиллагааг дээшлүүлж буруу ажиллах боломжийг бууруулсан.



Зураг 5. 2013-2017 оны жил тус бүрд ажилласан хөдөлгүүрийн реле хамгаалалтын тоо



Зураг 6. Хөдөлгүүрийн хамгаалалтын ажилласан тоог хамгаалалтын төрөл бүрээр ангилсан байдал (2017 оны байдал)

V. Хүчин зүйлийн шинжилгээ

Хүчин зүйлийн шинжилгээг хийхдээ Microsoft Office Excel 2010 программын LINEST функцийг ашиглан тоосон системийн реле хамгаалалт автоматикийн байгууламжийн нийт ажилласан тоонд тоноглол тус бүрийн реле хамгаалалтын ажилласан тоо, реле хамгаалалт буруу ажилласан, татгалзсан, шалтгаан тодорхойгүй ажилласан тоонууд зэрэг нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийн нөлөөллийн хэмжээг тодорхойлсон. LINEST функцийг ашиглахдаа:

1. Formulas цэсний Insert Function командыг сонгоно.
2. Харилцах цонхны or select a category гэсэн хэсгийн жагсаалтаас Statistical гэж функцийн төрлийг зааж өгнө.
3. Select a function жагсаалтаас нэрийг LINEST гэж сонгоно.
4. Функц оруулах шаардлагатай нүдийг бэлтгэж ОК дарснаар Function arguments гэсэн цонх нээгдэж хэрэгтэй нөхцөлөө лавлана. Ингэхэд known_y's,

known_x's const, stats гэсэн нөхцөлүүдийн тохирох утгуудыг оруулж өгөөд Ctrl+Shift+Enter товчлууруудыг хамт дарахад бодлогын үр дүн гарна.

Хүснэгт 1-д тоосон системийн реле хамгаалалт автоматикийн байгууламжийн реле хамгаалалт ажилласан нийт тоонд тоноглол тус бүрийн реле хамгаалалт хэрхэн нөлөөлж байгаа үнэлгээг гарган авлаа. Үнэлгээний чанарын хэмжүүрт олон хэмжээст корреляцийн коэффициент ба олон хэмжээст детерминацийн коэффициентийг авч болно. Олон хэмжээст регрессийн харгалзах үзүүлэлт нь олон хэмжээст корреляцийн коэффициент (R) болно. Тухайн тохиолдолд түүнийг хүчин зүйлийн жинхэнэ утгууд ба тэдгээрийн үнэлгээний хоорондын корреляцийн коэффициент байдлаар тодорхойлно. Олон хэмжээст корреляцийн коэффициентын квадратыг олон хэмжээст детерминацийн коэффициент гэж нэрлэдэг. Олон хэмжээст детерминацийн коэффициентын гишүүн бүр нь R^2 -д өөрийн хувь нэмрийг оруулах хэд хэдэн байгуулагчдаас бүрдэнэ [4].

Реле хамгаалалт ажилласан нийт тоонд цахилгаан хөдөлгүүрийн хамгаалалт 30.32%, дотоод хэрэгцээний 6/0.4 кВ-ын трансформаторын хамгаалалт 25.89 %, 0.4 кВ-ын секцийн хамгаалалт 0, 6 кВ-ын секцийн хамгаалалт 34.06 %, реле хамгаалалт татгалзсан тоо 0, реле хамгаалалт буруу ажилласан тоо 5.51 %, реле хамгаалалт шалтгаан тодорхойгүй ажилласан тоо 4.2 %-иар нөлөөлж байна. Мөн олон хэмжээст корреляцийн коэффициентийг (R) тодорхойлоход цахилгаан хөдөлгүүрийн хамгаалалт 1.0229885, дотоод хэрэгцээний 6/0.4 кВ-ын трансформаторын хамгаалалт 0.873563, 0.4 кВ-ын секцийн хамгаалалт 0, 6 кВ-ын секцийн хамгаалалт 1.1494253, реле хамгаалалт татгалзсан тоо 0, реле хамгаалалт буруу ажилласан тоо 0.186206897, реле хамгаалалт шалтгаан тодорхойгүй ажилласан тоо 0.14176245 хэмжээтэй байсан ба эдгээр нь реле хамгаалалт ажилласан нийт тоонд шууд хамаарлаар нөлөөлж байна. Эндээс харахад хамгийн их нөлөөлж байгаа нь 6 кВ-ын секцийн хамгаалалт, хамгийн бага нөлөөлж байгаа нь шалтгаан тодорхойгүй ажилласан реле хамгаалалт байна.

Үүнтэй адилаар LINEST функцийг ашиглаад реле хамгаалалтын ажилласан нийт тоонд реле хамгаалалтын төрлүүд нь хэрхэн нөлөөлж байгаа үнэлгээг гарган авахад гүйдлийн ихсэлтийн хамгаалалт 23.22%, газардлагын хамгаалалт 24.3%, дулааны хэт ачааллын хамгаалалт 18.35%, фазын дарааллын хамгаалалт 22.75%, нумын хамгаалалт 0, механик хоригийн хамгаалалт 11.35%-иар нөлөөлсөн байхад хүчдэл бууралтын хамгаалалт нөлөөлөөгүй байна.

Реле хамгаалалт ажилласан нийт тоонд нөлөөлөх хүчин зүйлүүд

Он	РХ ажилласан нийт тоо	Цахилгаан хөдөлгүүрийн хамгаалалт	Дотоод хэрэгцээний 6/0.4 кВ-ын Тр-ын хамгаалалт	0.4 кВ-ын секцийн хамгаалалт	6 кВ-ын секцийн хамгаалалт	РХ татгалзсан тоо	РХ буруу ажилласан тоо	РХ шалтгаан тодорхойгүй ажилласан тоо
2013	20	8	3	1	8	0	0	0
2014	14	9	5	0	0	0	0	3
2015	16	8	5	0	3	0	0	0
2016	13	11	2	0	0	0	0	0
2017	18	10	2	4	2	0	20	0

Хүснэгт 1.1

R	0.141762	0.186206897	0	1.1494253	0	0.8735632	1.0229885	0
	0	0	0	0	0	0	0	#N/A
R^2	1	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
	#NUM!	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
	1345	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

Хүснэгт 1.2

РХ шалтгаан тодорхойгүй ажилласан тоо	РХ буруу ажилласан тоо	РХ татгалзсан тоо	6 кВ-ын секцийн хамгаалалт	0.4 кВ-ын секцийн хамгаалалт	Дотоод хэрэгцээний 6/0.4 кВ-ын Тр-ын хамгаалалт	Цахилгаан хөдөлгүүрийн хамгаалалт	Нийт %
4.20%	5.51%	0%	34.06%	0%	25.89%	30.32%	100.00%

$$\sum_{a=1}^7 |a| = 3.373946$$

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү илтгэлээр цахилгаан хөдөлгүүрийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх зорилготойгоор гарч буй гэмтлийн судалгаа, ашиглалтын хугацаанд болон засварын дараа хийгдэх хэмжилт туршилт, реле хамгаалалтын ажиллагаанд үнэлэлт өгч эдгээрээс үндэслэн хөдөлгүүрийн сааталгүй ажиллах чадварыг уртасгахыг зорилоо. Станцад ашиглаж буй хөдөлгүүрүүдийн хувьд чадлын хэмжээнээс үл хамааран статорын ороомгийн гэмтэл, холхивчны гэмтэл нь нийт гарч буй гэмтлийн ихэнх хувийг эзэлдэг. Уг хоёр гэмтэл нь техникийн элэгдэл болон бусад гэмтэл үүсэх нөхцөлийг бүрдүүлж байна. Жишээлбэл: статорын ороомгийн хэт их халалтын улмаас статорын зүрхэвч халж деформацид орох ба ингэснээр техникийн элэгдэл үүсэх нөхцөл бүрдэнэ. Нийт гарч буй гэмтлээс сэргийлэхийн тулд дараах зүйлсийг хийх хэрэгтэй.

Гэмтэл үүсэхээс өмнө тусгаарлагын элэгдэл хуучралын хэмжээг тооцож, үзлэг шалгалт хийх хугацааг богиносгож гэмтлийг бууруулах боломжтой. Хөдөлгүүрийн статорын ороомгийн гаргалгын холболтуудтай кабелийн оруулгуудын холболтыг шилжилтийн эсэргүүцэл үүсгэхгүйгээр холбосноор (сул холболт) шилжилтийн эсэргүүцлээр дамжих их хэмжээний дулааны үйлчлэлийг бууруулна. Мөн оруулгын кабелийн хөндийрүүлгийн эсэргүүцлийг өдөр тутам хэмжих зэрэг нь механик гэмтлийг бууруулах боломжтой.

Мөн цахилгаан тоноглолын ашиглалтын дүрэмд заасны дагуу байнгын үзлэг хэмжилтийг стандартын дагуу хэрэгжүүлснээр хөдөлгүүрийн ажиллах хугацааг уртасгадаг.

Реле хамгаалалтын хувьд хамгаалалтын төрлөөс нь хамааран авч үзвэл хэт ачааллын хамгаалалт болон гүйдлийн огцом ихсэлтийн хамгаалалт, симметр бус гүйдлийн хамгаалалт хамгийн их хувийг эзэлж байна. Хөдөлгүүр симметр бус горимд ажиллахад старторт үүсэх тэгш хэмт эргэлдэгч соронзон оронд гажилт үүсэж уг горимоор удаан хугацаанд ажиллахад хөдөлгүүрт механик доргио үүссэнээр хөдөлгүүр гэмтдэг. Хэт ачаалал болон гүйдлийн ихсэлтийн хамгаалалтууд роторын гол дээрх механик ачааллын ихсэлтээс хамааран ажиллах ба ротор дахь ачааллын хэмжээ нь холхивчны гэмтлээс ихээхэн хамаардаг болохыг реле хамгаалалтын ажиллагаатай уялдуулан ойлгож болно.

Мөн LINEST функцийг ашиглаад реле хамгаалалт ажилласан нийт тоонд:

1. Тоноглол тус бүрийн реле хамгаалалт
2. Реле хамгаалалтын төрлүүд хэрхэн нөлөөлж байгаа үнэлгээг гаргаж авсан.

Үүнээс харахад хүчин зүйлүүд нь шууд хамаарлаар нөлөөлж байна. Мөн хүчин зүйлүүдийн нөлөөллийн хувийг тодорхойлсноор цахилгаан хөдөлгүүрийн найдвартай ажиллагааг хангах боломжийг бүрдүүлнэ. Учир нь туршилт хэмжилтийн үр дүнгээр илэрдэггүй далд хүчин зүйлүүдийн нөлөөллийг хүчин зүйлийн шинжилгээгээр тодорхойлдог. Нэгтгэн дүгнэвэл

хөдөлгүүрт хийгдэх засвар үйлчилгээг стандартын дагуу хийгээгүйгээс дээр дурьдсан хүчин зүйлүүд нөлөөлөх ба эдийн засгийн хувьд их хохирол учрах тул өмнө нь өгүүлсэн арга хэмжээнүүдийг зайлшгүй авах шаардлагатай.

Ашигласан материал

1. Өлзий-Орших, Д. Цахилгаан машин бичил машин. УБ. 2016. Бэмби-Сан.
2. Цэрэндорж, З, Эрдэнэтуяа. Ц. Өндөр хүчдлийн техник-2, Дотоод тусгаарлага хийц, туршилт, оношлогоо. 2009. Мөнхийн үсэг.

3. Российское акционерное общество энергетики и электрофиксаций ЕЭС России “Объем и нормы испытаний электрооборудования” 2001.
4. Нансалмаа. П. ДЦС-3-ын дотоод хэрэгцээний цахилгаан эрчим хүчинд нөлөөлж буй хүчин зүйлийн шинжилгээ. Улаанбаатар хот. 2009 он.
5. ДЦС-4 ТӨХК Цахилгаан цехийн эргэх машин механизмын ашиглалт засварын хэсгийн 2016, 2017 оны ажлын тайлан.
6. Цахилгаан техникийн лабораторийн 2016, 2017 оны ажлын тайлан.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ХАР-АЙРАГА МОЩНОСТЬЮ 20 МВТ К ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА

Г.Мунхтуул*, Ш.Гантумур*

*Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии, Энергетический институт

Краткий обзор. Подключение источника возобновляемой энергии Хар-Айрага на параллельную работу с центральной энергетической системой не только оказывает хорошее влияние на электроснабжение местных потребителей, но и становится серьезным шагом на согласие с всемирной тенденцией развития “зелёной” энергетики. Кроме этого в некоторой степени обеспечивает надёжность работы энергосистемы и способствует уменьшению выброса парникового газа.

Ключевые слова: Хар-Айраг, солнечная электростанция.

1. Теоретическая часть

Система солнечных батарей по сравнению с альтернативными источниками энергии имеет следующие преимущества:

- Надёжность: система солнечных батарей надёжно работает при суровых климатических условиях;
- Длительность использования: срок службы солнечных батарей составляет - 25 лет;
- Низкие эксплуатационные расходы: по сравнению с альтернативными источниками энергии эксплуатационный расход системы солнечных батарей в несколько раз дешевле, так как необходимо лишь провести проверку в назначенное время;
- Бесшумность: за счёт отсутствия движения выработка электроэнергии происходит бесшумно;
- Отсутствие расхода топлива: позволяет экономить расход топлива 100%, так как система солнечных батарей вообще не использует топливо;
- Возможность наращивания: в случае необходимости увеличить мощность системы солнечных батарей можно добавить солнечные панели;
- Безопасность: так как система солнечных батарей не нуждается в использовании сгораемого топлива, не угрожает опасности при эксплуатации и монтажа;

- Автономность: возможность выработки электроэнергии в местах, где отсутствует подключение к централизованной системе электроснабжения.

Но кроме вышесказанного преимущества, система солнечных батарей по сравнению с альтернативными источниками энергии имеет следующие недостатки:

- Первоначально требуется большие финансовые вложения. Нужно учитывать уникальные свойства и перспективу эксплуатации системы солнечных батарей. Уменьшение начальной стоимости системы солнечных батарей и рост цены на топливо альтернативного источника энергии создает некую экономическую конкуренцию.
- Возможные изменения солнечного луча. Поскольку система солнечных батарей основана на солнечном источнике энергии, количество выработанной электроэнергии в прямую будет зависеть от солнца. При моделировании данной системы необходимо знать все условия того района.
- Накопление энергии. Некоторые системы солнечных батарей накапливают энергию при помощи аккумуляторной батареи, что делает систему сложной и влечёт к росту затрат.
- Условию эксплуатации. Поскольку система солнечных батарей – новая технология, мало кто обладает информацией о возможности и предназначения этой системы, поэтому недоступность к информации также замедляет ход развития этой технологии.

Солнечная электростанция вырабатывает электроэнергию постоянным током и с помощью инвертора преобразовывает в переменный ток частотой 50 Гц, после чего передает его потребителю через сеть.

2. Солнечная электростанция Хар-Айрага, мощностью 20 МВт.

Установленная мощность этой станции 20 МВт и в таблице 1 представлены основные предлагаемые параметры солнечной электростанции Хар-Айрага.

Таблица 1.

Мощность солнечной электростанции Хар-Айрага

№	Параметр	Значение
1	Мощность	20 МВт
2	Выработанная электроэнергия за год	30 млн. кВт.ч
3	Площадь станции	500 га
4	Мощность одного солнечного панеля	200-300Вт
5	Подключаемая подстанция	Хар-Айраг 110/35/10
6	Длина линии	0,6 км
7	Мощность трансформатора	2хТДН-16000/110/10
8	Внутреннее напряжение станции	10 кВ

Мощность одного агрегата солнечной электростанции Ред.=200-300 Вт. Эта электростанция состоит из следующих основных оборудования:

1. 66000 солнечных панелей, мощность одного панеля-300 Вт;
2. 26 инверторов с мощностью 750 кВт;
3. 10кВ-ной кабели переменного тока;
4. Низковольтной кабели постоянного тока;
5. Подстанцияс трансформатором мощностью 16000 МВА;
6. 5 высоковольтных выключателей;
7. 18 выключателей, располагающихся внутри;
8. 0,6 км воздушной линии электропередачи;
9. Система контроля и защиты;
10. Здание охраны и защиты.

3. Уровень напряжения для связи солнечной электростанции Хар-Айрага с энергетической системой

Солнечной электростанции, рассматриваемая в рамках этого проекта, с мощностью 20 МВт будет связана с энергетической системой центрального района и направлена на передачу выработанной электроэнергии в сеть и обеспечение местных жителей электроэнергией.

Солнечная электростанция подключается к шинам 110 кВ подстанции Хар-Айраг 110/35/10 по двухцепной линии напряжением 110 кВ и находится в западном направлении от подстанции.

Новая станция находится на расстоянии 0.6 км от подстанции Хар-Айраг 110/35/10. На рисунке 1 представлена расположение солнечной электростанции Хар-Айрага.



Рис 1. Географическая схема подключения солнечной электростанции к сети

Расстояние от подстанции Хар-Айраг 110/35/10 до солнечной электростанции Хар-Айрага составляет 0.6 км и максимальная передаваемая 20 МВт, поэтому ориентировочное значение напряжения определяется следующим образом:

$$U = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{0.6} + \frac{2500}{20}}} = 39.3 \text{ кВ}$$

Из результата этого расчёта видно, что солнечную электростанцию можно подключить к сети линиям напряжением 35 кВ и 110 кВ.

Вслед за выбором провода, который соответствует уровню напряжения, выбираем удовлетворяющий вариант и выполняем расчет и анализ режима.

4. Выбор провода воздушной линии, выбор трансформатора

При выборе провода воздушной линии электропередачи руководствуем максимальной передаваемой мощностью и с учётом номинальной передаваемой мощности, условия устойчивости, активной и реактивной мощности эксплуатации, потери напряжения точно определяем. Условия статической устойчивости учитываем только для сетей выше 330 кВ.

Солнечную электростанцию Хар-Айрага можно подключить к сети линиям 35 кВ и 110 кВ.

Когда двухцепная ЛЭП напряжением 110 кВ работает по одной цепи ток достигает 104.5 А, если подключение осуществляется ЛЭП напряжением 35 кВ, то ток – 329.6 А. При выборе сечения провода по методу экономической плотности тока, для линии 110 кВ соответствует 95/16 мм², для линии 35кВ – 300 мм². Когда двухцепная ЛЭП работает по двум цепям, для линии 110 кВ выбрали провод марки АС-50/8 по методу экономической плотности тока, для линии 35кВ АС-185/24. Для линии напряжением 35 кВ недопускается провод сечением более 150 мм², в соответствии с этим условием ограничения на сечения провода выбираем уровень напряжения – 110 кВ.

Так как линия достаточно короткая, вместо провода АС-95/16 выбираем провод марки АС-120/19, которая в принципе особо не отличается. Эти провода близки по ценовым категориям и используют одинаковых по конструкции опор. При этом появляется возможность

увеличить мощность солнечной электростанции в будущем. Допустимая длительная токовая нагрузка провода АС-120/19 равна 380 А, что удовлетворяет условиям нормальной работы.

При подключении линией 110 кВ для обеспечения надёжности работы выбираем провод марки АС-120.

К шинам 110 кВ подстанции Хар-Айраг 110/35/10 подключается по двухцепной линии напряжением 110 кВ длиной 0.6 км (рис. 2).

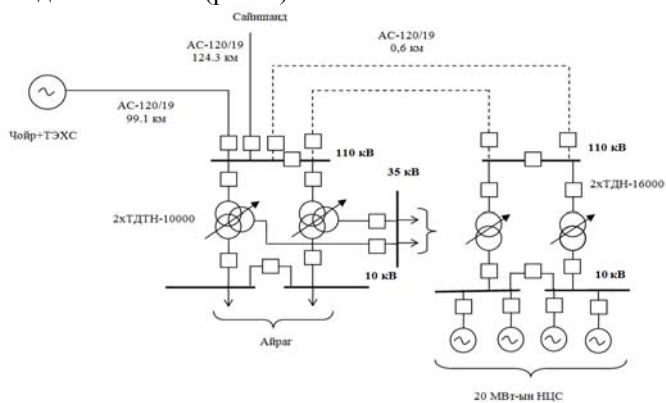


Рис 2. Схема подключения солнечной электростанции

На стороне 110 кВ подстанции Хар-Айраг 110/35/10 добавим две ячейки. Для каждой линии электропередачи установим необходимые измерительных и защитные приборы.

С целью обеспечения непрерывной работы электрической станции по требованию надёжности выбрали два трансформатора.

При расчете мощности трансформатора по методу перегрузочной способности определили, что при нормальном режиме мощность равняется 10.0 МВА, при аварийном режиме 14.28 МВА. Отсюда следует, что мощность устанавливаемого трансформатора при нормальном режиме необходимо быть больше 10,0 МВА, а при аварийном режиме, учитывая допустимую перегрузку на 40%, больше 14.28 МВА. Опираясь на эти результаты, выбрали два трансформатора марки ТДН-16000/110 мощностью 16 МВА.

Два трансформатора мощностью 2х16 МВА напряжением 110/10 кВ повышает уровень напряжения до 110 кВ и подают выработанную в солнечном станции электроэнергию в сеть. В таблице 2 представлены коэффициент загрузки трансформатора.

Таблица 2.

Режим	Коэффициент загрузки трансформатора					
	Нормальный режим					
$S_{ном}$	16	16	16	16	16	16
N	2	2	2	2	2	2
$S_{уст}$	32	32	32	32	32	32
$S_{выраб}$	4	8	12	16	20	10
β	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	0.31

Продолжение таблицы 2.

Режим	Аварийный режим					
	$S_{ном}$	16	16	16	16	16
N	1	1	1	1	1	1
$S_{уст}$	16	16	16	16	16	16
$S_{выраб}$	4	8	12	16	20	10
β	0.25	0.5	0.75	1.00	1.25	0.63

5. Режим работы солнечной электростанции Хар-Айрага

В результате исследовании режима работы солнечной электростанции Хар-Айрага, было определено, что марте станция работает 12 часов, в июне 16 часов, в сентябре 12 часов, в декабре 7 часов.

Рассмотрим график и расчет возможной выработки энергии в течении одного зимнего и летнего дня солнечной электростанции Хар-Айрага.

Самый длинный день в году - 22 июня, и в этот день станция работает с 6 до 21 часов, в 13 часов дня вырабатывается максимальная мощность 20.2 МВт, и за весь период работы средняя мощность составляет 9.9 МВт, за сутки 6.6 МВт.

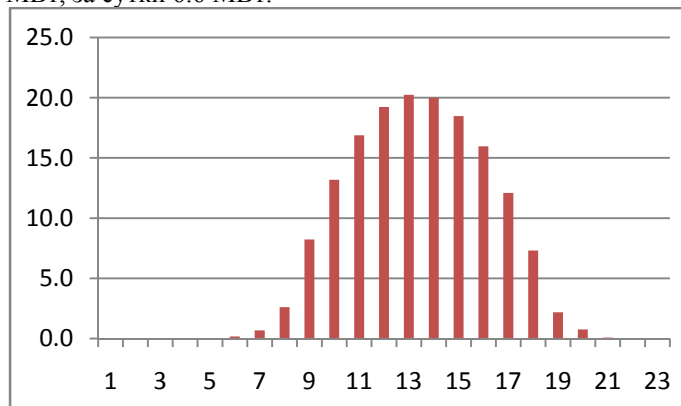


Рис 3. Вырабатываемая мощность 22-го июня (ось ординат - активная мощность, МВт; ось абсцисс - время, час)

Солнечная электростанция мощностью 20 МВт загружается не более 100%. В соответствии с часами, при которых станция работает средней мощностью летнего дня, выработанная электроэнергия составляет 156 тыс.кВт.час. Если считать 1 кВт.час произведено за 50 тугриков, то за сутки выработано электроэнергии на 6.4 млн тугриков. Эта солнечная электростанция способна выработать около 30 млн.кВт.час электроэнергии ежегодно, но при этом не нужно сгорать угля, что является экологически чистой.

Солнечная электростанция в зимнее время покрывает электроэнергию энергетической системы центрального района, которую импортируем из России в течение дня.

6. ВЫВОД

1. Подключение источника возобновляемой энергии Хар-Айрага на параллельную работу с центральной энергетической системой не только оказывает хорошее влияние на электроснабжение местных потребителей, но и становится главным шагом на согласие с всемирной тенденцией развития "зелёной" энергетики.
2. Установленная мощность солнечной электростанции Хар-Айрага 20 МВт. Новая станция находится на расстоянии 0.6 км в западном направлении от подстанции Хар-Айраг 110/35/10.
3. Солнечная электростанция подключается к энергетической системе по двухцепной линии с проводом АС-120/19, напряжением 110 кВ, длиной 0.6 км и через двух трансформаторов марки ТДН-

16000/110/10 выработанные электроэнергия передается в сеть.

4. В течении года солнечная электростанция будет работать 7-16 часов в день и зимой возможно вырабатывать максимум 19.6 МВт мощности, 67 тыс.кВт.час электроэнергии, а летом максимум 20.2 МВт мощности, 157 тыс.кВт.час электроэнергии. Если рассмотреть это в целом, то станция способна вырабатывать около 30 млн.кВт.час электроэнергии ежегодно. Эта же составляет 0.5 процентов от всей вырабатываемой электроэнергии нашей энергетической системы.

Список литературы

1. Электротехнический справочник: М 4т./ под общ. Ред. Профессоров МЭИ В.Г.Герасимова и др. (гл. ред. И.Н. Орлов) – 10-е изд., стер. – М.:

Издательский дом МЭИ, 2007. – ISBN 978-5-383-00081-6. Т.2: Электротехнические изделия и устройства. – 2007. – 518 с.

2. 2014-2015 оны төвийн бүсийн эрчим хүчний нэгдсэн сүлжээний өвлийн хяналт хэмжилтийн материал. ЭХДҮТ. 2013 он.
3. Х.Цагаан, М.Хуягдорж “Цахилгаан энергийн дамжуулалт, хуваарилалт”. – УБ. ШУТИС, 2000 он.
4. Ш.Гантөмөр. “Цахилгаан системийн тогтсон горимын тооцооны математик загвар, аргачлал, алгоритм боловсруулах”. 2005 он.
5. Ч.Зундуйсүрэн, Ш.Гантөмөр “Эрчим хүчний системийн горимын оновчлол”. 2003 он.
6. Ш.Гантөмөр, С.Ганбат “Цахилгаан системийн тусгай асуудал”. 2004 он.

РОТОРЫН ЭРГЭЛТИЙН ӨНЦГИЙН ТЭГШИТГЭЛИЙГ РУНГЕ КУТТЫН АРГААР БОДОХ СУДАЛГАА

Г.Мөнхтуул*, Ш.Гантөмөр*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний сургууль

Хураангуй. Эрчим хүчний системд ажиллаж байгаа цахилгаан станцуудын генераторын роторын өнцгийн тогтворжилт, түүнийг бодох дараалсан интервал, Рунге Куттын аргуудын талаар авч үзсэн.

Түлхүүр үг: цахилгаан системийн тогтворжилт, дараалсан интервалын арга, Рунге Куттын арга.

Онолын хэсэг

Цахилгаан системийн горимын судалгаа нь тогтсон горим, тогтворжилт, горимын оновчлол, урт шугамын горим гэсэн чиглэлүүдтэй байна. Эдгээр тооцооноос хамгийн хүнд нь тогтворжилтын тооцоо юм.

Цахилгаан системийн тогтворжилт гэдэг нь системийн хэвийн ажиллагааны үед гарах ямар нэгэн өөрчлөлтийн дараа хуучин төлөв байдалдаа эргэн орох чадварыг хэлнэ.

Цахилгаан системийн горимын параметрийн өөрчлөлт болон бусад шинж чанараас нь хамааруулан тогтворжилтыг гурав ангилдаг [1]. Үүнд:

1. Роторын өнцгийн тогтворжилт (Small signal stability, transient stability);
2. Давтамжийн тогтворжилт;
3. Хүчдэлийн тогтворжилт (large disturbance, small disturbance).

Эдгээрээс эрчим хүчний системийн цахилгаан станцуудын генераторын роторын өнцгийн тогтворжилт, түүнийг бодох аргуудын талаар авч үзсэн.

Тогтворжилтын тооцоо нь тогтсон горимын тооцоотой нягт холбоотой бөгөөд тогтсон горимын тооцооны үр дүн нь тогтворжилтын тооцооны анхдагч нөхцөл болдог. Тогтсон горимын тооцоог гүйцэтгэхгүйгээр тогтворжилт бодох нь дутагдал ихтэй.

Тогтворжилтын тооцооны математик загвар нь хоёрдугаар эрэмбийн нэгэн төрлийн шугаман бус тэгшитгэлийн тэгшитгэлийн системээр тодорхойлогддог. Энэ загварыг бодох шууд арга

байхгүй бөгөөд тоон аргуудын тусламжтайгаар тооцоог гүйцэтгэдэг.

Цахилгаан системийн тогтворжилтын тооцоонд роторын хөдөлгөөний тэгшитгэлийг ашигладаг (Swing equation-савлалтын тэгшитгэл) [1-2]:

$$T_j \frac{d^2 \delta_i}{dt^2} = P_{mexi} - P_{цaxi}, i = 1 \dots m \quad (1)$$

Үүнд: m -генераторын тоо; T_j -инерцийн тогтмол; P_{mex} -турбины чадал; $P_{цax}$ -цахилгаан чадал.

Богино залгааны үед станцуудын гаргах бодит чадал:

$$P_{цaxi} = E_i'^2 Y_{ii} \sin \alpha_{ii} + E_i' E_2' Y_{i2} \sin(\delta_{i2}' - \alpha_{i2}) + \dots \quad (2)$$

Үүнд: $\alpha_{ij} = \alpha_{ji}$ -гүйцэх өнцөг, $\delta_{ij} = \delta_i - \delta_j - i$ болон j -дүгээр генераторын хоорондох роторын эргэлтийн өнцөг, E_i -цахилгаан хөдөлгөгч хүч.

Роторын хөдөлгөөний тэгшитгэлд тайвшруулах ороомгийг тооцсон үед нэгдүгээр эрэмбийн нэг гишүүн нэмэгдэж дараах хэлбэртэй болно.

$$T_j \frac{d^2 \delta_i}{dt^2} + D \frac{d \delta_i}{dt} = P_{mexi} - P_{цaxi} \quad (3)$$

Цахилгаан системийн тогтворжилтын тооцооны алгоритм, тооцооны дарааллыг дараах маягаар гүйцэтгэнэ. Үүнд:

1. Анхдагч өгөгдөл бүрдүүлэх;
2. Тогтсон горимын тооцоог гүйцэтгэх (тусгай програм ашиглах бөгөөд гарган авсан үр дүнг дифференциал тэгшитгэл бодох анхны нөхцлийг тодорхойлоход ашиглана);
3. Хэвийн горимын системийн бодит, хуурмаг ачааллыг дамжууламж хэлбэрт шилжүүлэн зангилааны дамжууламжийн матрицыг байгуулах (pre fault);
4. Системийн горимын цочролын өөрчлөлтийг тооцсон зангилааны дамжууламжийн матриц байгуулах (duration fault);
5. Аварийн дараах горимын үеийн бодит, хуурмаг ачааллыг дамжууламж хэлбэрт шилжүүлэн

зангилааны дамжууламжийн матриц байгуулах (post fault);

6. Дээрх гурван горимын үед харгалзах системийн генератор хоорондын харилцан дамжууламж болон зангилааны өөрийн дамжууламжийн матрицыг дэд матрицын аргаар олох (Нийлмэл системд нэгж гүйдлийн арга, эквивалент хувиргалтын арга тохиромжгүй);

7. Дээрх гурван горимын үед харгалзах бүх генераторын цахилгаан хөдөлгөгч хүчийг тодорхойлох ба энэхүү цахилгаан хөдөлгөгч хүчийг тооцоход АРВ-гийн нөлөөг давхар тооцох боломжтой;

8. Хоёрдугаар эрэмбийн дифференциал тэгшитгэлийн системийг Рунге-Куттын аргаар бодно. Тооцооны нийт хугацааг 3-10 сек, нарийвчлал 0.01-0.001 хооронд байна;

9. Тооцооны үр дүнг график хэлбэрээр үзүүлнэ.

Дифференциал тэгшитгэлийн системийг бодохдоо “Дараалсан интервалын арга”, Эйлерийн арга (1707-1783 он, Швейцарийн математикч), Рунге-Куттын арга, Эйткенений арга, Адамсын арга зэрэг нэг болон олон аргуудыг ашиглах боломжтой.

Тэгшитгэлийн тооцооны алдааг багасгахын тулд Тейлорын цувааны нэг болон хоёрдугаар эрэмбийн гишүүдийг хамтад нь тооцдог. Энэхүү аргын нэг төрөл бол Рунге-Куттын дөрөвдүгээр эрэмбийн арга бөгөөд тооцоог гүйцэтгэхэд дараах загварыг ашигладаг.

$$y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6} [K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4] \quad (4)$$

Үүнд:

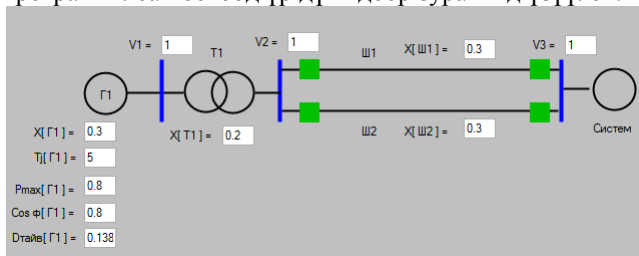
$$K_1 = hf(x_0, y_0);$$

$$K_2 = hf\left(x_0 + \frac{h}{2}, y_0 + \frac{K_1}{2}\right);$$

$$K_3 = hf\left(x_0 + \frac{h}{2}, y_0 + \frac{K_2}{2}\right);$$

$$K_4 = hf(x_0 + h, y_0 + K_3)$$

Энэ судалгаанд нэг машин бүхий системийн роторын өнцгийн тогтворжилтыг “Дараалсан интервалын арга”, Эйлерийн арга, Эйлерийн боловсронгуй арга, Рунге-Куттын IV эрэмбийн аргуудаар тооцоог гүйцэтгэсэн. Тооцооны алгоритмыг VB 2012 програмчлалын хэлийг ашиглан програмчилсан бөгөөд үр дүнг доор зураг 1-д үзүүлэв.

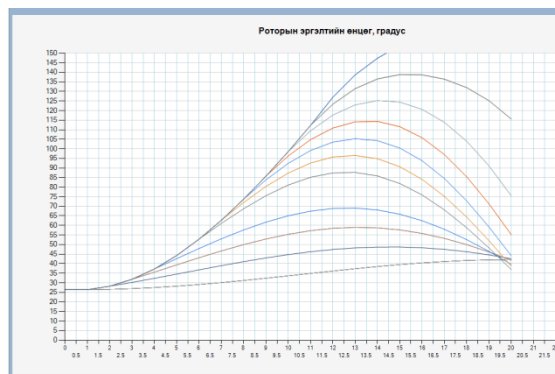


Зураг 1. Тооцооны өгөгдөл (харьцангуй нэгжээр)

Таслах хугацаа, сек		0.30
Дараалсан завсарын арга		Рунге Куттын 4 эрэмбэ
№	t, сек өнцөг	№ t, сек өнцөг
0	0 --- 26.401	0 --- 0 --- 26.401
1	.05 --- 27.551	1 --- .05 --- 26.401
2	.1 --- 30.975	2 --- .1 --- 28.208
3	.15 --- 36.519	3 --- .15 --- 31.821
4	.2 --- 43.945	4 --- .2 --- 37.19
5	.25 --- 52.958	5 --- .25 --- 44.215
6	.3 --- 63.25	6 --- .3 --- 52.755
7	.35 --- 72.907	7 --- .35 --- 62.636
8	.4 --- 79.855	8 --- .4 --- 71.952
9	.45 --- 83.913	9 --- .45 --- 80.322
10	.5 --- 85.02	10 --- .5 --- 87.332
11	.55 --- 83.164	11 --- .55 --- 92.58
12	.6 --- 78.365	12 --- .6 --- 95.727
13	.65 --- 70.706	13 --- .65 --- 96.532
14	.7 --- 60.41	14 --- .7 --- 94.858
15	.75 --- 47.956	15 --- .75 --- 90.669
16	.8 --- 34.177	16 --- .8 --- 84.038
17	.85 --- 20.271	17 --- .85 --- 75.151
18	.9 --- 7.685	18 --- .9 --- 64.322
19	.95 --- -2.144	19 --- .95 --- 51.981
20	1 --- -8.049	20 --- 1 --- 38.622

Зураг 2. Тооцооны үр дүнг (Богино залгааг 0.3 секундын дараа тасалсан)

Зурагаас харахад дараалсан интервалын арга 0.5 секундын хугацаанд эргэлтийн өнцөг 85.1 болтол өсөөд буурч байна. Харин Рунге-Куттын аргаар тооцоо хийхэд 0.65 секундын хугацаанд хамгийн их өнцөг 96.5 градус болж нилээд их зөрүүтэй байна.



Зураг 3. Таслах хугацааг 0-0.55 сек байх үед Рунге Куттын аргаар тодорхойлосон роторын өнцгийн өөрчлөлт (0.55 сек байхад тогтворжилт алдагдана)

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны үр дүнд дараах дүгнэлтэнд хүрж байна:

1. Тооцооны аргачлал алгоритм, нарийвчлалаас, хамаарч гарсан үр дүнд нь өөр хоорондоо тодорхой ялгаатай байна. Цаашид нарийвчлал сайтай аргуудыг ашиглах нь зүйтэй;

2. Томоохон програмд дараалсан интервалын арга нь алдаа ихтэй байдаг тул ашиглах боломжгүй бөгөөд ихэнх програм Рунге-Куттын IV эрэмбийн аргыг ашиглан роторын өнцгийн тогтворжилтын тооцоог хийдэг;

3. Роторын эргэлтийн анхны өнцөг 26.4 градус байсан бөгөөд тооцооны хугацааг 1 сек, богино залгаг таслах хугацааг 0.3 сек гэж авахад анхны 26.4 градусаас алгуурхан өсч 85-97 градус хүртэл өсөөд буурч байна. Энэ нь системийн генераторын роторын эргэлтийн өнцөг тогтвортой байна гэсэн үг бөгөөд цаашид алгуурхан буурна;

4. Эдгээр аргуудад тулгуурлан энгийн цахилгаан системийн тогтворжилтын тооцооны програм хангамж боловсруулах боломжтой бөгөөд гадаадын улсуудад олон тооны программ боловсруулсан байдаг.

Ашигласан материал

- [1] D.P.Kothari, I.J.Nagrath "Modern Power System Analysis (Fourth Edition)" Published by Tata McGraw-Hill Edition Pvt. Ltd, 2011. ISBN 13: 9780071077750.
- J.Duncan Glover, Mulukutla S. Sarma, Thomas Overbye "Power System Analysis and Design". 2016. ISBN-13-9781305632134.

- Haadi Saadat "Power System Analysis" Third Edition 2011.
- Веников В.А. "Переходные электромеханические процессы в электрических системах: Учеб. для электроэнергет. спец. вузов". – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 1985.-536 с, ил.
- Т.Я.Окуловская, М.В.Лавлова, Т.Ю.Ланиковская, В.А.Смирнов "Устойчивость электрических систем Учебное пособие". Екатеринбург: УПУ, 2001.60с. ISBN5230-06547.
- Жданов П.С. "Вопросы устойчивости электрических систем"/Под ред. Л.А.Жукова. –М.: Энергия, 1979.- 456 с, ил.
- Куликов Ю.А. "Переходные процессы в электрических системах: Учеб. пособие". – Новосибирск: НГТУ, М.: Мир: ООО <<Издательство АСТ>>., 2003. -283 с. 15 ВК 5-7782-0324-1 (НГТУ).

УВСЫН 5 МВТ-ЫН КИНЕТИК ЦАХИЛГААН СТАНЦ

Г.Мөнхтуул*, Ш.Гантөмөр*

*Монгол Улсын Шинжэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. ТЭХС-ийн үндсэн хэрэглэгч болох ББЭХС-ийн аж үйлдвэр, уул уурхай, томоохон хот суурин, хүн амыг найдвартай, чанартай цахилгаан эрчим хүчээр хангах, тухайн бүс нутгийн үйл ажиллагаанд тодорхой дэмжлэг үзүүлэх, хүн ам, эдийн засгийн тогтвортой хөгжлийг дээшлүүлэх, байгаль орчинд ээлтэй "Сэргээгдэх эрчим хүч"-ний үйлдвэрийг дэмжих шаардлага нь өнөөгийн хөгжлийн түвшинд чухлаар тавигдаж байгаа зайлшгүй шийдэх үндсэн асуудлын нэг юм. Увсын кинетик цахилгаан станцыг системтэй зэрэгцээ ажиллагаанд холбох болон цахилгаан станцыг системд холбосон үеийн горимын параметрийн өөрчлөлт, горимын тохируулгын асуудлыг шийдэх, 2035 хүртэлх хэвийн төлвийн горим болон ОХУ-Улаангомын 110 кВ-ын шугам тасарсан үеийн аваарын горимын үед энэхүү станц хэрхэн нөлөөлөх асуудлыг тодорхойлон дүгнэлт гаргана. Мөн ББЭХС-тэй холбох цахилгаан дамжуулах агаарын шугам, дэд станцын үндсэн тоноглолын оновчтой хувилбар сонгоно.

Түлхүүр үг: Кинетик цахилгаан станц, горимын тооцоо, кинетик хөдөлгүүр.

1. ОРШИЛ

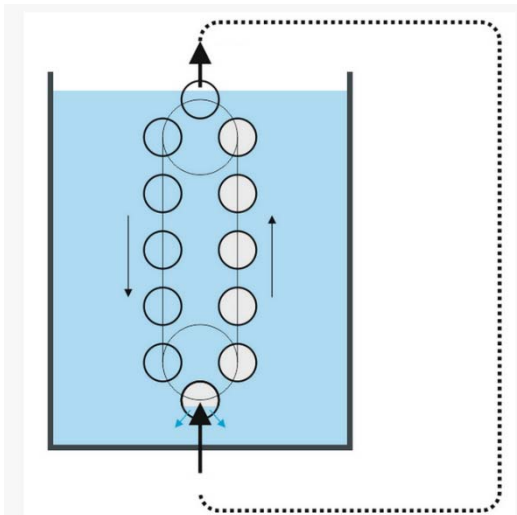
Манай дэлхийн хүн ам зогсолтгүй өсөхийн хирээр эрчим хүчний хэрэгцээ асар ихээр өсөн нэмэгдэж байна. Бидний одоогийн ашиглаж байгаа ихэнх технологи эрчим хүч үйлдвэрлэхдээ сэргээгдэхгүй эрчим хүчний болон байгалийн нөөц баялаг, түүхий эдийг ихээр ашиглаж, улмаар түүний нөөцийг улам бүр бууруулсаар байна. Эрчим хүч нь экологи болон хүний эсэн мэнд амьдрах байгаль орчин, эдийн засгийн үр дагаварт шууд нөлөөлж, цаашид дэлхийн хүн амын өсөлт нэмэгдэхийн хирээр дэвшилтэт шинэ техник, технологи шаардлагатай болж байна. Дээрх хүчин зүйлүүдээс болж одоо болон ирээдүйд төрөл бүрийн сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглах зайлшгүй шаардлага урган гарч ирж байна.

Олон жилийн судалгаа шинжилгээний үр дүнд эрчим хүчний салбарт гайхалтай шинэ нээлтүүд гарсаар байгаа хэдий ч үйлчлүүлэгчийн эрэлт хэрэгцээг бүрэн хангасан дэвшилтэт шинэ техник технологи хэрэгтэй байсаар л байна. Сэргээгдэх эрчим хүчний хөгжлийг сааруулж байгаа гол хүчин зүйл бол дэлхийн нефть, нүүрсний томоохон олгархи компаниудын үзэл баримтлал, тэдгээрийн мөнгө санхүүгийн дарангуйлал юм. Гэсэн хэдий ч зарим нэгэн ногоон эрчим хүчийг идэвхтэйгээр дэмждэг компаниуд энэхүү эрэлт хэрэгцээг мэдэрч эрчим хүчний зах зээлд зайлшгүй шаардлагатай байгаа сэргээгдэх эрчим хүчний асуудлыг зарим нэгэн аргаар шийдвэрлэж чадсан юм.

2. Кинетик цахилгаан станц онцлог

Кинетик эрчим хүч байгаль орчинд ээлтэй байгаад зогсохгүй эдийн засгийн асар их хэмнэлттэй. Кинетик эрчим хүчний системийг урт удаан хугацаанд ашиглахад уламжлалт эрчим хүчний үйлдвэрлэлээс олон дахин бага ашиглалтын зардалтай байна.

Кинетик цахилгаан станц нь технологийн олон төрлийн давуу талуудтай. Кинетик цахилгаан станц (КЦС) нь хүлэмжийн хийнүүдийг ялгаруулдаггүй ба ямар нэгэн түлш хэрэглэх шаардлагагүй юм. Шаардлагатай тохиолдолд жилд нэг удаа мэргэжлийн ажилтан механик эд ангиудыг шалгаж ажиллах боломжгүй эд ангийг дахин солино. Мөн эрчим хүчийг жилийн турш тасралтгүй 365 өдөр, 24 цагийн турш үйлдвэрлэх хүчин чадвартай.



Зураг 1.1. Кинетик хөдөлгүүрийн ажиллах зарчим (тасархай зураас-агаар шахах зам)

Агаарын усанд хөвөх чадвар, хөдөлгөөний кинетик энергийг ашиглан кинетик хөдөлгүүрийн зохион бүтээсэн. Усны доод түвшинд байрлах хөвүүрт агаар шахаж оруулахад хөвүүр усны дээд мандал руу шилжих хөдөлгөөнд орно. Хөвүүрүүд усны дээд болон доод түвшинд байрлах хүрдийг эргэлдүүлэх хөдөлгөөнд оруулах туузанд бэхлэгдсэн тул усны дээд түвшин рүү шилжилт хийхдээ анхдагч хөдөлгөөн үүсгэнэ. Үүний дүнд хүрд эргэлтэнд орж ямар нэгэн механик ажил хийх чадвартай болдог (зураг 1.1).

Кинетик хөдөлгүүрийн хамгийн боловсронгуй, ашигтай ажиллах зарчим дээр тулгуурлан кинетик цахилгаан станцыг зохион бүтээсэн байна. Кинетик цахилгаан станц нь усан даралт үүсгэх хоолой, хөвүүр, эргэлтийг дамжуулах хүрд, генератор, өндөр даралтын хийн шахуурга, станцын барилга байгууламж, компьютерийн иж бүрэн удирдлага, эрчим хүчийг дамжуулах шугам, хүчний трансформатор, удирдлагын шить зэрэг үндсэн тоноглолоос бүрддэг.

Кинетик станцад ямар ч төрлийн генераторыг ашиглах болох бөгөөд ихэвчлэн тогтмол гүйдлийн генераторыг инвертортой хослуулан ашигладаг. Мөн 50 Гц, 60 Гц-ийн давтамжийн хувьсах гүйдлийн генераторыг ашиглан 0,4 кВ-ын хэрэглэгчийг шууд холбож болно. Эрчим хүчний системтэй холбогдох, эсвэл генераторын чадал их тохиолдолд эхний арга тохиромжтой. Хөдөө орон нутгийн бага чадлын 200 кВт хүртэл чадалтай хэрэглэгчийг тэжээх үед дизель цахилгаан станц шиг шууд 50 Гц-ийн давтамжтай хувьсах гүйдлийн генератор ашигладаг. Хувьсах гүйдлийн генератор ашиглах үед инвертор ашиглах шаардлагагүй.

Энэхүү цахилгаан станц нь агаарын усанд хөвөх зарчим дээр тулгуурлан хийгдсэн тул цаг уурын байдлаас үл хамаарч жилийн турш тасралтгүй ногоон эрчим хүч үйлдвэрлэх ба байгаль орчныг бохирдуулагч бусад хий болон хүлэмжийн хийг огт ялгаруулдаггүй.

Хамгийн анхны кинетик цахилгаан станцын техник эдийн засгийн үзүүлэлтийг тодорхойлох ажлыг Улиастай хотод баригдах 5 МВт-ын станцын хувьд гүйцэтгэсэн бөгөөд судалгааны ажлын үр дүнд тулгуурлан КЦС-ыг монгол улсад ашиглах, горимын тооцоо, судалгаа хийх ажлаа зохиогчийн эрх авч баталгаажуулсан.

3. Увсын 5 МВт-ын кинетик цахилгаан станцыг ЭХС-д холбох тоноглол сонголт

Улиастай 110/35/6 кВ-ын дэд станц 10 МВА чадалтай хоёр трансформатортай бөгөөд энэхүү дэд станц нь тус системийн Өмнөговь, Малчин дэд станцтай холбогдож байгаа үндсэн зангилаа дэд станц юм. Эрчим хүчний дамжуулалт тасалдах нөхцөл байдал үүсгэхгүйн тулд энэхүү дэд станцыг сонгон авсан.

УКЦС-ын цахилгаан дамжуулах шугам, дэд станц нь нь дараах үндсэн тоног төхөөрөмжүүдээс бүрдэнэ.

Үүнд:

1. Кабель шугамын суваг
2. Трансформатор
3. Коммутацийн тоноглол бүхий 10 кВ-ын ячейк
4. Өндөр хүчдлийн таслуур
5. Хяналт, удирдлага, реле хамгаалалтын систем
6. Харуулын болон хяналт хамгаалалтын барилга

Энэ төслийн хүрээнд авч үзэж байгаа КЦС нь жилийн турш байнгын ажиллагаанд байх 10 ширхэг 500 кВт-ын генератор, 4 ширхэг 500 кВт-ын нөөц генератортай. Техникийн шийдэл үнийн саналаас хамааруулан тогтмол болон хувьсах гүйдлийн генератор сонгоно. Үүсгэгч тус бүр тогтмол гүйдлийн генератор, тогтмол хүчдлийг 0,4 кВ-ын хувьсах хүчдэл болгох инвертортой ба инвертороос гарсан 0,4 кВ-ын хүчдлийг 10 кВ болгон өсгөх 5000 МВА чадалтай хоёр ширхэг трансформатортай байна. Энэхүү трансформаторын 10 кВ талаас ААБл-3х240 маркын хөнгөнцагаан жийлтэй 0,2 км урт хос кабель шугамаар Улаангом 110/35/10 дэд станцын 10 кВ-ын шинд холбогдон цахилгаан эрчим хүчийг системд нийлүүлнэ.

Хүчдлийн түвшин. Увсын КЦС-аас Улаангом 110/35/10 кВ-ын дэд станц хүртэлх шугамын урт 0,2 км, дамжих чадал 5,0 МВт тул хүчдлийн ойролцоо утга:

$$U = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{0.2} + \frac{2500}{5}}} = 18.4 \text{ кВ}$$

Энэхүү тооцооны үр дүнд тулгуурлан УКЦС-ыг Улаангом 110/35/10 кВ-ын дэд станц буюу сүлжээнд 10 кВ-ын шугамаар холбох боломжтой нь харагдаж байна.

Улаангом 110/35/10 кВ-ын дэд станцын 10 кВ-ын хүчдлийн хэсэгт нэмж хоёр ячейк байрлуулан гаргалга хийж түүнд УКЦС-аас ирэх хоёр кабелийг холбон шаардлагатай хэмжүүр, хамгаалалтын тоноглолыг байрлуулна.

Дамжуулагч сонголт. Цахилгаан дамжуулах шугамын дамжуулагчийг дамжуулах хамгийн их чадлаар сонгож дамжуулах хэвийн чадал, хүчдлийн алдагдлаар нарийвчлан тогтоодог.

Улаангом 110/35/10 кВ-ын дэд станцад УКЦС-ыг холбох шугамын урт 0,2 км, 10 кВ-ын хүчдэлтэй хоёр хэлхээт кабель шугам татна. Станцын найдвартай ажиллах нөхцөлтэй уялдуулан хоёр хэлхээт шугам нэг хэлхээгээр ажиллах үед ч эрчим хүчийг найдвартай дамжуулах шаардлагатай.

Тооцооны үр дүнд 180 мм² болон 240 мм² огтлолтой дамжуулагчийг аль нэгийг сонгох тул боловч УКЦС-ын найдвартай ажиллах нөхцлийг тооцон үзэж 240 мм²-ын огтлолтой ААБл-3х240 маркын кабель сонголоо.

ААБл-3х240 маркийн дамжуулагчийн зөвшөөрөгдөх гүйдлийн хэмжээ 420 А тул хэвийн байх ба сонголт хийсэн ачааллын хэмжээнээс хоёр дахин ачаалалтайгаар ажиллах ч боломжтой.

Трансформатор сонголт. Хэт ачааллыг тооцоогүй үед 2,77 МВА, аваарын хэт ачааллыг тооцсон үед 3,96 байгаа тул энэхүү үр дүнд тулгуурлан 5 МВА чадалтай SZ9-5000/10/0,4 маркын хоёр ширхэг трансформатор сонгов.

Их ачааллын үед 2 трансформатор, бага ачаалалтай зуны үед нэг трансформатор ажиллуулна. Хэвийн горимын үед нэг трансформатор их ачааллын горимонд 98,75 %-ийн ачаалалтай ажиллана.

Цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэл. Энэхүү кинетик цахилгаан станцын үйл ажиллагаа байгаль цаг уурын нөлөөллөөс огт хамаарахгүй тул нь жилийн турш тасралтгүй ажиллана. Хяналт удирдлагыг тухайн станцын инженерийн техникийн ажилчид хийхээс гадна, интернетээр германы хяналтын инженерүүд давхар хийнэ.

Энэ станц ажиллах хугацаандаа жилд 40 гаруй сая кВт.цаг эрчим хүчийг тогтмол үйлдвэрлэнэ. Энэ нь 2016 оны ББЭХС-ийн нийт хэрэглээний 40 орчим хувьтай тэнцүү байна.

Цаашид Увсын КЦС нь системийн эрчим хүчний хэрэглээг хааж бага ачааллын үед Дөргөний усан санг нэмэгдүүлэн их ачааллын тодорхой хэсгийг хангах боломж бүрдэх болно.

4. Увсын КЦС холбогдсон үеийн ББЭХС-ийн хэтийн төлвийн их ачааллын горимын судалгаа

2017-2042 оны хэтийн төлвийн тооцоог их ачааллын горимоор судалгаанд 6 хувилбараар 5 жилийн интервалтайгаар авч үзэж “Горим 4.0” програмаас тооцоог гүйцэтгэсэн.

Одоогийн байдлаар ББЭХС-д 110 кВ-ын шугамын генерацийн чадлыг зохицуулахын тулд Чадан-Улаангомьн 220 кВ-ын габариттай шугамыг түр хугацаанд 110 кВ-ын хүчдэлтэй ашиглаж байна. Энэ шугамын урт нь 190 км бөгөөд 220 кВ-ын хүчдэлтэй үед шугаманд 30 орчим МВАр хуурмаг чадал генерацилагдан үүсдэг. Үүнийг компенсцлан тохируулах цахилгаан станц болон хүчдлийг тохируулагч тоноглол тус системд байхгүй тул хүчдлийг бууруулан дээрх маягаар 110 кВ-ын хүчдэлтэйгээр түр зуур ажиллуулж байна.

2017-2042 оны хэтийн төлвийн горимын тооцооны хүчдлийн үр дүнг хувилбар тус бүрээр дор нэгтгэн үзүүлэв.

Зангилаа	Улаангом	Өмнөговь	Баян-Өлгий	Мянгад	Дөргөн УЦС
2017	118,392	115,237	110,416	113,983	115,262
2022	119,256	116,783	113,472	115,105	116,379
2027	115,817	111,387	107,06	109,153	110,454
2032	115,076	110,456	105,282	108,865	110,167
2037	117,232	111,123	105,158	108,944	110,245
2042	117,008	114,202	108,137	111,578	112,867

2017-2042 оны нэгдсэн тооцооны үр дүнгээс харахад хүчдлийн хазайлт хамгийн ихдээ 2022 онд +8,415%, 2042 онд хамгийн багадаа -7,93% байгаа нь ажлын шаардлага хангаж байна.

Горимын тооцооны үр дүнгээс харахад 2037 он хүртэлх хугацаанд үндсэн зангилааны хувьд хүчдлийн түвшин ажлын шаардлага хангаж байгаа боловч 2037 оноос хойш дэд станцуудын ачааллын өсөлтийн улмаас зарим 110 кВ-ын хүчдэл буурах хандлагатай болж, улмаар реактор залгах шаардлага үүсэхгүй ба шугамын генерацийн чадлын тусламжтайгаар дамжуулалт хийгдэж байна. Цаашдаа ачаалал өсөх бөгөөд хэтийн төлвийн тооцооны үр дүнгээс харахад гол зангилаа хүчдэл эрс буурч байгаа тул Чадан-Улаангомьн 110 кВ-ын шугамыг 220 кВ-ын хүчдэлд шилжүүлэх, бүх реакторыг салгах, Улаангом-Өмнөговийн шугамыг хоёр хэлхээгээр ажиллуулах, бүр цаашлаад тухайн бүс нутагт 40-60 МВт-ын хүчин чадалтай шинэ эх үүсвэр барих шаардлага үүсч байна.

5. ДҮГНЭЛТ

1. Агаарын усанд хөвөх чанарыг ашиглан ажилладаг кинетик цахилгаан станц 100 МВт хүртэл хүчин чадалтай байдаг бөгөөд манай улсад эхний ээлжинд 2-5 МВт чадалтай КЦС-уудыг хөдөө орон нутаг барьж алслагдсан хэрэглэгчдийг эрчим хүчээр хангах, хотын гэр хороололд барьж утааны түвшинг эрс бууруулах боломжтой юм. 5 МВт-ын кинетик цахилгаан станцад 25x14 м хэмжээтэй талбай шаардлагатай тул эрчим хүч шаардлагатай дурын газар барьж ашиглах боломжтой. Бидний сайн мэддэг цэвэр (ногоон) эрчим хүч үйлдвэрлэдэг нар болон салхин цахилгаан станцаас олон давуу талтай, хийц бүтэц энгийн, ашиглалтын зардал багатай, аюулгүй ажиллагааг маш сайн хангах боломжтой тул энэхүү шинэ технологийн станцыг манай улсад өргөнөөр ашиглах нь зүйтэй.

2. ББЭХС-ийн үндсэн хэрэглэгчдийн ачааллын өсөлтийг 2042 он хүртэл тооцсон бөгөөд статик өсөлтийг жилд 2-3 хувийн хэмжээнд авч үзээд тухайн бүс нутгийн томоохон уул уурхайн компани болон АУЭХС-ийн зарим сумдыг эрчим хүчээр хангана гэж үзвэл хамгийн их ачаалал 45,29 МВт байна.

3. Увсын КЦС-ыг ББЭХС-д холбосноор эрчим хүчний найдваржилт улам сайжирч, цаашид уул уурхайн томоохон хэрэглэгчдийг сүлжээнд холбох нөхцөл бүрдэхийн зэрэгцээ Дөргөний УЦС-ын усан сангийн нөөцийг нэмэгдүүлэх давхар ач холбогдолтой юм.

4. Эдийн засгийн тооцооны нэгдсэн үр дүнгээс харахад ЭХ-ийг 150 төгрөгөөр борлуулах хувилбар нь нийт өгөөж -0,1 тэрбум төгрөг, өгөөжийн дотоод норм дискаунтын коэффициентоос бага байгаа тул эдийн засгийн шаардлагаар хэрэгжүүлэх боломжгүй. 200-300 төгрөгөөр болуулах хувилбар эдийн засгийн үзүүлэлт бүгд эерэг боловч нийт өгөөж нь хөрөнгө оруулалтын 50 орчим хувьтай тэнцүү, өгөөжийн дотоод норм нь 25,4% байгаа 250 төгрөгөөр борлуулах хувилбар хамгийн оновчтой гэж үзэж байна.

5. Энэ станц CO₂ үүсгэхгүй бөгөөд жилд 43 мянган тонн, 30 жилд 1,2 сая орчим тонн нүүрсхүчлийн хийг үүсгэн байгаль орчныг бохирдуулахгүйгээр эрчим хүч үйлдвэрлэнэ. Үүнийг олон улсын цэвэр хөгжлийн байгууллагаас мөнгөн хэлбэрээр, эсвэл нөхөн төлбөр, урамшуулал маягаар авах боломжтой юм.

Ашигласан материал

1. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан системийн тогтсон горимын тооцооны математик загвар, аргачлал, алгоритм боловсруулах”, 2005 он.

2. Ш.Гантөмөр, Г.Мөнхтуул “Увсын 5 МВт-ын кинетик цахилгаан станц”, -УБ хот. 2017 он. 257 х.
3. Ч.Зундуйсүрэн, Ш.Гантөмөр “Эрчим хүчний системийн горимын оновчлол”, 2003 он.
4. Ш.Гантөмөр, С.Ганбат “Цахилгаан системийн тусгай асуудал”, 2004 он.
5. Ш.Гантөмөр, Л.Эрдэнэбаатар “Тайшир-Есөнбулгийн 110 кВ-ын ЦДАШ ба 2x10 МВА чадалтай дэд станцын ТЭЗҮ” –УБ хот. 2013 он. ШУТИС. ЭША-ын тайлан. -320 х.
6. Ш.Гантөмөр, С.Батхуяг нар “Хөвсгөл-Завхан-Говь-Алтайн 110 кВ-ын ЦДАШ-ийн ТЭЗҮ (Могойн голын ТЭЦ)” –УБ хот. 2008 он. ШУТИС. ЭША-ын тайлан. -120 х.
7. Ш. Гантөмөр, Ч.Зундуйсүрэн “Баянхонгор аймгийн зарим сумдыг ЦЭХ-ээр хангах техник эдийн засгийн үзүүлэлт”. УБ хот. 2010 он. –120 х.
8. <http://novam-research.com/rosch-gaia-kinetic-power-plant.php>
9. http://peswiki.com/index.php/Directory:Thrust_Kinetic_Generator_by_Rosch_Innovations_AG

“ДУЛААНЫ ЦАХИЛГААН СТАНЦЫН ЦАХИЛГААН ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ГЭМТЛИЙН СУДАЛГАА БА ОНОШИЛГОО” “RESEARCH OF DAMAGES AND DIAGNOSTICS FORELECTRIC MOTOR OF THERMAL POWER PLANT”

Г.Насанжаргал*, М.Уртнасан*, С.Адарсүрэн*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ өдрөөс өдөрт өсөн нэмэгдэж байна. Энэ үед хэрэглэгчдийг эрчим хүчээр найдвартай хангах нь цахилгаан эрчим хүчний системд холбогдсон бүхий л байгууллагын гол зорилго юм. Манай орны хувьд цахилгаан дулааны хэрэглээг хангахын тулд нүүрсээр ажиллах Дулааны цахилгаан станцыг өргөнөөр ашигладаг. Станцуудын найдвартай ажиллагаа нь тухайн станцын тоноглолын найдвартай, бүрэн бүтэн байдал болон өөрийн хэрэгцээний тэжээх зарчим, түүний найдвартай байдалтай шууд холбоотой. ДЦС-4-ийн суурилагдсан хүчин чадал нь 703 МВт ба хөдөлгүүрүүд нь станцын хэвийн найдвартай ажиллагааг хангах гол хүчин зүйл болдог. Хөдөлгүүрийн хэвийн ажиллагаатай байлгахын тулд түүн дээр гарч буй гэмтлүүдийг таслан зогсоох шаардлагатай. Мөн хөдөлгүүр дээр оношилгоо хийж гэмтэхээс нь өмнө засварлах тухай энэхүү илтгэл харуулсан байна.

Түлхүүр үг: Хөдөлгүүрийн гэмтлийн судалгаа, гэмтлийн төрлүүд, холхивчны гэмтэл, хөдөлгүүрийн оношилгооны аргууд.

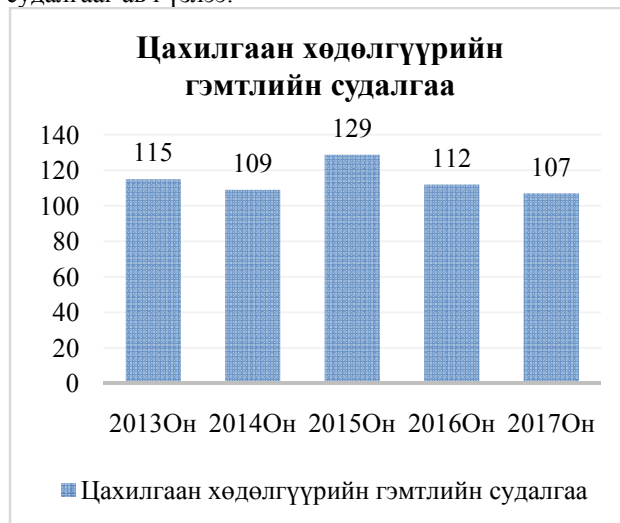
I. ОРШИЛ

Цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх ба түүнийг ашиглах явцад механик эрчим хүчийг цахилгаан эрчим хүчинд, цахилгаан эрчим хүчийг механик эрчим хүчинд түүнчлэн гүйдлийн нэг төрлийн эрчим хүчийг өөр төрлийн эрчим хүчинд хувиргах шаардлага гардаг. Ийм хувиргалтыг цахилгаан машин гүйцэтгэнэ. Цахилгаан машин нь цахилгаан станц түүний технологийн процесс үйлдвэрийн тоног төхөөрөмж, автомат удирдлага ба тохируулгын систем, улс орны үйлдвэрлэлийн салбарт өргөн хэрэглэгддэг юм. Цахилгаан машиныг асинхрон, синхрон, коллектор машин гэж 3 ангилна. Асинхрон машин нь роторын эргэлтийн хурд эргэлдэх соронзон орны хурдтай тэнцүү биш байна. Төрөл бүрийн цахилгаан станцууд болон үйлдвэрлэлийн хэрэгцээнд асинхрон хөдөлгүүрийг өргөн хэрэглэдэг. Түүний дотроос богино холбогдсон роторт бүхий асинхрон хөдөлгүүрийг ихэвчлэн ашигладаг ба энэ нь тэдгээрийн төрөл, чадал, ачааллын хамаарамж, хөтлөгч

механизмын төрөл онцлогоос хамаарахаас гадна, хийц хялбар, үнэ өртөг бага байдагтай холбоотой. Синхрон хөдөлгүүр нь үнэ өртөг өндөр, хийц төвөгтэй, нэмэлт сэргээлт шаардлагатай учраас харьцангуй бага хүрээнд ашиглах бөгөөд ихэвчлэн статор ба ротор гэсэн 2 хэсгээс тогтоно. Монгол Улсын цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээний ихээхэн хувийг үйлдвэрлэдэг ТЭЦ-3 болон ТЭЦ-4 станцуудын цахилгаан хөдөлгүүрүүдийн гэмтлийг багасгах асуудал нь өнөөгийн том асуудлуудыг нэг болоод байна.

II. Хөдөлгүүрийн гэмтлийн судалгаа

Дулааны цахилгаан станц-4 ТӨХК нь нийтдээ 0,4 кВ-ын 600 ш хөдөлгүүр, 6 кВ-ын 162 ш хөдөлгүүр байдаг бөгөөд хөдөлгүүрийн сүүлийн 5 жилийн судалгаанд нийт 762 ш хөдөлгүүрийн гэмтлийг судалгааг авч үзлээ.



Зураг1. Цахилгаан хөдөлгүүрүүдийн гэмтлийн судалгаа

• 2013-2017 онуудын гэмтсэн хөдөлгүүрийн судалгаа

2013-2017 онд гарсан цахилгаан хөдөлгүүрийн гэмтэлд судалгаа хийж үзэхэд 0,4 кВ-ын хөдөлгүүрийн гэмтлийн тоо 428удаа, 6кВ-ын хөдөлгүүрийн гэмтлийн

тоо 124 удаа байна. Үүнээс 6кВ-ийн нийт гэмтлийн 21,77%-ийг статорын ороомгийн гэмтэл, 34,67%-ийг холхивчны гэмтэл, 19,35%-ийг оруулгын гэмтэл, 15,32%-ийг механик гэмтэл, 8,89%-ийг бусад гэмтлүүд эзэлж байна. Мөн 0,4кВ-ийн нийт гэмтлийн 34,81%-ийг статорын гэмтэл, 44,62%-ийг холхивчны гэмтэл, 10,5%-ийг механик гэмтэл, 5%-ийг оруулгын гэмтэл, 5,07%-ийг бусад гэмтлүүд эзэлдэг. Бусад гэмтлийн төрөлд засварын чанар муугаас, гадны нөлөөллөөс, техникийн элэгдлээс үүдэлтэй гэмтлүүд хамрагдсан болно [1].



Зураг 2. Судалгаанд хамрагдсан 0,4кВ-ын цахилгаан хөдөлгүүрийн гэмтлийн төрлийн эзлэх хэмжээ



Зураг 3. Судалгаанд хамрагдсан 6кВ-ын цахилгаан хөдөлгүүрийн гэмтлийн төрлийн эзлэх хэмжээ

Судалгааны үр дүнгээс харахад холхивчны гэмтэл ихэнхи хувийг эзэлж байна. Хөдөлгүүрийн холхивч гэмтэх шалтгаанууд нь:

- Техник ашиглалтын дүрмийн дагуу засвар үйлчилгээ хийгээгүй улмаас-(Холхивч доторхи үрлүүдийг тослох, Урсгал засвар дутуу хийснээс)
- Реле хамгаалалт буруу ажиллах
- Холхивчийг буруу ашигласнаас (Эргэлт хурд болон чадалд таарсан холхивч сонгоогүй улмаас)

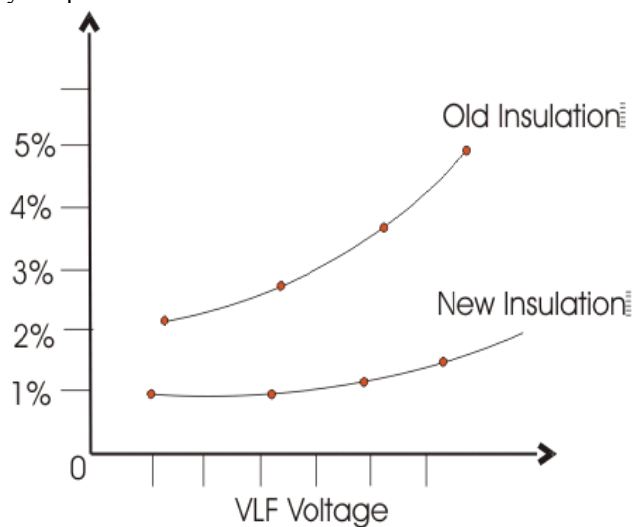
Уг шалтгаануудын улмаас хөдөлгүүрийн холхивч гэмтэх эх үүсвэр болж өгдөг. Гэмтлүүдийг багасгах арга хэмжээ нь хөдөлгүүрүүдэд эвдрэл гарахаас өмнө

оношилгоо хийх явдал юм. Хөдөлгүүр дээрхи оношилгоонуудыг дурдвал:

• $\tan\delta$ төхөөрөмж - Уг төхөөрөмж нь хөдөлгүүрийн тусгаарлагчийн насыг тодорхойлдог төхөөрөмж юм. Хөдөлгүүрийн насжилт нь тусгаарлагчийн насжилтаас шууд хамаардаг. (Суурь тусгаарлагч, Дарагч тусгаарлагч, Фаз хоорондын тусгаарлагч, Шингэн тусгаарлагч). Энэхүү арга нь ихэвчлэн 6 кВ ба түүнээс дээш өндөр хүчдлийн тоноглол, хөдөлгүүрүүдэд хэрэглэгддэг нэмэлт оношлогооны арга юм. Хэмжилтийг Шерингийн гүүрийн хэвийн болон хөрвүүлсэн схемээр явуулна. Хэмжилтэнд 50 Гц-ийн давтамжтай хувьсах хүчдэл өгөх ба хүчдлийн хэмжээ нь $1,5 \cdot U_{хэв}$ хэмжээнээс хэтэрч болохгүй. Хүчдлийг нэг нэг киловольтуор шатлан нэмэгдүүлж хүчдлийн утга бүрд $\tan\delta$ -г хэмжинэ. Хэмжилтийн төгсгөлд $\tan\delta$ -гийн хүчдлээс хамаарсан хамаарал “Ионжилтийн муруй”-г байгуулна (зураг 4). Ионжилтийн муруйнаас тухайн хөдөлгүүрийн тусгаарлагчийн $\tan\delta$ -гийн ерөнхий түвшин, хөдөлгүүрийн тусгаарлагын $\tan\delta$ -гийн ерөнхий түвшин, хөдөлгүүрийн тусгаарлага дотор ионжилт, бяцхан цахилалт үүссэнээс нэмэлт алдагдал гарч $\tan\delta$ -гийн утга гэнэт өсөх үед харгалзах хүчдлийн хэмжээгээр оношлогоо дүгнэлт хийнэ.

Өндөр хүчдлийн тусгаарлах хийцийн төлөв байдлыг түүний $\tan\delta$ -гийн утгаас нь хамааруулж дараах 4 түвшинд хуваан үзэж болно.

1. Хэвийн сайн тусгаарлага
2. Аажим хуучралттай тусгаарлага
3. Хүчтэй эвдрэл үүсч байгаа тусгаарлага
4. Гэмтлийн өмнөх аюултай төлөв байдалтай тусгаарлага.



Зураг 4. Ионжилтийн муруй

• Микрометр - (Ороомгийн идэвхитэй эсэргүүцэл) - Хөдөлгүүрийн фаз тус бүрийн ороомгийн эсэргүүцлийг тусад нь хэмжихарга юм. Уг эсэргүүцлүүд нь хоорондоо тэнцүү байх шаардлагатай. ($R_A=R_B=R_C$) Уг эсэргүүцлүүд нь тэнцүү биш байвал үүсэх гэмтлүүд гэвэл савлалт үүснэ. Савлалт үүссэнээр хөдөлгүүрт хэт ачаалал болсноор хөдөлгүүр гэмтэх шалтгаан болдог. Харин тэнцүү байна гэдэг нь зөвшөөрөгдөх эсэргүүцлийн хэмжээ нь $\Delta R\% = 0\%$ байна. Харин засварт орж ирсэн хөдөлгүүрийн хувьддэд хэмжээ нь $\Delta R\% = 3\%$, зовудаас гарч

ирсэнхөдөлгүүрт дээд тал нь $\Delta R\% = 2\%$ байхыг зөвшөөрдөг.

$$\Delta R\% = \frac{R_{min} - R_{max}}{R_{max}} * 100\% \quad (1)$$

R_{min} - 3 фазын хэмжсэн эсэргүүцлийн хамгийн бага хэмжээ;

R_{max} - 3 фазын хэмжсэн эсэргүүцлийн хамгийн их хэмжээ;

Цахилгаан хөдөлгүүрийн ороомгийн оношлогооны сүүлийн үеийн AWA-4 маягийн компьютержсэн иж бүрэн хэмжилтийн төхөөрөмж

Сүүлийн үеийн компьютержсэн хэмжилт, мэдээллийн системийг ашигласан энэхүү төхөөрөмж нь дараах төрлийн туршилт хэмжилтүүдийг явуулах чадвартай. Үүнд:

- Температурыг хянаж хэмжилтийн утгуудад засвар оруулах;
- Ороомгийн эсэргүүцлийг хэмжих;
- Тусгаарлагын эсэргүүцлийн (Мега-Ом) туршилт хийх;
- Туйлшралын зэрэг тогтоох туршилт хийх;
- Хөндийрүүлгийн абсорбцийн туршилт хийх;
- Өндөртгөсөн хүчдлээр (Hi-Pot) турших;
- Импульсийн туршилт явуулах;
- Хэмжилтийнхээ алдааны хувийг тодорхойлох [3];

MotorAnalyzer1

Энэхүү төхөөрөмж нь Герман улсад үйлдвэрлэгдсэн хөдөлгүүрийн олон үйлдэлт оношлогооны багаж юм. Одоогийн байдлаар Монголд нэвтрээгүй байгаа. Motoranalyzer1 нь цахилгаан хөдөлгүүр, ороомогт төхөөрөмжүүдэд туршилт хийхэд зориулагдсан шалгагч багаж юм. Хөдөлгүүрийг шалгахын тулд гурван ороомогт нь холбож, мөн хөдөлгүүрийн их биеийг шалгагчтай холбосон байна. Motoranalyzer1 нь хөдөлгүүрийг автоматаар ажиллуулж ачаалал болон эсэргүүцлийг шалгадаг. Мөн моторын шинж чанарыг хурдан үнэлэхийн тулд өндөр хүчдлийн туршилтыг хийдэг. Анализатор1 нь үйлдвэрлэлийн эсвэл хөдөлгөөнт үйлдлийн системд тохиромжтой байдаг. Хүнд нөхцөлд цахилгаан хөдөлгүүр нь үндсэндээ бие даасан зайны ажиллагааг шалгах боломжтой. Энэхүү олон тооны сорилтын арга, орчин үеийн программ хангамжийг оновчтой график дэлгэцээр үзүүлж байна. Үр дүнгийн нэгдсэн санах ойтой. Үр дүнг компьютер луу RS232 юм уу USB-гээр дамжуулдаг.

Энэхүү төхөөрөмж нь дараах төрлийн туршилт хэмжилтүүдийг явуулах чадвартай. Үүнд:

- Автотест-Хөдөлгүүрт автоматаар үзлэг шалгалт, бүрэн автомат гэмтлийн шинжилгээ хийх;
- Фазын ороомгийн эсэргүүцэл хэмжих тэгш бусын шижилгээ;
- Тогтмол өндөр хүчдэл хэмжих;
- Туйлшралын индекс;
- Тусгаарлагчийн эсэргүүцэл хэмжих-VDE 0701 стандартын дагуу;
- Газардлагын эсэргүүцэл хэмжих;
- Хөдөлгүүрийн эргэлтийг мэдрэх [4];

ДҮГНЭЛТ

Цахилгаан хөдөлгүүр нь цахилгаан станц, түүний технологийн процесс, үйлдвэрийн салбарт гол тоног

төхөөрөмж болгон ашигладаг. Цахилгаан хөдөлгүүрийг тасралтгүй үргэжлүүлэн ажиллуулахын тулд түүн дээрх гэмтлийг багасгах хэрэгтэй. Гэмтлийг багасгахын тулд техник ашиглалтын дүрмийг чандлан барих хэрэгтэй ба хөдөлгүүрүүдэд оношилгоог хийх явдал юм. Хөдөлгүүрийн насжилт нь тусгаарлагчийн шинж чанараас шууд хамаарах ба оношилгооны эхний арга нь тусгаарлагчийн шинж чанарыг тодорхойлох багаж юм (Tan δ). ТЭЦ-4 станц дээр уг оношилгоо нь хийгддэг.

Манай улсад хөдөлгүүрийн оношлогоо нь тэр бүрчлэн хийгдээд байдаггүй ба үүнээс үүдээд асар их санхүүгийн асуудалд хүргэдэг байна. **MotorAnalyzer1** нь дээрх төхөөрөмжийг бодвол сүүлийн үеийн дэвшилтэд технологи ашигласан дан ганц туршилт хийхгүй цогц оношилгоо хийж байгаа нь маш том давуу тал юм

Ашигласан материал

1. Д.Өлзий-Орших. Тусгай зориулалтын болон бичил цахилгаан машин. 2014 он.
2. З.Цэрэндорж, Ц.Эрдэнэтуяа. Өндөр хүчдлийг техник 2-Дотоод тусгаарлага хийц, туршилт, оношлогоо 2009 он.
3. З.Цэрэндорж, Ц.Эрдэнэтуяа. Өндөр хүчдлийг техник 4-Дотоод хэт хүчдэл, тусгаарлагын хэмжилт-оношлогоо. 2012 он.
4. <http://schleich.com/en/index.php>
5. Техник ашиглалтын дүрэм. 2007он.

ШИНИЙ ХАМГААЛАЛТАНД ТАВИГДАЖ БУЙ РЕЛЕНҮҮДИЙН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Ж.Сандаг-Очир*, Л.Хулан*, С.Адарсүрэн*

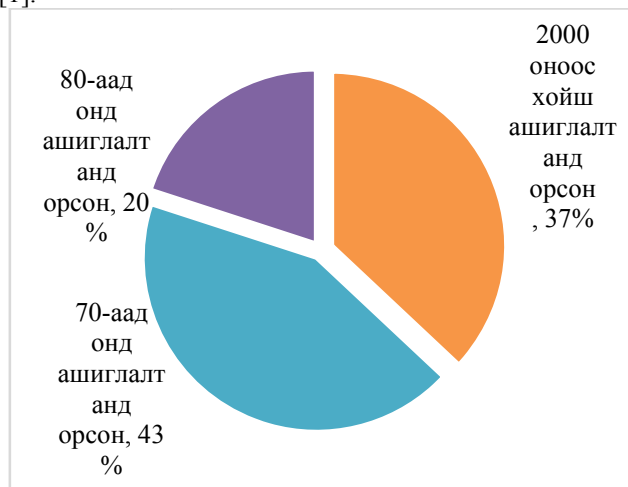
*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Манай оронд хэрэглэгдэж буй шиний хамгаалалт нь дээрх реленүүдийн хувьд [1] хэт элэгдэл үүссэн анхны суурилагдсан ашиглалтын хугацаанаас даруй 1,5-2 дахин илүү хугацаанд ашиглагдаж буй нь найдвартай ажиллагаа муудаж цаашлаад ихээхэн хэмжээний аваар үүсгэх өндөр эрсдэлтэй ажиллаж байна. Үүнийг ойрын хугацаанд сольж шинэчлэх төлөвлөгөөтэй ажиллаж байгаа бөгөөд солих тохиолдолд манай орны нөхцөл болон бусад хамгаалалтуудтай зохицон ажиллах чадвартай реле хамгаалалтыг сонгох шаардлагатай. Өнөөгийн байдлаар шиний хамгаалалтанд цахилгаан соронзон реле хамгаалалтын бааз болон микропроцессорын реле хамгаалалтын баазыг ашиглаж байгаа бөгөөд түүнээс түлхүү цахилгаан соронзон реле, SEL487b, REB670 зэрэг микропроцессорын реленүүдийг ашиглаж байна. Үүнээс шинэчлэлт шаардлагатай хэсэгт шинээр тавигдах реле сонгоход тулалцаа үзүүлэх зорилгоор цахилгаан соронзон релехамгаалалтын баазыг микропроцессорын реле хамгаалалтын баазтай харьцуулсан судалгааг хийж гүйцэтгэлээ.

Түлхүүр үг. шиний хамгаалалт, цахилгаан соронзон реле, микропроцессорын реле, механик реле, дагуу дифференциал хамгаалалт.

I. ОРШИЛ

Эрчим хүчний системийн тогтвортой, найдвартай ажиллагааг хангах зориулалт бүхий реле хамгаалалт автоматикийн байгууламж нь цахилгаан системийн эрчим хүчийг үйлдвэрлэх, дамжуулах, хуваарилан түгээх бүх үе шатуудад ашиглагдаж, аваар саатлын үед асар богино хугацаанд автоматаар ажиллан тоног төхөөрөмж болон хүний аюулгүй байдлыг хамгаалдаг [1].



Зураг-1 РХ-н төхөөрөмжийн насжилт

Монгол улсын ЭХС-ийн РХА-н нийт төхөөрөмжийн насжилт өнөөгийн байдлаар 25-аас дээш жил ашиглагдсан РХА-н төхөөрөмж нь нийт төхөөрөмжийн 52%-г эзлэж байна. Гадаад оронд цахилгаан механик

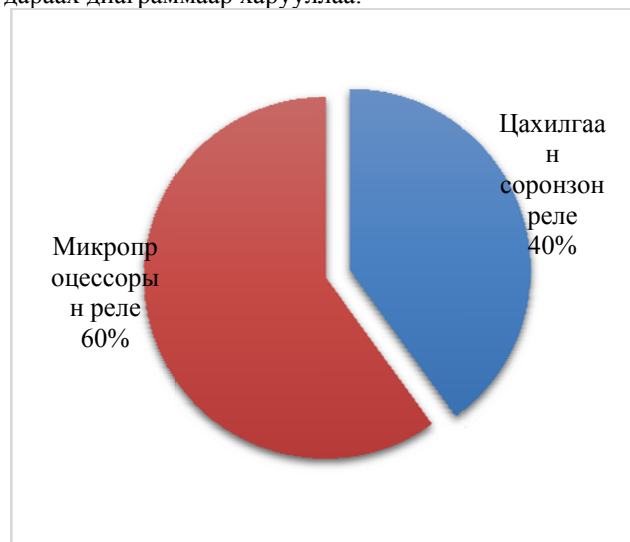
релений ажиллах дундаж хугацааг 12 жил, ашиглах хязгаарын хугацааг 25 жил гэж тогтоодог. Мөн 30-с дээш жил ашиглагдсан хамгаалалт 63% эзэлж байгаа нь системийн хэмжээнд РХА-н төхөөрөмжийн шинэчлэлийн асуудал, баримтлах бодлогыг боловсруулж хэрэгжүүлэх шаардлагатайг илтгэн харуулж байна.

Судалгаанаас үзвэл 1981-1990 онд РХА-н төхөөрөмжийн талаас илүү хувь нь ашиглалтанд оржээ. Эдгээр хамгаалалтын ашиглалтын хугацаа дуусч байгаа тул манай систем бүрдүүлэгч гол гол элементүүдийн хамгаалалтын хугацаа нэгэн зэрэг олноороо дуусч, үүнээс үүдэн гэмтэл саатал, аваарийн хэмжээ эрс нэмэгдэх магадлал өндөр байна. РХА-н төхөөрөмжийг шинэчлэхэд зайлшгүй тавигдах МП-н хамгаалалт орж ирсэн бөгөөд МП-н хамгаалалтанд тавих шаардлага, стандартыг өөрийн орны байгаль цаг уур, ашиглалтын нөхцөлд тохируулан боловсруулж мөрдөх нь зайлшгүй.

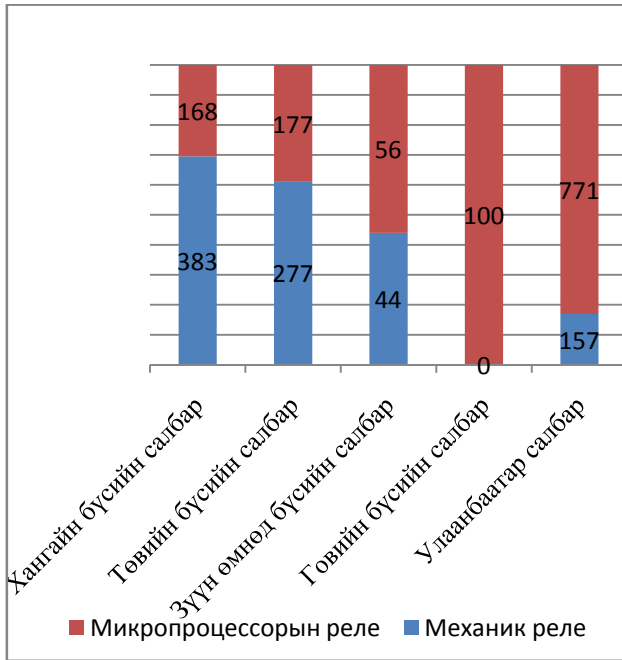
Бид энэхүү судалгааны ажлаар ИХБ-3 110 кВ-ын шинийн хамгаалалтыг сонгон авч судалсан. Энэ хамгаалалт нь цахилгаан механик элементийн бааз дээр 1970 онд ашиглалтанд орсон бөгөөд хамгаалалтыг орчин үеийн микропроцессорын хамгаалалтаар шинэчлэхээр төлөвлөж байгаа.

II. Реле хамгаалалтын өнөөгийн байдал

Цахилгаан дамжуулах шугам болон шин дээрх хамгаалалтын суурьлагдсан элементийн баазыг дараах дараах диаграммаар харууллаа.



Зураг-2 ЦДҮС ТӨХК-ийн реле хамгаалалтын өнөөгийн байдал



Зураг-3 ЦДҮС ТӨХК-ийн реле хамгаалалтын төхөөрөмжийн судалгаа

III. Шиний хамгаалалтын зориулалт

Цахилгаан станцын үйлдвэрлэж байгаа эрчим хүчийг дамжуулах, эрчим хүчийг шугамуудад хуваарилах зорилготой холболтуудыг ихэвчлэн шин хэлбэрээр гүйцэтгэдэг. Ийм учир шин нь цахилгаан станцыг хэрэглэгчтэй мөн системтэй холбож байгаа уулзварын цэг болдог.

Шин хэлбэрийн холболтын схемийг нэг систем шинтэй, хоёр систем шинтэй, тойруу систем шинтэй гэж ангилдаг. Шин нь тусгаарлагчгүй хатуу дамжуулагч бөгөөд янз бүрийн цахилгаан болон механик тодорхойломжтой хөнгөнцагаан, хөнгөн цагаан хайлшаар хийдэг.

Шин дээр гарах гэмтэл нь гадаад хэт хүчдэлээс болж тусгаарлагч гэмтэх бөгөөд гэмтэлийн ихэнх хувийг нэг фазын газардлага эзэлдэг [1]. Тусгаарлагчийн гэмтэл нь насжилт буурах, зэврэлт чийгшилт зэргээс хамаарна. Мөн тоног төхөөрөмжүүдийг сэлгэн залгах үед хүний буруутай үйл ажилагаанаас болж шин дээр гэмтэл гардаг.

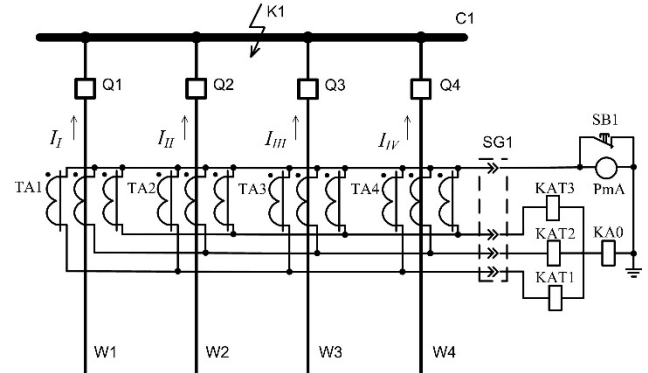
110кВ болон түүнээс дээш хүчдэлтэй шугаманд системийн тогтвортой ажиллагааг хангахын тулд шин дээр гарсан фаз хоорондын тогтвортой богино залгааг хугацаа барилтгүй таслах шаардлага гардаг [2]. Шин дээр гарсан богино залгааг таслахын тулд шинийг тэжээж байгаа бүх холболтуудыг хамгаалалтаар таслах хэрэгтэй.

Шиний хамгаалалтаар түргэн үйлчилгээтэй, туйлын сонгох чадвартай хамгаалалт болох гүйдлийн дифференциал хамгаалалтыг хэрэглэдэг. Гүйдлийн дифференциал хамгаалалтыг тухайн хүчдэлийн шин дээр гарсан бүх төрлийн богино залгааны гэмтлээс хамгаалахад зориулж хэрэглэдэг [4].

IV. Цахилгаан механик элементийн бааз дээр хийгдсэн шиний хамгаалалт онцлог

Дифференциал хамгаалалтын гүйдлийн релег (КАТ) шинрүү орох болон гарч байгаа гүйдлийн хэмжээ ба фазаар жиших зарчимд үндэслэн хэмжүүрийн гүйдлийн трансформаторт гүйдлийн хэлхээг холбоно. Ажиллах

бүс дотор богино залгаа (K1 цэгт) болох үед $\sum I_{III}$ гүйдэл гэмтлийн цэгрүү ирж байгаа богино залгалтын гүйдлүүдийн нийлбэртэй тэнцүү [6]. Иймд шиний гүйдлийн дифференциал хамгаалалт ажилладаг. Шиний дифференциал хамгаалалтыг тэжээхийн тулд түүнтэй холбогдсон бүх тоног төхөөрөмж дээр ижил трансформацилах K_{TR} коэффициенттай гүйдлийн трансформаторыг тавьдаг. Хэмжүүрийн гүйдлийн трансформаторын оромгууд нь ижил нэртэй төгсгөлүүдээрээ зэрэгцээ холбогдох ба гүйдлийн реле (КАТ) тэжээгддэг [7]. Гэвч гүйдлийн трансформаторын алдааны улмаас релегээр балансын бус гүйдэл гүйдэг. Иймд шиний хамгаалалт балансын бус гүйдэлд ажиллахгүй байх шаардлагатай.



Зураг-4 Шин дээрх богино залгалтын үеийн дифференциал хамгаалалтын схем

Шиний дагуу дифференциал хамгаалалтын дээшлүүлэхийн тулд авах арга хэмжээ:

Балансын бус гүйдлийг багасгахын тулд:

1. Богино залгааны нилээд их гүйдлээр ханалтанд ордог нэг маягийн гүйдлийн трансформатор хэрэглэх хэрэгтэй. Энэ үүднээс үзвэл P(D) ангиллын гүйдлийн трансформатор хамгийн сайн юм [3].
2. Трансформацилах коэффициент K_{TA} ихтэй трансформатор сонгох журмаар богино залгааны гүйдэл ба хэвийн гүйдлийн харьцааг бууруулж өгнө [3].
3. Гүйдлийн трансформаторын хоёрдогч гүйдэл ба ачааллын эсэргүүцэл Z_n -г бууруулна. Үүний тулд хоёрдогч хэлхээний дамжуулагчийн уртыг багасгаж хөндлөн огтлолыг нэмэгдүүнэ. 1А хоёрдогч гүйдэлтэй гүйдлийн трансформатор хэрэглэнэ. Сонгож буй гүйдлийн трансформаторын зөвшөөрөгдөх ачааллыг тодорхойлохдоо 10% алдаатай байх гүйдлийн хязгаарын муруйг ашиглана [3].
4. Дагуу дифференциал хамгаалалтыг балансын бус гүйдэлд ажиллахгүй байх.

Шилжилтийн горимд балансын бус гүйдэлд ажиллахгүй байх нөхцлийг бүрдүүлэхийн тулд шиний ялгаварт гүйдлийн хамгаалалтанд ханалтын гүйдлийн трансформатортай реле хэрэглэдэг. Үүний үр дүнд гүйдлийн трансформаторын зүрхэвчийг хүчтэй соронзончилсон байгаа богино залгалтын гүйдлийн үечилсэн биш байгуулагчийг реле рүү нэвтрүүлдэггүй. ОХУ болон манай оронд ижил трансформацилах коэффициенттай гүйдлийн трансформатораас тэжээгдэж байгаа тоормозны ороомогтой РНТ маркийн гүйдлийн (КАТ) релег хэрэглэдэг [4].

Гүйдлийн хэлхээний гэмтлийг хянах:

Гүйдлийн трансформаторын хоёрдогч талын хэлхээний фаз тасрах буюу шунтлэгдвэл гүйдлийн

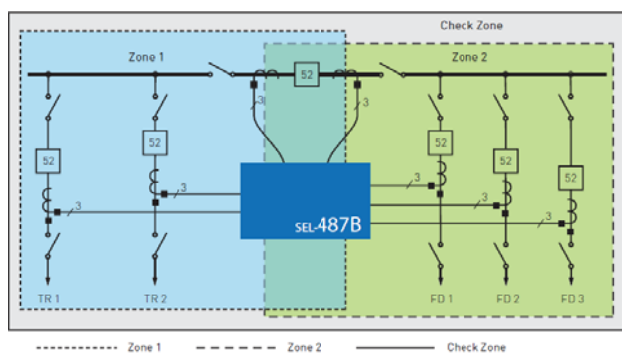
реленд гэмтэлтэй трансформатораас гүйдэл ирдэггүй байна. Үүний улмаас хоёрдогч хэлхээнд гүйдлийн баланс алдагдаж гэмтсэн фазын гүйдэлтэй ижил хэмжээтэй эсрэг фазтай гүйдэл бий болно [7].

Гэмтэлтэй фазын ачааллын гүйдлийн үйлчлэлээр хамгаалалт буруу ажиллахаас сэргийлэхийн тулд дагуу дифференциал хамгаалалтын гүйдлийн релег хамгийн их гүйдэлтэй холболтын гүйдэлд ажиллахгүй байхаар тохируулдаг.

Түүнээс гадна ялгаварт гүйдлийн релений тэг дамжуулагч дээр гүйдлийн мэдрэмтгий КА0 релег тавьдаг. Энэ реле нь хоёрдогч талын хэлхээний фаз тасрах юмуу шууд зэрэгцээ холбогдсон үед ажиллаж урьдчилан сэргийлэх дохио өгөх бөгөөд тодорхой хугацааны барилтын дараа шиний ялгаварт гүйдлийн хамгаалалтыг ажлаас гаргадаг. КА0 реленд PmA миллиамперметр нэмж тавьж өгдөг [7]. Түүний тусламжтайгаар фаз тасарсан төдийгүй ямар нэг фазын хэлхээний контакт муудсан, гүйдлийн трансформаторын ороодсын хооронд богино залгалт болсныг илрүүлж болно.

V. Микропроцессорын элементийн бааз дээрх шинийн хамгаалалт

Микропроцессорын хамгаалалт нь шинийн гүйдлийн дифференциал хамгаалалт, таслуурын татгалзалтын хамгаалалт, мөн гүйдлийн ихсэлтийн бэлтгэл хамгаалалт, автоматиктай бөгөөд тавил тохируулгын хувьд байрнаас тохируулах болон ACSELErator Quickset программ хангамж ашиглан компьютертэй холбогдон тохируулга хийнэ. Мөн Ethernet дээр суурилсан IEC 61850, Mirrored Bits, Device Net болон бусад протоколын тусламжтайгаар холбооны бусад төхөөрөмжтэй харилцах боломжтой.



Зураг-5 Микропроцессорын реле ашигласан шинийн хамгаалалтын схем

Таслуур татгалзалтын хамгаалалт (УРОВ):

Таслуур татгалзах хамгаалалтын төрлийг оролтуудаас нь хамааруулан дотоод болон гадаад гэсэн сонголтоор сонгоно. Таслуурын татгалзалтын хамгаалалт нь өөрийн хамгаалалтын муж дахь шугамуудыг хамааруулан таслах болон таслуурыг дахин циклээс бага хугацаанд илрүүлнэ. Гадны таслуурын удаашралтын хамгаалалтын хувьд гадаад таслуурын удаашралтын функцийг сонгох хэрэгтэй. Энэхүү функцийг тусламжтайгаар фидерийн хамгаалалтын таслуур удаашралтын хамгаалалтаас ирүүлсэн мэдээллийн дагуу тухайн оролтын мэдээллийг зөвшөөрч ажиллана [9].

Гүйдлийн хэлхээ задгайрсныг мэдэх:

Зон тус бүрт орших хоорондоо хамааралгүй мэдрэмтгий дифференциал элементийн тусламжтайгаар гүйдлийн трансформаторын хэлхээ задгайрах, богино холбогдох, мөн туйлын холболт бурууг мэднэ.[9]

Балансын бус гүйдэл:

Гүйдлийн трансформаторын алдаа болон гүйдлийн хэлхээнээс үүсэх балансын бус гүйдлийн үед 20 с хугацаанд дохио өгөх бөгөөд балансын бус гүйдэл устаагүй үед хамгаалалтыг ажлаас гаргана [4].

Гүйдлийн трансформаторт тавигдах шаардлага:

Энэхүү реле нь гүйдлийн трансформаторыг анхлагч талд болсон гэмтлийн эгшинд дор хаяж 2мсэк-ийн дотор ямар нэг туйлшрал, нөлөөлөлгүйгээр хоёрдогч талд гүйдлээ гаргаж байхыг шаардана. Гүйдлийн трансформаторын коэффициентийн зөрүү 10:1 хэмжээтэй байж болно.

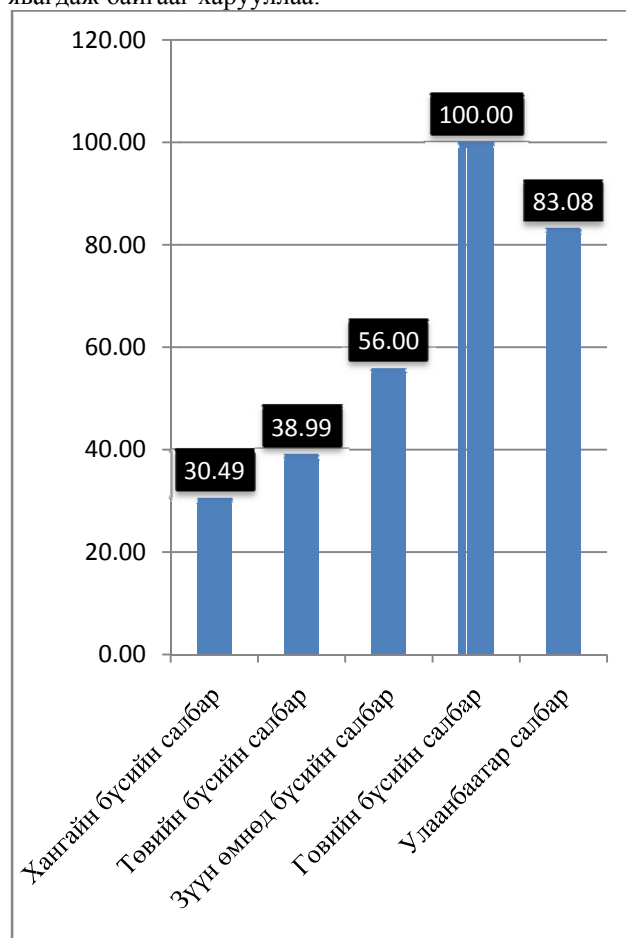
Ажиллах чадвар:

SEL реле нь ажиллах хүчдэл 85-350 VDC, 85-264 VAC хооронд ажиллах учир хүчдэлийн бууралтанд ажиллах чадвар өндөртэй. Хүчдэл тасралтанд 1с өөрийнхөө тэжээлийг барих чадвартай. Доржилтод тэсвэртэй, -40°C-с +80°C градуст хэвийн ажиллана [9].

Гүйдлийн оролт: хэвийн үед 5A, байнгын үргэлжлэх 15A, хамгийн их гүйдэл 500A (1сек), 1250A (1 бүтэн үед). 10 жилийн баталгаатай [9].

VI. Реле хамгаалалтын шинэчлэлт

Шиний хамгаалалтыг шинэчлэх ажил сүүлийн жилүүдэд эрчимтэй явагдаж байгаа бөгөөд дараах диаграммаар хамгаалалтын шинэчлэлт ямар хэмжээнд явагдаж байгааг харууллаа.



Зураг-6 Реле хамгаалалтын шинэчлэлт салбараар

Механик элементийн бааз дээрх хамгаалалтыг микропроцессорын хамгаалалтын баазруу шилжүүлснээр дараах давуу талууд бий болно.

Давуу талууд:

- Аппаратын хувьд найдвартай болж, овор болон жин багасна.
- Үйлчилгээ хийхэд хялбар, үйлчлэх ажилтаны тоо цөөрсөн.
- Хамгаалалтын чанар дээшилсэн (мэдрэмж, сонголт, статик ба динамик тогтвортой байдал).
- Систем гарч буй аварга бусад зүйлсийг бүртгэх боломжтой болсон.
- Хамгаалалтыг удирдах шинэ боломжтой болсон.
- Мэдээллийг газар зүйн хувьд алс зайд дамжуулах боломжтой болсон.
- ТРЗ-ыг гүйцэтгэдэг алгоритм, үйлдлийн процесс нь бусад элементийн баазаас ялгаатай. Программ хангамжийг өөрчилснөөр хамгаалалтын функцийг өөрчлөх боломжтой.
- Оролтын сигналыг боловсруулах шинэ боломж бий болох ба энэ өмнөх хамгаалалтуудаас илүү өргөн хүрээнд ажиллах боломжийг олгодог [2].

ДҮГНЭЛТ

ЭХС-ийн реле хамгаалалтын системийг микропроцессорын элементийн бааз дээр шилжүүлснээр техникийн хувьд шинэ шатанд гаргах бололцоотой юм. Микропроцессорын баазыг

ашигласнаар реле хамгаалалтын үндсэн тодорхойломжуудыг сайжруулах, тухайлбал хамгаалалтын тавилын нарийвчлалыг дээшлүүлж, найдваржилт сайтай, түргэн үйлжилгээтэй, бага хэмжээний чадал хэрэглэдэг шинэ бүтэцтэй, авсаархан реле хамгаалалтын системийг гарган авах, хамгаалалтыг боловсронгуй болгох асуудлыг иж бүрнээр нь авч шийдэх бүрэн бололцоог олгож байгаагаараа давуу талтай байна.

Ашигласан материал

1. Н.Цэвгээ, Ж.Арслан. “Реле хамгаалалт, автоматикийн элементийн бааз”, УБ, 2015.
2. Б. Мандах, Ж.Арслан. “Цахилгаан хангамжийн реле хамгаалалт, автоматик”, УБ, 2016.
3. Ж.Бат-Эрдэнэ. “Эрчим хүчний системийн реле хамгаалалт”, УБ, 2006.
4. Р.Лхагвасүрэн. “Эрчим хүчний системийн реле хамгаалалт”, УБ, 2007.
5. Y.G.Paithankar, S.R.Bhide. “Fundamentals of Power System Protection” 2003.
6. Беркович М.А., Молчанов В.В., Семенов В.А., “Основы техники релейной защиты”, М.: Энергоатомиздат, 1984.
7. Чернобровов Н.В., “Релейная защита”, М.: Энергия, 1971.
8. Busbar protection REB670, Technical reference manual.
9. SEL-487B Bus Differential and Breaker Failure Relay, Instruction Manual.

ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМД 2017 ОНД ГАРСАН ТАСРАЛТ СААТАЛ, КАБЕЛИЙН ГЭМТЛИЙН ТАЛААРХ СУДАЛГАА

Н. Түмэнхүслэн*, Ж. Нандагсамба*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Эрчим хүчний салбарын хэмжээнд 2017 оны эхний 9 сард цахилгаан эрчим хүчний эх үүсвэрүүд, 110-220 кВ-ын цахилгаан дамжуулах агаарын шугам тоноглолууд дээр болон эх үүсвэрүүдийг холбосон 35 кВ-ын шугамууд дээр нийт 524 удаа гэмтэл доголдол гарахад реле хамгаалалтын байгууламж ажиллан 905 шугам тоноглолыг тасалж гэмтэлтэй хэсгийг тусгаарлан найдвартай ажиллагааг хангаж ажилласан.

Түлхүүр үг : Аварги, осол, саатал, түгээх сүлжээ.

I. ОРШИЛ

2017 оны эхний 9 сарын хугацаанд нийт гарсан тасралтын дийлэнх хувь кабель шугам дээр тохиолдож байна. Гал хамгаалагч, дэд станц, байгалийн үзэгдэл /аянга, хүчтэй салхи шуурга .../, механикаар гэмтэхээс бусад бүх тасралтын үндэс нь нэг фазын газардлага түүний үүсгэж байгаа хэт хүчдэл байдаг. Хэт хүчдэл нь нум үүсгэж, хуучирсан өндөр хүчдлийн тоноглолуудын тусгаарлагыг гэмтээх аюултай байдаг. Энэ судалгаанд реле хамгаалалтын ажиллагаа, 110 болон 220 кВ-ын цахилгаан дамжуулах шугамын тасралт, түүний шалтгаан, түгээх сүлжээний тоноглолын насжилт, кабелийн гэмтлийн талаар тусгасан болно.

II. Реле хамгаалалтын ажиллагаа

Эрчим хүчний системийн тогтвортой, найдвартай ажиллагааг хангах зориулалт бүхий реле хамгаалалт автоматикийн байгууламж нь цахилгаан системийн үйлдвэрлэх, дамжуулах, хуваарилан түгээх бүх үе шатуудад ашиглагдаж, аварги саатлын үед асар богино хугацаанд автоматаар ажиллан тоног төхөөрөмж болон хүний аюулгүй байдлыг хамгаалдаг системийн уураг тархи болсон нэн чухал салшгүй нэг хэсэг юм. 2017 оны 9 сар хүртэл энэ хугацаанд реле хамгаалалт 1021 удаа буюу 98,52 %-д зөв ажиллаж, 25 удаа буюу 2,39 %-д селектив бус ажилласан байна. Реле хамгаалалт ажиллаагүй тохиолдол 1 удаа гарсан байна.

Тасралтын шалтгаан /2017 оны 09 сар/

№	Тасралтын шалтгаан	Тасарсан тоо
1	РХАБ-н буруу үйл ажиллагаа /селектив бус/	17
2	РХАБ-н буруу үйл ажиллагаа /селектив бус ашиглалтын зонд хамаарахгүй/	6
3	Гадны хүчин зүйлсийн нөлөөгөөр	28
4	Гадны байгууллагын ажиллагаанаас	57
5	Байгалийн хүчин зүйлсийн нөлөөгөөр	107
6	Тодорхойгүй	154
7	Шугамын гэмтлээс	157
8	Тоноглолын гэмтлээс	30
9	Гадны богино залгаанаас	6
10	ШАХ-н буруугаас	0
11	ША-ны биш хүний буруугаас	1
	Нийт	563

Реле хамгаалалтын ажиллагаа
2017 оны эхний 9 сар



Зураг 1. Реле хамгаалалтын ажиллагаа 2017 оны эхний 9 сар

Системийн автоматикийн байгууламж 685 удаа ажилласнаас шугамыг дахин залгах /АПВ/ автоматик 561 удаа, давтамж бууралтаар тусгаарлах автоматик 68, хүчдэл бууралтаар тусгаарлах автоматик 20 удаа, АЧР 32 удаа, ЧВА 5 удаа, АПАХ 1 удаа тус тус ажилласан. АПВ-гээр 522 удаад нь шугам амжилттай залгагдсан ба 39 удаад АПВ ажилласан боловч шугам залгагдаагүй байна.

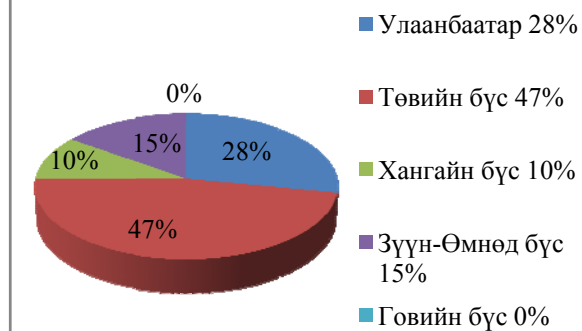
Системийн автоматикийн ажиллагаа
2017 оны эхний 9 сар



Зураг 2. Системийн автоматикийн ажиллагаа 2017 оны эхний 9 сар

III. Дамжуулах болон түгээх сүлжээний тасралт, саатал

220 кВ-ын тасралт /салбараар/



Зураг 3. 220 кВ-н тасралт салбараар /2017 оны эхний 9 сар/

Хүснэгт 1

2017 оны эхний 9 сарын тасралтын тоон үзүүлэлт

№	Хүчдлийн түвшин	Сарууд									Нийт
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	110 кВ-ын тасралтын тоо	10	12	23	40	49	95	86	12	55	495
2	220 кВ-ын тасралтын тоо	4	5	6	0	5	13	13	8	14	68
		Нийлбэр дүн									563

Хүснэгт 3

220 кВ-н тасралтын тоон мэдээ /2017 оны эхний 9 сар/

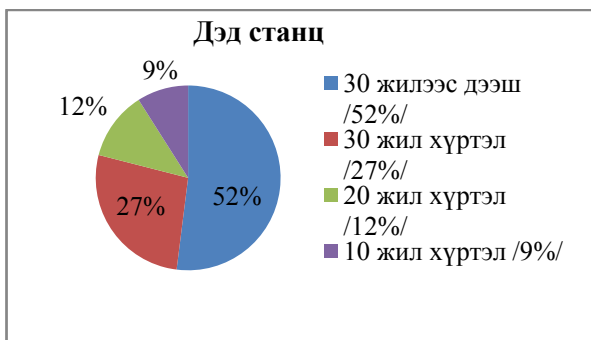
Салбарын нэр	220 кВ тасралт эхний 9 сарын байдлаар
Улаанбаатар	19
Төвийн бүс	32
Хангайн бүс	7
Зүүн-Өмнөд бүс	10
Говийн бүс	0
Нийт тасралт компанийн хэмжээнд	68

2017 оны 9-р сарын байдлаар түгээх сүлжээнд нийт 1055 удаагийн тасралт саатал гарсан. Энэ нь өмнөх оны мөн үеэс 44-өөр буюу 4%-иар буурсан.

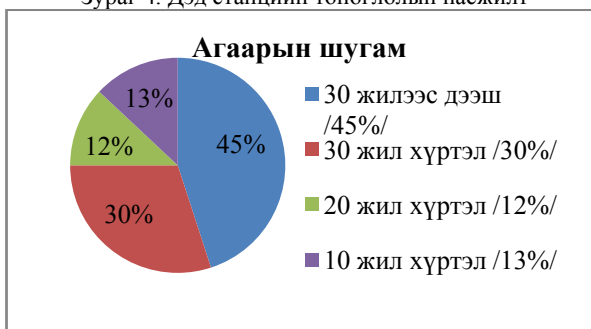
IV. Түгээх сүлжээний тоноглолын насжилт
 2017 оны 9-р сарын байдлаар 1055 удаа тасралт саатал гарсан нь өмнөх оны тасралтаас 254-өөр буюу 19.0%-иар буурсан.

Гарсан гэмтлийн шалтгааны дүн хүснэгт

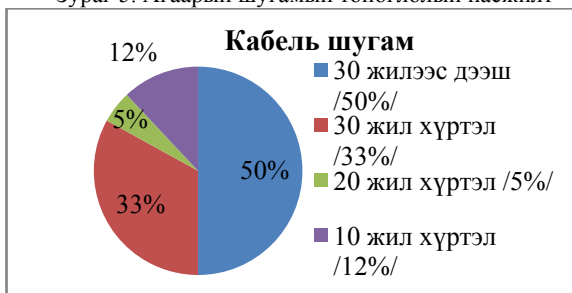
№	Гарсан гэмтлийн шалтгаан	2016 оны тасралт		2017.09 сар тасралт		Өсөлт буурлт	
		тоо	эзлэх хувь	тоо	эзлэх хувь	тоо	хувь
1	6-10 кабель гэмтсэн	549	42%	426	40%	-123	-22%
2	Трансформатор гэмтсэн	12	1%	6	1%	-6	-50%
3	0,4 кВ-ын тоноглол	12	1%		0%	-12	-100%
4	6/10 кВ-ын тоноглол	46	4%	40	4%	-6	-13%
5	Гал хамгаалагч шатсан	35	3%	28	3%	-7	-20%
6	РХА буруу ажиллагаа	10	1%	10	1%	0	0%
7	Изолятор нэвт цохигдсон	68	5%	38	4%	-30	-44%
8	Тодорхой гэмтэл илрээгүй	188	14%	116	11%	-72	-38%
9	Гадны хүн үйлдэл хийсэн	49	4%		0%	-49	-100%
10	Гадны байгууллагын шугам, тоноглол	238	18%	241	23%	3	1%
11	Шугамын утас тасарсан	56	4%	44	4%	-12	-21%
12	Байгалийн гамшиг /аянга, хүчтэй салхи, шуурга, үер/			20	2%	20	
13	Гуравдагч хүчин зүйлсээс /муур амьтан орсон, төмөр утас тохогдсон, дэврээс гоожсон/ ус	46	4%	86	8%	40	87%
Нийт		1309	100%	1055	100%	-254	-19%



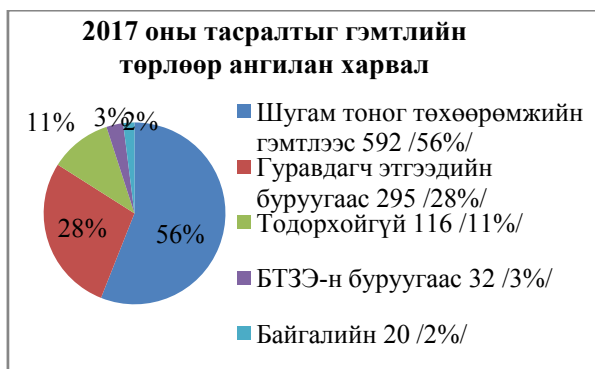
Зураг 4. Дэд станцийн тоноглолын насжилт



Зураг 5. Агаарын шугамын тоноглолын насжилт



Зураг 6. Кабель шугамын тоноглолын насжилт



Зураг 7. 2017 оны тасралтын гэмтлийн ангилал



Зураг 8. 2017 оны 9 сарын байдлаар нийт гарсан тасралтын шалтгаан

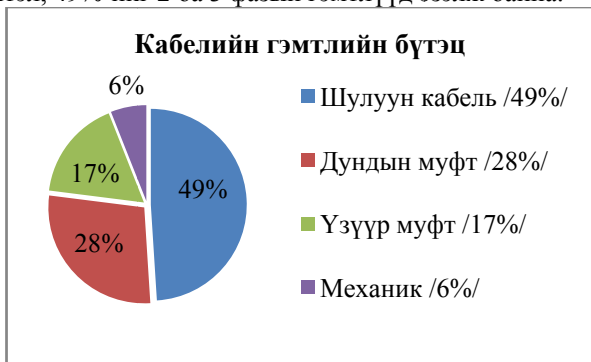
2017 оны 9 сарын байдлаар нийт гарсан тасралтын шалтгааныг ангилан харвал кабель шугамын гэмтэл 426 буюу 40%, гадны ашиглалтын тоноглол болон гадны

хүчин зүйлсээс шалтгаалсан тасралт 347 буюу 33%, бусад ашиглалтын үеийн шугам, тоноглолын гэмтлээс шалтгаалсан тасралт 282 буюу 27%-ийг тус тус эзэлж байна.

Тугаах сүлжээнд нийт 761 кабелийн гэмтэл гарсан бөгөөд 6/10 кВ-ийн кабель 558, 0.4 кВ-ын кабель 203 байна. Үүнд :

- Шулуун хэсэгт 370 (49%)
- Муфтэн дээр 345 (45%)
- Механикаар 46 (6%)

Харин нийт гэмтсэн кабелийн 51%-ийг 1 фазын гэмтэл, 49%-ийг 2 ба 3 фазын гэмтлүүд эзэлж байна.



Зураг 10. Кабелийн гэмтлийн бүтэц



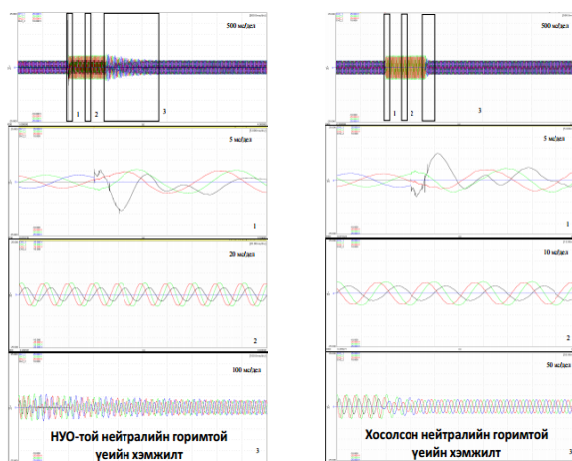
Зураг 11. Кабелийн гэмтлийн төрөл

ДҮГНЭЛТ

Нийт тасралтын шалтгааныг харвал дийлэнх хувь кабель шугам дээр тохиолдож байгаа бөгөөд кабель шугамын шулуун хэсэгт болон муфтэн дээр гэмтэл их гарсан байна. Гал хамгаалагч, дэд станц, байгалийн үзэгдэл, механикаар гэмтэхээс бусад бүх тасралтын үндэс нь нэг фазын газардлага түүний үүсгэж байгаа хэт хүчдэл байдаг. Хэт хүчдэл нь нум үүсгэж, хуучирсан өндөр хүчдлийн тоноглолуудын тусгаарлагыг гэмтээх аюултай байдаг. УБЦТС ТӨХК нь 2015 оноос түгээх сүлжээний нейтралын горимыг резистив газардуулгад шилжүүлэх үйл ажиллагааг Монгол улсад анх удаа хэрэгжүүлж эхлэсэн бөгөөд 2015-2016 оны хооронд нийт 6 дэд станц дээр хэрэгжүүлсэн. Ажлын үр дүнд металл газардлагын үед үүсэн хэт хүчдэлийн хэмжээ компенслагдсан нейтральтай сүлжээний хувьд 1,89Уф /66,15 кВ/ байсан бол 1,65 Уф /57,75 кВ/ болж буурсан байна.

Дэд станц	U _{зэв} кВ	Резисторын төрөл	Нейтраль үүсгэгч төхөөрөмж
35/6кВ-ын «Дөрвөн зам» д/с	6	РЗ-30-400-6	ФЗМ-300/6
35/10 кВ-ын «Нарлаг» д/с	10	РЗ-100-333-10	ФЗМ-190/10
ДЦС-3-ын 35 кВ-ын ИХБ	35	РЗ-3000-136-35	-
		РЗ-7000-58-35	-
35/6кВ-ын «Олимп» д/с	6	РЗ-20-600-6	ФМЗО-200/6
35/6 кВ-ын «Эсгийлэх» д/с	6	РЗ-20-600-6	ФЗМ-500/6
35/10 кВ-ын «Дорнод-1» д/с	10	РЗ-60-556-10	-

Зураг 13. Резистив газардуулгад шилжүүлсэн 6 дэд станц



Зураг 14. 35/10 кВ-ын Баян-Өнжүүл дэд станцад хийсэн хэмжилт туршилт

Ашигласан материал

1. “Шуурхай ажиллагааны мэдээлэл”. УБ. 2017он.
2. П.Даваадорж. “Эрчим хүчний салбарт 2017 онд гарсан аваари, саатал, ослын талаарх мэдээлэл” УБ. 2017.
3. “Эрчим хүчний хяналтын ажилтны улсын зөвлөгөөний илтгэлийн эмхэтгэл” УБ. 2017.
4. “Эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэл” УБ. 2017.
5. www.mytog.mn
6. http://rpa.energy.mn/wp-content/uploads/2017/12/ДҮТ-ХХК-Б_Төрбат.pdf
7. Б.Алтандуулга. “6-35 кВ-ын түгээх сүлжээний нейтралын горимын судалгааны ажил” УБЦТС ТӨХК. 2017 он.

ХУВИЙН СУУЦНЫ ДУЛААНЫ АЛДАГДАЛ БА ТҮҮНИЙ ДУЛААНЫ ЗАРИМ ЭХ ҮҮСГҮҮРИЙН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Д.Хоролбаяр*, Б.Баяраа*, П.Бямбацогт*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдол халаалтын улиралд гамшгийн хэмжээнд хүрч байгааг олон судалгаагаар тогтоогдсон байдаг. Энэ нь гэр хороололд буй хувийн сууцны зуухнаас ихэнх хувь нь бүрдэж байна. Тэгвэл тэдгээр сууцны хаших хийцийн судалгаа хийж, дулаалгын зузааны оновчлолыг тогтоон дулааны шинэ эх үүсгүүрээр дулааны хэрэглээг хангах тооцоо хийж, агаарын бохирдлын бууралтыг тооцооло.

Түлхүүр үг. Дулаалга, барилгын дулааны алдагдал, материал сонгох, дулааны үүсгүүр.

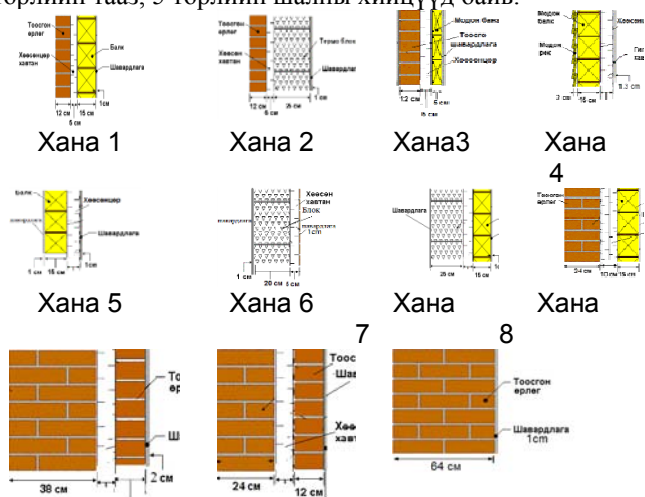
I. ОРШИЛ

Монгол улс үйлдвэрлэсэн дулааны нийт эрчим хүчнийхээ 80%-ийг байр орон сууцаа дулаацуулахад ашигладаг [1]. Улаанбаатар хотын хэмжээнд баригдсан нийт барилгын 50...60%-ийг зөвхөн хувийн сууц буюу гэр хорооллын барилгууд эзэлдэг. Хотын агаарын бохирдлын 60%-ийг гэр хорооллын барилгыг дулаацуулах дулааны эх үүсгүүрээс үүдэлтэй гэсэн судалгаа байдаг [2]. Үүнээс агаарын бохирдлыг бууруулахад анхаарах гол объект нь гэр хорооллын хувийн сууцнууд, тэдгээрийг дулаацуулах эх үүсвэрүүд гэдэг нь тодорхой байна.

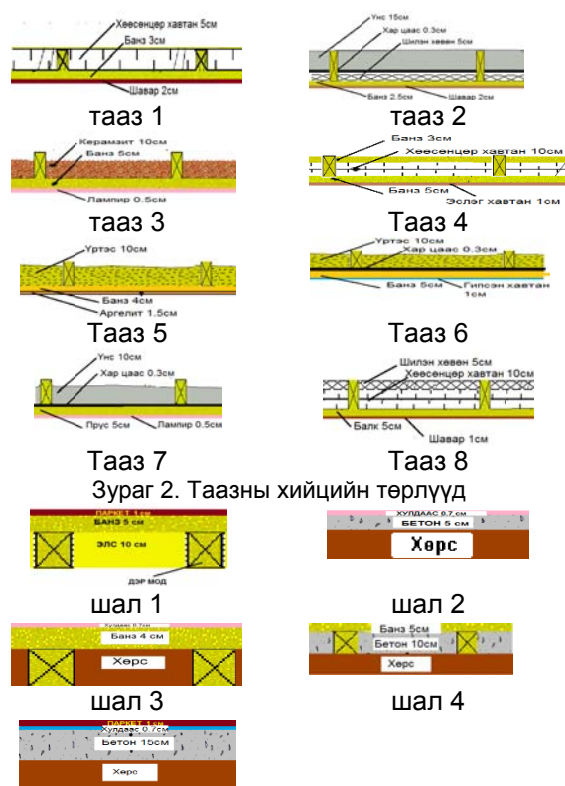
II. ХУВИЙН СУУЦНЫ ХАШИХ ХИЙЦИЙН СУДАЛГАА

Улаанбаатар хотод баригдсан хувийн сууцнуудаас төлөөлүүлэн 113 хувийн сууцны хаших хийцэд судалгаа хийв.

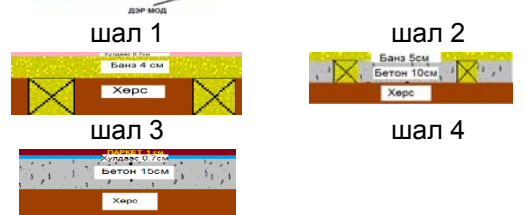
Судалгааны дүнд хамгийн элбэг тохиолдсон ханын хийцүүдийг тодорхойлж үзэхэд дараах 11 төрлийн хана, 8 төрлийн тааз, 5 төрлийн шалны хийцүүд байв.



11
Зураг 1. Ханын хийцийн төрлүүд



Тааз 1
Тааз 2
Тааз 3
Тааз 4
Тааз 5
Тааз 6
Тааз 7
Тааз 8
Зураг 2. Таазны хийцийн төрлүүд



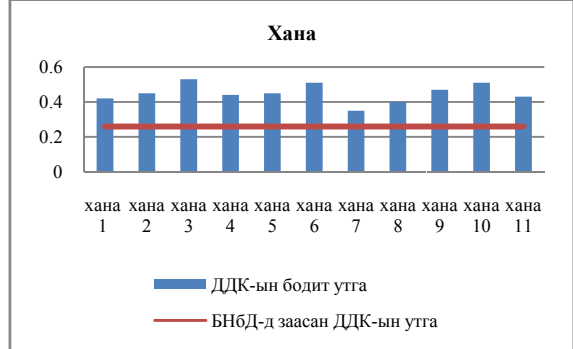
шал 1
шал 2
шал 3
шал 4
шал 5
Зураг 3. Шалны хийцийн төрлүүд

Хийц тус бүрээр бүх сууцны хувьд дулаан дамжуулалтын коэффициент (ДДК)-ыг тодорхойлов (зураг 4).

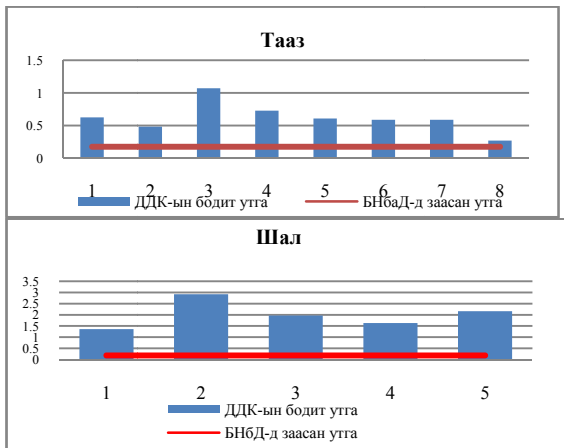
Хүснэгт 1

Хаших хийцийн дулаан дамжуулалтын коэффициентийн утга

№	Хаших хийц	Дундаж утга, Вт/м ² °C	БНбаД-д заасан стандарт утга, Вт/м ² °C
1	Хана	0.45	0.229-0.277
2	Тааз	0.61	0.181-0.217
3	Шал	2	0.17-0.188
4	Цонх	0.63	0.62



Хана
ДДК-ын бодит утга
БНбаД-д заасан ДДК-ын утга



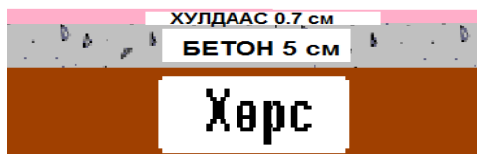
Зураг 4. Дулаан дамжуулалтын коэффициент

Барилгын хаших хийцүүдээс хамгийн их дулааны алдагдалтай хийцүүдийг тодорхойлов.



Хана 3

Зураг 5. Хамгийн их дулааны алдагдалтай ханын хийц



Шал 2

Зураг 6. Хамгийн их дулааны алдагдалтай шалны хийц



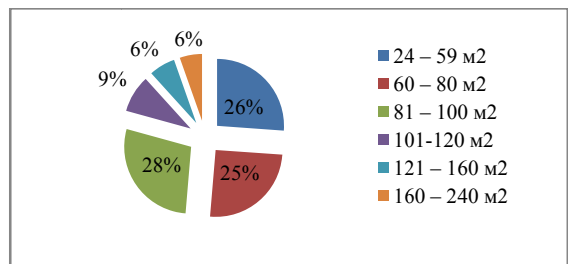
Тааз 3

Зураг 7. Хамгийн их дулааны алдагдалтай таазны хийц

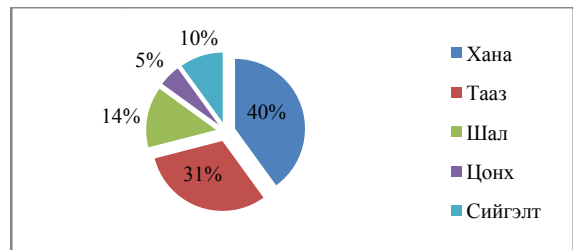
Хамгийн их дулааны алдагдалтай ханын хийцийн хувьд ДДК-ын стандарт хэмжээнээс 2.04 дахин их байна. Таазны хийцийн хувьд ДДК-ын стандарт хэмжээнээс 6.1 дахин их байна. Хамгийн их дулааны алдагдалтай шалны хийцийн хувьд стандарт хэмжээнээс 13 дахин их байна. Эндээс дүгнэхэд МУ-д мөрдөж буй БН ба Д-ийг иргэд мөрдөхгүй байгаа нь ажиглагдаж байна.

Судалгаанд хамрагдсан нийт сууцийг талбайн хэмжээгээр нь дараах байдлаар ангилан үзэхэд хамгийн их буюу 28% нь 81-100 м² талбайтай сууц зонхилсон байна (зураг 8).

Сууцнуудын дулааны алдагдлыг хаших хийц бүрээр тооцож үзэхэд хамгийн их дулааны алдагдал нь ханаар алдагдаж байгаа нь тооцоогоор гарлаа (зураг 9).



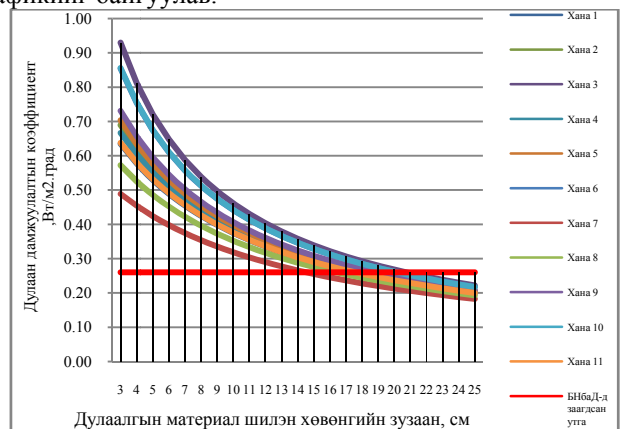
Зураг 8. Судалгаанд оролцсон барилгуудын талбайгаар нь ангилсан байдал



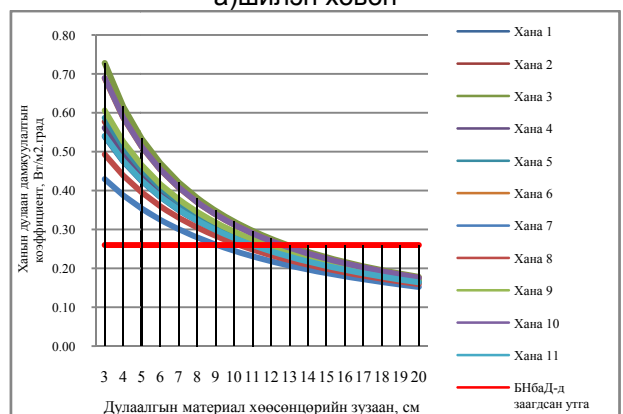
Зураг 9. Хаших хийцээр алдагданх дулааны алдагдлын хувь

Тиймээс дулааны эрчим хүчийг үр ашигтай зарцуулахын тулд хаших хийцүүдийг ялангуяа ханыг дулаалах онцгой шаардлага гарч ирж байна.

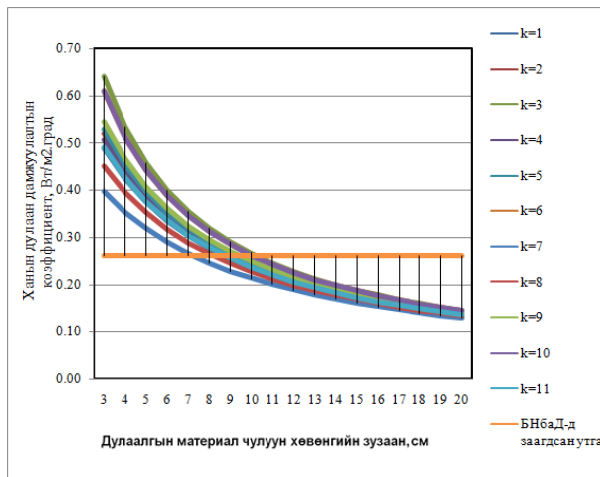
Ханын хийц бүр дээр дулаалгын материал болох хөөсөнцөр, шилэн хөвөн, чулуун хөвөн корунд- зэрэг материалаар дулаалах зузааныг сонгох, ДДК-ын стандарт утганд хүрч байгаа эсэхэд үнэлгээ өгөх зэрэг асуудлыг шийдэх үүднээс дараах оновчлолын графикийг байгуулав.



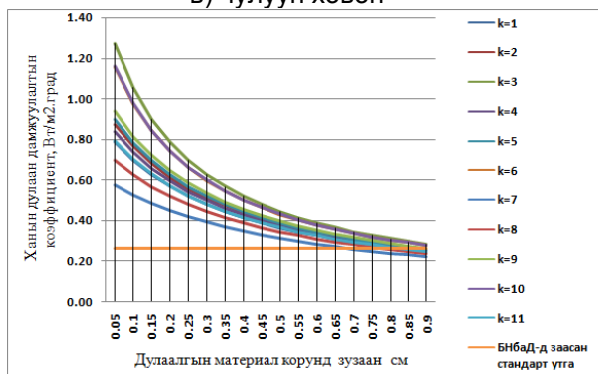
а) ШИЛЭН ХӨВӨН



б) ХӨӨСӨНЦӨР



в) чулуун хөвөн



г) корунд

Зураг 10. Дулаалгын материалын зузааныг сонгох график

Дулаалгын зузааныг олохдоо хаших хийцийн муруй шугамыг ДДК-ын стандарт утгатай огтолцсон цэгээс доош буулган материалын зузааныг олж тэр зузаанаараа барилгыг дулаалах шаардлагатайг харж болно. Ханын ДДК-ын утгыг дулаалгын материалын зузаанаас хамааруулан олох график /Зураг 10/ нь дулаалгын материалын зузаан сонгох, дулааны ачааллын тооцоог хялбарчлах, барилгын хийцэд графикийн тусламжтайгаар газар дээр нь үнэлгээ өгөх, цаашид БН ба Д, мэргэжлийн ном, сурах бичигт масштабтайгаар хэвлүүлэн практик тооцоо судалгаанд бүрэн ашиглах боломжтой.

Дулаалгын материал	1м ² үнэ/төг/
Чулуун хөвөн	8665
Хөөсөнцөр хавтан	3500
Шилэн хөвөн	3250
Корунд	35000

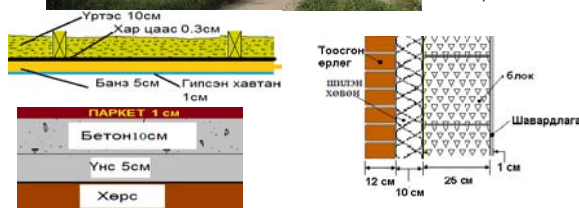
Хаших хийцийн дулааны алдагдлыг тооцохдоо дараах томъёогоор тооцдог.

$$Q = kF(t_0 - t_2) \quad (1)$$

Сонгосон хувийн сууц бол УБ-хотод байршилтай 80м² талбай бүхий сууц юм.



Хаших хийцийн талбай
 $F_{\text{хана}} = 91,8 \text{ м}^2$
 $F_{\text{тааз}} = 80 \text{ м}^2$
 $F_{\text{шал}} = 80 \text{ м}^2$
 $F_{\text{цонх}} = 9 \text{ м}^2$



Зураг 11. Сууцны геометр хэмжээс

Барилгын хаших хийц бүр дээр дулааны алдагдлыг тооцвол:

Хаших хийцийн дулааны эсэргүүцлийг дараах томъёогоор олно.

$$R_i = \frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (2)$$

Хаших хийцийн ДДК-ыг дараах томъёогоор олно.

$$k_i = \frac{1}{R_i} \quad (3)$$

Жишээ болгон зөвхөн 1 хаших хийц буюу ханын хувьд тооцоог хийе.

Хана:

$$R_{\text{хана}} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{8} + \frac{0.12}{0.7} + \frac{0.1}{0.064} + \frac{0.25}{0.4} + \frac{0.01}{0.58} + \frac{1}{23} = 2.544 \text{ м}^2 \text{C} / \text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{R} = \frac{1}{2.544} = 0.392 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{C}$$

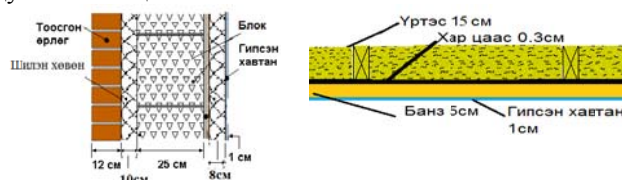
$$Q_{\text{хана}} = k \cdot F \cdot (t_0 - t_2) = 0.392 \cdot (81) \cdot (18 - (-39)) = 1814.39 \text{ Вт}$$

Нийт дулааны алдагдал:

$$Q_{\text{нийт}} = Q_{\text{хана}} + Q_{\text{тааз}} + Q_{\text{шал}} + Q_{\text{цонх}} = 1814.3 + 2704.42 + 1358.4 + 986.53 = 6863.74 \text{ Вт}$$

Дулаалгын тооцоо:

Нэгэнт баригдсан сууцны хувьд хаших хийцийг бүгдийн дулаалах боломжгүй мөн хаших хийцийн бүтцэд өөрчлөлт бага оруулах учир хана болон таазыг дулаалж тооцоог хийвэл:



Зураг 12. Хаших хийцийг дулаалсан байдал

Хана

Дулаалгын материалын зузааныг тооцож олбол:

$$\delta_{\text{дулаалга}} = \left(R_{\text{ст}} - \frac{1}{\alpha_1} - \frac{1}{\alpha_2} - \frac{\delta_{\text{хийц}}}{\lambda_{\text{хийц}}} \right) \cdot \lambda_{\text{дула}} = \left(3.85 - \frac{1}{8} - \frac{1}{23} - \frac{0.12}{0.7} - \frac{0.1}{0.064} - \frac{0.25}{0.4} - \frac{0.01}{0.58} \right) \cdot 0.064 = 0.083 \text{ м} \approx 8,3 \text{ см}$$

$$R_{\text{хана}} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{8} + \left(\frac{0.12}{0.7} + \frac{0.1}{0.064} + \frac{0.25}{0.4} + \frac{0.01}{0.58} + \frac{0.08}{0.064} + \frac{0.01}{0.93} \right) + \frac{1}{23} = 3.85 \text{ м}^2 \text{C} / \text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{R} = \frac{1}{3.85} = 0.259 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{С}$$

$$Q_{\text{хана}} = k \cdot F \cdot (t_o - t_c) = 0.259 \cdot (81) \cdot (18 - (-39)) = 1197.07 \text{ Вт}$$

Тааз:

$$R = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{8} + \left(\frac{0.15}{0.08} + \frac{0.003}{0.17} + \frac{0.05}{0.2} \right) + \frac{1}{23} = 2.321 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{R} = \frac{1}{2.321} = 0.43 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{С}$$

$$Q_{\text{тааз}} = k \cdot F \cdot (t_o - t_c) = 0.593 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot (80) \cdot (18 - (-39)) = 2704.42 \text{ Вт}$$

Нийт дулааны алдагдал:

$$Q_{\text{нийт}} = Q_{\text{хана}} + Q_{\text{тааз}} + Q_{\text{шал}} + Q_{\text{цонх}} = 1197.07 \text{ Вт} + 1757.2 \text{ Вт} + 1360.48 \text{ Вт} + 986.53 \text{ Вт} = 5301.28 \text{ Вт}$$

Жилийн дулааны ачаалал:

$$Q_{\text{ж}} = \frac{t_e - t_{н.с}^{ср}}{t_e - t_{н.о}} \cdot n_o \cdot Q_o = \frac{18 + 10.1}{18 + 39} \cdot 5880 \cdot 5.301 = 15.366 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$$

Жилийн түлшний хэрэглээ:

$$B^{\text{ж}} = \frac{Q_{\text{ж}}}{Q_{\text{п.н}} \cdot \eta} = \frac{15.366 \cdot 10^6}{3500 \cdot 0.4} = 10.9 \text{ тн} / \text{ж илд}$$

Энд: Налайхын нүүрсний дулаан гаргах чадвар-3500ккал/кг.

Хувийн сууцны зуухнууд нь пийшин, радиатартай холбогдсон байдгыг харгалзан зуухны АҮК-ыг 0.4 өөр тооцов.

Хүснэгт 2.

Дулаалсны дараах харьцуулсан дүн
Дулаалхын өмнө Дулаалсны дараа Зөрүү

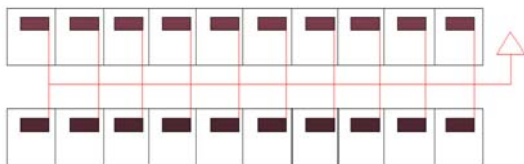
Дулааны алдагдал	6.86кВт	5.301кВт	1.56кВт
Түлшний хэрэглээ, тн/жил	12.63 тн	10.9 тн	1.73тн
ХХЯ (CO ₂)	17.68тн	15.26тн	2.42тн

Жич: 1тн нүүрснээс 1.4тн CO₂ ялгардаг[2].

Стандартад нийцтэл дулаалснаар 1 өрх жилд 1.73~2тн нүүрс, 300,000₮ хэмнэнэ.

III. ДУЛААНЫ ҮҮСГҮҮРИЙН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Дээрх судалгаанд хамрагдсан 113 сууцны дундаж дулааны ачаалал 6.86~7кВт байв. Хамгийн элбэг хийцтэй 1 барилгын дулааны алдагдлыг тооцож, түүний утгыг үндэслэн 20 айлаас бүрдэх гудмын дулаан хангамжийг хэд хэдэн эх үүсгүүрээр шийдэж харьцуулсан тооцоог хийе (зураг 13).

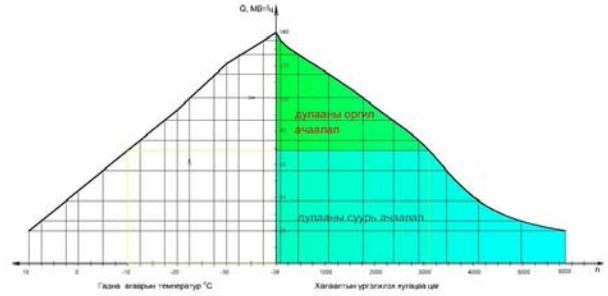


Зураг 13. 20-айлаас бүрдэх гудамжны план зураг

Тэгвэл нийтлэг баригдсан гэр хорооллын сууцнуудыг төвлөрсөн байдлаар дулаанаар хангах тухай мөн үзье:

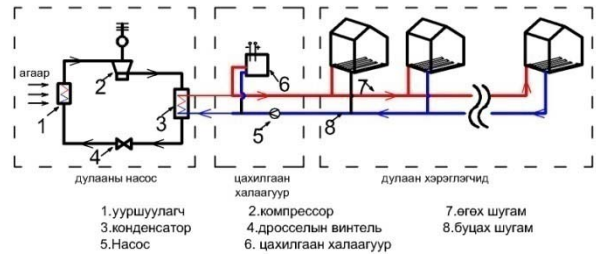
Нэг өрхийн дундаж дулааны ачаалал 6.8~7кВт юм бол 20 өрх оршин суудаг гудамжыг агаарын дулааны

насосоор халаалтын хангая. Гудмын дулааны ачааллыг дээрхтэй сууцтай айлууд гэж үзвэл нийлбэр дулааны тооцоот ачаалал нь 140 кВт юм. Дулааны үргэлжлэлийн жилийн графикаас харахад энэ гудмын суурь ачаалал нь 69кВт байна (зураг 14).



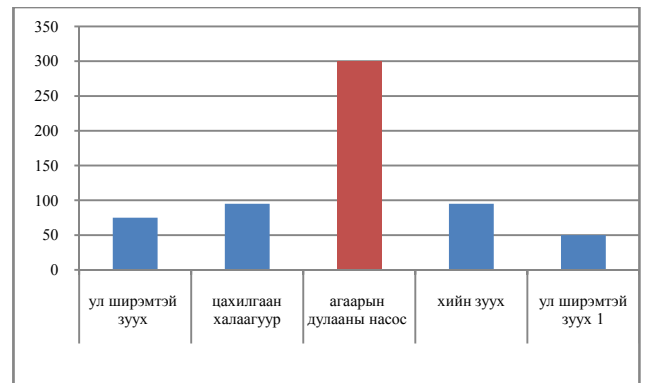
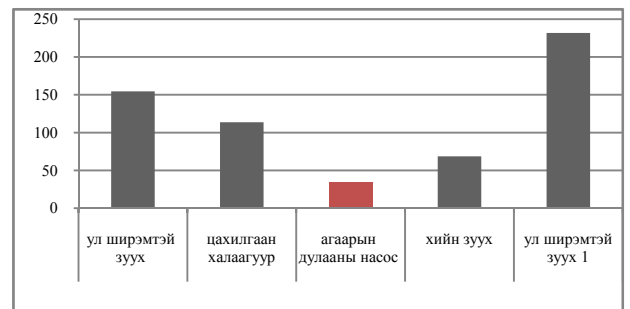
Зураг 14. 20айлтай гудамжны дулааны жилийн үргэлжлэлийн график

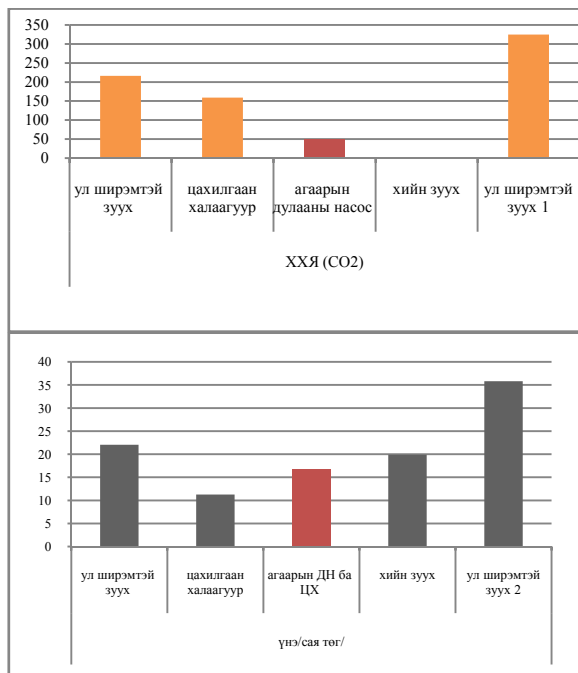
Суурь ачааллын дулааны насосоор хангах юм. Дулааны насос нь хэрэглэсэн эрчим хүчнээсээ 3-7 дахин их хэмжээний дулааны эрчим хүч боловсруулдаг давуу талтай бөгөөд судалгаандаа агаарын эх үүсгүүрээр ажлах насосыг сонгон авч бусад эх үүсгүүрүүдийг харьцуулав. /зураг15/



Зураг 15. Дулааны насоны схем

Бусад эх үүсгүүрийн хувьд дараах хүснэгтнээс дулааны насостай харьцуулан харж болно (зураг 16).





Зураг 16. Эх үүсгүүрүүдийн ТҮЛШ, АҮК, ХХЯ, ҮНЭ-ын харьцуулалт

Жич: ЦЭХ-ийг Монгол орны нөхцөлд ДЦС-аас авна гэж тооцоолов. ДЦС-д 1кВт цэх үйлдвэрлэхэд зарцуулах бодит түлшний зарцуулалт

$$b_{\text{хос}} = 0.123 \frac{1}{\eta_{\text{ци}} \cdot \eta_{\text{зүүх}}} = 0.123 \frac{1}{0.98 \cdot 0.9} = 0.14 \text{ кг.жст} / \text{кВт} \cdot \text{ц}$$

$$B^{\text{бодит}} = 0.14 \cdot \frac{Q^{\text{жс}}}{Q^{\text{р}}} = 0.14 \cdot \frac{7000}{3500} = 0.28 \text{ кг} / \text{кВт}$$

IV. ДҮГНЭЛТ

Барилгын түгээмэл хийцүүдийг тодорхойлж, дулаалгын материалын зузаанаас хамаарсан номограм байгуулснаар дулааны ачааллын тооцоог хялбарчилж,

0,4 КВ-ЫН ХӨДӨЛГҮҮРИЙН УДИРДЛАГА, ХАМГААЛАЛТЫГ МИКРОКОНТРОЛЛЁРЫН ТӨХӨӨРӨМЖ АШИГЛАН ГҮЙЦЭТГЭХ

Б.Даваадорж*, Ч. Гунгаасамбуу*, М.Баттулга*, Бя.Бат-Эрдэнэ*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Орчин үед 0,4 кВ-ын цахилгаан хөдөлгүүрийг цахилгаан станцад, хүнд болон хөнгөн үйлдвэрлэлд тэжээлийн усны насос, хөргөлт, агааржуулалт, зөөх, тээвэрлэх дамжлагуудад өргөн ашиглаж байна. Цахилгаан хөдөлгүүрүүдийн удирдлага, хамгаалалтыг ихэвчлэн соронзон залгуур, дулааны реле болон хүчдэл бууралтын реле, түргэн үйлчилгээтэй цахилгаан соронзон автоматаар гүйцэтгэж байна. Эдгээр хамгаалалтууд нь хэт ачааллыг, фаз хоорондын богино залгааг, хүчдэл бууралтыг мэдрэх боловч бага чадлын хөдөлгүүрт дифференциал автоматыг тавьдаггүй учир статорын их биеийн газардлага, бүрэн бус фазын горимыг мэдэрдэггүй, гацаатай үед асаалтын хориг хийгдэхгүй, нэмэлт хамгаалалт оруулахад үндсэн монтажийг өөрчлөх шаардлагатай, тухайн үеийн параметрийг санаж үлдэх боломжгүй, алсаас удирдах боломжгүй зэрэг сул талуудтай. Эдгээр дутагдлыг Микроконтроллёр ашигласнаар нөхөх боломжтой ба

мэргэжлийн бус хүн ч хувийн сууцны хаших хийцдээ үнэлгээ өгч, дулаалгын оновчтой зузааныг сонгох боломжтой болно.

Улаанбаатар хотод байгаа[4] 108770 сууцны 50%-ийг стандартын түвшинд дулаалахад 131,611.5тн нүүрс, 19 тэрбум 740 сая төгрөг хэмнэж, 184,256 тн CO₂ буюу ХХЯ бууруулна. Стандартад нийцтэл дулаалснаар 1 өрх жилд 1.73~2тн нүүрс, 300,000₮ хэмнэнэ.

Нэгэнт стандартын түвшинд хүртэл дулаалсан барилгын дулааны эх үүсгүүрийг төвлөрсөн байдлаар дулааны насосоор шийдсэнээр ул ширэмтэй зуухтай харьцуулбал цэвэр тохилог орчинд амьдарч түлшний 3,2 дахин хэмнэнэ.

Ашигласан материал

1. Б.Намхайням “Дулаан хангамжийн систем”, 2015 он.
2. Б. Баяраа, Б.Намхайням “Агаарын бохирдлыг бууруулах арга замууд, тэдгээрийн зардлын судалгаа”, ЭШ-ний илтгэл, 2014он.
3. "Барилгын дулаан техник"-ийн норм ба дүрэм БН ба Д 2.01.01-92.
4. “УБ-хотын өрх, хүн амын судалгаа-2015”.
5. Хүн амын амьдарч буй нөхцлийн судалгаа 2014-2015он.
6. Б.Намхайням, Ж.Доржпүрэв, П.Бямбацогт, Б.Баяраа. “Нам даралтат усан халаалтын зуухны судалгаа”, 2014 он.
7. www.nso.mn
8. <http://123.barilga.mn/product.php/p/4852#.WK1-4N197IU>
9. http://www.reimersinc.com/assets/pdf/HLR120-180_Brochure_Rev1.pdf
10. <http://www.ubmanagement.mn>
11. <http://dashvaanjil.mn/хийн-түлш-2/>

хамгийн гол нь хөдөлгүүрийн ашиглалтын хугацааг уртасгах, эдийн засгийн хувьд өндөр үр ашигтай бөгөөд цаашид найдвартай ажиллах боломж бүрдэж байна. Харин микропроцессорын хамгаалалт нь дээрх хамгаалалт, удирдлагуудыг цогцоор нь шийдсэн боловч эдийн засгийн хувьд өндөр өртөгтэй, хөдөлгүүр бүрт суурилуулах хүндрэлтэй юм.

Түлхүүр үг. Цахилгаан хөдөлгүүр, микроконтроллёр, удирдлага, хамгаалалт.

ОРИЛ

Цахилгаан хөдөлгүүр нь цахилгаан энергийг механик энергид хувиргадаг төхөөрөмж юм. Хувьсах гүйдлийн цахилгаан хөдөлгүүрийг дотор нь асинхрон, синхрон гэж ангилна. Ротор нь эргэлдэгч соронзон оронтой синхрон бусаар эргэлддэг хувьсах гүйдлийн хөдөлгүүрийг асинхрон хөдөлгүүр гэнэ. Асинхрон хөдөлгүүр роторынхоо хийцээр богино холбоот, фазын

ротортой гэж ангилна. Эдгээр хөдөлгүүрийн статорын хийц адилхан бөгөөд агааран завсраар зааглагдсан статор ба ротортой байна. Асинхрон хөдөлгүүрийг U1 хүчдэлтэй сүлжээнд залгахад хөдөлгүүрийн ротор тайван ($n=0$, $s=1$) төлөвөөс тогтворжсон хурдтай ($n=\text{const}$) эргэлтэд орж шууд асаалт хийгдэнэ [1]. Иймд асинхрон хөдөлгүүрийг үйлдвэрлэл аж ахуйн газар, цахилгаан станцын дотоод хэрэгцээнд хэвийн найдвартай үйл ажиллагааг хангах зорилгоор өргөн ашиглаж байна. ДЦС-3 ТӨХК-ийн хувьд өндөр, дунд даралтын хэсгийн дотоод хэрэгцээний 0,4 кВ-ын нийт 574 ш хөдөлгүүр, 6 кВ-ын 115 ш хөдөлгүүрээс бүрддэг бол Говь ХК-ний хамгийн их хөдөлгүүртэй хэсэг болох “Хялгас ялгах үйлдвэр” нь 0,4 кВ-ын нийт 110 ш орчим хөдөлгүүртэй, 6 кВ-ын хөдөлгүүр байдаггүй [2]. Дээрх тоо баримтаас үзэхэд цахилгаан станцын дотоод хэрэгцээнд болон хүнд, хөнгөн үйлдвэрлэлд 0,4 кВ-ын 3 фазын асинхрон хөдөлгүүрийг хамгийн өргөнөөр ашиглаж байна. Одоогоор ихэнх хөдөлгүүрт уламжлалт реле хамгаалалтын төхөөрөмжүүдийг суурилуулж байна. ДЦС ТӨХК-ийн Өндөр даралтын хэсгийн 0,4 кВ-ийн хөдөлгүүрийн гэмтлийн 2006-2011 оны судалгаагаар гэмтлийн тоо 285 удаа тохиолдсоноос нийт гэмтлийн 42 %-ийг хэт ачаалал, бүрэн бус фазын горимоор 17 %, хөдөлгүүр норсон 10 %,бусад 16 %-ийг эзэлж байна [2]. Үүнээс үзэхэд уламжлалт реле хамгаалалт (РХ)-ын төхөөрөмжүүд нь хөдөлгүүрийг бүрэн хамгаалж чаддаггүй бөгөөд фаз дутуу очих үед дифференциал хамгаалалт ажилладаггүй, хэт ачаалал болох үед тогтоосон хугацаанд л тасардаг зэрэг нь хөдөлгүүрийн насжилтыг багасгаж, тусгаарлагч, дамжуулагчийн чанарыг муутгах зэрэг техник эдийн засгийн хувьд үр ашиггүй байдал үүсгэдэг [3]. Нэлээд өргөн хэрэглэдэг,хөдөлгүүрийн хамгаалалтын функцийг цогцоор нь шийдсэн NA1-2000/S төхөөрөмж нь ашиглахад хялбар, алсаас удирдаж болдог гэх мэт маш олон давуу талтай хэдий ч үнэ өртөг өндөртэй хөдөлгүүр бүрд ашигладаггүй. Иймээс техник эдийн засгийн хувьд үр ашигтай, хямд үнэтэй, хөдөлгүүрийн гэмтлийн бүх төрлийг мэдэрдэг РХ-ын төхөөрөмжийг ашиглах шаардлагатай байна. Микроконтроллёрын төхөөрөмж ашигласан хөдөлгүүрийн хамгаалалт нь хямд үнэтэй, хөдөлгүүрийн гэмтлийг бүрэн шийдэж өгсөнөөрөө давуу талтай.

СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Компьютерийн үндсэн төхөөрөмжүүдийг нэг хагас дамжуулагч кристалл дээр багтаан суурилуулж нэг микросхем болгон үйлдвэрлэн гаргасан чипийг Микроконтроллер (МК) гэдэг. МК үйлдвэрлэлээр дэлхийд тэргүүлэгч томоохон үйлдвэрүүдэд Atmel, Intel, Microchip, Analog devices, Cypress semiconductor corporation зэрэг багтаж байна [6]. Cypress semiconductor corporation-ны PSOC 4 CY8CKIT-049-42 гэсэн 32 битийн МК нь PsoC Creator програм хангамжаар програмчлагддаг бөгөөд овор хэмжээ багатай, програмчлахад хялбар, бусад МК илүү олон

тооны төхөөрөмжүүдийг зэрэг удирдаж програмчлах боломж бүхий оролт гаралтын портуудтай зэрэг давуу талуудтай. Бидний хийх гэж буй төхөөрөмжийн хувьд 4 битийн 16 хөлтэй LCD дэлгэц, завсрын релений модуль, Keypad, гүйдэл, хүчдэлийн сенсор, Realtime clock чипээрэг олон тооны төхөөрөмжүүдийг удирдахад PSOC 4 микроконтроллёр нь хамгийн тохиромжтой хувилбар юм. Энэ төхөөрөмж нь дараах эд ангиудаас бүрдэнэ.

- LCD дэлгэц-32 ш тэмдэгт хэвлэж болох бөгөөдгүйдэл, хугацааны тавил, тохируулга хийх, гэмтэл, тасралтын шалтгааныг мэдээллэх зорилгоор ашиглана.

- Real time clock chip DS1302 бодит цаг хугацааг тоолдог төхөөрөмж бөгөөд хугацааны релений үүргийг гүйцэтгэнэ.

- Гүйдлийн мэдрүүр (Current sensor)- Allegro Micro systems компаний ACS712, ACS755 загварын 20А, 30А, 50А, 100А, 130А, 150А, 200А тус тус гүйдлийн хязгаартай гүйдлийн мэдрэгчийг 3 фазын сүлжээний фаз тус бүр дээр суурилуулж, хэлхээний гүйдлийг хувиргаж хэмжинэ.

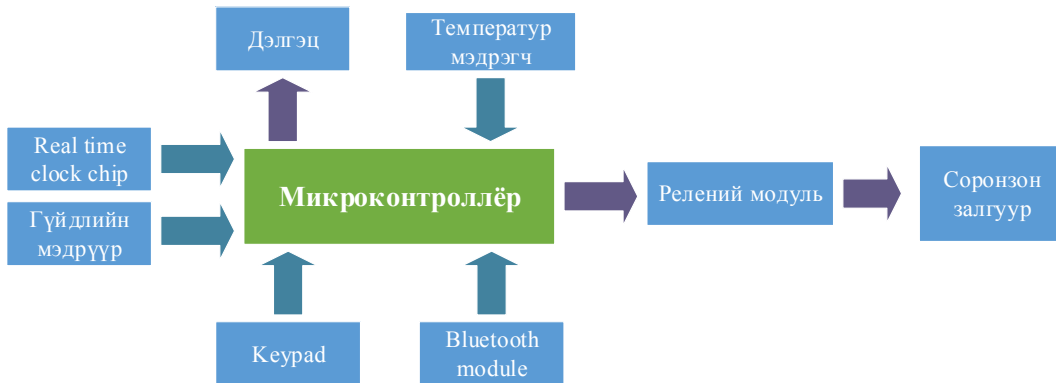
- Релений модуль- оптрон (opto isolator), биполяр транзистораар тусгаарласан 5В-ын тэжээлээр удирдагдах реле бөгөөд МК-оос ирсэн сигналыг өсгөж, 220В-ын хэлхээтэй завсрын релений контактаар дамжин холбогдож, соронзон залгуурын ороомгийн хэлхээнд тэжээл өгч хөдөлгүүрийг удирдана.

- Bluetooth module HC-06 нь алс зайнаас төхөөрөмжийг удирдах боломж олгоно.

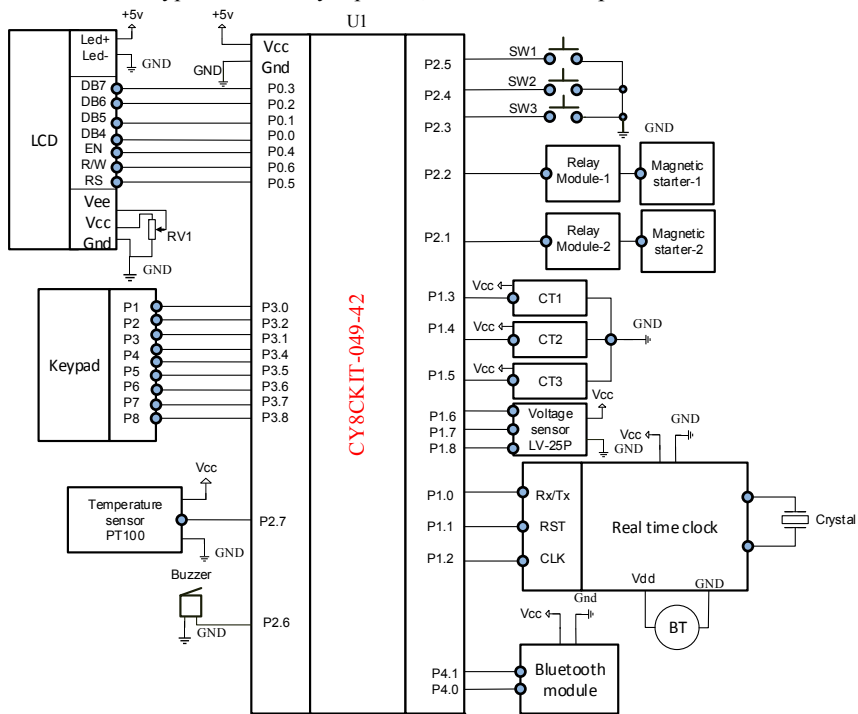
- Keypad-Хугацааны тавил тохируулга, гүйдлийн хамгаалалтын тавил тохируулах зэрэгт ашиглагдана.

- Температур мэдрэгч- PT100 төрлийн RTD (resistance temperature detector) эсэргүүцэл нь температураас хамаарч шугаман хуулиар өсдөг элементийг ашиглан орчны температурыг хэмжинэ.

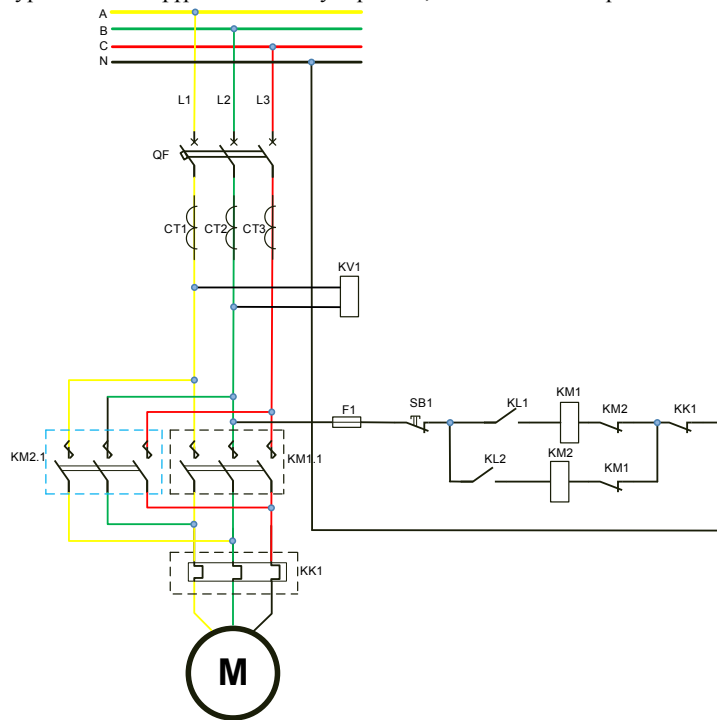
PSOC 4 CY8CKIT-049-42 МК нь Embedded систем хөгжүүлэгчдэд зориулсан Cypress компанийн шинэ үеийн чип дээр суурилсан програмчлагдах систем (programmable system-on-chip) юм. Түүнд өндөр чадамж бүхий ARM Cortex-M0 CPU, програмчлагдах оролт, гаралт портууд, програмчлагдах тоон, аналог логик төхөөрөмжүүд багтдаг. Уг микроконтроллёрыг ашиглан та гэр ахуйн төхөөрөмжүүдээ хялбар удирдах боломжийг олгож байна. PsoC 4 туршилтын хавтан нь өөр дээрээ USB-цуваа төхөөрөмжийг хамт агуулдаг ба түүнийг ашиглан микроконтроллёрыг програмчлах, МК болон компьютерын хооронд цуваа интерфейс үүсгэх боломжтой [7].



Зураг 1. МК-ын удирдлага, хамгаалалтын бүтцийн схем



Зураг 2. Хөдөлгүүрийн МК-ын удирдлага, хамгаалалтын зарчмын схем



Зураг 3. Хөдөлгүүрийн холболтын схем

Хүснэгт 1

№	Элементүүд	Үнэ	Тоо	Нийт
1	PSoC 4 микроконтроллер	20'000	1	20'000
2	Relay module	8000	1	8000
3	Real time clock chip	2500	1	2500
4	Bluetooth module	12000	1	12000
5	Current sensor	7000	3	21000
6	PT100 temperature sensor	4500	1	4500
7	Удирдлагын кнопууд	500	3	1500
8	Клауд	2500	1	2500
9	LCD display	6000	1	6000
10	Connector	500	4	2000
11	200/5 V adopter	5000	1	5000
12	Case 3D printer	300	70м	21000
13	Зэс хавтан 10x15	3000	1	3000
14	Холболтын утас Урт: Богино:	100, 50	10	1500
15	Тугалга	1000	1м	1000
16	Буун цавуу	1x1000		1000
17	Боолт	150	15	2250
18	Эр хөл	200	2	400
19	Эм хөл	300	2	600
20	LED	200	5	1000
21	Соронзон залгуур	19000	1	19000
22	Хүчдэлийн сенсор	10000	1	10000
	Ажлын хөлс	50000	-	50000
	Нийт үнэ	-	-	187750

Хүснэгт 2

Бүтээгдэхүүний нэр	Үнэ	Тоо	Нийт
Хугацааны реле#Sawana Тоон дэлгэцтэй	41'000	1	41000
Кноп(Шар, ногоон, улаан)	7800	3	23400
Удирдлагын түлхүүр/сэлгэн залгагч/	10000	1	10000
Дохиоллын ламп	3500	3	10500
Хүчдэлийн реле	25000	1	25000
Завсрын реле/суурьтайгаа/	16000	1	16000
Дулааны реле, 25А хүртэл	15000	1	15000
Нойлын клем	6000	1	6000
Тэжээлийн клем	8000	1	8000
Суурь төмөр/зам/	9900	1м	9900

Эдийн засгийн харьцуулалт

0,4 кВ-ын хүчдэлтэй, 15 кВт-ын чадалтай, 2 чиглэлд эргүүлэх зориулалттай асинхрон хөдөлгүүрийн удирдлага, хамгаалалтыг микроконтроллерын төхөөрөмж ашиглан хугацааны горимоор ажиллуулахад шаардагдах элементүүдийн жагсаалтыг гаргаж, түүнийг угсарч бэлэн болгох хүртэлх зардлыг, уламжлалт РХ-ын төхөөрөмж ашигласантай харьцуулалт хийж үр дүнг хүснэгтлэв. Үр дүнгээс

харахад уламжлалт РХ-ын төхөөрөмжийг ашиглан удирдлагын самбар угсрахад гарах зардал нь МК төхөөрөмж ашиглан гүйцэтгэснээс ойролцоогоор 1.5 дахин их гарч байна.

Цахилгаан хөдөлгүүрийн гэмтлийн төрлүүд

- Фаз хоорондын богино залгаа
- Хэт ачаалал
- Сүлжээний хүчдэлийн ихсэлт, бууралт
- Газардлага зэрэг гэмтлүүд өргөн тохиолддог.

Цахилгаан хөдөлгүүрийн фаз хоорондын богино залгааны үед хугацааны барилтгүйгээр таслах ёстой бөгөөд уламжлалт РХ-ын хувьд 0,4 кВ-ын хөдөлгүүрт түргэн үйлчилгээтэй цахилгаан соронзон автоматыг ашигладаг. Хөнгөн асаалттай хөдөлгүүрийн асаалтын хугацаа нь 0,02-2 сек, хүнд асаалттай хөдөлгүүрийн асаалтын хугацаа 5-10 сек байдаг. Хөдөлгүүрийн асаалтын үед хэвийн гүйдлээс 5-7 дахин их гүйдэл гүйдэг [1]. Уламжлалт РХ-ын хувьд гүйдлийн огцом ихсэлтийн үед хамгаалалтын ажиллах гүйдлийг хөдөлгүүрийн асаалтын гүйдлээс их байхаар тохируулж авдаг [2]. Харин бидний МК-ын төхөөрөмжийн хувьд фаз хоорондын богино залгааны гүйдлийг мэдрэхдээ асаалтын гүйдлээс ялгаж мэдрэхийн тулд асаалтын үед буюу хөдөлгүүрийг асаах товчлуур дарсан эсвэл автомат горим дээрх удирдлагын нөхцөл биелсэн үед тавилын утгаар 0-1.5 сек хүртэл тохируулагдаж болох хугацаанд асаалтын гүйдлийг хэмжихгүйгээр хугацааны барилт хийж, түүнээс хойших үеийн гүйдлийн утгыг хэмжих ба хөдөлгүүрийн гүйдэл хэвийн гүйдлээс 1.25-1.5 дахин ихэссэн үед хамгаалалт ажиллаж, хугацааны барилтгүйгээр таслалт хийнэ. Хөдөлгүүрийн хэвийн гүйдлийг ямар чадалтай хөдөлгүүр хэрэглэснээс хамаарч МК-оос тохируулж болно.

Хэт ачаалал нь цахилгаан хөдөлгүүрт элбэг тохиолдох хэвийн биш горим юм. Хэт ачаалал нь дараах шалтгаануудаар үүсдэг. Үүнд:

- Цахилгаан хөдөлгүүрийн асаалтын процесс удаан хугацаанд үргэлжилбэл
- Хөдөлгүүрийн механизмд хэт ачаалал үүсэх
- Цахилгаан хөдөлгүүрийн механик гэмтэл үүсэх
- Нэг фаз тасарвал

Уламжлалт РХ нь цахилгаан хөдөлгүүрийн хэт ачааллын хамгаалалтаар дулааны релег ашигладаг. Дулааны реле нь халаах элемент дээр ялгарч байгаа $Q_p = (I_d/k_T)^2 \cdot r \cdot t$; дулааны хэмжээг мэдэрч ажиллана. Олон улсын стандартаар хөдөлгүүрийн бусад тодорхойломжоос үл хамааран ачааллын гүйдэл 105-125 %-аар өөрчлөгдөхөд хэт ачааллын хамгаалалт ажиллах ёстой. Америкийн үйлдвэрүүдэд хэт ачааллын хамгаалалт нь Class 20 стандарттай, Европын орнуудад Class 10 гэсэн стандарттай байдаг. Class 20 ангиллын хамгаалалт нь 125%-ийн хэт ачааллыг 590 сек-д тасална [2]. МК-ын төхөөрөмжийн хувьд хөдөлгүүрийн хэвийн гүйдэл 15-20%-аар ихсэхэд хэт ачаалал гэж үзэж, хугацааны барилт нь стандарт бүрээр өөр, өөр байгаа учраас түүний тавилын утгыг 2-590 сек хүртэл байхаар тохируулах боломжтойгоор програмчилна. Харин нэг фаз тасарсан үед МК-ын төхөөрөмж нь аль нэг фазын

гүйдэл 0-тэй тэнцүү буюу түүнтэй ойролцоо болсон тохиолдолд ажиллах нөхцөлөөр тохируулна.

Сүлжээний хүчдэл ихсэж, буурахад цахилгаан хөдөлгүүрийн хэвийн ажиллагаа алдагддаг ба түүний эргэх момент M_d нь түүний гаргалган дээрх хүчдэлийн квадраттай шууд хамааралтай. $M_d = k \cdot U^2$. Иймд хүчдэл огцом буурахад цахилгаан хөдөлгүүрийн эргэх момент нь түүний голд холбосон механизмын эсэргүүцлийн моментоос бага болж хөдөлгүүрийг зогсоход хүргэдэг [2]. Хүчдэлийн өөрчлөлтийг мэдрэхийн тулд МК-ын төхөөрөмжийн оролтод LEM брендийн LV-25P хүчдэлийг хувиргагчаар дамжуулан мэдээлэл авч сүлжээний хүчдэл $\Delta U = 0.15U_{хэв}$ буюу 15%-аар өөрчлөгдөхөд хамгаалалт ажиллана [4].

Нэг фазын газардлага нь аюул багатай гэмтэл бөгөөд бага чадлын хөдөлгүүрт газардлагын хамгаалалт тавьдаггүй. Ихэнх тохиолдолд газардлагын хамгаалалтаар дифференциал цахилгаан соронзон автоматыг ашигладаг. МК-ын төхөөрөмжийн хувьд фазуудын гүйдлийн тэгш бус горимыг мэдрэх замаар их, бага чадлын бүх төрлийн хөдөлгүүрийн газардлагын гэмтлийг мэдэрдэгээрээ давуу талтай.

МК төхөөрөмж ашигласан хөдөлгүүрийн хамгаалалт удирдлагын давуу тал:

- Хөдөлгүүрийн бүх төрлийн гэмтлийг мэдрэх боломжтой
- Алс зайнаас удирдах
- Олон төрлөөр програмчлах
- Овор хэмжээ багатай
- Хөгжүүлэлт хийх
- Энергийн зарцуулалт бага
- Нам хүчдэлээр удирдагддаг
- PLC, инвэртэртэй холбогдох
- Үнэ, өртөг хямд гэх мэт.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажил нь 0.4кВ-ын цахилгаан хөдөлгүүрт зориулсан боловч өндөр чадлын хөдөлгүүрийн хамгаалалт, удирдлагыг хийх бүрэн боломжтой юм. Судалгаанаас харахад ДЦС-3 ТӨХК-ий хувьд нийт хөдөлгүүрийн 83.3 %-ийг бага чадлын

0.4кВ-ын цахилгаан хөдөлгүүр эзэлж байна. Үүнээс сүүлийн 5 жилийн судалгаанд давхардсан тоогоор 49.65%-д гэмтэл гарсан байна. Үүнээс үзэхэд цахилгаан хөдөлгүүрийн хамгаалалт удирдлагыг өөрчилж, эдийн засгийн үр ашигтай хамгаалалт ашиглах хэрэгтэйг харуулж байна.

Судалгааны ажлын үр дүн нь бага чадлын цахилгаан хөдөлгүүрийг микроконтроллёр ашиглан хамгаалалтыг гүйцэтгэх нь эдийн засгийн хувьд уламжлалт хамгаалалтаас хямд, тухайн хөдөлгүүрт зориулж хамгаалалт, удирлагыг уян хатнаар тохируулах бүрэн боломжтойгэдгийг илтгэж байна. Одоогоор МК-ын төхөөрөмжөөр home automation, цагаан зураас дагагч робот зэрэг төхөөрөмжүүдийг удирддаг хэдий ч цахилгаан хөдөлгүүрийн удирдлага, хамгаалалтын функцэд ашигладаггүй. Судалгааны ажлаар МК-ыг цахилгаан хөдөлгүүрт төдийгүй бусад төхөөрөмжид ашиглаж, эдийн засгийн хувьд хямд, үр ашигтай байдлаар ашиглаж болно гэдгийг илэрхийлэхийг зорилоо.

Ашигласан материал

1. Д.Өлзий-Орших. “Цахилгаан машин, бичил машин”-УБ 2016 он.
2. Ж.Эрдэнэгэрэл. “Цахилгаан хөдөлгүүрийн реле хамгаалалт, автоматик”-УБ. 2012 он.
3. Ц.Ууганбаатар. “Цахилгаан хөдөлгүүрийн ашиглалтын үзүүлэлтийг дээшлүүлэх судалгаа”-УБ 2013 он.
4. Stephen L.Herman “Industrial Motor Control ”7th - edition/-2014, 2010 Delmar, Cengage Learning in USA.
5. ГОСТ2.747-75 стандарт.
6. <https://www.slideshare.net/ssuser698d1e/ss-73644846>
7. <http://aicontrol.mn/>
8. <https://elec.mn/>
9. <https://electronic.chip.mn>
10. <http://company.barilga.mn/org/5627>
11. <http://www.amperhouse.mn/home.shtml>
12. <http://news.barilga.mn/r/56712>

ХАЯГДАЛ ЭНЕРГИ АШИГЛАН ЭЛМА СУВИЛАЛЫН ГАЗРЫН ХЭРЭГЦЭЭНИЙ ХАЛУУН УСНЫ ДУЛААНЫ АЧААЛЛЫГ ХААХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

Л.Батзориг*, П.Бямбацогт*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

I. ОРШИЛ

Хураангуй. Өвөрхангай аймгийн Хужирт сумын Элма сувилалын газрын хэрэгцээний халуун усны ачааллыг эмчилгээний хаягдал рашааныг ашиглан дулааны насосоор бэлтгэх. Түүний үр ашгийг тооцох судалгааны үр дүнгээс энэ өгүүлэлд харуулав.

Монгол орны хувьд хаягдал энергийг ашиглан дулаан хангамжид хэрэглэх нь төдийлөн дэлгэрээгүй билээ. Элма сувилалын газарт усан эх үүсвэртэй дулааны насос ашиглан хэрэгцээний халуун усыг түүний эмчилгээний хаягдал энергийг ашиглан бэлтгэх боломжийн судалгааг хийж гүйцэтгэв.

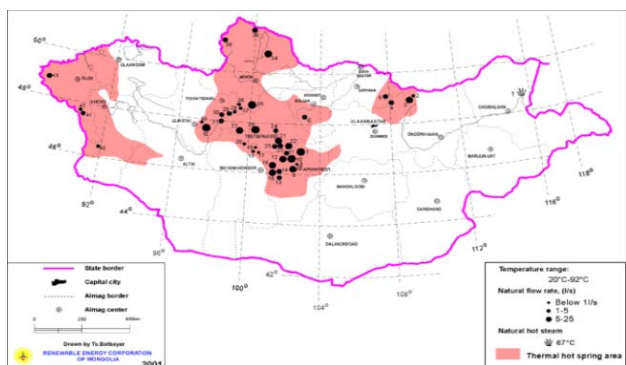
Түлхүүр үг: Хаягдал энерги, хөргөлтийн ажлын бие, халуун рашаан, хужирт.

II. Газрын гүний дулаан

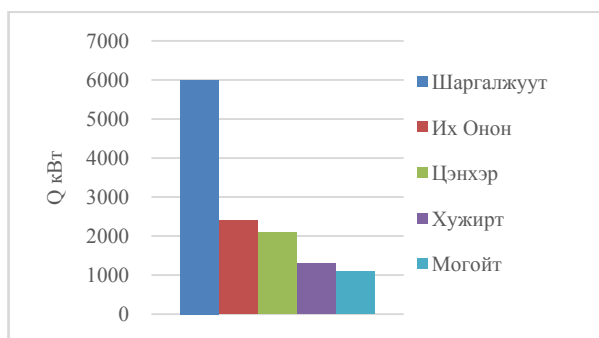
XX зуунаас газрын гүний дулааныг ашиглан халаалт болон цахилгаан үйлдвэрлэл, томоохон үйлдвэрийн газар ашиглаж иржээ. Дэлхий даяар газрын гүний дулааныг ашиглан ойролцоогоор 49 сая.Вт/жил цахилгаан үйлдвэрлэл, 53 сая.кВт/жил дулааныг үйлдвэрлэдэг байна [1].

III. Монголын нөхцөлд газрын гүний дулааныг ашиглах

Монгол орны хувьд эрс тэс уур амьсгалтай ба халаалтын улирал нь 5800 цаг үргэлжилдэг ба дулаацуулгын улирлын гадна агаарын температур - 40 °C хүртэл байдаг. Монгол орны хувьд 35 °C-аас дээш хэмтэй халуун рашаанаар баялаг юм. Эдгээрийг ихэвчлэн эмчилгээний зориулалтаар ашигладаг ба цөөн тооны халаалтанд хэрэглэсэн тохиолдол байдаг [1].

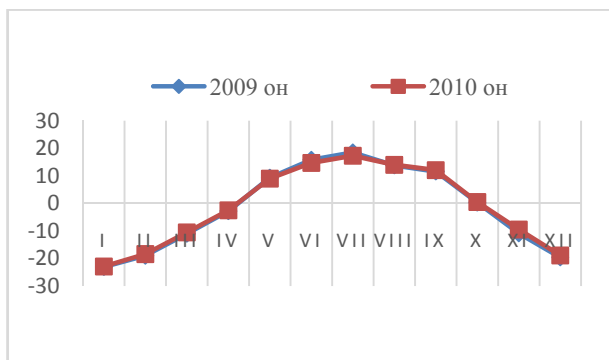


Зураг 1. Монгол орны халуун рашааны тархалт



Зураг 2. Халуун рашаануудын дулааны нөөц

Энэхүү халуун рашаануудаас Хужиртын халуун рашааныг сонгон дулааныг ашиглах боломжийн судалгаа хийв.



Зураг 3. Хужирт сумын 2009, 2010 оны агаарын температурын тоон утга

Улаанбаатар хотын гадна агаарын температураас харьцангуй бага байна.

IV. Хужиртын халуун рашааны тойм

Хужиртын рашаан нь О.А.Алекины ангиллаар бага эрдэжилттэй $0.35-0.45 \text{ г/дм}^3$, гидробикарбонат натрийн ионы найрлагатай, өндөр температуртай $37-56 \text{ }^\circ\text{C}$, орчны урвал нь шүлтлэг $\text{pH}-8.5-9.3$, цахиурын хүчил $78-123 \text{ мг/дм}^3$, хүхэрт устөрөгчийн $5-15 \text{ мг/дм}^3$ халуун рашаан болно [3]. [2]-т үзсэнээр $42 \text{ }^\circ\text{C}$ -оос дээш температуртай рашааны тархсан байж болзошгүй талбайн хэмжээг ялгахын тулд 1944-1945, 1963, 1972-1973, 2005 оны судалгааны материалыг нэгтгэн анализ хийж үзэхэд бараг тойрог хэлбэртэй учир $S=\pi R^2$ томъёо ашиглан тооцоход $3.14 \cdot 120^2=45216 \text{ м}^2$ (4.52 га) болно.



Зураг 4. “Хужирт халуун рашаан”-ны ордын тархалтын тойм зураг

Анхны судалгааг 1927 онд Оросын геохимич В.А.Смирнов “Хужирт” рашааны усанд химийн шинжилгээ хийсэн. Түүний судалгааны үр дүн:

$$M_{0,32} = \frac{CO_3 \ 72 \ SO_4 \ 19 \ Cl}{Na \ 92 \ Ca \ 3 \ K^2}, H_2 \ S \ 9.4 \ (pH \ 9.2 - 9.4)$$

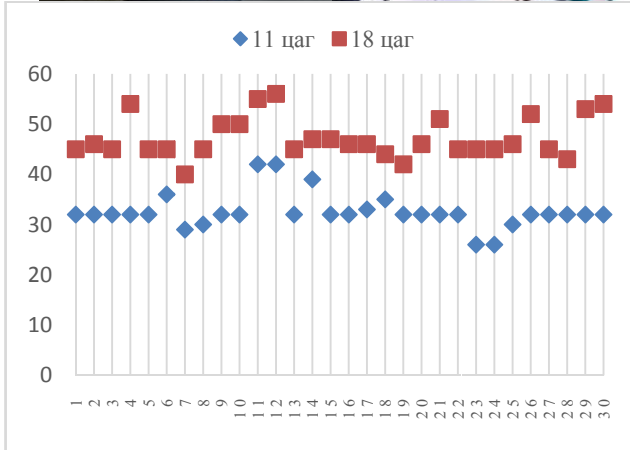
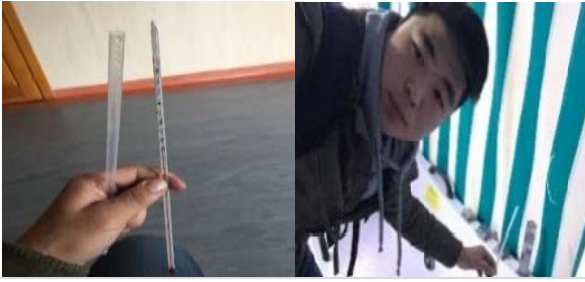
1944-1945 онд В.Н.Попов удирдсан судалгааны анги Хужиртын халуун рашааныг улсын чанартай амралтын газар байгуулах гэж байгаатай холбогдуулан гидрогеологийн судалгаа явуулсан байна. Геологич Попов термаль усны нийлбэр ундаргыг өөрөө оргих нөхцөлд $6 \text{ м}^3/\text{цаг}$ хүртэл, харин насосоор шахахад $20 \text{ м}^3/\text{цаг}$ хүртэл гэж тодорхойлсон. Тайлангийн шүүмжлэгчид дээрх судалгаа харьцангуй богино хугацаанд, бага гүний хайгуулаар хийсэн бөгөөд яг ийм нөхцөлд боржин, занарын контактаас $40-45 \text{ м}^3/\text{цаг}$ ус авах боломжтой гэж тэмдэглээд халуун термаль усны үндсэн нөөц нь гүнд өндөр даралт, температуртай байх бөгөөд түүнийг 150-200 м гүнтэй цооногоос ашиглалт явуулахыг зөвлөсөн [2].

Миний бие зуны амралтын хугацаанд өөрийн биеэр рашааны температурын өөрчлөлт болон химийн шинж чанарыг судлаж үзэв. Энэхүү шинжилгээг “Элма” сувилалын газраас авсан бөгөөд сувилалын газар нь цооног №13 -аас авдаг ба цооногоос 180м зайд оршино. Хэмжилтийг 2017 оны 8 сарын 1-ээс 8 сарын 31 хүртэл өдөрт 2 удаа /11 болон 18 цагуудад/ бичилт хийсэн.

Хүснэгт 1

Цооногийн параметр

Цооног	Гүн, м	Ундрага $\text{м}^3/\text{цаг}$	Рашааны дундаж температур $^\circ\text{C}$
Цооног №13	167	5.4	41



Зураг 5. 2017 оны 8 сарын рашааны температурын бичилт болон хэмжилт хийсэн термометр, хэмжилт хийж буй байдал

Рашааны температурын тоон утгыг тухайн амралтын газрын барилга дотор хэмжилт хийсэн.

4.1 Рашааны чанарын судалгаа

Хужиртын халуун рашаанаас ариутгасан шилэнд дээж авчирч “Ус бэлтгэл”-ийн лабораторт Б.Оюунсувд багшийн удирдлага дор шинж чанарыг судласан.



Зураг 6. Хэмжилт хийж хийж буй байдал болон индикаторууд

Дулаан хангамжийн систем нь дулаан зөөх ажлын биеийн шинж чанараас шууд хамаардаг учир судлах зайлшгүй шаардлагатай юм.

Шинжилгээний дүн:

pH=8.14

Давслаг – 68мл/дм³

Усны хатуулаг:

$$Ж_0 = \frac{a \cdot N \cdot 1000}{V} = \frac{0.15 \cdot 0.1 \cdot 1000}{100} = 0.15 \text{ мг – экв/л}$$

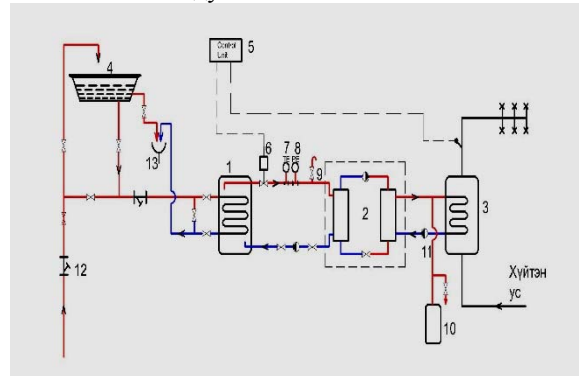
Эндээс үзэхэд pH=8.14 гарсан нь дулааны насосд хэрэглэх бүрэн боломтой гэж үзэж байна. Хатуулаг 0.15 мг-экв/л гарсан нь зөөлөн усны ангилалд багтана.

V. Дулааны насосын үр ашиг

Дулааны насосын энерги хувиргалтын коэффициент бол түүний үнэлгээний гол үзүүлэлт юм. Конденсатороос гадна хэрэглээнд өгч буй дулаан ба компрессорт зарцуулсан энерги хоёрын харьцааг дулааны насосын энерги хувиргалтын коэффициент гэж нэрлэх ба түүний утга голчлон дулааны хэрэглээнд шаардлагатай температур, нам потенциалын дулааны эх үүсвэрийн температур хоёрын зөрүүний утгаас хамаарна [4]. Энэ нь компрессорт хэрэглэж буй цахилгаан энергийг хэд дахин дулааны энерги болгон хувиргаж буйг харуулах гол үзүүлэлт юм. Үүнийг COP (Coefficient Of Performance) гэж нэрлэнэ. Үүнийг томъёогоор илэрхийлбэл:

$$COP = \frac{q_k}{l_0} = \frac{Q_{\text{Дул.Хан}}}{N_e} = \frac{T_{\text{конд}}}{T_{\text{конд}} - T_{\text{буц}}} \quad (1)$$

VI. Хаягдал энергийг ашиглан хэрэгцээний халуун усыг бэлтгэх дулааны насосын холболт



Зураг 7. Хаягдал энерги ашиглан ХХУ бэлтгэх дулааны насосын холболтын схем.

1. Гуурсан дулаан солилцуур 2. ХХУ-ын дулааны насос 3. ХХУ бэлтгэх бак 4. Эмчилгээний банн 5. Автомат тооцоолуур 6. Температур тохируулах хаалт 7. Термометр 8. Даралтын хэмжүүр 9. Хий гаргагч 10. Тэлэлтийн сав 11. Эргэлтийн насос 12. Хог шүүгч 13. Бохирын суваг

Энэхүү схем нь халуун рашааны эмчилгээний хаягдал энергийг ашиглан хэрэгцээний халуун ус бэлтгэх дулааны насосын холболтын схем юм. Эмчилгээнд ашиглагдсан рашааны ус нь тогтмол 25..30°C температуртай хаягддаг. Үүний дулааны энергийг гуурсан дулаан солилцуур /1/-г ашиглан усанд өгч түүний температурыг өсгөх зорилгоор дулааны насос /3/ ашиглана.

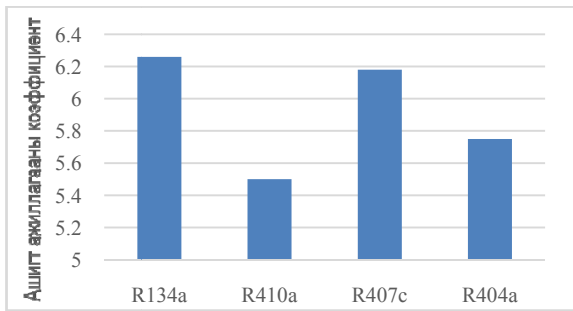
VII. Дулааны насосын ажлын биеийн сонголт

Хэрэгцээний халуун усны систем ахуйн зориулалттай халуун ус бэлтгэж түгээх үүрэг гүйцэтгэнэ. Халуун усны температурыг амьтны болон байгалийн гаралтай тосны хайлах температур $t_x=60^\circ\text{C}$ гэж нормчилсон байдаг. Иймд сонгож авах ажлын биеийн критик температур хэрэгцээний халуун усыг бэлдэж чадахуйц өндөр байх шаардлагатай. Иймд дараах ажлын биеүдийг харьцуулж үзье.

Хүснэгт 4.

Ажлын биеүдийн параметрууд

Ажлын бие	R134a	R410a	R407C	R404A
Критик температур °C	101.1	71.3	87	73
Критик даралт МПа	4.06	4.76	4.31	3.59
Хөлдөх температур °C	-26.1	-51.5	-36.6	-45.5
Аюулгүйн түвшин	A1	A1	A1	A1



Зураг 8. ХХУ-ийн ажлын биеийн ашигт ажиллагааны харьцуулалт

Зураг 8-аас үзэхэд R134a ажлын биеийн ашигт ажиллагааны коэффициент хамгийн өндөр буюу 6.25 байна. Энэ нь 1 кВт-ц эрчим хүчээр 6.25 кВт дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэх боломжтой гэсэн үг юм. Ийнхүү бусад параметруудын үзүүлэлтүүдийг харгалзаж үзэн R134a ажлын биеийг хэрэгцээний халуун ус бэлтгэх дулааны насосын ажлын биеэр сонгож авлаа.

VIII. Элмасувилалын газар

Элма сувилалын газар нь жилийн дөрвөн улиралд сувилуулагч ихтэй байдаг ба Хужиртын томоохон амралт сувилалын нэг юм. Иймд энергийн эх үүсвэр хангалттай байгаа учир Элма сувилалын газрыг сонгож авав.



Зураг 9. Элмасувилал

Хүснэгт 5

Элма сувилалын барилгын тодорхойломж

Зориулалт	Хүний тоо, ш	F _c , м ²	V ₀ , м ³	Q _д , кВт	Q _{хх} , кВт	ΣQ, кВт
Амралт сувилал	200	652	5368	35.23	2.55	42.69

IX. Дулааны насосны сонголт

Ус-усны дулааны насос үйлдвэрлэдэг олон үйлдвэрүүд бий. Жишээлбэл: Bosch, Viessmann, Deron, Nordic гэх мэт. Эдгээр дулааны насосаас Германы Viessmann брендийн Vitocal маркийн дулааны насосыг ашиглан хэрэгцээний халуун усыг бэлтгэхээр сонголоо.

Хүснэгт 6.

Ус-усны дулааны насосын сонголт

№	Марк	Дулаацуулгын чадал, кВт	Цахилгаан чадал, кВт	COP	Үнэ, \$
1	Viessmann Vitocal 222-G BWT221.A06	2.55	0.4	6.3	8820

X. Зардлын тооцоо

Элма сувилал нь Dakon брендийн цахилгаан халаагуураар хэрэгцээний халуун усыг бэлтгэдэг. Цахилгаан халаагуур болон дулааны насосын эдийн засгийн харьцуулалтыг хийж үзэв.

Хэрэгцээний халуун усны дулааны жилийн хэрэглээ

$$Q_{\text{ХХУ}}^{\text{Ж}} = Q_{\text{ХХУ}}^{\text{Дун}} \cdot n_{\text{д}} + Q_{\text{ХХУ}}^{\text{Дун.Зун}} \cdot (8760 - n_{\text{д}}) \\ = 2.55 \cdot 5710 + 2.55 \cdot 0.8 \cdot (8760 - 5710) = 27 \text{ МВт/жил}$$

Хэрэгцээний халуун усны системд цахилгаан халаагуур болон дулааны насосын харьцуулалтыг хийж үр ашгийг тооцье:

Хүснэгт 7

Харьцуулсан тооцоо

Цахилгаан халаагуур		Дулааны насос		
Хэрэгцээний халуун усны дулааны жилийн хэрэглээ МВт	Жилд хэрэглэх цахилгааны мөнгөн дүн, төг (1кВт=130.08 төг)	Хэрэгцээний халуун усны дулааны жилийн хэрэглээ МВт	Жилд хэрэглэх цахилгааны мөнгөн дүн, төг (1кВт=130.08 төг)	Үнэ, төг
27.0	3,510,000.00	4.3	561,945.60	21,168,000.00

Жилийн цахилгааны зардлын хэмнэлт:

$$3X = 3,510,000 - 561,945.6 = 2,948,054.4 \text{ төг}$$



Зураг 10. Эргэн төлөх хугацаа

ДҮГНЭЛТ

Хужиртын халуун рашааны эмчилгээний хаягдал энергийг ашиглан “Элма” амралтын газрыг усан эх үүсвэртэй дулааны насосоор хэрэгцээний халуун усаар хангах боломжийн судалгааг хийж, үр ашгийг тооцож үзлээ. Энэхүү халуун рашаанд хийсэн хэрэгцээний халуун усны системийн ашигт ажиллагааны коэффициент COP=6.5 байна. Хэрэгцээний халуун усны системд жилийн цахилгааны зардлын хэмнэлт (Цахилгаан халаагууртай харьцуулж үзэхэд) 2,948,064.4 төг байна. Эргэн төлөх хугацаа 8 жил байна. Эмчилгээний хаягдал усыг ашиглан дулаан хангамжид хэрэглэж байгаа нь томоохон шийдэл гэж үзэж байна. Энэхүү халуун рашааны хаягдал энергийг ашиглан хэрэгцээний халуун ус бэлтгэх нь маш тохиромжтой гэж үзэж байна.

Ашигласан материал

- Batbayar Tseesuren. “Geothermal resources in Mongolia and Potential uses”, Renewable Energy Corporation, P.O. 479, Ulaanbaatar 210136, Mongolia, Reports 2001, Number 15.
- П.Хөхөө, Н.Батсүх, Н.Жадамбаа. “Хужиртын рашааны ордын экологийн гидрогеологийн

- судалгааны үр дүн” ЭШБ 2005. Гидрогеологи, Геоэкологи сэтгүүл №14.
3. “Хужирт рашаан сувилал” ХХК-ны хэрэгжүүлж буй рашаан сувилалын үйл ажиллагаа эрхлэх төслийн нэмэлт тодотгол.
 4. Б.Намхайням. “Дулаан хангамжийн шинжлэх ухаан, технологи хүрээлэн буй орчны асуудлууд” 2009 он.

5. <https://www.viessmann.ae/en/residential-buildings/waermepumpe/ground-source-heat-pumps/vitocal-350g.html>
6. <https://www.kth.se/en/itm/inst/energiteknik/forskning/et/projekt/koldmedier-med-lag-gwp/low-gwp-news/koldmedier-med-lag-gwp-for-hogtemperaturvarmepumpar-1.501185>

“АМГАЛАН” 110/10 КВ-ЫН ДЭД СТАНЦЫН “БОТАНИК – А” ФИДЕРИЙН ГОРИМЫН ТООЦОО, ШИНЭЧЛЭЛ

Ж.Төгөлдөр*, О.Цогбаяр*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. “Амгалан” 110/10 кВ-ын дэд станцын “Ботаник-А” фидерийн одоогийн байдал дээр горимын тооцоо болон чадал, эрчмийн алдагдлын тооцоог хийв. Ингэхдээ эрчмийн алдагдлын тооцоог уламжлалт арга болон эквивалент загварчлалын аргаар тооцоолсон. Энэхүү фидер дээрээ утаа бууруулах зорилгоор шинэчлэлийн тооцоог хийж гүйцэтгэв. Мөн дээр нь одоогийн болон шинэчлэгдсэний дараагийн байдлуудын горимын тооцоог “DigSilent Power Factory” программаар бодож харьцуулалт хийв.

Түлхүүр үг. Тогтсон горимын тооцоо, чадлын алдагдал, эрчмийн алдагадал, эквивалент загварчлалын арга.

I. ОРШИЛ

Тогтсон горимын тооцооны аргачлалыг:

1. Уламжлалт
2. Орчин үеийн гэж ангилдаг.

Уламжлалт чадлын балансын арга нь хамгийн төгсгөлийн ачааллаас, үүсгэгчрүүгээ тооцож шугамын эхэн дэх чадлыг олно [1]. Дараа нь үүсгэгчээсээ эхлэх элемент тус бүр дээрх хүчдэлийг тооцно.

Төгсгөлийн чадлыг дараах байдлаар олно.

$$S_{i-j}^T = P_{i-j}^T + jQ_{i-j}^T, \text{ кВА} \quad (1)$$

Завсарын зангилаа бусад дамжин өнгөрөх шугам трансформаторын хувьд тухайн зангилаанаас салбарлан тэжээгдэж байгаа чадлуудын нийлбэрээр тодорхойлогдоно.

$$S_{i-j}'' = P_{i-j}'' + jQ_{i-j}'', \text{ кВА} \quad (2)$$

Салааны төгсгөлөөр дамжих чадлыг шугамын төгсгөлийн чадал, энэ зангилаанд холбогдож байгаа шугамын дамжууламжинд гарах чадлын алдагдлын тусламжтайгаар олно. Трансформаторын хувьд шууд трансформаторын төгсгөлийн чадалтай тэнцүү.

$$S'' = P_{i-j}'' + Q_{i-j}'', \text{ кВА} \quad (3)$$

Салаанд гарах бодит, хуурмаг чадлын алдагдлыг олно.

$$\Delta S_{III} = \frac{S_i^2}{U_n^2} (R_{III} + jX_{III}), \text{ кВА} \quad (4.a)$$

$$\Delta S_{TP} = \frac{S_a^2}{U_n^2} (R_{TP} + jX_{TP}), \text{ кВА} \quad (4.б)$$

Шугамын, трансформаторын эхлэл дэх чадал.

$$S_{III} = S_i + \Delta S_{III}, \text{ кВА} \quad (5.a)$$

$$S_{TP} = S_{a,i} + \Delta S_{TP,i} + \Delta S_{xx,TP}, \text{ кВА} \quad (5.б)$$

Хүчдэлийн уналтын бодит байгуулагч болон хуурмаг байгуулагчуудийг дараах байдлаар тодорхойлно.

$$\Delta U'_{i-j} = \frac{P'_{i-j} \cdot R_j + Q'_{i-j} \cdot X_j}{U_i}, \text{ кВ} \quad (6)$$

$$\Delta U'_{i-j} = \frac{P'_{i-j} \cdot X_j + Q'_{i-j} \cdot R_j}{U_i}, \text{ кВ} \quad (7)$$

Төгсгөлийн зангилааний хүчдэл.

$$U_j = \sqrt{(U_i - \Delta U'_{i-j})^2 + (\Delta U''_{i-j})^2}, \text{ кВ} \quad (8)$$

Трансформаторын өндөр талын шин дээрх хүчдэл буюу шугамын төгсгөл дэх хүчдэл.

$$U_1 = \sqrt{(U_n - \Delta U_a)^2 + (\Delta U_p)^2}, \text{ кВ} \quad (9)$$

Харин орчин үеийн аргад программ хангамжаар илүү нарийвчлалтай тооцоолох аргууд ордог. Үүний нэг нь “DigSilent PowerFactory” программ юм.

Энэхүү программ нь дэлхий нийтэд түгээмэл хэрэглэгдэж буй программ бөгөөд дараах тооцооллуудыг хийдэг:

- Повер фактор суурь тооцооллын функц (горимын тооцоо)
- Богино залгааны тооцооны функц
- Ихсэх гүйдэл болон зайн хамгаалалт тооцоолдог функц
- Зөвхөн ихсэх гүйдлийн хамгаалалтын функц
- Түгээх сүлжээнд зориулсан функц
- Гармоник болон эрчим хүчний чанарын шинжилгээ хийдэг функц
- Чадлын оновчтой урсгалыг тооцоологч функц 1
- Чадлын оновчтой урсгалыг тооцоологч функц 2 (эдийн засгийн үр ашигтай зохицуулалтыг тооцсон) гэх мэт функцуудтай.

Эдгээр функцуудээс хамгийн энгийн анхан шатны тооцоолох функцийг нь тогтсон горимын тооцоог хийх юм. Уг программаар тогтсон горимын тооцоог хийхдээ дараах өгөгдлүүдийг оруулсан байна.

Шугамын хувьд :

- Урт
- Бодит, хуурмаг эсэргүүцэл

- Дамжууламж
 - Хүчдэл гэх мэт.
- Трансформаторын хувьд :
- Чадал
 - Бодит, хуурмаг эсэргүүцэл
 - Хүчдэл гэх мэт.

Цахилгаан эрчим хүч нь үүсгэгчээс өндөр ба нам хүчдлийн цахилгаан дамжуулах агаарын болон кабель шугам, өсгөх ба бууруулах трансформатораар дамжуулан хэрэглэгчдэд түгээж хүргэх явцад өөрийнхөө тодорхой хэсгийг зарцуулан алдаж байдаг онцгой бүтээгдэхүүн юм [2]. Энэхүү цахилгаан эрчим хүчийг дамжуулах үед зарцуулж байгаа эрчим хүчийг цахилгаан шугам сүлжээний эрчмийн (эрчим хүчний) алдагдал гэж нэрлэдэг.

Цахилгаан шугам сүлжээний эрчмийн алдагдлыг “Цахилгаан эрчим хүчийг дамжуулах зардал”, “Цахилгаан эрчим хүчний технологийн зарцуулалт” гэх мэтээр бичих тохиолдол байх бөгөөд энэ нь бүх алдагдлыг бүрэн илэрхийлэхгүй тул практикт цахилгаан эрчим хүчний “Бодит (тайлант) алдагдал” гэж нэрлэдэг.

Цахилгаан шугам сүлжээний цахилгаан эрчим хүчний тайлант алдагдал нь үүсгэгчээс цахилгаан шугам сүлжээгээр авсан цахилгаан эрчим хүч ба шугам сүлжээнээс хэрэглэгчдэд борлуулсан эрчим хүчний ялгавраар шууд тодорхойлогддог.

$$\Delta W_{\text{тайл}} = W_{\text{мол}} - W_{\text{бор}} \quad (10)$$

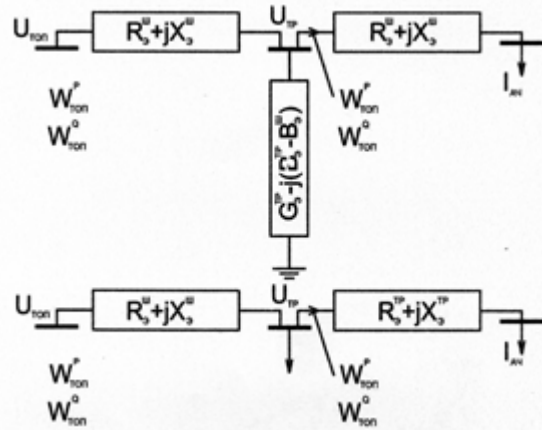
Цахилгаан шугам сүлжээг уг сүлжээний үндсэн тоон үзүүлэлтүүдийг хангасан нэг шугам, нэг трансформатораас тогтсон хялбар загвараар орлуулан эрчмийн алдагдлыг богино хугацаанд олох боломжтой юм. 6, 10 кВ-ын сүлжээ нь олон тооны шугам трансформатороос тогтох учир эдгээр шугам трансформаторыг нэг шугам, нэг трансформатороор орлуулан эрчмийн алдагдлыг тодорхойлох аргыг “Эквивалент загварчлалын арга” гэж нэрлэнэ [3]. Энэ аргыг ихэвчлэн 6, 10 кВ-ын сүлжээнд ашиглахаас гадна 0.4 кВ ба 35кВ-ын шугам сүлжээний эрчмийн алдагдлын тооцоонд ашиглаж болно.

Эквивалент загварчлалын аргаар тооцоо хийхийн тулд хялбар загварын шугам, трансформаторын параметр-рүүдийг горимын тооцооны үр дүнд тулгуурлан тодорхойлохоос гадна шугам сүлжээний бүтэц, шугам, трансформаторын үндсэн параметрүүдийн тусламжтайгаар олж болно.

Тооцооны аргачлалын үндэслэл нь Фидерийн нийт шугаманд үүсэх нийт чадлын нийлбэр алдагдлыг ΔP_{ε} гээд энэ нийлбэр алдагдал ямар нэгэн эквивалент сүлжээнд гарна гэвэл тэрхүү сүлжээний шугамын бодит эсэргүүцлийг толгойн гүйдлийн тусламжтайгаар доорх илэрхийллээр олж болно.

$$R_{\varepsilon}^{III} = \frac{\Delta P_{\varepsilon}}{3 \cdot I_{\text{мол}}^2} \quad (11)$$

Горимын анхдагч өгөгдлөөр толгойн шугамаар гүйж байгаа гүйдэл буюу толгойн хэсгээр тодорхой хугацаанд дамжсан эрчим хүч өгөгддөг. Ингэж өгсөн тохиолдолд Зураг 1-ийн тусламжтайгаар эквивалент загварын бодит эсэргүүцэл болон толгойн гүйдлийн тусламжтайгаар чадлын алдагдлыг олох боломжтой байна.



Зураг 1. Эквивалент загварын параметр

Өнөөгийн эдийн засгийн хүндрэлтэй цаг үед биднийг хямралаас илүүтэйгээр бухимдуулж буй зүйл бол агаарын бохирдол юм. Өвөлдөө -40 хэм хүртэл хүйтэрдэг, урт удаан хүйтний улиралтай Улаанбаатарчуудын дийлэнх нь гэр хорооллод амьдардаг. Тэд урт удаан өвлийн улиралд нүүрсийг тасралтгүй түлж хэрэглэдэг нь агаарын бохирдыг үүсгэгч PM2.5 бодисын 70 хувийг үүсгэдэг. Улаанбаатар хот жилдээ 6 сая тн орчим нүүрс түлдэгээс цахилгаан станцууд 90 хувийг нь шатааж үлдсэн 10 хувийг нь гэр хороололын өрхүүд хэрэглэдэг гэсэн статистик байдаг ч агаарын бохирдлын 70 хувийг гэр хорооллын яндангийн утаа бүрдүүлдэг байна.

Өнгөрсөн хугацаанд нийтдээ агаарын бохирдолыг бууруулах чиглэлээр нийт 100 тэрбум орчим төгрөг зарцуулсан үүнд 2011-2013 Мянганы сорилтын сангийн хөрөнгөөр 53 тэрбум, 2014 онд “Цэвэр агаар сан” 20,26 тэрбум, 2013-2017 онуудад Улаанбаатар хотын “Цэвэр агаар төсөл” 24 тэрбум төгрөг тус тус зарцуулсан байдаг. Дээрх гурван хөтөлбөрийн хүрээнд хийгдсэн ажлуудаас тоочвол гэр хороололын айлуудын цахилгааны хөнгөлөлт, гэрийн дулаалга, утаагүй түлш мөн утаагүй зуух. Энэ мөнгөний дийлэнх нь 2011-2015 оны хооронд 168 мянган сайжруулсан зуухыг иргэдэд татаастай тараахад зарцуулагдсан байдаг. Албаныхан агаарын бохирдлыг 20 хувь буурсан гэж тодорхойлдог ч бодит байдал дээр илүү нэмэгдсэн дүр зураг харагддаг.

Гэхдээ эцэст нь нийтлэг яригдаад байгаагаар эхлээд утааг бууруулахын тулд дулааныхаа асуудлыг цахилгаанаар шийдэх нь зүйтэй хэрэг юм.

II. Судалгааны хэсэг

Ботаник-А фидерийн одоогийн байгаа байдал дээр уламжлалт аргаар Excel программаар горимын тооцоо болон чадал, эрчмийн алдагдлыг гүйцэтгэн мөн “DigSilent PowerFactory” программаар тооцоог гүйцэтгэн харицуулж үзэв.

Бодолт 1.

Хүснэгт 1

Уламжлалт болон орчин үеийн аргаар хийсэн тооцоонуудын харьцуулалт

	Уламжлалт арга	DigSilent PowerFactory
Толгойн чадал, кВт	2307,7006	2256,6900
Чадлын алдагдал, кВт	88,5864	69,9300
Эрчмийн алдагдал, кВт	308360,9645	275704,9955

Бодолт 2.

Ботаник-А фидер нь 32 дэд станцтай бөгөөд нийт 1635 хэрэглэгчид буюу айл өрхийг цахилгаан эрчим хүчээр хангаж байгаа юм.



Зураг 2.Ботаник-А фидерийн дэд станцуудын одоогийн байгаа байрлал

Эдгээр хэрэглэгчдийн 1612 нь айл өрх, харин 23 нь аж ахуй нэгж, дэлгүүр үйлчилгээний газарууд юм. Энэхүү 1612 хэрэглэгчийг гэжээж буй 12 дэд станц дээр шинэчлэлт хийхээр тооцов. Утаг бууруулахын тулд эдгээр айл өрхүүдэд цахилгаан халаалт тавина гэж үзээд нэг айлын ачааллыг 4 кВт гэж тооцов. Ачаалалд нь тааруулж дэд станцуудын чадлыг 40 кВА хүртэл өсгөж, илүү ачаалагдах хэсгүүдийг нь газрын байрлал, айлын тоог харгалзан ачааллыг нь хувааж нэмж шинээр дэд станц барихаар тооцов.Хэрэгчдийн тоог ачааллаар нь үржин чадлуудыг тооцоолж шинээр нэмж 10 дэд станц барихаар төлөвлөв. Шинээр баригдах дэд станцуудыг одоогийн байгаа дэд станцуудын аль ойр байрлахаас шинэ шугам татаж холбохоор тооцсон болно.



Зураг 3.Ботаник-А фидерийн шинэчлэл

Хүснэгт 2

Ботаник-А фидерийн шинэчлэлт хийгдэх дэд станцууд, хэрэглэгчдийн тоо

№	ДС-ын дугаар	ТР-ын S,кВА	Хэрэглэгчдийн тоо	Ачаалал, кВт	Ачаалагдаж буй хувь,%
1	КТПН-2645	630	214	251.11	44.29
2	КТПН-4214	160	39	14.26	9.90
3	ХТП-3177	630	51	131.75	23.24
4	КТПН-2831	160	16	52.96	36.78
5	АТП-1425	250	63	137.25	61.00
6	АТП-1532	250	248	139.27	61.90
7	АТП-2587	100	59	88.28	98.09
8	АТП-133	250	167	148.88	66.17
9	АТП-3811	250	139	126.04	56.02
10	АТП-427	250	256	106.10	47.15
11	АТП-3874	250	130	144.97	64.43
12	АТП-287	400	230	129.49	35.97
Нийт		3580	1612	1470.35	-

Хүснэгт 3

Нэг айлын ачааллыг 4кВт гэж тооцон шинэчлэлт хийгдэх дэд станцуудын ачааллыг олсон тооцооны үр дүн

№	ДС-ын дугаар	ТР-ын S,кВА	Хэрэглэгчдийн тоо	Ачаалал, кВт	Ачаалагдаж буй Хувь,%
1	КТПН-2645	630	132	528	93.12
2	КТПН-4214	250	39	156	69.33
3	ХТП-3177	630	51	204	35.98
4	КТПН-2831	160	16	64	44.44
5	АТП-1425	400	63	252	61.00
6	АТП-1532	400	83	332	70.00
7	АТП-2587	400	59	236	65.56
8	АТП-133	400	84	336	93.33
9	АТП-3811	400	70	280	77.78
10	АТП-427	400	86	344	95.56
11	АТП-3874	400	65	260	72.22
12	АТП-287	400	78	312	86.67
Нийт		4870	826	3304	-

Хүснэгт 4

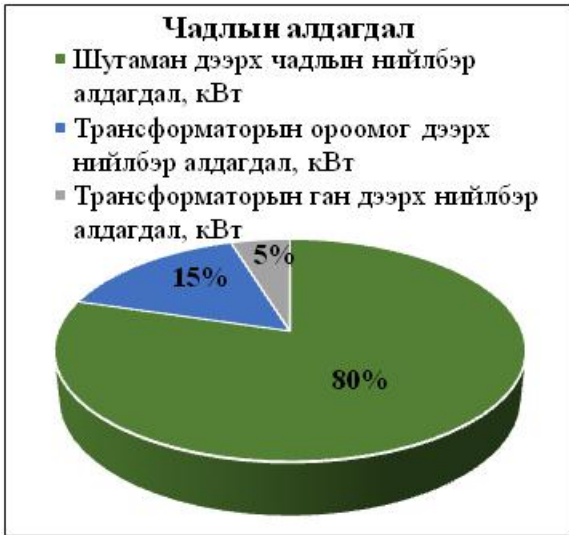
Хэрэглэгчдийн тооноос хамаарч трансформаторын чадлаас илүү ачаалалтай дэд станцын хэрэглэгчдийн тоог цөөрүүлэн хувааж шинээр барих дэд станцуудын тооцооны үр дүн

№	ДС-ын дугаар	ТР-ын S,кВА	Хэрэглэгчдийн тоо	Ачаалал, кВт	Ачаалагдаж буй Хувь,%
1	АТП -1532 new1	400	83	332	92.22
2	АТП-3874 new	400	65	260	72.22
3	КТПН -2645 new	400	82	328	91.11
4	АТП -427 new1	400	85	340	94.44
5	АТП-1532 new2	400	82	328	91.11
6	АТП-133 new	400	83	332	92.22
7	АТП-427 new2	400	85	340	94.44
8	АТП-3811 new	400	69	276	76.67
9	АТП-287 new2	400	76	304	84.44
10	АТП-287 new1	400	76	304	84.44
Нийт		4000	786	3144	-

Хүснэгт 5

Ботаник-А фидерийн шинэчлэлтийн чадлын алдагдлын үр дүн

Шугаман дээрх чадлын нийлбэр алдагдал, кВт	440.39	79.63%
Трансформаторын ороомог дээрх нийлбэр алдагдал, кВт	86.24	15.59%
Трансформаторын ган дээрх нийлбэр алдагдал, кВт	26.45	4.78%
Нийлбэр чадлын алдагдал, кВт	553.08	7.14%



Зураг 4. Ботаник-А фидерийн шинэчлэлтийн чадлын алдагдалын бүтэц

Дээрх алдагдалын тооцоо нь одоогийн байгаа байдал дээр шинэчлэлт хийснээр гол шугамууд нь хэт ачаалагдах учраас шугам дээрх чадлын алдагдал их байгаа болоод нийт чадлын алдагдал өндөр гарч байна. Иймээс хэт ачаалагдаж байгаа шугамуудыг сольж мөн дутуу ачаалагдаж байгаа дэд станцуудын чадлыг нь буруулж тооцоог хийсэн үр дүнг хүснэгт 6 болон 7-д харуулав.

Хүснэгт 6

Алдагдлыг буруулж сольсон трансформаторууд

№	ДС-ын дугаар	Бодит чадал Р, кВт	ТР-ын марк	Ачаалалтын коэф, %	Шинээр сольсон тр
1	ТП-2783	28.45	ТМ-250/10	12.64	ТМ-40/10
2	ТП-3033	5.63	ТМ-40/10	15.63	S9-10/10
3	ТП-4111	5.61	ТМ-100/10	6.24	S9-10/10
4	ТП-3775	9.52	ТМ-630/10	1.68	S11-30/10
5	ТП-3100	139.8	S9-630/10	24.66	S11-250/10
6	ТП-2278	55.91	S9-250/10	24.85	S11-100/10
7	ТП-1518	2.20	ТМ-63/10	3.89	S9-10/10
8	ТП-3534	28.33	ТМ-250/10	12.59	S11-100/10
9	ТП-4593	57.8	S9-250/10	25.69	S11-100/10
10	ТП-3374	5.55	S9-250/10	2.47	S9-10/10
11	ТП-3320	0.62	S9-100/10	0.69	S9-10/10
12	ТП-3943	24.81	ТМ-250/10	11.02	S11-30/10
13	ТП-2748	6.82	S9-30/10	25.26	S9-10/10
14	ТП-3672	0.62	ТМ-63/10	1.10	S9-10/10
15	ТП-2200	34.96	ТМ-250/10	15.54	ТМ-40/10

Хүснэгт 7

Алдагдлыг буруулж сольсон шугамууд

№	Шугамын чиглэл		Шугамын урт, км	Шугамын марк	Ачаалалтын хувь, %	Шинээр сольсон шугам
	Эх	Төгс				
1	59	69	0.08	АС-35	155.77	АС-70
2	52	59	0.14	АС-35	196.03	АС-95
3	23	36	0.18	АС-35	247.58	АС-120
4	23	ТП-133	0.16	АС-50	105.46	АС-70
5	11	20	0.17	АС-50	334.55	АС-185
6	7	11	0.08	АС-50	409.33	АС-240

7	4	7	0.2	АС-50	448.37	АС-240
8	3	4	0.22	АС-50	450.59	АС-240
9	ТП-926	3	0.06	АСБ3х150	144.79	АСБ3х240
10	0	ТП-926	0.14	ААБлу 3х150	146.56	ААБлу 3х240

Хүснэгт 8

Ботаник-А фидерийн шинэчлэлтийн чадлын алдагдлыг буруулсан тооцооны үр дүн

Шугаман дээрх чадлын нийлбэр алдагдал, кВт	132.91	55.78%
Трансформаторын ороомог дээрх нийлбэр алдагдал, кВт	86.74	36.41%
Трансформаторын ган дээрх нийлбэр алдагдал, кВт	18.61	7.81%
Нийлбэр чадлын алдагдал, кВт	238.24	3.21%



Зураг 5. Ботаник-А фидерийн шинэчлэлтийн чадлын алдагдлыг буруулсан үеийн бүтэц

Бодлт 3.

Ботаник-А фидер нийт 32 дэд станцтайгаас 12 дэд станцыг нь утаа буруулах зорилгоор шинэчлэлт хийж тооцоог гүйцэтгэв. Үүнээс 4 дэд станцын одоо байгаа чадал нь шинэчилсэн ачааллыг дааж байгаа учраас солихгүй. Харин 8 дэд станц нь одоо байгаагаараа шинэчлэлтийн ачааллыг даахгүй учраас шинэчлэн ачааллыг хувааж шинээр нэмж 10 дэд станцыг барих тооцоог гаргалаа. Ингээд нийт 18 шинэ дэд станц барих хөрөнгө оруулалтын тооцоог гүйцэтгэв. Ингэхдээ ерөнхий нийт дүн буюу ойролцоо жишиг үнээр тооцоог хийв[4]. Үүнд :

Хүснэгт 9

Анхны хөрөнгө оруулалтын тооцооны үр дүн

Үзүүлэлт	Марк	Хэмжээ	Нэгж /төгрөг/	Нийт /төгрөг/	
Дэд станц	S11-400/10 кВА	18 ш	30,000,000	540,000,000	
	Шугам	АС-35	1.18 км	19,500,000	23,010,000
		АС-50	0.28 км	26,700,000	7,476,000
Нийт				570,486,000	

Анхны хөрөнгө оруулалтын үр ашигийн тооцоог 35 жилээр гүйцэтгэв.

Хүснэгт 10

**Анхны хөрөнгө оруулалтын үр ашигийн
тооцооны үр дүн**

№	Үзүүлэлт	Тооцооны утгууд	1	35
1	Шугамаар дамжих нийт ЦЭХ /кВт*цаг/		8833890	8833890
2	Дамжуулах шугамын алдагдал/ кВт*цаг/		238	238
3	Түгээх ЦЭХ /кВт*цаг/		8833652	8833652
4	Худалдан авах ЦЭХ-ний нийт өртөг	76.92	679502819	679502819
5	Борлуулалтын орлого (төг)	91.39	807307434	807307434
6	Цэвэр борлуулалт (төг)		127804615	127804615
7	Ашиглалтын зардал (төг)	2.8%	2113806	2113806
8	Анхны хөрөнгө оруулалт (төг)	570486000		
9	Элэгдэл хорогдлын шимтгэл (төг)	0.028	15973608	15973608
10	Татварын өмнөх цэвэр ашиг (төг)		109717202	109717202
11	Ашгийн татвар (төг)	10%	0	10971720
12	Татварын дараах цэвэр ашиг (төг)		109717202	98745481
13	Бэлэн мөнгөний эргэлт (төг)		125690810	125690810
14	Эргэн төлөгдөх хугацаа (жил)		7.39	
15	Дискоунтын коэффициент	0.08	0.93	0.07
16	Дискоунт тооцсон БМУ /төг/		116380379	8501040
17	Дискоунт тооцсон РВР /жил/		9.12	
18	Цэвэр өнөөгийн үнэ NPV (төг)		657564679	
19	Дискоунтын коэффициент	0.23	0.81	0.00
20	Дискоунт тооцсон БМУ /төг/		102187650	89665
21	Цэвэр өнөөгийн үнэ NPV (төг)		25616965	
22	Өгөөжийн дотоод хувь хэмжээ %		22.4376	

III. ДҮГНЭЛТ

- “Ботаник-А” фидерийн одоогийн байдалд уламжлалт аргаар хийсэн горимын тооцоо болон “DigSilent PowerFactory” программаар хийсэн тооцооны утгууд ойролцоо болсон нь энэхүү тооцоог үнэн зөв болохыг харуулсан.
- Шинчлэлтийн тооцооны хувьд эхлээд шинээр баригдах дэд станц болон шугамуудаа оролцуулан

**ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН ДЦС-УУДЫН ХООРОНД
АЧААЛЛЫГ ОНОВЧТОЙ ХУВААРИЛАХ АРГАЧЛАЛ,
ТООЦООНЫ ҮР ДҮН**

Н.Ган-Эрдэнэ*, Г.Баасанжав*, А.Жаргалханд*, Д.Гандорж*

Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй: Монгол улсын эрчим хүчний системийн эх үүсвэрүүдийн бүтэц одоогийн байдлаар дулаан, цахилгааныг хослон үйлдвэрлэх дулааны цахилгаан станц (ДЦС), ОХУ-ын эрчим хүчний системээс 220 кВ-ын шугамаар авч байгаа импортын цахилгаанаас бүрдэж байгаа бөгөөд эдгээр станцууд нь орон нутгийн нүүрсний уурхайн түлшээр ажиллаж байна. Түлш, эрчим хүчний баланс дотор эдгээр станцуудын түлш 41,3%-ийг эзэлж байгаа бөгөөд улсын хэмжээгээр

бусдыг нь одоо байгаагаар нь тогтсон горимын тооцоог уламжлалт болон “DigSilent PowerFactory” программаар хийж чадлын алдагдал нь 7749.8362кВт чадлыг түгээнээс 553.0771 кВт буюу 7.1366%-ийг нь алдаж байгаа үр дүн гарсан. Энэ нь хуучин гол шугамууд нь хэт ачаалагдаж байгаа буюу нийт алдаж буй чадлынхаа 440.3921 кВт буюу 79.6258%-ийг нь шугам дээрээ алдсан үр дүн харагдаж байна.

- Алдагдлыг бууруулахын тулд хэт ачаалагдаад байгаа хуучин гол шугамууд болон бага буюу 30%-иас бага ачаалагдаад байгаа трансформаторуудыг сольж тогтсон горимын тооцоог дахин уламжлалт болон “DigSilent PowerFactory” программаар бодож үзэхэд нийт 7435 кВт чадлыг түгээсэн байна. Мөн чадлын алдагдлыг нь тооцход нийт түгээсэн чадлынхаа 238.2422 кВт буюу 3.2043% -ийг алдсан байна.
- Эцэст нь энэ шинэчлэлтийн анхны хөрөнгө оруулалт болон үр ашгийн тооцоог гүйцэтгэсэн. Ингэхдээ ойролцоогоор нэг дэд станцын баригдах анхны хөрөнгө оруулалтыг 30 сая төгрөг харин 1км шугамын үнийг АС-35 нь 19.5 сая төгрөг, АС-50 нь 26.7сая төгрөг гэж авч үзсэн. Ингээд анхны хөрөнгө оруулалт нь 570.486сая төгрөг болж байна. Харин анхны хөрөнгө оруулалтын үр ашгийн тооцооны үр дүнд эргэн төлөгдөх хугацаа нь 7.39 жил, дискоунт тооцсон эргэн төлөгдөх хугацаа нь 9.12 жил, өгөөжийн дотоод хувь нь 22.4376% гарч байгаа нь энэхүү шинэчлэлт нь эдийн засгийн хувьд үр ашигтай байж болох нь харагдаж байна.

IV. Ашигласан материал

- Ш.Гантөмөр. Цахилгаан шугам сүлжээ, систем. Улаанбаатар 2014 он.
- Д.Содномдорж. Цахилгаан системийн эрчмийн алдагдлыг тодорхойлох арга, загварууд ба түүнийг багасгах арга замууд. Улаанбаатар 1999 он.
- Д.Содномдорж. Эрчим хүчний хэмнэлт. Улаанбаатар 2003 он.
- Д.Алтанцэцэг, Ш.Даваахүү, Ч.Улам-Оргил, Ц.Энхтуул. Бакалаврын дипломын төслийн эдийн засгийн тооцооны аргачлал. Улаанбаатар 2016 он.

хэрэглэж байгаа нийт нүүрсний 74,8%-ийг ашиглаж байгаа болно. ДЦС-дад зарцуулж байгаа нийт нүүрсний 68%-ийг цахилгаан эрчим хүчийг, 32%-ийг дулааны эрчим хүчийг үйлдвэрлэхэд зарцуулж байна. Эрчим хүчний системийн ДЦС-ын хооронд цахилгаан, дулааны ачааллыг оновчтой хуваарилснаар нийт түлшний зардлыг багасгах ач холбогдолтой.

Түлхүүр үг. Математик загвар, зорилгын функц, модуль, цахилгаан эрчим хүч, дулааны эрчим хүч.

ОРШИЛ

Манай орны ДЦС-ын түлшний зардал нь станцын хувьсах зардлыг бүрдүүлэх бөгөөд Төвийн Бүсийн Эрчим Хүчний Систем (ТБЭХС)-ийн хэмжээгээр өнөөдрийн байдлаар дунджаар нийт зардлын 43.2%-ийг хувьсах зардал эзэлж байна. Үүний 42.4%-ийг цахилгаан эрчим хүчийг, 57.6%-ийг дулааны эрчим хүчийг үйлдвэрлэхэд тус тус зарцуулж байна.

ТБЭХС-ийн хэмжээгээр дундажаар 1 кВт.ц цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэлд хувьсах ба тогтмол зардлын нийлбэрээр 79,12 төг/кВт.ц, 1 Гкал дулааны эрчим хүчний түгээлтэнд 24.1 мян.төг/Гкал тус тус болж байна.

Мөн 1 т.ж.т-ийг тээвэрлэн авч ирж, боловсруулалт хийж цахилгаан, дулааны эрчим хүч болгож хувиргахын тулд дунджаар 53.5 мян.төг/т.ж.т болж байна.

2016 оны байдлаар системийн хэмжээгээр жишмэл түлшний хувийн зарцуулалт цахилгаанд 312,5г/кВт.ц, дулаанд 175,9 кг/Гкал болсон байна. Иймд системийн хэмжээгээр нийт хэрэглэж байгаа түлшний хэмжээг бууруулах нь хувьсах зардлыг багасгахаас гадна 1 кВт.ц цахилгаан эрчим хүчний болон 1 Гкал дулааны эрчим хүчний үнэ, тарифыг ч бууруулах ач холбогдолтой байна. Цахилгаан, дулааны үнэ, тарифыг бууруулснаар манай улсын иргэдийн аж амьдралын түвшин дээшилж, улс орны эдийн засгийг хөгжүүлэхэд чухал хувь нэмэр оруулна.

Энэ үндсэн дээр цахилгаан, дулааны ачааллыг станцуудын хооронд оновчтой хуваариласны үр дүнд системийн хэмжээгээр нийт түлшний зарцуулалтыг бууруулан хэмнэж болох аргачлалыг энд авч үзсэн болно.

I. АРГАЧЛАЛ

Энэ аргачлалын үндсэн хэрэгслэл нь ДЦС-уудын хооронд ачааллыг оновчтой хуваарилах шугаман бус математик загвар бөгөөд тус загварын шийдийг Microsoft Excel-ийн орчинд Solver системийг ашиглан хосмог градиент ба Ньютоны аргаар оновчлол хийж үр дүнг гаргасан болно [4].

Одоо эрчим хүчний системийн ДЦС-ын хооронд цахилгаан, дулааны ачааллыг оновчтой хуваарилах шугаман бус математик загварын бүтцийг авч үзье.

Энэ загварын бүтэц нь модулийн зарчим дээр зохиогдсон бөгөөд цахилгаан, дулаан, түлшний үйлдвэрлэл-хэрэглээний модуль, хувьсах параметрийн модуль, зааглагч параметрийн модуль гэсэн үндсэн 3 модулиас бүрдэнэ. Загварын зорилгын функц нь системийн хэмжээгээр зарцуулах нийт түлш бөгөөд түүний минимум утгыг хайж олох зорилготой. Хязгаарлах тэгшитгэлүүд нь энд дурьдсан нэг ба гуравдугаар модулиудад блок тэгштгэл хэлбэртэйгээр зохиогдсон ба үлмэдэгдэгчүүдийг хоёрдугаар модуль агуулж байгаа болно. Энд, модуль гэсэн ойлголтонд тодорхой үр дүнг бие даан гаргаж чадах математик загварын бүрэлдэхүүн хэсгийг нэрлэсэн болно.

Модуль бүр нь дотроо тусгай зорилго бүхий блокуудыг агуулсан байх бөгөөд блок тус бүр нь технологийн үйл ажиллагааг илэрхийлсэн тэгшитгэлүүдээс бүрдэнэ [1].

Одоо тус математик загварын модуль тус бүрийн бүтцийг авч үзье.

1. Цахилгаан, дулаан, түлшний үйлдвэрлэл-хэрэглээний модуль.

Энэ модуль нь эх үүсвэрүүдээс үйлдвэрлэх ба түгээх цахилгаан, дулааны үйлдвэрлэл-хэрэглээний оновчтой балансыг тогтоож, цахилгаан станцуудын дотоод хэрэгцээ ба шугам сүлжээний алдагдлыг тодорхойлох зорилготой. Энэ модуль дотор станц нэг бүрээр цахилгаан ба дулааны эрчим хүчийг үйлдвэрлэхэд зарцуулах жишмэл түлшний зарцуулалтыг тодорхойлж байгаа болно. Тус модуль нь дотроо дараах технологийн үйл ажиллагааг илэрхийлсэн блок тэгшитгэлүүдээс бүрдэнэ.

2. Оновчлох параметрын модуль.

Тус загварт оновчтой утгыг нь тодорхойлох зорилгоор эх үүсвэрүүдийн системийн их ачааллыг хаахад оролцох чадал, цахилгаан станцын дотоод хэрэгцээ, 1 кВт.ц цахилгаан эрчим хүчийг үйлдвэрлэхэд ногдох дулаан түгээлтийн хувийн зарцуулалт, цахилгаан станцуудаас түгээсэн цахилгаан, дулааны эрчим хүчинд ногдох жишмэл түлшний хувийн зарцуулалт, цахилгаан станцуудын их ачааллын үргэлжлэх цаг, цахилгаан түгээх компануудад станцуудаас хуваарилах цахилгаан эрчим хүч зэргийг үл мэдэгдэгч буюу оновчлох параметр болгож авав.

3. Зааглагч параметрийн модуль.

Энэ модуль нь оновчлох параметрийн модуль дотор байгаа үл мэдэгдэгч хэмжигдэхүүний дээд ба доод хязгаарыг зааглаж өгөх зорилготой. Үл мэдэгдэгч хэмжигдэхүүний дээд ба доод хязгаарын утгыг тодорхойлохдоо эрчим хүчний системийн цахилгаан станцуудын олон жилийн техник-эдийн засгийн үзүүлэлтэнд шинжээчийн шинжилгээ хийж гаргана. Жишээлбэл, ТБЭХС-ийн оновчлолтын математик загварыг бодохдоо Microsoft Excel-ийн орчинд бүрдүүлсэн 1970-2016 оны байдлаар бүх цахилгаан станцын техник-эдийн засгийн үзүүлэлтийг агуулсан “Power” гэсэн файлруу шууд хандаж хэрэгтэй өгөгдлөө автоматаар авч гүйцэтгэж байгаа болно.

Цахилгаан станцуудын системийн их ачааллыг хаахад оролцох чадлын дээд ба доод утгыг сонгохдоо тухайн цахилгаан станцын техник, тоног төхөөрөмжийн төлөв байдал, хүч чадал ашиглалтын шинэчлэл, тэжээлийн ус ба түлшний хангамж зэрэгт шинжилгээ хийж олно.

Бусад үзүүлэлтийн хувьд “Power” файл дотор байгаа олон жилийн үзүүлэлтэнд математик-статистикийн аргаар судалгаа хийж дундаж утгыг нь тодорхойлж тус өгөгдлийн зөвшөөрөгдөх хязгаарын дээд ба доод утгыг тооцон олж илэрхийлж байгаа юм.

Энэ аргачлалын тусламжтайгаар цахилгаан станцуудын хооронд ачааллыг оновчтой хуваарилах шугаман бус математик загварыг зохиож, оновчтой шийдийг тодорхойлон үр дүнд шинжилгээ хийж үнэлгээ өгч ашиглаж байна [1].

Математик загварт тухайн оны эрчим хүчний системийн их ачаалал $P_{max}(t)$ МВт, Улаанбаатар, Дархан, Эрдэнэт хотуудын тухайн жилийн дулааны хэрэглээ $Q_{түг}(t)$ мян.Гкал, ТБЭХС-ийн цахилгааны нийт хэрэглээ $Эсис(t)$ сая.кВт.ц гэсэн үзүүлэлтийг анхдагч өгөгдөл болгон ашиглана. Эдгээр анхдагч өгөгдлүүд нь t хугацаанаас хамаарсан чиг баримжааны

тэгшитгэлээр илэрхийлэгдсэн регрессийн загвар болно. Энэ загварыг ТБЭХС-ийн олон жилийн үйл ажиллагаа дээр судалгаа хийж зохиосон юм. Өөрөөр хэлбэл тус тэгшитгэлд тухайн оны t утгыг орлуулахад эдгээр өгөгдлийн бодит утга гарна. Иймд, тухайн оны t утгыг тус математик загварт имитацийн параметр болгож ашиглана.

Анхдагч өгөгдлүүдийг тус загварт тэгшитгэлүүдийн хэрэглээний хэсэгт зааглагч болгож ашиглана. Математик загварт эрчим хүчний системийн эх үүсвэрүүдийг үйлдвэрлэгч болгож ашиглана. Энэ математик загвараар ТБЭХС-ийн хэмжээнд 2016 оны түвшинд бодсон бөгөөд тооцооны үр дүнг бодит гүйцэтгэлтэй харьцуулан тодорхойлсон болно [2,3].

II. ТООЦООНЫ ҮР ДҮН

ТБЭХС-ийн цахилгаан эрчим хүчний нийт хэрэглээ 2016 онд бодит байдлаар 5816,15 сая.кВт.ц болсон ба үүнээс 5457,3 сая.кВт.ц-ийг эрчим хүчний системийн ДЦС-уудаас, 157,45 сая.кВт.ц-ийг салхин цахилгаан станц (СЦС)-аас, 201,4 сая.кВт.ц эрчим хүчийг ОХУ-аас импортоор авч хааж байна [5].

Хүснэгт 1-д үзүүлсэн математик загварын цахилгаан, дулаан, түлшний балансын модулийн тооцооны үр дүнгээс үзэхэд цахилгаан эрчим хүчний нийт хэрэглээг хаахад ТЭЦ-4-өөс 3838 сая.кВт.ц буюу 66%, ТЭЦ-3-аас 1023 сая.кВт.ц буюу 17,6%, ТЭЦ-2-оос 117 сая.кВт.ц буюу 2%, Дарханы ТЭЦ-ээс 302 сая.кВт.ц буюу 5,2%, Эрдэнэтийн ТЭЦ-ээс 139 сая.кВт.ц буюу 2,4%, СЦС-аас 189 сая.кВт.ц буюу 3,2%, импортоор 208 сая.кВт.ц буюу 3,6%-иар тус тус оролцож байна.

Системийн нийт ДЦС-уудаас 5457,3 сая.кВт.ц цахилгаан эрчим хүч, 8412 мян.Гкал дулааны эрчим хүчийг түгээж байна.

Энэ дотор Улаанбаатар хотын дулааны хэрэглээ 6973 мян.Гкал байсан ба үүнийг ТЭЦ-4-өөс 4605 мян.Гкал, ТЭЦ-3-аас 2251 мян.Гкал, ТЭЦ-2-оос 117 мян.Гкал-ыг түгээж байна. Дарханы ТЭЦ-ээс 907 мян.Гкал, Эрдэнэтийн ТЭЦ-ээс 532 мян.Гкал түгээж эдгээр хотуудын дулааны эрчим хүчний хэрэглээг хаажээ.

Цахилгаан шугам сүлжээний алдагдал станц бүрт өөр өөр байгаа бөгөөд импортын эрчим хүчнээс 2,5 саякВт.ц-ийг дамжуулах ба түгээх шугам сүлжээндээ алдаж байна.

Цахилгаан станцуудын дотоод хэрэгцээг авч үзвэл, ТЭЦ-4-т 629 сая.кВт.ц буюу 16,4%, ТЭЦ-3-т 194 сая.кВт.ц буюу 19%, ТЭЦ-2-т 20 сая.кВт.ц буюу 17%, Дархан ТЭЦ-д 56 сая.кВт.ц буюу 18,7%, Эрдэнэтийн ТЭЦ-д 32 сая.кВт.ц буюу 23% тус тус болсон байна.

Системийн хэмжээгээр 936 саякВт.ц эрчим хүчийг цахилгаан станцын дотоод хэрэгцээнд хэрэглэсэн бөгөөд нийт үйдвэрлэсэн эрчим хүчнийхээ 16,7%-ийг эзэлж байна.

Цахилгаан станцуудаас түгээсэн цахилгаан ба дулааны эрчим хүчинд ногдох жишмэл түлшний хувийн зарцуулалтыг авч үзвэл ТЭЦ-4-т цахилгаанд 350 г/кВт.ц, дулаанд 170 кг/Гкал, ТЭЦ-3-т цахилгаанд 340 г/кВт.ц, дулаанд 168 кг/Гкал, ТЭЦ-2-т цахилгаанд 600г/кВт.ц, дулаанд 184 кг/Гкал, Дарханы ТЭЦ-д цахилгаанд 425 г/кВт.ц, дулаанд 180 кг/Гкал, Эрдэнэтийн ТЭЦ-д цахилгаанд 329 г/кВт.ц, дулаанд 177 кг/Гкал тус тус ноогдож байна.

Тус загварын тооцооны үр дүнгээс үзэхэд системийн хэмжээгээр бодит байдлаар 2016 онд 5431,3 мян.т.ж.т. хэрэглэж байсан бол математик загварын тооцооны үр дүнгээр 3234,0 мян.т.ж.т. хэрэглэхээр гарч 2197,3 мян.т.ж.т. буюу 26 тэрбум төгрөгийн хэмнэлт гарч байна.

ТБЭХС-ийн 2016 оны бодит өгөгдөл дээр тулгуурлан математик Загвараар ачааллын хуваарилалт хийсэн тооцооны үр дүн

Хүснэгт 1.

(Оновчлох параметрийн модуль,

Цахилгаан, дулаан, түлшний балансын модуль)

Тооцооныон: 2016

Үзүүлэлт	ТЭЦ-4	ТЭЦ-3	ТЭЦ-2	ДТЭЦ	ЭТЭЦ	СЦС	Имп.	ЭХС	Хэрэглээ
I. Оновчлох параметрийн модуль									
ДЦС-ийн дотоод хэрэгцээ, %	16,4%	19,0%	17,0%	18,7%	23,0%	2,0%	1,2%	16,1%	
Их ачааллыг хаахад оролцох чадал, МВт	629	165	18	48	22	35	58	975	975
Их ачааллын үргэлжлэх цаг	6100	6200	6500	6300	6300	5400	3600	5965	
Дулааны хувийн зарцуулалт, Гкал/кВт-ц	1,200	2,200	1,000	3,000	3,840				
Түлшний хувийн зарцуулалт	Цахилгаанд, гж.т./кВт-ц	350	340	600	425	329		386,9	
	Дулаанд, кг/Гкал	170	168	184	180	177		160,1	
II. Цахилгаан, дулаан, түлшний балансын модуль									
Үзүүлэлт	ТЭЦ-4	ТЭЦ-3	ТЭЦ-2	ДТЭЦ	ЭТЭЦ	СЦС	Имп.	ЭХС	Хэрэглээ
Системийн их ачааллыг хаахад оролцсон чадал, МВт	629	165	18	48	22	35	58	975	975
Системийн нийт их ачааллыг хаахад эзлэх хувь	64,5%	16,9%	1,8%	4,9%	2,3%	3,6%	5,9%	94,1%	100%

Нийт үйлдвэрлэсэн цахилгаан эрчим хүч, сая.кВт-ц	3838	1023	117	302	139	189	208	5816	5816
Системийн нийт үйлдвэрлэсэн цахилгаан эрчим хүчинд эзлэх хувь	66,0%	17,6%	2,0%	5,2%	2,4%	3,2%	3,6%	96,4%	100%
Түгээсэн цахилгаан эрчим хүч, сая.кВт-ц	3208	829	97	246	107	185	206	4878	4878
Системийн нийт түгээсэн цахилгаан эрчим хүчинд эзлэх хувь	65,8%	17,0%	2,0%	5,0%	2,2%	3,8%	4,2%	96%	100%
Дотоод хэрэгцээнд зарцуулсан цахилгаан, сая.кВт-ц	629	194	20	56	32	4	2,5	936	936
Цахилгаан станцын дотоод хэрэгцээ, %	16,4%	19,0%	17,0%	18,7%	23,0%	2,0%	1,2%	16,7%	16,7%
Дотоод хэрэгцээний цахилгаан эрчим хүчинд эзлэх хувь	67,3%	20,8%	2,1%	6,0%	3,4%	0,4%		100%	100%
Улаанбаатарын районы ачаалал, МВт	352	165	18			35		570	570
Эрдэнэт-Булганы районы ачаалал, МВт	210				22			232	232
Дархан-Сэлэнгийн районы ачаалал, МВт	2			48			58	106	108
Багануур-Чойрын районы чадал, МВт	64							64	64
Улаанбаатар хотын хэрэглээ, сая.кВт.ц	1841	1023	117			189		3170	3170
Эрдэнэт-Булганы хэрэглээ, сая.кВт.ц	1507				139			1646	1646
Дархан-Сэлэнгийн хэрэглээ, сая.кВт.ц	164			302			208	675	675
Багануур-Чойрын хэрэглээ, сая.кВт.ц	326							326	326
Улаанбаатарын жилийн дулаан, мян.Гкал	4605	2251	117					6973	6973
УБ хотын дулаан хангамжинд эзлэх хувь	66,0%	32,3%	1,7%					100%	100%
Дархан хотын жилийн дулаан, мян.Гкал				907				907	907
Эрдэнэт хотын жилийн дулаан, мян.Гкал					532			532	532
Түлшний хувийн зарцуулалт:	Цахилгаанд, г.ж.т/кВт.ц	349,5	340,0	600,0	272,7	328,9		386,9	386,9
	Дулаанд, кг.ж.т/Гкал	170,0	168,0	184,1	77,3	176,7		160,1	160,1
Нийт түлшний зарцуулалт, мян.т.ж.т.	2124	726	92	153	140			3234	3234
Системийн нийт түлшний хэрэглээнд эзлэх хувь	65,7%	22,4%	2,8%	4,7%	4,3%			100%	100%
Үүнээс:	Цахилгаанд, мян.т.ж.т	1341	348	70	82	46		1887	1887
	Дулаанд, мян.т.ж.т.	783	378	22	70	94		1347	1347

Хүснэгт 2
(Зааглагч параметрийн модулийн их утга)

3. Оновчлох параметрийн максимум утга							
ДЦС-ийн дотоод хэрэгцээ, %	20,7%	20,0%	19,6%	18,7%	33,4%	3,0%	2,3%
Их ачаалалд оролцох чадлын баланс, МВт	650	195	24	48	36	35	150
Их ачааллын үргэлжлэх цаг	6100	6200	6500	6300	6300	5400	3600
Дулааны хувийн зарцуулалт, Гкал/кВт-ц	2,0	4,000	2,7	3,0	8,0		
Түлшний хувийн зарцуулалт	Цахилгаанд, г.ж.т./кВт-ц	429,5	450	654,1	459	368,9	
	Дулаанд, мян.т.ж.т.	187,9	180	210	203,0	189,5	

Хүснэгт 3
(Зааглагч параметрийн модулийн бага утга)

3. Оновчлох параметрийн минимум утга							
ДЦС-ийн дотоод хэрэгцээ, %	16,4%	19,0%	17,0%	18,6%	23,0%	2,0%	1,2%
Их ачаалалд оролцох чадлын баланс, МВт	250	165	18	45	22	25	50
Их ачааллын үргэлжлэх цаг	4500	5500	5500	5500	5400	4500	2400
Дулааны хувийн зарцуулалт, Гкал/кВт.ц	1,2	2,2	1,0	2,0	3,84		
Түлшний хувийн зарцуулалт	Цахилгаанд, г.ж.т./кВт.ц	349,5	340	600,0	425	328,9	
	Дулаанд, мян.т.ж.т.	170	168	184,1	180	176,7	

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү боловсруулсан аргачлалаар манай ДЦС-уудын техник-эдийн засгийн үзүүлэлтийн тооцоог

2017-2025 онуудаар тодорхойлох боломжтой юм. Эрчим хүчний системийн ДЦС-уудын хооронд математик загвараар цахилгаан ачааллыг оновчтой

хуваариласны үр дүнд станцуудын дотоод хэрэгцээ ба цахилгаан шугам сүлжээний алдагдлыг багасгах, улмаар системийн хэмжээгээр хэрэглэх нийт жишмэл түлшний зарцуулалтыг бууруулах боломжтой байна.

Ашигласан материал

1. Нүүрэй Б. *Эрчим хүчний системийн хөгжлийн оновчлолт*. ШУТИС, Манай эрдэмтэд XXI боть 2007, -267 х.
2. Содномдорж Д. *Цахилгаан эрчим хүчний системийн горимын цогцолбор судлал ба математик загварчлал*. ШУТИС, Шилмэл бүтээл 2012, -827 х.

БАГАНУУР ДҮҮРГИЙН 3-Р ХОРОО 38-Р БАЙРАНД ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ УХААЛАГ СИСТЕМ НЭВТЭРСЭНЭЭР (УХААЛАГ ТООЛУУР) ГАРСАН ҮР АШИГИЙН ТООЦОО

П.Болдсайхан*, Ц.Давааням*, Ш.Ангар*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Хүн төрөлхтөн асар хурдацтайгаар хөгжил дэвшлийг буй болгон санаанд ч оромгүй зүйлийг бүтээж, тэдгээрийг өдөр тутмын ердийн хэрэглээ болгон ашиглаж цаг хугацааг хэмнэх, хөдөлмөр эрхлэлтийг хялбарчлах болон амьдрах нөхцөл байдлаа дээд зэргээр хангах зүйлсийг бүтээн хэрэглэж байна. Энэ толгой эргэм асар хурдацтай хөгжлийн үндэс нь цахилгаан эрчим хүч юм. Эрчим хүчийг гэр ахуйн хэрэгсэлээс авахуулаад томоохон үйлдвэр, тоног төхөөрөмж ажиллуулахад өргөнөөр хэрэглэж байна. Өнөө үед цахилгаангүйгээр 1 хором ч байххүндрэлтэй билээ. Иймээс хэрэглэгч болон цахилгаан түгээх станц хоорондын харилцаа холбоог сайжруулах шаардлага урган гарч байгаа юм.

Түлхүүр үг. Ухаалаг систем, ухаалаг тоолуур, хэрэглэгч, алдагдал, хэмнэлт.

ОРШИЛ

“Smart Grid” буюу “Ухаалаг сүлжээ” технологи нь найдвартай ажиллагааг хангах, энергийн алдагдлыг бууруулах, цахилгаан энергийг зохистой хуваарилан түгээх бүхэл бүтэн цогц систем юм. “Ухаалаг сүлжээ” нь эрчим хүчний сүлжээ, хэрэглэгч болон эрчим хүч үйлдвэрлэгч нарыг нэгдсэн автомат системд холбож өгдөг. Эрчим хүчний системд “Ухаалаг сүлжээ”-г нэвтрүүлсэнээр хэрэглээний горимын ихсэлт эсвэл бууралтаас хамааран цахилгаан энергийн түгээлтийг бие даан зохицуулах боломжтой болох юм.

“Ухаалаг сүлжээ” технологи нь үйлдвэр болон орон сууцанд суурилагдсан ухаалаг тоолуураар үйлчлэх бөгөөд эдгээр ухаалаг тоолуур нь энергийн хэрэглээний талаар мэдээлэл дамжуулахаас гадна цахилгаан тоног төхөөрөмжүүдийг ажиллах явцад хяналт тавьдаг зэрэг нь хэрэглэгчдийн цахилгаан эрчим хүчинд зарцуулах зардлыг мэдэгдэхүйц бууруулж өгдөг [1].

Энэхүү системийн давуу талууд:

- Ажлын горимд хяналт, оношлогоо болон хэмжилтийг явуулдаг.

3. Содномдорж Д. *Инженерийн судалгааны математик аргууд*. ШУТИС, Нэг сэдэвт бүтээл 2009, -267 х.
 4. Авдай Ч. *Судалгаа шинжилгээний ажил гүйцэтгэх арга зүй*. ШУТИС 2015, -279 х.
- Эрчим хүчний статистикийн үзүүлэлтүүд. Эрчим хүчний зохицуулах хороо, 2016, -75 х.

- Тоолуурын мэдээлийг үнэн зөв алсын зайнаас авах ба хэрэглэгч интернет орчиноор дамжуулан хянах боломжтой.
- Хүний оролцоо, гар ажиллагааг хөнгөвчлөнө.
- Тоолуурын ачааллыг салгах болон залгах үйлдлийг алсаас компьютераар удирдан хийх боломжтой.
- Хэрэглэгч өөрийн цахилгаан эрчим хүчийн хэрэглээг зохицуулах боломжтой бөгөөд энэхүү системийн хамгийн гол давуу тал нь эрчим хүчний хэрэглэгчидтэй хоёр талын холболттой юм [4].

Системд ашиглах ухаалаг тоолуурыг ашигласанаар:

- Гүйдэл, хүчдэл, чадлын хэмжилтийг фаз тус бүрээр хийх
- Фазын өнцгийн шилжилтийг хийх
- Чадлын коэффициент тооцох
- Гүйдэл хүчдлийн утгыг тавигдсан хязгаараас хэтэрсэнийг бүртгэх
- Сүлжээний давтамж хэмжих
- Гармоник агуулалтыг хувиар илэрхийлэх боломжтой юм [4].

Ухаалаг тоолуурын үзүүлэлтүүд:

- Тоолуурын оргил үеийн мэдээлэл авах
- Чадал, энерги тооцох
- 4 тарифтай
- RS485 оролтой
- PLC төхөөрөмжтэй
- Хүчдэлгүй үед тоолуур мэдээлэл авах, харах боломжтой
- Дахин дамжуулах функцтай
- Таслах залгах релейтэй(4)

Ухаалаг тоолуурт тавигдах шаардлага:

- Тоолуур нь IEC 62052-11, IEC 62053-21 стандартын шаардлагыг хангасан байх.
- Тоолуурын бусад мэдээлэл солилцох хэлбэр нь ямарч байж болно. Жишээ нь: оптик порт, RS485, PLC, GPS гэх мэт гол нь программын нууцлал, битүүмжлэл нь сайн байх ёстой өөрөөр хэлбэл IOML D31-2008 стандартыг хангах ёстой.

- Монгол орны эрс тэс уур амьсгалын нөхцөл болох $-45^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ д хэвийн ажилладаг байх, тоолуурын программ хангамж нь IOML D31-2008 стандартын шаардлага хангасан байх [4].

Ухаалаг тоолуурын загварууд:



Зураг 1. Ухаалаг тоолуур

Судалгааны зорилго

Системийн гол зорилго нь нэг төвлөрсөн цэгээс (компанийн төв сервер) бүх байгууламжуудын мэдээлэл болон аж ахуйн нэгж, ахуйн хэрэглэгчдийн тоолууруудын үйл ажиллагааг хянах, удирдах мөн тухайн объектод суурилуулсан тоног төхөөрөмжүүдийн үзүүлэлт, шаардлагатай мэдээллүүдийг нэгтгэн авч өгөгдлийн бааздаа хадгалах ба хадгалсан болон ирж буй өгөгдлүүдэд анализ, боловсруулалт хийх, борлуулалт арилжааны системтэй холбох, диспетчер дээр хянахад оршино.

Арга зүй

CL маркийн тоолуураас CL818C маркийн концентратор мэдээллийг татаж, хадгалсан мэдээллийг GPR буюу 3G-төв серверлүү мэдээллийг дамжуулж ажилладаг. Тоолуураас хүчдэл, гүйдэл, чадал, давтамж, релений төлөв байдал, оргил ачаалал, тариф тус бүрээр заалтыг авах боломжтой. 00:00 цагийн заалтыг хадгалдаг учир балансын зөрүү үүсдэггүй [1].

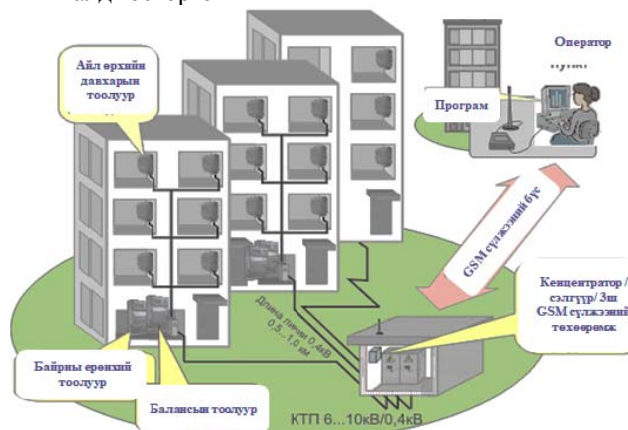


Зураг 2. Ухаалаг тоолуурын(CL710K1) харагдах байдал

CL710K1 ухаалаг тоолуурын давуу тал:

- Хэрэглэгчийн судалгааг гаргах, хэрэглээг нь графикаар харгах.
- Тоолууруудыг бүрэн удирдах, мэдээлэл авах боломжтой.

- Тоолуур мэдээллийг давтамжтайгаар автоматаар авч төв сервер лүү мэдээллийг хүлээн авч, мэдээллийг автоматаар архивладаг.
- Сар сараар хэрэглэгчдийн судалгааг гаргах боломжтой.
- Хэрэглэгчдийн бүртгэлийг бүрэн авах боломжтой.
- Мэдээлэл өгөхгүй байгаа тоолуурын мэдээллийг гаргаж харах боломжтой.
- Галд тэсвэртэй



Зураг 3. Тоолуурын холболтын бүдүүвч

Тооцоо:

Үр дүнг Багануур дүүргийн 3-хороо 38-р байранд хийсэн туршилтаас үзэхэд:

Хүснэгт 1
38-р байранд ухаалаг систем нэвтрүүлсэнээр гарсан дүн (эхний 4 сар)

№	он	Айл өрхийн тоо	Нийт хүлээн авсан /Квт.ц/	Оруулгын тоолуур /Квт.ц/	Зөрүү	Алдагдлын хувь %/	Бичилт%/
1	2016	29	32845	34298	1453	4.23	95.77
2	2017	29	35082	35248	166	0.47	99.53
3					1287		3.76

38-р байрыг 2016 оны нэгдүгээр улиралд цахилгаан механик тоолуураар, 2017 онд CL710K1 маркийн ухаалаг тоолуур эхний 4-р сарын тооцоо бичилтийн хувийг харуулбал: Биетээр 1287 кВт.цаг цахилгаан эрчим хүч, хувиар 3.76 пунктээр буурсан байна. Хэрэв 1Квт.ц үнийг 110.08 төг гэж үзвэл ухаалаг тоолуур тавсанаар дунджаар $(1287 * 110.08 = 141672.96 \text{ төг})$ хэмнэх боломжтой юм.

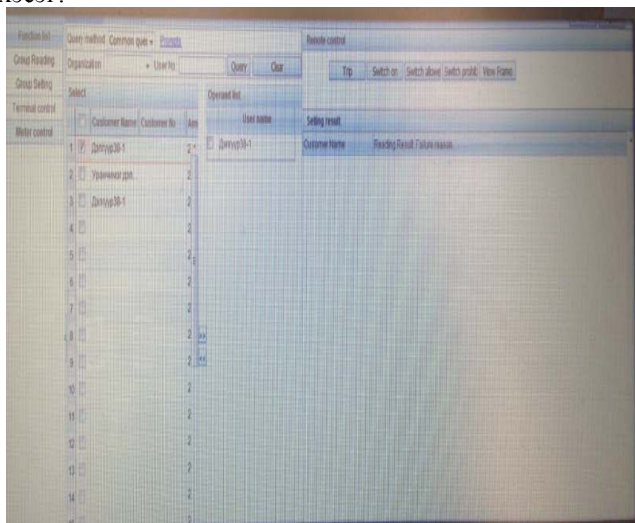
Ухаалаг тоолуурыг бүрэн нэвтрүүлж чадвал байцаагчийн шаардлаггүй бөгөөд дараах тооцооноос үзэхэд:

Багануур дүүрэг нь нийт 10 байцаагчтай бөгөөд ухаалаг тоолуурыг бүрэн нэвтрүүлж чадвал сард дунджаар $(10 * 800000 = 8000000 \text{ төг})$ хэмнэх боломжтой

юм. (Жич: Нэг байцаагчийн сарын цалинг 800000төг гэж тооцов).

38-р байрны айл өрхийн хэрэглээг Power Line Communication буюу MA программаар хяналт хэмжилт хийсэнийг харуулав.

Хэрэглэгч сонгож залгах болон таслах команд өгөх хэсэг:



Хэрэглэгч тоолуураас заалт авах хэсэг:

ДҮГНЭЛТ

Иймд энэхүү сүлжээг бүрэн нэвтрүүлж чадсанаар эрчим хүчний салбарын түгээх сүлжээ болон хэрэглэгч хоорондын харилцаа холбоог сайжруулж өгч байгаа юм. Энэ нь заавал байцаагчийн шаардлагагүй бүх үйл ажиллагаа нь хэвийн найдвартай ажиллах боломжийг бүрдүүлж өгч байгаа нь харагдаж байна. Ингэснээр эрчим хүчний салбарт эдийн засгийн хувьд маш их хэмнэлтийг авчирч байна.

Ашигласан материал

1. Техникийн ажилтны “Цахилгаан түгээх сүлжээний үр ашгийг дээшлүүлэе” III зөвлөгөөний илтгэлүүдийн эмхэтгэл. –УБ.: Мандах-урлан ХХК, 2016, -278 х.
2. “Эрчим хүчний хэмнэлт хэрэглээ, хэмнэлт” бакалавр, магистр, доктор оюутны эрдэм шинжилгээний бага хурал. –УБ.: 2016, -354 х.
3. <http://www.zdn.mn/index.php/>
4. <https://www.emaze.com>

ЭРГЭЛДЭХ БУЦЛАХ ДАВХАРГАТАЙ QXF116-1.6/130/70 МАЯГИЙН УС ХАЛААХ ЗУУХНЫ УУТАТ ШҮҮЛТҮҮРИЙН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Ш.Билгүүнноров*, Ж.Цэен-Ойдов*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Улаанбаатар хотод шинээр баригдсан Амгалангийн дулааны станцын QXF116-1.6/130/70 маягийн ус халаах зуухны үнс барих уутат шүүлтүүрийн туршилтыг хийж тэдгээрийн АҮК-ийг тодорхойлсны зэрэгцээ утааны хийтэй хамт хаягдаж байгаа үнс, тоосонцорын агууламжийг тодорхойлж MNS 6298: 2011 “Шинэ ДЦС ба ДС-ын уурын ба ус халаах зуухны ашиглалтын үед агаар мандалд хаях утааны найрлага дахь зарим агаар бохирдуулах бодисын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ, тэдгээрийг хэмжих арга” стандарттай харьцуулан дүгнэлт гаргасан. Туршилтын үр дүнгээс харахад уутат шүүлтүүрийн үнс барилтын АҮК дундажаар 99.83%, гарах утааны хий дэх дэгдэмхий үнсний агууламж дундажаар 7.52 мг/нм³ буюу дээрх стандартад заасан зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс 6.65 дахин бага байна.

Түлхүүр үг. Ус халаах зуух, дэгдэмхий үнс, тоосонцор, үнс баригч, АҮК.

ОРШИЛ

Нийслэл Улаанбаатар хотын төвийн хэрэглэгчдийг ДЦС-2, ДЦС-3, ДЦС-4-уудаас төвлөрсөн дулааны сүлжээгээр, захын хорооллуудын хэрэглэгчдийг төрөл бүрийн хүчин чадалтай ус халаах зуух бүхий халаалтын зуухны газруудаас хэсэгчлэн дулаанаар хангаж байсан.

Хотын захын хэрэглэгчдийг дулаанаар хангаж байгаа халаалтын зуухны газруудын ашиглалт ихээхэн хүндрэлтэй, дутуу шаталт их үүсч, түлш их зарцуулж, утаатай хамт ихээхэн хэмжээний бохирдуулах бодисууд агаар мандалд хаягдаж хотын агаарын бохирдолд голлох нөлөөлөл үзүүлсээр байгаа тул сүүлийн

жилүүдэд 10 гаруй халаалтын зуухны газрын зуухнуудыг солих төсөл хэрэгжүүлсэн боловч төдийлөн үр дүнд хүрээгүй. Ер нь цаашдаа хэрэглэгчдийг төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд холбох шаардлагатай болоод байгаа билээ.

Иймд Улаанбаатар хотын хэрэглэгчдийн өсөн нэмэгдэж байгаа дулааны хэрэгцээг хангах зорилгоор QXF116-1.6/130/70 маягийн 3 ус халаах зуухтайгаар Амгалан дулааны станцыг барьж ашиглалтанд оруулсан байна. Энэ станцыг барьснаар хотын зүүн хэсгийн хэрэглэгчдийг төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд холбож, дулаанаар тасралтгүй, найдвартай хангах нөхцөл бүрдсэн байна.

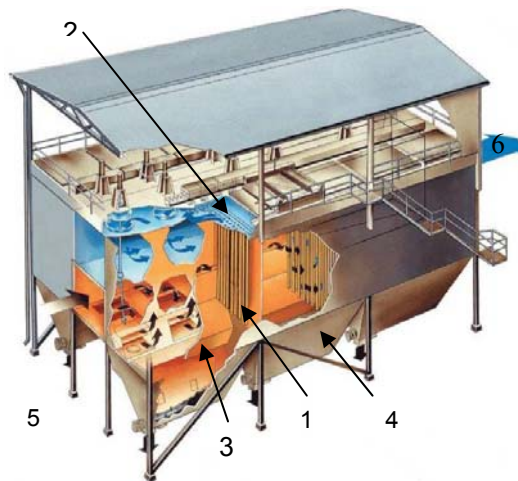
Энэхүү дулааны станцын QXF116-1.6/130/70 маягийн ус халаах зуухнуудын үнс барих тоноглолын туршилтыг хийж тэдгээрт орж байгаа ба гарах утааны хий дэх үнс, тоосонцорын агууламжийг хэмжиж тодорхойлсны үндсэн дээр уутат үнс баригчийн үнс барилтын АҮК-г тодорхойлон MNS 6298: 2011 “Шинэ ДЦС ба ДС-ын уурын ба ус халаах зуухны ашиглалтын үед агаар мандалд хаях утааны найрлага дахь зарим агаар бохирдуулах бодисын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ, тэдгээрийг хэмжих арга” стандарттай харьцуулан дүгнэлт гаргасан.

1. LКPB-төрлийн уутат шүүлтүүр

Амгалан ДС-ын утааны хийг цэвэрлэх уутат шүүлтүүр нь LКPB төрлийн ган тулгуур бүхий хийцтэй гадна гэр, бункер, удирдлагын өрөөнөөс бүрдсэн үндсэн их бие, өндөр температурт тэсвэртэй, сайн чанарын шүүгч материалтай бөгөөд зуухнаас гарсан халуун утааны хий хоёр салаалан орж нэг урсгал болон гардаг.

Энэхүү уутат шүүлтүүр нь 6 том камераас (том камер бүр нь хоёр шүүлтүүрийн камертай) бүрдэнэ. Үнс баригчийн камер бүр нь үлээх соплоны нэг иж бүрдэлтэй бөгөөд тус бүр нэг нэг оруулах болон гаргах хавхлагаар тоноглогдсон байна. Тэдгээр үлээх хошууны камер бүрт таг байх бөгөөд үнс баригчийн барилгын дээвэрт байрлах өргөх механизмыг ашиглан үлээх хошууны тагийг хялбархан нээж болохоос гадна засвар үйлчилгээ хийх боломжтой. Дээд тагийг онгойлгон үлээх хошууны камерт орж, шүүлтүүр уут болон үлээлгийн хоолойнуудад үзлэг хийж болно.

Үлээх хошууны камерууд нэг хий хураах танктай байх бөгөөд хий хураах танкны өндөр даралттай хийн хавхлагууд үлээлгийн хоолой-нуудтай холбогдох ба шүүгч уутны нэг эгнээнд үнс зайлуулах үлээлгийн нэг хоолой холбогдоно.



Зураг 1.1. Үнс барих LКPB-төрлийн уутат шүүлтүүрийн бүтэц

1. шүүлтүүрийн уут; 2. Үлээх хүшуу; 3. шүүлтүүрийн доод камер; 4. үнсний бункер; 5. утаа оролт; 6. утаа гаралт.

Шүүгч уутны урт нь 8.2 метр, шүүгч уутны амсар хэсгийг тусгай уян зэвэрдэггүй цагирагаар тоногдсон байна. Иймээс шүүгч уутыг ямар нэг тусгай багаж хэрэгсэл ашиглалгүйгээр уутны суурь хавтанд баттай тогтоох боломжтой. Шүүгч уутны дотор ган утсан тор угсарна. Уг тор нь дээд, доод 2 хэсгээс бүрдэнэ.

Уутат шүүлтүүрийн камеруудын дунд утааны хийн суваг байрлах ба дээд хэсэг нь цэвэрлэгдсэн утааны суваг, доод хэсэг нь утаа тоосны холимогийн суваг бөгөөд тэдгээр нь хавтангаар тусгаарлагдсан байна.

Уутат шүүлтүүрийн камер бүр тойруу сувагтай бөгөөд 6 тойруу шибэрээр орох, гарах хоолойтой холбогдох ба тойруу шиберт өргөх хэлбэрийн хавхлага ашиглана. Үнс баригчийг ажиллагаанд залгах болон аюул аваарийн үед шибер нээгдэж, цэвэр хийн хоолой болон утааны хийн хоолой нь богино эргэлт хийж, утааны хий нь шууд гадагшилна. Тойруу шиберт давхар тавцант хавтан хавхлаг хэрэглэснээр агаарын битүүмжлэл нягт байх бөгөөд хавхлагийг хаасан үед ямар нэг алдагдал байхгүй.

1.1. Үнс барих төхөөрөмжийн ажиллагааны зарчим

Үнс баригч төхөөрөмж нь утааны хийтэй хамт тэвэрлэгдэх нарийн үнс, тоосонцорыг хуурай аргаар шүүж ялгах зориулалттай бөгөөд уутат шүүлтүүрийн гадна талаас утааны хий дотогш нэвтрэн өнгөрөхөд үнсний ширхэглэгүүд шүүгч уутанд баригдан үлдэнэ. Үнс баригч нь үнс тоос цуглуулах (утааны хийнээс үнсийг салгах) болон тогтмол хугацаанд үнс зайлуулах (уутан шүүлтүүрт хуримтлагдсан үнс, тоосонцорыг цэвэрлэх) гэсэн дэс дарааллаар ажилладаг.

Үнс, тоосонцор цуглуулах процессын үндсэн шаардлагууд [1]:

- Үнс, тоосонцор нь уутат шүүлтүүрийн гадаргуутай (эсвэл уутны гадна хуримтлагдсан үнс тоосонцортой) мөргөлдөх ёстой.
- Үнс, тоосонцорыг нь уутны гадаргууд (эсвэл уутны материалд наалдсан үнс тоосонцортой хамт) хуримтлуулагддаг.

Үнс, тоосонцор нь шүүлтүүрийн уутны материалд наалдан үлдэх таван үндсэн механизм байдаг.

Саатал: Үнс, тоосонцор утааны хийн урсгалын дагуу уутат шүүлтүүрийн гадаргуу руу шилжилт хөдөлгөөн хийх үед л саатал үүсдэг.

Инерцийн хүч: Шүүлтүүрийн уутны материалын ойролцоох нарийн үнс, тоосонцорын урсгалын гэнэтийн өөрчлөлт нь үнсний инерцийн хүчний улмаас хангалттай хурдан өөрчлөгдөхгүй бол утааны хий дэх тоос, тоосонцорыг барих зохистой харьцаа алдагдаж, уутны материалд үйлчлэл үзүүлнэ.

Тархалт: Брауны хөдөлгөөний үр дүнд үнс уутны ханыг мөргөнө.

Таталцал: Таталцлын хүчний дүнд үнс, тоосонцорын том ширхэгүүд утааны хийн урсгалаас салж, унадаг.

Электростатик үйлчлэл: Үнс, тоосонцорын ширхэгт (уутны материалын цахилгаан цэнэг нь уутны материал болон үнсний ширхэгийн хооронд) цахилгаан статик үйлчлэл үүсгэдэг.

Утаа сорогчийн үйлчлэлээр зуухнаас сорогдон гарах утааны хий уутат шүүлтүүрт очин түүгээр дайран өнгөрөх бөгөөд эсрэг даралт (сийрэгжилт)-ын нөлөөгөөр шүүгч уут дундуур алгуур, жигд тархан гардаг.

Утааны хий уутат шүүлтүүрээр дамжин гарах үед, үнс тоосонцорын томоохон хэсгүүд уутат шүүлтүүрийн гадна хананд хуримтлагдах бөгөөд цэвэрлэх хийг үлээх хошуу буюу соплогоор үлээхэд үнс, тоосонцорын нарийн ширхэгүүдийн хамт агаар гаргагч руу орох бөгөөд тэндээсээ гадагшилна. Шүүх уутны гадна хананд хуримтлагдсан үнс, тоосонцорыг өндөр даралттай хийгээр үлээлгэн үнсний бункерын ёроол уруу унагах бөгөөд тэвэрлэх төхөөрөмжөөр дамжуулан үнсний бункерээс үнс, тоосонцорыг зөөвөрлөнө.

2. Туршилт явуулсан арга зүй

2.1. Туршилтын зорилго.

Амгалан ДС-ын эргэлдэх буцлах давхарга бүхий галын хотолтой QXF116-1.6/130/70 маягийн ус халаах зуухнуудын үнс барих тоноглолын туршилтыг хийж тэдгээрт орж байгаа ба гарах утааны хий дэх үнс, тоосонцорын агууламжийг хэмжиж тодорхойлсны үндсэн дээр уутат үнс баригчийн үнс барилтын АҮК-г тодорхойлон улсын стандарттай харьцуулан дүгнэлт гаргах.

2.1.1. Бэлтгэл ажил.

Үнс баригчийн туршилт явуулахдаа дараах бэлтгэл ажлуудыг хийж гүйцэтгэнэ. Үүнд:

- Турших зуухны үнс баригчийн бичиг баримт, паспортын техникийн үзүүлэлт-тэй танилцах;
- Зуухныүнс барих тоноглолын туршилтынсхембэлтгэх (шаардлагатай тохиолдолд проб, штуцергагнуулах, хэмжиххэсгийнхөндлөнөгтлолынталбайгхэмжижт одорхойлох)

2.1.2. Туршилт, судалгаа, хэмжилтийн ажил

А. Түлш, шаарга:

- Түлшний зарцуулалты гхэмжих;
- Түлшний сорьцийг авч түүний илчлэг, дэгдэмхий бодис, чийглэг, үнслэг зэрэг үзүүлэлтүүдийг лабораторид тодорхойлуулах;
- Галын хотлын буцлах давхарга дахь түлшний шаталтын буюу үүсэх дөлний температур, °С;

Б. Утааны хийн зам:

- Зуухнаас гарах утааны температур, °С
- Үнс баригчид орох ба гарах утааны хий дэх

дэгдэмхий үнсний агууламжийг хэмжиж тодорхойлох

В. Усны хэмжилт

- Зуух тус бүрд орох сүлжээний усны даралт, МПа;
- Зуух тус бүрээс орох сүлжээний усны температур, °С;
- Зуух тус бүрийн сүлжээний усны зарцуулалт, т/ц;
- Зуух тус бүрд гарах сүлжээний усны даралт, МПа;
- Зуух тус бүрээс гарах сүлжээний усны температур, °С.

Эргэлдэх буцлах давхаргатай зуухны үнс баригчийн туршилтын үеийн хэмжилтийн үр дүнг тооцоолж үнс баригчийн АҮК-ийг, утаатай хаягдаж байгаа дэгдэмхий үнсний агууламжийг тодорхойлсон.

Туршилтанд хэрэглэсэн зарим зөөврийн хэмжүүрүүдийг дараах зурагт харуулав.



Зураг 2.1. TESTO 735 температурын хэмжүүр



Зураг 2.2. Тоосны хэмжүүр

3. Үнс баригчийн туршилт, үр дүн

Үнс баригчийн туршилтыг 2016-2017 онд хийж гүйцэтгэсэн. Туршилтыг гүйцэтгэхдээ БНХАУ-ын "LeiboPM-2.5" маркийн тоосны хэмжүүрийг ашиглан уутат шүүлтүүрийн өмнө ба дараагаар урьдчилан бэлтгэсэн сорьцын цэгт түүний анхдагч буюу дээжээ авах хэрэгслээ байрлуулан хэмжилтийг хийсэн.



Зураг 3.1. Үнс баригчийн өмнөх хэмжилт



Зураг 3.2. Үнс баригчийн дараах хэмжилт

Үнс, тоосонцорын хэмжээг тодорхойлохдоо жингийн арга ашигладаг бөгөөд ингэхдээ сорьц шингээж авах шинэ шүүлтүүрийг урьдчилан хатаан жинлэн бэлтгээд түүнийгээ анхдагч дотор байрлуулан дээжийг авах ба үүний дараа дээжээ дахин хатаан жигнэж, тооцоонд оруулан бодож, стандарт утгад шилжүүлдэг. Ингэж бодсон стандарт утгыг 3.1-р хүснэгтэнд үзүүлэв.

Туршилтын үр дүнгээс харахад үнс баригчийн дараагаар буюу уутат шүүлтүүрийн дараах үнс, тоосонцорын хэмжээ туршилтын үед 2.09-10.65 мг/м³ буюу дундажаар 7.52 мг/м³ байгаа нь Монгол улсад хүчин төгөлдөр мөрдөгдөж байгаа “MNS 6298: 2011” стандартад заасан (50 мг/м³) стандарт утгаас 6.65 дахин бага байна. Өөрөөр хэлбэл шүүлтүүрийн ажиллагааг сайн байгааг харуулж байна [2].

Туршилтыг хийх үед эхний хэмжилтүүдийг тус станцын зуухны яндан дээр байрлуулсан хийн шинжилгээний багажийн хэмжилтийн утгатай харьцуулах зорилгоор уутат шүүлтүүрийн дараа хэмжсэн ба энэ хэмжилтийн утгууд тухайн үеийн суурин хэмжүүрийн хэмжилтийн утгатай ойролцоо зааж байсан тулцаашдаа шүүлтүүрийн дараагаар хэмжихгүйгээр зөвхөн өмнө нь хэмжиж дараах хэмжилтийг суурин хэмжүүрийн заалтаар авч тооцох болсон.

Хүснэгт 3.1

Уутат шүүлтүүрийн туршилтын дээжийг тооцолсон стандарт утга

Он.сар. өдөр	Шүүлтүүр ба зуухны дугаар	M, g	M2, g	Tc, °C	V, L	V _N , L	C, mg/m ³
2016.12.08	61/дараа/ К-3	0.7039	0.7053	10.6	801.20	670.62	2.09
2016.12.08	80/дараа/ К-3	0.9412	0.9483	11.3	798.56	666.77	10.65
2016.12.08	81/дараа/ К-3	0.7039	0.7053	9.8	787.96	661.41	9.83
2016.12.08	63 /өмнө/ К-3	0.7141	2.2652	6.9	468.7	397.49	3902.15
2016.12.08	65 /өмнө/ К-1	0.7234	2.9526	11.4	399.3	333.28	6688.61
2016.12.08	66 /өмнө/ К-1	0.7357	3.0683	2.6	403.2	347.28	6716.7
2016.11.27	69 /өмнө/ К-3	0.7449	2.6679	0.4	239.3	207.77	9255.33
2016.11.27	80 /өмнө/ К-3	0.8065	3.1956	0.3	149.00	129.42	18460.54
2016.11.28	81 /өмнө/ К-3	0.7435	0.8768	7.2	252.80	214.17	622.41
2017.01.07	61 /өмнө/ К-3	0.8278	3.1322	3.7	245.30	210.44	10950.30
2017.01.07	63 /өмнө/ К-3	0.9135	4.668	3.7	213.70	183.33	20479.22
2017.01.09	65 /өмнө/ К-3	0.894	9.1608	9.6	231.80	194.71	42457.34
2017.01.09	66 /өмнө/ К-3	0.8802	3.5099	7.9	287.60	243.041	10819.96
2017.01.09	69 /өмнө/ К-2	0.7562	2.4824	4.6	243.80	208.471	8280.06
2017.01.09	80 /өмнө/ К-2	0.6978	5.9034	3.2	253.20	217.611	23921.44

Дээрх аргачлалаар туршилтыг гүйцэтгэн хэмжилтийн утгуудыг авч ашиглан дараах томъёогоор үнс баригчуудын АҮК-ийг тооцсон.

$$\eta_{y\sigma} = \left(\frac{G_{y\text{nc}1}}{G_{y\text{nc}1} - G_{y\text{nc}2}} \right) \cdot 100\%$$

Энд: $G_{y\text{nc}1}$ - үнс баригчийн өмнөх утааны хий дэх үнс, тоосонцорын жин, г; $G_{y\text{nc}2}$ - үнс баригчийн дараах утааны хий дэх үнс, тоосонцорын жин, г.

Дээрх томъёогоор тооцсон үнс баригчуудын АҮК-ийг зуух тус бүрийн хувьд тодорхойлон 3.2-р хүснэгтээр харуулав.

Хүснэгт 3.2

Зуухнуудын үнс баригчийн АҮК

№	Зуухны дугаар	Зуухны үнс баригчийн АҮК, %
1	К-3	99.81
2	К-1	99.89
3	К-1	99.89
4	К-3	99.92
5	К-3	99.96
6	К-3	98.79
7	К-3	99.93
8	К-3	99.96

9	К-3	99.98
10	К-3	99.93
11	К-2	99.91
12	К-2	99.97

Энэ хүснэгтээс харахад ЛКРВ төрлийн үнс баригчийн АҮК 98.79...99.97%, дундажаар 99.83% байна.

ДҮГНЭЛТ

Туршилтын үр дүнгээс харахад үнс баригчийн АҮК 98.79...99.97 %, дундажаар 99.83 % байгаа бөгөөд уутат шүүлтүүрийн дараах үнс, тоосонцорын хэмжээ туршилтын үед 2.09-10.65 мг/нм³ буюу дундажаар 7.52

мг/нм³ байгаа нь “MNS 6298: 2011 Шинэ ДЦС ба ДС-ын уурын ба ус халаах зуухны ашиглалтын үед агаар мандалд хаях утааны найрлага дахь зарим агаар бохирдуулах бодисын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ, тэдгээрийг хэмжих арга” стандартад заасан (50 мг/нм³) стандарт утгаас 6.65 дахин бага байна.

Ашигласан амтериал

1. ЛКРВ-төрлийн уутат шүүлтүүрийн хийц, ашиглалтын заавар. 2016 он.
2. Эргэлдэх буцлах давхаргад түлш шатаах технологи бүхий QXF-116-1,6/130/70маркийн зуухнуудын дулаан техникийн туршилтын тайлан. 2017 он.

2-р хэсэг.

**МАГИСТР ОЮУТНУУДЫН
ИЛТГЭЛҮҮД**

ДАРХАН ДЦС ТӨХК-НЫ ТЭЖЭЭЛИЙН УСНЫ ШИНЖИЛГЭЭ

Н.Чимэддорж*, Д.Чимэдсүрэн**

*Дархан ДЦС ТӨХК,

**Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Тэжээлийн усны деаэратор нь дулааны цахилгаан станцын технологи ажиллагааны салшгүй бүрэлдэхүүн хэсгийн нэг бөгөөд түүний ажиллагааны горимыг судалж, параметруудийг нь хэвийн хэмжээнд барьж ажиллуулах асуудал тус станцын эдийн засгийн болон найдвартай ажиллагаанд онцгой ач холбогдолтой юм.

Деаэраторт хийсэн дулаан-техникийн туршилтын ажлын зорилго нь деаэраторын технологийн процессыг судалсны үндсэн дээр түүний хэвийн найдвартай ажиллагааг хангах зохистой горимыг тогтооход чиглэгдсэн болно.

Судалгааны ажлаар Дархан-Уул аймгийн “ДЦС” ТӨХК-ны тэжээлийн усны деаэраторын ашиглалтын одоогийн байдалд үнэлгээ өгч, түүний ажиллагааны горимыг судлах зорилгоор 2-р деаэраторт сүүлийн хоёр жил судалгаа хийж, тэдгээрт дулаан-техникийн туршилтыг хийсэн.

Түлхүүр үг. Хийн хольц, деаэратор, усны чанар, дулаан техникийн туршилт.

I. ОРШИЛ

Уурын турбинт дулааны цахилгаан станцуудад усанд уусмал байдалтай орших хийг зайлуулахдаа усыг дулааны аргаар задлах (деаэрацлах) аргыг өргөн хэрэглэдэг.

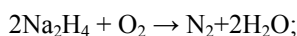
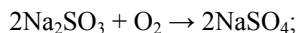
Уурын турбинт дулааны цахилгаан станцын тэжээлийн усны сэргээн халаах системд уснаас хийг ялгах буюу деаэрацлах төхөөрөмжүүд дараах үүрэгтэй [3].

1.Тэжээлийн уснаас металлыг зэврүүлэх шинж чанартай бөгөөд түүнд уусмал байдалтай байгаа O_2 , CO_2 гэх мэт түүнчлэн бикарбонат ($NaHCO_3$, NH_4 , CO_3 , Na_2CO_3 зэрэг) ба карбонатуудын дулааны задралын процесстүүссэн хийг аль болохуйц бүрэн гүйцэт зайлуулах;

2. Зууханд орох тэжээлийн усны зарцуулалт ба турбины үндсэн конденсатын хоорондын балансын зөрүүг нөхөхөд зориулсан усыг нөөцлүүр-баканд бий болгож хадгалах;

3. Сэргээн халаах системд тэжээлийн усыг халаах.

Түүнчлэн деаэраторт усыг дулааны аргаар боловсруулсны дараа түүнд үлдсэн хүчилтөрөгчийг химийн аргаар (гидразингидрат- $N_2H_4 \cdot H_2O$) сульфитнатри ба гидразин сульфат хэрэглэн хоргүйжүүлэх буюу хүчилтөрөгчийг зайлуулдаг. Тэжээлийн усанд сульфитнатри болон гидразингидратыг нэмэхэд дараах химийн урвалууд явагдана.



Усанд байгаа хийнүүдийн агууламжийг тодорхойлох үндсэн хүчин зүйлүүд нь тэдгээрийн

тэнцвэрт байдал, усны даралт, температур, хийн хольцийн бүтэц ба хийн физик шинжүүд юм. Десорбци (шингэн-ус)-д уусмал байдалтай орших хийн төлөв байдалтай бодисыг цэвэрлэх процессыг десорбци буюу хийг ялгах гэж нэрлэдэг), фазын тэнцвэрт байдал (нэг фазаас нөгөө фазад хийг шилжүүлэх процесс нь хоёр фазад орших хийнүүдийн парциаль даралтын ялгаварт үндэслэгдсэн байдаг. Фазууд тогтмол даралт, температурын үед удаан хугацаанд харилцан хүрэлцэхэд парциаль даралтуудын тэнцвэртэй байдал тогтож, фазын шинэ тэнцвэр үүснэ. Энэ тэнцвэр нь десорбци процесс явагдах статистик төлөв байдлыг тодорхойлдог.

Шингэнд хий нь уусч нэгэн төрлийн систем (гомоген)-ийг үүсгэсэн байх тул түүнээс зэврүүлэх чанартай болон инертын хийг нэвчүүлэх (диффузи) аргаар цэвэрлэдэг [4,7].

Генрийн хууль:

Тэнцвэрийн төлөв байдал нь хийн фаз дахь хийн агууламжийн шингэн фаз дахь түүний агууламжид харьцуулсан илэрхийлэл болох фазын тэнцвэрийн тогтмолоор тодорхойлогддог. Генрийн хууль ёсоор шингэн дэх хийн агууламж нь шингэний гадаргуу дээр орших хийн фазад тухайн хийн эзлэх парциаль даралттай шууд пропорциональ хамааралтай байдаг.

$$C_x = K_r P_x \text{ мг/кг}$$

Энд: P_x - хийн парциаль даралт; K_r - фазын тэнцвэрийн тогтмол (Генрийн тогтмол) мг/кг Па; C_x - уусмал дахь хийн массын агууламж.

Генрийн коэффициент нь зөвхөн уусмалын температураар тодорхойлогдох бөгөөд фазын тоон бүтэц ба системийн ерөнхий даралтаас хамаарахгүй. Генрийн хууль нь хийн критик температураас дээш температуртай уусмалуудад тохирно.

Хий-шингэний системийн критик төлөвт хий ба шингэн нь бие биеэсээ ялгарахгүй бөгөөд нэгэн адил хувийн эзэлхүүнтэй байдаг онцлогтой. Энэ төлөв байдал нь түүний критик даралт (P_k), температур (T_k) – аар тодорхойлогдоно. Зарим бодисуудын критик параметруудийг 1.1-р хүснэгтэд үзүүлэв [8].

Хүснэгт 1.1

Зарим төрлийн хийн критик параметрууд

№	Бодисын нэр	Томьёо	$T_{кр}$ °C	$P_{кр}$ Мпа	Нягт кг/см ³
1	Усны уур	H_2O	374.4	22.56	0.307
2	Агаар		-140	3.72	0.31
3	Азот	N_2	-147	3.45	0.311
4	Хүчилтөрөгч	O_2	-118	4.97	0.41
5	Нүүрс хүчлийн хий	CO_2	31.0	7.3	0.468
6	Аммиак	NH_3	132.	1.15	0.235

Усанд ууссан хийг бүрэн хэмжээгээр ялгаж зайлуулах боломжгүйч тэдгээрийг аль болохуйц бүрэн зайлуулах нөхцлийг бүрдүүлэх шаардлагатай юм.

Уснаас хийг зайлуулах процесс нь шингэн фазад тухайн хийн агууламжинд харгалзах парциаль

даралттай тэнцүү болох хүртэл явагддаг. Ийм учраас тэжээлийн усанд хорт хийнүүдийг агуулахгүй байхын тулд усны гадаргуу дахь хорт хийнүүдийн парциаль даралтуудыг бууруулах хэрэгтэй байдаг. Энэ процессыг гүйцэтгэхдээ усны гадаргуу дээрх хийн хольцын даралтыг бууруулах эсвэл хийн хольцийн даралт тогтмол байхад хийнүүдийн парциаль даралтыг өөрчлөх замаар явуулах боломжтой. Ер нь усны гадаргуутай шууд хүрэлцэж байгаа хийн парциаль даралт (P_n) нь тэнцвэрийн даралт (P_T)-аасаа их байвал ($P_n > P_T$) усанд хий шингээгдэх процесс явагдах бөгөөд харин эсрэг тохиолдолд ($P_n < P_T$) уснаас хий ялгарах процесс явагддаг. Хийн тэнцвэртэй орших үеийн парциаль даралт ба тухайн бодит нөхцөл дэх парциаль даралтуудын ялгавар нь деаэраторт дулааны аргаар усыг боловсруулах үндсэн нөхцөл буюу хөдөлгөх хүч нь болдог.

II. ТЭЖЭЭЛИЙН УСНЫ ДЕАЭРАТОРТ ТАВИГДДАГ ТЕХНИКИЙН ШААРДЛАГУУД

Уурын зуухны тэжээлийн усны деаэраторт тавигддаг техникийн шаардлагууд:

Уурын зуухны тэжээлийн усны деаэраторт ГОСТ16860-88-ын дагуу дараах техникийн шаардлагууд тавигддаг. Тэжээлийн усанд уусмал байдалтай хийнүүдээс хамгийн их зэврүүлэх чанартайг нь хүчилтөрөгч гэж үзэх боловч чөлөөт нүүрсхүчлийн хий ч хортой хийд тооцогддог.

Азот болон бусад зарим хийнүүд нь химийн талаасаа инертийн чанартай ч конденсацлагддаггүй учир дулаан солилцох аппаратуудад уур конденсацлагдах процессын үр ашгийг бууруулахад нөлөөлдөг. Иймд эдгээр хийг мөн зайлуулах шаардлагатай байдаг.

$$\Delta P = P_T - P_0$$

Тэжээлийн усны хүчилтөрөгчийн агууламж:

Деаэраторын төхөөрөмжөөс зууханд орох тэжээлийн усны хүчилтөрөгчийн агууламж нь 3.9 МПа даралттай уур боловсруулах зууханд 0,02 мг/л, 9,8...23,5 МПа даралттай зууханд 0,01 мг/л-ээс ихгүй байх ёстой [1]. Харин дулааны сүлжээний нэмэлт усанд агуулагдах хүчилтөрөгчийн хэмжээ нь 0,1 мг/л байдаг [1]. Тэгвэл байгаль дээр орших усанд хүчилтөрөгчийн агууламж ихэвчлэн 10 мг/л орчим байдаг байна.

Деаэраторын бусад үзүүлэлтүүд:

Деаэраторт өгөгдөж байгаа усанд чөлөөт нүүрсхүчлийн хий 20 мг/кг, бикарбонаты ншүлтлэгийн хэмжээ 0,2...0,4 мг-экв/кг байхад деаэратораас гарч байгаа усанд чөлөөт нүүрсхүчлийн хий агуулагдахгүй байх ёстой [1,2].

Деаэратор хэвийн ачааллынхаа 30...100 хувьд ажиллаж байхад тэжээлийн уснаас хорт хийнүүдийг зөвшөөрөгдөх хэмжээнд хүртэл цэвэрлэх боломжтойгоор хийгдсэн байдаг [2]. Энэ тохиолдолд деаэраторт цэвэрлэгдэж байгаа тэжээлийн усны халалтын хэмжээ 10...40 °C-ын хязгаарт байна.

III. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ТУРШИЛТ, ҮР ДҮН

Тэжээлийн усны деаэратор нь дулааны цахилгаан станцын технологи ажиллагааны салшгүй бүрэлдэхүүн хэсгийн нэг бөгөөд түүний ажиллагааны горимыг судлаж, параметруудыг нь хэвийн хэмжээнд барьж ажиллуулах асуудал тус станцын эдийн засгийн болон найдвартай ажиллагаанд онцгой ач холбогдолтой юм.

Судалгааны ажлаар Дархан-Уул аймгийн “ДДС” ТӨХК-ны тэжээлийн усны деаэраторын ашиглалтын одоогийн байдалд үнэлгээ өгч, түүний ажиллагааны горимыг судлах зорилгоор 2-р деаэраторт сүүлийн хоёр жил судалгаа хийж, тэдгээрт дулаан-техникийн туршилтыг хийсэн.

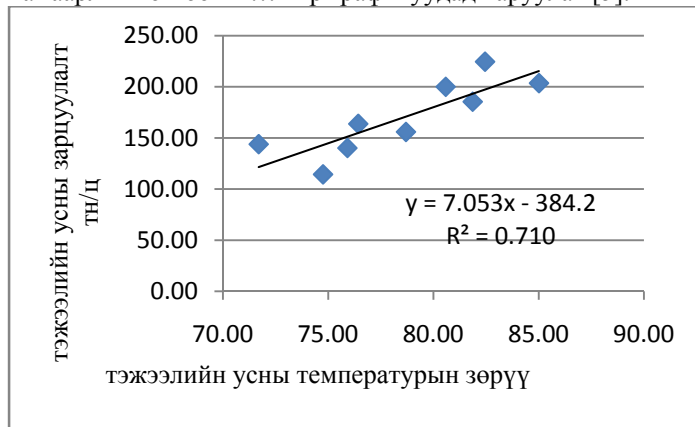
Туршилт явуулахдаа программыг нарийн мөрдөж, тоноглолын ачааллыг өөрчлөх, залгалт, салгалт хийх үйлдлүүдийг шуурхай ажиллагааны хүмүүсээр гүйцэтгүүлж байв.

Туршилтын үед тэжээлийн усны химийн шинжилгээг станцын хими цехийн холбогдох мэргэжлийн хүмүүсээр хийлгэж байв. Уур, усны зарцуулалт, тэдгээрийн параметруудыг хэмжихдээ тус станцад ашиглаж байгаа байнгын болон зөөврийн зориулалттай багаж, хэрэгслүүдийг ашигласан болно.

Судалгааны хүрээнд дээр дурьдсан деаэраторт дотоод үзлэг хийсний үндсэн дээр эд ангиуд, тэдгээрийн бэхэлгээ, элэгдэж гэмтсэн эсэх болон зэврэлт үүссэн байдал зэргийг шалгасан бөгөөд үзлэгийн үед 2-р деаэраторын толгойн хэсгийн 2-р эгнээний нүхтэй тавагны бэхэлгээ салснаас тавагны нэг сегмент унасан байв. Деаэраторын дотор гадаргууд бүхэлдээ жигд бага зэрэг (1.5 мм) зузаантай зэврэлт үүссэн байсан нь ажиглагдсан.

Деаэраторуудад хийсэн дулаан-техникийн туршилтаар тэдгээрт өгөгдөж байгаа болон тэдгээрээс гарч байгаа уур, усны урсгалуудын зарцуулалт, параметрууд (даралт, температур, хүчил шүлтийн харьцаа) болон тэжээлийн усанд байгаа хорт хийнүүдийн агууламжийн хэмжээг тодорхойлж, хоорондох хамаарлыг тогтоох зорилго тавьсан.

Тэжээлийн усны ДСА-200 маягийн деаэраторын ашиглалтын түвшин, үүний ажиллагааны горимд хийсэн судалгаа, дулаан-техникийн туршилт Туршилтаар тэжээлийн усны дараах үзүүлэлтүүдийн хамаарлыг тогтоож 1...4-р графикуудад харуулав [5].



Зураг 1. Деаэрацлагдсан усны зарцуулалт, температурын өөрчлөлтийн хамаарал

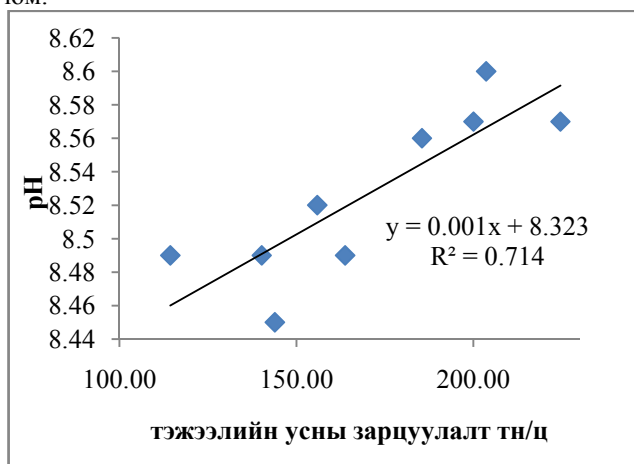
1-р зургаас харахад деаэраторт орж байгаа усны зарцуулалт нэмэгдэхэд усны халалтын хэмжээ буурч байна. Бидний хийсэн хэд хэдэн удаагийн туршилтаас үзэхэд деаэраторт өгөгдөж байгаа гол хүйтэн урсгал болох турбины үндсэн конденсат болон конденсатын нөөц бакнаас орж байгаа ус деаэраторт 60...73 °C –ээр халж байв.

Деаэраторт орж байгаа усны зарцуулалтын 34...72 хувийг дээр дурьдсан конденсатууд эзэлж байгаа ба

тэдгээрийн температур нь зарцуулалтаас хамаарахгүйгээр 63...72 °C байна.

Тэжээлийн усны дезараторуудыг 30...100 хувийн ачаалалтай ажиллаж байхад тэдгээрт усны халалтын хэмжээ 10...40 °C байх ёстой. Гэтэл бидний туршилт хийсэн дезараторуудад усны халалтын хэмжээ ном, сэтгүүлд бичсэнээс 1.6...2.0 дахин их гарч байна. Энэ нь тухайн станцад уур, усны дотоод алдагдал хэвийн хэмжээнээс ихэссэнээс дезараторыг харьцангуй нам температуртай нэмэлт ус (БЗК –ын конденсат)-аар тэжээж байгаатай холбоотой юм. Дезараторт орж байгаа хүйтэн урсгал хэт нэмэгдэхэд түүний ажиллагааны хэвийн горим алдагдаж тэжээлийн усанд агуулагдах хорт хийн хэмжээг нэмэгдүүлэх нэг хүчин зүйл болдог. Учир нь усанд уусмал байдалтай агуулагдах хийн хэмжээнд усны температур ихээхэн нөлөө үзүүлдэг.

Эндээс үзэхэд дезаратораас гарч байгаа тэжээлийн усны температур нь тухайн дезараторт өгч байгаа уурын даралтанд харгалзах ханалтын температуртай шууд хамааралтай учраас дезараторт орж байгаа усны зарцуулалтаас хамааруулан уурын даралтыг нарийн тохируулах шаардлагатай гэсэн дүгнэлт хийж болох юм.



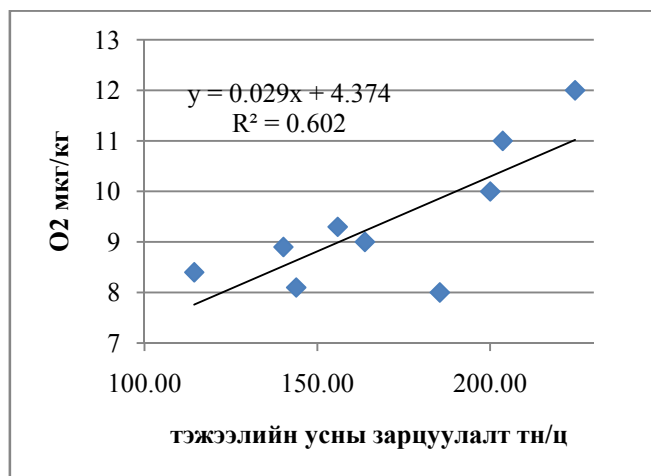
Зураг 2. Тэжээлийн усны зарцуулалт ба pH-ийн хамаарал

2-р графикт тэжээлийн усны зарцуулалт ба pH-ийн хамаарал хэрхэн хамаардагийг үзүүлсэн байна.

Судалгаанаас үзэхэд тэжээлийн усны зарцуулалтын өөрчлөлтөөс pH-ийн харьцаа тодорхой утгатай байх бөгөөд бараг тогтмол байна.

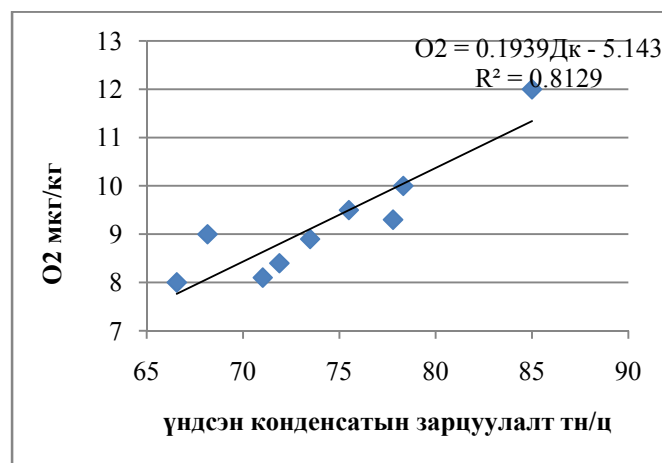
Гэхдээ тэжээлийн усны хүчил, шүлтийн хэмжээнээс тэжээлийн усанд агуулагдах нүүрсхүчлийн хийн хэмжээ үлэмж хамаарна. Ашиглалтын практикаас үзэхэд тэжээлийн усны pH = 8.4 байх нь зохистой бөгөөд энэ тохиолдолд CO₂ бараг тэгтэй тэнцүү болдог.

Бидний хийсэн туршилтаас харахад турбогенераторын ачааллыг өөрчлөхөд усны pH = const үед тэжээлийн усны CO₂ нь буурч байв. Энэ нь үндсэн тоноглолын ажиллагааны горимоос дезараторын төхөөрөмжийн ажиллагаа буюу дезарацийн процесс ихээхэн хамааралтай байдгийг гэрчилж байгаа нэг хүчин зүйл юм.



Зураг 3. Тэжээлийн усны зарцуулалтбахүчилтөрөгчийн хамаарал

3-р зургаас дезараторын ачааллын тодорхой хязгаарт тэжээлийн усанд байх нүүрсхүчлийн хийн агууламж хамгийн бага байдаг болох нь харагдаж байна. Харин дезараторын ачаалал зохих хязгаараас ихсэх буюу багасахад тэжээлийн усанд агуулагдах хорт хийн хэмжээ өсч байгаа нь дезараторын ажиллагааны зохистой горимыг тогтоох асуудал чухал болохыг гэрчилж байна.



Зураг 4. Үндсэн конденсат ба хүчилтөрөгчийн хамаарал

Дезараторт орж байгаа үндсэн конденсат ба тэжээлийн усанд агуулагдах хүчилтөрөгчийн хоорондох хамаарлыг 4-р графикт харуулав. Графикаас үзэхэд дезараторт усны халалт нэмэгдэхэд хүчилтөрөгчийн хэмжээ алгуур өсч байна. Гэвч дезараторын ажиллагааны горимтой холбоотой сурах бичиг, судалгааны материалаас үзэхэд усны халалтаас тэжээлийн усанд агуулагдах хүчилтөрөгчийн хэмжээ төдий л их хамаардаггүй бараг тогтмол байдаг [2].

Туршилт хийж байхад дезараторт орж байгаа хүйтэн урсгалын ихээхэн хувийг нөөц конденсатын бак (БЗК)-аас ирж байгаа ус эзэлж байсан нь дезараторын ажиллагааны хэвийн горимд нөлөөлсөн байх талтай юм. Өөрөөр хэлбэл дезараторт усны халалт зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс ихсэх нэг шалтгаан болсон гэх үндэстэй.

ДҮГНЭЛТ

1. Дезараторт өгч байгаа конденсатуудын зарцуулалтын харьцаанаас хамааруулан уурын

даралтын оновчтой утгыг хангахуйцаар автомат удирдлагыг тохируулах нь зүйтэй.

2. Станцын уур, конденсатын дотоод алдагдал тогтоосон хэмжээнээс ихэссэнээс конденсатын нөөц бак (БЗК)-аас өгөх усны зарцуулалтыг хэт нэмэгдүүлж байгаа нь деаэраторын ажиллагааны горим зөрчигдөх шалтгаан болж байна.

3. Деаэраторт орж байгаа уур, усны шугамуудыг холбох схем нь төслийн болон техник ашиглалтын шаардлагыг хангаж байгаа эсэхийг нарийвчлан тооцсоны үндсэн дээр зарим өөрчлөлт хийх шаардлагатай.

4. Турбинуудын ажиллагааны горим ч деаэраторын хэвийн ажиллагаанд ихээхэн нөлөөлж байна. Тухайлбал, турбинуудын тохируулгатай өглөг (отбор)-уудын ачаалал бага буюу конденсацийн горимоор ажиллаж байхад конденсаторт орох уурын зарцуулалт нэмэгдэж эжекторын ажиллагааг хүндрүүлэх талтай байдаг.

Ашигласан материал

1. *Техник ашиглалтын дүрэм.*

ДЦС 4 –Т АШИГЛАЖ БАЙГАА ЦАХИЛГААН ХӨДӨЛГҮҮРҮҮДИЙН АШИГЛАЛТЫН СУДАЛГАА

Р.Айболаг*, С.Эрдэнэтуяа*

*Монгол УлсынШинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Аливаа улс орны хөгжилд эрчим хүч нь чухал үүрэгтэй байдаг бөгөөд зөвхөн аж үйлдвэрийн салбарт биш нийгмийн бүхий л амьдралд шийдвэрлэх үүрэг гүйцэтгэдэг. Бусад салбаруудын найдвартай ажиллагааг хангахын тулд цахилгаан системийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх нь эн тэргүүний зорилт юм. Манай орны эрчим хүчний системийг ДЦС –ууд бүрдүүлдэг.

Цахилгаан хөдөлгүүрүүд нь ДЦС –н гол хэрэглэгч бөгөөд станцын дотоод хэрэгцээний цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээний гол хэрэглэгчид нь цахилгаан хөдөлгүүрүүд байдаг. Иймээс ДЦС–ын дотоод хэрэгцээний цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг бууруулахын тулд асинхрон цахилгаан хөдөлгүүрийн АҮК–г паспортанд өгөгдсөн хэмжээнд аль болох хүргэж ажиллуулах хэрэгтэй. Иймд ДЦС–ийн цахилгаан хөдөлгүүрүүдийн найдвартай ажиллагааг хангахын тулд гэмтлийг бууруулах, хамгаалалтуудыг сайжруулахын тулд одоо байгаа хөдөлгүүрүүдийн техник үзүүлэлтүүдийн харьцуулсан судалгааг хийлээ.

Түлхүүр үг. Цахилгаан хөдөлгүүр, гэмтэл, насжилт, актив, реактив чадал.

ОРШИЛ

Цахилгаан хөдөлгүүрүүд нь ДЦС –н гол хэрэглэгч юм. Механик энергийг хувьсах гүйдлийн цахилгаан энерги болгох (генератор) буюу эсрэг хувиргалт гүйцэтгэдэг (хөдөлгүүр) цахилгаан машиныг хувьсах гүйдлийн машин гэнэ. Хувьсах гүйдлийн бүх цахилгаан машины ажиллах зарчим эргэлдэх соронзон орон дээр суурилдаг учир тэдгээрийг ихэвчлэн олон фазын ороомогтой хийдэг бөгөөд хамгийн өргөн ашиглагддаг нь гурван фазын машин юм. Цахилгаан машинуудаас

2. Б.Э.Капелович. “Эксплуатация паротурбинных установок”. М, Энергоатомиздат, 1985, 304 с.
3. В.И.Кирюхин, Н.М.Тараненко, Е.П.Огурцова и др. “Паровые турбины малой мощности КТЗ”. М.: Энергоатомиздат. 1987. 216 с.
4. <https://yandex.ru/search/?lr=10606&msid>
5. Дархан ДЦС ТӨХК-ийн ТЭЗҮ-ийн тайлангууд.
6. ЭХЗГ “ДЦС-ын техник эдийн засгийн үзүүлэлтийн тооцооны аргачилсан заавар”. 2006 он. УБ хот.
7. https://www.google.mn/search?q=%D1%85%D0%B0%D0%B0%D0%BB%D1%82+%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=BUzNX5YNaEU3WM%253A%252CHzb4FomN9t2ZcM%252C&usg=rJZ7sOAJsvMT33ReJQi3oXqNZU%3D&sa=X&ved=0ahUKEwifxcirzp_YAhVJRhQKHQseCtoQ9QEIJzAA#imgrc=BUzNX5YNaEU3WM
8. <http://prestige.khas.mn/?m=products&sec=view&id=3687>

хамгийн энгийн хийцтэй болох асинхрон хөдөлгүүр нь бусад бүх машины адил статор ба ротор гэх үндсэн 2 хэсгээс тогтдог. Цахилгаан хөдөлгүүр нь өөрийн тогтоогдсон чадлынхаа 50 –аас дээш хувьд ажиллаж байгаа нөхцөлд хөдөлгүүрийн голын чадал нь хэрэглэсэн цахилгаан эрчим хүчний 80 ... 95 хүртэл хувьтай тэнцэнэ [1].

ДЦС–н гол хэрэглэгч болох цахилгаан хөдөлгүүрүүдийг сайн менежментээр нилээн хэмнэлт гаргаж болох талтай. ДЦС–4 –ийн хэмжээнд ашиглагдаж байгаа дотоод хэрэгцээний цахилгаан хөдөлгүүрүүдийн судалгааг хэрэглэх чадлаар нь харьцуулан хүснэгт 1 –д үзүүлэв. Тус станцад 1000 кВт-аас дээш чадалтай 6 төрлийн цахилгаан хөдөлгүүр ашиглагдаж байгаагаас хамгийн их чадалтай нь ПЭН –ны цахилгаан хөдөлгүүр байна.

Хүснэгт 1

6кВ-ын цахилгаан хөдөлгүүрийн судалгаа

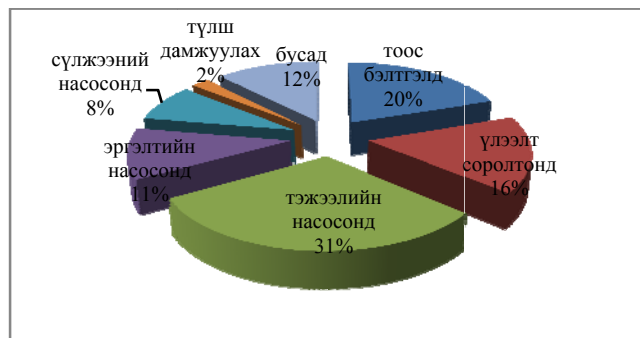
U -н түвшин	Хөдөлгүүрийн төрөл	Тоо /ш/	Чадал /кВт/
6 кВ	ДС	8	1700
	ДВ	8	1250/750
	ДРГ	10	400
	MILL /K1-K4/	16	280
	MILL /K5-K8/	16	330
	PGF /K1-K4/	16	450
	PGF /K5-K8/	16	530
	БН /1,2,3/	3	630
	БН /5,6,7/	3	400
	СЭН	5	1350
	ПСН	6	766
	ПЭН	8	4000
	ПМН	6	320
	ЦН	8	1000
	КНТ	6	250
	КНПСГ	9	250
	МД	2	1250
РВ	1	800	

Хүснэгтээс харахад 6 кВ –ын 148 ширхэг, 0.4 кВ –ын 585 цахилгаан хөдөлгүүр байдаг ба станцын дотоод хэрэгцээний цахилгаан хөдөлгүүрүүдийг 7 бүлэг болгон хувааж 6 жилд хэрэглэсэн ЦЭХ –ний хэрэглээг зориулалт тус бүрээр хүснэгт 2-т, ЦЭХ-ний хэрэглээний эзлэх хувийг зураг 1-д тус тус үзүүлэв.

Хүснэгт 2

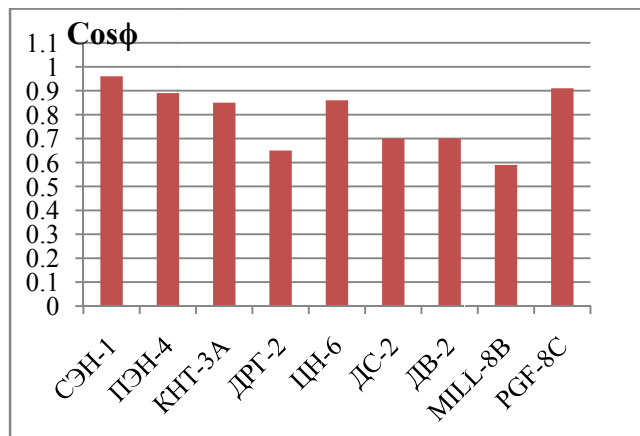
Тоноглолуудын ЦЭХ- ний хэрэглээний судалгаа /сая.кВт.ц/

Зориулалт	2011он		2012он		2013он		2014он		2015он		2016он		Нийт
	Тоос бэлтгэлд	Үлээлт, соролтонд	Тоос бэлтгэлд	Үлээлт, соролтонд	Тоос бэлтгэлд	Үлээлт, соролтонд	Тоос бэлтгэлд	Үлээлт, соролтонд	Тоос бэлтгэлд	Үлээлт, соролтонд	Тоос бэлтгэлд	Үлээлт, соролтонд	
Төгс бэлтгэлд	80.21	64.03	81.17	68.96	79.93	65.71	86.64	71.29	90.36	89.17	75.72	507.48	
Үлээлт, соролтонд	115.12	36.42	123.01	40.98	126.16	42.61	135.9	45.34	138.18	145.34	55.41	416.98	
Тэжээлийн насосонд	31.82	31.71	31.71	31.71	33.24	33.24	36.29	36.29	35.65	39.11	39.11	783.71	
Эргэлтийн насосонд	6.6	7.24	7.24	7.24	8.3	8.3	8.47	8.47	9.02	9.35	9.35	275.52	
Сүлжээний насосонд	47.57	53.99	53.99	53.99	54.82	54.82	52.93	52.93	53.87	49.31	49.31	207.82	
Тулш дамжуулахад	381.77	407.06	407.06	407.06	410.77	410.77	436.86	436.86	453.11	463.41	463.41	48.98	
Бусад	381.77	407.06	407.06	407.06	410.77	410.77	436.86	436.86	453.11	463.41	463.41	312.49	
Нийт	381.77	407.06	407.06	407.06	410.77	410.77	436.86	436.86	453.11	463.41	463.41	2553	
%	19.87	16.33	19.87	16.33	20.69	10.79	8.14	1.91	12.24	19.87	16.33	10.79	12.24



Зураг 1.Тоноглолуудын ЦЭХ- ний хэрэглээний эзлэх хувь

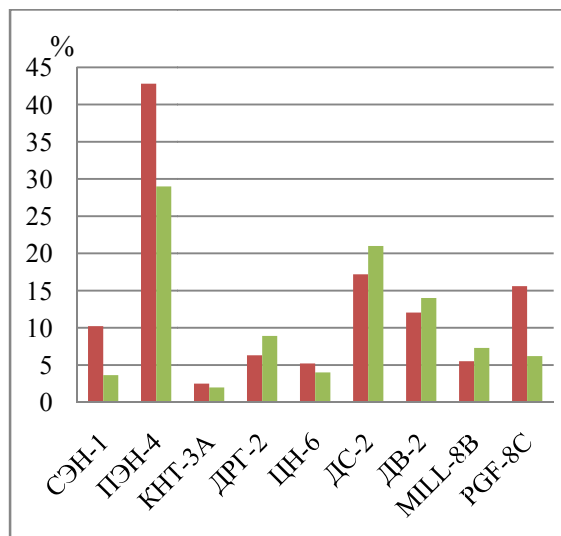
6 кВ –ийн цахилгаан хөдөлгүүрүүдийн хоногийн актив болон реактив энергийн хэрэглээг авч $\cos\phi$ –г бодож харьцуулалт хийснийг зураг 2-т үзүүлэв.



Зураг 2. 6кВ –н цахилгаан хөдөлгүүрүүдийн $\cos\phi$ –н харьцуулалт

Зураг 2 –с харахад СЭН-1 чадлын коэффициент 0.96 байгаа нь реактив энергийн хэрэглээ бага, нийт сүлжээнээс авсан энергийн 96 % нь бодит ажил хийхэд зарцуулагдаж байна. Энэ нь давтамж хувиргуур тавьж хувьсах эргэлтэнд шилжүүлсэний үр дүн юм.

Нийт 2ВА секцийн реактив чадлын 21 % буюу 19118кВар.ц нь ДС-2-т, 14.8 % буюу 13413,6 кВар.ц нь ДВ-2-т, 8.9 % буюу 8121,6 кВар.ц нь ДРТ-2 –т тус тус зарцуулагдаж байгаа болно. 6кВ –ийн цахилгаан хөдөлгүүрүүдийн актив болон реактив энергийн секц тус бүртгээ эзлэх хувийг зураг 3-т үзүүлэв.



Зураг 3. 6кВ –н цах.хөдөлгүүрүүдийн актив болон реактив энергийн секц тус бүртгээ эзлэх хувь

Зураг 3-аас харахад тээрмийн цахилгаан хөдөлгүүрийн (MILL) чадлын коэффициент бага байгаа ч анхдагч хийн салхилуур (PGF) нь өндөр чадлын коэффициенттэй ажиллаж байна. Тээрмийн цахилгаан хөдөлгүүр дангаар ажиллахгүй, анхдагч хийн салхилууртай цуг ажилладаг. Зуух №8 –н “В” тоосон систем ажиллаж байх үед нийт:

$3934.8+11109.6=15044.4$ кВт.ц актив энерги

$5436+4654.8=10090.8$ кВар.цаг реактив энерги ашиглаж байна. Чадлын коэффициент нь 0.83 болж байна. Тээрмийн цахилгаан хөдөлгүүрийн хувьд реактив энергийн хэрэглээ нь 8ВА секцийн нийт реактив хэрэглээний 7.3 % -г эзэлж байна. Зуухны бага ачааллын үед тоосон системийг бэлтгэлд зогсоож болдог ба энэ нь ДХЦЭХ –ний хэмнэлтэнд бага ч гэсэн нөлөө үзүүлдэг [3].

ПЭН, КНТ, ЦН –ын хувьд чадлын коэффициент 0.85...0.91 байгаа нь цахилгаан хөдөлгүүрүүдийн хэрэглэж буй реактив энерги үр дүнтэйг харуулж байна. Өөрөөр хэлбэл цахилгаан хөдөлгүүрийн ачаалалд тохирсон эргэлдэгч соронзон орон үүсгэж байна. Мөн цахилгаан хөдөлгүүдийн ачаалал тогтвортой, хувьсахгүй байгааг илэрхийлнэ.

Дулааны цахилгаан станцын цахилгаан хөдөлгүүр нь бүрэн ачаалал авч ажилладаггүйгээс $\cos\phi$ бага, дотоод хэрэгцээнээс их хэмжээний үргүй реактив буюу хуурмаг чадал авч ажиллаж байна. Бусад хэрэглэгчдээс чадлын коэффициент доогуур, реактив энергийн хэрэглээ өндөр, секцийн нийт хэрэглэсэн реактив энергийн 20-27 % -ийг хэрэглэж байна.

Реактив энергийн хэрэглээ өндөр, чадлын коэффициент бага байгаагаас станцын үйлдвэрлэж буй цахилгаан эрчим хүчний чанарт муугаар нөлөөлөхөөс гадна дотоод хэрэгцээний 6 кВ-н секцүүдийн хүчдийн түвшинг унагах, цахилгаан энергийн тоолуурын алдааг нэмэгдүүлэх, нэмэлт цахилгаан энергийн алдагдал үүсгэх зэрэг муу үр дагаваруудад хүргэдэг.

ДҮГНЭЛТ

ДЦС –ын дотоод хэрэгцээний цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг бууруулахын тулд асинхрон цахилгаан хөдөлгүүрийн хурдыг тохируулах, давтамж хувиргуурын ашиглалтыг сайжруулах шаардлагатай.

Реактив энергийн хэрэглээ өндөр, чадлын коэффициент бага байгаагаас станцын үйлдвэрлэж буй цахилгаан эрчим хүчний чанарт муугаар нөлөөлөхөөс гадна дотоод хэрэгцээний 6 кВ-н секцүүдийн хүчдийн түвшинг унагах, цахилгаан энергийн тоолуурын алдааг нэмэгдүүлэх, нэмэлт цахилгаан энергийн алдагдал үүсгэх зэрэг муу үр дагаваруудад хүргэж байна.

Ашигласан материал

1. Инженерийн судалгаа шинжилгээний арга зүй Д.Содномдорж. 2010 УБ хот. 127 х.
2. ДЦС -4 ТӨХК –ний 2016 оны ТЭЗҮ –ийн тайлан /ДЦС -4 ТӨХК Үйлдвэрлэлийн алба/.
3. Хитерер М. Я., Овчинников И. Е. Синхронные электрические машины возвратно-поступательного движения, СПб., Корона, 2008.
4. Цахилгаан станц, дэд станцын тоног төхөөрөмж Д.Содномдорж, Я.Содбаяр. 2014. УБ хот.

ДЭД СТАНЦЫН ХЭМЖҮҮРИЙН ОРЧНЫ ЦЭНЭГЖИЛТИЙН СУДАЛГАА

П.Билгүүн*, С.Эрдэнэтуяа*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй: Мэдээлэл холбоо, хэмжих хэрэгсэл, удирдлага хяналтын систем микропроцессорын техник технологийн хөгжилтэй уялдан багаж тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа, найдваржилт болон эрүүл ахуй орчны нөхцлийг бүрдүүлэхэд цахилгаан соронзон орчны хэмжилт судалгаа чухал ач холбогдолтой. Энэ ажлын хүрээнд дэд станцын хэмжүүрийн орчны цэнэгжилтийг хэмжин анализ хийж дүн шинжилгээ өгөх нь бас нэг судалгааны хүчин зүйл болж байна. Иймд бид ТЭЦ-4 станцын хэмжүүрийн хэсэг буюу диспетчерийн удирдлагын өрөөний орчны цэнэгжилтийг оффисийн өрөөний цэнэгжилттэй харьцуулан судлав.

Түлхүүр үг. Дэд станцын хэмжилт мэдээлэл, хяналт, орчны цэнэгжилт, цахилгаан соронзон, хийн цахилалт, гэрэлтэлтийн талбай.

I. ОРШИЛ

Ажлын байр нь энгийн нөхцөлтэй оффисийн өрөө болон онцлог нөхцөл байдалтай лабораторын болон хэмжих хэрэгсэл техникээр тоноглогдсон өрөө гэх мэт олон төрөл байх бөгөөд тэдгээрийг дотор нь орчны байдал, зориулалт, ашиглалтаас нь хамааруулан ангилж

үзэж болно. Гэхдээ манай эрчим хүчний үйлдвэрлэл хяналтын зориулалттай ажлын байр нь өөрийн гэсэн өвөрмөц орчныг бүрдүүлж орчиндоо нам давтамжийн цахилгаан соронзон орныг цацруулдаг. Энэ нь тухайн хэсэгт ашиглаж байгаа техник тоног төхөөрөмж болон хэмжих хэрэгслүүдийн ажиллагаанд нөлөөлж байдаг. Аливаа улс оронд эрчим хүчний систем нь чухал үүрэгтэй байдаг бөгөөд зөвхөн аж үйлдвэрийн салбарт биш нийгмийн бүхий л амьдралд шийдвэрлэх үүрэг гүйцэтгэдэг [1].

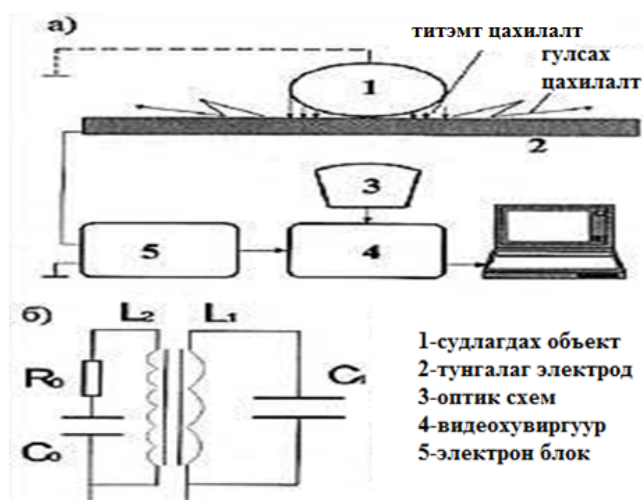
Бусад салбаруудын найдвартай ажиллагааг хангахын тулд цахилгаан системийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх нь эн тэргүүний зорилт юм. Манай орны эрчим хүчний системийг ДЦС –ууд бүрдүүлдэг. Энэ нь өндөр хүчдэлийн цахилгаан тоног төхөөрөмжүүдийн ойролцоо удаан хугацаагаар ажиллаж байгаа тоноглолууд болон ажилтан албан хаагчдын орчны нөлөөллийг судлах судлагдхууныг бий болгож байна. Иймд эхний удаад Улаанбаатарын 4-р цахилгаан станцын диспетчерийн өрөөний ажлын байранд хийж гүйцэтгэлээ. Станцын олон тооны хүчний цахилгаан төхөөрөмжүүд нь станцын цахилгаан соронзон орчинг бүрдүүлж орчиндоо хүчтэй нөлөө үзүүлдэг бөгөөд цахилгаан хэмжих хэрэгслүүдэд болон

ажилтан албан хаагчдад тодорхой нөлөө үзүүлж болзошгүй. Иймд тоноглолуудын аюулгүй ажиллгаа, ажилтнуудын эрүүл ахуйн шаардлагыг хангахын тулд тодорхой хэмжилт, харьцуулсан судалгаа хийхээр зорилоо. Үүнд:

- ТЭЦ-4-ийн диспетчерийн өрөөний удирдлагын орчны цэнэгжилтийг хэмжих
- Хэмжилтийн үр дүнг математик аргачлалаар шалгах.

II. Орчны цэнэгжилтийн хэмжилт

Агаарын орчин дахь хийн цахилалтын гэрэлтэлтийн тоон дүрсийг ГРВ багажийн тусламжтайгаар компьютерт бүртгэн авна. Эдгээр дүрсүүд нь компьютерын санах байгууламжинд стандарт графикийн файлаар өргөтгөл нь Windows Bitmap (BMP) хэлбэрээр хадгалагдана.



Зураг 1. ГРВ төхөөрөмжийн а) Зарчмын схем, б) Эквивалент схем

ГРВ-грамм нь хар, цагаан дүрс өгөх ба дүрсийн тод буюу эрчмийн түгэлт нь ГРВ-грамм дээрх мэдээлэл болно. Өнгөт дүрстэй ажиллахад техникийн хувьд асуудал гардаг. Дүрсийн цэгийн нягтрал, цэгийн тод нарийн байх нь тухайн хэсгийн гэрэлтэлтийн эрчмийг заана. Цэгийн нягтралын эрчмийг 0-255 хязгаарт бүртгэнэ. 0-дүрс дээрх хар өнгө, 255-хамгийн тод цагаан өнгө [3].

ГРВ-грамм нь статик, динамик 2 төрөлтэй. Статик дүрс нь хийн цахилалтын ганц дүрс, динамик нь тодорхой хугацааны туршид (1-32сек) бичиж авсан цахилалтын видео дүрс юм. ГРВ-граммын динамик өгөгдлийн стандарт хэлбэр нь компьютер дээр Audio Video Interleaved (AVI) форматтай байна. ГРВ-граммын AVI форматыг видеоны дурын стандарт программын тусламжтайгаар үзэж болно. Хэмжээ нь цэгийн нягтралын өндөр ба өргөнд агуулагдах тоогоор тодорхойлогдоно.

ГРВ-граммын дүрсийн бүх цэгийн нягтралыг дотор нь шуугианы ба мэдээлэлийн гэж ангилдаг. Шуугиан нь камерын онцлогоос хамаарч эрчим нь бага ямарч мэдээлэл агуулдаггүй. ГРВ-граммын характеристикийн алгоритм нь шуугианы эрчмийг тооцдоггүй. Шуугианы цэгүүдийг тодорхойлох процесс нь шуугианыг шүүх юм. Цэгийн нягтралын шуугианыг шүүсний дараах үлдсэн хэсэг нь ГРВ гэрэлтэлтийн хэлбэрийг өгөх ба судалж байгаа объектын тухай мэдээлэл агуулж байдаг.

ГРВ-граммын параметруудын үндэс дээр ГРВ аргаар объектыг судлах арга үндэслэгдсэн.

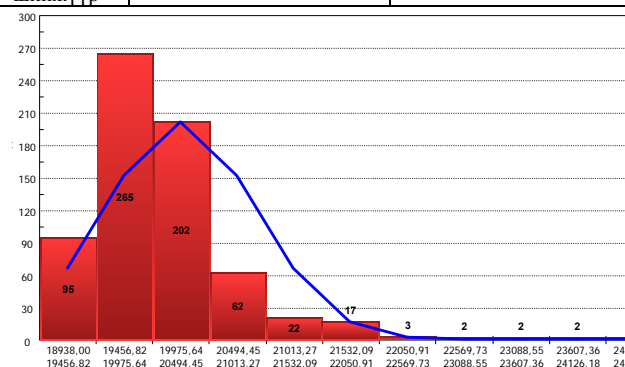
Өндөр давтамжийн EMF генератороос хүчдэл өгөхөд шилэн тусгаарлагч дээр хийн цахилалт үүсэж цааш гэрэлтэлтийг CCD -нь цахилгаан хэмжээнд дүрс болгон хувиргаж боловсруулалт хийнэ [4].

III. Хэмжилтийн үр дүн

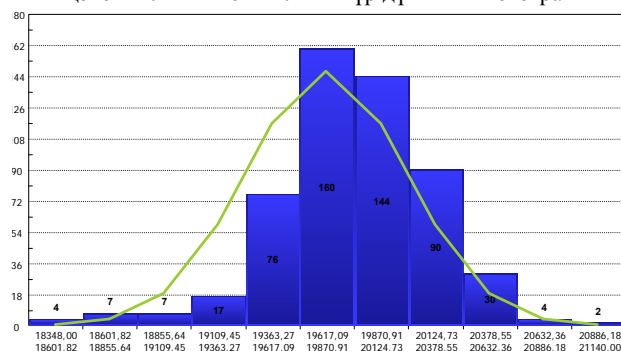
ГРВ Эко Тестер багажаар хоорондоо 2 минутын интервалтайгаар бүтэн 22-23 цагийн турш 1-рт ДЦС-4-ын диспетчерийн болон 2-рт оффисийн өрөөний цэнэгийн гэрэлтэлтийн талбайг бүртгэж авав. Хэмжилтийн үр дүнгийн давталтын тоог гистограммаар зураг 2, 3-г харуулсан бөгөөд статистик боловсруулалтын үр дүнг харьцуулан хүснэгт 1-д үзүүлээ.

Хүснэгт 1

	Диспетчерийн өрөө		Оффисийн өрөө	
	Талбай	Дундаж идэвхжил	Талбай	Дундаж идэвхжил
Тоо	674	674	541	541
Нийлбэр	1,352e+007	7,552e+004	1,075e+007	6,764e+004
Минимум	1,894e+004	103,1	1,835e+004	122,2
Максимум	2,465e+004	114,2	2,114e+004	129,2
Дундаж	2,006e+004	112,1	1,987e+004	125
ДКвХ	693,5	2,063	372,7	0,9357
Асимметр	2,347	-2,46	-0,6896	0,4004
Экссесс	9,505	6,114	2,08	1,953
Итгэх завсар	52,37	0,1557	31,41	0,07887
Энтропи	1,417	1,537	1,659	1,68
Фрактал	1,755	1,709	1,957	1,989
Фрактал ДКвХ	0,0578	0,07078	0,028	0,02904
Колмогоров -Смирновын шинжүүр	d = 0,16757		d = 0,07603	
	p = 0		p = 0,00384	



Зураг 2. ДЦС-4-ын диспетчерийн өрөөний орчны цэнэгжилтийн хэмжилтийн үр дүнгийн гистограмм

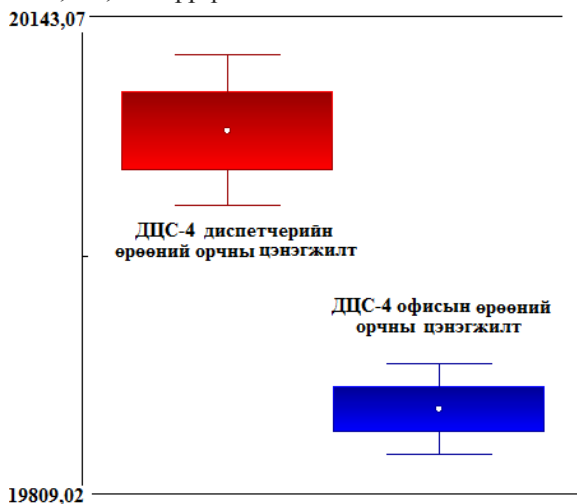


Зураг 3. ДЦС-4 станц дахь оффисын өрөөний орчны цэнэгжилтийн хэмжилтийн үр дүнгийн гистограмм

Олон хэмжилтийн хоёр түүврийг харьцуулж санамсаргүй хувьсагчдаас Стьюдентын t- шинжүүрийг тооцвол:

$$t = \frac{|M1 - M2|}{\sqrt{\frac{(N1-1)\sigma1^2 + (N2-1)\sigma2^2}{N1+N2-2} \left(\frac{1}{N1} + \frac{1}{N2} \right)}}$$

Энд: M1, M2 - арифметик дундаж $\sigma1$, $\sigma2$ – стандарт хазайлт, N1, N2- түүврийн тоо.



Зураг 4. Хэмжилтийн үр дүнгийн харьцуулалт

Стьюдентын шинжүүрээр хоорондоо хамааралгүй хоёр түүврийн статистик харьцуулалтаар харахад цэнэгийн талбайн коэффициент нь $r=5,30596e-009$ буюу хоорондоо ялгаатай үр дүн гарч байна. Үүнээс үндэслэн дараах дүгнэлтийг хийв.

ДҮГНЭЛТ

ДЦС –ын диспетчерийн болон энгийн оффисийн өрөөний орчны цэнэгжилт хоорондоо эрс ялгаатай

ДОРНОДЫН ЦШС-НИЙ ТООЛУУРЫН НЭГДСЭН СИСТЕМИЙН АЧ ХОЛБОГДОЛ

Т.Батболд*, Ж.Арслан*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Төвлөрсөн нэг цэгээс /ЦШС-ний төв сервер/ дэд станцуудын ерөнхий тоолууруудын үйл ажиллагааг хянах, удирдах, үйлдвэрлэгч, дамжуулах, түгээх компаниудын хоорондын цахилгаан энергийн урсгалыг өндөр нарийвчлалтайгаар тооцох, ЦЭХ-ний балансын алдагдлыг бууруулах, жил бүрийн өвлийн их ачаалал, зуны бага ачааллыг бодит хугацаанд өндөр нарийвчлалтай тооцох зорилгоор тоолуурын нэгдсэн систем байгуулснаар техникийн болон техникийн бус алдагдлуудыг бууруулж, борлуулалтын орлогоо нэмэгдүүлэх бүрэн боломжтой.

Түлхүүр үг: ЦЭХ-ний балансын алдагдал, E-Loss 10, тоолуурын нэгдсэн систем

I. ОРШИЛ

Дорнод, Сүхбаатар аймгийг хамруулан үйл ажиллагаа явуулдаг “ДБЭХС” ТӨХК нь Монгол улсын цахилгаан эрчим хүчний зах зээлийн 3.25%, дулааны эрчим хүчний 3.32%-ийг ханган ажиллаж байна.

байгаа нь цахилгаан тоноглолуудын ажиллагаа болон хэмжүүрийн багажийн алдаа нарийвчлалд нөлөөлөх гадны хүчтэй хүчин зүйлийн нэг болгон тооцож үзэх боломжтой байна.

Ялангуяа гадны орны нөлөөнд өртөмтгий цахилгаан соронзон хэмжих механизм, цахилгаан динамик хэмжих механизм, электрон тоолуурын орчны нөлөөнөөс үүсэх алдаа, түүнийг бууруулах арга замыг цаашид гүнзгийрүүлэн судлан шинжлэх шаардлагатай байна.

Ашигласан материал

1. ДЦС -4 ТӨХК-ийн 2016 оны ТЭЗҮ-ийн тайлан /ДЦС 4 ТӨХК. Үйлдвэрлэлийн алба.
2. Инженерийн судалгаа шинжилгээний арга зүй Д.Содномдорж. 2010. УБ хот. 127 х.
3. Коротков К.Г., Гатчин Ю.А., Крылов Б.А. Физические механизмы и принципы построения систем ГРВ биоэлектрографии. Приборостроение. Т. 49, № 2, 2006, С. 5.
4. Коротков К.Г., Виллиамс Б., Виснески Л.А. Биофизические механизмы метода ГРВ биоэлектрографии. Приборостроение. Т. 49, № 2, 2006, С. 16.
5. Борисова М.В., Крыжановский Э.В., Ткалич В.Л. Оценка погрешности экспериментальных результатов при исследовании методом ГРВ биоэлектрографии. Приборостроение. Т. 49, № 2, 2006, С. 30-31.
6. Коротков К.Г., Крыжановский Э.В., Муромцев Д.И., и др. Практические основы метода газоразрядной визуализации (ГРВ). Учебное пособие. СПб: Тип. СПБИТМО, 2006.

Цахилгаан эрчим хүчний орлогын мөнгөн урсгал нь ТБЭХС-д “Нэг худалдан авагч”-ийн загварын дагуу, Баруун бүсийн эрчим хүчний систем, Алтай-Улиастайн эрчим хүчний системд эрчим хүчний тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч тус бүрээр тогтоосон дотоод тарифын дагуу зохицуулагддаг. “ДБЭХС” ТӨХК-ийн хувьд засаглал, удирдлага, зохион байгуулалтын бүтцийн онцлогоос шалтгаалан мөнгөн урсгал нь нэг санхүүгийн удирдлагаар хэрэгжиж байна. Өөрөөр хэлбэл бусад эрчим хүчний системийн үйл ажиллагаанд бие даасан хэд хэдэн төрийн болон хувийн хэвшлийн компаниуд /ТӨХК, ХХК/ болон охин компаниуд оролцдог бол Зүүн бүсэд бие даасан нэг хуулийн этгээд буюу “ДБЭХС” ТӨХК үйл ажиллагаа явуулж байна. [1]Иймд Дорнодын цахилгаан шугам сүлжээнд тоолуурын хяналтын нэгдсэн системийг байгуулах асуудал нь олон компанийн хооронд хийгдэх гэрээ хэлцэл, санхүүгийн хүндэрлэл, бусад хугацаа шаардсан ажлуудаас хамаарахгүй нэг компанийн удирдлагад хэрэгжих бүрэн боломжтой гэж үзэж байна. сар бүрийн цахилгаан

энергийн урсгалыг /ЦЭХ-ний балансжилт/ үнэн зөв тодорхойлж, ЦЭХ-ний алдагдлыг ямар шугаманд гарч байгаа, аль цэгт алдагдаж байгааг тодорхойлохоос гадна тоолуурын нэгдсэн систем байгуулснаар тоолуурын үзлэг, тоолуурын заалт авах зэрэг ажлыг хялбарчилж нэгдсэн системээс хянах, удирдах, өгөгдлийг цуглуулах /тоолуурын заалт/боломжтой тул байцаагч монгёрын орон тоог хэмнэх, жил бүрийн өвлийн их ачаалал, зуны бага ачааллын хэмжилтийг бодит хугацаанд хийх боломжтой.

Төрөөс эрчим хүчний талаар баримтлах бодлогын хүрээнд хууль эрх зүйн шинэ орчинтой нийцсэн бодлого, үйл ажиллагааг “ДБЭХС” ТӨХК-аас явуулах шаардлагатай болж байна [1].

Хүснэгт 1

Төрөөс эрчим хүчний талаар баримтлах бодлогын хүрэх үр дүн	ДБЭХС-ийн хийвэл зохих ажил, хүрэх үр дүн
II үецаг /2024-2030 он/: Бүсүүдийг өндөр хүчин чадалтай цахилгаан дамжуулах шугамаар холбож, мэдээллийн хяналт удирдлагыг цогц систем бүхий эрчим хүчний нэгдсэн ухаалаг системийг бий болгох	- ДБЭХС-ийг ТБЭХС-тэй холбох, системийн онцлогт тохирсон диспетчерийн хяналт удирдлагын тогтолцоог нэвтрүүлэх, дамжуулах, түгээх, сүлжээг нэгдсэн ухаалаг сүлжээ болгох ажлыг судалж эхлүүлэх

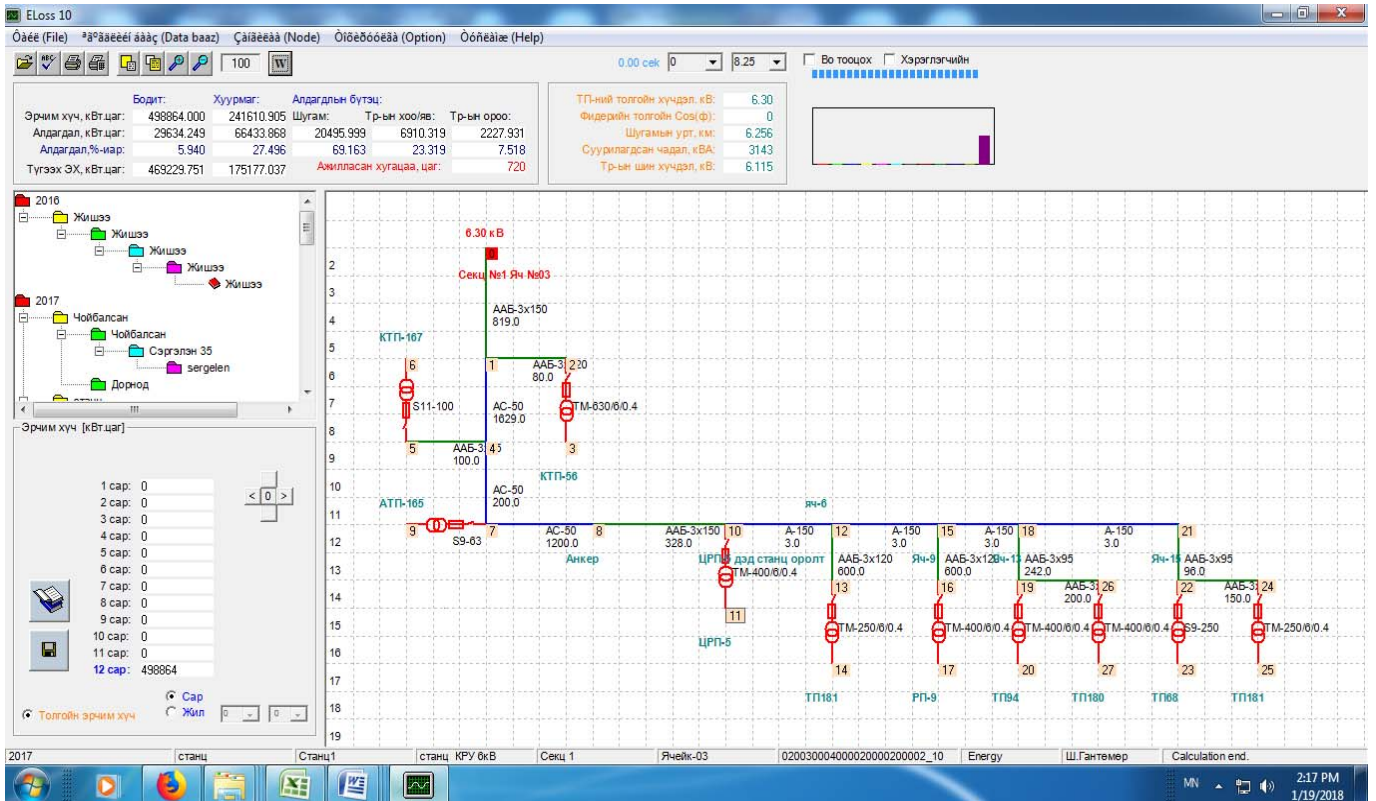
II. “ДБЭХС” ТӨХК-ний ЦШС-ний цехэд ашиглагдаж байгаа тоолуур, гүйдлийн трансформатор

ЦШС-ний цехэд хяналтын зориулалттай нийт 713 гүйдлийн трансформатор, 43 хүчдлийн трансформатор ашиглагдаж байна. Үүнээс ВН маягийн 123 ширхэг, LMZJ маягийн 192 ширхэг, ТК маягийн 127 ширхэг бусад нь Т-0.6, ТШ, ТПЛ, ТПЛМ, ТТИ, ТПОЛ, LZJC маркийн гүйдлийн трансформаторууд ашиглагдаж байна. ЦШС-ний цехэд хяналтын зориулалттай нийт 276 тоолуур ашиглаж байна. Үүнээс DTS122-88 ширхэг, СА4У-672-66 ширхэг, DTS169-37 ширхэг, DSSD22-30 ширхэг, А1805RAL-20 ширхэг, ЦЭ6803ВМ-

17 ширхэг, А1000-5 ширхэг, СЕ303-1 ширхэг, DDS3-1 ширхэг, Меркури-230-2 ширхэг, DTSD22-4 ширхэг, DTS541-2 ширхэг, DSS122-2 ширхэг, DTS27-1 ширхэг байна. Дээрх судалгаанаас үзэхэд 60.07% нь индукцийн, 21.78% нь механик, 18.15% нь электрон тоолуур байна. Тоолуурын насжилтын хувьд 1967-1990 оны хооронд үйлдвэрлэгдсэн 27-50 жилийн насжилттай механик тоолуурууд, 2004-2015 оны хооронд үйлдвэрлэгдсэн 2-13 жилийн насжилттай индукцийн тоолуурууд, 2008-2014 оны хооронд үйлдвэрлэгдсэн 3-9 жилийн насжилттай электрон тоолуурууд ашиглагдаж байна [5]. Дорнодын цахилгаан шугам сүлжээнд тоолуурын нэгдсэн систем байгуулах гол зорилго нь цахилгаан эрчим хүчний техникийн алдагдлыг / трансформатор, шугамын алдагдал / бууруулах, Дорнод бүсийн эрчим хүчний системд (ДБЭХС) хамаарч буй эрчим хүчний зах зээлд оролцогч талууд болох цахилгаан эрчим хүчийг үйлдвэрлэгч /ДБЭХС ТӨХК/, дамжуулагч /ЦШС-ний цех/, түгээгч /Дорнод салбар/ компаниудын хоорондын цахилгаан энергийн урсгалыг өндөр нарийвчлалтайгаар тооцох явдал юм.

III. Дорнодын цахилгаан шугам сүлжээний цахилгаан эрчим хүчний алдагдал

2017 онд “ДБЭХС” ТӨХК нь биетээр нийт алдагдал 10351,238кВт.цаг буюу 4.1%-тай байна. ЦШС-ний цехийн цахилгаан дамжуулах, түгээх сүлжээний шугам, трансформаторын алдагдал 3.37%-тай гарсан байна.2017 онд ЦЭХ-нийдамжуулалт, түгээлтийн алдагдлыг бууруулах зорилгоор алдагдал өндөртэй шугамуудын дэд станцуудын ерөнхий тоолуурыг STE-10 суурин эталон төхөөрөмж дээр шалгах баталгаажуулах, дэд станцуудын гүйдлийн трансформаторыг шалгах, дэд станцуудын гүйдлийн трансформаторуудыг ачаалалд тохируулж тавих, дэд станцуудын ерөнхий тоолуурт хяналтын тоолуур тавьж ачааллын хяналт хийж ажилласан байна [5].



Зураг 1. Секц 1, яч03 фидерийн алдагдлыг “E-Loss 10” программд оруулсан зарчмын схем

Хүснэгт 2

Дорнодын цахилгаан шугам сүлжээний техникийн /дамжуулалт, түгээлт/ алдагдлын судалгаа

Он	ТЭЦ-ийн түгээлт мян.кВтц	Т/алдагдал, мян.кВт/ц	Т/алдагдал , %	Дэд станцын ерөнхий тоолуурт гарсан ЦЭХ
2015	159638.199	6357.70	3.98	153280.50
2016	224522,857	7313,31	3.26	217209,55
2017	252211,918	8500,262	3.37	243716,656

6/10кВ-ын цахилгаан шугам сүлжээний эрчмийн алдагдлын тооцоог эквивалент загварлалын аргаар гүйцэтгэдэг “E-Loss 10” программыг ашиглаж сар бүрийн цахилгаан эрчим хүчний балансжилтын алдагдлыг тооцож, хяналт хийж ажилладаг боловч цахилгаан эрчим хүчний тоолуурын төрөл, хэмжүүрийн нарийвчлал, дэд станцуудын ерөнхий тоолууруудын

залтыг цаг хугацааны хувьд зөрүүтэй авдаг зэрэг шалтгаануудаас хамаарч Дорнодын ЦШС-ний ЦЭХ-ний техникийн алдагдал “E-Loss 10” программаар тооцож олсон алдагдлын утгатай зарим саруудад ихээхэн зөрүү үүсдэг. Жишээнь: Дорнод аймгийн 6кВ-ын ЦДАШ-ын алдагдлыг “E-Loss 10” программын тооцоотой харьцуулахад [5]:

Хүснэгт 3

№	Ячейкны нэр дугаар	ТЭЦ-ийн түгээлт	Дамжуулах түгээх сүлжээний ΔW		E-Loss 10 программаар тооцоо хийхэд ΔW		Дамжуулантүг эсэн ЦЭХ
			бодит	%	бодит	%	
1	ТЭЦ яч 4	79,800	1,892	2,37	2,328	2,92	77,908
2	ТЭЦ яч 22	46,332	3,072	6,63	2,490	5,37	43,260
3	ТЭЦ яч 12	135,684	8,778	6,47	5,828	4,30	126,906
4	ТЭЦ яч 28	562,788	16,649	2,96	19,250	3,42	546,139
5	ТЭЦ яч 8	341,532	23,107	6,77	14,620	4,28	318,425
6	ЭЦ яч 2/36	701,832	24,072	3,43	42,177	6,01	677,760
7	ТЭЦ яч 03	498,864	17,284	3,46	29,140	5,84	481,580
8	ТЭЦ яч 53	54,360	1,177	2,17	2,153	3,96	53,183

9	ТЭЦ яч 99	54,720	5,642	10,31	4,640	8,48	49,078
10	ТЭЦ яч 81	21,564	6,363	29,51	4,052	18,79	15,201
11	ТЭЦ яч 6/26	893,016	68,660	7,69	30,261	3,39	824,356
12	ТЭЦ яч 23	269,508	17,625	6,54	10,987	4,08	251,883
	Нийт /Аймгийн төв/	3660,000	194,321	5,309	167,926	4,59	3465,679

Дээрх хүснэгтээс харахад MS Office, E-loss 10 программаар тооцсон техникийн алдагдлын хувь хэмжээ 0.7% буюу ихээхэн зөрүүтэй гарсан бөгөөд ЦЭХ-ний тусгай программ хангамж /AMR, Powerfactory/ хэрэглэж ЦЭХ-ний балансжилтын тооцоог хийх шаардлага тулгарч байна. Иймд Дорнодын цахилгаан шугам сүлжээнд тоолуурын нэгдсэн системийг байгуулснаар төвлөрсөн нэг цэгээс дэд станцуудын ерөнхий тоолууруудын үйл ажиллагааг хянах, удирдах, үйлдвэрлэгч, дамжуулах, түгээх компаниудын хоорондын цахилгаан энергийн урсгалыг өндөр нарийвчлалтайгаар тооцох, ЦЭХ-ний балансын алдагдлыг бууруулах, жил бүрийн өвлийн их ачаалал, зуны бага ачааллыг бодит хугацаанд өндөр нарийвчлалтай тооцох боломжтой болно [5].

IV. Дорнодын цахилгаан шугам сүлжээнд тоолуурын нэгдсэн систем байгуулах загвар

Тоолуурын нэгдсэн систем байгуулахын тулд уг системд холбогдох тоолуурын цэгүүдийг зөв тодорхойлох шаардлагатай. Эхний шатанд Дорнод аймгийн төвлөрсөнб/0.4кВ-ынхуваарилах байгууламжууд /ЦРП5, ЦРП1, РП6, РП9, ТП22, ТП23, ТП45, ТП46, ТП51, ТП53, ТП78, ТП79, ТП94, ТП52, ТП180, ТП181, ТП173, ТП189, ТП175, РП2, ТП73, КТП21/, дараагийн шатанд аймгийн төвийн бусад дэд станцуудад нэгдсэн системд холбогдох техникийн шаардлага хангасан тоолуур, концентраторуудыг суурилуулах бөгөөд дэд станцуудаас тоолуурын өгөгдлийг мэдээлэл дамжуулах холбооны системийн хувьд үүрэн телефоны GPRS /Global System for Mobile Communications/ холболтыг ашиглан цахилгаан шугам сүлжээнийтөвсерверт цуглуулан боловсруулалт хийх, ЦЭХ-ний урсгалыг хянах бүрэн боломжтой. Үүрэн телефоны GPRS систем нь суурилуулалт болон ашиглалтын зардал бага байх боломжтой бөгөөд хэрэв тухайн дэд станцад GPRS сүлжээ байхгүй буюу сүлжээ муу бол АТС буюу аль боломжтой бусад холбооны системийг ашиглахыг үгүйсгэхгүй болно. Энэ асуудлыг шийдэхдээ тухайн дэд станцад үзлэг хийж шийдвэрлэх нь тодорхой билээ. [2]

ДҮГНЭЛТ

“Дархан сэлэнгийн цахилгаан түгээх сүлжээ” ХК нь Монгол улсдаа ЦЭХ-ний хяналт, удирдлага, арилжаа, автоматжуулалтын системийг нэвтрүүлсэн анхдагч байгууллага бөгөөд 2012 оноос хэрэгжүүлж эхэлсэн “Ухаалаг тоолуур” төслийн хүрээнд компаний хэмжээнд нийт 18171ш ухаалаг тоолуур, 246ш концентраторыг нэвтрүүлээд байна. “ДСЦТС” ХК-ний 35/10/6/0.4кВ-ын нам хүчдлийн сүлжээний алдагдал 2011 онд 29.4% байсан бол тоолуур нэгтгэж, ухаалаг сүлжээнд холбосноор 2016 оны байдлаар алдагдал 21.9% болж 5 жилийн хугацаанд 7.5 пунктээр буурч, тус алдагдлын бууралтаар жилд 1.1 тэрбум төгрөгөөр

борлуулалтын орлого нэмэгдэж, компанийхаа үр ашгийг дээшлүүлсэн байна. [3]Иймд “ДБЭХС” ТӨХКнь “ДСЦТС” ХК-ний туршлагыг судлаж дорнодын шугам сүлжээнд тоолуурын нэгдсэн систем байгуулснаар техникийн болон техникийн бус алдагдлуудыг бууруулж, борлуулалтын орлогоо нэмэгдүүлэх бүрэн боломжтой.

Диспетчерийн хяналтын систем, ухаалаг тоолуурын системийг нэвтрүүлснээр дэд станц, хуваарилах байгууламжуудад ачааллын хэмжилт хийх, тоолуурын заалт авах, хүчдэл, гүйдэл, чадал, давтамж зэргийг хянах бүрэн боломжтойгоос гадна системийн хэмжээнд гарсан гэмтэл саатлыг мэдээллэх, тасралтын хугацааг бууруулах боломжтой.

Тоолуурын нэгдсэн систем байгуулснаар сар бүрийн цахилгаан энергийн урсгалыг /ЦЭХ-ний балансжилт/ үнэн зөв тодорхойлж, ЦЭХ-ний алдагдлыг ямар шугаманд гарч байгааг болон алдагдал гарч буй цэгийг тодорхойлоход хялбар бөгөөд баланс тооцоо үнэн бодитой, цаг хугацаа, хөрөнгө хэмнэнэ.

Ашигласан ном, хэвлэл

1. “Дорнод бүсийн эрчим хүчний системийн үр ашгийг дээшлүүлэх арга зам, боломжууд” төслийн эхмэгтгэл “ДБЭХС” ТӨХК”, Чойбалсанхот, 2015 он.
2. Т.Батболд, Ж.Арслан “Дорнодын шугам сүлжээнд тоолуурын нэгдсэн систем байгуулах асуудалд”, “Эрчим хүч-техник, технологи” сэдэвт ШУТИС ЭХС-ийн оюутны эрдэм шинжилгээний өгүүллэгийн эмхэтгэл.
3. “Эрчим хүчний салбарын инженер техникийн ажилтнуудын зөвлөгөөн” эмхэтгэл “Эрчим хүчний яам”, УБ хот, 2017 он.
4. “Эрчим хүч and engineering”, УБ хот, 2013 он,7 хэвлэл.
5. “ДБЭХС ТӨХК” ЦЭХ-ний балансжилтын судалгаа.
6. Веб сайт:
<https://www.slideshare.net/Garry54/automatic-meter-reading-system>
7. https://www.slideshare.net/sajan45/automatic-meter-reading-40754286?next_slideshow=1
8. <http://www.st.com/en/applications/energy-generation-and-distribution/smart-grid-distribution-and-smart-meters.html>

ГЭРИЙН ЗУУХНЫ ХӨГЖИЛ, ЦААШДЫН ЧИГ ХАНДЛАГА

Г.Баярбат*, Б.Жаргалсайхан*, Б.Батсүх-очир*

*Дулаан техник үйлдвэр экологийн хүрээлэн

Хураангуй. Түүхий нүүрсний уламжлалт гэрийн зуух нь агаарын бохирдлын гол эх үүсвэр болж байгаа бөгөөд түүний хийц, шаталтын технологийг боловсронгуй болгох нь чухал юм. Гэрийн зуухны хөгжлийн чиг хандлагыг тодорхойлохын тулд агаарын бохирдлыг бууруулах зорилготой импортын болон дотоодын сайжруулсан зуухнуудад хийсэн туршилтын үр дүнгүүд болон тэдгээрийн хийц ба шаталтын технологийн онцлогийг судлав.

Түлхүүр үг. Агаарын бохирдол, бохирдуулагч нэгдлүүд, тоосонцор, зуухны хийц, шаталтын технологи.

I. ОРШИЛ

Монгол гэрт дулаан байх, хоол боловсруулах зорилгоор анх тулга ашиглаж байсан бол хөгжлийн явцад нимгэн төмөр зуух, гэрийн пийшин, ханан пийшин зэрэг халаалтын эх үүсвэрүүд бий болсон байна. Улаанбаатар хот болон томоохон суурин газруудын агаарын бохирдлын гол эх үүсвэрт ахуйн хэрэглээний зуух буюу гэрийн зуух ихээхэн нөлөө үзүүлдэг.

Агаарын бохирдлыг бууруулах ажлын хүрээнд Мянганы сорилын сан, Дэлхийн банк болон олон улсын төсөл хөтөлбөрөөр сайжруулсан зуухыг импортоор оруулж татаастай үнээр Улаанбаатар хотод нийт 157 мянган сайжруулсан зуух тараасан байна [1].

Иймээс монгол улсад туршигдан ашиглагдаж байгаа сайжруулсан болон уламжлалт зуухнуудын технологийн шийдэл, давуу болон сул талуудыг судлан нэгтгэн дүгнэж, цаашдын хөгжлийн чиг хандлагыг харуулахыг зорив.

II. ҮНДСЭН ХЭСЭГ

1. Гэрийн зуухны өөрчлөлт

Уламжлалт зуух буюу пийшингийн шаталтын онцлог нь хэвтээ галын хотолтой, нүүрсийг доороос нь галлах тул нүүрсний халалт, хаталт шаталтын үе давхаргын дээр явагдаж яндангаар шууд сорогдож гаран агаар мандалд дутуу шатсан хий, нүүрсний жижиг ширхэгүүдийг хаядаг. Мөн доороос галлах явцад нүүрсний шатах гадаргуу ихсэж нэгэн зэрэг бүгд шатах нөхцөл үүснэ. Энэ нь түлшний зарцуулалтыг ихэсгэж байгаль орчинд хаягдах бохирдлыг ч бас ихээр нэмнэ гэсэн үг.



Зураг 1.1. Уламжлалт зуух (тогоотой)

Монгол улсад баримтлагдаж буй MNS 5216:2016 стандартад заагдсан галын хотолд керамик хийц байхгүй, тоосгоор орлуулсан байдаг нь бутармаг шинжтэй нүүрсний шаталтын явцад утаатай хамт сорогдож агаарт тоосонцор байдлаар хаягддаг. Мөн галын хотолд агаар өгөх зохицуулалттай хавхлаг байхгүй, зай завсар ихтэй тул шаталтын зөв горим барьж ажиллах боломжгүй юм.

Уламжлалт зуухны хийцийг сайжруулахаар сүүлийн жилүүдэд хувь хүмүүс, компаниуд, агаарын бохирдлыг бууруулахаар ажиллаж буй байгууллагууд шинээр загвар боловсруулах турших, зах зээлд нэвтрүүлэхээр ажиллаж байна.

Улаанбаатар хотын түүхий нүүрсний хэрэглээ нь жилд 5.9 сая тонн бөгөөд үүнээс гэр хороололд 10 хувийг нь ашиглаж байгаа боловч нийт бохирдлын 80 хувийг эзэлж байна [2]. Агаарын бохирдолтыг бууруулах ажлын хүрээнд Дэлхийн банкнаас сайжруулсан зуух 1, 2 хөтөлбөрийг 2013, 2014 онуудад явуулсан. Шалгаруулалтын туршилтад дотоодын 17 зуух үйлдвэрлэгч, нийлүүлэгчдийн 35 төрлийн 3-15 кВт хүчин чадалтай зуухнуудыг Багануурын ордын нүүрсээр галлаж туршсан байна. Эдгээр туршилтын онцлох шалгуурууд болон үр дүнг түүвэрлэсэн байдлаар дараах хүснэгтэд үзүүлэв [3].

Хүснэгт 1.1

Туршилтын түүвэр үр дүн

№	Зуухны нэр	СО г/МДж	PM мг/МДж	Дүн
1	Өлзий	64	5	Тэнцсэн
2	Том Дөл	38.3	6.8	Тэнцсэн
3	Мини Дөл	4.2	45	Тэнцсэн
4	Нүүдэлчин-3	15	451	Тэнцээгүй
5	Нүүдэлчин-2	2.7	188.5	Тэнцээгүй
6	Голомт	3.7	46	Тэнцсэн
7	Дугуй Өлзий	6.5	266.5	Тэнцээгүй
8	Векас-108	2.9	18.9	Тэнцсэн
9	Хас	5	176	Тэнцээгүй
10	YS2002	10.8	217.9	Тэнцээгүй
11	Том Хорол	13	45	Тэнцээгүй
12	Чин-3	3.09	34.4	Тэнцсэн
13	Дулаан-2	5.7	68.9	Тэнцсэн
14	ASE-7	20	2016	Тэнцээгүй
15	ЗХТ-1	3.6	59.1	Тэнцсэн



Чин-2



Дулаан-1



Анд



АСЭ-7

Зураг 1.2. Дотоодын сайжруулсан зуухнууд



Том дөл /Хятад/



Тулга сабах: турк



Чех



Нүүдэлчин-5

Зураг 1.3. Импортын сайжруулсан зуухнууд

2. Зуухны эд ангиудын өөрчлөлт

Гэрийн зуухны хөгжлийн явцад хэлбэрээс гадна эд ангиудын хийц, материалын хувьд өөрчлөлтүүд орсон байна.

2.1. Ул ширэм

Ул ширэм нь галын хотлын доод хэсэг болж өгөх бөгөөд шатамхай бус механик хольц ба шаталтын бүтээгдэхүүн болох үнсийг ялгах үүрэгтэй тавцан юм.

Уламжлалт зуухнуудын хувьд дөрвөлжин хэлбэртэй, 8-15 мм хүртэлх жигд бус алхамтай байдаг.



Уламжлалт



Импортын



Импортын



Дотоодын

Зураг 2.1. Ул ширмийн төрлүүд

Сайжруулсан зуухны хувьд хийц боловсронгуй болж агаар өгөлт болон нүүрсний ширхэгжилтийг тооцсон жигд алхамтай болж механикын дутуу шаталтыг багасгасан. Мөн босоо, хэвтээ тэнхлэгийн дагуу эргэж үнсийг шилгээх боломжтой болсон.

2.2. Галын хотол

Ихэнх уламжлалт зуух хэвтээ дөрвөлжин галын хотолтой, тоосгон доторлогоотой байдаг бөгөөд ийм хэлбэрийн сул тал нь түлш буюу нүүрс нь хэт тарсан байдалтай болж булангийн хэсэгт шаталт идэвхгүй явагддаг. Уламжлалт зуухны галын хотлын хэмжээ дунджаар 350 x 400 x 250 мм байдаг бол сайжруулсан зуухны галын хотол босоо параллельпепид, цилиндр хэлбэртэй 300 x 300 x 350 м³ хэмжээтэй байна.



Зураг 2.2 Сайжруулсан зуухны галын хотлын хэлбэрүүд

2.3. Доторлогооны материал

Зуухны доторлогооны материал нь шаталтын өндөр температурыг тэсвэрлэж орчин (гэр)-д тохиромжтой дулаан дамжуулах, зуухны төмөр хийцийг дулааны стрессээс хамгаалах, бололцоот хэмжээгээр дулааныг хадгалах (аккумуляци) шаардлагатай байдаг. MNS 5216:2016 стандартад зааснаар наанги шавран керамик материал байх нь тохиромжтой юм.



Улаан тоосгон доторлогоо

Товгор хэвтэй керамик доторлоо

Зураг 1.3 Доторлогооны материалын өөрчлөлт

Босоо галлагаатай зуухны хувьд доороос өгөх агаарын урсгалыг чөлөөтэй байлгахын тулд доторлогооны материалыг товгор хэвтэй хийж өгөх нь давуу талтай юм. Гөлгөр буюу товгор хээгүй

доторлогоо нь дахин галлагааны үед нүүрс дагтаршин доороос өгөх агаар өгөлт мууддаг сул талтай байна.

Галд гэсвэртэй материалын дулаан дамжуулах болон дулаан хадгалах чадвар нь эсрэг ойлголтууд юм. Дулаан дамжуулах чадварыг сайжруулахын тулд металлийн орцыг ихэсгэж болох боловч энэ нь хайлах буюу гал гэсвэрлэх чанарыг бууруулдаг. Иймээс гэрийн зууханд тохируулан 800 °C температурт ажиллах чадвартай, 10.7 % төмрийн хүдэр агуулсан керамик материал байх нь тохиромжтой бөгөөд дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент $\lambda=0,538$ Вт/мК байна [4] [5]. Энэ нь улаан тоосготой ($\lambda=0,77$ Вт/мК) харьцуулахад доогуур үзүүлэлт боловч дулаан хадгалах чадвараар илүү юм.

2.4. Таг

Дээд таг нь зуухны битүүмжлэлийг хадгалж, хэрэглэгчийн галын хотолтой шууд харьцах боломжийг олгодог бөгөөд хоол боловсруулах, түлш нэмэх, зуухыг цэвэрлэх, засварлах зэрэг ажиллагаанд саад болохооргүй байх хэрэгтэй. Уламжлалт зуухны таг нь нимгэн төмрөөр хийгдэж байсан бол сайжруулсан зууханд ширмээр хийгдсэн байдаг. Загварын хувьд ихэвчлэн манай оронд тохиромжтой байдлаар буюу 2-4 ширхэг цагираг хэлбэрийн угсрагддаг таг байдаг.



Зураг 2.4 Сайжруулсан зуухны таг

2.5. Зуухны ам

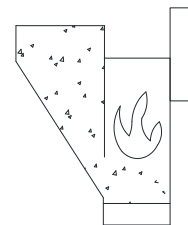
Гэрийн зуухны нэг гол хэсэг бол зуухны ам юм. Уламжлалт зуухны хувьд зуухны ам нь цоорхой байдаг бөгөөд битүүмжлэлгүй, агаар өгөлтийн тохируулга хийх боломжгүй байдаг. Харин импортын зуухнуудын амны хувьд битүүмжлэл сайтай, агаар өгөлтийг тохируулах бололцоотой байна (Зураг 5). Энэ нь шаталтын процессыг удирдах бололцоо олгодог. Сайжруулсан зуухнуудад агаарыг ихэвчлэн зуухны амаар эсвэл тусгай суваг гаргаж галын хотлын урдаас болон хажуунаас дөл рүү өгч байна.



Зураг 2.5. Уламжлалт ба импортын сайжруулсан зуухны ам

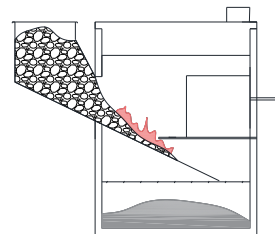
3. Цаашдын чиг хандлага

Зуух ашиглалтын явцад дахин галлагааг буруу явуулж, галын хотол дахь цогон дээрээс нүүрс нэмэх нь агаарын бохирдол ихээр үүсгэдэг процесс юм. 2017 оноос эхлэн дээрх процесс буюу буруу галлагааг халах “хөндлөн галлагаа”-тай зуухнууд зохион бүтээгдэх болсон бөгөөд ийм төрлийн зуух нь гэрийн зуухны хөгжлийн дараагийн үе шат болж байна.



Зураг 3.1 Хөндлөн галлагаатай зуухны шаталтын технологи

Уг галлагааны онцлог нь нэмэлт нүүрсийг бункерт хийж галын хотол уруу урсгах байдлаар шаталтыг явуулдаг. Улмаар ашиглахад хялбар болж дахин галлагааны тоо буурч, нүүрсний дутуу шаталт буурч бохирдол багасах, шаталтын процесс жигдрэх зэрэг боломжууд харагдаж байна. Ингэснээр хот суурин газрын ялангуяа Улаанбаатар хотод тохиолдоод байгаа өглөө оройны галлагааны үеэр тохиолдох агаарын бохирдол буурах сайн талтай.



Зураг 3.1 Галын хотлын хэмжээг өөрчлөх боломжтой Дулаан-4.2 зуух

Мөн галын хотлын хэмжээг ихэсгэж багасгах замаар ачаалал тохируулах арга хослуулан хэрэглэж байна. Ийм төрлийн Дулаан-4.2, Түшиг, MN-4.0 зэрэг зуухнууд зохион бүтээгдэн туршигдаад байгаа юм. Эдгээр зуухнууд одоогийн байдлаар ахуйн хэрэглээний зуухны стандартыг хангаагүй бөгөөд туршилт, шинэчлэлт хийсээр байна.

ДҮГНЭЛТ

Утааны хийн бүрэлдэхүүн дэх бохирдуулагч нэгдлүүд болон тоосонцрыг бууруулахын тулд зуухыг боловсронгуй болгох нь тохиромжтой арга юм. Гэрийн зуухыг боловсронгуй болгохын тулд сайн чанарын керамик доторлогоо, зуухны битүүмжлэлийг сайжруулах, ширэмний хийцийг сайжруулах, хамгийн сайн шаталтын технологийг олох шаардлагатай. Дотоодын сайжруулсан зуухны таг болон ам нь битүүмжлэлд муугаар нөлөөлж буй юм. Манай улсад ширэм хайлах үйлдвэрүүд байдаг боловч хийцийн хувьд зай завсар ихтэй, амлагаа муу байна. Дотоодын зуух нь импортын зуухтай харьцуулахад утааны хийн бохирдолын хувьд 4 төрлийн зуух ижил үзүүлэлттэй байсан. Гэвч үйлдвэрлэлийн салбар муу хөгжсөн манай орны хувьд зуухны өнгө үзэмж, хийцлэлийг сайжруулах шаардлагатай юм. Мөн үүний дараагийн хувилбар болох хөндлөн галлагаатай зуухыг хөгжүүлэх нь чухал юм.

Ашигласан материал

1. “Сайжруулсан зуух” инфограф, <http://agaar.mn/article-view/373>, 2014 он.
2. “Улаанбаатарын агаарын бохирдол ДЭМБ-аас тогтоосон аюултай хэмжээнээс 4 дахин их байна” нийтлэл, <http://unuudur.mn/article/93807>, 2017 он.
3. Туршилтын тэмдэглэл, Зуух туршилтын лаборатор, ДТҮЭХ.
4. Галд гэсвэртэй керамикийн судалгааны тэмдэглэл, Г.Дашзэвэг, ДТҮЭХ, 2017 он.
5. Дээжийн код: 1711106, Бетон дүүргэгч, барилгын физикийн лаборатор, 2017 он.

АЯНГА ЗАЙЛУУЛАГЧИЙН ХАМГААЛАЛТЫН БҮСИЙГ ТООЦООЛОХ ОРЧИН ҮЕИЙН АРГАЧЛАЛУУД

М.Очирсанаа*, Э.Мөнхсүлд*, З.Цэрэндорж*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Аянга хамгаалалтын бүсийг тодорхойлох тулгуур ойлголтууд: Дэлхийн янз бүрийн улс орнуудад аянга зайлуулагчдын хамгаалалтын бүсийг тооцоолоход төрөл бүрийн аргуудыг хэрэглэх ба эдгээр аргуудыг ерөнхийд нь:

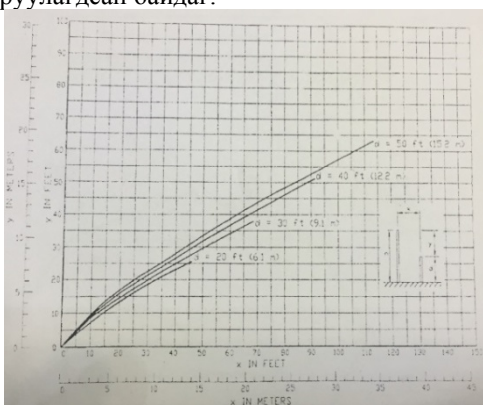
- Тооцооны сонгомол арга
- Цахилгаан-геометр загварчлалын арга гэж хоёр хэсэгт хувааж үздэг.

Цахилгаан-геометр загварчлалын дотор нь багтах хийсвэр бөмбөрцгийн аргын хамгаалах бүсийн аргыг судлана.

Түлхүүр үг. Аянга зайлуулагч, хамгаалалтын бүс.

Тооцооны сонгомол арга

Энэ арга нь ОХУ болон бусад олон улс орнуудад өргөн ашиглагдах бөгөөд аянга зайлуулагч ба объектийн хэмжээг тодорхой масштабаар жижигрүүлсэн физик модель дээр явуулсан лабораторийн туршилт, ниргэлэг дээр үндэслэгдэн боловсруулагдсан байдаг.



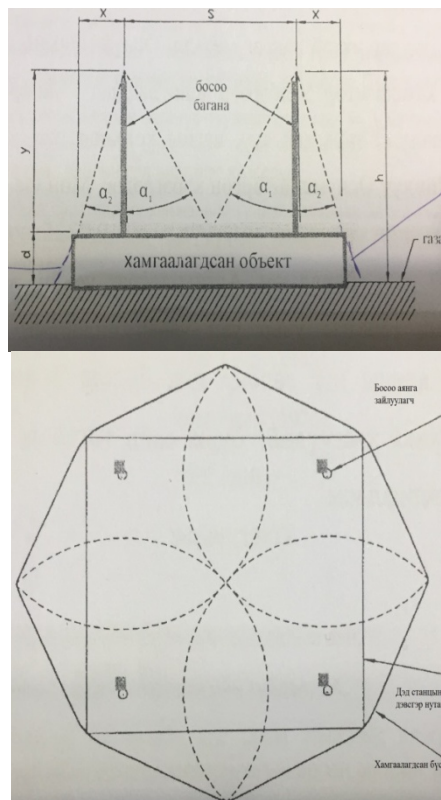
Зураг 1. Ганц босоо аянга зайлуулагч болон объектийн модель дээр хийгдсэн лабораторийн туршилтын үр дүнгээс

Сонгомол аргыг дотор нь:

- Туршилтын муруйн арга
- Хамгаалах өнцгийн арга гэж хоёр хэсэгт хуваан үзнэ.

ОХУ-н аянга хамгаалалтын практикт өргөн хэрэглэгдэж байгаа босоо аянга зайлуулагчийн модель дээр хийсэн туршилтын үр дүнгийн нэг хэсгийг зураг 1-д үзүүлэв.

Аянга хамгаалалтын бүсийг тооцоолох хамгаалалтын өнцгийн аргын зарчмыг зураг 2-т үзүүлсэн ба аянга зайлуулагчийн оройн цэгээс босоо тэнхлэгтэй тодорхой хэмжээний α_1 , α_2 гэсэн өнцөг үүсгэсэн шулууныг газар уруу татах бөгөөд энэ шулуунаас дээш цухуйхгүйгээр объект байрлаж байвал тухайн объектийн аяндын шууд ниргэлэгээс хамгаалагдсан гэж тооцно.



Зураг 2. Хамгаалалтын өнцгийн аргаар аянга зайлуулагчдын хамгаалалтын бүсийг тодорхойлох зарчим а-Хос босоо баганатай үеийн хамгаалалтын өнцгүүд, α_1 -Дээд хэсгийн хамгаалалтын өнцөг, α_2 -Гадна хэсгийн хамгаалалтын өнцөг.

Хамгаалалтын өнцгийн арга нь ашиглахад хялбар байдаг сайн талтай ба нам, дунд хүчдлийн шугам сүлжээ болон дэд станцын аянга хамгаалалтын тооцоонд ашиглахад илүү тохиромжтой байдаг.

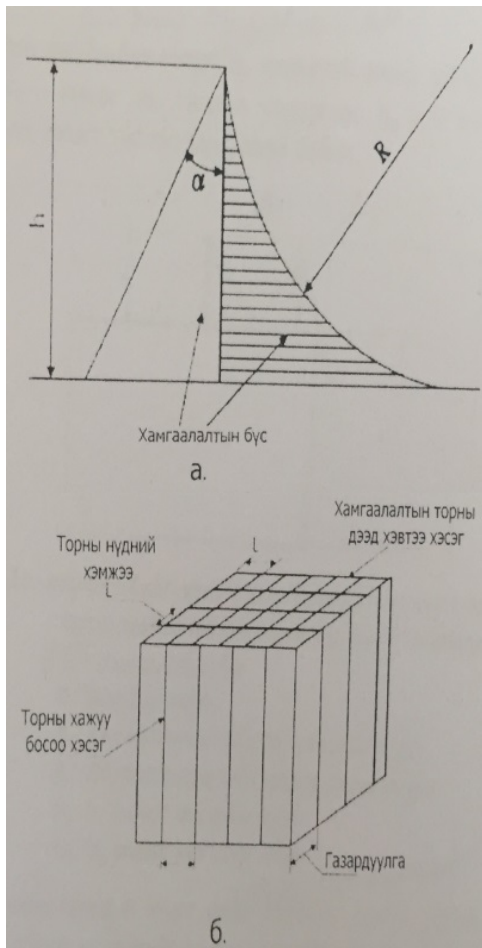
Цахилгаан-геометр загварчлалын арга

Энэ аргын онолын үндсийг анх барууны судлаач Whitehead (1971 он) боловсруулсан бөгөөд энэ аргачлал нь улам боловсронгуй болсоор орчин үед хийсвэр бөмбөрцөг (Rolling Sphere)-ийн арга гэсэн нэршилтэйгээр аянга хамгаалалтын тооцоонд өргөн хэрэглэгдэх болсон.

Цахилгаан-геометр загварчлалын арга нь аяндын ниргэлэгийн эцсийн шатлалын урт (Length of last stepped leader) гэсэн ойлголт дээр тулгуурлагдах бөгөөд үүнийг аянга хамгаалалтын тооцоонд ниргэлэгийн (Strike Distance) гэж товчлон нэрлэнэ.

Үүлнээс доошилсон аяндын залгуур-туулзалтын суваг нь ниргэхийн өмнөхөн энэхүү сүүлчийн шатандаа хүчтэй цахилгаан орны улмаас гэнэт эрчимтэй ионжиж, хүчтэй дуу чимээ гаргаж, аяндын гол ниргэлэг явагдана.

Гол ниргэлэгийн сувгаар их хэмжээний гүйдэл газардах ба энэ гүйдлийн хэмжээнээс дээр дурьдсан ниргэлэгийн зай хүчтэй хамаардгийг олон эрдэмтэд тогтоосон байдаг.



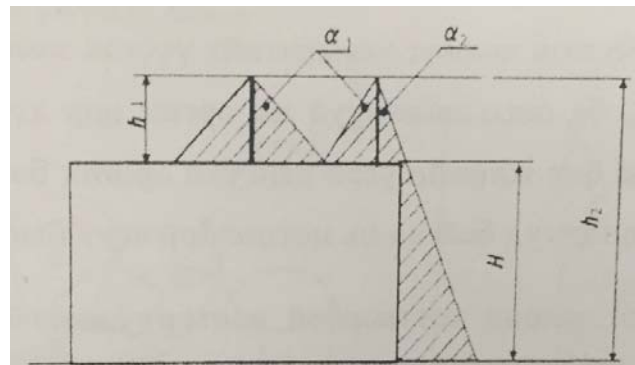
Зураг 6. IEC 61024-1-1 стандартын тайлбар зураглал.

- а. Хийсвэр бөмбөрцгийн радиус R ба хамгаалалтын өнцөг α -ийн зураглал
 б. Хамгаалалтын торны хэмжээ ба үндсэн элментүүд, L -торны нүдний хэмжээ

Энэхүү стандартад аянгын шууд ниргэлэгээс хамгаалах системийн найдваржилтын түвшинг I, II, III, IV гэсэн дөрвөн зэрэглэлд мөн хувааж үзсэн ба зэрэглэл бүрийн найдваржилтын түвшин, тэдгээрт харгалзах бөмбөрцгийн тооцооны аянгын гүйдлийн доод утгыг хүснэгт 2-т үзүүлэв.

Хамгаалалтын түвшин	Найдваржилт	Хийсвэр бөмбөрцгийн харгалзах аянгын сувгийн хамгийн бага утга kA	Хамгаалалтын бүс, м
I	0.98	2.9	20
II	0.95	5.4	30
III	0.90	10.1	45
IV	0.80	15.7	60

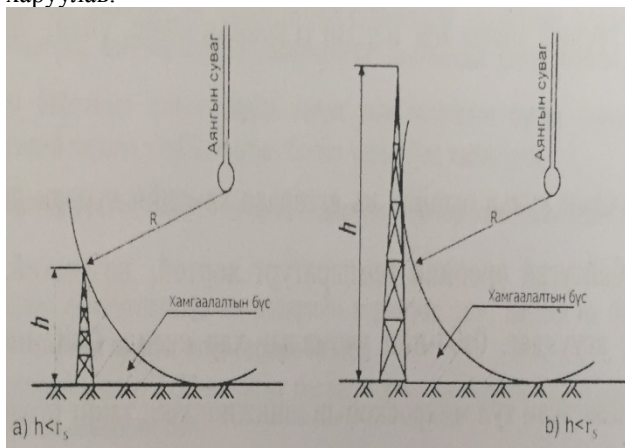
Барилга байгууламж дээр байршуулсан босоо аянга зайлуулагчийн хувьд хамгаалалтын өнцөг α_1 , α_2 -ийг тодорхойлох зарчмыг зураг 7-д үзүүлсэн ба α_1 өнцөг нь барилгын орой дээр суурилсан h_1 өндөртэй аянга зайлуулагчид хамаарагдаж байна. Харин α_2 өнцөг нь газрын гадаргаас $h_2 = H + h_1$ өндөрт харгалзах байшингийн гаднах хэсэгт тус тус харгалзаж байна.



Зураг 7. Барилга байгууламж дээр байрлуулсан аянга зайлуулагчийн хувьд хамгаалалтын өнцөг α_1 , α_2 -ийг тодорхойлох зарчим

▨ -хамгаалалтын бүс, H -Барилгын өндөр, h_1 -Аянга зайлуулагчийн барилга дээрх өндөр, h_2 -Аянга зайлуулагчийн газраас дээшхи өндөр, α_1 - h_1 өндөрт харгалзах өнцөг, α_2 - h_2 өндөрт харгалзах өнцөг.

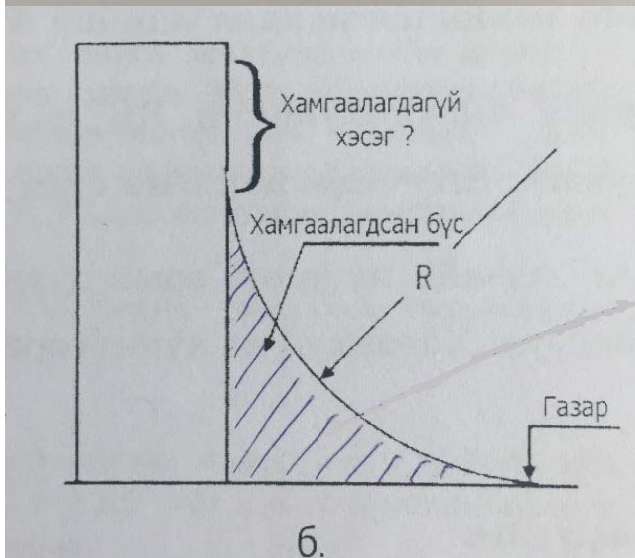
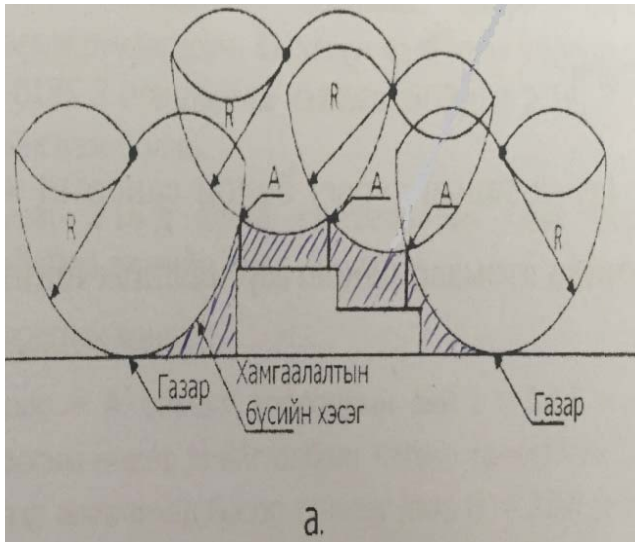
Аянга зайлуулагчийн оройд α өнцөг үүсгэж байгаа шулуун шугам нь хамгаалалтын бүсийн дээд хязгаар бөгөөд хүснэгт 1-аас уг өнцгийг сонгон хамгаалалтын бүсийг тогтооно. Энэ аргыг барилга байгууламжийн өндөр 60м-аас ихгүй байх тохиолдолд хэрэглэх ба $h > 60$ м байх үед хийсвэр бөмбөрцгийн аргыг хэрэглэнэ. Аянга зайлуулагчийн өндөр бөмбөрцгийн радиусаас бага ($h < R$), мөн их ($h > R$) байх тохиолдлуудын хамгаалалтын бүсийн зураглалыг зураг 8-д харьцуулан харуулав.

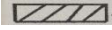


Зураг 8. Хийсвэр бөмбөрцгийн аргаар хамгаалалтын бүсийг байгуулах

а. $h < R$ байх үе, б. $h > R$ байх үе.

Зураг 9а-д төвөгтэй байрлалтай, олон тооны аянга зайлуулагчтай үед хийсвэр бөмбөрцгийн аргаар хамгаалалтын бүсийг байгуулах аргачлалыг үзүүлсэн ба харин зураг 9б-д хэсэгт хэт өндөр барилга байгууламжтай үед хийсвэр бөмбөрцгийн аргаар хамгаалалтын бүсийг тодорхойлоход барилгын ханын дээд хэсэг нь хамгаалалтанд орохгүй байх боломжтой тул энэ хэсэгт нэмэлт босоо торон хамгаалалт шаардлагатай байгааг үзүүлсэн байна.



Зураг 9 Хийсвэр бөмбөрцгийн аргаар хамгаалалтын бүсийг тодорхойлох. а-Төвөгтэй байрлалтай, олон тооны аянга зайлуулагчтай үе, б-Хэт өндөр барилга байгууламж, -Хамгаалалтын бүс, А-Аянга татах цэгүүд.

Босоо болон тросон аянга зайлуулагчийг хэрэглэх боломжгүй үед зураг б^б-д харуулсан аянга хамгаалалтын торон системийг өргөн хэрэглэнэ. Торон системийг хэрэглэх нь барилга байгууламжинд цахилгаан соронзон экраны үүргийг гүйцэтгэж, аянгын хоёрдогч үйлчлэлээс хамгаалдаг давуу талтай. Мөн өндөр барилгын ханын гадна талыг хамгаалалтын бүсэд

оруулахын тулд барилгын гадна хананд хамгаалалтын босоо торыг бас хэрэглэнэ.

Доорх нөхцлүүд биелэж байвал тухайн гадаргууг тороор хамгаалагдсан гэж тооцно.

Үүнд:

- Торон дамжуулагчууд нь дээврийн хүрээгээр явж, дээвэр нь барилгынхаа хэмжээнээс гадагш илүү гарсан байвал;
- Дээврийн налуу 1/10-ээс илүү бөгөөд торны дамжуулагч дээврийн оройгоор дайран өнгөрсөн бол;
- Барилга байгууламжийн хийсвэр бөмбөрцгийн радиусаас дээш хажуу гадаргуу нь аянга зайлуулагч эсвэл тороор хамгаалагдсан байвал;
- Торны нүдний хэмжээ хүснэгт 1-д заасан утгаас ихгүй байвал;
- Аянгын гүйдэл нь торны хоёроос багагүй цэгээс дамжиж газардахаар хийсэн, барилга байгууламжийн бүх металл хэсгүүд нь аянга хамгаалалтын торноос гадагш цухуйж гараагүй байвал;
- Мөн торны дамжуулагчууд нь хоорондоо аль болох ойрхон, богино замаар хоорондоо холбогдсон байх;

ДҮГНЭЛТ

Аянга зайлуулагчийн хамгаалалтын бүсийг тооцоолох сонгомол аргыг ихэвчлэн хэрэглэдэг байсан боловч 1971 онд боловсруулагдсан цахилгаан-геометр загварчлалын аргаачлал нь орчин үед илүү боловсронгуй болсоор орчин үед хийсвэр бөмбөрцгийн арга нэртэйгээр аянга хамгаалалтын тооцоонд өргөн ашиглагдаж байна. Хамгаалалтын өнцгийн аргыг энгийн барилга байгууламж эсвэл томоохон барилгын жижиг хэсэгт хэрэглэхэд тохиромжтой ба өндөр барилга байгууламжинд хийсвэр бөмбөрцгийн аргыг хэрэглэхэд тохиромжтой. Хийсвэр бөмбөрцгийн аргаар хамгаалалтын бүсийг тодорхойлоход барилгын ханын дээд хэсэг орохгүй байх боломжтой ба энэ тохиолдолд нэмэлт босоо торон хамгаалалт шаардлагатай.

Ашигласан материал

1. З.Цэрэндорж, Ц.Эрдэнэтөгс “Өндөр хүчдлийн техник 3” Аянга хамгаалалт, газардуулга, Улаанбаатар 2010.
2. www.google.mn

EDLC АШИГЛАСАН НЭГ ФАЗЫН PWM УДИРДЛАГАТАЙ ИНВЕРТЕРИЙН СУДАЛГАА

Ж.Ням*, Б.Сэргэлэн*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Улаанбаатар хотод тулгамдаад байгаа шийдэх шаардлагатай хамгийн чухал асуудалын нэг нь утааг бууруулах ба утааг бууруулахад хамгийн оновчтой шийдэл одоогоор сэргээгдэх эрчим хүчийг хөгжүүлэх ба тэр тусмаа нарны эрчим хүчийг ашиглах юм. Нарны энергийг цахилгаан эрчим хүч болгон хувиргадаг PV системийн хамгийн гол төхөөрөмж нь инвертер ба инвертерийн гаралтын энергийн урсгалын

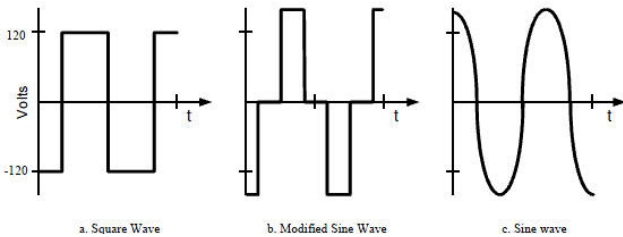
синуслаг байдал нь стандарт түвшингээс хазайх ёсгүй юм. Тухайн хэрэглэгчийн ажиллагааны горим болон ашиглалтын хугацаа нь тухайн хэрэглэгчийг тэжээж байгаа үүсгүүрийн цахилгаан энергийн шинж чанараас хамаарах ба энэ стандарт утгатай тэнцүү байх ёстой. Нэг фазын инвертер нь ихэвчлэн 4 ширхэг транзистор ашигласан байдаг. Бидний судалж байгаа нэг фазын инвертерийн загвар нь 6 ширхэг хүчний транзистор

ашигласан бөгөөд энэхүү загварыг Matlab програм дээр загварчлан ажиллагааг судлан үзүүлэв.

Түлхүүр үг. Нэг фазын инвертер, хүчний IGBT ба MOSFET транзистор, matlab загвар, PWM удирдлага.

1. ОРШИЛ

Тогтмол шинж чанартай цахилгаан энергийн урсгалыг хувьсах шинж чанартай цахилгаан энергид хувиргах хүчний хагас дамжуулагч төхөөрөмжийг хүчний инвертер гэнэ. Хувьсах шинж чанартай цахилгаан энергийн урсгал тодорхой үйлчлэх утга, давтамж, фазын шилжилттэй байдаг. Хүчний инвертер нь эдгээр параметруудийг тогтмол шинж чанартай энергийн урсгалаас үүсгэх, удирдах зориулалттай. Инвертерийн хамгийн гол элемент бол хүчний хагас дамжуулагч хувиргах хэсэг юм. Орчин үед ихэнх инвертерүүд нь цэвэр синуслаг ба синуслаг биш хүчдэлийг хувирган гаргаж байна. Үүнийг зураг 1-д үзүүлэв.



Зураг 1. Сунислас ба синуслаг биш гаралтын хүчдэлийн хэлбэр

Манай оронд ашиглагдаж байгаа нийт инвертерүүд нь БНХАУ-аас орж ирсэн инвертерүүд байдаг ба энэ гаралтын хүчдэлийн хэлбэр нь ихэвчлэн синуслаг биш байна. Хүснэгт 1-д тухайн цахилгаан хэрэгслээс хамаарч цэвэр синуслаг ба синуслаг биш инвертерийг хэрэглэх үзүүлэлтүүдийг үзүүлэв.

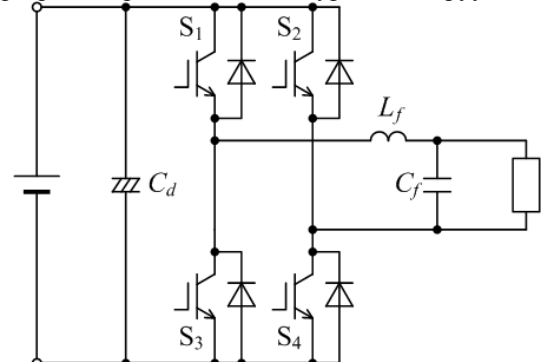
Хүснэгт 1

№	Цахилгаан ачаалал	Синуслаг биш	Цэвэр синуслаг
1	Энергийн хэмнэлттэй чийдэн	+	+
2	Үсний сэнс	+	+
3	Телевизор	+	+
4	Угаалгын машин	-	+
5	Агаар цэвэршүүлэгч	-	+
6	Ухаалаг сэнс	+	+
7	Индукцийн плетка	-	+
8	Индүү	+	+
9	Сахлын машин	+	+
10	Принтер	+	+
11	LED гэрэл	+	+
12	Цахилгаан өрөм	-	+
13	Усны насос	-	+
14	Хөргөгч	-	+
15	Компьютер	+	+

- + - хэрэглэж болно
- - хэрэглэж болохгүй

2. Инвертерийн бүрэлдэхүүн хэсэг

Нэг фазын хүчдлийн гүүрэн инвертер нь хүчний хагас дамжуулагчууд хос хосоороо нээлттэй ба хаалттай горимд ижил хугацааны интервалтайгаар ажиллана. Өөрөөр хэлбэл хугацааны дурын эгшинд транзисторууд дамжуулах горимд байна. Уг инвертерийн зарчмын схемийг зураг 2-т харуулав.

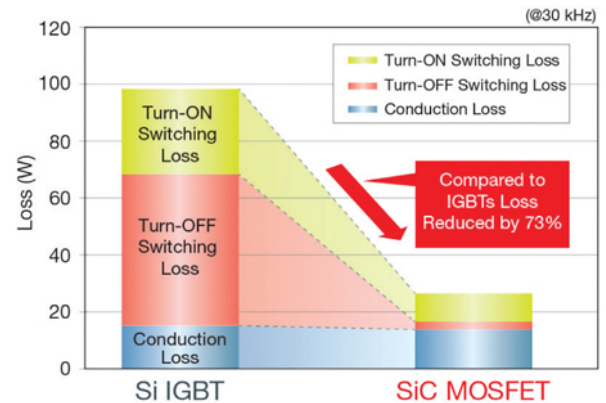


Зураг 2. Нэг фазын гүүрэн инвертерийн зарчмын схем

Хүчний транзистор:

Хүчний транзистороор жишээ болгон SI IGBT болон SIC MOSFET транзисторуудыг танилцуулав. Зураг 3-д SI IGBT болон SIC MOSFET транзисторууд дээрх энергийн алдагдлыг харьцуулан үзүүлэв.

Loss Comparison



Зураг 3. Хүчний транзисторуудын энергийн алдагдлын харьцуулалт

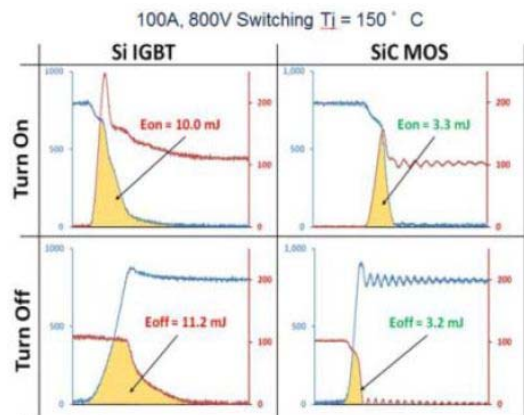


Figure 4: Turn-on and turn-off energy for CCS050M12CM2 and Si-IGBT Six-Pack

Зураг 4. SI IGBT БА SIC MOSFET транзисторуудыг нээх ба хаах үед үүсэх энергийн алдагдал

Нэг фазын гүүрэн инвертерийн ачааллын хүчдлийн үйлчлэх утгыг дараах байдлаар тодорхойлно.

Ачааллын хүчдэлийн үйлчлэх утга:

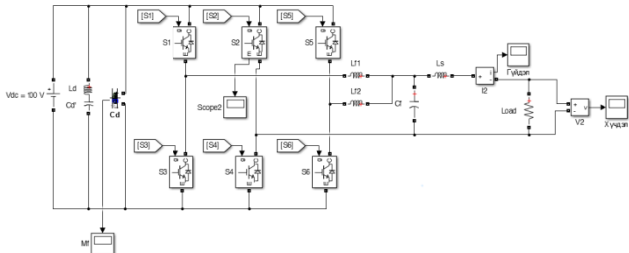
$$U_d = \sqrt{\frac{1}{2\pi} E^2 \omega t} = E \quad (1)$$

Ачааллын хүчдэлийн нэгдүгээр гармоникийн үйлчлэх утга:

$$U_{d(1)} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} E = 0.95 \cdot E \quad (2)$$

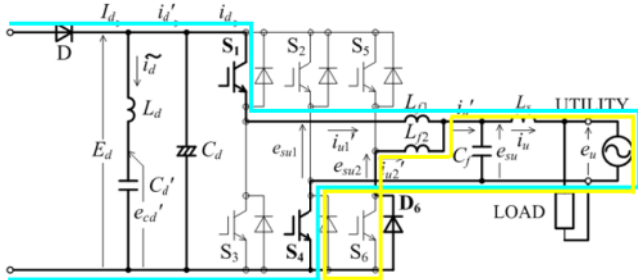
3. Нэг фазын PWM инвертерийн симуляци

EDLC ашигласан нэг фазын хүчдлийн үүсгүүртэй инвертерийн Matlab загварыг зураг 5-д үзүүлэв.

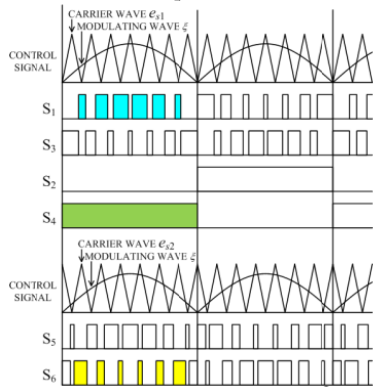


Зураг 5. Нэг фазын хүчдэлийн үүсгүүртэй инвертерийн MATLAB загвар

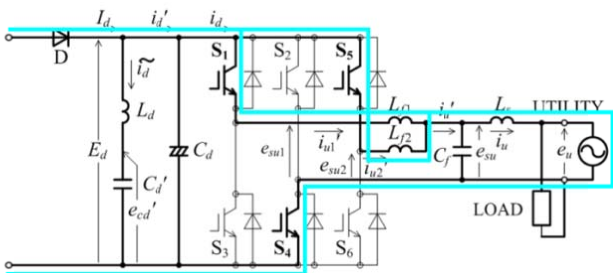
Нэг фазын инвертерийн ажиллагааны зарчимыг зураг 6-д үзүүлэв.



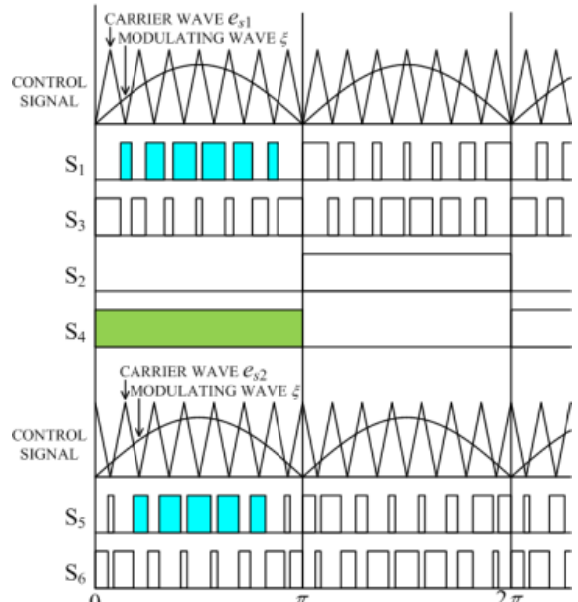
Зураг 6. Ажиллагааны горим 1: S1, S4, S6 транзистор нээлттэй горим



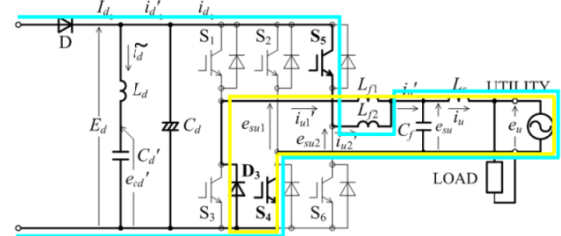
Зураг 6. Ажиллагааны горим 1: S1, S4, S6 транзисторын удирдлагын сигнал



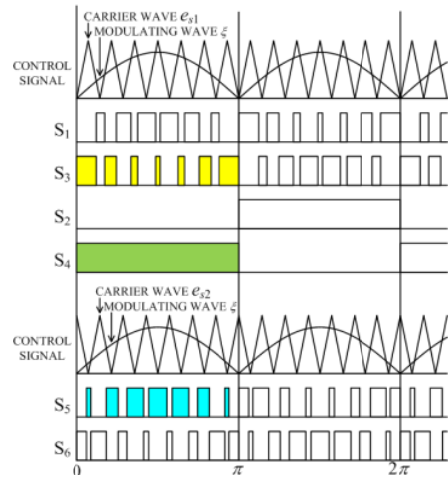
Зураг 7. Ажиллагааны горим 2: S1, S4, S5 транзистор нээлттэй горим



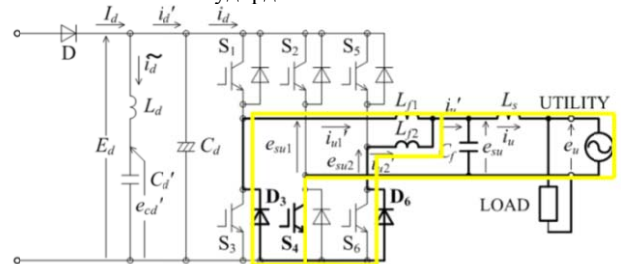
Зураг 8. Ажиллагааны горим 2: S1, S4, S5 транзисторуудын удирдлагын сигнал



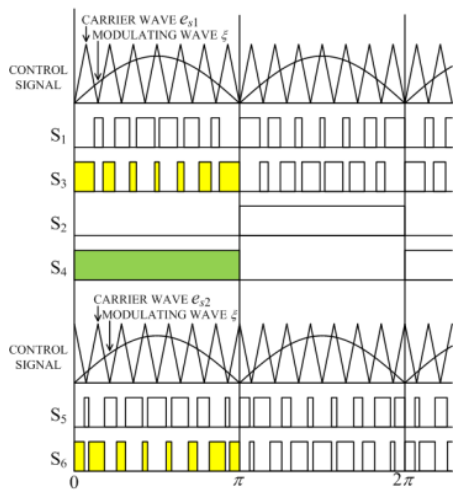
Зураг 9. Ажиллагааны горим 3: S3, S4, S5 транзисторууд нээлттэй горим



Зураг 10. Ажиллагааны горим 3: S3, S4, S5 транзисторуудын удирдлагын сигнал



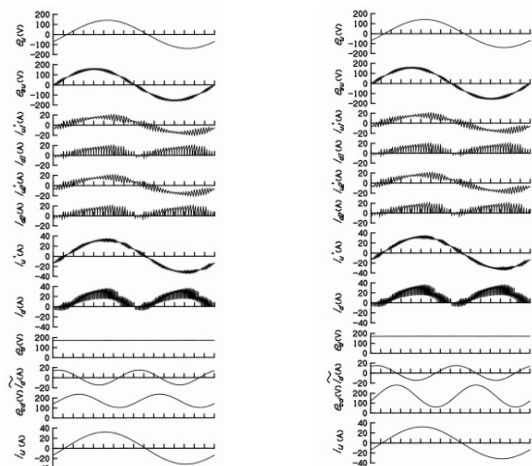
Зураг 11. Ажиллагааны горим 4: S3, S4, S5 транзисторууд нээлттэй горим



Зураг 12. Ажиллагааны горим 4: S3,S4,S5 транзисторуудын удирдлагын сигнал

4. Симуляцийн үр дүн

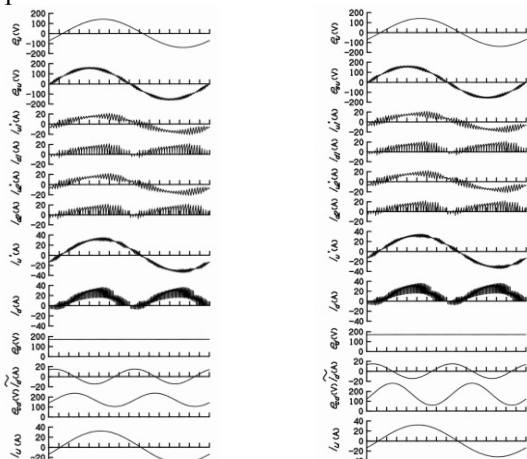
$a = 30^\circ$ үеийн гүйдэл хүчдлийн хэлбэрийг зураг 13-т үзүүлэв.



$$L_d = 6\text{mH}, C_d' = 293\text{mF} \quad L_d = 10\text{mH}, C_d' = 176\text{mF}$$

Зураг 13. Инвертерийн гаралтын гүйдэл хүчдлийн хэлбэр

$a = -30^\circ$ үеийн гүйдэл хүчдлийн хэлбэрийг зураг 14-т үзүүлэв.



$$L_d = 6\text{mH}, C_d' = 293\mu\text{F} \quad L_d = 10\text{mH}, C_d' = 176\mu\text{F}$$

Зураг 14. Инвертерийн гаралтын гүйдэл хүчдлийн хэлбэр

ДҮГНЭЛТ

1. Ачааллаас хамааран цэвэр синуслаг байх зайлшгүй шаардлагатай цахилгаан хэрэгслүүд болох цахилгаан хөдөлгүүрүүд инвертерээс тэжээгдэж байдаг ба инвертерийн гаралтын хүчдэл зайлшгүй цэвэр синуслаг байх ёстой.
2. Нэг фазын инвертерийн инвертерийн хүчний транзисторуудын гүйдэл дамжуулах интервалын хооронд өндөр давтамжийн модуляцийн аргаар сэлгэн залгаж синуслаг хүчдэлийн гарган авсан ба энэ удирдлагыг ашигласнаар энергийн урсгалын нарийн тохируулж болно. Нэмэлт транзистор ашигласнаар инвертерийн гаралтийн гүйдэл хүчдэлийн хэлбэр энгийн 4 транзистортой инвертерийг бодоход илүү цэвэр синуслаг байна.
3. Зураг 3-аас харахад SIC MOSFET транзистор нь SI IGBT транзисторыг бодоход богино хугацаанд хаагдаж нээгдэж байгаа энэ үед үүсэх алдагдал бага байгааг харж болно.

Ашигласан материал

1. DC/AC Pure sine wave inverter – Jim Doucet, Dan Eggleston, Jeremy shaw. 2006.
2. Power electronics and Machines inverters – Suryanarayana Doola. 2013.
3. Single phase full bridge inverter with coupled filter inductors and voltage doubler for PV module integrated converter system - Y. JIANG and J. PAN.
4. Development of Pulse-width-modulation techniques For multi-phase and multi-leg Voltage source inverters.
5. Carrier-based pulse width modulation technique for a three-to-five phase matrix converter for supplying five-phase two-motor drives.
6. Performance Evaluation of Multi Carrier Based PWM Techniques for Single Phase Five Level H-Bridge Type FCMLI - E.Sambath, S.P. Natarajan, C.R.Balamurugan.
7. “Эрчим хүч – техник, технологи” оюутны эрдэм шинжилгээний бага хурал. УБ, 2017.

SIC MOSFET ТРАНЗИСТОР АШИГЛАСАН НЭГ ФАЗЫН PWM УДИРДЛАГАТАЙ ИНВЕРТЕРИЙН СУДАЛГАА

Ж.Ням*, Б.Сэргэлэн*

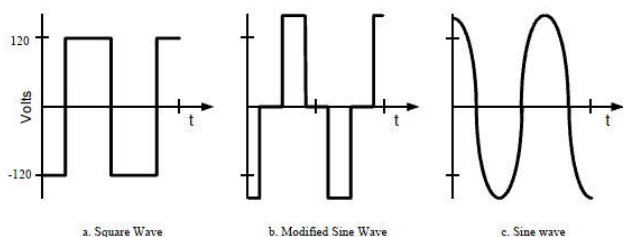
*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Улаанбаатар хотод тулгамдаад байгаа шийдэх шаардлагатай хамгийн чухал асуудлын нэг нь утааг бууруулах ба утааг бууруулхад хамгийн оновчтой шийдэл одоогоор цахилгаан халаагуур ашиглах явдал юм. Нарны энергийг цахилгаан эрчим хүч болгон хувиргадаг нарны PV системийн хамгийн гол төхөөрөмж нь инвертер юм. Инвертерийн гаралтын гүйдэл, хүчдлийн хэлбэр синуслаг байдал нь стандарт түвшигээс хазайх ёсгүй юм. Тухайн хэрэглэгчийн ажиллагааны горим болон ашиглалтын хугацаа нь тухайн хэрэглэгчийг тэжээж байгаа үүсгүүрийн цахилгаан энергийн шинж чанараас хамаарах ба энэ стандарт утгатай тэнцүү байх ёстой. Нэг фазын инвертер нь ихэвчлэн 4 ширхэг транзистор ашигласан байдаг ба бидний судалж байгаа нэг фазын инвертерийн загвар нь 6 ширхэг хүчний транзистор ашигласан ба энэхүү загварыг Matlab програм дээр загварчлан ажиллагааг судлан үзүүлэв.

Түлхүүр үг. Нэг фазын инвертер, хүчний IGBT ба MOSFET транзистор, matlab загвар, PWM удирдлага.

ОРШИЛ

Тогтмол шинж чанартай цахилгаан энергийн урсгалыг хувьсах шинж чанартай цахилгаан энергид хувиргах хүчний хагас дамжуулагч төхөөрөмжийг хүчний инвертер гэнэ. Хувьсах шинж чанартай цахилгаан энергийн урсгал тодорхой үйлчлэх утга, давтамж, фазын шилжилттэй байдаг. Хүчний инвертер нь эдгээр параметруудийг тогтмол шинж чанартай энергийн урсгалаас үүсгэх, удирдах зориулалттай. Инвертерийн хамгийн гол элемент бол хүчний хагас дамжуулагч хувиргах хэсэг юм. Орчин үед ихэнх инвертерүүд нь цэвэр синуслаг ба синуслаг биш хүчдэлийг хувирган гаргаж байна. Үүнийг зураг 1-д үзүүлэв.



Зураг 1. Синуслаг ба синуслаг биш гаралтын хүчдэлийн хэлбэр

Манай оронд ашиглагдаж байгаа нийт инвертерүүд нь БНХАУ-аас орж ирсэн инвертерүүд байдаг ба энэ гаралтын хүчдэлийн хэлбэр нь ихэвчлэн синуслаг биш байна. Хүснэгт 1-д тухайн цахилгаан хэрэгслээс хамаарч цэвэр синуслаг ба синуслаг биш инвертерийг хэрэглэх үзүүлэлтүүдийг үзүүлэв.

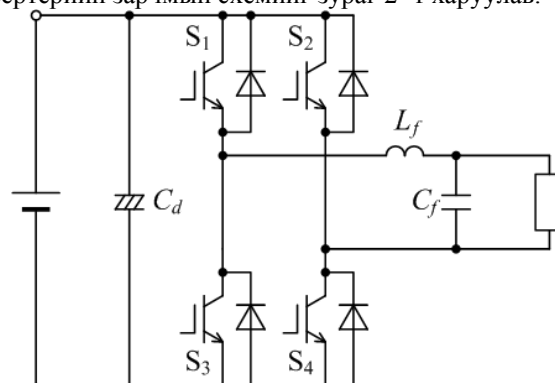
Хүснэгт 1

№	Цахилгаан ачаалал	Синуслаг Биш	Цэвэр синуслаг
1	Энергийн Хэмнэлттэй чийдэн	+	+
2	Үсний сэнс	+	+
3	Телевизор	+	+
4	Угаалгын машин	-	+
5	Агаар цэвэршүүлэгч	-	+
6	Ухаалаг сэнс	+	+
7	Индукцийн плетка	-	+
8	Индүү	+	+
9	Сахлын машин	+	+
10	принтер	+	+
11	LED гэрэл	+	+
12	Цахилгаан өрөм	-	+
13	Усны насос	-	+
14	Хөргөгч	-	+
15	Компьютер	+	+

+ - хэрэглэж болно
- - хэрэглэж болохгүй

Инвертерийн бүрэлдэхүүн хэсэг:

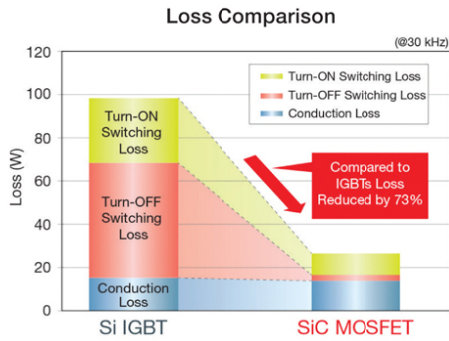
Нэг фазын хүчдэлийн гүүрэн инвертер нь хүчний хагас дамжуулагчууд хос хосоороо нээлттэй ба хаалттай горимд ижил хугацааны интервалтайгаар ажиллана. Өөрөөр хэлбэл хугацааны дурын эгшинд транзисторууд дамжуулах горимд байна. Уг инвертерийн зарчмын схемийг зураг 2-т харуулав.



Зураг 2. Нэг фазын гүүрэн инвертерийн зарчмын схем

Хүчний транзистор

Хүчний транзистороор жишээ болгон SI IGBT болон SIC MOSFET транзисторуудыг танилцуулав. Зураг 3-т SI IGBT болон SIC MOSFET транзисторууд дээрх энергийн алдагдлыг харьцуулан үзүүлэв.



Зураг 3. Хүчний транзисторуудын энергийн алдагдлын харьцуулалт

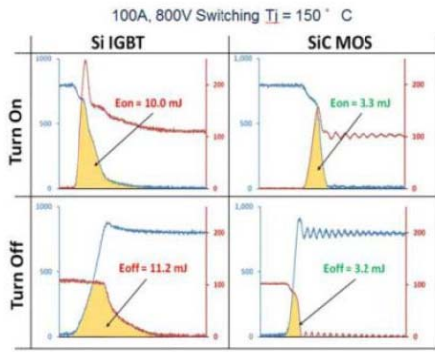


Figure 4: Turn-on and turn-off energy for CCS050M12CM2 and Si-IGBT Six-Pack

Зураг 4. SI IGBT БА SIC MOSFET транзисторуудыг нээх ба хаах үед үүсэх энергийн алдагдал

Нэг фазын гүүрэн инвертерийн ачааллын хүчдлийн үйлчлэх утгыг дараах байдлаар тодорхойлно.

Ачааллын хүчдэлийн үйлчлэх утга:

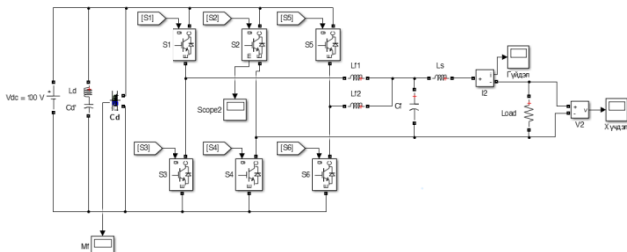
$$U_d = \sqrt{\frac{1}{2\pi} E^2 \omega t} = E \quad (1)$$

Ачааллын хүчдэлийн нэгдүгээр гармоникийн үйлчлэх утга:

$$U_{d(1)} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} E = 0.95 \cdot E \quad (2)$$

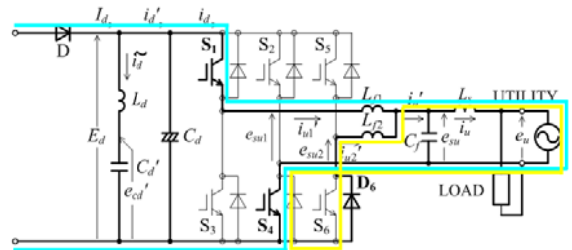
Нэг фазын цэвэр синуслаг хэлбэрийн инвертерийн симуляци

Нэг фазын инвертерийн гаралтын параметруудийг цэвэр синуслаг болгох нь хамгийн чухал юм. нэг фазын цэвэр синуслаг инвертерийн Matlab загварыг зураг 5-д үзүүлэв.

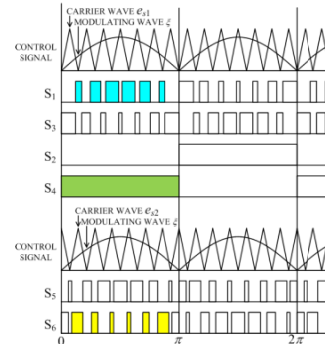


Зураг 5. Нэг фазын хүчдэлийн үүсгүүртэй инвертерийн MATLAB загвар

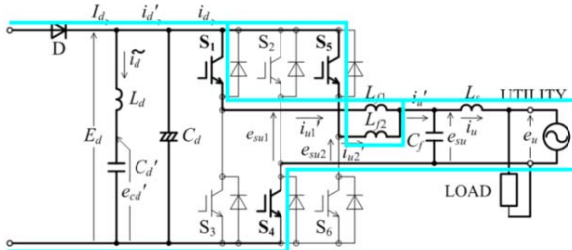
Нэг фазын инвертерийн ердийн үед байдаг 4 ширхэг транзисторууд дээр бид цэвэр синуслаг болгохын тулд шинээр нэмж 2 ширхэг транзисторыг холбож өгснөөр цэвэр синуслаг болж чадаж байгаа. Энэхүү туршилтыг Япон улсад Япон эрдэмтэдтэй хамт хийсэн бөгөөд нэг фазын цэвэр синуслаг инвертерийн ажиллагааны зарчимыг доор үзүүлэв.



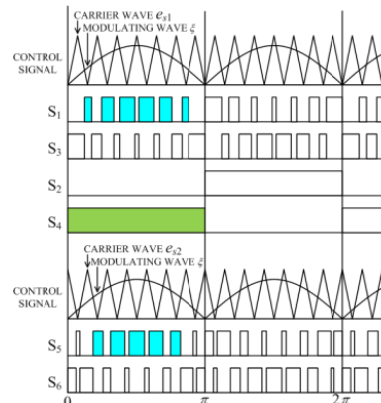
Зураг 6. Ажиллагааны горим 1: S1, S4, S6 транзистор нээлттэй горим



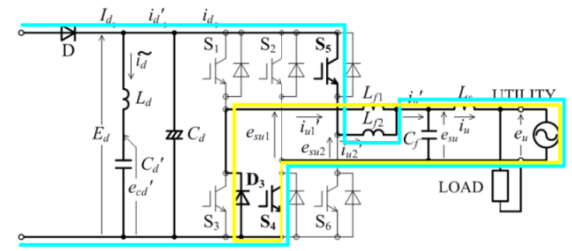
Зураг 7. Ажиллагааны горим 1: S1, S4, S6 транзисторын удирдлагын сигнал



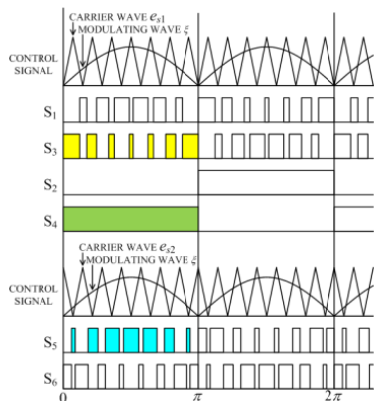
Зураг 8. Ажиллагааны горим 2: S1, S4, S5 транзистор нээлттэй горим



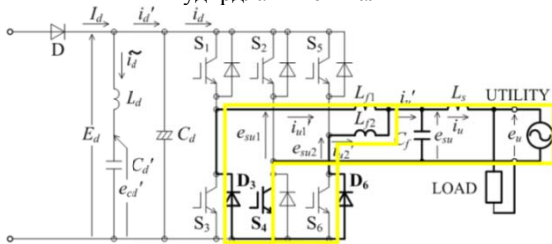
Зураг 9. Ажиллагааны горим 2: S1, S4, S5 транзисторуудын удирдлагын сигнал



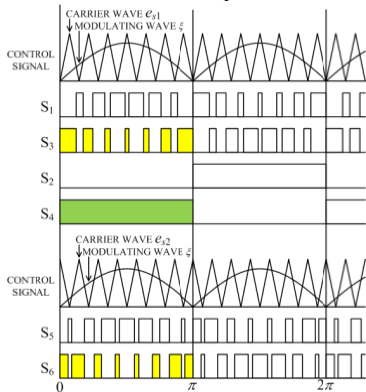
Зураг 10. Ажиллагааны горим 3: S3, S4, S5 транзисторууд нээлттэй горим



Зураг 11. Ажиллагааны горим 3: S3, S4, S5 транзисторуудын удирдлагын сигнал



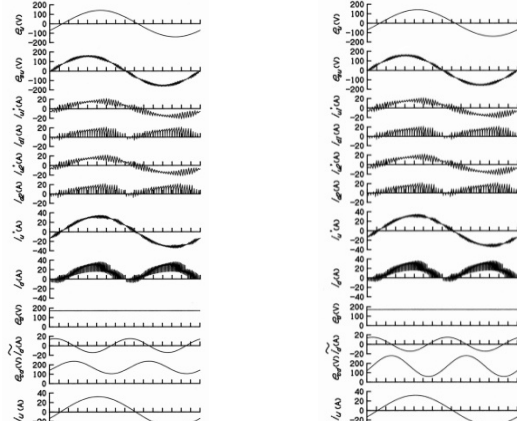
Зураг 12. Ажиллагааны горим 4: S3, S4, S5 транзисторууд нээлттэй горим



Зураг 13. Ажиллагааны горим 4: S3, S4, S5 транзисторуудын удирдлагын сигнал

Симуляцийн үр дүн

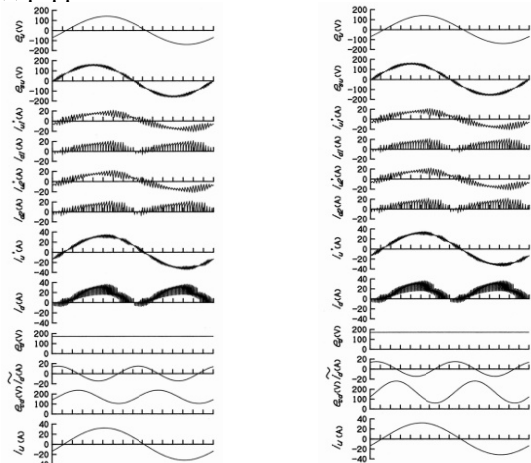
$\alpha = 30^\circ$ үеийн гүйдэл хүчдлийн хэлбэрийг зураг 13-т үзүүлэв. Matlab загварыг туршилт хийсэн схемийн дагуу загварчлаж транзисторуудын удирдлагын өнцөг болох α өнгийн утгыг Matlab загвар дээр туршиж үр дүнг зураг 14, 15-д тус тус харуулав.



$L_d = 6\text{mH}, C_d' = 293\text{mF}$ $L_d = 10\text{mH}, C_d' = 176\text{mF}$

Зураг 14. Инвертерийн гаралтын гүйдэл хүчдэлийн хэлбэр

$\alpha = -30^\circ$ үеийн гүйдэл хүчдэлийн хэлбэрийг зураг 15-д үзүүлэв.



$L_d = 6\text{mH}, C_d' = 293\mu\text{F}$ $L_d = 10\text{mH}, C_d' = 176\mu\text{F}$

Зураг 15. Инвертерийн гаралтын гүйдэл хүчдэлийн хэлбэр

ДҮГНЭЛТ

1. Ачааллаас хамааран цэвэр синуслаг байх зайлшгүй шаардлагатай цахилгаан хэрэгслүүд болох цахилгаан хөдөлгүүрүүд инвертерээс тэжээгдэж байдаг ба инвертерийн гаралтын хүчдэл зайлшгүй цэвэр синуслаг байх ёстой.
2. Нэг фазын инвертерийн инвертерийн хүчний транзисторуудын гүйдэл дамжуулах интервалын хооронд өндөр давтамжийн модуляцийн аргаар ээлгэн залгаж синуслаг хүчдэлийн гарган авсан ба энэ удирдлагыг ашигласнаар энергийн урсгалын нарийн тохируулж болно. Нэмэлт транзистор ашигласнаар инвертерийн гаралтын гүйдэл хүчдэлийн хэлбэр энгийн 4 транзистортой инвертерийг бодоход илүү цэвэр синуслаг байгаа нь судалгааны гол шинэлэг тал болж байна.
3. Зураг 3-аас харахад SIC MOSFET транзистор нь SI IGBT транзисторыг бодоход богино хугацаанд хаагдаж нээгдэж байгаа үед үүсэх алдагдал бага байгааг харж болно.
4. Энэхүү SIC MOSFET транзистор Япон улсад шинээр үйлдвэрлэгдэж байгаа ба одоогоор инвертерүүдэд ашиглагдаж эхлээгүй байгаа юм.
5. SIC MOSFET транзисторыг ашигласан инвертерийн давуу тал нь хөдөлгүүрийн асаалт, тоормозло, хурд өөрчлөх зэрэг чадлын огцом өсөлт бууралтанд хамгийн тэсвэртэй удаан ашиглагдах боломжтой шинээр бүтээгдсэн, сайжруулагдсан транзистор юм.

Ашигласан материал

1. DC/AC Pure sine wave inverter – Jim Doucet, Dan Eggleston, Jeremy shaw. 2006.
2. Power electronics and Machines inverters – Suryanarayana Doolla. 2013.
3. Single phase full bridge inverter with coupled filter inductors and voltage doubler for PV module integrated converter system - Y. JIANG and J. PAN.
4. Development of Pulse-width-modulation techniques For multi-phase and multi-leg Voltage source inverters.

12. Carrier-based pulse width modulation technique for a three-to-five phase matrix converter for supplying five-phase two-motor drives.
13. Performance Evaluation of Multi Carrier Based PWM Techniques for Single Phase Five Level H-Bridge Type FCMLI - E.Sambath, S.P. Natarajan, C.R.Balamurugan.

14. “Эрчим хүч – техник, технологи” оюутны эрдэм шинжилгээний бага хурал. УБ, 2017.

БАРИЛГЫН ДУЛААНЫ АЛДАГДАЛ БНБД 23-02-09-ЫГ ЗУРАГ ТӨСӨЛ БОЛОН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТИЙН ТООЦООНД ХЭРЭГЛЭХ АСУУДАЛД

Д. Энэбиш*, Б. Намхайням*

Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Манай улсад дулааны эрчим хүчний үнэгүйдэл газар авч үйлдвэрлэн түгээж хэрэглэгчид ирсэн дулааны зөв зохисгүй хэрэглээ өссөөр байна. Энэ байдалд дүгнэлт хийж тухайн барилгын дотор орчны нөхцлийг сайжруулах, дулаан болон түлшний хэрэглээг багасгах зорилгоор Монгол улсын стандарт хэмжил зүйн газар 2009 онд барилгын дулааны алдагдлын стандарт баталж гаргасан. Энэхүү стандартыг барилгын зураг төсөлд хэрхэн нэвтрүүлэх, түүнээс гарах үр дүнг урьдчилан тооцох явдал нэн чухал гэж үзэж энэхүү судалгааг хийсэн болно.

Түлхүүр үг. Барилгын дулааны тэнцэл, гадна ба дотор агаарын температур, хаших хийц, хөрвүүлсэн эсэргүүцэл.

ОРШИЛ

Иргэдийг ая тухтай нөхцөлд амьдруулах, ажиллуулах явдал хүн төрөлхтний нийгмийн нэг чухал хэрэгцээ, зорилт байдаг. Энэхүү хэрэгцээг хангаж чадсан тохиолдолд тухайн хүн эрүүл байж үр бүтээлтэй хөдөлмөрлөх болно.

Ая тухтай орчин гэдэг ойлголт маш олон үзүүлэлтээр, тухайлбал дулаан, дуу чимээ багатай, байгалийн гэрэл хүртэмжтэй, дотор агаар нь цэвэр гэх мэтээр тодорхойлогдоно. Эдгээр үзүүлэлтээс нилээд голлох нь дотор орчны температур, тухайлбал дулаан гэдгийг бид бүгд мэднэ. Амьдрал дээр орон сууц, нийгэм ахуйн барилгыг дээр дурдсан хэрэгцээнд тэр бүр нийцүүлэн барихгүй байна. Ийм учраас Монгол улсад байгаа ихэнх барилгууд дулааны алдагдал ихтэй, түүнээс шалтгаалж илүү их дулаан хэрэглэж тэр хэмжээгээр хот суурин газрын агаарыг бохирдуулж байна. Зарим тохиолдолд иргэд оршин суугчид ая тухтай орчинд ажиллаж амьдарч чадахгүй байна.

Дулааны эрчим хүчийг хэмнэх эхний алхам бол барилгын дулаан алдагдлыг бууруулах арга хэмжээ юм. Барилгын дотор агаарын температурыг захиалгын дагуу тодорхой түвшинд барихын тулд уг барилгын дулааны алдагдал ба дулаацуулгын системээс өгөх дулааны хоорондын тэнцвэрийг хангах хэрэгтэй. Барилгын дулааны тэнцлийг дараах байдлаар илэрхийлж болно [2].

$$Q = Q_{\text{дд}} + Q_{\text{х.а}} = Q_{\text{д}} + Q_{\text{дя}}$$

Энд: $Q_{\text{дд}}$ – дулаан дамжуулалтын алдагдал, $Q_{\text{х.а}}$ – хаших хийцийн зай завсраарх дулаан алдагдал, $Q_{\text{д}}$

– дулаацуулгын системээс гаднаас өгөх дулаан, $Q_{\text{дя}}$ – барилгын доторх дулаан ялгаралт.

Барилгын дулаан алдагдалд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тодорхойлбол:

- а) Хаших хийцийн дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэл;
- б) Тухайн орон нутгийн цаг уурын нөхцөл, тухайлбал гадна агаарын температур ба хурд;
- в) Барилгын угсралтын чанар.

Барилгын дулааны алдагдлыг бага байлгахын тулд мөрдөж буй стандартын шаардлагад нийцүүлэн зураг төслийг гүйцэтгэж биелэлтийг хянаж үнэлгээ өгч байх явдал чухал байна.

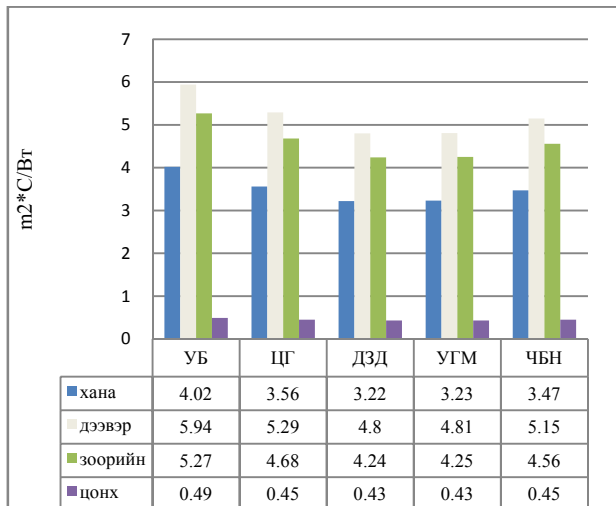
Хаших хийцийн дулаан дамжуулалтын хөрвүүлсэн эсэргүүцэл

Халаалтын улиралын градус-хоног (ГХ) гэсэн үзүүлэлтийг тухайн хот суурин газрын гадна агаарын температурын нөхцлийг үндэслэн дараах томъёогоор тодорхойлно [1]:

$$ГХ = (t_{\text{д.т}} - t_{\text{хал.дунд}}) \cdot Z_{\text{хал.ул}}$$

Энд: $t_{\text{д.т}}$ – тухайн хот суурингийн халаалтын гадна агаарын тооцоот температур; $t_{\text{хал.дунд}}$ – тухайн хот суурингийн халаалтын улирлын гадна агаарын дундаж температур, $^{\circ}\text{C}$; $Z_{\text{хал.ул}}$ – халаалтын улиралын үргэлжлэх хугацаа, хоног.

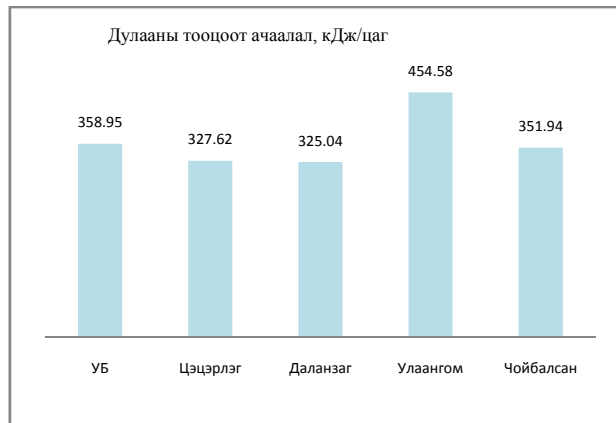
Градус хоногийн утгыг үндэслэн тухайн хот сууринд барих, дулаалгыг нь шинэчлэх барилгын хаших хийцийн (хана, хучилт, адар ба зоорийн хучилтийн) дулаан дамжуулалтын хөрвүүлсэн эсэргүүцлийн байвал зохих хамгийн бага утгыг БНБД 23-02-09-ын 4-р хүснэгтийг ашиглан тооцно [1]. Энэхүү аргачлалыг ашиглан барилгын хаших хийцийн дулаан дамжуулалтын хөрвүүлсэн эсэргүүцлийн нарийвчилсан утгыг зарим хот, аймгийн төвийн хувьд тооцож 1-р зурагт үзүүлэв.



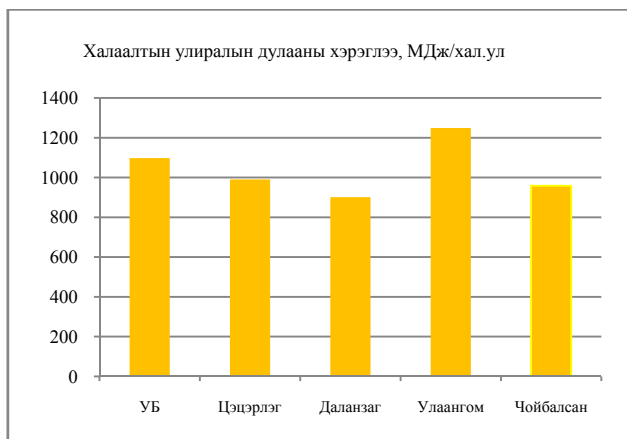
Зураг 1. Хаших хийцийн дулаан дамжуулалтын шаардагдах дулааны эсэргүүцэл. ЦГ-цэцэрлэг; ДЗД-даланзадгад; УГМ - Улаангом; ЧБН - Чойбалсан

Энэхүү графикаас барилгын хаших хийцийн стандартын дулааны эсэргүүцлийн утга орон нутаг бүрд харилцан адилгүй байгааг харж болно. Ийм учраас барилгын зураг төсөлд орон нутаг бүрд тохирох утгыг нь сонгож тусгах хэрэгтэй байна.

Суурийн талбай нь 748 квадрат метр, 5 давхар орон сууцны угсармал барилгын хаших хийцийг хот суурин бүрийн хувьд дээр тодорхойлсон дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэлтэй байхаар сонгож барьсан тохиолдолд түүний дулааны тооцоот ачаалал ба дулааны жилийн (халаалтын улирал) хэрэглээ ямар байхыг тооцож 2 ба 3-р зурагт үзүүлэв.



Зураг 2. Уг барилгын дулааны тооцоот ачаалал



Зураг 3. дулааны жилийн хэрэглээ

Графикаас харахад яг нэг ижил овор хэмжээтэй барилгын хувьд дулааны тооцоот ачаалал ба хэрэглээ нь хот суурин бүрийн хувьд харилцан адилгүй байна. Улаанбаатар хотод ашиглагдаж буй суурийн талбай нь 748 квадрат метр, 5 давхар угсармал орон сууцны барилгын (4-р зураг) хаших хийцийн бүтцийг бодит байдал дээр нь судалж дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэл, дулааны ачаалал, дулааны жилийн хэрэглээг тооцож үр дүнг утгыг харьцуулж 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.



Зураг 4. УБ хот, ХУД 4-р хороо, 63-р байрны гадна талын зураг

Хүснэгт 1

Орон сууцны барилгын хаших хийцийн дулааны эсэргүүцэл, дулааны тооцоот ачаалал ба дулааны жилийн хэрэглээний утгын харьцуулалт (Улаанбаатар)

Үзүүлэлтүүд		Стандартын шаардлага хангасан барилга	Хуучин барилга	Зөрүү
Хаших хийцийн дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэл м²С/вт	Хана	4.02	2.3	-1.72
	хучилт	5.94	2.8	-3.14
	АЗ-ын хучилт	5.27	1.28	-4.0.
	Цонх	0.49	0.62	
Дулааны тооцоот ачаалал, кДж/цаг		359.0	542.3	182.3
Дулааны жилийн хэрэглээ, МДж/жил		1097.2	1657.0	599.8

Энэхүү барилгыг БНБД 23-02-09 стандартын шаардлагад нийцүүлж дулаалсан тохиолдолд дулааны тооцоот ачаалал 50 хувь, дулааны жилийн хэрэглээ 51 хувиар багасч, тэр хэмжээгээр хэрэглэгчийн дулааны төлбөр, агаар орчны бохирдол буурах болно.

ДҮГНЭЛТ

1. Зураг 1-д үзүүлсэн тоон утгуудыг тэдгээр хот суурингийн барилгын зураг төсөлд ашиглаж болно.

2. Одоо ашиглаж буй хуучин барилгуудыг стандартын түвшинд хүртэл нэмж дулаалсан тохиолдолд уг барилгын дулааны тооцоот ачаалал ба халаалтын улиралд хэрэглэх дулаан 50-иас багагүй хувиар буурах болно.

Ашигласан материал

1. Б.Мөнхбаяр, Б.Болормаа, Ч.Наранцацрал. Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09. УБ. 2015.
2. Баяраа.Б. Барилгын дулаан алдагдал түүний сүлжээний горимд үзүүлэх нөлөөллийн судалгаа. ШУТИС. ЭШБ. 2016 он.
3. Намхайням.Б. Дулаан хангамжийн систем, сурах бичиг, 2015 он.
4. Porges.F. (2001) "HVAC Engineer's Handbook Eleventh edition".

АГААРЫН БОХИРДЛЫГ БУУРУУЛАХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

С.Батжаргал*, О.Пүрэвжал*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим хүчний Их Сургууль

Хураангуй. Агаарын бохирдлыг үүсгэж байгаа нэг гол шалтгаан бол түүхий нүүрсний хэрэглээ юм. Агаарын бохирдлыг бууруулах цөөнгүй арга технологи байгаа бөгөөд эдгээрээс түүхий нүүрсний хэрэглээг бүрэн хасч оронд нь цахилгаан халаагуур ашиглах нь хамгийн боломжтой арга гэж үзлээ. Тус судалгааг ажлаар амины орон сууцны дулаан хангамжийг цахилгаан халаагуураар сольсноор гарах үр дүнг тооцож, эдийн засгийн болон байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөллийг судлаж үзэв.

Тулхуур үг. Цахилгаан халаагуур, байгаль орчин, эдийн засаг.

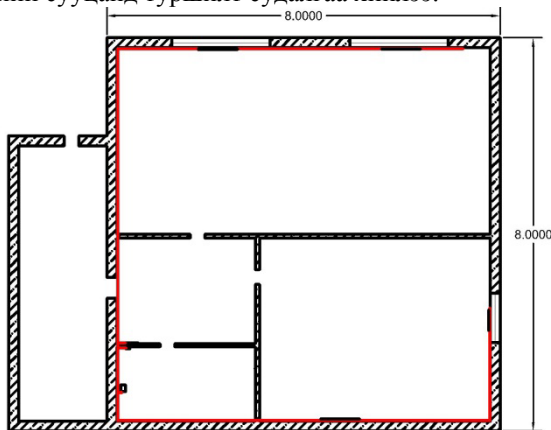
ОРШИЛ

Өнөөдрийн байдлаар Улаанбаатар хотын гэр хорооллын дулаан хангамжийн асуудал төвлөрсөн байдлаар шийдэгдээгүй бөгөөд “Цэвэр агаар төсөл”, “Утаагүй зуух” зэрэг төслүүд засгийн газраас удаа дараа хэрэгжүүлсэн боловч тодорхой үр дүнд хүрээгүй тул өрхийн дулаан хангамжийн асуудлыг цахилгаанаар шийдэх нь хамгийн боломжит хувилбар гэж үзлээ.

Цахилгаан халаагуурыг үр дүнтэй ашиглах нөхцөл нь гэр хорооллын айлуудын шөнийн цагийн хямд тарифыг ашиглан дулаан хуримтлуур тавих замаар шийдвэрлэж болно.

Судалгааны хэсэг

ХУД-ийн 9-р хороонд байрлах 64 м² талбай бүхий хувийн сууцанд туршилт судалгаа хийлээ.



Зураг 1. Барилгын план зураг

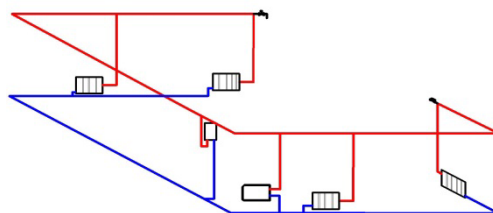
Тус сууцны хувьд хоногт 20 кг нүүрс шатаадаг бөгөөд жилд 4,8 тн нүүрс хэрэглэдэг. Эндээс үзэхэд байгаль орчинд 6,7 тн CO₂ нүүрсхүчлийн хий ялгарч байна. Тиймээс цахилгаан халаагуураар сольвол байгаль орчинд үзүүлэх нөлөлөл 6,72 тн CO₂ нүүрс хүчлийн хий ялгаруулахгүй байх давуу талтай.

Сонгосон цахилгаан бойлер: Rising Development Mongolia ХХК-ийн борлуулдаг Хятад улсад үйлдвэрлэсэн RDM-01 маркийн 6 кВт –ийн хүчин чадалтай.

Цахилгаан халаагуурын давуу тал /RDM-01/нь:

- Хөнгөн цагаан ялтас, зэс гуурстай;

- Ашигт үйлийн коэффициент өндөр;
- Wifi контролиер нэмж суурилуулах боломжтой;
- Бүрэн ухаалаг үйлдлийн системтэй төхөөрөмж юм.



Зураг 2. Тухайн барилгын халаалтын схем

Тухайн барилгын дулаан техникийн тооцоо:

Гадна ханын дулаан техникийн тооцоо:

Тухайн барилгын байршил: Улаанбаатар-Буянт ухаа цаг агаарын өгөгдлийг авав.

Ханын дулаан техникийн тооцоо [1].

Хөрвүүлсэн эсэргүүцлээр тооцъё.

1. Хэм хоногийг олохдоо:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (18 + 11.4) \cdot 239 = 7026.6; (^\circ\text{C} \cdot \text{хоног}) \quad (1)$$

2. Хөрвүүлсэн эсэргүүцлийг [1].

$$R_{хөр} = a \cdot D_d + b = 0.00035 \cdot 7026.6 + 1.4 = 3.85 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} \quad (2)$$

3. Бодит эсэргүүцлийг олбол.

$$R_{бодит} = R_{до} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 \quad (3)$$

$$R_{до} = \frac{1}{\alpha_{до}} = \frac{1}{8.7} = 0.115 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

$$R_{га} = \frac{1}{\alpha_{га}} = \frac{1}{23} = 0.043 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

$$R_{бодит} = 0.115 + 0.019 + 0.17 + 2.5 + 0.019 + 0.043 = 2.86 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

$R_{бодит} < R_{хөр}$ Бага байгаа учир дулаан алдагдал их байгаа нь харагдаж байна.

Дулаан дамжуулалтын бодит эсэргүүцлээс хамааруулан ханын дулаан дамжуулалтын коэффициентийг тодорхойлно.

$$K = \frac{1}{R_{бод}} = 0.35 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Тооцоонд авсан хашлага бүтээцийн нийт алдах дулааны тоо хэмжээг дулаан дамжуулалтын коэффициентээр тодорхойлно.

$$Q_{хана} = n \cdot (t_{до} - t_{га}) \cdot K \cdot F$$
$$Q_{хана} = 1 \cdot (20 + 34.2) \cdot 0.35 \cdot 64 = 1214.08 \text{ Вт}$$

Дээврийн хучилт дулаан техникийн тооцоо:

Хөрвүүлсэн эсэргүүцлээр тооцъё.

1.Хэм хоногийг олохдоо:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (18 + 11.4) \cdot 239 = 7026.6 ; (^{\circ}\text{C} \cdot \text{хоног})$$

2.Хөрвүүлсэн эсэргүүцлийг:

$$R_{хөр} = a \cdot D_d + b = 0.0005 \cdot 7026.6 + 2,2 = 5,7 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/$$

3.Бодит эсэргүүцлийг олбол:

$$R_{бодит} = R_{до} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{га} (3)$$

$$R_{до} = \frac{1}{\alpha_{до}} = \frac{1}{8.7} = 0.115 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт},$$

$$R_{га} = \frac{1}{\alpha_{га}} = \frac{1}{23} = 0.043 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт},$$

$$R_{ша} = \frac{\delta_{ша}}{\lambda_{ша}}$$

$$R_{бодит} = 0,115 + 0,943 + 0,017 + 0,06 + 0,6 + 0,043 = 1,778 \text{ м}^2\text{C}/\text{Вт},$$

$R_{бодит} < R_{хөр}$ бага байгаа учир дулаан алдагдал их байгаа нь харагдаж байна.

Дулаан дамжуулалтын бодит эсэргүүцлээс хамааруулан дээврийн хучилтын дулаан дамжуулалтын коэффициентийг тодорхойлно.

$$K = \frac{1}{R_{бод}} = 0.25 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Тооцоонд авсан хашлага бүтээцийн нийт алдах дулааны тоо хэмжээг дулаан дамжуулалтын коэффициентээр тодорхойлно.

$$Q_{д.ху} = n \cdot (t_{до} - t_{га}) \cdot K \cdot F$$

$$Q_{хана} = 1 \cdot (20 + 34.2) \cdot 0.25 \cdot 64 = 867,2 \text{ Вт}$$

Цонхны дулаан техникийн тооцоо.

Хөрвүүлсэн эсэргүүцлээр тооцъё.

1.Хэм хоногийг олохдоо:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (18 + 11.4) \cdot 239 = 7026.6 ; (^{\circ}\text{C} \cdot \text{хоног})$$

2.Хөрвүүлсэн эсэргүүцлийг

$$R_{хөр} = a \cdot D_d + b = 0.00005 \cdot 7026.6 + 0,2 = 0,55 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

$R_{бодит} < R_{хөр}$ Бага байгаа учир дулаан алдагдал их байгаа нь харагдаж байна.

$$K = \frac{1}{R_{бод}} = 1,82 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Цонхоор алдах нийт дулааны тоо хэмжээг дулаан дамжуулалтын коэффициентээр тодорхойлно.

$$Q_{цонх} = n \cdot (t_{до} - t_{га}) \cdot K \cdot F$$

$$Q_{цонх} = 1 \cdot (20 + 34.2) \cdot 1,82 \cdot 3,36 = 331,5 \text{ Вт}$$

Гадна хаалганы дулаан техникийн тооцоо.

Гадна хаалганы дулаан техникийн тооцоог шаардлагат эсэргүүцлийн аргаар тооцох ба ханын дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийн 60 % -аас багагүй байхаар авч тодорхойлно.

1.Шаардлагатай эсэргүүцлийн арга:

$$R_{ша} = \frac{0.6 \cdot R_{до} \cdot (t_{до} - t_{га}) \cdot n}{\Delta t_n} = 0.93 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Дулаан дамжуулалтын коэффициент нь.

$$K = \frac{1}{R_{бод}} = 1,07 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Хаалгаар алдах дулааны тоо хэмжээг дулаан дамжуулалтын коэффициентээр тодорхойлно.

$$Q_{хаалга} = n \cdot (t_{до} - t_{га}) \cdot K \cdot F$$

$$Q_{хаалга} = 1 \cdot (20 + 34.2) \cdot 0,93 \cdot 2,1 = 105,85 \text{ Вт}$$

2.Барилгын хийцийн зай завсраар алдагдах дулаан алдагдлыг (Инфильтрацийн дулааны алдагдал) дараах томъёогоор тооцсон.

$$Q_{алд} = c_p \cdot \rho \cdot n \cdot V \cdot (t_d - t_r) = 0,33 \cdot n \cdot V \cdot (t_d - t_r)$$

$$Q_{инф} = nV(t_d - t_r) = 0.8 \cdot 160(18 - (-39)) = 2408 \text{ Вт}$$

Тухайн барилгын дулааны алдагдлыг дараахь илэрхийллээр тодорхойлсон.

$$Q_{алд} = Q_{х.х.алд} + Q_{инф.алд} \text{ ,Вт}$$

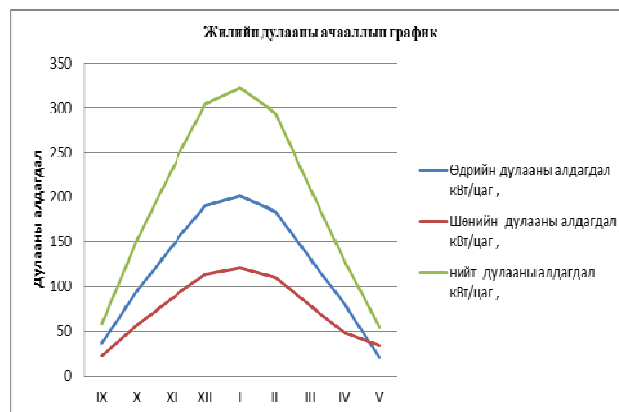
$$Q_{алд} = 3,1 + 2,4 = 5.5 \text{ кВт}$$

Гадна агаарын температурыг 10 хоногийн зайтайгаар хэмжээнийг цаг уурын хүрээлэнгээс авав.(Буянт-Ухаа орчим)

Хүснэгт 1

Өдөр ба шөнийн дулааны алдагдал

Сар	Өдрийн дулааны алдагдал кВт/цаг ,	Шөнийн дулааны алдагдал кВт/цаг	Нийт дулааны алдагдал кВт/цаг ,
IX	36.75	22.05	58.8
X	95.85	57.51	153
XI	144.9	86.94	232
XII	190.4	114.2	305
I	201.6	121	323
II	184.2	110.5	295
III	131.3	78.75	210
IV	80.55	48.33	129
V	20.43	34.05	54.5



Гадна агаарын температураас хамааруулан жилд хэрэглэх цахилгааны хэрэглээг тооцож мөнгөн дүнгээр илэрхийлэв. XI.1-IV.1-ний хооронд цахилгааны шөнийн тарифыг сард 700 кВт –ийг хөнгөлөх түүнээс дээш гарсан төлбөрийг 50% хөнгөлөх шийдвэр ЭХЗХ-оос гарсан. Үүний дагуу тооцоог хийсэн болно.

Жилийн цахилгааны хэрэглээ

	Жилд (кВт)	Цахилгааны үнэ.төг (1 кВт/цаг)	Мөнгөн дүн (төг)
Өдөр	1099,5	104,1	1,146,778
Шөнө	659,7	77,8/2	157,977
Нийт	1,759,2		1304755

Цахилгаан бойлераар шөнийн дулааны ачааллыг хангана.

Харин дулаан хуримтлуураар XI/1-IV/1-ний хооронд өдрийн дулааны ачааллыг шөнийн хямд цахилгаанаар хангахад ашиглана.

Харин дулаан хуримтлуураар XI/1-IV/1-ний хооронд өдрийн дулааны ачааллыг хангахад 8523 кВт цахилгаан буюу 887244 төг зардал гарч байна. Харин шөнийн ачааллаа хангаад илүү гарсан дулаанаа дулааны хуримтлуурт нөөцлөх, дутсан ачааллыг шөнийн тарифаар дулааны хуримтлуураас хангадаг байхаар тооцвол 5536,8 кВт цахилгаан хэрэглэх ба 213720 төг зардал гарч байна.

Шөнийн цахилгааны зардал 5-н сарын турш 8100кВт үүнээс сард 700 кВт-ийг чөлөөлөөд 4600кВт цахилгаан хэрэглэх ба шөнийн тарифийн 50%-иар бодоход 184000 төг зардал гарч байна.

Нийт цахилгааны зардал халаалтын улирлын турш 397700 төг байна.

Үүнээс үзэхэд халаалтын оргил ачааллын үед дулааны хуримтлуурыг ашигласнаар 489544 төг хэмнэх боломжтой нь харагдаж байна.

Ачааллыг хангаад илүү гарсан ачааллыг дулааны хуримтлуурт нөөцлөх зарчмаар ажиллана.

XI/1-IV/1-ний хооронд өдрийн дулааны ачааллыг хангахад 8523 кВт цахилгаан буюу 887244 ₮ мөн шөнийн дулааны ачааллыг хангахад 5536,8 кВт буюу

426887 ₮, нийтдээ 1314000 төгрөгний зардал гарч байна.

Харин дулааны хуримтлуур ашигласнаар шөнийн ачааллаа хангаад илүү гарсан дулаанаа дулааны хуримтлуурт нөөцлөн дутсан ачааллыг шөнийн тарифаар дулааны хуримтлуураас хангадаг байхаар тооцвол 5536,8 кВт цахилгаан хэрэглэх ба 213720 зардал гарч байна.

Шөнийн цахилгааны зардал 5-н сарын турш 8100кВт үүнээс сард 700 кВт-ийг чөлөөлөөд 4600кВт цахилгаан хэрэглэх ба шөнийн тарифийн 50%-иар бодоход 184000₮, нийтээ 397720₮ зардал гарч байна. Эндээс 916280₮ хэмнэлт хийж болхоор байна.

ДҮГНЭЛТ

Бие даасан эх үүсгүүр буюу амины орон сууцанд дулааны хуримтлуур ашигласнаар шөнө хэрэглээ багатай буюу зардал багатай үед дулааныг хуримтлуулж өдрийн хэрэглээгээ хангана гэж үзвэл сонгож авсан объектын хувьд халаалтын улиралын турш 489544 ₮ хэмнэх боломжтой байна. Гэр хороололын цахилгааны шөнийн тарифыг хөнгөлөхтэй холбоотой нэг өрхийн хувьд сард

700 кВт хүртэлх цахилгааныг 50% гэж үзвэл 916280 ₮ хэмнэх бүрэн боломжтой болох нь судалгаагаар харагдаж байна.

Ашигласан материал

1. Инженерийн лавлах (боть - I). (Хүрээлэн буй орчны салбар). УБ. 2014.
2. Б.Одонхишиг “Эрчим хүчний хувьсах үүсгүүр ашигласан барилгын халаалтын системийн дулааны аккумуляторын судалгаа, боловсруулалт” УБ. 2014.
3. Б.Намхайням “Дулаан хангамжийн систем” УБ. 2015.
4. БНБД 2.01.03-92/2003.

ДУЛААНЫ ЭРЧИМ ХҮЧ ХЭМНЭХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

Ц.Цэцгээ*, Д.Цэрэндолгор*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Монгол орны хувьд сүүлийн жилүүдэд барилга байгууламж ихээр баригдаж үүнийгээ даган эрчим хүчний хэрэглээ хурдацтай өсөн нэмэгдэж байна.

1984 оноос хойш эрчим хүчний эх үүсгүүр баригдаагүй бөгөөд тухайн үед техник эдийн засгийн тооцоог нарийн тооцсоны үр дүнд өнөөг хүртэл хэрэглээгээ хангаж чадсан хэдий ч 2010 оноос хойш дулааны эрчим хүчний хэрэглээ дутагдаж эхэлсэн.

2014 онд “Амгалан дулааны станц” 300 Гкал/ц (шинээр баригдсан), “ДЦС-4” ТӨХК 123 МВт, “ДЦС-3” ТӨХК 50 МВт -аар тус тус суурилагдсан хүчин чадал нэмэгдсэн боловч хурдацтай өсөн нэмэгдэж буй хэрэглээг давж гарч чадахгүй хэвээр байна [1].

Тиймээс үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг хэмнэх замаар дулааны нөөцийг нэмэгдүүлэх боломжтой юм. Дулаан хангамжийн системийн үр ашиг хэрэглэгчийн оруулга буюу дулааны дэд станцын ажиллагаанаас шууд хамааралтай цаашид өсөн нэмэгдэж буй хэрэглээг

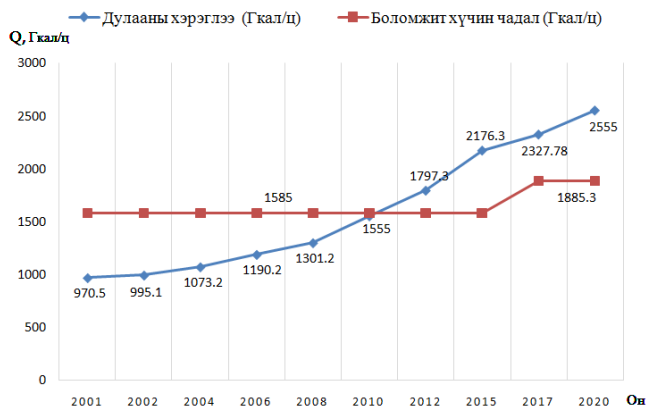
тасралтгүй хангахын тулд дэд станцын ашигт ажиллагаа тоног төхөөрөмжийн бүрэн автоматчилагдсан байдал буюу удирдлагын системийн зохистой горимыг оновчтой тохируулах, хэрэглэгчийн шаардлагат дулааны хэрэгцээг гадна агаарын температураас хамааруулан тохируулах нь үр дүнтэй болохыг тодорхойлов.

Тулхуур үг. Барилгын дулааны алдагдал, температурын муруй, удирдлагын контроллер.

I. ОРШИЛ

Манай орны хувьд халаалтын үргэлжлэх хугацаа харьцангуй урт байдаг ба гадна агаарын температур өвөлдөө -39 °С...-45 °С хүрч байгаа зэргээс үүдэн барилгын дотор агаарын температурын хэлбэлзлийг тогтвортой барихад төвөгтэй байдаг.

Эх үүсгүүр дээр дутагдаж буй чадлын нөөцийг эрчим хүчний зүй зохистой хэрэглэх болон хэмнэх замаар нөхөх боломжтой байдаг. Дээр дурьдсанчлан дулаан хангамжийн үр ашигтай байдал дулааны дэд станцын горим ажиллагаанаас шууд хамааралтай. Тиймээс дулааны дэд станцын тохируулгыг хэрэглэгчийн тав тухтай байдлыг хангаад зогсохгүй үр ашигтай байдлаар тохируулах нь нэн чухал болоод байна.



Зураг 1. Улаанбаатар хотын дулааны ачааллын таац

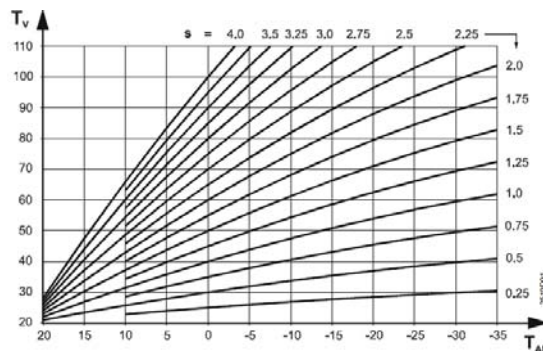
Манай орны хувьд ECL 100, 200, 300 болон RVD 120, 140 зэрэг удирдлагын төхөөрөмжүүд түгээмэл хэрэглэгддэг. Тиймээс эдгээр удирдлагын системүүдэд хэрхэн оновчтой горим тохируулах талаар дэлгэрэнгүй судалсан.



Зураг 2. Монгол орны хувьд түгээмэл хэрэглэгддэг удирдлагын төхөөрөмж

Дээрх удирдлагын төхөөрөмжүүдийн үүрэг зориулалт ижил бөгөөд 2-р хэлхээний сүлжээний өгөх болон буцах усны температурыг гадна агаарын температураас хамааруулан тохируулах мөн хэрэгцээний халуун усны температурыг хэрэглэгчийн шаардлагыг хангах үүднээс тохируулах хэрэгтэй.

Үүнээс гадна тус тохируулгын системийн хамгийн чухал функцын хэсэг бол **температурын муруй** юм. Температурын муруй анх өгсөн жишээн дээр эсвэл дур мэдэн тааварлан тохируулах нь хамгийн буруу алхам юм. Тиймээс тус температурын муруйн утгыг гадна агаарын температур болон халаалтын системийн сүлжээний усны температур хоорондын холбооноос хамааруулан тохируулна. Доорх графикаас температурын графикийн оновчтой утгыг тодорхойлсон болно [2].



Зураг 3. Гадна агаарын температур болон халаалтын системийн сүлжээний усны температур хоорондын хамаарлаар тодорхойлсон температурын муруйн график

II. Туршилт судалгааны хэсэг

СХД-ийн 6-р хорооны нутаг дэвсгэрт байрлах 8.5Гкал/ц ачаалал бүхий “Содон хороолол”-ыг судалгааны объект болгон авлаа.

Тус хороололд 1-р УДЦТөвийн хувьд дараах айллуудыг сонгон авлаа.

- Зүүн тийш харсан байрлалтай, сүүдэр талдаа 9 давхарт 45м² айл;
- Баруун тийш харсан байрлалтай, наран талдаа 15 давхарт 45м² айл;

Туршилтын багаж хэрэгсэл

1.Нобо хэмжих хэрэгсэл



Температурын хязгаар -20 °C -аас + 70 °C, агаарын чийглэг 90% хүртэл хувиар хэмжилт авах боломжтой.

2. Ibutton хэмжих хэрэгсэл IButton® төхөөрөмж нь 16мм зузаантай зэвэрдэггүй гангаар хүрээлсэн компьютерийн чип юм.



Энэ чипний температурын хязгаараас хамааруулан хаана ч ямар ч орчны температурыг төвөггүй хэмжих болно.

Туршилтын явцад гадна агаарын дундаж температур -20-аас (-27) °C байсан бөгөөд энэ үед температурын графикаар радиаторын температур (55-60)°C гэж үзвэл температурын муруйн утга 0.9-1.1 хооронд байхаар тохируулав.

Туршилтыг өвлийн хамгийн хүйтэн үе болох 2018.01.23-2018.02.28-ны өдрүүдэд хийж гүйцэтгэсэн.

А. Барилгын дулааны алдагдлыг тодорхойлох туршилт:

Дулаан хангамжийн системийн найдвартай ажиллагаа, хүмүүсийн ая тухтай байдлыг хангахын тулд барилгын дулааны алдагдлыг зайлшгүй мэдэх шаардлагатай. Барилгын дулааны алдагдлыг шаардлагат болон хөрвүүлсэн эсэргүүцлийн аргаар тодорхойлдог.

Барилгын дулааны алдагдлыг шаардлагат эсэргүүцлийн аргаар тодорхойлоход:

1. Шаардлагат эсэргүүцэл нь тухайн хашлага хийцийн дулаан дамжуулалтыг эсэргүүцэх хамгийн бага эсэргүүцлийн хэмжээ юм.

$$R^u = \frac{n(t_d - t_z)}{\Delta t_d^{3\theta_6} \alpha_d} \quad (1)$$

Энд: n - дотор ба гадна агаарын тооцоот температурын бууралтыг тооцсон коэффициентийг (БНБД 2.01.03-92/2003) сонгож авна; t_d - дотор агаарын тооцоот температур, °C; $\Delta t_d^{3\theta_6}$ - дотор агаар хашлага хийцийн дотор гадаргуун температурын нормчилогдсон зөрүү, α_d - хашлага бүтээцийн дотор гадаргуун дулаан өгөлтийн итгэлцүүр (БНБД 2.01.03-92/2003) тодорхойлно.

Хашлага хийцийн дотор гадаргуугийн температурыг тооцоонд шууд сонгон авах нь бэрхшээлтэй байдаг тул дээрх температурын зөрүүгийн нормчилогдсон утгаар тооцоог гүйцэтгэж, дараа нь шалгадаг.

2. Хөрвүүлсэн эсэргүүцэл гэдэг нь барилгын хашлага хийцийн үеийн эрчим хүчний хэмнэлттэй байдлыг хангах нормчлогдсон хамгийн бага эсэргүүцэл юм. Хөрвүүлсэн эсэргүүцэл нь нийлмэл бүтэцтэй хашлага хийцийн дулаан дамжуулалтанд үзүүлэх эсэргүүцлийн хэмжээ бөгөөд хашлага хийцийн төрөл, халаалтын улирлын хэм хоногоос хамаарна.

$$XUXX = (t_d - t_{дун}^{xy}) z_{xy} \quad (2)$$

Энд: $t_{дун}^{xy}$ - халаалтын улирлын гадна агаарын дундаж температур, °C; z_{xy} - халаалтын улирлын үргэлжлэх хугацаа (БНБД 2.01.03-93) – ээс сонгож авна.

$$XUXX = (18 + 10.1) \cdot 240 = 6744; (\text{°C} \cdot \text{хоног})$$

Хананы дулаан техникийн тооцоо :

Үндсэн хийц – Цутгамал төмөр бетон каркасан барилга.

200 мм бүрэн цутгамал ханыг 150 мм-н хөөсөнцөрөөр дулаалж 20 мм тортой шавардлагаар өнгөлсөн.

1. Хөрвүүлсэн эсэргүүцэл

$$R_{x\theta p} = a \cdot XUXX + b \quad (3)$$

$$R_{x\theta p} = a \cdot XUXX + b = 0.00035 \cdot 6744 + 1.4 = 3.76$$

2. Бодит эсэргүүцэл

$$R_{\text{бодит}} = R_{\text{до}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{\text{за}} \quad (4)$$

$$R_{\text{до}} = \frac{1}{\alpha_{\text{до}}} = \frac{1}{8.7} = 0.115, \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_{\text{за}} = \frac{1}{\alpha_{\text{за}}} = \frac{1}{23} = 0.043, \text{ м}^2\text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_{\text{бодит}} = 0.115 + 0.118 + 3.409 + 0.026 + 0.043 = 3.71$$

Дулаан техникийн шаардлагаар:

$$R_{\text{бодит}} \geq R_{\text{хөр}}$$

Тус объектын бодит эсэргүүцэл хөрвүүлсэн эсэргүүцэлтэй дөхөж байгаа тул дээрх нөхцөл ёсоор дулааны алдагдалгүй барилга болох нь тодорхойлогдож байна.

Цонхны дулаан техникийн тооцоо :

Халаалтын хэм хоногийг тооцохдоо (2) томъёог ашиглана.

$$XUXX = 6744; (\text{°C} \cdot \text{хоног})$$

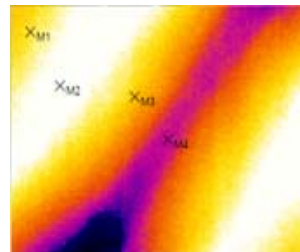
1. Хөрвүүлсэн эсэргүүцлийг (3) томъёог ашиглан тодорхойлно.

$$R_{x\theta p} = a \cdot XUXX + b = 0.00005 \cdot 6744 + 0.2 = 0.53$$

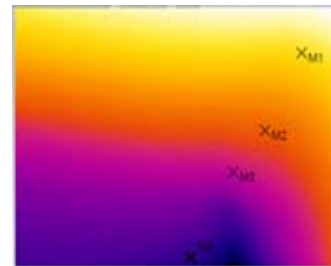
Хүснэгт 3

Барилгын хашлага хийцийн бодит болон хөрвүүлсэн дулааны эсэргүүцэл

д/д	Хашлага хийцийн төрөл	Бодит эсэргүүцэл, м ² °C/Вт	Хөрвүүлсэн эсэргүүцэл м ² °C/Вт [БНБД-2.01.03-92/2003]	Тайлбар
1	Гадна хана	3,71	3,76	Шаарлага хангаж байна
2	Цонх	0,53	0,65	Дулааны алдагдал багатай.



Зураг 4. Хана хэсгийн температурын тархалт M1-20,8°C, M2-21,6°C, M3-20,7°C, M4-20,27°C, M5-18,8°C



Зураг 5. Цонхон хэсгийн температурын тархалт M1-13,3°C, M2-10,5°C, M3-8,88°C, M4-7,7°C

Б. Туршилтын хэсэг:

Хэрэглэгчийн дотор агаарын температурыг тогтмол барьж буй эсэхийг хэмжих зорилгоор ibutton температурын автомат бичигчээр хэмжилт явуулан айлын хана, радиатор, тасалгааны температурыг хэмжив. Мөн нэг айлыг онцлон Нобо буюу тасалгааны температур, чийглэг хэмжигч багажаар хэмжилт хийсэн.

Хүснэгт 4

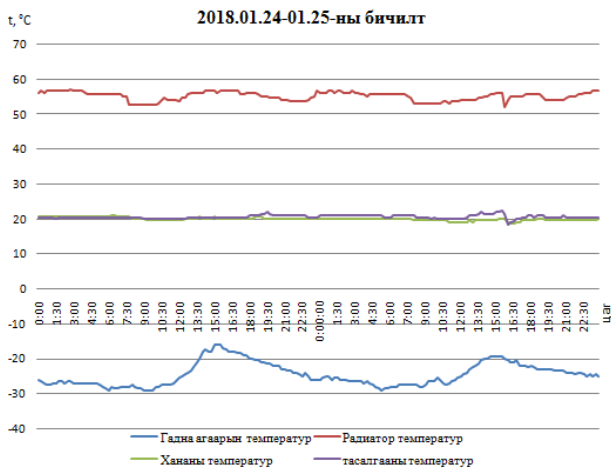
Туршилтын үр дүн

Огноо	ЦАГ	$t_z, \text{°C}$	$t_d, \text{°C}$	$t_p, \text{°C}$	$t_x, \text{°C}$	$\tau, \text{°C}$
2018.01.23	14	-20,608	19,499	54,625	21,033	1,1
	18	-23,639	20,509	54,124	19,022	
	22	-25,662	20,509	53,624	19,525	
2018.01.24	02	-26,673	20,509	56,625	20,53	0,9
	06	-29,203	20,509	55,625	20,53	
	10	-28,191	20,509	52,624	19,525	
	14	-18,083	20,509	56,125	20,027	

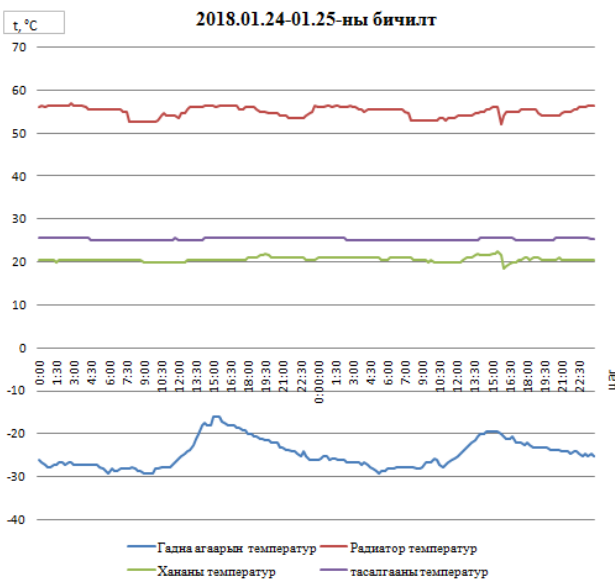
	18	-20,103	21,014	56,125	20,027	
	22	-24,145	21,014	53,624	20,027	
2018.01.25	02	-26,167	21,014	56,125	20,027	0,8
	06	-28,191	20,509	55,625	20,027	
	10	-25,662	20,004	53,124	19,525	
	14	-20,103	21,519	55,125	19,525	
	18	-22,123	21,014	55,625	19,525	
2018.01.26	02	-26,167	21,014	57,125	20,027	0,9
	06	-27,685	20,509	56,625	20,53	
	10	-26,673	20,004	55,125	19,022	

Энд: t_2 - гадна агаарын температур, °C; t_0 - дотор агаарын температур, °C; t_p - радиаторын температур, °C; t_x - ханын температур, °C; τ - температурын муруй.

Гадна агаарын температураас хамааруулан өдөрт 2 удаа удирдлагын самбарт температурын муруйн утгыг тохируулав. Эндээс тасалгааны температурыг тогтмол барихыг зорьлоо. Хэмжилт хийсэн өдрүүдээс хамгийн хүйтэн үе болох 1 дүгээр сарын 24, 25-ны өдрүүдийн хэмжилтийн тоон утгыг доор үзүүлэв.

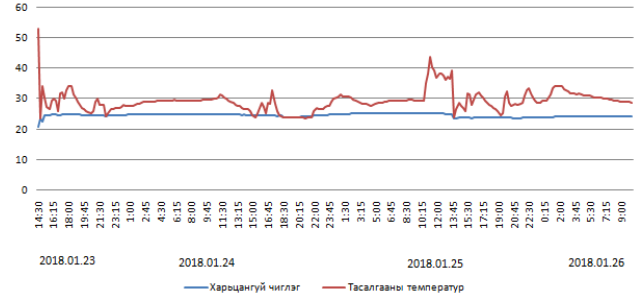


Зураг 4. Сүүдэр талын 9 давхарын айл, 2 өрөө



Зураг 5. Наран талын 15 давхарын айл, 2 өрөө

Хэмжилтээс харахад гадна агаарын температур - 20...-30°C хооронд хэлбэлзэж байв. Энэ үед айлын халаалтын системийн сүлжээний усны температур 52...57 °C байсан ба тасалгааны температурыг тогтмол 19...20°C хооронд тогтмол байв.



Зураг 4. Харьцангуй чийглэг болон температурын хамаарал. Сүүдэр талын 9 давхарын айл, 2 өрөө

Хүйтний улиралд дотор агаарын харьцангуй чийглэг орон сууцны хувьд 55%-аас ихгүй байх ёстой бөгөөд тав тухын нөхцөлөөр ердийн нөхцөлд 30...60% илүү оновчтой гэж үздэг байна. Дээрх графикаас харахад ихэнх үед 30%-аас доогуур байгаа бөгөөд өвлийн улиралд чийглэг багатай байдаг нь харагдаж байна.

Туршилт хийх хугацаанд эдийн засгийн хувьд хэмнэлт хийж чадсан эсэх үр дүнг өмнөх оны мөн үетэй харьцуулан дүгнэв.

Цаг агаарын байдлыг харьцуулвал:

Хүснэгт 5

Гадна агаарын харьцуулсан температур.

Огноо	1/23	1/24	1/25	1/26
2017	-20.1	-16.3	-10.2	-17
2018	-22.5	-24	-24.8	-25.6

Гадна агаарын температурыг өмнөх оны мөн үетэй харьцуулахад харьцангуй хүйтэн байсан.

Хүснэгт 6

Туршилтын хугацаан дахь дулааны эрчим хүчний хэмнэлтийн үр дүн.

№	Он	Нийт дулаан, Гкал	Мөнгөн дүн, төгрөг
1	2017	38,69	1 071 636
2	2018	21,05	611 993,6
Хэмнэлт			459642,9

Тохируулга үргэлжүүлэн хийгдэж байгаа бөгөөд хэмжилтийн үр дүнг боловруулсан өдрүүдэд эрчим хүчийг 42,8 хувь хэмнэж байгаа нь энэ тохируулгыг цаашид байнга хэрэглэх шаардлагатай болохыг харуулж байна.

Дүгнэлт

Тус барилгын хувьд дулааны алдагдлын тооцоо хийж үзэхэд харьцангуй сүүлийн үед баригдсан дулаан алдагдал багатай байр болох нь тогтоогдсон бөгөөд энэ боломжийг ашиглан дулааныг зүй зохистой хэрэглэх судалгаа хийж гүйцэтгэлээ. Судалгаагаар автомат тохируулгын оновчтой тохиргоо буюу температурын муруйн зохистой утгыг сонгох байдлаар судалгаа, туршилт хийж үзэхэд дулааны эрчим хүчийг 42 % хүртэл хэмнэж чадсан бөгөөд энэ хүрээнд цагийн тавил өгч хэмнэх судалгаа хийж байна.

Ашигласан материал

5. “Эрчим хүч” сэтгүүл. 2012-2016 оны тайлан.
6. Д.Дэлгэрцогт, Г.Пүрэвдорж, Р.Хайдав. “Дулаанжуулалт, Улаанбаатарын дулаан хангамжийн тогтвортой хөгжлийн стратег”. УБ, ЭШБ.
7. Danfoss district energy “ECL comfort 210/310, приложение А230”.
8. Б.Намхайням. “Дулаан хангамжийн систем” УБ, 2015 он (Гурав дахь хэвлэл).
9. Инженерийн лавлах (боть - I), (Хүрээлэн буй орчны салбар), УБ 2014 он, 595х (106-107х).
10. Ana Ionesi, Muhyiddine, Jan Eric Thorsen and ChristianT.Veje (2015). “Simulation of an adaptive

- heat curve for automatic optimization of district heating installation”. 14th Conference of International building Performance Association, Hydrebad, India, 8 p.
11. RVD120, RVD140 “Controllers for district heating and d.h.w Basic Documentation” SIEMENS, 118 p.
12. www.danfoss.com
13. <https://www.maximintegrated.com/en/products/ibutton/buttons/index.cfm>
14. <https://envcoglobal.com/catalog/hobo-temp-logger>
15. <https://www.rapidtables.com/convert/temperature/fahrenheit-to-celsius.html>
16. БНБД 40-05-98, БНБД 31-02-98.

ЧОЙБАЛСАН ХОТЫН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СҮЛЖЭЭНИЙ ГИДРАВЛИК ТООЦООНД ХИЙСЭН ДҮН ШИНЖИЛГЭЭ

Н.Болорцэцэг*, О.Пүрэвжал*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Энэхүү судалгааны ажлаараа тус хотын дулаан хангамжийн сүлжээнд гидравлик тооцоо хийж, I магистралийн ашиглалтын үеийн горимыг тодорхойлж, нэгж урт дахь даралтын хувийн шугаман уналт $R_{ш}=100$ Па/м-ээс дээш гарч, шугамын нэвтрүүлэх чадвар хүрэлцэхгүй байсныг эквивалент диаметрыг тооцоолон нэвтрүүлэх чадварыг нэмэгдүүлсэн. Мөн үүнтэй уялдан техник эдийн засгийн тооцоог хийсэн болно.

Түлхүүр үг. Эквивалент диаметр, магистраль.

ОРШИЛ

Дулааны сүлжээний гидравликийн тооцоо бол дулаан хангамжийн системийн тооцоолох, ашиглалтын горим боловсруулах үндсэн чухал хэсэг юм. Чойбалсан хотын дулаан хангамжийн систем (ДХС)-ийн горимыг 1984 онд төвлөрсөн эрчим хүчний систем (ТЭХС)-ээс Ж.Ланданноров, 2009 онд Монгол улсын зөвлөх инженер О.Пүрэвжал, 2017 онд “Улаанбаатар дулааны сүлжээ” ТӨХК-ийн Тохируулгын албаны орон нутгийн дулаан хангамжийн хэсэг тус тус боловсруулсан.

Чойбалсан хотын ДХС 2005 оноос өмнө нийт хүчин чадлынхаа 50 хувиас хэтэрдэггүй байсан бөгөөд одоо “Мянган айлын орон сууц” хөтөлбөр, мөн шинээр холбогдож буй хэрэглэгчдийн ачаалал нэмэгдэн, нэвтрүүлэх чадвар муудсан зэрэг шалтгаанаас үүдэн шугам сүлжээг өргөтгөх шаардлагатай байна.

Чойбалсан хотын дулаан хангамжийн системийн өнөөгийн байдал

Чойбалсан хотын Дулааны цахилгаан станц (ДЦС)-ын эхний хэсэг 1969-1970 онд тэр үеийн нэрээр Зөвлөлт холбоот улс буюу одоогийн ОХУ-ын тусламжаар 12 МВт-ын цахилгаан, 57.0 Гкал/ц-ын дулаан үйлдвэрлэх хүчин чадалтайгаар ашиглалтанд орсон. Мөн 1980-1982 онд өргөтгөл хийж цахилгаан 36 МВт, дулаан 163.0 Гкал/ц үйлдвэрлэх хүчин чадалтай болж нэмэгдэв. Өнөөдрийн байдлаар ДХС-д аж ахуйн нэгж 841, төсвийн байгууллага 53, орон сууцны 6212 айл өрхийн хэрэглэгчдийг гурван магистраль 23 км.хос шугамаар

дамжуулан хэрэглэгчдийг дулааны эрчим хүчээр хангах үйл ажиллагааг гүйцэтгэж байна.

Хүснэгт 1

Аж ахуйн нэгж-Орон сууцнуудын хэрэглэгчдийн тоо

Он	Хэрэглэгчдийн тоо		Нийт
	ААН	Айл өрх	
2005	370	3840	4210
2009	418	3975	4393
2017	841	6212	7053

Дулаан хангамжийн системд дараах тоноглолууд ажиллаж байна.

Үүнд:	
Зуух ТП-35У	3ш
Зуух БКЗ-75-39-ФБ	3ш
Турбин П-6-35/5	2ш
Турбин ПТ-12-35/10	2ш
РОУ-36/6	2ш
РОУ-39/1,2	2ш
Үндсэн бойлерын конденсат хөргөгч	2ш
ПСВ-315-3-23	
Туслах бойлерын конденсат хөргөгч	2ш
ПСВ-315-14-23	
Үндсэн бойлер ПСВ-500-3-23	2ш
Туслах бойлер ПСВ-500-14-23	2ш
Сүлжээний насос СЭ-800-100	3ш
Зуны сүлжээний насос ЗВ-200-2	1ш
Нэмэлт усны насос К20/30	2ш
Нэмэлт усны деаэратор ДСА 35/25	1ш

Үндсэн хэсэг

Халаалтын улирлын горимын үр дүнг өмнөх жилүүдтэй харьцуулахад хэрэглэгчдийн тоо, дулааны ачаалал нилээд өөрчлөгдсөн байна.

ДХС-ийн өсөлтийн харьцуулалт

Он	Хэрэглэгч дийн тоо	L _{нийт} , (м)	Q _{нийт} , (Гкал/ц)	G _{нийт} , (т/ц)
2009	375	42632	68.9	1190
2017	841	50237	91.2	1329
Зөрүү	466	7605	22.3	139

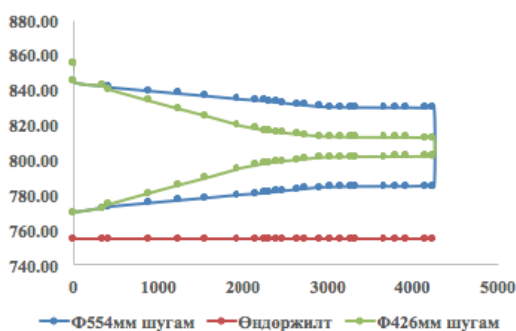
Дулааны шугам сүлжээ нь гурван үндсэн магистраль шугамтай бөгөөд I магистраль хотын төв хэсгийг хангах 400 мм голчтой ил шугам, Тк-1 худгаас Тк-3 худга хүртэл, далд сувагтай байрлалтай шугам нь Тк-3 худгаас Тк-12 худга хүртэл, II магистраль хотын хойд чиглэлийг дулаанаар хангадаг 500 мм-ийн голчтой, 3 дугаар магистраль хотын зүүн чиглэлийг дулаанаар хангадаг 350 мм голчтой шугам сүлжээ байна.

Чойбалсан хот баруун талруугаа хөгжиж байгаа тул өсөн нэмэгдэж байгаа дулааны хэрэглээг цаашид хангахын тулд I магистраль шугам дээр тооцоо хийв.



Зураг 1. Чойбалсан хотын ДХС-ийн I магистралын схем

Одоо байгаа 400 мм-ийн голч шугамаар гадна агаарын тооцоот ачаалал -32 °C-ын үед I магистрალიар ил шугам-1 (ИШ-1) эхлэн ИШ-6 дугаар цэг хүртэл мөн дулааны худга-7-оос (ДХ-7) ДХ-8 хүртэл 400 мм-ийн голчтой шугамаар гидравлик горимын тооцоог хийхэд нийт зарцуулалт 997 тн/ц, нийт дулааны ачаалал 70.9Гкал/ц ба дээрх шугамын нэгж урт дахь даралтын уналт R_ш=100 Па/м-ээс дээш гарч шугамын нэвтрүүлэх чадвар хүрэлцэхгүй байгаа нь гидравлик тооцооноос харагдаж байна.



Зураг 2. I магистралийн 400 мм-ийн голчтой шугамыг эквивалент диаметрээр тооцоолон 500 мм болгоход гарсан пьезометрийн графикийн харьцуулалт

Шугамийн эквивалент диаметрийг дараах томъёогоор тооцно.

$$d_3 = \left(\sqrt{d_1^{5.25}} + \sqrt{d_2^{5.25}} \right)^{\frac{2}{5.25}} \quad (1)$$

Энд: d₃-Эквивалент диаметр, d₁-Өгөх шугамын дотоод диаметр, d₂-Буцах шугамын дотоод диаметр.

Өнөөгийн байдлаар хамгийн эцсийн хэрэглэгч дээрх түрэлт 3.96 м байгаа бөгөөд энэ нь хэрэглэгчийн шаардлагыг хангаж чадахгүй байгаа нь тооцооны үндсэн дээр харагдаж байна. Иймд ИШ-2-оос ИШ-7 хүртэл, ДХ-7-оос ДХ-8 хэрэглэгч хүртэл 400 мм шугамыг өргөсгөн өгөх буцах шугамыг хамтад нь солихгүйгээр эквивалент диаметрээр тооцон сонгоход хэрэглэгч дээрх түрэлт 33.01 м болж нэвтрүүлэх чадвар нэмэгдэж байна.

Эдийн засгийн тооцоо

Өгөх буцах шугамыг 500 мм-р солиход нийт зардал 4,043,369,830 төгрөг, эквивалент диаметрээр тооцоолон 2шугам солихгүйгээр нэг шугамыг шинэчлэн өргөтгөхөд нийт зардал 2 дахин багасан 2,021,684,915 төгрөг болж эдийн засгийн хувьд хэмнэлт үзүүлж байна.

Материалын зардал

д/д	Материалын нэр	Хэмжих нэгж	Тоо хэмжээ	Нэгж үнэ /НӨАТ-тай/	Нийт үнэ ₮
1	ган хоолой	м	1,914	400,000	765,600,000
2	хөөсөн	м	1,914	80,000	153,120,000
3	Өнгийн тууз	м	1,914	10,000	19,140,000
4	Төмөр бетонон эдлэл	ш	396	1,200,000	475,500,000
5	Он-7 дэр	ш	479	65,000	31,102,500
6	үл хөдлөх	ш	77	1,500,000	114,840,000
7	бетон зуурмаг	тн	77	160,000	12,249,600
8	Электрод	м	2,000	6,000	12,000,000
9	Отвод Φ500мм	ш	880	100,000	88,000,000
10	эргэлтийн	ш	880	100,000	88,000,000
11	хаалт Φ500мм			40,000,000	-
12	Тоног			15,000,000	-
13	Туслах матери	15%			262,132,815
	Нийт				2,021,684,915

ДҮГНЭЛТ

“ДБЭХС” ТӨХК-аас I магистралийн шугамын нэвтрүүлэх чадвар хүрэлцэхгүй болсонтой холбогдуулан 400 мм голчтой өгөх буцах шугамыг 500 мм-ээр солих төсөл хийсэн. Гидравлик тооцоо судалгааны үндсэн дээр өгөх буцах шугамыг зэрэг солихгүйгээр эквивалент диаметрээр тооцон зөвхөн өгөх шугамыг 500 мм-ийн голчтой шугамаар солиход эдийн засгийн хувьд 2 дахин бага зардал буюу 50% хэмнэлттэй байна.

Ашигласан материал

- https://mn.wikipedia.org/wiki/Дорнод_аймаг
- Дорнод аймгийн Чойбалсан хотын дулааны сүлжээний гидравлик горимын тооцоо-УБ “Улаанбаатар дулааны сүлжээ” ТӨХК-ийн тохируулгын албаны орон нутгийн дулаан хангамжийн хэсэг, 2017.
- Пүрэвжал.О. Чойбалсан хотын дулаан хангамжийн системийн горим-УБ. ШУТИС. ЭХИС. 2009.
- Алтанцэцэг.Д, Даваахүү.Ш, Улам-Оргил.Ч, Цэрэгмаа.Б, Мөнхтунгалаг.Ё, Энхтуул.Ц. Дипломын төслийн эдийн засгийн тооцоо.
- Ланданноров.Ж. Дулаан хангамжийн жишээ бодлого –УБ, 2017.
- Баасан.В, Батмөнх.С, Бэхтөр.М, Намхайнам.Б. Үйлдвэр, хот суурин газрын дулаан хангамж –УБ, БНМАУ Ардын боловсролын яамны сурах бичиг, 1985.
- <https://www.scribd.com/doc/22013560/BNbD-41-02-05>
- http://www.baiguulamjod.com/default_files/baiguulamjod%20price%202016.pdf
- <http://ubds.energy.mn/wp-content/uploads/2017/02/35.pdf>

ДУЛААНЫ НАСОС СОНГОХ, ҮР АШГИЙГ ДЭЭШЛҮҮЛЭХ АСУУДАЛД

Г.Жавхлан*, П.Бямбацогт*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Жил ирэх тусам гэр хороололын утааны асуудал нийслэлчүүд бидний хувьд хүнд сэдэв болсоор байна. Төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн хүчин чадал дутмаг, хүрэлцээ муутай зэргээс шалтгаалан Улаанбаатар хотын бүх хэрэглэгчийг төвлөрсөн байдлаар хангах бололмжгүй учир бие даасан дулаан хангамжийн системийг сонгох нь чухал болоод байна. Монгол орны хувьд сэргээгдэх эрчим хүчний шавхагдашгүй баялаг нөөцтэй бөгөөд тэдгээрээс газрын гүний дулаан ашиглан, бие даасан эх үүсгүүрийн дулаан хангамжийг шийдэх боломжийн тухай судлаж үзлээ.

Түлхүүр үг. Газрын гүний дулаан, халаалтын систем.

ОРШИЛ

Хүрээлэн буй орчинд тухайлбал агаар, газрын хөрс, гол мөрөн, нуурын ус, газрын хөрсөн дэх ус нь ямар нэг хэмжээгээр тодорхой хэмжээний дулааныг өөртөө агуулж байдаг. Энэ дулаан нь харьцангуй нам температуртай байдаг бөгөөд халаалт эсвэл хэрэгцээний халуун ус бэлдэх зорилгоор шууд ашиглах боломжгүй. Тиймээс энэ нам потенциалтай дулааныг дулааны насосны тусламжтай халаалт болон хэрэгцээний халуун ус бэлтгэхэд ашиглах боломжтой байдаг. Монгол орны хувьд бие даасан эх үүсгүүр буюу төвлөрсөн дулааны системээс тусдаа дулааны хэрэгцээгээ хангадаг тэр тундаа, гэр хороололын айл өрхүүдэд дулааны насос ашиглан халаалт болон хэрэгцээний халуун усны дулааны хэрэгцээг хангаж болно.

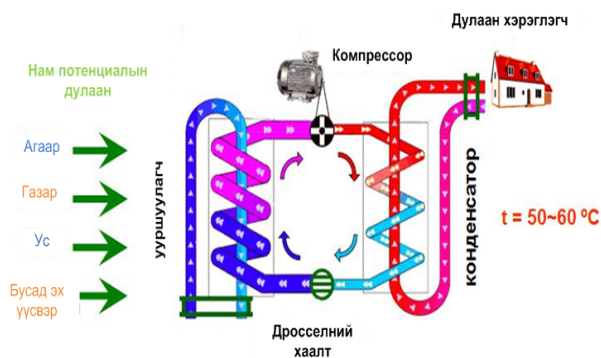
Нам температурын эх үүсвэрийн дулааны потенциалыг механик, цахилгаан буюу бусад төрлийн эрчим хүч ашиглах замаар шаардлага хангахуйц хэмжээнд хүртэл нэмэгдүүлэх зориулалттай төхөөрөмжийг **дулааны насос** гэнэ [1].

Дулааны насос нь хөргөлтийн төхөөрөмжийн циклээр ажиллах бөгөөд хөргөлтийн систем болон дулаан хангамжид аль алинд нь ашиглах боломжтой. Дулааны насос нь дөрвөн хэсгээс бүрдэх бөгөөд үүнд : ууршуулагч, компрессор, дросселийн винтель, конденсатор зэрэг орно. Ууршуулагч болон конденсатор нь нэгэн төрлийн дулаан солилцооны төхөөрөмж юм. Дулааны насосны ажлын биед нам температурт буцлах шинж чанар бүхий ажлын биеийг ашиглах бөгөөд төрөл бүрийн хөргөлтийн биеийг ашигладаг.

Ууршуулагчид нэг талаас нам температурт буцлах ажлын бие байх ба нөгөө талаас нам температур бүхий орчиноос (газрын гүний дулаан, халуун рашаан, орчны температур гэх мэт) дулаан зөөх ажлын бие буцлан уурших процесс явагдаж, уурын төлөв байдалд шилжинэ. Уурын төлөв байдалд шилжсэн ажлын бие компрессороор шахагдан даралт нь нэмэгдэнэ. Өндөр даралт температур бүхий уур конденсаторын усанд дулаанаа өгч шингэн төлөв байдалд шилжих бөгөөд энэ дулааныг халаалт болон хэрэгцээний халуун ус

хэрэглэх замаар ашиглана. Шингэн төлөв байдалд шилжсэн ажлын бие дросселийн винтелээр дайран даралт нь бууран буцаж ууршуулагчид орж цикл дахин давтагдана.

Дулааны насосыг ашиглах нь анхны хөрөнгө ихтэй боловч ашиглалтын зардал бага, байгаль орчинд ээлтэй технологи юм.



Зураг. 1 Дулааны насосны зарчмын схем

Дулааны насосны ажлын бие төрөл бүрийн хөргөлтийн шингэн ашиглах бөгөөд тэдгээрийн буцлах температур харилцан адилгүй байна.

Хүснэгт 1

Зарим хөргөлтийн шингэний термодинамик үзүүлэлтүүд

№	Хөргөлтийн шингэн	Молекул масс	Буцлах температур, (°C)	Критик температур, (°C)	Критик даралт, (кПа)
1	R-11	137,4	23,77	197,96	4,408
2	R-12	120,9	-29,8	111,97	4,136
3	R-22	86,5	-40,7	96,14	4,990
4	R-134a	102	-26,3	101,06	4,059
5	R-404A	97,6	-46,6/-45,8	72,14	3,735
6	R-409A	97,4	-35,4/-27,5	106,92	4,6
7	R-717	17,03	-33,34	132,4	11,280
8	R-744	44	-78	31,04	7,380
9	R-600a	58,1	-11,7	134,7	3,640

Улаанбаатар хотын хувьд 2010.01.03-ны өдөр хийсэн хэмжилтээс үзэхэд Ганданд 2 м-ийн гүнд хөрсний температур +0.23 °C , Баянхошуунд 3 метрт +1.15 °C, Яармагт 3 метрт +0.45 °C, Хайлаастад 2 метрт 0.23 °C тус тус байна. Эндээс дээрх хөргөлтийн ажлын биеээс сонгоход хангалттай боломжтой болох нь харагдаж байна.

Дулааны насосны үр ашгийг дээшлүүлэх

Ихэнх тохиолдолд барилгын дулааны бүх ачааллыг дулааны насос бүрэн хааж байхаар тооцдоггүй. Ингэж тооцсон тохиолдолд дулааны насос чадал нэмэгдэн үнэ нь ихэсдэг. Хэт хүйтэн үед цахилгаан үүсгүүртэй

хослон ажиллуулахаар тооцвол илүү үр дүнтэй болно. Дулааны насосын хүчин чадал дулааны хэрэгцээнийхээ 50-75 хувьтай тэнцүү байвал зохимжтой байдаг.

Нам потенциалын эх үүсвэрүүдийн төрлөөс хамааруулан дулааны насосыг дараах байдлаар ангилдаг.

1. Гадна агаар ашигладаг дулааны насос:

Агаарт агуулагдах дулааныг дулааны насос шууд ашиглаж болно. Гадна агаар дотуур нь шууд гүйж байхаар ууршуулуурьг зохион бүтээдэг. Энэ нам потенциалын дулааныг ашиглахад хялбар бөгөөд нөөц хязгааргүй, агаараас авсан дулааныг барилга байгууламжийн дулааны алдагдал хэлбэрээр эргээд агаарт хаядаг учир байгаль орчинд ээлтэй эх үүсвэрүүдийн нэг мөн. Гэвч энэ дулааны насосын хувьд дутагдалтай тал нь : халаалтын улирлын турш гадна агаарын температур үргэлж хувьсч өөрчлөгдөж байдаг бөгөөд температур буурах агшинд дулааны насосны хүчин чадал мөн адил дагаад буурдаг. Гэвч энэ төрлийн дулааны насосыг -25°C температурт ашиглах бүрэн бололцоотой байдаг байна.

2. Газрын гүний дулаан:

Газрын хөрсөнд их хэмжээний дулаан агуулагдах бөгөөд гадна агаарын температураас хамааралгүйгээр гүн нэмэгдэх тусам газрын гүнд орших дулаан нэмэгдэж байдаг. Гэвч энэхүү дулааныг шууд ашиглах боломжгүй ба коллектор (босоо болон хэвтээ) ашиглан дулааныг шингээн авна. Энэ температур орчны агаарын температураас их байдаг онцлогтой. Коллектор буюу хуванцар янданг том чадлын хувьд өрөмдсөн нүхэнд бага чадлын хувьд 1-2 метрийн гүнд байрлуулбал зохимжтой байдаг.

3. Хөрсний усны дулааны насос:

Монгол орны хувьд хөрсний онцлог бүтцээс хамааран халуун рашаанууд элбэг байдаг бөгөөд тус халуун рашааны дулааныг ашиглан халаалт халуун ус хангах бүрэн боломжтой юм. Мөн дан ганц халуун рашаан ч гэлтгүй жилийн туршид +8°C -аас багагүй байхад дулааны насос ашиглан дулаан гарган авах боломжтой. Хөрсний усны температур өнөр учраас энэ төрлийн дулааны насос хамгийн сайн боловч ийм дулааны насос цөөхөн байдаг.

Хүснэгт 2

Дулааны насос хэрэглэдэг тэргүүлэх 6 орны суурилуулсан хүчин чадал

Улс	Суурилагдсан хүчин чадал, МВт	Нийлүүлж байгаа дулааны эрчим хүч, ГВт/жил	Суурилагдсан дулааны насос, насосны тоо
Австри	275	370	23000
Канад	435	600	36000
Герман	640	930	46400
Швед	2300	9200	230000
Швейцарь	525	780	30000
АНУ	6300	6300	600000

4. Бага чадлын хэрэглээ бүхий бие даасан эх үүсгүүрт дулааны насос сонгох аргачлал [2]:

8 айлын сууц, цэцэрлэгийн барилгын дулааны хэрэглээ /Төв аймгийн Төгрөг сумын нутагт байрлаж байгаа болно/

Тус барилга нь жилдээ 175 тн нүүрсийг түлдэг бөгөөд Баянтээгийн уурхайн нүүрсний илчлэг 3500ккал/кг, халаалтын улирал 210 хоног үргэлжилдэг.

Хоёр барилгын халаалтын чадал нь 141кВт болж байна. Зуухны ашигт үйлийн коэффициент 0,4 гэж үзвэл хэрэгцээг дулааны чадал 56 кВт гарч байна. Дулааны хэрэгцээ 282000 кВт·ц болж байгаа бөгөөд 1 хоногийн дулааны хэрэглээг тооцвол 1334 кВт·ц болж байна. Дулааны насосыг хоногт 2удаа 2 цагаар зогсоодог гэж үзвэл 1334кВт·ц/(24ц-4ц)=66.72 кВт дулааны чадалтай дулааны насос байх шаардлагатай. Халаалтыг 100% дулааны насосоор хангана гэвэл өртөг зардлын хувьд өндөр байх шаардлагатай тул 60% гэж үзвэл чадал дутсан үед зуухаа галлаж дутсан дулааныг хангахаар тооцвол дулааны насосын чадал 40кВт болж байна.

Хүснэгт 3

Халаалтын хугацааны үргэлжилэх хугацаанд дулааны насосыг ашиглах тохиолдолд

№	Гадна агаарын температур, сарын дундаж, °С	Дулааны хэрэглээ хэрэглээ, кВт					
		Ачаалал, Гкал	Ачаалал, кВт	Дулааны насосны чадал, кВт	Дутсан чадал кВт	Сарын хэрэглээ кВт, /Дулааны насосой үед/	Сарын хэрэглээ кВт, /энгийн үед/
1	-20.3	0.0466	54.253	40	14.253	10604.42	40364.42
2	-18.1	0.0440	51.137	40	11.137	7483.98	38045.84
3	-10	0.0341	39.663	40	0.000	0.00	29509.24
4	0	0.0219	25.498	40	0.000	0.00	18970.22
5	8	0.0122	14.165	40	0.000	0.00	5269.51
6	13.7	0	0	40	0.000	0.00	0
7	15.6	0	0	40	0.000	0.00	0
8	13.7	0	0	40	0.000	0.00	0
9	7.4	0.0129	15.015	40	0.000	0.00	5585.68
10	-0.6	0.0227	26.348	40	0.000	0.00	19602.56
11	-11.2	0.0356	41.363	40	1.363	981.21	30773.92
12	-18.3	0.0442	51.420	40	11.420	8496.62	38256.62
Жилд		0.2742	318.86	40	38.17	27566.23	226378.00

Дулааны насос ашигласнаар бий болох нүүрсний жилийн хэмнэлт:

$$V_{\text{бодит}} = Q_0^{\text{жил}} / (Q_n^p \cdot \eta_{\text{зуух}}); \quad (1)$$

Дулааны насос ашиглах үед:

$$27566.23 \text{ кВт} = 23.7 \text{ Гкал}$$

Нүүрсний зуух ашиглах үед:

$$226378.00 \text{ кВт} = 194,65 \text{ Гкал}$$

Хүснэгт 4

Дулааны насос ашиглах үеийн ашиглалтын зардал

№	Тайлбар	Дулааны хэрэглээ	Нүүрсний жилийн хэрэглээ, тн	Нүүрсхүчлийн хий CO ₂ , тн	Нэг тн нүүрсний үнэ	Жилийн хэрэглээний үнэ
1	Дулааны насос ашиглах үед	23,7	17	22,1	70000	1 190 000
2	Энгийн хэрэглээтэй үед	194,65	139,03	194,64	70000	9 732 100

Дулааны насос ашигласнаар жилд 8,5 сая төгрөг хэмнэх боломжтой байгаа нь тооцооноос харагдаж байна.

5 Босоо цооног бүхий дулааны насосны сонголтын тооцоо

Босоо коллекторын онцлог нь коллекторыг гүн өрөмдсөн цооногт суулгадагт оршино. Цооног хэдий чинээ гүн байна төдий чинээ хөрсний температур их байна. Хөрснөөс гаргаж авах дулааны 50 Вт/м гэж тооцоонд авлаа.

Газрын гүнээс 30 кВт дулаан гарган авахын тулд 30 кВт/ 50Вт/м=600 м урт босоо коллектор (100 метрийн 6 ширхэг)-ийг газарт суулгах шаардлагатай. Босоо коллекторыг PE 32x3.0 мм-ийн хос хоолойгоор хийнэ. Ийм маркын хоолойн 1 метр уртад 0,53л/м эзэлхүүнтэй шингэн ноогдоно. 30кВт-ын дулаан гарган авахын тулд холболтын хоолойг PE 63x5.8мм маркын 10м (2x5м) урттай сонгож авлаа.

Дараа нь коллектор болон холболтын хоолойд гүйх давсны уусмалыг хэмжээг тодорхойлж болно. PE 32x3.0 мм маркын 1 м хоолой нь 0,531л эзэлхүүнтэй ба PE 63x5.8мм маркын 1м хоолой 2,445 эзэлхүүнтэй байдаг. Коллектор болон холболтын хоолой доторх уусмалын тоо хэмжээ:

$$m = 2 \times 600\text{м} \times 2 \times 0,531\text{л/м} + 10\text{м} \times 2,445\text{л/м} = 1300\text{л болно.}$$

Коллекторын хэлхээний тэлэлтийн савны эзлэхүүн:

$$V_N = (V_Z + V_V) \cdot (P_e + 1)/(P_e - P_{st}) \quad (2)$$

Энд : $V_Z = V_A \beta$ - Системийн халаалтаар үүсэх эзэлхүүний тэлэлт, β - тэлэлтийн тогтмол (ойролцоогоор 0,01 гэж авна), $V_Z = V_A \beta = 1300\text{л} \times 0,01 = 13\text{л}$, $V_V = V_A q$ - Аюулгүй байлгах тавил, л, q - Гидравлик тогтмол (ойролцоогоор 0,005 гэж авна) $V_V = V_A \times 0,005 = 6.5\text{ л}$ болох ба 3 дахин өсгөөд 19,5л -ээр сонгов.

Системд зөвшөөрөх эцсийн даралтыг:

$$P_e = P_{si} - 0.1P_{si} = 0.9P_{si}$$

Энд : P_{si} - аюулгүйн винтелийн үлээх даралт. $P_{si} = 3\text{ бар}$, P_{st} - азотоор цэнэглэх даралт. $P_{st} = 1,5\text{ бар}$
 $P_e = 0.9P_{si} = 0.9 \cdot 3 = 2.7\text{ бар};$

Тэлэлтийн савны тооцоот эзэлхүүнийг олбол :

$$V_N = (13 + 19,5) \cdot ((2.7 + 1)/(27.7 - 1.5)) = 100\text{л}$$

Коллектор дахь даралтын уналтыг тооцъё:

Дулааны насосны өгөгдлөөс хамаарч ажлын биеийн урсгалыг 9600л/ц-аар авна. U хэлбэрт зондоор гүйх урсгалын хэмжээ 9600л/ц : $(2 \times 6) = 800\text{ л/ц}$ байна.

Хоолой доторх даралтын уналт:

$\Delta P = R_{\text{value}} = 154.78\text{ Па/м}$, 9600 л/ц урсацтай байх үед $P_e = 32 \times 3,0\text{ мм}$ хоолойн:

$R_{\text{value}} = 154.78\text{ Па/м} \times 2 \times 100\text{м} \times 6 = 185736\text{Па}$ байна.

Холболтын хоолойн даралтын уналт:

$$\Delta P_{xx} = 509.6\text{Па/м} \times 10\text{м} = 5096\text{ Па}$$

Дулааны насосны даралтын уналтыг дулааны насосны өгөгдлөөс үзэхэд $\Delta P_{\text{дн}} = 9000,00\text{ Па}$ байна.

ДҮГНЭЛТ

Агаарын бохирдлын түвшин дээд цэгтээ гамшгийн хэмжээнд хүрсэн энэ асуудлыг аль болох оновчтой хурдан шийдэх шаардлагатай байгаа билээ. Түүнийг шийдэх хэд хэдэн гарц байгаагийн нэг нь дулааны насос ашиглах явдал юм. Монгол орны хувьд газрын гүний дулааныг сонгох нь хамгийн боломжит шийдэл юм. Газрын гүний дулаан нь бусад сэргээгдэх эх үүсвэрийг бодвол жилийн туршид харьцангуй тогтмол гадна агаарын температураас хамаардаггүйгээрээ онцлогтой юм.

Сонгосон Төгрөг сумын хувьд дулааны насос ашигласнаар жилдээ 8,5 сая төгрөг хэмнэх боломжтой бөгөөд энэ технологи нь байгальд ээлтэй, жилдээ 194,64тн нүүрсхүчлийн хий ялгаруулахгүй байх давуу талтай юм.

Ашигласан материал

1. Б.Намхайням. “Дулаан хангамжийн систем” УБ, 2015он, 116 хуу (Гурав дахь хэвлэл).
2. Эрчим хүч & Engineering сэтгүүл. 2009 он.
3. Инженерийн лавлах (боть I), (Хүрээлэн буй орчны салбар), УБ 2014 он, 595х.
4. Петраков Геннадий Николаевич “Повышение эффективности работы теплового насоса в системах теплоснабжения за счет модернизации конденсатора” 224стр, 2006г.
5. <http://www.coolingindia.in/blog/post/id/9952/recent-developments-in-alternative-refrigerants>

ХАЛААЛТЫН СИСТЕМИЙН СҮЛЖЭЭНИЙ УСНЫ АЛДАГДЛЫГ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА

М. Нансалмаа*, Д.Цэрэндолгор*

Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Дулаан хангамжийн системд хэрэглэгчидэд шаардлагатай дулааныг түгээх, найдвартай болон аюулгүй ажиллагаа чухал үүрэг гүйцэтгэдэг хэдий ч бас нэгэн чухал анхаарч үзвэл зохих асуудал нь сүлжээний усны алдагдал буюу нэмэлт усны хэрэглээг бууруулахад хяналт тавих юм. Нэмэлт усны алдагдал шинээр хэрэглэгч холбогдсон, засвар үйлчилгээ хийгдсэн болон шугам хоолойн насжилттай холбоотойгоор ус шүүрснээс үүдэн сүлжээнээс алдагдаж буй ус юм.

Түлхүүр үг. Нэмэлт ус, дулааны тоолуур, хоёрдугаар контур.

ОРШИЛ

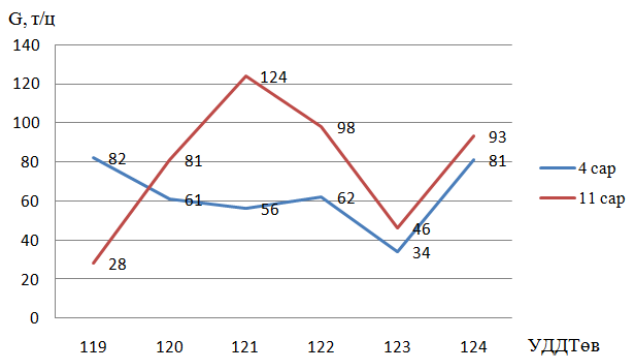
Сүлжээний усны алдагдлыг сүлжээний буцах усаар нөхөж өгдөг бөгөөд үүнийг хянах үүднээс нэмэлт ус хэмээх ойлголтыг авч үздэг.

Сүлжээний усны алдагдал үүсэх шалгаан:

- Шугам хоолойн нягтруулгаас,
 - Шинээр хэрэглэгч холбогдсон,
 - Тоног төхөөрөмжийн насжилтаас,
 - Засвар үйлчилгээ хийж, дүүргэлт хийх үед нэмэлт усаар хангадаг,
 - Орон нутагт шууд халаалтын системээс ундны усыг хэрэглэдэг, хэрэгцээний халуун усны систем байхгүй,
- зэрэг шалгаанаас үүдэн усны алдагдал үүсдэг байна.

СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

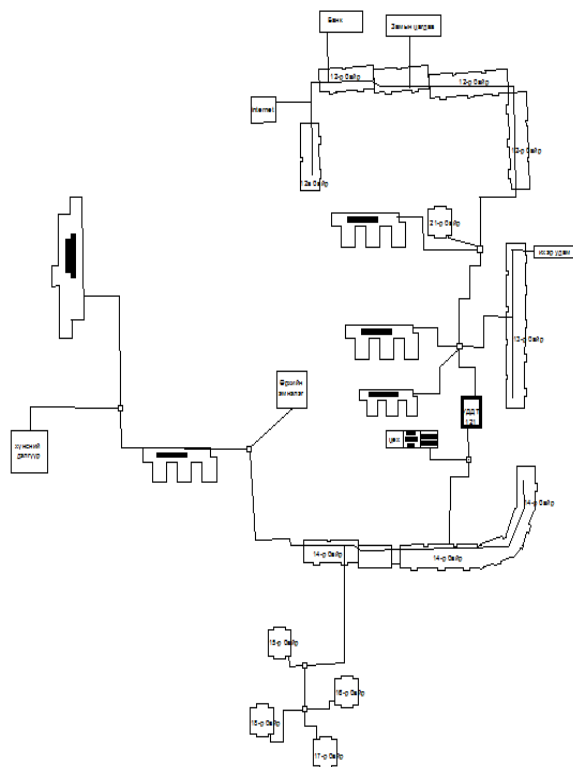
Судлагааг Баруун түгээх төв /БТТ/-ийн Хэрэглэгчидэд үйлчлэх төв /ХҮТ/ 15-н Ус дулаан дамжуулах төв /УДДТөв/ 121-р төвийн хоёрдугаар контурын усны алдагдлыг судлаж үзлээ.



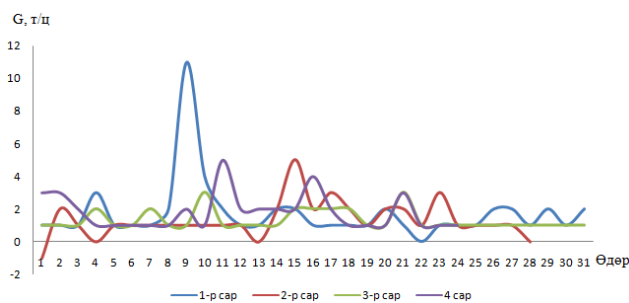
Зураг 1. ХҮТ – 15-ын УДДТөвүүдийн нэмэлт усны хэрэглээ

Дээрх судалгаанаас харахад өвлийн ид ачаалалын үед УДДТөв 121 нь бусад ус дулаан дамжуулах төвийг бодвол илүү усны алдагдал их байгаа учир судалгааны объект болгон сонгон авлаа.

Тус объект нь Сонгинохайрхан дүүргийн нутаг дэвсгэрт байрлах бөгөөд 1356 айл өрх, 3642 хүн амтай.

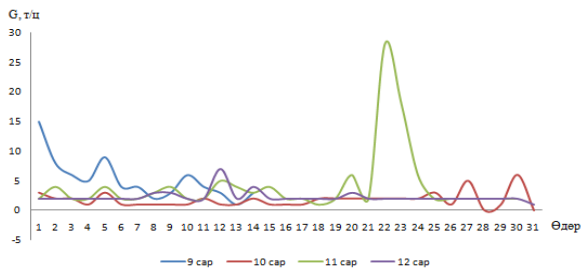


Зураг 2. УДДТөв 121-ийн 2-р контурын дулааны шугамын трасс



Зураг 3. УДДТөв 121-ийн 2017 оны 1-р сараас 4-р сарын нэмэлт усны хэрэглээ

Дээрх судалгаанаас үзэхэд 1 дүгээр сарын 8-аас 10-ны хооронд усны алдагдал ихэссэн шалтгааныг тодорзуулахад 2-р контурын гадна шугам задарч цоорсонтой холбоотой бөгөөд гэмтэлтэй үед нийт 11тн ус алдсан байна. 4 дүгээр сарын 10-аас 12-ны өдрүүдэд нийт 5 айлгаас ус алдсан дуудлага ирсэн бөгөөд радиаторын холболтын хэсгээр ус шүүрч 4 тн ус алдсан байна. Мөн 2 дугаар сарын 15-нд нэг айлын радиатор цоорсон тухайн айлд хүнгүй байсан шалтгаанаас үүдэж 4 тн ус алдсан байна.



Зураг 3. УДДТөв 121-ийн 2017 оын 9-р сараас 12-дугаар сарын нэмэлт усны хэрэглээ.

Дээрх судалгаанаас үзэхэд 9 дүгээр сарын эхэн үед системд дүүргэлт хийгдсэн учир нэмэлт усны хэрэглээ их байсан бөгөөд 11 сарын 22-оос 23-нд шилжих шөнө гадна шугам задарч 28 тн ус алдсан.

Дээрх судалгаанаас үзэхэд шугам хоолойн насжилт дууссан, айлын дотор систем нягтруулгаар ус дусаж, зарим айл өрх тоолгүй явснаас үүдэж улмаар зэвэрч цоорон ус алдах шалтгаан болж байна.

Мөн өвлийн ид ачаалалын үед гадна агаарын температураас хамааруулан сүлжээний усны температур нэмэгддэг бөгөөд шугамын тэлэлтээс шалтгаалан /нажилтын хугацаа дууссан/ гадна шугам элэгдэж цоорсон асуудал цөөнгүй гарч байна.

Нэмэлт усны хэрэглээг багасгахын тулд шинээр баригдаж буй барилгын хувьд шугам хоолойн нягтруулга болон зүгшрүүлэлтийг маш сайн хийх, шугамын насжилтыг уртасгах зорилгоор сүлжээний усны чанарыг сайжруулах, шугам хоолойн хэвийн ажиллагааг тогтмол шалгах, хувь хүний хариуцлагатай байдлыг нэмэгдүүлэх шаардлагатай байна.

$$Q = G \cdot C \cdot (T_1 - T_2) \quad (1)$$

Энд: G - нэмэлт усны зарцуулалт, C - усны дулаан багтаамж, 1,005 ккал /кг °С, T₁- сүлжээний өгөх усны температур, T₂ - сүлжээний буцах усны температур

Хүснэгт 1

УДДТөв 121-ийн нэмэлт усны хэрэглээ 2017 оны байдлаар.

№	Сар	t _{гад}	G _{нуу} , тн	Коэф	Q	P, ₮
1	1	-20	54	0.24	12.96	358888
2	2	-13,7	37	0.24	8.88	245904
3	3	-4,2	41	0.24	9.84	272489
4	4	5,0	56	0.24	13.44	372180
5	9	6,7	73	0.24	17.52	485163
6	10	-12	55	0.24	13.2	365534
7	11	-16,7	124	0.24	29.76	824113
8	12	-22	71	0.24	17.04	471871

ТҮЛШНИЙ ЧАНАР QXF-116-1.6/130/70 МАРКИЙН ЗУУХНЫ ШАТАЛТЫН ГОРИМД ҮЗҮҮЛЭХ ЗАРИМ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА

Н.Батцэнгэл*, Д.Балдандорж*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Манай улсын эрчим хүчний үндсэн эх үүсвэр болсон цахилгааны болон дулааны станцуудад сүүлийн жилүүдэд шинэчлэл, өргөтгөл хийж байгаагийн зэрэгцээ шинэ станцууд баригдаж шаталтын шинэ технологи бүхий төрөл бүрийн хүчин чадлын уурын болон ус халаах зуухнууд ашиглагдах болсны нэг нь 348 МВт суурилагдсан хүчин чадалтай Амгалан

Энд: t_{гад} – гадна агаарын дундаж температур /Цаг уурын параметрийн мэдээний дундаж температур/, G_{нуу} – нэмэлт усны зарцуулалт, тн, Q - нийт дулаан, Гкал, P- мөнгөн дүн, ₮;

Хүснэгт 2

ЭХЗХорооноос хэрэглэгчидэд борлуулах дулааны үнэ тариф

№	Хэрэглэгчдийн ангилал	Хэмжих нэгж	Тариф /НӨАТ-гүй/
		Тег/м³	429.00
1	Үйлдвэр, аж ахуйн нэгж, байгууллагын дулаан	Тег/Г кал	27,692.00
		Тег/Г Дж	6,615.0
2	Салхилуулга	Тег/Г кал	14,093.00
		Тег/Г Дж	3,366.00
3	Албан байгууллагын хэрэгцээний халуун ус халаасан дулаан	Тег/хүн	5,414.00
		Тег/м³	1,873.00
4	Технологийн хэрэгцээний халуун ус (барилга объектын хянагдсан зураг төслийн хүчин чадлаар)	Тег/Г кал	14,093.00
		Тег/Г Дж	3,366.00

Дээрх тооцооноос харахад жилд 3369000 төгрөг хэмнэж болхоор байна.

ДҮГНЭЛТ

Судалгаанаас харахад айл өрхийн тус ус дулаан дамжуулах төвөөс хангагдаж буй хэрэглэгчдийн дотор систем болон гадна шугам сүлжээний насжилт дууссан шалтгаанаас үүдэн гадна агаарын температур нэмэгдэж хүйтрэх үед шугамын тэлэлтээс үүдэн цоорч ус алдах нөхцлийг бий болгож байна. Мөн айл өрхийн хувьд өнгөц мэдэгдэхүйц ус дусах үед мэргэжлийн хүнд хандалгүйгээр тоохгүй өнгөрөх, сав тосч хугацаа алдсанаас ус дусаж байсан хэсгийн нүх зэвэрч цоорон усны алдагдал үүсэх шалтгаан болж байгаа учир энэ талаар хариуцсан ус хангамжийн мэргэжилтэн анхаарал хандуулах нь дутмаг байгааг илтгэж байна. Нэмэл усны хэрэглээнд хяналт тавьснаар жилдээ 3 сая төгрөг хүртэл хэмнэх боломжтой юм.

Ашигласан материал

1. Б.Намхайням. “Дулаан хангамжийн систем” УБ, 2015 он (Гурав дахь хэвлэл).
2. Инженерийн лавлах (боть – I), (Хүрээлэн буй орчны салбар), УБ хот. 2014 он.
3. Цаг уурын параметрийн мэдээний архив.
4. <http://parametr.mn/index.php/log/index>
5. <http://erc.gov.mn>

дулааны станц юм. Энэхүү шинэ эх үүсвэр бий болсноор хотын дулаан хангамжийн системийн ачааллын нэг хэсгийг хангаж, найдвартай байдлыг дээшлүүлэн ажиллаж байна. Энэ судалгааны ажлаар амгалан дулааны станцын түлш дамжуулах систем, түлшний шинж чанар болон зууханд үзүүлэх нөлөөлөл зэргийг тодорхойлж авч үзсэн болно.

Түлхүүр үг. Түлш, түлшний шинж чанар.

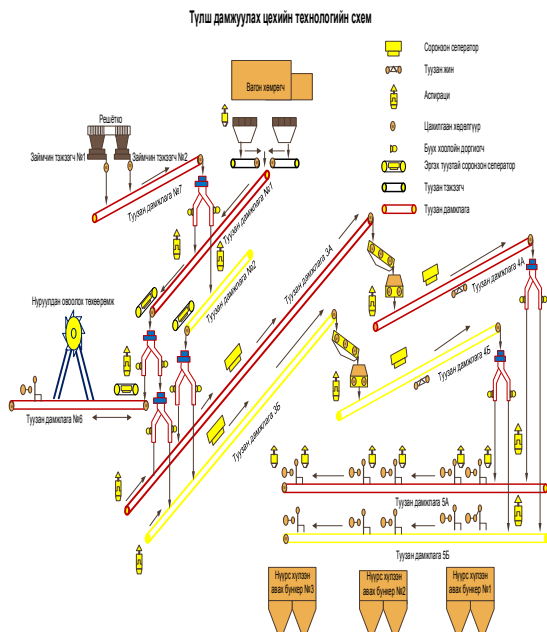
Үндсэн хэсэг

Эргэлтэт буцламтгай шаталтат зуухны буцламтгай үеийн давхаргын онцлог ньзузаан давхарга шаардагддаггүй. Галын хотлын дээд хэсэгт их хэмжээний үнс, үеийн материал агуулсан утааны хий галын хотлын гарах хэсэгт байрлах ялгах төхөөрөмж дундуур дайран гарч утааны хий дэх үнсийг ялгах ба механик бус буцаах хавчлагийн тусламжтайгаар галын хотлын давхарга руу буцаан өгнө. Энэ нь ЭБШ зуухны ажиллагааны үндсэн зарчим юм. Эргэлтэт буцламтгай шаталтат зуух нь ердийн буцлах давхаргат шаталтат зуухтай адил дулааны өндөр хүчин чадалтай, материал холих чадвар сайн, түлш муу байсан ч төрөл бүрийн түлшинд дасан зохицох чадвар сайн учир тогтвортой шаталттай байдаг. Уг зуухны шаталтын процесст алаг толгой, багануур, шивээ овоо, налайхын нүүрсийг ашигладаг бөгөөд эдгээр нь харилцан адилгүй шинж чанартай тул дулаан үйлдвэрлэлт болон зуухны халах гадаргуу, зуухны ашигтай ажиллагаа зэрэгт хэрхэн нөлөөлж байгааг тооцоолж дүгнэсэн.

Судалгааны объект: Түлш дамжуулах цех нь вагон хөмрөгч, нуруулдан овоологч болон нүүрс нөөцлөх байгууламж, ЛК1 – ЛК7 бүхий (хос гурван дамжлага) нийт 10 дамжлага, шүдтэй булт бутлагч, шигшүүр гэсэн үндсэн хэсгүүдээс бүрдэж байна.

1. Түлш дамжуулах цехийн үйл ажиллагаа

Станцад ирсэн нүүрсийг цаг алдалгүй түргэн шуурхай буулгах, талбайд нөөцөлсөн нүүрсний чанарыг алдагдуулахгүй хадгалах, зуухыг нүүрсээр тасралтгүй хангах зорилготой. Түлш дамжуулах цехийн технологийн схемийг зураг 1-д харуулав.



Зураг 1. Түлш дамжуулах цехийн технологийн схем

Түлш дамжлагын систем нь түлшийг зуух руу үндсэн 3 схемээр татахаар схемчлэгдсэн.

1. Вагон хөмрөгч – туузан тэжээгч – ЛК1- ЛК3 – ЛК4 – ЛК5 – нүүрс хүлээн авах бункер.
2. Займчин тэжээгч буюу решётко- ЛК7 – ЛК1, ЛК2 – ЛК3 – ЛК4 – ЛК5- нүүрс хүлээн авах бункер.

3. Нуруулдан овоолох төхөөрөмж – ЛК6 – ЛК3 – ЛК4 – ЛК5 – нүүрс хүлээн авах бункер.

Түлш дамжлагын схем нь хориг хамгаалалтаар тоноглогдсон бөгөөд ямар нэг гэмтэл саатал гарсан тохиолдолд тоноглолууд бүгд хамгаалалтаар зогсохоор автомат хэмжигдэхүүнээр тоноглогдсон. Вагон хөмрөх байгууламж нь үндсэн 8 тоноглолоос бүрдсэн бөгөөд дугуй хавчигч, вагон хөмрөгч, ачаатай вагон чирэгч, шилжүүлэгч тавцан, хоосон вагон түрэгч, решётка болон доргиогч туузан тэжээгч гэсэн тоноглолуудаас бүрдсэн.

Хүснэгт 1

Үзүүлэлт	Тоон тэмдэглэгээ
Нэр төрөл марк	FZ15 – 100
Загвар	Эргэлдэх
Хөмрөх механизм	Араат дамжуулагч
Хүчин чадал	20 вагон/цаг
Төхөөрөмжийн нийт урт	13925-14520мм
Төхөөрөмжийн нийт өргөн	3130 – 3220мм
Төхөөрөмжийн өндөр	3274 – 3746мм
Эргэлдэх цикл	⁰ C60S
Эргэх өнцөг	Хэвийн 165 ⁰ , хамгийн их 175 ⁰



Зураг 2. Вагон хөмрөгч

Вагон хөмрөгчийн систем нь С төрлийн вагон хөмрөгч, гадна хэсгийн гар цэнэглэгч (SAC), хоосон вагон маневрлах зүтгүүр (ECSL), дамжуулж шилжүүлэх дугуйт механизм, зогсолтын хамгаалалт, тоосгүйжүүлэх систем, нүүрсний сараалжийн өнцгийндоргиогч зэргээс бүрдэнэ. Мөн вагон хөмрөгчийн их биед хөмөрсөн вагоныг доргион суллах доргиогч суурилуулснаараа онцлог. Энэ нь өвлийн нөхцөлд нүүрстэй вагоныг гэгсгээх зориулалттай урьдчилан халаах төхөөрөмж тавих шаардлагагүй. Үүгээрээ хөрөнгө оруулалт болон ашиглалтын зардлыг үлэмж хэмнэнэ. Вагон хөмрөгчийн ажиллагаа нь бүрэн автомат байх бадараах ажиллагааны схемтэй. Үүнд: Автомат Хяналт удирдлага, чухал төхөөрөмжүүдийн дэргэд гар удирдлагын төхөөрөмжтэй байна. Вагон хөмрөгчийн хяналтын систем нь PLC болон удирдлагын компьютерээр дамжин үндсэн станцын төхөөрөмжийн хяналтын системд холбогдоно.

Нүүрсний талбайн гадна талаар дараах хэлбэр загвар бүхий битүү саравч баригдсан бөгөөд лист төмрөөр бүрхэгдсэн. Энэ нь хүрээлэн буй орчиндоо сөрөг нөлөөгүй манай улсын Дулаан Цахилгааны төвүүдэд анх удаа хийгдэж байгаагаараа онцлог юм.



Зураг 3. Нүүрсний талбай, MDQ380/100.38 маркийн хаалга хэлбэрийн шанагат хүрдэн нуруулдан овоологч

Уг машиныг ДЦС болон нүүрс, уурхай, барилгын материалын мөн химийн үйлдэр гэх мэт үйлдвэрийн салбарт их хэмжээий задгай материалыг хадгалах талбайд нуруулдаж овоолоход хэрэглэнэ.

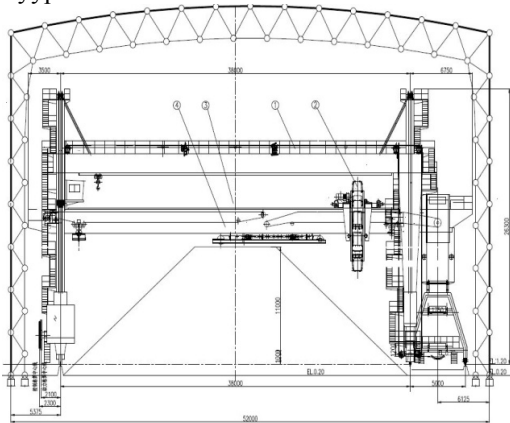
Ажиллагааны нөхцөл нь:

Орчны $t^0 = -40^{\circ}\text{C}$, -39°C ,

Ажлын агаарын хамгийн их даралт: 250 Па,

Ажлын бус агаарын хамгийн их даралт: 800 Па,

Нуруулдан овоологчийн төмөр замын суурь: цул бетон суурь.



Зураг 4. Нуруулдан овоологчийн эд ангийн бүтэц

Амгалангийн Дулааны станцын нүүрсний талбайд суурилагдсан **MDQ 380/1000. 38** загварын нуруулдан овоологч нь шинэ төрлийн хаалга хэлбэрт дугуй шанагат нуруулдан овоологч юм. Уг төхөөрөмжийн голлох онцлог нь өөр өөр зориулалт бүхий 20 орчим бүтээц хийцийг нэг дор багтаасан хийцтэй, нүүрсний талбай руу нүүрс тээвэрлэх, овоолох, тэгшлэн нуруулах, буцаан конвейер дээр ачих, түлш дамжлагын системд нүүрс буцаан нийлүүлэх, зэрэг олон үйлдлийг эрэмбэ дараалалтай хийх боломжтойд байгаа юм. Айл өрх албан байгууллагуудын дунд байрлах учир гадна орчныг бохирдуулахгүй байх нөхцлийг хангахуйц нүүрс хадгалах талбай, нуруулдан овоологчын гадуур молекул орон торт бүтэц бүхий ган бүтээц бүхий бүрхүүлтэй байх ба нуруулдан овоологчийн бүхий л нүүрс буух хэсгүүдэд тоосгүйжүүлэх усаар тоосруулах систем төлөвлөгдсөнөөрөө давуу талтай. Мөн ажиллагааны нөхцөл байдалд тохируулан гараар болон хагас автомат удирдах функцтэй төлөвлөгдсөн нь хэсэгчлэн үзлэг үйлчилгээ, засвар тохируулга хийх боломжоор

хангагдсан нь тухайн төхөөрөмжийг ашиглахад хялбар дөхөм болгоно.

2. Тооцоо, судалгаа

2.1. Үнслэг, чийглэг нүүрсний зарцуулалтанд нөлөөлөх нь

2016-2017 оны халаалтын улиралын зууханд шатаасан нүүрсний үнслэг, чийглэг, дулаан гаргах чадвараас хамааран их, дунд, бага ачааллын горимын үед нүүрсний тооцоот зарцуулалтыг тооцоолж гаргав. Нүүрсний шинжилгээний зарим үзүүлэлтүүдийг доорх хүснэгтээр үзүүлэв.

Алагтолгойн нүүрсний 1, 3, 11-р сарын шинжилгээний үзүүлэлт:

Хүснэгт 2

Үзүүлэлт	$N_{\text{нх}}$	$N_{\text{дунд}}$	$N_{\text{бага}}$
$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$	4562	3229	4913
Үнслэг %	27,5	37,3	20
Чийглэг%	19.5	21	15

Нүүрсний тооцоот зарцуулалтыг дараах томъёогоор тодорхойлов.

$$B_{\text{т}} = \frac{Q_{\text{ка}}}{\eta_3 \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}}; \text{т/цаг} \quad (1)$$

Хүснэгт 3

Сар	N, МВт	$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$, Ккал/кг	$Q_{\text{ка}}$, Ккал/ц	$t_1^{\circ}\text{C}$
3	50	4562	46800	94
11	70	3229	60000	110
1	116	4913	99060	130
$t_2^{\circ}\text{C}$	АУК, %	$G_{\text{ус}}$, т/цаг	$B_{\text{т}}$, т/цаг	
42	0,87	900	11,79	
60	0,88	1200	21,12	
70	0,9	1651	22,40	

Шивээ-Овоон нүүрсний 1,3,11-р сарын шинжилгээний үзүүлэлт:

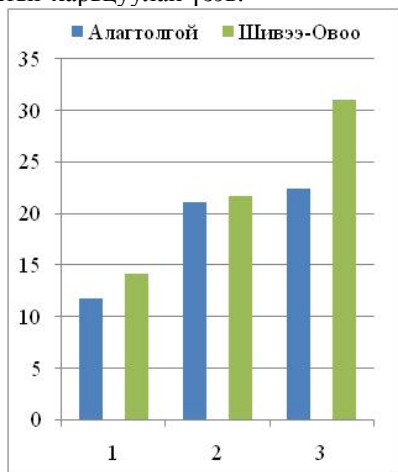
Хүснэгт 4

Үзүүлэлт	$N_{\text{нх}}$	$N_{\text{дунд}}$	$N_{\text{бага}}$
$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$	3799	3151	3552
Үнслэг %	19,9	12,4	10.3
Чийглэг %	33	31.5	27

Хүснэгт 5

Сар	N, МВт	$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$, Ккал/кг	$Q_{\text{ка}}$, Ккал/ц	$t_1^{\circ}\text{C}$
3	50	3799	46800	94
11	70	3151	60000	110
1	116	3552	99060	130
$t_2^{\circ}\text{C}$	АУК,	$G_{\text{ус}}$, т/цаг	$B_{\text{т}}$, т/цаг	
42	0,87	900	14,16	
60	0,88	1200	21,64	
70	0,9	1651	30,99	

Алаг толгой шивээ овоогийн нүүрсний тооцоот зарцуулалтыг харьцуулан үзвэ.



Зураг 5

Зургаас харахад үнслэг, чийглэг ихтэй Шивээ-Овоогийн нүүрс нь зуухны ачааллын аль ч горимд нүүрсний зарцуулалт өндөр гарч байна.

2.2. Нүүрсний дулаан гаргах чадвар зуухны ачаалалд нөлөөлөх, нүүрсний харьцааг оновчтой болгох

Хүснэгт 6

Нүүрсний шинжилгээний үзүүлэлтүүд

1 сар		2 сар		3 сар	
Q, ккал/кг	A, %	Q, ккал/кг	A, %	Q, ккал/кг	A, %
3729	9.1	3680	13.8	3457	19.1
3729	9.1	3680	13.8	3457	19.1
				3799	19.9

Хүснэгт 7

Нүүрс	Харьцаа	Ачаалал /МВт /
Алагтолгой	100%	81-93
Багануур	100%	81-93
Шивээ- Овоо	100%	81-93
Алагтолгой+ Шивээ- Овоо	30%+70%	81-93
Алагтолгой+ Багануур	30%+70%	81-93
O ₂ , %	G _{нүүрс} , т/цаг	АҮК %
6--8	18-22,5	0.91-0.87
6--9	21.5-26	0.91-0.89
6--9	18-25.5	0.91-0.89
6--10	19-24	0.9-0.87
6--9	21-25	0.91-0.88

2016 оны 11-н сард Алагтолгойн нүүрсний үнслэг хамгийн өндөр 37,3 %-тай, дунджаар 27,04 %, харин багануурын нүүрсний үнслэг дунджаар 11,9 %-тай буюу алаг толгойн нүүрснээс 2,27 дахин бага үнслэгтэй байна. Оргил ачааллын үед 2017 оны 1-р сард Алагтолгойн нүүрсний дулаан гаргах Чадвар Хамгийн өндөр 5782 ккал/кг, харин багануурын нүүрсний илчлэг 1,5 дахин бага байна.

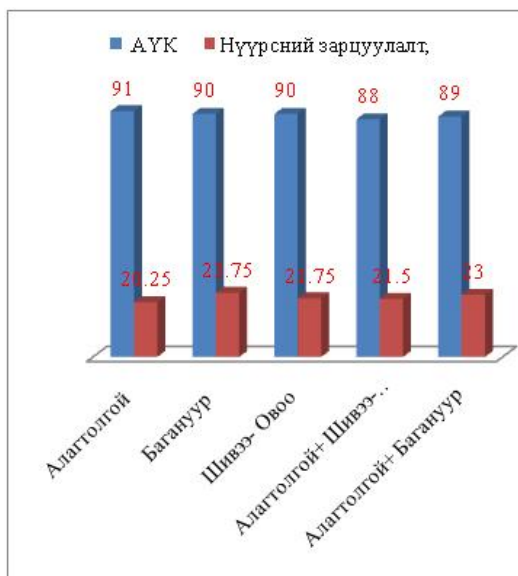
Эндээс харахад Алагтолгойн нүүрсний дулаан гаргах чадвар өндөр байгаа нь дулаан үйлдвэрлэлтэнд ашигтай байгаа боловч галын хотол дахь үнс тоосонцорын хэмжээ эрс ихэсч үеийн зузааныг нэмэгдүүлсэнээр шатаах камерийн даралт болон зуух, туслах тоноглолын ачаалал, шаталтын горимд нөлөөлдөг. Нөгөө талаас багануурын нүүрсний дулаан гаргах чадвар болон үнслэгийн хэмжээ бага байгаа нь нүүрсний зарцуулалтыг ихэсгэх, үеийн зузааныг бууруулах зуухны ачааллыг багасгах зэрэг дутагдалтай талтай. Тиймээс зуухны ачааллыг тэнцвэржүүлж, галын хотол дахь үеийн зузааныг тогтвортой барихын тулд усан хөргөлт бүхий шаарга хөргүүрээр үеийн материалыг зайлуулах, мөн тохиромжтой хэмжээнээс буурсан үед үеийн материалыг нэмэх зэрэг шаардлагууд нь тоноглолын найдвартай ажиллагаа болон үйлдвэрлэлийн ашигт ажиллагаанд нөлөөлж байна.

QXF-116-1.6/130/70 Маркын зуухны горимын картны үзүүлэлтүүдээс:

Хүснэгт 8

Үзүүлэлт 2016-2017 он	11 сар		12 сар	
	Q, ккал/кг	A, %	Q, ккал/кг	A, %
Багануур	3441.5	10.6	3445	6.9
Алагтолгой	3229	37.3	4913	20
Шивээ-овоо	3161			

Горимын картны дагуу дээрх харьцуунууд дээр тулгуурлан ачаалал тогтмол үед оновчтой харьцааг графикаар үзүүлбэл:



Зураг 6

Графикаас харахад дулаан гаргах чадвар, үнслэг ихтэй нүүрсийг дулаан гаргах чадвар, үнслэг багатай нүүрсстэй тодорхой харьцаатайгаар хольж шатаах үед галын хотлын үеийн температур тогтмол, хүчилтөрөгчийн харьцаа тогтмол, нүүрсний зарцуулалт бага, үеийн зузаан болон шатаах камерын даралтыг тооцоот утганд барьж зуухны ачааллыг тэнцвэржүүлэхэд хялбар болно.

ДҮГНЭЛТ

Нүүрсийг тодорхой харьцаатайгаар хослуулан шатаахад нүүрсний зарцуулалт бага, үеийн зузаан

тогтвортой, зуухны ачаалал авах чадвар өндөр, ашиглалтын хамгийн оновчтой горим юм. Нүүрс хадгалах талбай нь нүүрсний шинж чанарыг өөрчлөгдөх нөхцөлийг багасгаж байгаа нь нүүрсний зарцуулалт зуухны горим ажиллагаанд эерэгээр нөлөөлж байна.

Ашигласан материал

1. Зуухны төхөөрөмжийн туршилт зүгшрүүлэлт. Ж.Цэен-ойдов. 2015 он.

2. Уурын генератор. Д.Мандал. 2012 он.
3. Амгалан дулааны станцын архивийн материалын эмхэтгэл.
4. Амгалан дулааны станцын горим тооцооны тайлан. 2017 он.
5. QXF-116-1.6/130/70 Маркын зуухны горимын карт.
6. О.М. Рабинович. Котельные агрегаты. М.Л.: ГНТИМЛ. 1963. 65 с.

УЛААНБААТАР ХОТЫН АГААРЫН ЧАНАРЫН ИНДЕКСИЙГ ОЛОН УЛСЫН СТАНДАРТТАЙ ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Л.Мөнхмандах*, Ё.Энх-Амгалан*, З.Баттогтох*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Өнөө цагт манай улсад тулгамдаж байгаа чухал асуудлуудын нэг бол яах аргагүй агаарын бохирдлын асуудал юм. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын хэмжээ өмнөх онуудтай харьцуулахад жил ирэх тусам нэмэгдэж байгаа нь хүн амын дунд амьсгалын болон зүрх судасны хүнд өвчлөл цаашлаад хорт хавдар үүсэх шалтгаан болоод байгаа нь энэ асуудлыг судлах гол хүчин зүйл болж өглөө. Иймд Улаанбаатар хотод мөрдөгдөж байгаа агаарын чанарын стандартыг Хятад, ОХУ, Америк, Европын холбоо, ДЭМБ-ын агаарын чанарын стандарттай харьцуулж судлах мөн Улаанбаатар хотын агаарын чанарын индексчлэлийг судлаж агаарын бохирдлын түвшин болоод түүнд харгалзах эрүүл мэндийн зөвлөмжийг олон улсад мөрдөгдөж байгаа стандарттай харьцуулах, агаарын чанарын индексийг тодорхойлох аргачлалуудыг харьцуулж судлахыг гол зорилгоо болголоо.

Тулхуур үг. Агаарын чанарын индекс, агаарын чанар, эрүүл мэнд, үнэлгээ.

I. Агаарын чанарын индексийн тухай ерөнхий ойлголт

Дэлхийн улс орнуудад өөрсдийн хот суурин газрын агаарын бохирдлыг тодорхойлох агаарын чанарын индекстэй байдаг. Энэ нь тухайн улсын уур амьсгал, хүн амын нягтаршил, хотжилт, үйлдвэржилт зэрэг олон асуудлуудтай хамааралтай. Агаарын чанарын индекс (АЧИ) гэдэг нь хот суурийн газрын хүрээлэн байгаа агаар дахь бохирдуулах бодисын тухайн үеийн агууламжийг түүний стандартад заагдсан хүлцэх хэм хэмжээнд харьцуулсан үзүүлэлтийг хэлэх бөгөөд агаарын чанарын индексийг олон улсад агаар дахь түгээмэл тархалттай үндсэн бохирдуулах бодисоор тооцдог [1].

- Хүхрийн давхар исэл (SO_2);
- Азотын давхар исэл (NO_2);
- 10 мкм-ээс бага хэмжээтэй том ширхэглэгт тоосонцор (PM_{10});
- 2.5 мкм-ээс бага хэмжээтэй нарийн ширхэглэгт тоосонцор ($PM_{2.5}$);
- Нүүрстөрөгчийн дутуу исэл (CO);
- Озон (O_3);

Нэг үгээр хэлбэл өдөр тутамд агаарын чанар ямар түвшинд байгааг тухайн хотын оршин суугчидад мэдээллэж тайлагнахад зориулагдсан индексчлэл бөгөөд агаар ямар бодисоор бохирдоод байгаа болоод хүн амын эрүүл мэндэд ямар хор нөлөөтэйг АЧИ-с мэдэж болно.

Хүснэгт 1

Агаар дахь түгээмэл тархалттай үндсэн бохирдуулагч бодисын хүний биед үзүүлэх нөлөөлөл [2]

№	Бохирдуулагч бодис	Хүний биед үзүүлэх нөлөөлөл
1	Нүүрстөрөгчийн дутуу исэл (CO)	Багтраа өвчин үүсэхэд нөлөөлнө Дутуу төрөлт Хүчил төрөгчийн дутагдал
2	Азотын давхар исэл (NO_2)	Нүд, уушги, Арьс, салст бүрхэвч, амьсгалын замын эд эрхтнүүдийг гэмтээнэ. Уушгины хатгалгаа Томуу, томуу төст өвчин
3	Озон (O_3)	Уушгины үйл ажиллагаа муудна
4	Хүхрийн хүчил (SO_2)	Нүд, арьс, амьсгалын зам үрэвсэх, бронхит болох, уушгины хатгалгаа болох
5	Том ширхэглэгт тоосонцор (PM_{10})	Амьсгалын замын эмгэг Арьс, элэг, уушгины хавдар үүсгэнэ Зүрх судасны эмгэг
6	Нарийн ширхэглэгт тоосонцор ($PM_{2.5}$)	Төрөл бүрийн удамшлын эмгэг үүсэхэд нөлөөлдөг

II. Агаарын чанарын индексийн ангилал ба үнэлгээ.

Агаарын чанарыг индексээр 6 түвшинд ангилах ба түвшин тус бүрт харгалзах индексийн тоон үзүүлэлэлт, бохирдлын түвшин мөн хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг хураангуй байдлаар харуулна.

Улаанбаатар хотод мөрдөгдөж байгаа агаарын чанарын индекс [3]

Агаарын чанарын индекс	Агаарын ангилал	чанарын	Тэмдэглэгээ өнгөөр	Эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл
0-50	Цэвэр		Ногоон	Хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлэхгүй
51-100	Хэвийн		Шар	Агаарын чанар шаардлага хангах боловч, зарим бохирдуулах бодисын нөлөөлөлд хэт мэдрэг хүмүүс өртөж болно.
101-250	Бага зэргийн бохирдолтой		Улбар шар	Хэт мэдрэг хүмүүсийн эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөлөл илэрнэ.Зүрх судас амьсгалын замын архаг өвчтэй, ялангуяа гуурсан хоолойн багтраа өвчтэй хүмүүс нөлөөлөлд илүү өртөнө.
251-400	Дунд зэргийн бохирдолтой		Ягаан	Нийт хүн амын эрүүл мэндэд бага зэргийн сөрөг нөлөөлөл илэрч эхэлнэ. Хэт мэдрэг хүмүүсийн эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөлөл хүнддээр илэрнэ
401-500	Их бохирдолтой		Хүрэн	Удаан хугацаагаар гадаа байхад нийт хүн амын эрүүд мэндэд мэдэгдэхүйц хэмжээгээр сөрөг нөлөөлөл илэрнэ.
500<	Маш их бохирдолтой		Улаан	Удаан хугацаагаар гадаа байхад нийт хүн амын эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөлөл илэрнэ.

Хүснэгт 3

Агаар дахь түгээмэл тархалттай бохирдуулагч бодисын хүлцэх хэм хэмжээ [4-8]

Стандарт		SO ₂		NO ₂		CO		O ₃		PM ₁₀		PM _{2.5}	
Монгол	MNS4585:2016	20 µg/m ³	24 цаг	40 µg/m ³	24 цаг	30 mg/m ³	1 цаг	100 µg/m ³	8 цаг	100 µg/m ³	24 цаг	50 µg/m ³	24 цаг
Хятад	GB3095-2012	50 µg/m ³	24 цаг	40 µg/m ³	24 цаг	2 mg/m ³	24 цаг	100 µg/m ³	8 цаг	50 µg/m ³	24 цаг	35 µg/m ³	24 цаг
Америк	EPA NAAQS	89 µg/m ³	24 цаг	188 µg/m ³	1 цаг	5 mg/m ³	24 цаг	116 µg/m ³	8 цаг	50 µg/m ³	24 цаг	15 µg/m ³	24 цаг
Орос	-	20 µg/m ³	24 цаг	200 µg/m ³	1 цаг	5 mg/m ³	24 цаг	100 µg/m ³	8 цаг	50 µg/m ³	24 цаг	25 µg/m ³	24 цаг
ДЭМБ	WHO AQG	20 µg/m ³	24 цаг	200 µg/m ³	1 цаг	30 mg/m ³	1 цаг	100 µg/m ³	8 цаг	50 µg/m ³	24 цаг	25 µg/m ³	24 цаг

Агаарын чанарын индексийг тооцох аргачлал

Улаанбаатар хотын агаарын чанарын индексийг тооцохдоо агаар дахь бохирдуулах бодис тус бүрд тооцох ба бохирдуулах бодисын агууламжийг тухайн бохирдуулах бодисын стандарт дахь хүлцэх хэм хэмжээнд харьцуулж доорхи томъёогоор олно.

$$АЧИ = \frac{ББА}{XXX} \times 100$$

АЧИ-Агаарын чанарын индекс; ББА-Агаар дахь бохирдуулах бодисын агууламж; XXX-Агаарын чанарын стандарт дахь тухайн бохирдуулах бодисын хүлцэх хэм хэмжээ.

Бохирдуулах бодис тус бүрт тооцсон индексийн хамгийн өндөр тоон үзүүлэлтээр тухайн үеийн агаарын чанарыг Агаарын чанарын индексийн ерөнхий үнэлгээгээр тогтоодог [3].

Хүснэгт 4

Хятадын байгаль орчны яаманд мөрдөгдөж байгаа агаарын чанарын индекс[9]

АЧИ	Өнгөөр	Агаарын бохирдлын түвшин	Эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл
0-50	Ногоон	Маш сайн	Хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлэхгүй
51-100	Шар	Сайн	Агаарын чанар шаардлага хангах боловч, зарим бохирдуулах бодисын нөлөөлөлд хэт мэдрэг хүмүүс өртөж болно.
101-150	Улбар шар	Бага зэрэг бохирдолтой	Хэт мэдрэг хүмүүсийн эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөлөл илэрнэ.Зүрх судас амьсгалын замын архаг өвчтэй, ялангуяа гуурсан хоолойн багтраа өвчтэй хүмүүс нөлөөлөлд илүү өртөнө.
151-200	Улаан	Бохирдолтой	Нийт хүн амын эрүүл мэндэд бага зэргийн сөрөг нөлөөлөл илэрч эхэлнэ. Хэт мэдрэг хүмүүсийн эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөлөл хүнддээр илэрнэ
201-300	Чернилэн яагаан	Их бохирдолтой	Удаан хугацаагаар гадаа байхад нийт хүн амын эрүүд мэндэд мэдэгдэхүйц хэмжээгээр сөрөг нөлөөлөл илэрнэ.
300<	Бор	Аюултай	Удаан хугацаагаар гадаа байхад нийт хүн амын эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөлөл илэрнэ.

Хятад улсын агаарын чанарын индексийг тооцох аргачлал:

$$I_p = (I_{HI} - I_{LO}) / (BP_{HI} - BP_{LO}) * (C_p - BP_{LO}) + I_{LO}$$

I_p = р бохирдуулагчийн индекс; C_p = р бохирдуулагч бодисын концентрацийн агууламж; BP_{HI} = C_p -ээс их буюу түүнтэй тэнцэх утга; BP_{LO} = C_p -ээс бага буюу түүнтэй тэнцэх утга; I_{HI} = BP_{HI} -д харгалзах агаарын

чанарын индексийн утга; $I_{lo} = BP_{lo}$ -д харгалзах агаарын чанарын индексийн утга;

The final AQI = Max($I_{p1}, I_{p2}, I_{p3}, \dots, I_{pn}$) [5].

Хүснэгт 5

Америкийн байгаль орчны агентлагт мөрдөгдөж байгаа агаарын чанарын индекс [10]

АЧИ	Агаарын бохирдлын ангилал	Өнгөөр
0-50	Маш сайн	Ногоон
51-100	Сайн	Шар
101-150	Бага зэрэг бохирдолтой	Улбар шар
151-200	Бохирдолтой	Улаан
201-300	Их бохирдолтой	Ягаан
301-500	Аюултай	Гүн бор

$$I = I_{high} - I_{low} / C_{high} - C_{low} * (C - C_{low}) + I_{low}$$

I = Агаарын чанарын индекс; C = бохирдуулагч бодисын концентрацийн агууламж; C_{low} = бохирдуулагч бодисоос бага буюу тэнцүү концентрацийн агууламж; C_{high} = бохирдуулагч бодисоос их буюу тэнцүү концентрацийн агууламж; I_{low} = C_{low} -д харгалзах завсрын утга; I_{high} = C_{high} -д харгалзах завсрын утга.

Хүснэгт 6

Европын холбоонд мөрдөгдөж байгаа агаарын чанарын индекс [11]

АЧИ	Агаарын бохирдлын ангилал	Өнгөөр
0-25	Маш сайн	Тод ногоон
26-50	Сайн	Ногоон
51-75	Бага зэрэг бохирдолтой	Улбар шар
76-100	Бохирдолтой	Бүдэг ягаан
100<	Их бохирдолтой	Ягаан

Хүснэгт 7

ОХУ-д мөрдөгдөж байгаа агаарын чанарын индекс

АЧИ	Агаарын бохирдлын ангилал	Өнгөөр
0-50	Маш сайн	Ногоон
51-100	Сайн	Шар
101-150	Бага зэрэг бохирдолтой	Улбар шар
151-200	Бохирдолтой	Улаан
201-300	Их бохирдолтой	Тод ягаан
300<	Аюултай	Хүрэн

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажилаас дараах дүгнэлтэд хүрлээ.

1. Агаарын чанарын индексийн хувьд манай улс Хятад, ОХУ болон Европын холбооны улсуудаас илүү өндөр тоон үзүүлэлтээр бохирдлын түвшинг хэмжиж байгаа нь харагдаж байна. Хятад 0 - 300 хооронд, ОХУ 0 - 300, Европын холбоо 0 - 100 хооронд АЧИ-г тодорхойлж, Хятад, ОХУ агаарын бохирдлын 6 түвшинд, Европын холбоо агаарын бохирдлын 5 түвшинд тус тус авч үзэж байна. Мөн ДЭМБ болон Америкт одоо мөрдөгдөж байгаа агаарын чанарын индекстэй адил 0 - 500 хооронд, агаарын чанарын 6 түвшинд авч үзэж байна. Агаарын бохирдлын түвшинг харуулсан өнгө нь улс болгонд өөр өөр байна. Үүнээс харахад агаарын чанарын индекс нь тухайн улсын цаг уур, хүн ам, хотжилт, үйлдвэржилт болон тухайн хотын бохирдуулагч бодисын хэмжээ болон бохирдуулагч бодисын хүлцэх хэм хэмжээ өөр өөр байгаагаас шалтгаалж байгаа нь харагдаж байна.
2. Улаанбаатар хотын агаар дахь түгээмэл тархалттай бохирдуулагч бодисын АЧИ-ийг бусад улсынхтай харьцуулж авч үзвэл:

- Хүхрийн хүчил (SO_2) 24цагийн агууламж нь Хятад улсын стандартаас $30 \mu g/m^3$ -ээр, Америкаас 4 дахин бага мөн ОХУ болон ДЭМБ-тай ижил байна.
 - Азотын давхар исэл (NO_2) 24 цагийн агууламж нь $40 \mu g/m^3$ байгаа нь Хятад улсын стандарттай ижил байна. Америк $188 \mu g/m^3$, ДЭМБ болон ОХУ $200 \mu g/m^3$ ижил байгаа нь 1цагийн агууламж юм.
 - Нүүрстөрөгчийн дутуу исэл (CO) 24 цагийн агууламж $30 mg/m^3$ байгаа нь ДЭМБ-с гаргасан стандарттай ижил байна. Харин Хятад $2 mg/m^3$, ОХУ болон Америк $5 mg/m^3$ ижил байгаа нь 1цагийн агууламж юм.
 - Озон (O_3) 8 цагийн агууламж $100 \mu g/m^3$ байгаа нь Хятад, ОХУ, ДЭМБ-н стандартуудтай ижил байна. Харин Америк $16 \mu g/m^3$ -ээр их байна.
 - Том ширхэглэгт тоосонцор (PM10) 24 цагийн агууламж $100 \mu g/m^3$ байгаа нь харьцуулалт хийсэн бусад улсын стандартаас бүгдэнгээс нь 2 дахин өндөр байна.
 - Нарийн ширхэглэгт тоосонцор (PM2.5) 24 цагийн агууламж $50 \mu g/m^3$ байгаа нь Хятадаас 15, Америкаас $35 \mu g/m^3$ -р тус тус их байна. Мөн ОХУ болон ДЭМБ-н стандартаас мөн 2 дахин их байна.
3. Агаарын чанарын индексийг олох аргачлалын хувьд манай улс бохирдуулагч бодис тус бүр дээр агаарын чанарын индексийн тоон үзүүлэлтийг олж түүний хамгийн өндөр утгаар авж тооцож байгаа боловч энэ нь нэг талаар учир дутагдалтай санагдлаа. Хятад болон Америкийн хувьд бохируулагч бодис болгон дээр агаарын чанарын индексийг нарийвчлалтай гаргаж, олон тооны бохируулагч бодисын АЧИ-н утга өндөр гарсан тохиолдолд бохируулагч бодис болгонд тохирсон эрүүл мэндийн зөвлөмжүүдийг тавьсан байна. Мөн бохируулагч бодис болгон дээр түүний хэмжээнээс шалтгаалсан харгалзах агаарын чанарын индексийг оруулж өгсөн байна.

Ашигласан материал

1. <http://www.agaar.mn/article-view/76>
2. Н.Бат-Өлзий. Хийн төлөв байдалтай хорт хаягдлыг цэвэршүүлэх технологийн үндэс.
3. Байгаль орчин, ногоон хөгжлийн сайдын 2014 оны 09 дүгээр сарын 17-ны өдрийн А-327 тоот тушаалын 1 дүгээр хавсралт, Хүснэгт 1.
4. <http://www.ub-air.info/ub-air/about/air-quality-standard.html>
5. Fanyu Gao. Evaluation of the Chinese new air quality index.
6. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, Global update 2010-summery of risk assisment.
7. Агаарын чанар Техникийн ерөнхий шаардлага (MNS 4585:2016).
8. <http://airquality.weather.gov/>
9. Technical Regulation on Ambient, Air Quality Index. Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China (in Chinese). 2012.
10. Air Quality Index (AQI) - A Guide to Air Quality and Your Health. US EPA. 9 December 2011.
11. Indices definition. Air quality. 2012.

МОНГОЛ ОРНЫ ГОВИЙН БҮСЭД БАЙРЛУУЛАХ БАГА ЧАДЛЫН НАРНЫ ДУЛААНЫ СТАНЦУУДЫН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Г.Номин-Эрдэнэ*, О.Бавуудорж*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Энэхүү судалгааны ажилд нарны эрчмийн нөөцөөрөө дэлхийд Сахарын цөлийн дараа 2 дугаарт бичигддэг монгол орны говь хээрийн бүс нутагт бага чадлын парабол болон цамхагт нарны дулааны станцыг барьж байгуулах боломжийн талаар өгүүлнэ. Манай орны хувьд нутгийн зах хэсгүүд төвийн эрчим хүчний системээс алслагдсан байдгаас эрчим хүчний хомсдол ихээр үүсдэг. Эдгээр алслагдсан сумдын зогсолтгүй өсөн нэмэгдэж буй эрчим хүчний хэрэглээг хангахад шаардагдах дулаан болон цахилгааны эх үүсвэрүүдийг сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглах нь хамгийн оновчтой шийдэл болоод байгаа юм. Төвлөрүүлэгчтэй нарны дулааны коллекторуудын системийн тооцоог нарны цацрагын нөөцөд тулгуурлан хийж, технологиудыг хооронд харьцуулан загварчилж эдийн засгийн үнэлгээ, байгаль экологийн тооцоог хийхээр зорилоо.

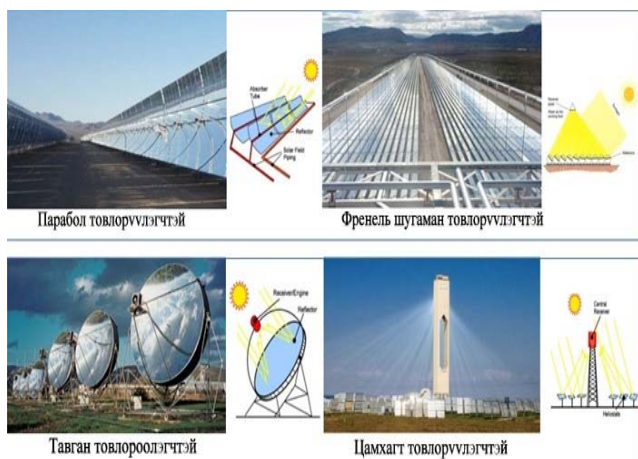
Түлхүүр үг. Нарны дулааны станц, парабол НДС, цамхагт НДС, төвлөрүүлэгч коллектор.

ОРШИЛ

Нарны энергийг дулаан болон цахилгаанд хувиргах оптик төвлөрүүлэгч бүхий нарны цахилгаан болон дулааны станцуудыг тэдгээрийн ажиллах зарчим, технологийн онцлогоор нь дараах 4 үндсэн хэсэгт ангилж болно. Үүнд:

- Цамхагт нарны станц;
- Парабол төвлөрүүлэгчтэй нарны станц;
- Френель шугаман төвлөрүүлэгчтэй нарны станц;
- Тавган төвлөрүүлэгчтэй нарны станц;

Эдгээр нь ажиллах зарчим, эрчим хүчийг нөөцлэх арга, нэгж талбайгаас үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээ болон технологийн шийдлийн хувьд эрс ялгаатай.



Зураг 1 Төвлөрүүлэгчтэй нарны станцуудын үндсэн төрөл
Эрдэмтдийн судалгаагаар 2050 он гэхэд эрчим хүчний нийт үйлдвэрлэлийн тал хувийг сэргээгдэх эрчим хүч дангаараа хангах ба үүний багагүй хувийг

нарны дулааны станцын үйлдвэрлэл эзлэнэ гэсэн судалгаа гарчээ.



Зураг 2 Монгол оронд НДС байгуулах боломжтой газрын хиймэл дагуулын зураг

Монгол орны өмнөд хэсгийн говь хээрийн бүс нарны эрчим хүчний нөөц ихтэй, олон жилийн дунджаас үзэхэд жилд хэвтээ гадаргууд тусах нарны цацрагийн нийт хэмжээ 1400-1500 кВт·ц/м²-аас дээш, нарны гийгүүлэх хугацаа 3100-3200 цаг, нарны шууд цацрагийн нөөц ихтэй тул манай орны говь хээрийн бүсэд их чадлын нарны дулааны станц байгуулах нь эдийн засгийн хувьд үр ашигтай байх боломжтой. Уг судалгааны ажлын хүрээнд нарны дулааны станцыг Өмнөговь аймгийн Манлай сумд байхаар сонгон авч тооцоо судалгааг хийлээ.

Манлай сум нь Улаанбаатар хотоос урагш 470 км, аймгийн төвөөсөө зүүн тийш 230 км зайд өөрийн аймгийн Ханбогд Цогтцэций, Баян-овоо болон Дундговь, Дорноговь аймгуудтай хил залган 12420 м² талбайг эзлэн оршдог.

Сумын эрчим хүчний хангамж:

Сэргээгдэх эрчим хүчний үндэсний төвийн захиалгаар 2007 онд 150 кВт-ын хүчин чадалтай нар, салхины хосолсон станцын ажлыг "Үүрэг Трейд" ХХК хийж гүйцэтгэн улсын комиссд хүлээлгэн өгчээ. Удалгүй 2010 оны байдлаар 12 салхин энсний 5-д нь гэмтэл гаран ажиллагаагүй болсон байна. Нарны цахилгаан станц нь хэвийн ажиллаж байгаа бөгөөд Манлай сумын төвийг өдөрт 11 цаг эрчим хүчээр хангаж байгаа юм. Мөн тус бүр 1.6 МВт-ын хүчин чадалтай 3 халаалтын зуух ажилладаг бөгөөд сумын нийт аж ахуйн нэгж, айл өрхийн халаалт, халуун усны ачааллыг дангаараа хангадаг байна.

ТООЦОО

Төсөл хэрэгжих сумын нийт дулааны ачааллын тооцоог хэрэгцээний халуун усны ачаалал, халуун усны ачаалал, агааржуулалтын системийн дулааны ачаалал зэргийг тус тус бодож оллоо.

Хэрэгцээний халуун усны дулааны ачаалал:

Хэрэглэгчид 55...60°C-ийн температуртай халуун усыг ахуйн зориулалтаар хэрэглэх, бэлтгэхэд зарцуулагдах дулааны хэрэгцээний халуун усны ачаалал гэх бөгөөд дараах байдлаар тодорхойлно.

$$Q_{\text{ГВС}} = \frac{a * m * C * (t_{x,y} - t_x)}{T} \text{ Гкал/ц}$$

Хэрэглэгчийн дулааны ачааллын тооцоо:

Тухайн орон нутгийн халаалтын ачааллын гадны агаарын тооцоот температурт харгалзах дулааны ачааллыг халаалтын тооцоот ачаалал гэнэ. Халаалтын ачаалал нь барилгыг дулаацуулж дотор агаарын температурыг тогтмол хэмжээнд байлгахад оршино.

$$Q_0 = q_0 * V_0 * (t'_B - t'_{H.O}) \text{ Гкал/ц}$$

Агааржуулалтын системийн дулааны ачаалал:

Үйлдвэрлэл, үйлчилгээний газруудын эрүүл ахуйн нөхцөлийг хангах зорилгоор бохирдсон агаарыг зайлуулж оронд нь цэвэр агаарыг гаднаас оруулахын тулд урьдчидан халаах системийг агааржуулалтын дулааны ачаалал гэх бөгөөд энэ систем нь тухайн хэрэглэгчийн горимоос хамаарч хоногийн турш тасралтгүй ажилдаггүй.

$$Q_B = q_B * V_B * (t'_B - t'_{H.B}) \text{ Гкал/ц}$$

Хүснэгт 1

Сумын дулааны нийлбэр ачаалал

№	Хэрэглэгчийн нэрс	Барилгын гадна эзэлхүүн V, м ³	Хэрэглэгчийн тоо	Дулааны тооцоот ачаалал, Q ₀	Хэрэглээний халуун усны ачаалал, Q _{ГВС}	Агааржуулалтын дулааны ачаалал, Q _B	Нийлбэр ачаалал, ΣQ (Гкал/ц)
1	ЗДТГ	11604	51	0.23	0.015	0	0.25
2	Сургууль	7532	320	0.15	0.097	0.14	0.39
3	Цэцэрлэг	9356	150	0.2	0.045	0.18	0.43
4	Эмнэлэг	3158	35	0.07	0.011	0.06	0.14
5	Соёлын төв	13659	8	0.27	0.002	0.26	0.54
6	Спорт заал	7458	4	0.15	0.001	0.14	0.29
7	45 айлын орон сууц	19860	225	0.65	0.068	0	0.71
8	Шуудан	10563	12	0.34	0.004	0.2	0.55
9	Аж ахуйн нэгж	10452	20	0.34	0.01	0	0.35
Нийт дулааны ачаалал				2.39	0.249	0.993	3.639

Станцын чадал:

$$P = \Sigma Q * 1.163 = 3.639 * 1.163 = 4.23 \text{ МВт} \sim 5 \text{ МВт}$$

Дээрх нийт ачаалал дээр үндэслэн тус суманд баригдах парабол болон цамхагт дулааны станцуудын тайлбар болон тооцоог хийе.

Парабол ойлгогчтой нарны дулааны станц

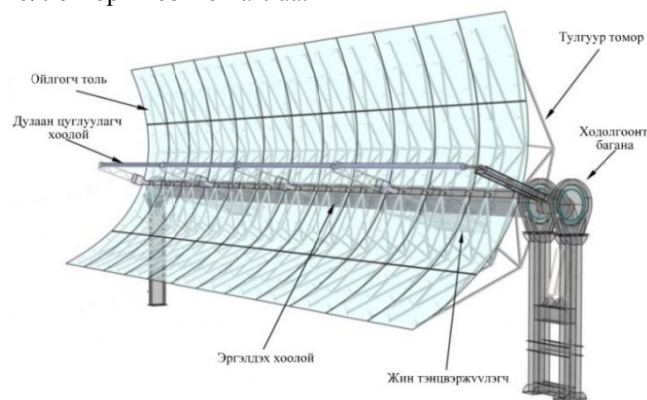
Парабол ойлгогчтой нарны дулааны станцад парабол тольнууд нь парабол гадаргуун фокусын төвийн дагуу байрлах нарны цацрагийг шингээгч хоолойд төвлөрүүлдэг. Парабол тольнууд нь босоо тэнхлэгийн дагуу нар даган эргэж өдрийн турш нарны цацрагийг тасралтгүйгээр хүлээн авагчид төвлөрүүлэх бөгөөд халсан ажлын шингэн хоолойгоор дамжин дулаан солилцуурт хүргэгдэнэ. Халуун уур дулаан солилцуур дахь уурын турбинаар дамжин цахилгаан

үйлдвэрлэнэ. Уурын турбинаас гарсан давсны хайлмагийг “хүйтэн” хуримтлуур рүү буцааж шилжүүлнэ. Энэ циклийг дахин давтах замаар цамхагт нарны дулааны станцын адил ажиллана.



Зураг 3 Парабол ойлгогчтой нарны дулааны цахилгаан станцын ерөнхий схем

Парабол коллекторын тооцоо сонголт: Коллекторыг сонгохдоо АҮК өндөр, нийтлэг ашиглагддаг болон бат бөх удаан эдэлгээтэй байх зэрэг шаардлагуудыг харгалзан үзсэн дээр 2005-2009 оны хооронд АНУ болон ХБНГУ-дад судлагдаж хамгийн ашигт ажиллагаатай коллектороор шалгарсан HelioTrough коллекторыг сонгон авлаа.

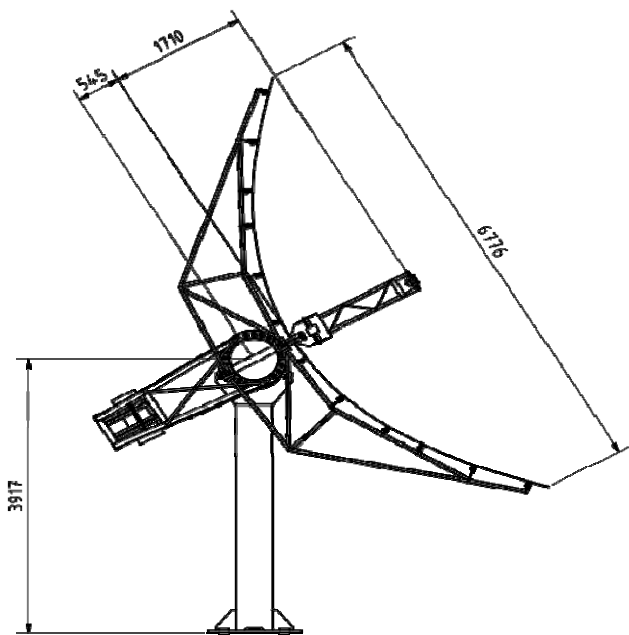


Зураг 4 Heliotrough коллектор

Хүснэгт 2

HelioTrough коллекторын техникийн үзүүлэлт

Параметр	HelioTrough
Фокусын урт	1.71м
Фокусын дундаж хэмжээ	2.17м
Гадаргуугын өргөн	6.62м
Дулаан цуглуулагч хоолойн диаметр	89м
Дулаан цуглуулагч хоолойн урт	19м
Тойргийн радиус	89°
Төвлөрүүлэлтийн харьцаа	76
Нарны цуглуулагч элементийн талбай	126.3м ²
Нарны цуглуулагч иж бүрдэлийн урт	191м
Эргэлтийн өнцөг	190°
Ажиллагааны температур	200-500°C
Дулааны АҮК	80.5%
Оптик АҮК	82.5%



Зураг 5 Коллекторын үндсэн хэмжээсэл

Нарны коллекторын хэмжээг тодорхойлох:

α-нарны өндөр

1. Зенитийн өнцөг: $\zeta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 22.56^\circ = 67.44^\circ$
2. Коллекторын тулгуурын тэнхлэгээс газрын гадаргуу хүртэлх зай: $d_1 = f_a + f_b \cdot \cos \zeta = 4.836 \text{ м}$.
3. Коллекторын доод ирмэгээс үүсэх сүүдэр хүртэлх хэмжээ:

$$L_{s1} = \frac{d_1 - \frac{a}{2} \sin \zeta}{\tan \alpha} = 4.109 \text{ м}$$

4. Коллекторын дээд ирмэгээс үүсэх сүүдэр хүртэлх хэмжээ:

$$L_{s2} = \frac{d - \frac{a}{2} \sin \zeta}{\tan \alpha} = 19.17 \text{ м}$$

5. Нэг ширхэг коллекторын сүүдэрлэлтийн талбай:

$$A_{sh} = b \cdot a \cdot \left[a \cdot \cos^2 \zeta + \frac{\sin^2 \zeta \cdot \sin \alpha_s}{\tan \alpha} \right] = 1290.77 \text{ м}^2$$

6. Газар туссан сүүдрийн урт:

$$K = a \cdot \left[\cos^2 \zeta + \frac{\sin^2 \zeta}{\tan^2 \alpha} + \frac{\sin 2\zeta}{\tan \alpha} \cdot \sin \alpha_s \right]^{\frac{1}{2}} = 15.28 \text{ м}$$

7. Газрын гадаргуу болон коллекторын сүүдрийн тусгалын хооронд үүсэх өнцөг:

$$\sigma = \sin^{-1} \left[\frac{a}{K} \cdot \frac{\sin \zeta}{\tan \alpha} \cdot \cos \alpha_s \right] = 31.41^\circ$$

8. Хоёр коллектор тэнхлэг хоорондын зай:

$$d \geq \frac{a \cdot \sin \zeta \cdot \cos \zeta}{\tan \alpha} + a \cdot \cos \zeta = 15.45 \text{ м} \sim 15 \text{ м}$$

Парабол коллекторын тоо ширхэг тодорхойлох:

Нэгж талбайд ирэх нарны цацрагын хэмжээг тооцоолон олж нэгж гадаргуугаас гарган авах дулааны хэмжээг тодорхойлсноор нийт коллекторын тоо ширхэг мэдэгдэх юм.

1. Нэг ширхэг коллекторын өдөрт үйлдвэрлэх дулааны хэмжээ:

$$Q_{\text{дул}} = Q_{\text{reciever.tot}} - Q_{\text{thermalloss}} = 103.15 - 27.85 = 75.3 \text{ кВт/өдөр}$$

$$Q_{\text{reciever.tot}} = I_{\text{field}} \cdot A_{\text{tot.sol.apert}} \cdot \eta_{\text{opt}} = 0.99 \cdot 126.3 \cdot 0.825 = 103.15 \text{ кВт/өдөр}$$

$$Q_{\text{thermalloss}} = Q_{\text{reciever.tot}} \cdot \eta_{\text{thermal}} = 103.15 - 0.27 = 27.85 \text{ кВт/өдөр}$$

Энд: $Q_{\text{reciever.tot}}$ - Нарны коллекторын үйлдвэрлэх нийт дулаан; $Q_{\text{thermalloss}}$ - Дулаан алдагдлын хэмжээ;

I_{field} - Нарнаас ирэх шууд цацрагийн өдрийн хэмжээ; $A_{\text{tot.sol.apert}}$ - Нарны цацраг цуглуулагч коллекторын хэмжээ; η_{opt} - Оптик АҮК

2. Станцын чадлыг 5МВт байхаар тооцоолвол нийт шаардлагат нарны коллекторын тоо:

$$N_{\text{tot.SCA}} = \frac{\text{Станцын суурьдагдсан хүчин чадал}}{\text{Коллекторын дулаан гаргалтын хэмжээ}} = \frac{5000 \text{ кВт}}{75.3 \text{ кВт.дул}} = 66.4 \sim 66 \text{ ш}$$

3. Станцын коллекторын нийт гадаргуугын талбай:

$$A_{\text{tot.sol.field}} = N_{\text{tot.SCA}} \cdot A_{\text{tot.sol.apert}} = 66 \cdot 126.3 = 8336 \text{ м}^2$$

4. Станцын жилд үйлдвэрлэх дулааны хэмжээ:

$$Q_{\text{дул}} = Q_{\text{reciever.tot}} - Q_{\text{thermalloss}} = 12841.3 - 3467.15 = 9374.15 \text{ МВт.ц/жил}$$

$$Q_{\text{reciever.tot}} = I_{\text{field}} \cdot A_{\text{tot.sol.apert}} \cdot \eta_{\text{opt}} = 2054 \cdot 7578 \cdot 0.825 = 12841299 \text{ кВт.ц/жил}$$

$$Q_{\text{thermalloss}} = Q_{\text{reciever.tot}} \cdot \eta_{\text{thermal}} = 12841.3 \cdot 0.27 = 3467.15 \text{ МВт.ц/жил}$$

Хүснэгт 3

Станцын жилд үйлдвэрдэх дулааны хэмжээ

Сар	Сард тусах нарны шулуун цацрагын хэмжээ	Сард үйлдвэрлэх нийт дулаан МВт.ц/сар	Дотоод цахилгаан хэрэглээ кВт.ц
1	161	734.78	76039.4574
2	130	593.3006	81498.8034
3	201	917.334	111946.7
4	185	844.3124	116272.028
5	195	889.9509	105483.798
6	146	666.3222	109914.499
7	158	721.0885	93752.2251
8	177	807.8016	112016.949
9	184	839.7486	100937.687
10	181	826.0569	94133.5767
11	167	762.163	78312.5118
12	196	771.2908	68251.8609
Жилд	2054	9374.15	1148560.097

Түлшний шаталтаас үүсэх хүлэмжийн хийн ялгарлын тооцоо:

Түлшний шаталтаас ялгарах утааны хийн найрлага дахь нүүрсхүчлийн хийн хэмжээг шаталтын тооцоонд тулгуурлан тодорхойлно /Тавантолгойн нүүрс/.

Нүүрсний дулаан гаргах доод чадвар:

$$Q_H^P = 326352 \text{ кДж/кг}$$

Нүүрс дэх нүүрстөрөгчийн агууламж: $C^P = 72,15\%$

Шаталтын коэффициент: $C_E = 0,99$

$$b = \frac{10^6}{Q_H^P} = \frac{10^6}{326352} = 30.64 \cdot 10^6$$

1ГДж дулааныг гарган авахад шаардагдах нүүрстөрөгчийн масс:

$$m_c = b \cdot C^P = 30.64 \cdot 0.7215 = 22.06 \text{ кг} \frac{\text{C}}{\text{ГДж}}$$

1 кг түлшний шаталтаас үүсэн нүүрстөрөгчийн хэмжээ:

$$e_{\text{CO}_2} = Q_H^P \cdot m_c \cdot C_e \frac{44}{12} = 0.032 \cdot 63.16 \cdot 0.99 \cdot \frac{44}{12} = 7.33 \text{ кг}$$

$$V_{\text{түлш}} = \frac{Q_{\text{жилд}}}{Q_H^P \cdot \eta} = \frac{3385580}{32635.2 \cdot 0.78} = 1330000 \text{ кг} = 1330 \text{ тн}$$

Жилд гарах нүүрсхүчлийн хийн хэмжээ:

$$E_{\text{CO}_2} = V_{\text{түлш}} \cdot e_{\text{CO}_2} = 1303 \cdot 7.33 = 9748.9 \text{ тн}$$

Парабол төвлөрүүлэгчтэй нарны дулааны станцын эдийн засгийн шинжилгээ:

Хүснэгт 4

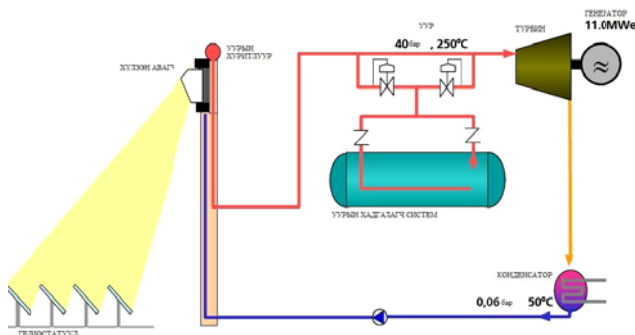
Анхны хөрөнгө оруулалтын шинжилгээ

Хөрөнгө оруулалтын зардал	%	Ам.доллар	Төгрөг, сая
Парабол коллектор	35	670647.7	1.643.089.065
Дулаан дамжуулах шингэн	8	81290.76	198.1868
Дулаан хуримтлуур	9	91452	229.6022
Тоног төхөөрөмж	10	10161344	247.33578
Бусад	9	914521	222.96022
Инженерийн зардал	6	60968.0667	148.640147
Энгийн ажил	6	60968.0667	148.640147
Тээвэрлэлт	10	10161344	247.33578
Угсралт	7	71129.4111	173.413504
Нийт	100	1016134.44	2.477.335.786

Хөрөнгө оруулалт



Зураг 6 Станцын хөрөнгө оруулалтын хувь



Зураг 7 Цамхагт НДС-ын ерөнхий схем

Цамхагт нарны дулааны станц

Зурагт үзүүлсэний дагуу цамхагийг тойруулан байрлуулсан нарны толь (heliostat)-ууд нь компьютерын удирдлагаар нарны тусгалыг даган байрлалаа өөрчилж нарны цацрагийг хүлээн авагчид төвлөрүүлж их хэмжээний дулааныг үүсгэнэ. “Хүйтэн” хуримтлуураас 285 °C-ын температуртай давсны хайлмагийг хоолойгоор дамжуулан хүлээн авагчийн дотуур нэвтрүүлэхэд давсны хайлмаг хүлээн авагчид цугласан нарны энергийг өөртөө шингээнэ. Үүний дүнд давсны хайлмагийн температур 565 °C хүртэл өснө. Ингэж халсан давсны халуун хайлмагийг нь маш сайн дулаан тусгаарлагч бүхий дулааны алдагдал багатай “халуун”

хуримтлуурт хадгална. Энэ циклийг дахин давтах замаар цамхагт нарны дулааны станцыг ажиллуулна. НДС-ын нарны цацраг төвлөрүүлэх системийн төрөл ангиас хамаарч технологийн бүдүүвч болон үйлдвэрлэж байгаа эрчим хүчий үнэ харилцан адилгүй байдаг.

Нарны шууд цацрагийн энергийн утгыг тодорхойлох Ангстремийн илэрхийлэл

$$\mathcal{E}_{\Sigma_j}^r = \mathcal{E}_{0_j}^r (a_j + b_j \cdot (SS_j / SS_{0_j}))$$

Энд:

- $a_j = a_j(y^0, j^0)$ -нягт үүлтэй нөхцөлд нарны цацрагийн хувийг тодорхойлсон олон жилийн дундаж үзүүлэлт, туршлагын коэффициент.
- $b_j = 1 - a_j(y^0, j^0)$ -үүлтэй үед нарны цацрагийн хувийг тодорхойлсон олон жилийн дундаж үзүүлэлтээр гаргасан туршлагын коэффициент.

$\mathcal{E}_{aj}^r, j=1, \dots, 12$ -ийн утга мэдэгдэхэд 1 ба 2 хавтгайд (талбайд) ноогдох нарны цацрагийн нийт потенциал энергийг $\mathcal{E}_{нийт}^r$ -ийг доорхи томъёогоор тодорхойлно.

$$\mathcal{E}_{нийт}^r = \sum_{j=1}^{12} \mathcal{E}_{\Sigma_j}^r; [\text{кВт} \cdot \text{цаг} / \text{м}^2 \cdot \text{жил}]$$

Гаргаж авсан өгөгдлөөр j дугаар сар бүрийн дундаж хоногт R_{hj}^{\max} -ийг тооцон дараах томъёогоор хоногийн нарны цацрагийн тархалтыг ($R_h(t)$) –ийг тооцно.

$$R_{hj}^{\max} = 0.5 \cdot ((\mathcal{E}_{hj}^r \cdot \pi) / T_h) \cdot 10^3, [\text{Вт} / \text{м}^2]$$

томъёог ашиглан R_{hj}^{\max} -ийг ба $R_h(t)$ –г тооцож болно.

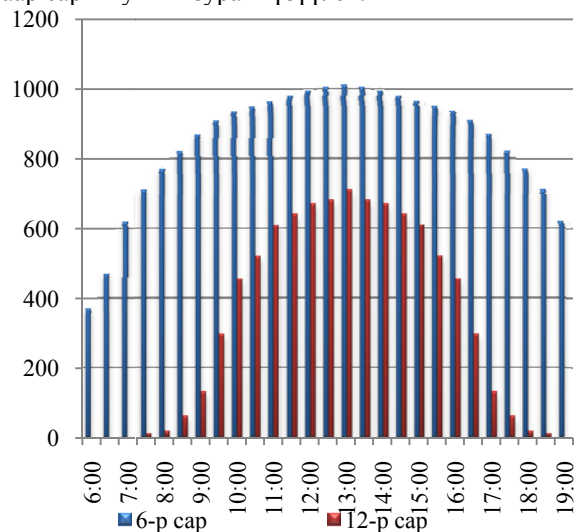
Өргөргөөс хамаарсан нарны цацрагийн энергийн сарын дундаж утгыг R_j ($\text{Вт} / \text{м}^2$) ашиглан доорх томъёогоор \mathcal{E}_{hj} –ийг тодорхойлж болно.

$$\mathcal{E}_{hj} = R_j \cdot Dt_j \cdot 10^{-3}, [\text{кВт} \cdot \text{цаг} / \text{м}^2 \cdot \text{сар}]$$

Энд:

- $R_j = R(j^0)$, нарны цацрагийн энергийн сарын дундаж утга, $\text{Вт} / \text{м}^2$
- Dt_j – j дугаар сарын үргэлжлэх хугацаа, цаг/сар

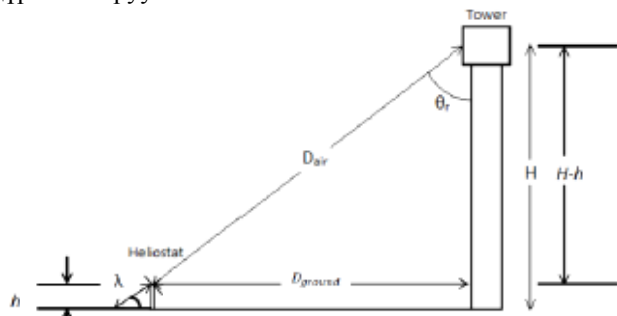
Нарны цацрагийг төвлөрүүлэх гадаргуу гелиостат дээр тусах нарны шууд цацрагийн энергийг дээрх хялбарчилсан аргаар тооцож, жишээ болгон 6 ба 12 дугаар сарын утгыг зурагт үзүүлэв.



Зураг 8 НДС-ын гелиостат дээр тусах нарны шууд цацраг

Цамхагт НДС-ын геометр хамаарал:

Доорх зурагт гелиостат бүрийн цамхагтай хамаарах хамаарлын өнцөгийг олох шаардлагатай харьцааг дүрслэн харуулсан байна.



Зураг 9 Цамхаг болон Гелиостатуудын тригонометр харьцаа

Талбай дээрх нарны нийт цацрагийн хэмжээ:

$$Q_{solar\ total} = I_{bn} * A_{total}$$

I_{bn} - Нарнаас ирэх шууд цацрагийн хэмжээ;

A_{total} - Гелиостатуудын нийт талбай

Incident solar power on the target :

$$Q_{inc\ rec} = Q_{solar\ total} * \eta_{field}$$

Энергийн алдагдал:

Эрчим хүчний цуглуулах үр ашгийг бүрдүүлэхийн тулд хүлээн авагч эх үүсвэрийн 10 чухал алдагдал байдаг.

Хүснэгт 5

Цуглуулагчтай дулааны эх үүсвэрийн дулаан алдагдлын төрөл

Бүрэлдэхүүн		Алдагдлын %
Талбайн алдагдал	Косины	17.1
	Сүүдэрлэлтийн	
	Халхлалтын	0
	Цацрагын ойлтын	10.0
	Ачааллын	5.4
	Нийт	33.4
Хүлээн авагчийн алдагдал	Урсалт	1.2
	Шинжилгээ	2.0
	Нарны радиаци	6.3
	Конвекц	0.2
	Дамжуудлалт	
	Нийт	9.7
Нийт системийн алдагдал		42.2
Нийт системийн АҮК		57.8

Талбайн алдагдал:

Энэ алдагдалд эрчим хүчний алдагдлын хамгийн том таван алдагдлын дөрөвтэй нь тулгардаг.

$$\eta_{field} = \eta_{cosine} * \eta_{blocking, shadowing} * \eta_{ref} * \eta_{tracking}$$

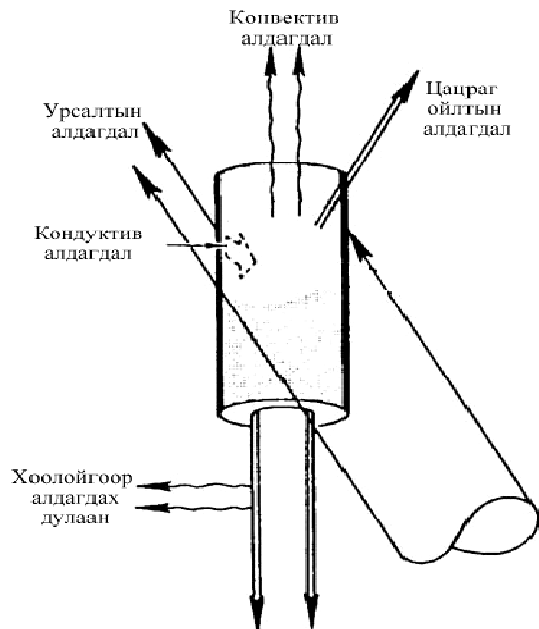
η_{cosine} -косины коэффициент; $\eta_{blocking, shadowing}$ -

сүүдэрлэлтийн коэффициент; η_{ref} - Гелиостат дээрх

нарны цацраг ойлтын коэффициент;

$\eta_{tracking}$ - Хөдөлгөөнт системийн коэффициент;

Хүлээн авагчийн алдагдал: Хүлээн авагчийн алдагдлыг дараах зурагт дүрслэн харуулав.



Зураг 10 Хүлээн авагчийн дулааны алдагдлын төрөл

$$\eta_{receiver} = \eta_{spil} * \eta_{absorp} * \eta_{rad} * \eta_{conv} * \eta_{cond}$$

Гелиостатуудын талбайн хэмжээслэл:

Хүснэгт 6

Гелиостатуудын талбайн хэмжээслэл

Гелиостатын параметрууд							
Гелиостатын тоо	Гелиостатын талбай 1ш	Гелиостатын өргөн	Гелиостатын урт	Гелиостатын өндөр	Радиусын зай	Азимуутын зай	Цамхагын өндөр
3	3.1м ²	1.65м	1.9м	1.5м	4.4м	7.7м	6м

Хүснэгт 6а

Гелиостатын байрлал						
Гелиостатын дугаар	Кординат (м)			Цамхаг хүртэлх зай	Facing angle θ	Target angle λ
	X	Y	Z			
1	0	-6	1.5	6	0	37
2	3.9	-8.2	1.5	9.1	25.2	26.4
3	-3.9	-8.2	1.5	9.1	-25.2	26.4

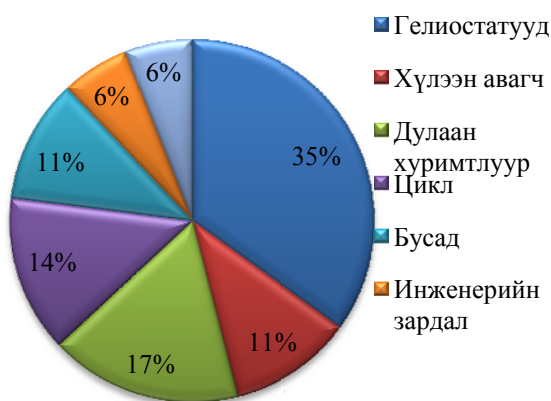
Цамхагт нарны дулааны станцын эдийн засгийн шинжилгээ:

Хүснэгт 7

Анхны хөрөнгө оруулалтын шинжилгээ

Хөрөнгө оруулалтын нийт зардал	%	Ам.доллар	Төгрөг/ сая
Гелиостатууд	35	17.3	2.143.7
Хүлээн авагч	11	5.4	6.737
Дулаан хуримтлуур	17	8.4	10.412
Цикл	14	6.9	8.575
Бусад	11	5.4	6.737
Инженерийн зардал	6	2.9	3.675
Энгийн ажилууд	6	2.9	3.675
Нийт	100	49.5	6.125.0

Хөрөнгө оруулалт



Зураг 11 Станцын хөрөнгө оруулалтын хувь

НДС-ыг байгуулахад тавигдах үндсэн шаардлага:

- Нарны цацрагийн нөөц, нарны шууд цацрагийн хэмжээ;
- Газар зүйн байрлал, тохиромжтой байдал;
- Усны нөөц;
- Эдийн засгийн үр ашиг болон болон байгаль орчны асуудал;
- Байгаль орчны зөвшөөрөл ба газар өмчлөлийн байдал;

Дээр дурьдсан шалтгаануудаас НДС-ыг байгуулах нөхцөл, эдийн засгийн үр ашгийг тодорхойлох хамгийн гол хүчин зүйл нь нарны эрчим хүчний нөөц ба нарны шууд цацрагийн хэмжээ юм.



Зураг 12 Нарны дулааны станц барихаар төлөвлөж буй газар

Парабол төвлөрүүлэгчтэй НДС болон Цамхагт НДС-уудын хөрөнгө оруулалт, ашигт ажиллагааны харьцуулалт:

Өмнөговь аймгийн Манлай сумын бүс нутагт бага чадлын парабол болон цамхагт НДС-ын техник, эдийн засгийн тооцоог хийж гүйцэтгэлээ. Тооцооны үр дүнд 5МВт-ын дулааны ачаалалтай Манлай сумд парабол төвлөрүүлэгчтэй НДС байгуулавал 66 ш парабол төвлөрүүлэгч, дулаан дамжуулах шингэн болон бусад тоног төхөөрөмжийн зардал зэргээс анхны хөрөнгө оруулалт нь 2.477.335.786 тэрбум.төг болж анхны хөрөнгө оруулалтынхаа зардалыг 12,5 жилд нөхөж дуусахаар байна. Харин цамхагт нарны дулааны станцын хувьд гелиостат, нарны ойсон гэрэл хүлээж авагч, дулаан хуримтлуур зэргийн анхны үнэ өндөр тул үүнийгээ дагаад станцын нийт хөрөнгө оруулалт өсөж 6.125.0 тэрбум.төг болж байгаа бөгөөд анхны хөрөнгө оруулалтын зардалаа 17,4 жилд нөхөж дуусгахаар байгаа юм. Мөн цамхагт нарны дулааны станц нь

ашиглалтын талбай том байхыг шаардах ба станц байрлах газар 10-30⁰-ын хэвийлттэй байхыг зөвшөөрдөг учир газар сонголт дээр маш сайн анхаарах хэрэгтэй. Иймд бага чадлын нарны цамхагт дулааны станц нь парабол дулааны станцаас байрлах талбай ихтэй, анхны хөрөнгө оруулалтын зардал 2,4 дахин өндөр гарсан нь бага чадлын сумын ачааллыг хаах НДС-ын хувьд хөрөнгө оруулалтын зардал өндөртэй, харьцангуй ашиг муутай харагдаж байгаа юм.

ДҮГНЭЛТ

Зогсолтгүй өсөн нэмэгдэж байгаа эрчим хүчний хэрэглээг уламжлалт цахилгаан, дулааны эх үүсвэрүүдээс биш нөхөн сэргээгдэх эрчим хүчийг монгол орны өмнөд хэсэг буюу нарны эрчмийн нөөц ихтэй, ашиглахгүй байгаа үржил шим багатай говь цөл газар өргөн уудам талбайтай газруудад байгуулах нь тохиромжтой гэж үзэж нарийвчлан судалсан юм. Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Өмнөговь аймгийн Манлай суманд нарны төвлөрүүлэгчтэй дулааны станцуудын харьцуулсан судалгааг хийж гүйцэтгэлээ. Манлай сумын дулааны нийт ачаалал 5МВт бөгөөд энэхүү ачааллыг ашиглалтын зардал бага, үйлдвэрлэх эрчим хүч өндөр нарны төвлөрүүлэгчтэй дулааны төхөөрөмжүүдээр хангах тооцоог хийн парабол болон цамхагт нарны дулааны станц барих боломжийг харьцуулан судаллаа. Харьцуулсан судалгаагаар төхөөрөмжийн тооцоо болон анхны хөрөнгө оруулалтыг тооцож аль ашигтай хувилбарыг сонгон цаашид дэлгэрэнгүй судлахаар зорьсон юм. Үүний үр дүнд парабол НДС-ын анхны хөрөнгө оруулалт 2.477.335.786 тэрбум.төг гарсан бол цамхагт НДС-ын зардал 6.125.0 тэрбум.төг гарч анхны хөрөнгө оруулалт нь парабол НДС-аас 2.47 дахин их гэсэн дүн гарав. Энэ судалгааны үр дүнгээс үзэхэд монгол орны говь хээрийн бүс нутагт бага чадлын парабол төвлөрүүлэгчтэй НДС-ыг барьж байгуулах нь тохиромжтой. Цаашид энэхүү судалгааг илүү гүнзгийрүүлэн их чадлын нарны дулааны станц барьж байгуулах боломж, нарны дулааны станцуудын бэрхшээлтэй талууд зэрэг асуудлуудыг хөндөн судлах бөгөөд үр дүнг тодорхойлон үнэлэлт, дүгнэлт өгөх болно.

Ашигласан материал

1. Б.Пунцагдулам, Т.Лодой нар. Нарны концентраторын гадаргуу дээр ирэх нарны шууд цацрагийн энергийг тооцоолох хялбарчилсан арга ШУА, ФТХ-ийн бүтээл № 35. 2008.
2. Н.Энэбиш, И.Нямцэцэг, С.Батмөнх. Монгол орны говийн бүсэд асар их чадлын нарны цахилгаан станц байгуулах боломж, СЭХ II форум.
3. William B. Stine and Michael Geyer, Power From The Sun, 2001.
4. D. Krüger, A. Keniss, S. Dieckmann. Pre-design of a mini CSP plant, 2014.
5. John A. Duffie, William A. Beckman Solar Engineering of Thermal Processes Fourth Edition. 2013.
6. Ian Vincent Poole, Concentrating solar power in South Africa - a comparison between parabolic trough and power tower technologies with molten salt as heat transfer fluid. 2017.
7. Ghanim Kadhim Abdulsada, Afreen Emad Sa'ad-Aldeen, Experimental Small Scale Solar Power Tower in Iraq, 2016.

ДЦС-2 ТӨХК- НИЙ ТУРБИНЫ АШИГТАЙ АЖИЛЛАГААГ ДЭЭШЛҮҮЛЭХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

(N-6-3.43 МАЯГИЙН УУРЫН ТУРБИНЫ ВАКУУМЫН СИСТЕМИЙН СУДАЛГАА БА ТООЦООНЫ ҮР ДҮН)

М. Нямбаяр*, Ч.Даваасамбуу**

*Дулааны Цахилгаан Станц-2 ТӨХК

**Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Дулааны цахилгаан станцын техник эдийн засгийн үзүүлэлтийг дээшлүүлэх үндсэн арга замын нэг нь уурын турбины конденсаторын системийг зөв сонгож, ашиглалтын хэвийн нөхцлийг хангахад оршино. Хөргөлтийн хэвийн ажиллагааг хангах нь конденсаторт оновчтой вакуум барьж ажиллах үндсэн нөхцөлийг бүрдүүлдэг.

Уурын турбины конденсацийн систем нь өөр хоорондоо харилцан уялдаатай ажилладаг тодорхой үүрэг, зориулалт бүхий олон хэсгүүдээс бүрдсэн иж бүрдэл систем юм. Тэдгээрийн ашиглалтын процесс нь гадаад болон дотоод олон хүчин зүйлээс хамааралтай байдаг.

ДЦС-2 ТӨХК 2015 онд БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн N-6-3.43 маягийн уурын турбиныг БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн хуучин АК-6-35 турбиныг 1980 онд Р-4-35 маягийн эсрэг даралтын турбин болгон өөрчилсөн. Түүний суурин дээр шинэ турбиныг угсран ашиглаж байна. Энэхүү өгүүлэлд шинээр суурьлуулсан N-6-3.43 маягийн турбины горим ажиллагаанд нөлөөлж байгаа гол хүчин зүйлүүдийн талаар судалгаа хийж тооцооны үр дүнг боловсруулж үнэлэлт, дүгнэлт өглөө.

Тулхуур үг. Конденсатор, вакуум, эргэлтийн усны насос, дулаан дамжуулалтын коэффициент, эжектор, конденсаторын бохирдол.

ОРШИЛ

Манай улсын ууган станцын нэг “ДЦС-2” ТӨХК нь БКЗ-75-39 ФБ маркийн 2, ТС-35-39 маягийн 2, DHS35-382/450-A1 маягийн 1, нийт 5 зуухтай, ТГ№1 АК-6-35, ТГ№2 Р-4-35, ТГ№3 ПТ-12-35 маркийн гурван турбогенератортай ажиллаж байсан бөгөөд 2011-2013 онуудад Эрчим хүчний угсралт, үйлдвэрлэлийн “Аморе интернэйшнл” ХХК ба ОХУ-ын “Сибтермо” компанийн түншлэлийн хүрээнд завсарын бункертэй тоос бэлтгэлийн систем бүхий хуучин БКЗ -75-39 ФБ маягийн 5-р зуухны эрчим хүчний зуухны хүйтэн юүлүүрийн хэсгийг өөрчлөн реактор байрлуулах замаар энерго-технологийн төхөөрөмж болгох өөрчлөлтийн ажлыг хийсэн. Мөн “ДЦС-2” ТӨХК нь 21.5 МВт суурьлагдсан хүчин чадалтай ажиллаж байгаад 2015 оны 4 сараас эхлэн БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн Р-4-35 маягийн эсрэг даралтын турбины ашиглалтын хугацаа дууссанаар түүний суурин дээр БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн N-6-3.43 маягийн конденсацийн турбин суурьлуулан ашиглаж байна. Ингэснээр ДЦС-2 ТӨХК-ийн суурьлагдсан хүчин чадал 24 МВт болсон. Одоогийн байдлаар шинээр суурилуулсан N-6-3.45 маягийн турбины ашиглалтын горим, туршилтын ажил хийгдээгүйн улмаас түүний горим, найдвартай ажиллагаа доголдох,

турбин хэвийн хүчин чадлаа бүрэн авахгүй байх, вакуум буурах зэрэг дутагдал ажиглагдаж байна.

1. Уурын турбины төхөөрөмжийн эдийн засгийн үр ашигтай ажиллагаанд нөлөөлөх хүчин зүйлүүд

Уурын турбины хэвийн ашиглалт нь түүнд орж байгаа хурц уурын параметрууд, конденсаторын сийрэгжилт турбины төхөөрөмжийн найдвартай, эдийн засгийн үр ашигтай ажиллагааг илэрхийлэх ба бусад хэмжигдэхүүнүүд зөвшөөрөгдөх хязгаарт баригдаж байх нөхцөлөөр тодорхойлогддог. АК-6-35 ба N-6-3.43 маягийн турбинууд хэвийн буюу түүнээс бага ачаалалтай үед үндсэн параметрууд тооцоот утгаасаа дараах хязгаарт хэлбэлзэж байхад удаан хугацаагаар ажиллуулах боломжтой гэж үздэг.

Турбины сүүлийн хэсгийн хамгаалах клапан нь турбинаас уур гарах хэсгийн даралт 0.2 ати хүрэхэд ажиллахаар тооцогдсон байдаг. Конденсаторт орж байгаа уурын температур 70 °С-ээс ихгүй байх ёстой бөгөөд 80 °С-ээс ихэссэн үед ажиллуулахыг хориглодог.

АК-6-35 ба N-6-3.43 турбинуудыг сэргээн халаах 1 төхөөрөмж, түүнээс гадна атмосферийн болон өндөр даралтын деаэраторуудтай байхаар тооцож, дулааны схемийг нь боловсруулсан байдаг. Тухайн турбинуудийн ашиглалтын түвшин болон ажиллагааны горимыг судлахдаа, ашиглалтын үзүүлэлтүүдийг түүний тооцоот горимтой харьцуулах замаар зохих үнэлгээ дүгнэлт хийхийг зорьсон болно. Ийм учраас АК-6-35 ба N-6-3.43 турбинуудын тооцоот горимын зарим шаардлагатай үзүүлэлтүүдийг түүвэрлэн авч 1.1 -р хүснэгтэнд харуулав.

Хүснэгт 1

АК-6-35 ба N-6-3.43 турбинуудын тооцоот горимын зарим техникийн үзүүлэлтүүд

Техникийн үзүүлэлтүүд	АК-6-35 (1961) он	N6-3.43 (2015) он
Цахилгаан чадал, МВт	6.0	6.0
Эдийн засгийн үр ашигтай чадал, МВт	4.5	5.1
Хурц уурын даралт, ата	35±0.5	33,6
Хурц уурын температур, °С	435±5	435
Конденсаторын үнэмлэхүй даралт, ата	0,086	0,081
Хөргөлтийн усны зарцуулалт, м ³ /ц	1400	1599
Хөргөлтийн усны хэвийн хөргөх температур, °С	27-33	27-33
Конденсаторын хөргөлтийн гадаргуу, м ²	540	630
Конденсаторын хөргөлтийн хоолойн материал	(Латунь) гууль	Нержвейрк
Хурц уурын зарцуулалт, т/ц	35	28,5
Хурц уурын хувийн зарцуулалт, кг/квт·ц	4.57	4,75
Турбины нийт үеийн тоо, ш	9	9

Одоо дээр дурьдсан АК-6-35 ба N-6-3.43 маягийн турбинуудын ашиглалтын үзүүлэлтүүдийг харьцуулах замаар зарим нэг дүгнэлт хийе.

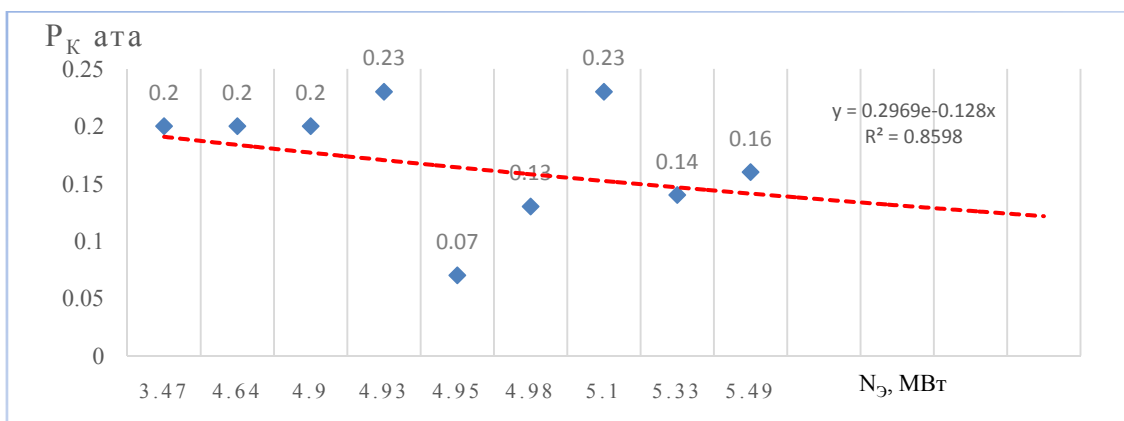
Ер нь нэг маягийн адил параметртэй, ижил чадлын турбинууд ч гэсэн ажиллагааны горимоос хамаарч үр ашиг нь өөрөөр байх тохиолдол байдаг. Тухайлбал турбины конденсатор дахь үнэмлэхүй даралт нь хөргөлтийн усны зарцуулалт, хөргөлтийн гадаргууг хийсэн материал, гадаргуугийн бохирдол, уурын чанараас ихээхэн хэмжээгээр хамаардаг болох нь харагдаж байна. Өөрөөр хэлбэл ижил чадал бүхий АК-6-35 ба N-6-3.43 турбинуудын конденсатор дахь үнэмлэхүй даралт нь 5.8 % -аар зөрүүтэй, хөргөлтийн усны зарцуулалт 1.18 дахин тус тус зөрүүтэй байна. Энэ нь хөргөлтийн усны зарцуулалт, тооцоот температурыг турбины ажиллагааны горим болон цаг уурын нөхцөлтэй шууд уялдаатайгаар техник эдийн засгийн тооцооны үндсэн дээр сонгох шаардлагтай болох нь харагдаж байна.

2. Турбины вакуумын системийн ажиллагаа, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлүүд

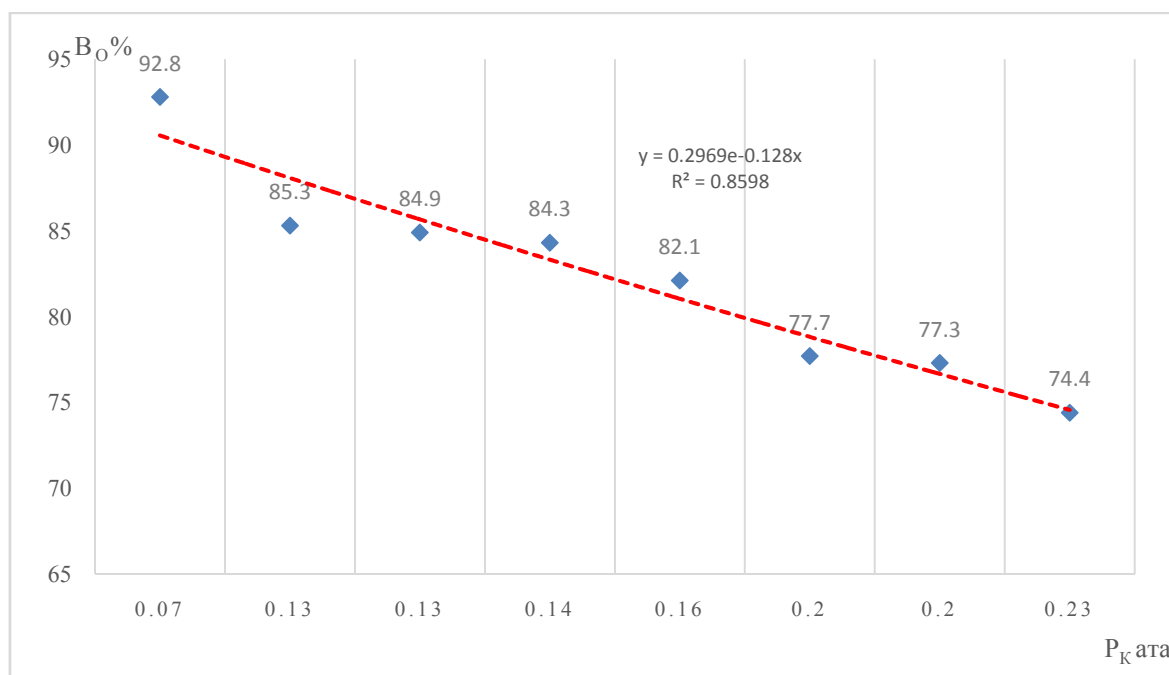
Турбины төхөөрөмжийн техник эдийн засгийн үзүүлэлт болон үр ашгийг дээшлүүлэх үндсэн арга нь

нэг талаас уурын эхний параметруудийг нэмэгдүүлэх, нөгөө талаас эцсийн параметрийг бууруулахад чиглэгдсэн үйл ажиллагаа байдаг. Эдгээр үйл ажиллагаа нь эцсийн дүндээ турбин дахь уурын нийт дулаан уналтыг нэмэгдүүлэхэд оршино. Ийм учраас дулааны цахилгаан станцуудын ашиглалтын практикт уурын эхний параметруудийг өсгөж, эцсийн даралтыг бууруулах зарчмыг ямагт баримтлан дэвшилтэт шинэ технологи нэвтрүүлэх болон ашиглаж байгаа тоног төхөөрөмжийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх талаар техник зохион байгуулалтын төрөл бүрийн ажлыг хэрэгжүүлж ирсэн.

Турбины вакуумын системийн ажиллагаа, түүний эдийн засгийн үр ашгийг дээшлүүлэхэд хэрхэн нөлөөлдөг талаар авч үзье. Турбины вакуум нь гадаад ба дотоод олон хүчин зүйлээс хамаарах боловч үндсэндээ турбины конденсацийн систем, эжекторын ажиллагаа, конденсаторын битүүмж зэрэг хүчин зүйл шийдвэрлэх нөлөө үзүүлдэг тул тэдгээрийн ашиглалтын ажиллагааг нарийн судалж, үнэлэлт, дүгнэлт өгөх шаардлагатай юм. Тиймээс одоо бид дээрх турбины конденсацийн системийн ашиглалтын ажиллагааны үзүүлэлтүүдэд дүн шинжилгээ хийж үзье.



Зураг 1. N6-3.43 турбогенераторын сүүлийн хэсгийн даралт ба цахилгаан чадлын хамаарал



Зураг 2. Конденсаторын даралт ихсэхэд вакуумын бууралт

3. Турбины конденсаторын эргэлтийн усны тооцоо судалгаа

Турбины конденсаторын эргэлтийн усны зарцуулалт, температур конденсаторын сийрэгжилтэнд онцгой нөлөө үзүүлдэг.

Хүснэгт 2

ТГ№1, ТГ№2-ын эргэлтийн усны насосны зарцуулалтыг хэмжсэн байдал

д/д	ТГ№1 АК-6-35		ТГ№2 N6-3.43	
	ЭУН-1 ^а зарцуулалт т/ц Q=504-900 м ³ /ц	ЭУН-1 ^б зарцуулалт т/ц Q=710 м ³ /ц	ЭУН-2 ^а зарцуулалт т/ц Q=710 м ³ /ц	ЭУН-2 ^б зарцуулалт т/ц Q=800 м ³ /ц
1	589.37	460.83	422.17	568.6
2	596.75	467.01	436.4	557.6
3	589.63	439.63	445	565.13
4	610.89	467.98	442.2	566.42
5	605.6	471.92	433.17	555.51
6	622.03	505.04	554.3	562.94
7	597.02	513.3	503	557.49
8	623.54	494.5	536.9	562.9
9	600.12	500.28	534.24	573.4
10	590.7	517.19	549.29	554
дундаж	602.565	483.768	485.667	562.399
Бүтээмж	1400 т/ц байхаас хэмжилтээр 1086.333т/ц		1599 т/ц байхаас хэмжилтээр 1048.066 т/ц	

Хүснэгт 3

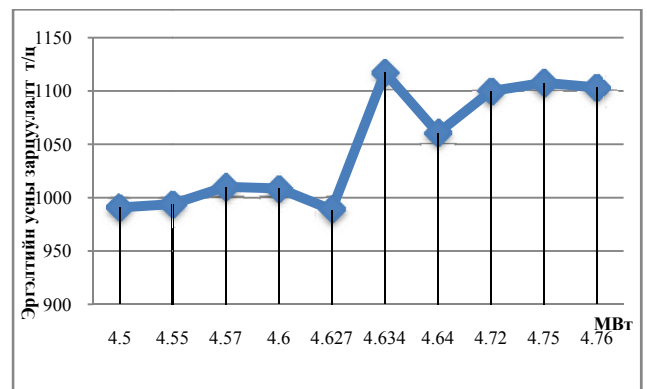
ТГ№2 N6-3.43 эргэлтийн усны насос 2^а 2^б, шахах хаалтыг бүрэн онгойлгосон үеийн хэмжилтийн үр дүн

Цаг мин	Цахилгаан чадал МВт	Вакуум мм.муб	Эргэлтийн усны t°	
			Орох	Гарах
10:53	4.76	385-393	21	38
11:21	4.64	400	20	38
11:35	4.72	397	21	33
11:45	4.75	383	22	34

Хүснэгт 4

ТГ№1 АК-6-35 ийн эргэлтийн усны насос 1^а 1^б, шахах хаалтыг бүрэн онгойлгож хийсэн хэмжилтийн үр дүн

Цаг мин	Цахилгаан чадал, МВт	Вакуум, мм.м.у.б	Эргэлтийн усны температур, °C	
			Орох	Гарах
12:53	5.82	500-535	21	39
13:21	5.69	520	20	40
13:46	5.8	525	21	39



Зураг 3. Эргэлтийн усны зарцуулалт өсөхөд цахилгаан ачаалал нэмэгдэж байгаа байдал

Хүснэгт 5

N.6-3.43 турбогенераторынажиллагааны үеийн параметрууд

Он сар	N _э МВт	В _о мм.муб	P _к , ата	t _н ^н °c	D _о т/ц	D _к т/ц	Q Гкал/кг	m	δt°c	В _о %
2015.05	4.95	608.7	0.07	39.03	23.91	19.4	11.26	53.4	7.8	92.5
2015.06	4.64	561.3	0.13	51.03	23.65	21.35	12.12	49.0	2.5	85.3
2015.08	4.93	489.7	0.23	63.11	27.95	26.0	14.58	40.3	14.6	74.4
2015.09	4.9	511.6	0.2	60.05	27.26	24.22	13.62	43.2	26.9	77.76
2015.10	5.1	487	0.23	63.11	27	24.10	13.51	43.48	18.7	74.0
2015.11	5.33	554.7	0.14	52.54	27.55	24.8	14.06	42.26	16.4	84.31
2015.12	5.49	540.2	0.16	55.31	28.43	25.3	14.34	41.32	27.1	82.1
2016.02	4.98	558.9	0.13	51.03	25.52	22.74	12.91	46.08	23.5	84.9
2016.03	3.47	509.1	0.2	60.05	19.11	17.0	9.56	61.65	27.7	77.37
дундаж	4.86	535.6	0.16	55.02	25.59	22.76	12.88	46.74	18.3	81.4

Тайлбар

N_э-турбины цахилгаан чадал, D_о-турбинд орох уурын зарцуулалт, D_к-конденсатын зарцуулалт, t_н^н – хөргөлтийн усны дутуу халалт, Q-конденсаторын дулааны ачаалал,m-нэг “кг” уурыг ус болгоход зарцуулах эргэлтийн усны хэмжээ,δt-эргэлтийн усны температурын зөрүү, В_о-конденсаторын сийрэгжилт.

ДҮГНЭЛТ

Эцэст нь дүгнэхэд конденсаторын дулааны ачаалал нэмэгдсэнээр турбины вакуум 9-16% буурч, эргэлтийн усны зарцуулалт байх ёстой хэмжээнээс бодит байдал дээр бага байгаа.Энэ нь эргэлтийн усны насос нь хүчин чадлаасаа хамаарч зэрэгцээ ажиллах эргэлтийн усны насосуудын зарцуулалтыг хувааж багасган,

конденсатын температур нэмэгдэж, мөн даралт ихсэж цахилгаан ачаалал 0.8-1.3 МВт-аар хязгаарлагдсан байж болзошгүй.

Энэ нь олон хүчин зүйлээс хамаардаг тулN-6-3.43 турбины эргэлтийн усны насосны бүтээмж бага байгааг хэмжилтээр бататгав. Дээрх асуудлын учир шалтгааныг тодорхойлсноор хойшид авах арга хэмжээ, ажиллагааны үеийн горимийг нарийн анхаарах, тухайн турбины ажиллагаанд нарийвчлан үнэлэлт, дүгнэлт өгөхийн тулд цаашид конденсаторын системийн туршилтыг нэн даруй хийх шаардлагатай.

Ашигласан материал

1. Хүрэлсүх Д. Нүдэн Д. “Уурын турбины төхөөрөмжийн ашиглалт”. УБ: 2002.

2. Цэен-Ойдов Ж. Шагдарсүрэн Ц. Түмэнбаяр А. Баттөр Б. “Ус ба усны уурын термодинамикийн шинж чанарын үзүүлэлт” –УБ: 2005.

3. “Эрчим хүчний хэмнэлт үр ашиг, дэвшилтэт технологи” -Дархан: 2015.

4. “АК-6-35 Турбины ашиглалтын заавар” –УБ: 2016.

5. “N6-3.43 Турбины ашиглалтын заавар” -УБ: 2016.

N-6-4.43 МАЯГИЙН УУРЫН ТУРБИНЫ ХУУРАЙ ХӨРГӨЛТТЭЙ КОНДЕНСАТОРЫН ГОРИМ, АЖИЛЛАГАА БА ХҮНДРЭЛТЭЙ АСУУДАЛЫГ ШИЙДВЭРЛЭХ АРГА ЗАМ

Т.Санзайдорж*, Н.Цэрэнтогтох*, Ч. Даваасамбуу**

*Ухаа худагийн ДЦС

**Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Ухаа Худгийн цахилгаан станцад MRG төрлийн агаарын хөргөлтийн конденсаторыг ашиглаж байна.

Агаарын хөргөлтийн систем нь анхны хөрөнгө оруулалт, дотоод хэрэгцээний цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ ихтэй боловч хөргөлтийн ажлын биеэр хүрээлэх орчны агаарыг ашигладаг учраас зардал хямд урт удаан хугацааны турш эдийн засгийн хэмнэлттэй ажиллуулж болох тоноглол юм. Ийм конденсаторыг усны нөөц багатай, хуурай цаг ууртай бүс нутагт ашигладаг, орчин үеийн дэвшилтэд тоноглол юм. Эрс тэс уур амьсгалтай Монгол орны нөхцөлд өвлийн хүйтэнд хөлдөх, зуны хэт халуун улиралд конденсаторын сийрэгжилт буурах нөхцөл үүсдэг. Ухаа худгийн цахилгаан станц Энержи ресурсийн нүүрсний уурхайн салхины доор байрладаг учраас агаарын конденсаторын гадаргуу нүүрсний тоосоор бохирддог. Энэхүү өгүүлэлд агаарын конденсатортай уурын турбины үр ашгийг дээшлүүлэх талаар хийсэн судалгааны зарим үр дүнг танилцуулах болно.

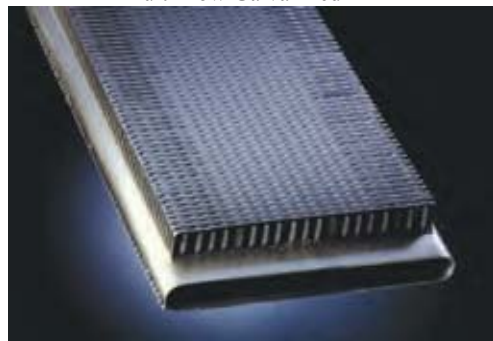
Түлхүүр үг. Уурын турбин, хуурай хөргөлттэй конденсатор, эжектор, радиатор, ажилласан уур.

Хуурай хөргөлтийн конденсаторын хийц

Турбины хөргөлтийн системд SRC болон MRG гэсэн хоёр төрлийн конденсаторыг өргөн хэрэглэж байна. SRC - Радиатор маягийн хөргөлтийн гадаргууг нэг үетэй хийдэг тул хөлдөх эрсдэл багатай учраас давуу талтай. Ирмэгжүүлсэн гадаргууг дулаан нэвтрүүлэх чадвар өндөртэй хөнгөн цагааны хайлшаар хийдэг тул дулаан солилцооны процесс явагддаг. MRG - хоёроос дээш үетэй хоолой хэлбэрийн, олон эгнээ дулаан солилцох гадаргуутай учраас уурыг бүрэн конденсацлах нөхцлийг бий болгодог давуу талтай боловч хөлдөх эрсдэл өндөртэй бөгөөд хоолойн ирмэгжүүлсэн гадаргууг цайрдсан ган хайлшаар хийдэг.

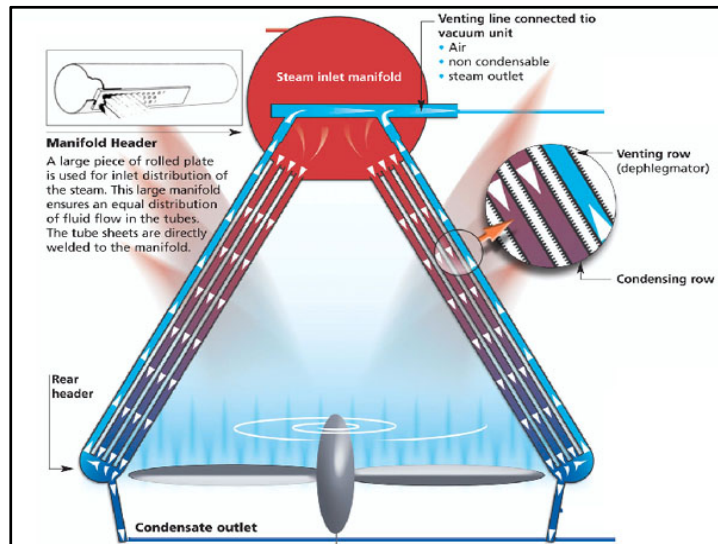


Зураг 1. Хуурай хөргөлттэй конденсаторын төрөл MRG-Multi Row Galvanized



Зураг 2. SRC-Single Row Condenser

Ухаа Худагийн цахилгаан станцад MRG (зарим тохиолдолд MASH систем гэж нэрлэдэг) төрлийн хуурай хөргөлтийн конденсаторыг N-6-4.43 турбинд суурилуулсан. Хуурай конденсаторыг V 10 м-ийн өндөрт 12 ширхэг бетон тулгуур дээр гадаа байрлуулна. Хөргөх гадаргууг ган хоолойгоор 12 ширхэг радиатор хэлбэрийн багц хоолойн систем үүсгэж хийсэн. Эдгээр багцуудыг зургаа, зургаагаар нь 2 хэсэг болгон хувааж, гурвалжин хэлбэрээр байрлуулсан ба радиаторын дээд хэсгийг буюу гурвалжны оройн доод хэсгийг улаар дамжуулан холбож дээд хэсгийг хагас дугуйн хэлбэрээр нийлүүлэн гагнаж Ф1120x10мм-тэй уур хүлээн авах камер болгож турбины сүүлийн хэсэгтэй холбосон (3 дугаар зураг). Харин багц хоолойнуудын доод хэсгийг нийлүүлэн нэг буух хоолой үүсгэж конденсат цуглуулах коллекторт холбогдох ба энэ 2 коллекторыг нэгтгэн Ф219x8 мм диаметртэй шугамаар конденсатын баканд өгнө.



Зураг 3. Агаарын хөргөлттэй конденсаторын ажиллагаа

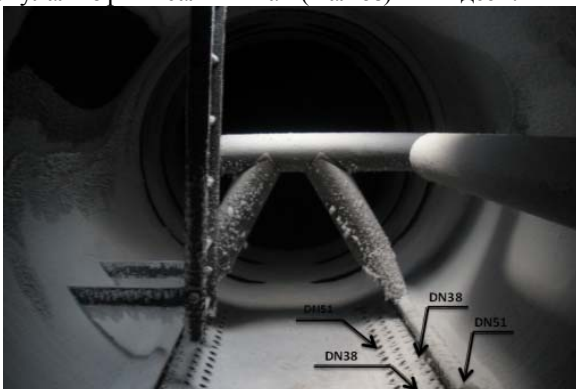
Багц хоолойн техникийн үзүүлэлт:

- Материал-A179
- Диаметр-50.8/38.10 mm
- Урт-10.3 метр
- Ханнын зузаан-2.108/1.651 mm
- Тоо хэмжээ-нэг багцад-146 ширхэг (нэг турбинд 1752 ширхэг хоолой).

Уур хүлээн авах камер доторх багц хоолойнуудын 2 талын гаднах эгнээг Ф108 мм-ийн ган хоолойгоор битүүлж гагнан 2 захыг маягийн хоолойгоор холбож битүү цагираг үүсгэн эжекторын уур агаарын холимгийг сорох камер болгосон. Эжекторын уур агаарын холимгийг сорох камерын 2 захаас Ф108 мм-ийн хоолой, 2 талын дунд хэсгээс Ф57 мм хоолой нийт 4 ширхэг шугамаар гаргалгаа аван тус тусад нь хаалт тавьсан.

Багц хоолойн гадна эгнээг эжекторын уур агаарын холимгийг сорох камер үүсгэснээр уур хүлээн авах камераас багц хоолойгоор сорогдон доод коллекторт орох ба конденсат нь үлдэж уур агаарын холимог нь эжекторт сорогдоно. Өөрөөр хэлбэл коллекторт хувирсан ус, уур-агаарыг ялгах процесс явагдах ба хувирсан ус конденсатын баканд, уур агаарын холимог эжекторт очно.

Хөргөх гадаргуу үүсгэж байгаа багц хоолойнууд нь гадна талаасаа агаараар хөргөгдөх бөгөөд агаарын урсгалыг тохируулах, хуваарилах зориулалт бүхий салхивчтай (жалюз)- хийгдсэн.



Зураг 4. Агаарын хөргөлттэй конденсаторын уур хүлээн авах хөндий (камер)

Радиаторын багц хоолойнуудаар өнгөрөх уур ба хөргөх гадаргуугийн дулаан солилцоог эрчимжүүлэхийн тулд гадаргууг дулаан өгөлт багатай талд нь ирмэглэж өгөхөөс гадна агаарын урсгалын хурдыг нэмэгдүүлэх зорилгоор 2 ширхэг тэнхлэгийн дагуу урсгалтай салхилуур байрлуулсан.

Конденсаторын төхөөрөмжийн ашиглалт

Турбины ажиллагааны явцад конденсаторын системийн тоног төхөөрөмжүүдэд байнгын үзлэг, шалгалт, үйлчилгээ хийхийн зэрэгцээ тэдгээрийн ажиллагааны үзүүлэлтүүдэд бичлэг хийж дүн шинжилгээ өгч ажиллаж байна.

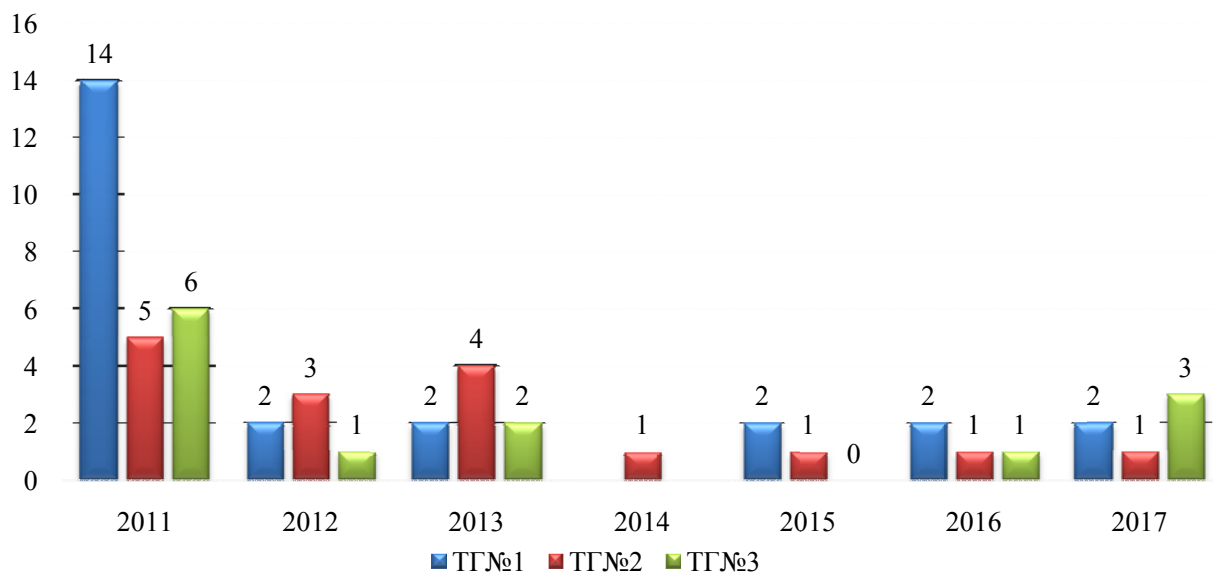
АХК (ACC) - ын хөргөлтийн системд явагдах дулаан солилцооны процессийн хувьд, уурыг конденсацлах багц хоолойгоор дамжих уурын дулааны хэмжээ нь салхилуурын агаарын урсгалаар гадагшлах дулааны хэмжээтэй тэнцүү байх ёстой. Мөн ажилласан уурын болон конденсатын температурыуд онолын хувьд ижилхэн байх боловч бодит байдалд гадаад хүчин зүйлийн нөлөөгөөр (цаг агаарын эрс тэс нөхцөл, хүйтэн, халуун бүсэд байрладаг гэх мэт) өөрчлөгдөх бөгөөд температурын зөрөө 3⁰C –ын дотор байвал маш сайн үзүүлэлт бөгөөд зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ нь 5⁰C-ээс бага байвал хэвийн байна гэж үзнэ. Хэрэв зөрөө 5⁰C-ээс хэтэрсэн тохиолдолд уурын турбины вакуум буурч ашигт ажиллагаа багасах, мөн конденсатын температур гадаргуу дээр өөрчлөлттэй гарна.

АХК-ын ашиглалтын өнөөгийн байдал ба гарч байгаа доголдол

Ашиглалтын одоогийн байдлаар тус станцад тавигдсан конденсатор хэвийн ажиллаж байгаа бөгөөд жилд дунджаар турбин тус бүр дээр 3-5 хоолой хөлдөж ашиглах боломжгүй болж байна. Нийт хоолойн ашиглагдахгүй байх зөвшөөрөгдөх хэмжээ 15-20% хүртэл байна.

2011-2015 он хүртлэх хугацаанд агаарын хөргөлттэй, конденсаторын багц хоолойд гарсан гэмтлийг графикаар үзүүлэв (5 дугаар зураг). ТГ№1-ийн гэмтэлтэй хоолой нийт хоолойн 1.68%, ТГ№2-ийн гэмтэлтэй хоолой нийт хоолойн 1.12%, ТГ№3-ийн гэмтэлтэй хоолой нийт хоолойн 0.91% эзэлж байна.

Хөлдөлт үүсч ашиглалтнаас хасагдсан хоолойн тоо



Зураг 5. Гэмтэл гарсан хоолойн тоо (турбин тус бүрээр)

Ашиглалтын үед дараах хүндрэлүүд гардаг.

1. Өвлийн улиралд багц хоолой хөлдөж, цоордог.
2. Нүүрсний уурхайн бүс нутагт овоолгын салхин доор байрладаг учраас уурхайн тоосжилтоос үүссэн тоосны бохирдол ихтэй. Энэ нь вакуум системд нөлөөлж турбогенератор зуны улиралд ачаалал авахад хүндрэл үүсгэдэг.
3. Сийрэгжилтийн гэмтлийг олоход бэрхшээлтэй.
4. Үндсэн конденсатын температурыг тогтоосон түвшинд барихад хүндрэлтэй.

Хуурай хөргөлтийн конденсаторын ашиглалтын хамгийн том хүндрэл нь өвлийн улиралд хөргөх гадаргуу хөлдөх асуудал гарч байна.

Хөлдөлтөөс хамаарч системд маш олон хүндрэл гардаг. Тухайлбал, багц хоолой хэв гажилтанд орох, гэмтэлтэй хоолойн гэмтлийг олж, гэмтлийг устгах зэрэг ажилд ихээхэн цаг хугацаа шаарддаг.

Багц хоолойд хэт хөрөлт үүсч гэмтэл гарах нөхцөл

Хуурай хөргөлтийн системийн гадна агаарын температур -15°C -аас доош байх үед уур конденсацлах гадаргуугийн эхний үеүүдэд хэт хөрөлт буюу хөлдөлт үүсэж эхэлдэг. Хэт хөрөлт үүссэн үед яаралтай арга хэмжээ авч хэвийн байдалд оруулахгүй бол багц хоолой цоорч турбин зогсоход хүрдэг.

Хуурай хөргөлтийн систем ажиллаж байх үед хөлдөлт үүсэж эхэлж байгааг мэдэх боломжтой ба ашиглалтын ажилчдын туршлага ур чадвараас хамаардаг ба үндсэн конденсатын температурыг зөвшөөрөх хэмжээнд барих шаардлагатай.

Хэт хөрөлт болсноос хойш 3-5 цагийн дотор яаралтай арга хэмжээ авахгүй бол багц хоолой цоордог (5 дугаар зураг).

2018 оны байдлаар ТГ№1 –ийн 24 ширхэг, ТГ№2-ийн 16 ширхэг, ТГ№3-ийн 13 ширхэг хоолой хөлдөж цоорсон байна.



Зураг 6. Багц хоолой хөлдсөн байдал

АХК-ын үр ашиг, найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх арга, практик үйл ажиллагаа

Өнгөрсөн жилүүдэд АХК-ын горим параметр барих ажлыг эрчимжүүлж багц хоолойг хөлдөхөөс сэргийлэх арга хэмжээг хэрэгжүүлж ирсэн боловч байгалийн давагдашгүй хүчин зүйлээс болж хөлдсөн хоолойг бөглөж өнөөг хүрсэн. Дулаан солилцуулах хоолойг хөлдөөхгүй байлгах зорилгоор бүх хоолойн 30 хүртэлх хувийг бөглөснөөр хөргөлтийн гадаргуугийн талбайг хорогдуулж уурын конденсацлагдах нөхцөлийг бууруулдаг. Нөгөө талаас агаартай харьцдаг хоолойн тоо цөөрснөөс хөлдөх магадлалыг бууруулах боловч хэтэрхий олон хоолойг бөглөснөөс салхилуурын нэгийг зогсоход хүрч турбины ачаалал авах боломж буурна.



Зураг 6. Хөлдсөн багц хоолойн бөглөө

Нэг АХК нь нийт 1308 ширхэг уурын конденсат буух хоолой, 444 ширхэг уур, агаарын холимгийг сорох хоолойноос бүрдэнэ. Нийт: $n=1752$ ширхэг хоолойтой.

Гурван N6-4.43 маркийн гурван турбины АХК нийт $n=5256$ ширхэг хоолойтой. Уурын конденсат буух хоолойн 50%-ийг бөглөнө гэж үзвэл 1962 ширхэг хоолойг хамрагдана. Үүнээс том хоолой 666 ширхэг, жижиг хоолой 1296 ширхэг хоолойд бөглөө зориулахад $4000 \times 60 \times 60$ мм хэмжээтэй 52 ширхэг гулуузан метал хэрэгтэй болдог. Модон бөглөө нь хямд өртөгтэй боловч зороход цаг хугацаа шаарддаг, үртэс хог их гардаг, хавар бөглөө авах үед модны хог АХК-т үлдэж конденсатын насосны сорох талыг бөглөдөг муу талтай. Модноос өөр материалаар бөглөө хийлгэх судалгаа хийж үзэхэд Хятадын компаниас 120°C -д ажиллах чадвартай, ус чийгэнд тэсвэртэй резинэн бөглөөний үнийн санал авахад 100 сая орчим төгрөг болж байна.

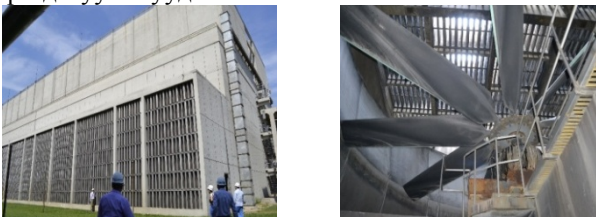
Тоосжилтын бохирдлыг арилгахын тулд 100 ата хүртэл даралт гаргах чадалтай поршент насосоор химийн цэвэр усаар жил бүр угааж цэвэрлэдэг. Туршлага судалж угаалтын усанд химийн нэмэлт бодис уусгаснаар цэвэрлэгээг илүү сайн болгох талтай. Гэвч энэ арга боломж муутай.

АХК-ыг үр ашигтай ажиллуулах боломжит хувилбарууд:

ХУВИЛБАР №1. ХХС-ийн доод хэсгийг битүүмжлэх:

а. Хуурай хөргөлтийн системийн орчны агаарын температурыг -15°C багагүй байлгах зорилгоор түүний гадна талд байгууламж барих арга нь шаардлагатай хэмжээний агаарын урсгалыг бий болгох техникийн үндсэн асуудал байдаг. БНХАУ-ын цахилгаан станцын агаарын конденсаторын байгууламж барьсан туршлагыг нэвтрүүлэх боломжтой (8-р зураг). Өвлийн улиралд агаарыг урдчилсан байдлаар -5°C хүртэл халаах шаардлагатай болно.

б. Энэ аргыг хэрэгжүүлснээр өвлийн улиралд гадна агаарын температур хүйтрэхэд хөргөлтийн хоолойнуудад хөлдөлт үүсэхгүй, хөргөлтийн гадаргуугийн талбайг бууруулах шаардлагагүй зэрэг давуу талуудтай.



Зураг 7. Бээжин хотын ХТЦС

ХУВИЛБАР №2. Ухаа Худагт ашиглаж байгаа хуурай хөргөлтийн систем нь MRG төрлийн буюу 4 эгнээ хоолойтой. Одоо байгаа хэлбэр нь 1 эгнээ агаарын хоолой, 3 эгнээ уурын хоолойтой үүнийг өөрчилж 2 эгнээ агаарын хоолой, 2 эгнээ уурын хоолойтой болгох

боломж байна. Энэ аргыг хэрэгжүүлэхдээ тооцоо судалгааны үндсэн дээр шийдвэрлэнэ. Өвлийн улиралд хөлдөөхгүй байх боломжтой ба зуны ачааллын үед хүндрэл учирна.

ХУВИЛБАР №3. 2011 оноос хойших туршлага дээр үндэслэж бөглөө хийх аргыг ашиглах. Энэ аргыг сайжруулж доод коллекторыг системээс тусгаарлах шаардлагатай ингэснээр ямар ч хөлдөлт үүсгэхгүйгээр өвлийн улирлыг давах бүрэн боломжтой. Хийцэд өөрчлөлт хийгдэнэ.

ХУВИЛБАР №4. Хуурай хөргөлтийн конденсаторыг муутгасан вакуумаар ажиллаж хөлдөлдөөс сэргийлэх боломжтой.

Муутгасан вакуумд ажиллах нь цахилгаан станцын АҮК муугаар нөлөөлөх боловч конденсаторын багц хоолойг хөлдөөхгүй байлгах давуу талтай. Технологийн хувьд сөрөг муу нөлөө байхгүй.

Хувилбаруудын харьцуулсан дүн шинжилгээ

Хуурай хөргөлтийн конденсаторыг өвлийн улиралд хөлдөөхгүй байх аргуудыг дараах байдлаар харьцуулж үзлээ.

№	Хувилбарууд	Давуу тал	Дутагдалтай тал
1	Барилга барих	Төгс шийдэл	Эдийн засгийн хувьд хүндрэлтэй, гаднаас сорж ирэх агаарын зарцуулалтыг тооцох хэрэгтэй ба өвлийн улиралд урьдчилан халаах шаардлага гарна.
2	Агаарын хоолойг нэмэгдүүлэх	Шийдвэрлэхэд энгийн материал бага зарцуулна. Тооцооны үр дүнгээр авч үзэх шаардлагатай	Зуны улиралд турбины вакуум системд нөлөөлж турбин ачаалал авч чадахгүйд хүрнэ.
3	Заглушка хийх, аргыг сайжруулах	Туршилтаар батлагдсан үр дүнтэй арга.	Заглушкийг жил бүрийн цаг уурын мэдээтэй уялдуулж хэзээ тавих, авхыг нарийвчлах шаардлагатай. Агаарын хоолойд заглушка тавидаггүй учраас өвөл хөлдөх тохиолдол гардаг үүнийг техникийн аргаар шийдвэрлэх.
4	Муутгасан вакуумаар ажиллуулах	Үйлдвэрлэгчээс өгсөн ашиглалтын горимыг бид мөрдөж ажиллаж чадахгүй байгаа	АҮК буурч уурын хувийн зарцуулалт нэмэгдэнэ. Зуухны ачаалалаас хэтэрсэн уур шаардлагатай болно.

ДҮГНЭЛТ

Хуурай хөргөлтийн системийн хамгийн том хүндрэлийг шийдвэрлэхэд хэд хэдэн арга хэмжээ авч ажилласан. Үүнд: дулаан солилцох гадаргууг бөглөж багасгах, хөргөлтийн сэнсийг буруу эргүүлэх зэргээр хөлдөлтийн эсрэг арга хэмжээнүүд авч ажилласан байна. Үүнээс одоогийн түвшинд практикаар шалгарсан арга бол бөглөө хийх арга юм. Энэ арга нь технологийн хувьд шалгарсан, найдвартай арга биш бөгөөд өөр олон төрлийн аргуудыг судалж хэрэгжүүлэх зайлшгүй шаардлагатай байна.

Ашигласан материал

- <https://spxdrycooling.com/products/air-cooled-condensers/>
- <https://www.sciencedirect.com/science/.../0890433294900426>
- Ч. Даваасамбуу Уурын турбины хийц ба засвар, 2013 он.

КВ-11,63-115 МАЯГИЙН ЗУУХЫГ НАМ ТЕМПЕРАТУРТ ШИЛЖҮҮЛСНЭЭР ГАРАХ ХЭМНЭЛТИЙН ҮР ДҮН

Б.Жавхлант*, С.Батмөнх*, Б.Жаргалсайхан*

*Дулааны техник, үйлдвэрлэлийн экологийн хүрээлэн

Хураангуй. Хөвсгөл дулааны станцын “Торнадо” галын хотолтой усан халаалтын зуухны АҮК 55-70%, гол түүхий эд болох нүүрс,үнс тээвэрлэлтийн зардал өндөр байв. Нам температурт буцлах давхаргад шаталтын технологид шилжүүлснээр орон нутгийн нүүрсэнд (Жилчигбулаг)тохирч ашигт үйлийн коэффициент дээшлэн, зардал хэмнэгдэж байна.

Түлхүүр үг. “Торнадо”, галын хотол, нам температурт буцлах давхарга, эдийн засгийн хэмнэлт.

I. ОРШИЛ

Тус станц нь 2014 онд “Дулааны станц-Дулааны шугам сүлжээ ашиглалтын өмнөх захиргаа” ТӨААТҮГ нэртэйгээр анх байгуулагдсан ба Монгол улсын Засгийн газрын 2016 оны 4-р сарын 11-ний өдрийн 206-р тогтоолоор дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэх дамжуулах, түгээх үйл ажиллагаа эрхлэх үүрэг бүхий “Хөвсгөл дулааны станц” ТӨХК болсон. Станц нь дулаан үйлдвэрлэлт, дулааны шугам сүлжээний хэсэг гэсэн 2 хэсэгтэй.

Дулаан үйлдвэрлэх, түгээх, зохицуулалттай хангах гэсэн 3 төрлийн тусгай зөвшөөрөлтэйгээр үйл ажиллагаа эрхэлж Мөрөн сумын 14 дулаан дамжуулах төвөөр дамжуулан аж ахуйн нэгж, айл өрх, төсөвт байгууллагуудыг дулаанаар хангаж байна. Төсөвт байгуулга 16, аж ахуйн нэгж 160, айл өрх 1022, авто зогсоол 48 нийт 1228 хэрэглэгчдийг дулаанаар хангаж байна.

Дулааны станцын КВ11.63-115 ВТМ маягийн 3 ширхэг зуух суурилагдсан ба нийт чадал нь 30 Гкал/ц буюу 35 МВт юм. Мөрөн хотыг бүхэлд нь 1-р хэлхээний 11.6 км, 2-р хэлхээнд 34.6 км урт дулааны хос шугамтайгаар үйл ажиллагаа явуулж байна.

II. СУДАЛГАА

Усан халаалтын КВ11.63-115 ВТМ маягийн хуйлруулан шатаах галын хотолтой зуух нь ул ширэмтэй, дөлт шаталттайгийн үндсэн шинжийг агуулсан түлшийг их хурдтай шатаах боломжтойюм. Хуйлруулан шатаах галын хотолд нүүрсний хэсгүүд эрчимтэй холилдон шатдаг тул жижиг хэсгүүд нь энд бүрэн шатаж дуусдаг. Энэ нь механик дутуу шаталтын дулааны алдагдал (q_4)-ыг бууруулан АҮК-ийг дээшлүүлэх үндэс болдог.



Зураг 1. Хөвсгөл дулааны станц

Станцын техник эдийн засгийн үндэслэл (ТЭЗҮ)Могойн голын уурхайн 7000 ккал/кг илчлэгтэй нүүрсэнд анх төсөллөгдсөн ба Хөвсгөл аймгийн Мөрөн сумаас 217 км зайд оршдог. Тухайн үед ТЭЗҮ-ийг боловсруулж байхад Мөрөн сумтай ойролцоо нүүрсний ордны нөөц батлагдаагүй, олборлолтын судалгаа хийгдээгүй учир тус байршилтай хамгийн ойр олборлолт хийгдэж байгаа Могойн голын нүүрсэн дээр төсөллөгдсөн.

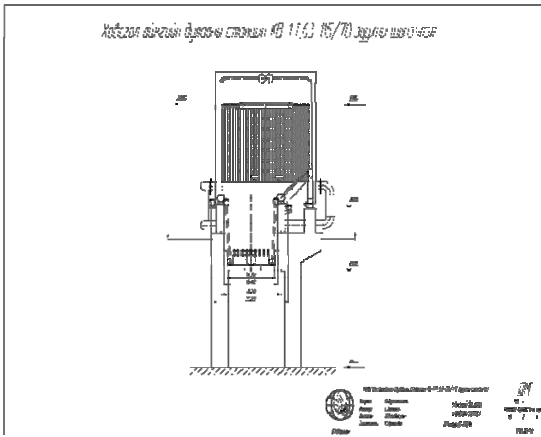


Зураг 2. КВ11.63-115 ВТМ маягийн зуух

Могойн голын уурхайгаас нүүрсийг тээвэрлэхэд тээврийн зардал 240 т/км буюу 70380 т/төгрөг болдог. Станцын ТЭЗҮ хийгдсэнээс хойш станц барих, угсрах хугацаанд Мөрөн сумтай ойролцоо буюу 22-30 км зайд 2 нүүрсний орд буюу Жилчигбулаг, Төмөргэй ордуудын нөөц батлагдан олборлолт хийгдэж эхэлсэн. Иймд орон нутагт нээгдсэн уурхайн нүүрсэнд тохирсон КВ11.63-115ВТМ K_1 -зуухыг шилжүүлэх шаардлага гарсан.

Буцлах давхаргад шилжүүлэх зураг төсөл

Бид тооцоогоор гарсан бодолтын дагуу доорх зарчмын зургийгболовсруулан хийцийг үйлдвэрлэж зарим нэг өөрчлөлтүүдийг хийсэн.



Зураг 3. KB-11.63-115/70 Зуухны хөндлөн огтлол

Галын хотлын шинэчилсэн 8.4 м³ эзлэхүүний дулааны хүчдэл бүхий талбайд 10.56 м² талбай бүхий экран шинээр нэмж анхдагч агаарын коллекторыг үйлдвэрлэн хийж гүйцэтгэв [4].



Зураг 4. Нам температурт буцлах давхаргатай зуухны өөрчлөлтийн ажил

Бид анхдагч агаарын хийн хуваарилуурт зориулж 75кВт цахилгаан чадалтай, 12300 м³ бүтээмж, 11800 Па даралт бүхий өндөр даралтын салхилуур суурилуулав.

Иймд “Хөвсгөл дулааны станц” ТӨХК-ийн KB11.63-115 ВТМ маягийн зуухыг буцлах давхаргад шилжүүлснээр гарах хэмнэлтийн тооцоог хийв. (2016-2017 оны халаалтын улирлын ханш).

Хөвсгөл дулааны станц халаалтын улиралд дунджаар 22000 т/жил нүүрс хэрэглэдэг. Могойн голын уурхайн нүүрс нь Жилчигбулагийн ордын уурхайн нүүрснээс 28070 т/төгрөг-ийн зөрүүтэй байна.

Хүснэгт 1

Хөвсгөл ДС-ын зардлын тооцоо

№	Уурхайн нэр	Нүүрс таталт(т)	Нийт үнэ(сая төг)
1	Могойн гол	28780.5	2025.5
2	Жилчигбулаг	27010	1142.8
3	Төмөртэй	3690.7	129

Зуухны өөрчлөлт, шинэчлэлтийн ажлыг 2016-2017 онд хийсэн. Уг технологид шилжсэнээр станцын

зардлыг хэрхэн хэмнэж болох тооцоог хийе. Дулааны ачааллын судалгаанд үндэслэн нүүрсний цагийн, өдрийн, сарын, жилийн зарцуулалтыг Жилчигбулагийн ордын нүүрсэнд тооцоолон хүснэгт 2-д үзүүлэв.

Хүснэгт 2

“Хөвсгөл ДС, ДШС” ТӨХК-ийн нүүрсний зарцуулалтын тооцоо

Сар	Q _{ст} , Гкал/ц	V _{цаг} , т/ц		V _{өдөр} , т/өдөр		V _{сар} , т/сар	
		Х	Ш	Х	Ш	Х	Ш
IX	6.4	2.17	1.98	52.07	47.63	781	714.4
X	7.4	2.51	2.29	60.2	55.07	1866.3	1707.2
XI	10.1	3.42	3.13	82.17	75.16	2465.1	2254.9
XII	12	4.07	3.72	97.63	89.3	3026.4	2768.4
I	14.4	4.88	4.47	117.15	107.1	3631.7	3322
II	12.7	4.31	3.94	103.32	94.51	2893	2646.3
III	9.5	3.22	2.95	77.29	70.7	2395.9	2191.6
IV	7.6	2.58	2.36	61.83	56.56	1854.9	1696.7
V	5.7	1.93	1.77	46.37	42.42	695.6	636.3
Нийт						19610	17937.9

* X- хуучин, Ш- шинэчилсэн; Q_{ст}- станцын сарын дундаж ачаалал, Гкал/ц; V_ц- нүүрсний цагийн зарцуулалт, т/ц; V_ө- нүүрсний өдрийн зарцуулалт, т/өдөр; V_{сар}- нүүрсний сарын зарцуулалт, т/сар.

Зуухны шаталтын технологийг буцлах давхаргад шилжүүлснээр 1 зуухны хувьд жилд 1673 т нүүрсийг хэмнэх боломжтой юм.

Зуухыг буцлах давхаргад илжүүлснээр гарах хэмнэлтийн тооцоо

Нэг зуухыг буцлах давхаргад шилжүүлснээр гарах хэмнэлтийн тооцоо:

Тус тооцоог хийхдээ яг ижилхэн нүүрсээр тооцоолсон ба шинэчлэл хийгдэхийн өмнө хийгдэсний дараа 2-ийг харьцуулав. Буцлах давхаргад шилжүүлснээр зуухны ашигт үйлийн коэффициент дээшлэж, орон нутгийн нүүрсэнд тохирох юм. Нүүрс, үнсний цагийн, сарын, жилийн зарцуулалтыг тооцоолон хүснэгт 3-д үзүүлэв.

Хүснэгт 3

Нэг зуух өөрчлөгдсөнөөр гарах хэмнэлт

№	Хэмжигдэхүүн	Шинэ	Хуучин	Хэмнэлт
I. Нэг зуух өөрчлөгдсөнөөр гарах хэмнэлт				
1	Зуухны ачаалал, Гкал/ц	10	10	-
2	Зуухны АҮК, %	75	59	
3	Цагт зарцуулах нүүрсний хэмжээ, т/ц	3.1	3.94	- 0.84
4	Сард зарцуулах нүүрсний хэмжээ, т/өдөр	2232.6	2838.0	- 605.44
5	Жилд зарцуулах нүүрсний хэмжээ, т/жил	17860.5	22704.0	- 4843.5
II. Үнсний зардлын хэмнэлтийн тооцоо				
6	Үнсний хэмжээ, т/жил	3214.8	8627.5	-5412.6
7	Үнс тээвэрлэх зардал, т/төгрөг	11880	11880	-
8	Үнсний зарцуулалт, төгрөг/жил	жилийн сая 14.07	37.75	-23.69

Үнс тээвэрлэх үнийг тооцоходоо өдөрт 4 удаа тээвэрлэнэгэж тооцлоо. Нэг удаагийн тээвэрлэлтэнд 5тн үнсийг зайлуулдаг. Нэг тээвэрлэлтэнд 6.6 л/рейс шатахуун зарцуулагдана. Ачих буулгах машин механизмын операторын сарын цалинг 605000 төг/сараар тооцсон.

Зуухыг буцлах давхаргад шилжүүлсэнээр зуухны ашигт үйлийн коэффициент нэмэгдэж цагт зарцуулах нүүрсний хэмжээ багассан. Мөн хуучин зуух болох “Торнода” KBТ11.63-115/70ВТМ дутуу шаталт ихтэй

үнсний гарц их байсан бөгөөд зуухыг шинэчилж буцлах давхаргад шилжүүлсэнээр үнсний гарц багассан байна. Мөн ажиллах хүч болох үнс тээвэрлэх болон ачих буулгах машин механизмийг тус тусад операторчин ажилладаг байсаныг нэг зуух өөрчилсөнөөр тухайн хоёр ажилтаны хийх ажлын хэмжээ багасаж нэг хүн тээвэрлэх боломжтой болж нэг хүний цалингийн хэмнэлт гаргаж байгаа болно.

III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Бүх зуухыг буцлах давхаргад шилжүүлснээр гарах хэмнэлтийн тооцоо:

Нэг зуухыг буцлах давхаргад шилжүүлснээр гарах хэмнэлтийг дээр тооцоолсон бол одоо бүх зуухыг шилжүүлснээр гарах хэмнэлтийг тооцоолж хүснэгт 4-д үзүүлэв.

Хүснэгт 4

Бүх зуухыг буцлах давхаргад шилжүүлснээр гарах

ХЭМНЭЛТ

№	Хэмжиг-дэхүүн	Шинэ	Хуучин	Хэмнэлт
I Нүүрсний тээврийн зардлын хэмнэлт				
1	Нүүрсний хэмжээ, т/жил	17860	17860	-
2	Нэгжийн үнэ, т/төг (тээврийн зардал орсон)	Жилчиг булаг 42310	Могойн гол 70380	-28070
3	Нүүрсний тээврийн зардал, сая төгрөг/жил	755.67	1257.0	-501.34
IV. Бүх зуухыг буцлах давхаргад шилжүүлсэн тохиолдолд				
4	Жилд зарцуулах нүүрсний хэмжээ, т/жил	17937.9	19610	1672.17
5	Тээврийн зардлын хэмнэлт, сая төгрөг/жил	758.95	1380.1	-621.2

Тус станцын КВТ11.63-115ВТМ зуух нь оргил ачааллын үе болох 12сарын 20-оос 1сарын 20-ний хугацаанд 3-н зуух ажиллаж 115/70 горим барьж ажилладаг. К₁-зуухыг нам температурт буцлах давхаргад шилжүүлсэнээр АҮК нэмэгдэж оргил ачааллын үед хоёр зуухаар тус аймгийн төвийг бүрэн дулаанаар хангана.

Буцлах давхаргадшилжүүлэх зуухны тооцоо нь Мөрөнгийн төвөөс 32км Жилчигбулагийн нүүрсний ордод тооцоологдсон учир 217км Могойн голын нүүрс тээвэрлэлтийн зардлыг 185км хэмнэх бөгөөд мөн үнс тээвэрлэх зардлыг хэмнэнэ.

IV. ДҮГНЭЛТ

Хөвсгөл Дулааны станц ТӨХК-ийн “Торнадо” галын хотолтой КВ-11.63-115 ВТМ зуухыг нам температурын буцлах давхаргад шилжүүлснээр 1 зуухны хувьд жилд 1673 т нүүрсийг хэмнэж, тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагаа ба станцын ачаалал тохируулах чадвар сайжирч, нүүрс тээвэрлэх болон зарцуулалтын хэмжээ багасч, эдийн засгийн хэмнэлтээс гадна байгаль орчинд нөлөөлөх сөрөг нөлөөлөл буурч, станцын 1 давхар болох үнс буух хэсэгт тоосжилт их байсныг 45%-аар бууруулав.

Ашигласан материал

1. Хөвсгөл ДС-ын ТЭЗҮ. Улаанбаатар. 2010.
2. Хөвсгөл ДС-ын тайлан, 2014, 2015, 2016, 2017, Мөрөн сум.
3. Уурын генератор, Д.Мандал, 2012 он.
4. Хөвсгөл аймгийн дулааны станцын КВ-11,63-115/70 зуухны шинэчлэлт, ДТҮЭХ-ийн тайлан, Улаанбаатар. 2017.

УЛААНБААТАР ХОТЫН ЦАГ УУРЫН НӨХЦӨЛД ТОХИРСОН БОСОО ТЭНХЛЭГТ САЛХИН СЭНСНИЙ АЭРОДИНАМИК ТООЦОО

Г.Тэлмэн*, О.Бавуудорж**

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

**Монгол Улсын Эрчим Хүчний Яам, Сэргээгдэх Эрчим Хүчний Хэлтэс

Хураангуй. Монгол улс эрчимтэй хөгжихийн хэрээр манай орны төв суурин газрууд тэр дундаа нийслэл Улаанбаатар хот маань өдөр ирэх тусам тэлэн томорсоор хотын агаарын бохирдол хүн амын эрүүл мэндэд аюултай нөхцөл үүссэн байна. Манай орны хувьд салхины эрчим хүчний нөөц ихтэй орон юм. Уг эрчим хүчний эх үүсвэрийг ашиглан өрхийн цахилгаан хэрэглээнд зориулсан бага чадлын салхин сэнсийг ашиглах нь хотын агаарын бохирдлыг бууруулахад тодорхой хувь нэмэр оруулах боломжтой гэж үзэж байна. Улаанбаатар хотын хувьд салхины бага хурд зонхилдог тул босоо тэнхлэгт салхин сэнс аэродинамикийн хувьд өндөр үр ашигтай юм. Салхины хэмжилтийн мэдээг үндэслэн салхины бага хурданд өндөр үр ашигтай ажиллах салхин сэнсний аэродинамик үзүүлэлтийг тодорхойлж, тооцоолох нь цаашид энэ төрлийн судалгааны ажилд өндөр ач холбогдолтой юм.

Түлхүүр үг. Салхины эрчим хүч, босоо тэнхлэгт салхин сэнс, аэродинамик үзүүлэлт.

1. ОРШИЛ

Монгол улсын сэргээгдэх эрчим хүчний нийт баялаг боломж үүнд салхи, нар, газрын гүний болон усны эрчим хүчний нөөцийг 2600 ГВт хүртэл их хэмжээтэй байгаа гэдгийг АНУ-ын Эрчим хүчний Департаментийн харьяанд ажилладаг Сэргээгдэх Эрчим Хүчний Үндэсний Лаборатори (NREL) тооцоолж өгсөн байдаг [1].

Монгол Улсад өнөөгийн байдлаар салхины эрчим хүчний чиглэлээр 50МВт-ын хүчин чадалтай Салхитын СЦС болон Цогтцэцийн СЦС-ууд үйл ажиллагаагаа явуулж байна. Эдгээр төслөөс гадна хөдөө орон нутагт олон тооны бага чадлын салхин турбинууд байдаг. Малчин өрхүүд 2015 оны байдлаар 4000 гаруй салхины эрчим хүчний бичил систем суурилуулсан болохыг тооцоолж гаргасан [2].

Босоо тэнхлэгт салхин турбиныг ашиглан суурин газруудын эрчим хүчний хэрэглээнд ашиглах нь орчны болон агаарын бохирдлыг бууруулахад үнэтэй хувь

нэмэр оруулах шийдэл болох юм. Салхин турбины тусламжтай хэр их хэмжээний эрчим хүчийг жилийн турш гарган авах нь салхин турбиныг суурьлуулах газрын салхины энергийн нөөцтэй шууд хамааралтай. Салхины энергийн нөөцийг тооцохын тулд салхины хурд, чигийг нарийн тодорхойлж, тухайн газар аль болох их хэмжилтийг хийсэн байх шаардлагатай. Үүний үндсэн дээр салхины өдөр, сар, жилийн дундаж хурд, салхины зонхилох чиглэл салхины хурдны давтамж, түүний үргэлжлэх хугацаа, нэгж талбай дах салхины энергийн нөөц зэргийг тооцон гаргах боломжтой болдог [4].

Улаанбаатар хотод “Ус цаг уур, орчны шинжилгээний газар” Улаанбаатар хотод байрлах хэмжилтийн гурван станцын тусламжтайгаар минут тутамд орчны температур, салхины хурд, салхины чиглэл, агаарын чийглэг, орчны даралтыг хэмжиж, хэмжсэн утгаа 10 минут тутамд дунджилж тэмдэглэн авч Улаанбаатар хотын цаг уурын мэдээг боловсруулдаг байна. Бид уг судалгааны ажлын хүрээнд Улаанбаатар хотод байрлах “Улаанбаатар” станцын 2015 оны 1 сарын 1-ний өдрөөс эхлэн тус оны 12 сарын 31 хүртэл Улаанбаатар хотын орчны температур, салхины хурд, чиглэлийн мэдээг минут тутамд хэмжиж 10 минутад дундаж утгыг хэмжсэн мэдээлэлд тулгуурлан Улаанбаатар хот дах салхины эрчим хүчний нөөцийн тооцоог хийлээ.

2. Улаанбаатар хотын салхины эрчим хүчний нөөцийн тооцоо
2.1 Салхины хурдны давтамжийн тархалтын тооцоо

Вейбуллийн функцийг нэгэн тохиолдлыг Релейн функц гэж нэрлэдэг. Хэрэв Вейбуллийн функцэд байгаа хэлбэршлийн итгэлцүүрийн хэмжээ 2-той тэнцэх тохиолдолд салхины хурдны давтамжийн тархалтыг Релейн функцээр дараах байдлаар тодорхойлж болдог [3].

$$f(u) = \frac{2}{c} \cdot \left(\frac{u}{c}\right) \cdot e^{-\left(\frac{u}{c}\right)^2} \quad (1)$$

Илэрхийлэл 1-д байгаа хэмжээсийн итгэлцүүр c-ийн оронд салхины дундаж хурдыг оруулан бичвэл, салхины хурдны давтамжийн тархалт Релейн функцээр дараах хэлбэртэй байна. Үүнд:

$$f(u) = \frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{u}{v_m}\right) \cdot e^{-\frac{\pi}{4} \left(\frac{u}{v_m}\right)^2} \quad (2)$$

Энэ тохиолдолд салхины дундаж хурд ба хэмжээсийн итгэлцүүр хоёрын хоорондын хамаарал:

$$c = v_m \cdot \left(\frac{2}{\sqrt{\pi}}\right) \quad (3)$$

Релейн функцийг ашиглан тодорхойлсон Улаанбаатар хотын салхины хурдны давтамжийн тархалтын үр дүн:

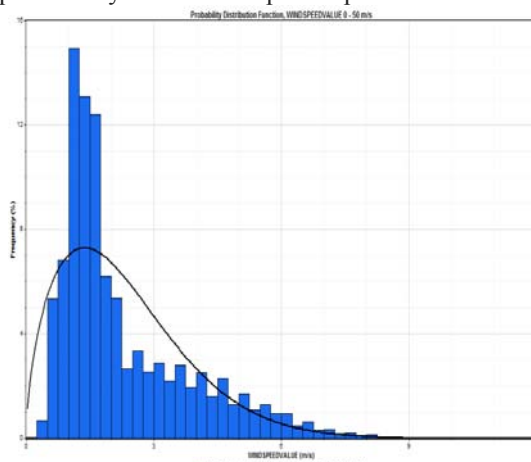
Хүснэгт 1

Улаанбаатар хотын 1-р сарын салхины хурдны давтамжийн тархалтын тооцооны дүн

U (м/с)	F(u)	F(u) %	Ne (Вт/м ²)
0	0	0	0
1	0.056	5.643	4.371
2	0.103	10.348	8.015
3	0.134	13.429	10.402
4	0.146	14.620	11.324
5	0.141	14.083	10.908
6	0.123	12.289	9.519
7	0.098	9.840	7.621

8	0.073	7.284	5.641
9	0.050	5.008	3.879
10	0.032	3.210	2.486
11	0.019	1.922	1.489
12	0	0	0

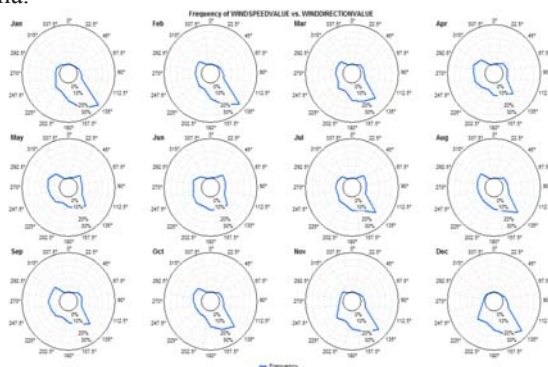
Доорх графикаар Улаанбаатар хотын сарын салхины хурдны давтамжын давтамжийг “Windographer” программын тусламжтайгаар загварчиллаа.



Зураг 1. Улаанбаатар хотын салхины хурдны давтамжын Вейбулын тархалтын жилийн явцын загварчлалын үр дүн

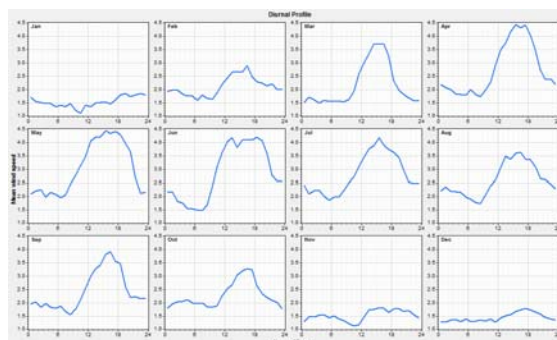
2.2 Улаанбаатар хотын салхины зонхилох чиглэл

Цаг уурын болон хэмжилтийн станцын мэдээг боловсруулахад Улаанбаатар хотын хувьд салхины чиглэл баруун хойд зүгээс зонхилдог болох нь харгагдаж байна.



Зураг 2. Салхины чиглэл Улаанбаатар станцын салхины чиглэл сар бүрээр тохиолдсон байдал

Улаанбаатар хотод жилийн турш ихэвчлэн баруун болон баруун хойд зүгээс салхи салхилдаг болох нь уг хэмжилтийн мэдээнээс харгагдаж байна.



Зураг 3. Улаанбаатар хотын сар бүрийн дундаж салхины хоногийн горим цагаар илэрхийлбэл

Улаанбаатар хотын салхины хоногийн горимын зураг 3 дээрх графикаас харахад 3-11 саруудад салхины хурд бусад саруудаас харьцангуй их буюу 12-18 цагийн хооронд 3.5-4.5 м/с хурдтай байна. Иймд эдгээр саруудад 12-18 цагийн хооронд бидний төлөвлөж буй салхин турбин илүү ашигтай ажиллах нөхцөл бүрдэнэ гэсэн үг юм.

3.Босоо тэнхлэгт салхин турбины роторын аеродинамикийн тооцоо

Босоо тэнхлэгтэй салхин турбины роторын техникийн даалгаварын өгөгдлүүдийг идеал роторын өгөгдөл сонгон авч тооцоог эхлүүлнэ. Тооцоонд дараах өгөгдлүүдийг сонгож авав.

Хүснэгт 2

Босоо тэнхлэгтэй салхин турбины техникийн даалгавар

Турбины чадал	1 кВт
Салхины дундаж хурд	10 м/с
Роторын нягтшилын коэффициент	$\sigma=0.8$
Далбангийн тоо	3
Чадлын коэффициент	$C_p=0.24$
Роторын радиус	1.25м
Роторын өндөр	3м
Роторын индукцийн фактор	$a=0.3$
Хордын урт	$c=0.2м$
Хурдлалтын тоо	$\lambda=2$

Далбангийн байршлын өнцөг $\varphi=10-360^\circ$ хооронд $N=36$ хувааж өнцөг болгон дээр давших өнцөгийг тодорхойлов. ($\varphi=20-360^\circ$ хооронд тооцоог хийж хавсралтанд оруулав.)

$\varphi=10^\circ$ үед: Бидний судалж буй салхин турбины хордын шугам турбины радиустай перпендикуляр байрлалтай тул давших өнцгийг дараах байдлаар тодорхойлно. Үүнд:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{(1-a)\cos\varphi}{\lambda+(1-a)\sin\varphi}\right) = \arctg\left(\frac{(1-0.3)\cos 10}{2+(1-0.3)\sin 10}\right) = 0.05811^\circ \quad (4)$$

Далбаанд үйлчилж буй харьцангуй салхины хурд:

$$U_{rel} = (\sqrt{\{\lambda + (1 - a)\sin\varphi\}^2 + \{(1 - a)\cos\varphi\}^2}) \cdot U = (\sqrt{\{2 + (1 - 0.3)\sin 10\}^2 + \{(1 - 0.3)\cos 10\}^2}) \cdot 10 = 20.28 \text{ м/с} \quad (5)$$

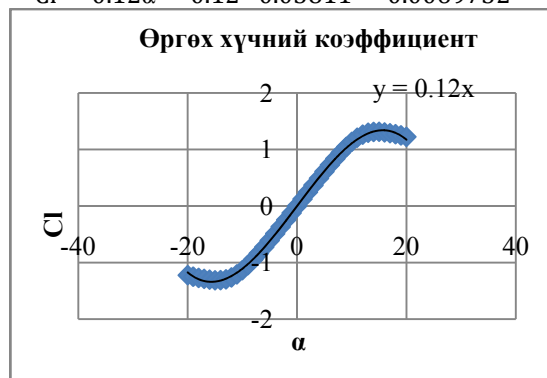
Далбаанд үйлчлэх өргөх хүчний коэффициент болон эсэргүүцлийн хүчний коэффициент:

$Re = \frac{U \cdot c}{\nu}$ тодорхойлж уг салхин турбины давших өнцөг болон өргөх хүчний коэффициентийн хамаарал, эсэргүүцлийн хүчний коэффициентийн хамаарлыг олов.

$$Re = \frac{U \cdot c}{\nu} = \frac{20.28 \cdot 0.4}{1.5 \cdot 10^{-5}} = 540728.86 \approx 600000 \quad (6)$$

Давших өнцөг нь $\alpha=0.05811^\circ$ тул $Re=600000$ тул НАСА-гаас НАСА0015 өргөх хүчний болон давших өнцгийн хамаарлын графикаас давших өнцгийн тусламжтайгаар өргөх хүчний коэффициентийг тодорхойлсон:

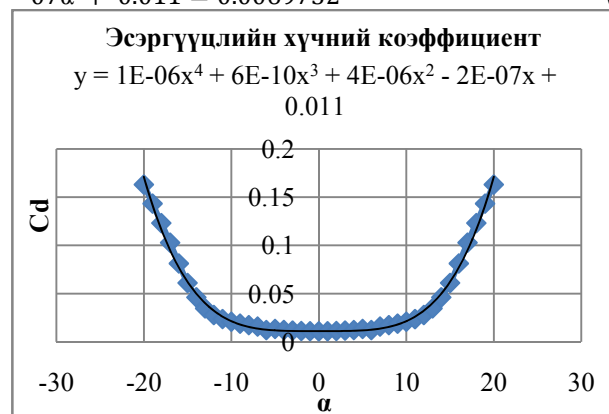
$$C_l = 0.12\alpha = 0.12 \cdot 0.05811 = 0.0069732 \quad (7)$$



Зураг 4. Салхин турбины өргөх хүчний коэффициент болон давших өнцгийн хамаарал

Давших өнцөг нь $\alpha=0.05811^\circ$ тул $Re=600000$ тул НАСА-гаас НАСА0015 эсэргүүцлийн хүч болон давших өнцгийн хамаарлын графикаас давших өнцгийн тусламжтайгаар эсэргүүцлийн хүчний коэффициентийг тодорхойлсон:

$$C_d = 1E - 06\alpha^4 + 6E - 10\alpha^3 + 4E - 06\alpha^2 - 2E - 07\alpha + 0.011 = 0.0069732 \quad (8)$$

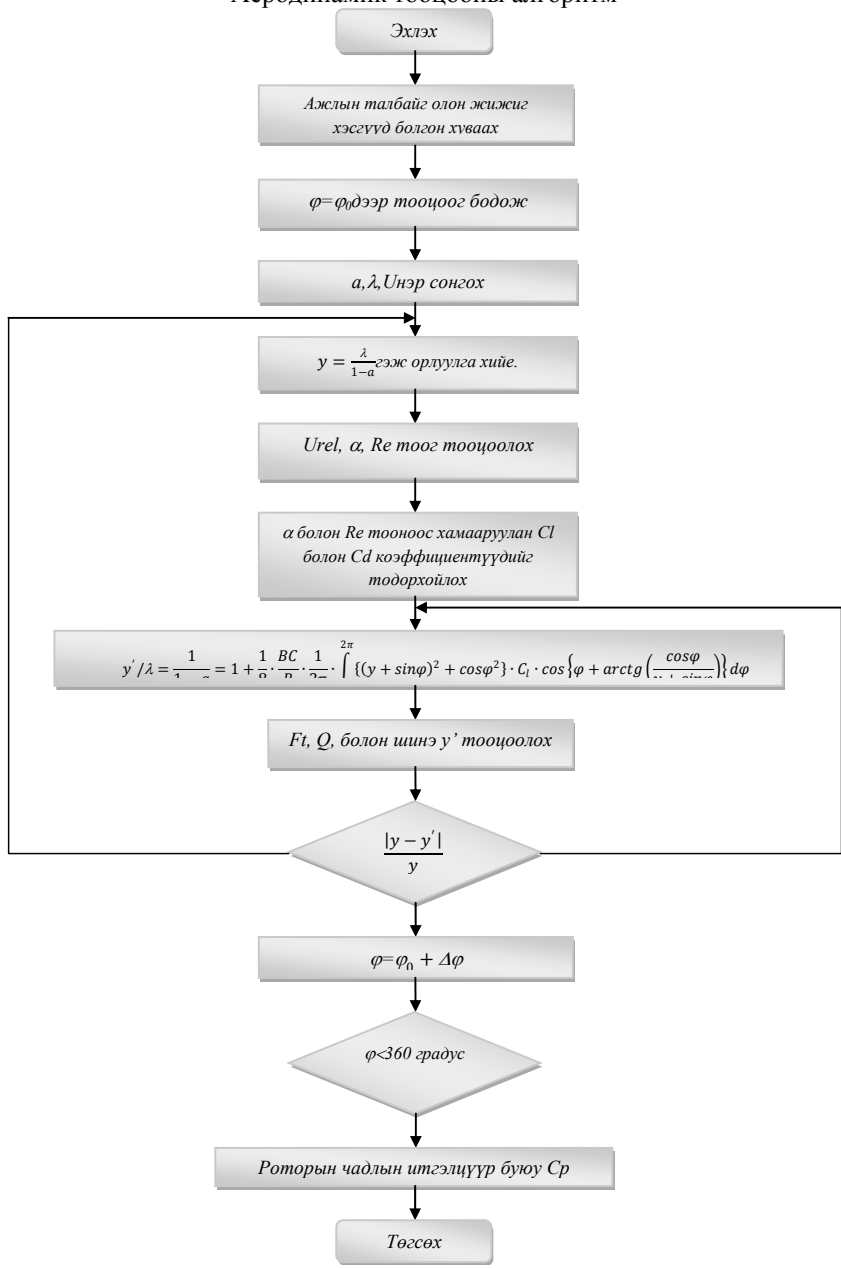


Зураг 5. Салхин турбины эсэргүүцлийн хүчний коэффициент болон давших өнцгийн хамаарал

4.Салхин турбины аеродинамик тооцооны үр дүн

Дараах илэрхийллийг бодсоноор тухайн турбины анх таамгаар авсан индукцын факторын хэмжээг зөв тодорхойлж, нэрлэсэн хурданд турбин ямар хэмжээний ашигт үйлийн коэффициенттой ажиллах болохыг тодорхойлдог.

Аеродинамик тооцооны алгоритм



Тэгшитгэлийг φ өнцөг тус бүр дээр нийт 36 удаа тооцоолж гаргаж авсан утгуудаа анхны авсан өгөгдлүүдээ өөрчлөх замаар итерациалж турбины өгөгдлүүдийг нарийвчлан гарган авдаг.

Тооцооллыг дараах дарааллын дагуу хийнэ. Үүнд

1. Далбангийн эхний байрлал буюу φ=10⁰ тооцооллыг эхлэх, хурдлалтын тоо, индукцын факторыг сонгох
2. $y = \lambda / (1 - a)$ гэсэн орлуулгыг хийе.
3. Даалгаврын уганд харгалзуулан далбааны давших өнцгийг (2) томьёогоор, харьцангуй хурдыг (3) томьёогоор, Рейнолдсийн тоо Re (1) томьёогоор тус тус тооцоолно.
4. α болон Re тооноос хамааруулж Javafoil программаас сонгосон айрфойлд харгалзах Cl, Cd коэффициентуудыг тооцоолох.
5. (6) томьёогоор шинэ y -ийг тодорхойлох
6. 5-д тодорхойлсон y -ийг 2-д тодорхойлсон y-тэй тэнцэх хүртэл итерацилах.
7. Тооцоог φ=φ₀+Δφ буюу бүх φ өнцгүүд дээр тооцоолох (тооцоог Δφ=10⁰ зайцтайгаар 36 удаа тооцоог хийсэн).

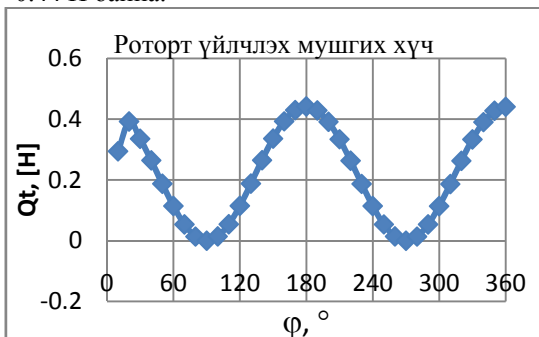
8. Роторын чадлын итгэлцүүр буюу Cp коэффициентийг тодорхойлох.

Аеродинамик тооцооллыг хийхдээ дээрх алгоритмийн дагуу Microsoft Excel программын тусламжтай хийсэн болно. Тооцоонд анхны таамгаар авсан ижил төрлийн ойролцоо чадал бүхий идеал салхин турбины өгөгдлүүдийг ашиглан тооцооллыг эхлүүлсэн. Тооцооны үр дүнд гарсан утгыг дахин анхны өгөгдөл болгон орлуулах замаар итерациан уг босоо тэнхлэгт салхин турбины индукцын фактор болон хурдлалтын тооны бодит утгыг тооцоолон гаргасан болно. Тооцооны үр дүнд аеродинамикийн хувьд хамгийн өндөр ашигт ажиллагаа бүхий салхин сэнсний аеродинамик үзүүлэлтүүдийг гарган авах нь хамгийн чухал юм.

1.25 м радиустай, 3 далбантай ротор бүтэн эргэхэд далбаанд салхинаас үйлчлэх хүчний нийлбэрийг тооцвол $F_{йлч.} = 20.3N$ болж байна. Улаанбаатар хот нь салхины хурд багатай учир салхинаас үйлчлэх хүч нь харьцангуй бага байгаа бөгөөд ийм төрлийн сэнсийг салхины хурд ихтэй газар суурьлуулбал салхинаас

роторт үйлчлэх хүч ихэсч тухайн роторын ашигт ажиллагаа сайжрах боломжтой юм.

Ротор дээр үүсэх шүргэгч хүч буюу тангенциал хүчийг тодорхойлоход нэгж урттай далбаа бүрийн хувьд $0 \div 0.05 \text{ Н}$ байна. Далбаа бүтэн эргэхэд салхинаас $F_{\text{йлч}} = 20.3 \text{ Н}$ үйлчилж буй роторт далбангийн байршлаас хамаарч далбанд үйлчлэх мушгих хүчний үйлчлэлийг тооцсон. Роторт үйлчлэх мушгих хүч $Q = 0 \div 0.44 \text{ Н}$ байна.

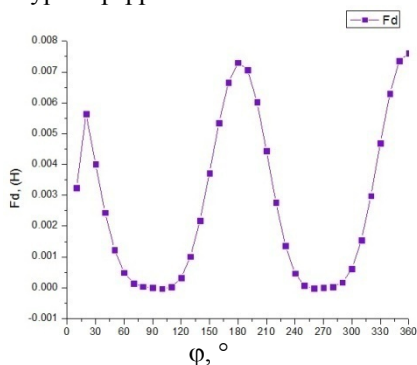


Зураг 7. Далбангийн байршлаас хамаарч роторт үйлчлэх мушгих хүч

Роторын нэг удаа эргэлдэхэд түүнд үүсэх дундаж чадлын хэмжээг тодорхойлоход 3.6 Вт байсан нь салхины бага хурдны үйлчлэл уг сэнсийг суурьлуулсан газар зонхилж байгаатай холбоотой юм.

Роторт үйлчлэх эсэргүүцлийн хүчийг тодорхойлоход далбангийн байршлаас хамаарч салхины үйлчлэлээр далбан дээр ирж буй эсэргүүцлийн хүчний хэмжээ $-2.5 \cdot 10^{-5} \div 0.0076 \text{ Н}$ хооронд хэлбэлзэж буй бөгөөд дунджаар далбанд 0.0027 Н хүч үйлчилж байна. Бидний судалж буй босоо тэнхлэгт даррейгийн салхин турбин нь өргөх хүчний үйлчлэл дээр ажилладаг тул далбанд үйлчилж буй энэхүү эсэргүүцлийн хүчний хэмжээ аль болох бага байвал зохино. Бидний тооцоогоор олсон энэхүү эсэргүүцлийн хүч бодит нөхцөлд салхины саадаас үүссэн турбулент урсгал болон бусад үйлчлэх хүчнүүдээс хамаарч арай их хэмжээтэй байж болох юм.

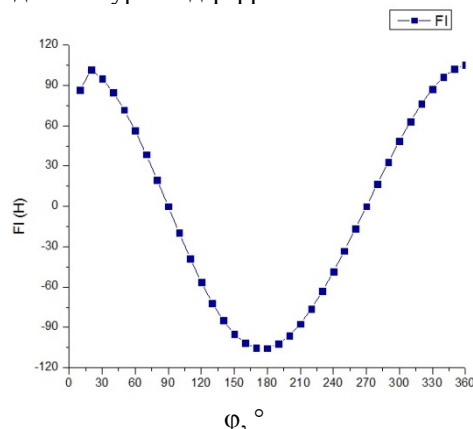
Эсэргүүцлийн хүчний үйлчлэл далбангийн байршлаас хамаарч хэрхэн хувьсаж буй тооцооны үр дүнг доорх зурагт үзүүлэв.



Зураг 8 Далбангийн байршлаас хамаарч роторт үйлчлэх эсэргүүцлийн хүч

Роторт үйлчлэх өргөх хүчийг тодорхойлоход далбангийн байршлаас хамаарч салхины салхины үйлчлэлээр далбан дээр ирж буй өргөх хүч $-105 \div 105 \text{ Н}$ хооронд байна. Энэ нь салхины үйлчлэлээр далбан зарим тохиолдолд аеродинамикийн ашиггүй байрлалд орж өргөх хүч үүсэхгүй байгаа бөгөөд харин зарим байршил өргөх хүч ихээр үүсч байгаа юм.

Өргөх хүч их үүсэх тусам ийм төрлийн салхин турбины ашигт ажиллагаа дээшилдэг байна. Салхины үйлчлэлээр бидний судалж буй салхин турбин дээр өргөх хүч далбангийн байршлаас хамаарч хэрхэн өөрчлөгдөхийг зураг 8-д үзүүлэв.



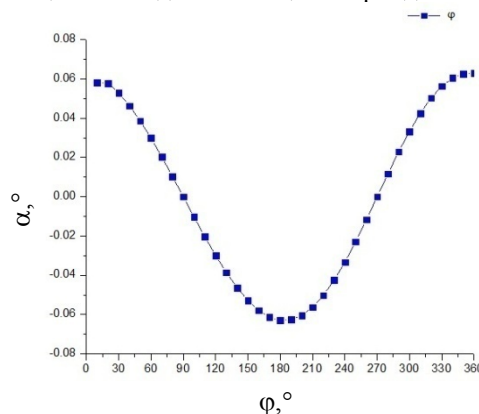
Зураг 9. Далбангийн байршлаас хамаарч роторт үйлчлэх өргөх хүч

Бидний судалж буй салхин турбиныг Улаанбаатар хотод байрлуулахаар төлөвлөж буй бөгөөд тус газарт салхины бага хурд зонхилдог учир салхин турбинд үйлчлэх өргөх хүчний үйлчлэл бага үүсч байна. Салхины хурд ихтэй газар уг турбиныг суурилуулбал далбан дээр үүсэх өргөх хүчний хэмжээ ихэсэх боломжтой юм.

Салхины үйлчлэлээр сэнсний далбан тойрч эргэхэд зарим газар нь салхи эсэргүүцлийн хүч үүсгэдэг бол зарим газраа салхины эрч нэмэгдэж C_p чадлын факторынх нь хэмжээ ихэсдэг байна.

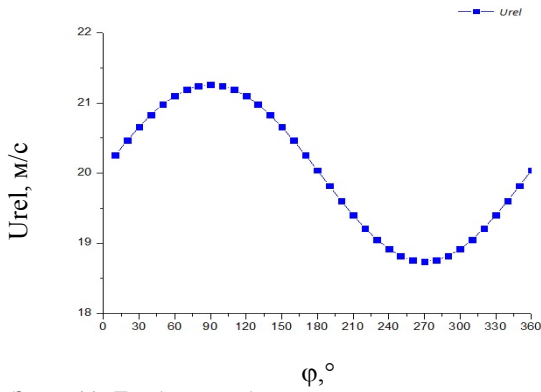
Далбааны давших өнцгийг $\alpha = \text{tg}^{-1} \left[\frac{(1-a)\cos\phi}{\lambda+(1-a)\sin\phi} \right]$ томъёогоор далбааны салхины чиглэл болон далбангийн эргэлдэх хавтгайн хооронд үүсдэг ϕ өнцгийг нийт 36 удаа хувааж зайц тус бүр дээр далбангийн давших өнцгийг тодорхойлсон.

Далбааны үзүүрийн хэсэг дээрх харьцангуй салхины чиглэл ба далбангийн эргэлдэх хавтгай хоорондын үүсгэх өнцөг болон давших өнцөг хоорондын хамаарал:



Зураг 10. Бидний судалж буй салхин турбины салхины чиглэл ба далбангийн эргэлдэх хавтгай хооронд үүсгэх өнцөг болон давших өнцгийн хамаарлын график

Салхин турбины нэг далбан тэнхлэгийн дагуу бүтэн эргэхэд тухайн далбангийн давших өнцөг дээрх графикийн дагуу хэлбэлздэг байна.



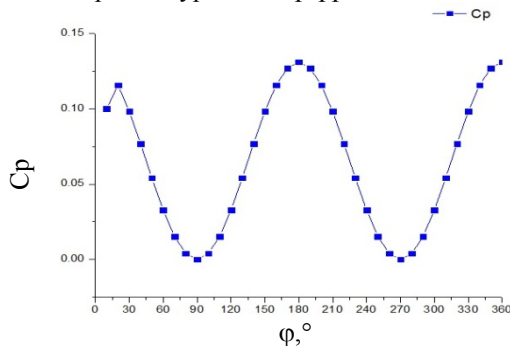
Зураг 11. Далбангийн байршлаас хамаарч ротор дээрх харьцангуй хурдны өөрчлөлт

Тооцооллын үр дүнд судалж буй салхин турбины аеродимникийн хувьд хамгийн өндөр үзүүлэлтүүдийг ашиглан тухайн салхин сэнсний далбангийн байршлаас хамаарч роторын эргэх харьцангуй хурд 18÷21 м/с байсан ба ижил чадалтай салхин турбинтай ойролцоо харьцангуй хурдтай байна. Хурдлалтын тоо нь аль болох их байх тусам тухайн салхин турбины ашигт ажиллагаа дээшилдэг байна.

Уг салхин турбины чадлын итгэлцүүрийг далбангийн байршил бүр дээр:

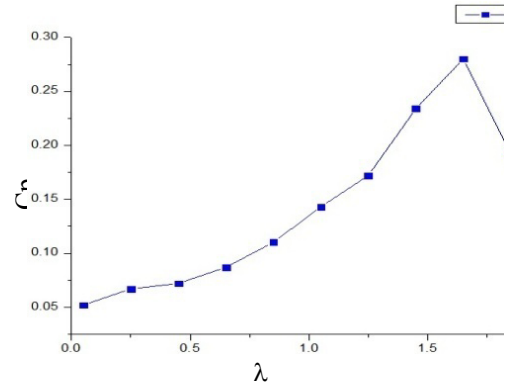
$$C_p = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot \frac{BC}{R} \int_0^{2\pi} \left[\frac{U_{rel}}{U} \right] \cdot C_1 \cdot \sin\alpha \left[1 - \frac{C_d}{C_1 + \tan\alpha} \right] \cdot d\varphi$$

томъёогоор тодорхойлсон. Аеродинамик тооцооны үр дүнд далбангийн байршлаас хамаарч чадлын итгэлцүүр хэрхэн хамаарахыг зураг 12-д үзүүлэв.



Зураг 12. Далбангийн байршлаас хамаарч далбангийн чадлын итгэлцүүрийн өөрчлөлт

Аеродинамик тооцооны хамгийн ашигтай үзүүлэлтүүдэд харгалзах чадлын итгэлцүүр далбангийн байршлаас хамаарч $C_p = 1.6 \div 0.13$ хооронд хэлбэлзэж байгаа. Чадлын итгэлцүүр далбангийн зарим байршилд хасах утгатай гарч байгаа нь салхины үйлчлэлийн чигтэй холбоотой бөгөөд салхины дагуу чигт далбан байрласан тохиолдолд өргөх хүч далбан дээр их үүсч тухайн хэсэг дээрх чадлын итгэлцүүр өндөр гарч эсрэг тохиолдолд эсэргүүцлийн хүчний үйлчлэлээр далбангийн хөдөлгөөн удааширдагтай холбоотой юм. Аеродинамик тооцооллыг хийж түүний дараа далбангийн хурдлалтын тооны өөр өөр утгуудад судалж буй салхин турбины чадлын итгэлцүүр хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг зураг 13-г харуулав.

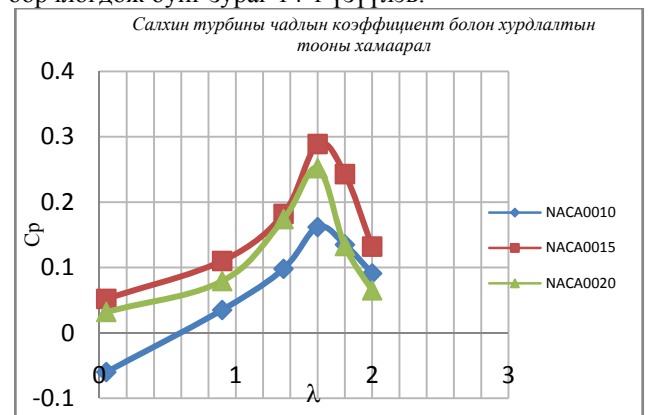


Зураг 13. Чадлын итгэлцүүр болон роторын хурдлалтын тооны хамаарал

Уг салхин сэнсний чадлын коэффициент хурдлалтын тооноос хамаараад зураг 3.4-дээрх хамааралтай байх бөгөөд хурдлалтын тоо 1.6 байхад уг турбин хамгийн өндөр АҮК-той ажиллахаар байна. Иймд уг турбины хурдлалтын тоог 1.6-р сонгож аеродинамик тооцооллыг хийхэд $C_p = 0.289$ гарсан.

Далбангийн хөндлөн огтлолын NACA0010, NACA0015, NACA0020 айрфойлуудыг ашиглан уг салхин турбины аеродинамик тооцооллыг хийхэд тооцооны үр дүнд уг айрфойлуудаар хийсэн салхин турбин Улаанбаатар хотод аль нь илүү үр ашигтай болохыг харьцуулан тооцооллыг хийсэн.

Тооцооллыг NACA0010, NACA0015 болон NACA0020 айрфойлууд дээр хийхэд эдгээр айрфойл бүхий бидний судалж буй салхин сэнсний чадлын итгэлцүүр хурдлалтын тооноос хамаарч хэрхэн өөрчлөгдөж буйг зураг 14-г үзүүлэв.



Зураг 14. NACA0010, NACA0015, NACA0020 айрфойлуудын чадлын итгэлцүүрийн харьцуулалт

NACA0015 айрфойл нь Улаанбаатар хотод аеродинамикийн хувьд хамгийн өндөр ашигтай ажиллах нь тооцооны үр дүнгээс харагдаж байна. Иймд судалж буй салхин турбины айрфойлыг тооцооны үр дүнгийн үндсэн дээр NACA0015 айрфойлоор хийхээр сонгож авсан болно.

Аеродинамик тооцооны үр дүнд Улаанбаатар хотын цаг уурын нөхцөлд тохирсон аеродинамикийн өндөр ашигт ажиллагаатай босоо тэнхлэгт бага чадлын салхин сэнсний аеродинамик үзүүлэлтүүдийг гаргаж авсан.

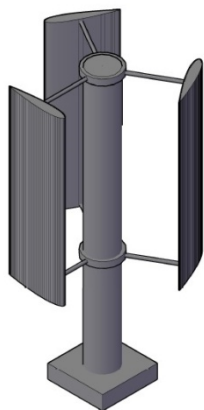
Хүснэгт 3

Аэродинамик тооцооны үр дүнд гарсан салхин турбины үзүүлэлтүүд

Турбины чадал	1 кВт
Салхины дундаж хурд	10 м/с
Роторын нягтшилын коэффициент	$\sigma=0.8$
Далбангийн тоо	3
Чадлын коэффициент	$C_p=0.289$
Роторын радиус	1.25м
Роторын өндөр	3м
Роторын индукцийн фактор	$a=0.13$
Хордын урт	$c=0.4м$
Хурдлалтын тоо	$\lambda = 1.6$

Тооцооллын хийж гарсан үр дүнгээр Улаанбаатар хотын цаг уурын онцлогт тохирсон салхины бага хурданд ажиллах чадвартай босоотэнхлэгт салхин турбины харагдах байдлыг зураг 15-д үзүүлэв.

Тооцооны үр дүнгийн параметруудийг ашиглан босоо тэнхлэгт салхин турбиныг autocad программыг ашиглан зурав.



Зураг 15. Босоо тэнхлэгт салхин турбины харагдах байдал ДҮГНЭЛТ

Улаанбаатар хотын хувьд салхины бага хурд зонхилдог болох нь Улаанбаатар хотын салхины хэмжилтийн мэдээнээс харагдсан төдийгүй Улаанбаатар хотын цаг уурын нөхцөл, салхины хурданд

БАГА ЧАДЛЫН УС ХАЛААХ ЗУУХНУУДЫН БАЙГАЛЬ ЭКОЛОГИД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА

Д.Лхагвасүрэн*, С.Батмөнх*, Б.Одонхишиг*

*Дулааны техник, үйлдвэрлэлийн экологийн хүрээлэн

Хураангуй. Улаанбаатар хотын хэмжээнд бие даасан халаалтын системд ашиглагдаж байгаа 160 гаруй зуухны газрын 273 ширхэг бага, дунд чадлын ус халаах зуухнуудын ажиллаж байна. Эдгээр зуухнуудаас утааны хийтэй хаягдаж байгаа бохирдуулагч нэгдлүүдийг шүүх төхөөрөмжтэй газрууд цөөхөн байна. Иймд эдгээр зуухнуудын өнөөгийн байдалд үнэлэлт дүгнэлт өгч түүнийг бууруулах боломжийг судлав.

Түлхүүр үг. Эрүүл мэнд, үнс тоосонцор баригч.

тохирсон босоо тэнхлэгт салхин энсний судалгаа манайд одоогийн байдлаар хийгдээгүй байна. Судалгааны ажлын хүрээнд салхин турбины аэродинамик тооцооллыг хийхэд NASA0015 загварын айрфойлтой, 3 далбантай, 0.4м-ийн хордын урттай, 0.113 индукцын фактортой, 1.25м-ийн радиустай, 3м-ийн өндөр далбантай, 1.6 хурдлалтын тоотой, 10м/с салхинд 28.9% чадлын коэффициенттэй ажиллах салхин турбин Улаанбаатар хотын байгаль цаг уурын онцлогт тохирсон, аэродинамикийн хувьд хамгийн өндөр ашигтай болох нь тооцооны үр дүнгээс харагдсан. Бидний тооцоолон боловсруулсан шулуун далбантай, босоо тэнхлэгтэй, бага чадлын салхин турбиныг цаашид Монгол орны суурин газрын өрхийн цахилгаан хэрэглээнд болон гудамж талбайн гэрэлтүүлгэнд ашиглах нь хийцийн хувьд энгийн, байгаль орчинд хор хөнөөлгүй, эдийн засгийн хувьд хямд зардлаар үйлдвэрлэн ашиглах бүрэн боломжтой хэмээн үзэж байна. Энэхүү салхин энсийг үйлдвэрлэж, хэрэглээнд нэвтрүүлэх нь манай улсын сэргээгдэх эрчим хүчний хөгжилд тодорхой хувь нэмэр оруулахуйц техникийн шийдэл болох төдийгүй эдийн засаг, экологийн өндөр үр ашигтай гэж үзэж байна.

Ашигласан материал

1. Монгол улсын сэргээгдэх эрчим хүчний үндэсний төв, АНУ-ын сэргээгдэх эрчим хүчний лаборатори, “Монгол улсын сэргээгдэх эрчим хүчний нөөц” хамтарсан тайлан, х3-4, 2007 он.
2. IRENA-Олон улсын сэргээгдэх эрчим хүчний ассоциаци, Mongolia report 2016-Монгол орны сэргээгдэх эрчим хүчний өнөөгийн байдал 2016 тайлан, х-17, 2016 он.
3. J.F Manwell, J.G Megowan, “Wind energy explained”, х 156-158, 2009 он.
4. М.Лигдэн, О.Бавуудорж, Салхины энерги 1, х 36-38, 2008 он.
5. Piotr Michalak, Jacek Zimny: Wind energy development in the world, Europe and Poland from 1995 to 2009; current status and future perspectives.
6. [Renewable and Sustainable Energy Reviews](#) p.15, 2011 он.

I.ОРШИЛ

1990-ээд онд Монгол улс эдийн засгийн шинэ харилцаанд шилжсэнээр хотжилтын үйл явц хөдөлмөрийн болоод бүтээгдэхүүний зах зээлтэй уялдаж өөрчлөгдөх шинэ нөхцөл байдал үүссэн. Энэ нь Улаанбаатар хотын хүн амын төвлөрлийг төлөвлөж байснаас хэт ихээр нэмэгдүүлсэн. Үүний үр дүнд Улаанбаатар болон олонх аймгийн төвд амины орон сууц, гэр хорооллууд өргөжин дулаанжуулалтын ба төвлөрсөн халаалтын системд холбогдоогүй бие даасан халаалттай орон сууцнуудын тоо эрс өсөх болсон.

Тэдгээр өргөжин тэлсээр буй гэр хорооллын айл өрхүүдийн хүн амын тоо ихсэх болсноор түүнийг дагаад тэдгээр иргэдэд зориулсан сургууль, цэцэрлэг, хороо өрхийн эмнэлэг, цагдаагийн хэсэг гэх мэт төрийн үйлчилгээний байгууллагаас эхлээд дэлгүүр, гуанз, халуун ус үсчин гэх мэт бие даасан дулааны эх үүсвэртэй үйлчилгээний төвийн барилга, объектууд олноор нэмэгдэх шалтгаан болж байна.

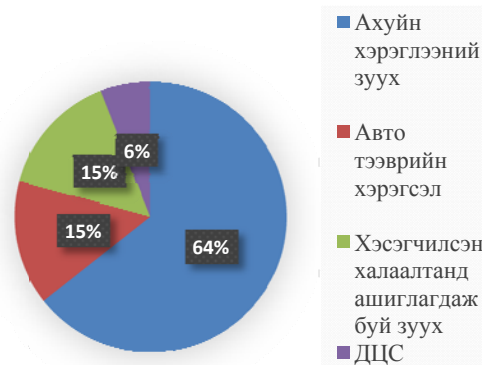
Миний судалгааны чиглэл нэг өрхийн дулааны хэрэгцээнээс их, дулааны станцтай харьцуулах юм бол бага чадлын боловч тусгайлан галч ажиллуулдаг бие даасан болон хэсэгчилсэн дулаан хангамжид хэрэглэгддэг бага оврын ус халаах зуухнуудын өнөөгийн байдлыг судлаж тэдгээрийг Улаанбаатар хотын хэмжээнд ямар түвшинд байгааг тодотгон, байгаль экологид үзүүлж буй сөрөг үр дагаварыг нарийвчлан тогтоожтодорхой дүгнэлтэнд хүрэх зорилт тавьсан. Дээр дурьдсанчлан нийслэл хотын төвийн бүсээс бусад хэсгүүдэд хотын төвлөрсөн дулаан хангамжинд холбогдох боломжгүй барилга, объектуудын дулааны хэрэгцээг хангах олон хувилбар байдаг ч эдийн засгийн болон бусад хүчин зүйлээс хамаарч хатуу түлшээр галладаг зуухыг түгээмэл ашигладаг.

II. СУДАЛГАА

1. Улаанбаатар хотын өнөөгийн байдлын судалгаа:

Улаанбаатар хотод 2016 оны байдлаар 352814 өрх оршин сууж байгаагаас гэр хороололд нийт айл өрхийн 57.9% буюу 204161 өрх, үүний 45% нь гэрт, 55% нь байшинд амьдардаг. Барилгажсан орон сууцны хороололд 42.1% буюу 148181 өрх амьдарч байна. Мөн статистикийн мэдээ баримтаас үзэхэд жилд дунджаар 10000 гаруй өрх нийслэл хотод шилжин ирдэг. Сүүлийн жилүүдэд бий болсон зах зээлийн төвлөрлийг даган хотын хүн амын тоо төлөвлөснөөс хавьгүй илүү хурдацтай өсөн нэмэгдэж суурьшлын бүс, тэр дундаа амины орон сууцны хороолол урьд өмнө байгаагүй хэмжээгээр өргөжин тэлсээр байна. Одоо Улаанбаатар хотын суурьшлын бүс 22.4 мян.га байна. Үүнээс: барилгажсан талбай 12.3 мян.га, гэр хороолол 4.1 мян.га, нийтийн эзэмшлийн талбай 6.0 мян. га, зүлэгжүүлсэн талбай 3.78 мян.га болоод байгаа юм [1].

Улаанбаатар хотын агаар түлшний шаталтаас ялгарах бүтээгдэхүүнээр бохирдоход дараах утаа гаргадаг эх үүсвэрүүд нөлөө үзүүлж байна. Агаарын бохирдлын гол эх үүсвэрт гэр хорооллын 204161 айл өрхийн хэрэглэж буй хатуу түлшээр ажилладаг гэрийн зуух (50%), 321159 авто тээврийн хэрэгсэл (20%), төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд холбогдоогүй нийгэм ахуйн болон орон сууцны барилгыг халаадаг 2000 гаруй бага болон дунд чадлынусан халаалтын зуух (10%) хамаарагдаж байна. Эдгээрт жилдээ 5706.7 орчим тонн түүхий нүүрс, 240 мянга гаруй м³ мод, 90000 мян. т шингэн түлш хэрэглэдэг. Харин ТЭХС-ийн цахилгаан, дулааны эх үүсвэр болох нийслэл хотод байрласан гурван дулааны цахилгаан станцын агаарын бохирдолд үзүүлж буй нөлөөлөл бага (6%) ажээ.



Зураг 1. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын эх үүсвэрүүд

Гэр хорооллын өрхийн халаалтад өргөнөөр ашиглагдаж буй хатуу түлшээр (нүүрс) ажилладаг уламжлалт аргаар зохион бүтээгдсэн уг зуухнууд дутуу шаталт ихтэй байгаа нь айл өрхийн нүүрсний зардлын хэмжээг ихэсгээд зогсохгүй хотын агаарын бохирдлын хамгийн том эх үүсвэр болоод байна. Мөн амины орон сууцны байшингуудын нам даралтын төрөл бүрийн ус халаах зуухнуудгэрийн зуух шиг агаарын бохирдолд нэлээд хувь эзэлсээр байна.

2. Бага чадлын ус халаах зуухнуудын судалгаа

Бид судалгааны объект болгон төвлөрсөн халаалтад холбогдох боломжгүй бие даасан халаалтын системтэй барилгын халаалтанд ашиглаж буй 100-800кВт-ын хүчин чадалтай ус халаах зуухнууд хамаарагдна.

Улаанбаатар хотод ашиглаж буй 0.1-0.8 МВт хүчин чадалтай зуухнуудадашигт үйлийн коэффициент (АҮК) болон утааны хийн цэвэрлэгээтэй эсэх талаар судлаж судалгааг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Хүснэгт 1

УХЗ-ны судалгаа

№	Зуухны марк	АҮ К%	Утааны цэвэрлэгээ бий эсэх	Үйлдвэрлэсэн улс
1	HP18-54	45	Үгүй	Монгол Одкон цех
2	БЗУИ-100	45	Үгүй	Монгол
3	ДТХ-0.7	70	Үгүй	Монгол
4	Carborobot	80	Тийм /X/	Унгар
5	CLSG	55	Үгүй	Хятад
6	Viadrus	83	Үгүй	Чех
7	HP-30ж	65	Үгүй	Монгол, Одкон
8	MDZ 60	65	Үгүй	Монгол, Мон дулаан ХХК
9	M3-1500	70	Үгүй	Монгол
10	KB3-60-ОУР	75	Үгүй	ОХУ
11	CMNG	60	Тийм/X/	Хятад
12	WWGS	65	Үгүй	Хятад
13	RGB	78	Үгүй	Хятад
14	ЭКО-500	60	Үгүй	Унгар
15	DLIRSH-170	60	Үгүй	Япон
16	DZL	70	Тийм/Н/	Хятад
17	RJ 18	35	Үгүй	Хятад
18	BNEB	70	Үгүй	Монгол
19	LSH	73	Үгүй	Хятад
20	KWZ	75	Үгүй	ОХУ
21	Дорнодын илч	65	Үгүй	Монгол
22	BZZZ	50	Үгүй	ОХУ-Монгол
23	JM-13-034	60	Тийм/X/	Хятад
24	GLSGO7-85/60-A	65	Үгүй	Хятад
25	МУХТ	68	Үгүй	Монгол
26	YKL-1	64	Үгүй	Хятад

27	Fluton-0.7	70	Үгүй	Хятад
28	CWNC	67	Үгүй	Хятад
29	SHG-0.35	65	Тийм/Н/	Хятад
30	МонголТК-0.7	70	Тийм/Х/	Монгол
31	KCR-300	70	Үгүй	Солонгос
32	ШГ-гар хийц	55	Үгүй	Монгол
33	ТККZ-200	75	Үгүй	Серб
34	LSG	68	Үгүй	Хятад
35	Экоэффект	70	Тийм/Х/	Чех
36	Dakon	75	Тийм/Х/	Чех

Судалгаанд хамрагдсан зуухнуудаас 28% нь Монгол, 36% нь Хятад, 14% нь Унгар, 10% нь Чех, үлдсэн 12% нь бусад улс орнуудад үйлдвэрлэгдсэн байна.

Дээрх тоон үзүүлэлтээс харахад япон улсын хэрэгжүүлж буй төслийн шугамаар баригдсан ерөнхий боловсролын сургуулийн барилгад суурилуулсан CMNG 0.35, DZL маягийн Хятад зуух, Чех улсад үйлдвэрлэсэн Дакон, Экоэффект, Унгар улсын Карборот зуухнууд утаанаас үнс барих төхөөрөмжтэй, бусад ихэнх зуухнууд утааны хий дэх үнс тоосны жижиг хэсгүүдийг барих төхөөрөмжгүй өөрөөр хэлбэл шаталтаас үүссэн хорт нэгдлүүд ямарч хяналтгүйгээр агаар мандалд хаягддаг.

Иймд бид бие даасан халаалтанд ажилладаг зуухны газрууд нь ажиллагааны явцдаа ямар хэмжээний дулаан үйлдвэрлэдэг, түлшний зарцуулалт, шаталтаас үүссэн утааны хийн нийт ялгаралыг туршилт судалгаагаар тогтоож, уг утааны хийтэй агаарт хаягдаж байгаа бохирдуулагч бодисуудыг тухайн төрлийн зуух болон ашиглаж байгаа түлшний шинж чанараас хамааруулан талаас нь хийсэн судалгаануудад тулгуурлан цаашид авах арга хэмжээг боловсруулахыг зорив.

Нэг зуухны газарт ихэвчлэн 1-2 зуух, зарим тохиолдолд 3-4 зуух суурилагдсан байдаг. Хотын хэмжээнд нийт зуухнуудын нийлбэр суурилагдсан чадал 140 Гкал/ц ба энэ нь тооцоот ачаалалаас (47.3 Гкал/ц) 3 дахин их байна. Эдгээр зуухнуудын үр ашгийн түвшин, тухайлбал АҮК дунджаар 0.5-0.6 хооронд байгаа нь стандартаас бага үзүүлэлт юм. Гэхдээ халаалтын зуухны газруудыг хувьчилснаар зарим өөрчлөлтүүд, тухайлбал харьцангуй үр ашиг өндөртэй, орчин үеийн хийц, технологи бүхий гадаадын нилээд зуухыг шинээр суурилуулан ашиглаж эхэлсэн.

Халаалтын зуухны үр ашиг доогуур байгаа шалтгаан нь ажиллуулж байгаа хүмүүсийн мэдлэг чадвар муу байгаагаар холбоотой байгаа хэдий ч мөн уг зуухны хийц, ажиллагаанаас ихээхэн хамаарч байгаа юм. Сургууль, цэцэрлэг зэрэг хэд хэдэн байгууллагуудыг төвлөрсөн байдлаар дулаанаар хангах зориулалт бүхий зууханд тавигдах шаардлагыг “0.1-4.2 МВт хүртэл чадалтай ус халаах зуух. Улсын стандарт Техникийн ерөнхий шаардлага. MNS 5043:2016” гэсэн улсын стандартад заасан гар ажиллагаатай, хагас механикжсан болон механикжсан галын хотолтой хүрэн нүүрсээр ажиллаж гангаар хийсэн зуухны техникийн нэрлэсэн чадлыг 0.1, 0.163, 0.233, 0.40, 0.60, 0.8 МВт хэмжээнд, хэлбэлзэх хэмжээ ±10%, АҮК 75%-аас доошгүй байхаар заасан байна [2]. Одоогийн ашиглагдаж байгаа ихэнх зуухнуудын АҮК стандартын шаардлагыг хангахгүй байна. Зуухны иж бүрдэлд хаалт, тохируулах арматур, галын хотлын гарнитур, усны хянах хэмжих хэрэгсэлүүд, хамгаалах хавхлага, үлээх, сорох төхөөрөмж, тэдгээрийн техникийн паспорт, дулааны

аэродинамик, гидравлик, бат бөхийн тооцоо, угсралт, ашиглалтын заавар зэрэг баримт бичиг иж бүрэн байхаар заасан боловч ашиглагдаж байгаа зарим зууханд бүрдэл дутуу байна. Судалгааны явцад хяналтгүйн улмаас зарим зуухнуудад суурилагдсан үнс, тоосонцор барих тоног төхөөрөмж эвдэрч гэмтсэн, ажиллахгүй байсан.

Бага чадлын ус халаах зуух (БЧУХЗ)-нуудын нэг халаалтын улиралд үйлдвэрлэх дулааны хэмжээ, нүүрсний хэрэглээ, зардлыг хотын төвийн дүүргүүдээр харуулав.

Хүснэгт 2

Бие даасан дулааны эх үүсвэр түлшний зардын судалгаа.

Дүүрэг	Дулааны		Түлшний	
	Q, Гкал/ц	N, Гкал/ц	B, т/ц	Зардал сая ₮
Хан-Уул	16,4	42,8	23,3	787,0
Баянзүрх	17,1	44,5	23,5	606,5
Сонгинохайрхан	5,8	15,2	6,6	407,2
Сүхбаатар	2,7	7,2	3,4	180,3
Чингэлтэй	4,8	12,6	9,4	543,2
Баянгол	0,3	930,0	470,0	21,1
Дүн	47,3	123,2	66,643,8	2,545,3

* Эх сурвалж Агаар.mn сайт.

Судалгаанаас харахад халаалтын 1 улиралд дулааны ачаалал 47.35 Гкал/ц, нүүрсний хэрэглээ 66.6 мян.т байна.

Ашиглагдаж байгаа зуухнуудад утааны хий цэвэрлэх, үнс барих төхөөрөмж ихэнх зууханд байхгүй байгаа нь агаарын бохирдлыг бий болгох томоохон хүчин зүйл юм.

Бие даасан халаалтын системийн зуухнаас цаг ба хоног тутам ялгарах утааны хэмжээг сар тутам дүүргээр тооцоход зуухнуудад дунджаар цаг тутам 13-17 тонн нүүрс шатааж байв [3]. Хамгийн их нүүрс шатаадаг Сонгинохайрхан, Баянзүрх ба Хан-Уул дүүрэг юм. Дүүргүүдийн бие даасан халаалтын системд хэрэглэгдэж буй бага дунд чадлын халаалтын зуухны тоо:

- Баянгол- 7 ш
- Баянзүрх- 83 ш
- Сүхбаатар- 17 ш
- Сонгинохайрхан- 36 ш
- Чингэлтэй- 26 ш
- Хан-Уул- 37 ш

Бие даасан халаалтын зуухны газруудаас өвлийн улиралд хоног тутам дунджаар 5.3-8.0 саям³ утаа ялгарч байна. Утааны найрлага дотор нүүрсхүчлийн давхар исэл СО, азотын исэл NO_x, SO₂, дэгдэмхий үнс мөн агуулагдана.

Дээрх зуухнуудаас хоног тутам ялгарах утааны хэмжээг идэвхтэй галлагаа хийгддэг саруудаар ангилан гаргасан дундаж үзүүлэлт.

Хүснэгт 3

Хоногт ялгарах утааны хэмжээ

Дүүрэг	Сарууд, сая нм ³				
	XI	XII	I	II	III
Хан-Уул	2.40	2.70	3.00	2.64	2.00
Баянзүрх	2.16	2.80	2.96	2.80	1.97
Сонгинохайрхан	0.77	0.91	0.10	0.94	0.72
Сүхбаатар	0.40	0.51	0.53	0.50	0.36
Чингэлтэй	0.60	0.76	0.80	0.77	0.52
Баянгол	0.06	0.09	0.08	0.05	0.05
Дүн	6.39	7.77	8.47	7.70	5.62

Үүнээс харахад утааны хийтэй ялгараххорт нэгдлүүдийнхэмжээ Хан-Уул дүүргээр жишээ аван 11-р сардхэдий хэмжээтэй байгааг тооцвол: Хоног тутам угаарын хий 3.6т, азотын исэл 0.36т, хүхрийн исэл 0.3т, тоосонцор 2.6т ялгарч байна. Дээрх тооцооллыг судалгаа хийгдсэн саруудын хоног тутамд ялгаруулж байгаа хорт бодисын хэмжээг нүүрсний шинж чанарт тулгуурлан дүүрэг тус бүрээр үзүүлж болно.

Хүснэгт 4

Хоногт ялгарах агаар бохирдуулагч нэгдлүүд [4]

Бохирдуулагч нэгдлүүд	11-р сар	12-р сар	1-р сар	2-р сар	3-р сар
CO, т/хон	9.45	11.55	12.0	11.47	8.00
NO _x , т/хон	0.94	1.15	1.20	1.15	0.78
SO ₂ , т/хон	0.63	0.77	0.80	0.76	0.52
TSP, т/хон	6.90	8.40	8.80	8.40	5.80
Дүн	17.92	21.87	22.80	21.78	15.10

* Эх сурвалж Агаар.mn сайт.

Дулааны эх үүсгүүрүүдээс агаар мандлыг бохирдуулах бодисуудын хэмжээг тодорхойлох, бууруулах талаар БЧУХЗ-ны яндангаар гарах утааны найрлага дахь агаар бохирдуулах бодисын (CO, NO_x, SO₂, тоосонцор) хүлцэх дээд хэмжээг MNS 5043:2016² улсын стандартад:

CO	9800 мг/нм ³
NO _x	700 мг/нм ³
SO ₂	1200мг/нм ³
TSP	130мг/нм ³
PM2.5	100 мг/нм ³ заасан байдаг.

Дээрх судалгаануудаас гадна 2016 онд ЖАЙКА-ын техникийн хамтын ажиллагааны төслийн хүрээнд хотын хэмжээнд ДЦС-ууд, Ус халаах зуухууд, БЧУХЗ-ууд, гэрийн зуухнуудад хийгдсэн утааны хийн хэмжилтийн дүнд тулгуурлан яндан тус бүрээр ялгарлын коэффициент (Я/К) -ыг тооцож гаргасан. Ялгарлын коэффициент нь кг/т нэгжтэй бөгөөд 1т утааны хийд агуулагдах тоосонцор, CO, NO_x, SO₂-ийн хэмжээг кг-аар илэрхийлдэг. Дээрх Я/К-ийг тодорхойлсноор утааны хийн нийт ялгарлын хэмжээг жилээр, сараар гаргаж харах боломжтой болдог. Энэхүү судалгааны дүнгээс харахад манай нийслэл хотын захын, төвийн шугам сүлжээнд холбогдох боломжгүй барилга объект жил бүр өсөн нэмэгдэх хандлагатай байна.Түүнийгээ дагаад тэнд дулааны эрчим хүчний хэрэгцээ зайлшгүй шаардлагатай болно. Тэдгээр өсөн нэмэгдэж байгаа барилга объектуудыг ихэнх хэсгийг хувийн хэвшлийнхэн барьж байгуулдаг бөгөөд зах зээлийн хуулиараа хамгийн хямд зардлаар найдвартай ашиглах дулааны эрчим хүч хэрэглэхийг хүснэ. Ингээд цахилгаан халаалт, хийн түлшээр ажилладаг зуух, өөр бусад халаах технологуюдыг судалсны үндсэн дээр эцсийн эцэст нүүрсээр ажилладаг зуухны сонголтыг хийдэг.

Зуухыг галлах явцад үүссэн химийн нэгдлүүд, жишээ нь тэдгээр зуухнуудын ашиглалт, ажиллагааны явцад тогтмол хяналт тавьж Монгол улсын стандартыг мөрдүүлэх, утааны хийтэй хамт хаягдаж байгаа тоосонцор болоод хорт нэгдлүүдийг шүүн барих тоноглол заавал тавиулах тийм тоноглолтой зуухуудыг техник ашиглалтын дүрмийг дагаж мөрдүүлж хэвшүүлэх ажлыг нэн түрүүн хийх шаардлагатай байна. Нийслэлийн агаарын бохирдлыг бууруулах газрын гаргасан дээрх судалгааны тайлангаас,яндангуудаас хэмжиж гаргасан утааны хийн ялгарлын хэмжээг өөрсдийн хийсэн судалгаатай харьцуулах үүднээс бага

чадлын ус халаах зуухнуудад харгалзах тоон утгуудыг жилээр үзүүлээ.

Хүснэгт 5

БЧУХЗ-ны утааны хий ялгаралтын хэмжээ

Нэгдэлүүд	2010	2011	2012	2013
SO ₂ , т/жил	238.19	269.15	274.63	283.92
NO _x , т/жил	92.14	104.12	106.24	109.84
TSP, т/жил	176.76	199.74	203.80	210.70
PM _{2.5} , т/жил	152.37	172.17	175.68	181.62
CO, т/жил	905.39	1023.09	1043.92	1079.23

Хүснэгт 5-ын үргэлжлэл

Нэгдэлүүд	2014	2015	2016
SO ₂ , т/жил	294.64	300.81	300.81
NO _x , т/жил	113.98	116.37	116.37
TSP, т/жил	218.65	223.23	223.23
PM _{2.5} , т/жил	188.48	192.42	192.42
CO, т/жил	1119.97	1143.43	1143.43

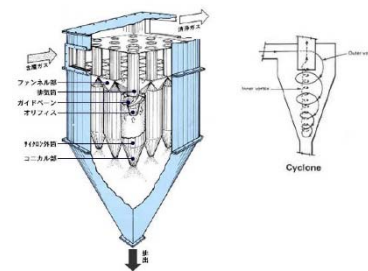
Зуухны газруудад утааны найрлагыг хянах хөндлөнгийн шалгалт жилд нэг удаа хийгдэж байгаа бөгөөд утаанаас тоосонцор жижиг хэсгүүдийг ялгагч суурилуулаагүй зуухнуудын хувьд хэмжилтийн үр дүн нь стандартад заагдсан хэмжээнээс их байгаа тул тэдгээр зуухнуудад тухайн хийц ашиглалтад таарсан үнс тоосонцор барих төхөөрөмж заавал нэмж тоноглох шаардлага тулгарч байна.

3. Тоосонцор бууруулах боломжууд

Утааны хий дэх бохирдуулагч нэгдлүүдийг бууруулах хамгийн энгийн зарчим бол нүүрсийг оновчтой горимын дагуу зөв галлах, утаан доторх үнсний жижиг хэсгүүдийг шүүх шаардлагатай. Зуухны утааны хий дэх тоосонцруудыг ялгах хэд хэдэн арга байдаг. Үүнд:

- Циклон
- Скрубэр-нойтон үнс баригч
- Уутан шүүлтүүр

Циклон: Утааны хий дэх үнс, тоос нүүрсний шатаагүй жижиг хэсгүүдийг төвөөс зугатах хүчний үйлчлэлээр циклонд ялгардаг.

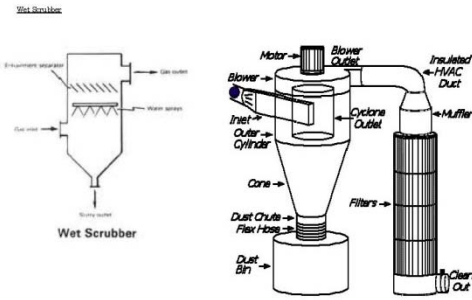


Зураг 2.Батерейны циклон ба ациллах зарчим

Циклоны хэлбэрээс шалтгаалж үнс барилтын бүтээмж өөр өөр байх бөгөөд ерөнхийдөө 60-75% байдаг. Жижигхэн бөгөөд хялбархан бүтэцтэй учраас бага, том чадлын УХЗ-нд өргөн хэрэглэгддэг. Гэхдээ баригдах үнс, тоос нь циклоны гадагшлуулах ам болон хоолойд хуримтлагдах тохиолдолд ажиллахгүй болдог тул тогтмол хугацаанд цэвэрлэгээ хийх шаардлагатай байдаг.

Скрубэр-нойтон үнс баригч: Утааны хийг усаар шүршээд үнс, тоосыг ялгах авах төхөөрөмж юм. Энэхүү норсон үнсийг дахин шүршсэнээр хүхрийн ислийг бууруулах боломжтой боловч нарийн ширхэгнүүдээс бүрдэх бүрхүүл үүсч зуухны ажиллагаанд нөлөөлөх тул

ЭНЭ тал дээр анхаарах хэрэгтэй.

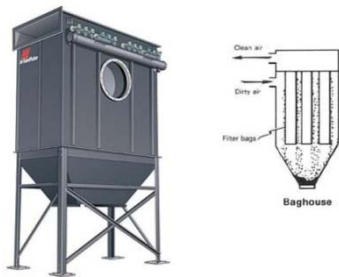


Зураг 3. Нойтон үнс баригч

Ус шүршихэд SO₃ уусч хүхрийн хүчилд хувирах тул зэврэлтээс хамгаалах үүднээс хоолойг чулуугаар хийдэг.

Шүүгдэж авсан үнсийг уснаас ялгах шаардлагатай тул нарийн төвөгтэй учраас голдуу том оврын УХЗ-нуудад ашигладаг.

Уутан шүүлтүүр: Утааны хийг шилэн хөвөн зэрэг дулаанд тэсвэртэй материал ашигласан филтрээр нэвтрүүлж тоосонцорыг шүүж авах зориулалт бүхий төхөөрөмж юм.



Зураг 4. Уутат шүүлтүүр

Тоосонцорыг 99% шүүх өндөр чадвартай. Үнс их хуримтлагдснаас болж филтр дагтаршдаг тул тодорхой хугацаанд төхөөрөмжийг гадна талаас нь доргиох юмуу эсвэл эсрэг талаас нь даралттай агаар өгч гадаргуунд наалдсан үнсийг унагаах ажиллагаатай байдаг.

Улаанбаатар хотын БЧУХЗ-ны 28%-д үнс баригч суурилагдсан байгаагаасихэнх нь циклон байгаа ба скруббер цөөхөн байна. Эндээс харахад утаан дахь үнс тоосонцор ялгах ажил бага чадлын зуухны газруудад хангалтгүй байдаг бөгөөд цаашид эдгээр зуухнуудад тухайн үнс тоосонцор барих төхөөрөмжүүдийн тохирохыг нь сонгон нэмэлтээр тоноглох шаардлагатай байна.

III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Аливаа хатуу түлшээр ажилладаг зуухны хувьд шаталтын дүнд үүссэн CO, NO_x, SO₂ зэрэг бохирдуулагч химийн нэгдлүүдийг химийн урвалаар саармагжуулж болох боловч энэ нь бидний судалж буй бага дунд чадлын ус халаах зуухны газруудын хувьд

тохиромжгүй юм. Харин шаталтын технологийг сайжруулж, галлагаа, зуухны тохируулгыг зөв хийснээр стандартад заасан хэмжээнд хүртэл бууруулах боломжтой.

Дээрх судалгааг хийснээр хотын агаарын бохирдлын 15%-ийг үүсгэж байгаа бага дунд чадлын ус халаах зуухнуудын утаан дахь тоосонцор жижиг хэсгүүд /TSP/-ийг цэвэрлэх бүрэн боломжтой гэж үзэж байна. Судалгаанд хамрагдсан нийт 160 гаруй зуухны газрын 272 ширхэг зуухны 72% буюу 195 ширхэг зууханд дээрх циклон, уутат филтр, нойтон үнс баригч төхөөрөмжүүдийг нэмэлтээр суурилуулснаар гарч болох үр дүнг харууллаа.

Хүснэгт 6

БЧУХЗ-ны утааны хийг шүүж цэвэрлэхэд гарах үр дүн

№	Шүүлтүүрд	Бохирдуулагч бодисууд				
		TSP, т/жил	SO ₂ , т/хон	NO _x , т/хон	CO, т/хон	PM _{2.5} , т/жил
1	Циклон 75%	55.8	0.28	0.16	2.34	48.1
2	Уутан шүүр 99%	2.2	0.28	0.16	2.34	1.9
3	Скрубер 80%	44.6	0.28	0.16	2.34	38.5

Хоногт ялгарах утааны хэмжээг нийслэл хотын хэмжээнд /хүснэгт 3/ тодорхойлоход дунджаар 239.6 нм³ байгаа бөгөөд энэ нь туршилтаар хийсэн ялгарлын коэффициент ашиглаж гаргасан тул зуухнуудын шаталтын горимыг сайжруулснаар багасгаж болно.

ДҮГНЭЛТ

Улаанбаатар хотод үйл ажиллагаа явуулж байгаа Бага, дунд чадлын усан халаалтын зуухнуудын судалгааг явуулав. Судалгааны дүнд 160 гаруй зуухны газарт 273 усан халаалтын зуухнууд ажиллаж байна. Эдгээр зуухнуудаас 28% нь үнс, тоос барих төхөөрөмжтэй байна. Цаашид үнс, тоос барих төхөөрөмжийг бүх зуухны газруудад суурилуулж ажиллуулснаар агаарын бохирдолыг бууруулахад тодорхой нөлөө үзүүлэх боломжтой юм.

Ашигласан материал

1. Агаарын бохирдолыг бууруулах газрын 2016, 2017 оны тайлан.
2. Эрчим хүч ба экологи, 2014 он.
3. Б.Жаргалсайхан “Эрчим хүчний зуухны галын хотлын шаталтын технологи сайжруулах замаар экологид үзүүлэх нөлөөг бууруулах судалгаа”.
4. Агаар бохирдолыг ялгарлын судалгаа, НАЧА, 2016 он.
5. www.agaar.mn
6. Усан халаалтын зуухны стандарт, MNS5043:2016.

35/6 КВ-ЫН БАЯНХОШУУ ДЭД СТАНЦААС ТЭЖЭЭГДЭЖ БҮЙ ФИДЕРҮҮДИЙН ГОРИМЫН СУДАЛГАА

Н.Мөнгөн*, Н.Жигжидсүрэн*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. 35/6кВ-ын Баянхошуу дэд станцын хүчин чадлыг нэмэгдүүлэн хоёр трансформатортай болгон 6 кВ-ын гарсан шугамыг хувааж ачаалал хөнгөлөх нь Баянхошуу орчмын хэрэглэчдийн

цахилгаан эрчим хүчний найдвартай ажиллагаа дээшилж, техникийн алдагдал, хүчдэлийн уналт буурч, хүлэмжийн хийг бууруулахад чиглэсэн арга хэмжээ болно. Энэ өгүүллийн хүрээнд Баянхошуу дэд станцын

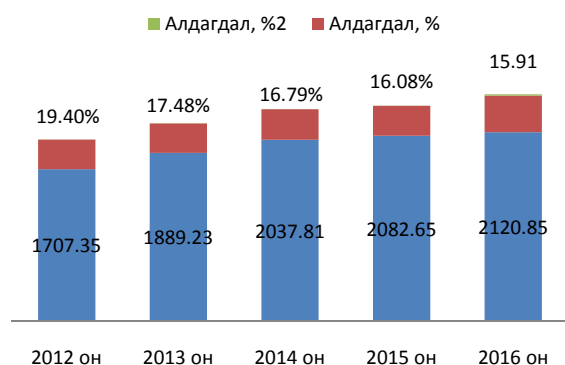
өргөлтгөл, шинэчлэлийн талаар хийсэн судалгааны үр дүнг нэгтгэн авч үзсэн.

Түлхүүр үг. Горимын тооцоо, техникийн алдагдал, хүчдэлийн уналт.

1. Онолын хэсэг

Улаанбаатар хотын гэр хорооллын цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ ихэсч байгаагаас түгээх сүлжээний шугам тоноглолын ачааллын хэмжээ өсөн нэмэгдэж, үндсэн тоног төхөөрөмжүүд нь хэвийн үзүүлэлтээс илүү ачаалагдаж, тасралт, хязгаарлалтын тоо нэмэгдсэн байна.

УБЦТС ТӨХК-ийн нийт хэрэглэгчдийн тоо жил ирэх тусам нэмэгдэхийн хэрээр тодорхой хэмжээний эрчим хүчийг борлуулж чадахгүй алдаж байна.



Зураг 1. УБЦТС ХК-ийн борлуулсан ЦЭХ-ний хэмжээ

Графикт харуулснаар 2012 онд ЦЭХ-ний алдагдал 19.40 % байсан бол 2016 онд 15.91 % буюу 337.42 сая.кВт.ц эрчим хүч борлуулж чадаагүй алдсан байна.

Дэлхийн хөгжингүй орнуудын хувьд энэ алдагдлын хэмжээ хамгийн багадаа 3.5-5 % тохиромжтой гэж үздэг бол УБЦТС ТӨХК-ийн хувьд 2016 оны байдлаар 2012 оны түвшинээс эрчмийн алдагдлыг 3.49 пунктээр буулгасан байгаа нь эрчим хүчний алдагдлыг бууруулах нь чухал ач холбогдолтойг харуулж байна.

Түгээх сүлжээний техникийн алдагдлыг үнэн зөвөөр тодорхойлон, улмаар энэ алдагдлын хэмжээг багасгах арга хэмжээг боловсруулах, хамгийн үр ашигтай горимоор ажиллах нөхцлийг үнэн зөв тодорхойлох нь судалгааны ажлын үндсэн зорилго юм.

35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станцын хэрэглэгчийн тоо жилд дунджаар 27 %-иар нэмэгдсэн байна.

Өсөн нэмэгдэж буй ЦЭХ-ний хэрэглээний өсөлтийг хангах, агаарын бохирдлыг бууруулах, гэр хорооллын хэрэглэгчдийн цахилгаан хангамжийг сайжруулахын тулд дэд станцуудын хүчин чадлыг өргөтгөх, шугам

сүлжээний дамжуулах чадварыг нэмэгдүүлэх, хэт ачаалагдаж байгаа шугамын ачааллыг хөнгөлөх зэрэг арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэн 35 кВ-ын ЦДАШ-ыг 2 хэлхээт шугам болгон, 35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станцыг бүрэн шинэчлэн, 6 кВ-ын гаргалга шинээр нэмж хэт ачаалагдсан Зүүнсалаа, Монлаа фидерүүдийг хуваах, Амралт фидерийн ЦДАШ-ын утасны хөндлөн огтлолыг нэмэгдүүлэх ажлыг Улсын төсвийн болон УБЦТС ТӨХК-ийн хөрөнгө оруулалтаар хийсэн.

Энэхүү төслийн өмнөх дараах чадал, эрчмийн алдагдлыг PowerFactory программ хангамжаар тооцоолж, эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо хийв.

2. PowerFactory програм хангамж.

DigSILENT компани нь эрчим хүчний үйлдвэрлэл, дамжуулах, түгээх сүлжээний салбарт олон төрлийн тооцоо, анализ, загварчлал хийдэг өндөр түвшний программ хангамж ба уг программын дагуу зөвлөх үйлчилгээ үзүүлдэг, олон жилийн дадлага туршлагатай компани юм. Тус компани нь Дэлхийн 7 улсад 90 гаруй шинжээч мэргэжилтэнтэйгээр үйл ажиллагаа явуулдаг. Тус програмыг анх 1986 онд зохион бүтээсэн бөгөөд өнөөг хүртэл баяжуулан шинэчилж ирсэн. Тухайн програм нь эрчим хүчний системийг модельчлох, түүн дээр тогтсон горимын болон шилжилтий горимын бүх төрлийн тооцоо, богино залгааны тооцоог иж бүрдлээр нь хийдэг цогц шинжилгээний хэрэгсэл юм.

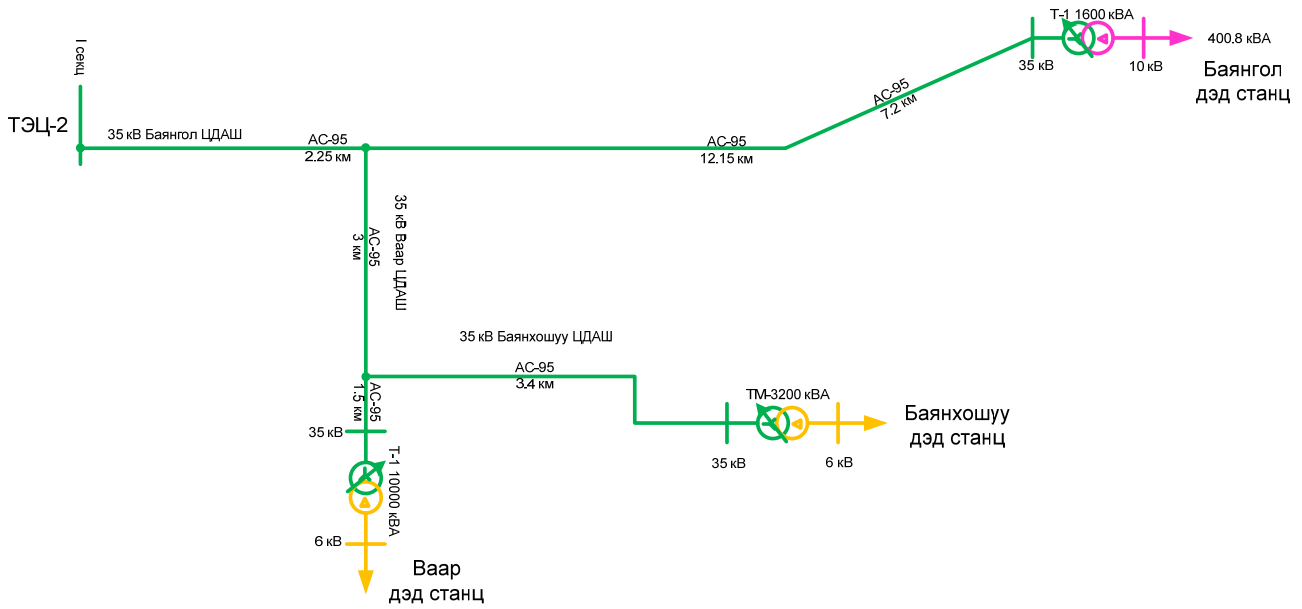
Түгээх сүлжээнд хэрэглэгдэх функцүүд:

- Хүчдэлийн уналтын шинжилгээ
- Систем, тоноглолын ачаалал
- Ачаалал, ачааллын өгөгдлүүд
- Нам хүчдэлийн ачааллын шинжилгээ
- Ачааллын урсгалын таамаг
- Фидерийн ачааллын далайц
- Гэмтлийн шинжилгээ
- Хамгаалалтын тохиргоо
- Гармоникууд
- Түгээх сүлжээний бага оврын эх үүсвэрүүд
- Дурын цэг дээрх оновчлол
- Найдваржилтын шинжилгээ
- GIS (газарзүйн мэдээллийн систем) системтэй нэгдэж ажиллах.

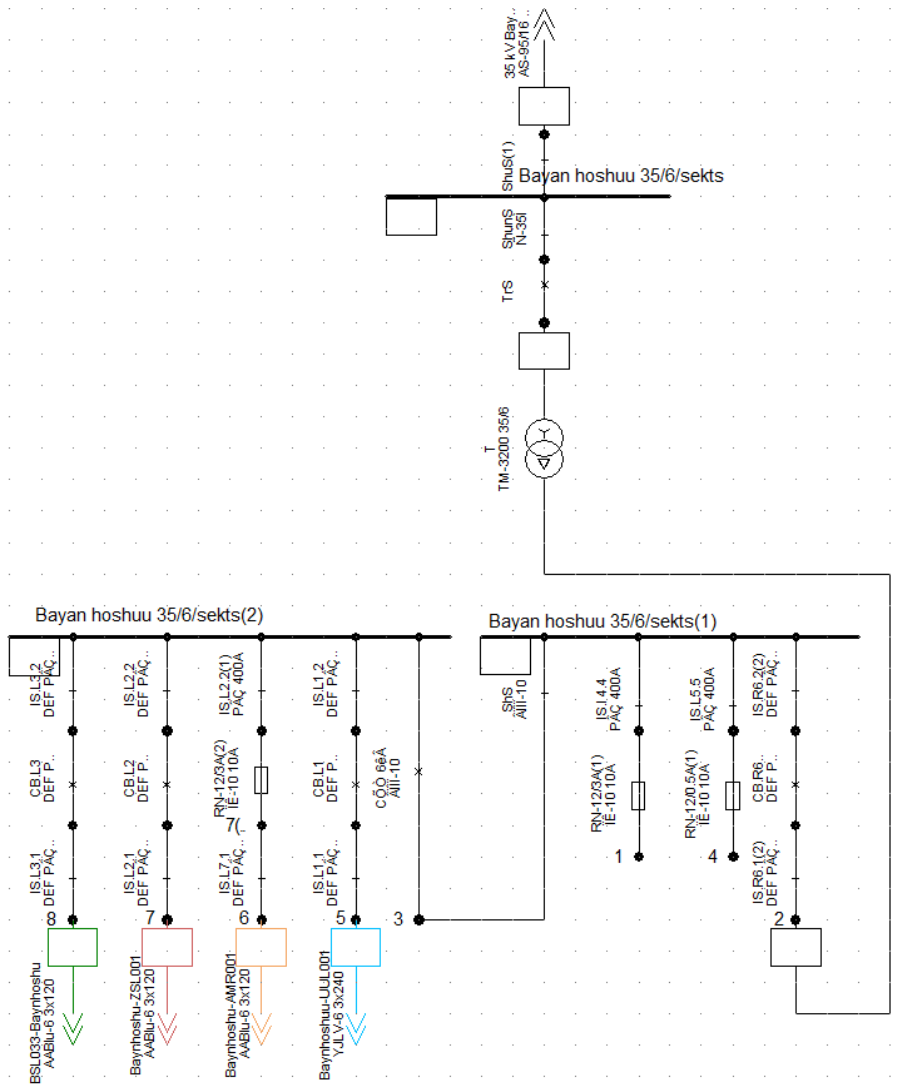
3. 35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станц, түүний 6 кВ-ын гарсан шугам шинэчлэхийн өмнөх тооцоо

3200 кВА –ийн трансформаторын чадал бүхий 35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станц нь ТЭЦ 2-оос АС-95 маркийн 22.3 км урттай Баянгол А ЦДАШ-аас тэжээгддэг.

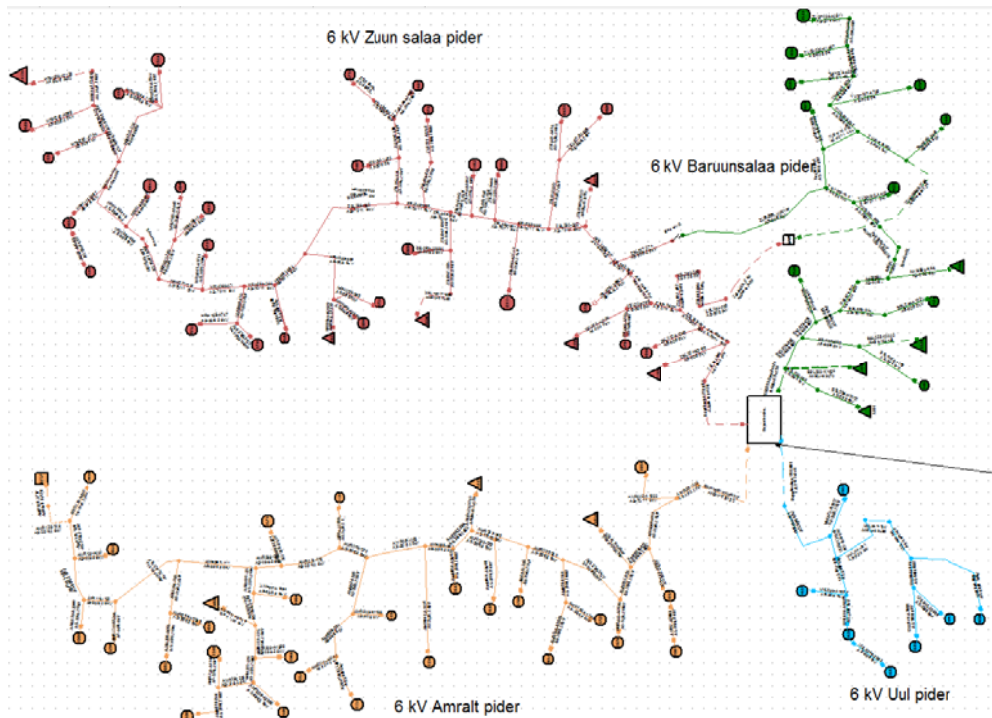
6кВ-ын Мон-Лаа, Зүүнсалаа, Уул фидерүүд нь АС-50/8, Амралт фидер нь АС-35/6.2 маркийн дамжуулагчтай, 3594 хэрэглэгчийг 6/0.4 кВ-ын агаарын дэд станцаар цахилгаан эрчим хүчээр хангадаг.



Зураг 2. 35 кВ-ын Баянгол ЦДАШ-ын зарчмын схем



Зураг 3. 35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станцын зарчмын схем



Зураг 4. 35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станцын 6 кВ-ын гарсан шугамын схем

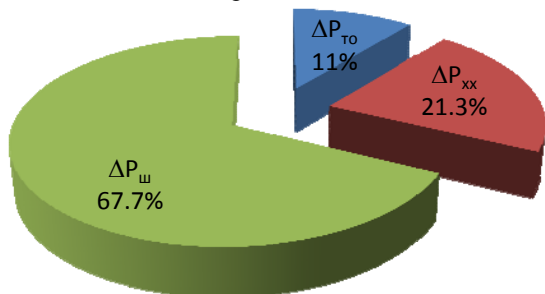
Горимын тооцоо. 35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станц, 6кВ-ын гарсан шугамын хувьд I, II итераци гүйцэтгэн тооцооны үр дүнг гарган авсан. Доорх тооцооны үр дүн нь II итерацийн үр дүн.

Хүснэгт1

35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станцын фидерүүдийн горимын тооцооны үр дүн

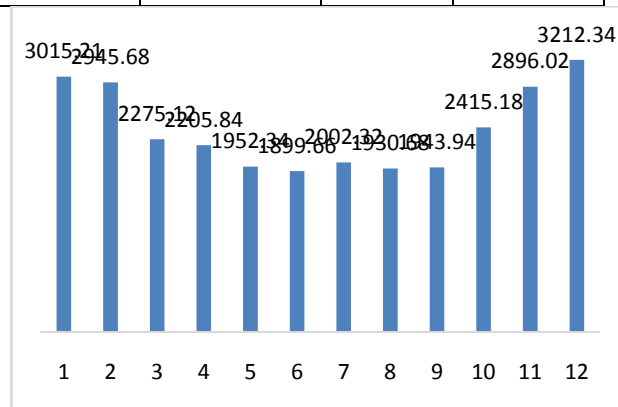
Фидерийн нэр	Фидерийн толгойн чадал	Трансформаторын хоосон явалтын алдагдал	Трансформаторын ачааллын алдагдал	Шугамын алдагдал	Нийт алдагдал	Чадлын алдагдлын хувь %
	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт	
Амралт	1049.4790	6.9399	11.0321	77.4996	95.4716	9.1
Монлаа	310.6935	3.1666	10.7372	6.6614	20.5652	6.6
Уул	379.2121	2.1638	4.1898	3.1700	9.5237	2.5
Зүүнсалаа	962.3155	8.9587	15.7041	44.7636	69.4263	7.2
Нийт	2701.7001	21.2290	41.6632	132.0946	194.9868	7.2
		21.3%	11%	67.7%		

35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станцаас гарсан шугамын нийлбэр чадлын алдагдал нь 7.2 % ба үүнээс хамгийн их чадлын алдагдалтай нь Амралт, Зүүн салаа фидерүүд байна. Тухайн фидерүүдийн шугам нь урт учраас шугамын алдагдал их гарсан.



Зураг 5. Баянхошуу дэд станцын фидерүүдийн чадлын алдагдлын бүтэц

Эрчмийн алдагдлыг тодорхойлохын тулд сар бүрийн эрчим хүчний тусламжтайгаар хамгийн их чадлыг ашиглах хугацаа $T_{нб}$, алдагдлын хугацааны /т-ийн арга/ ашиглаж олно.

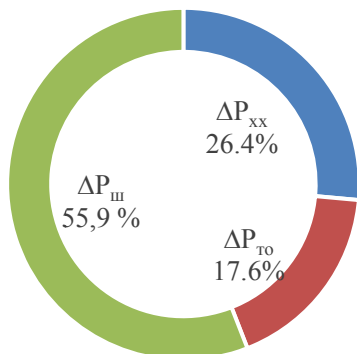


Зураг 6. Баянхошуу дэд станцын түгээсэн цахилгаан эрчим хүч /м.кВт.ц/

Түгээсэн цахилгаан эрчим хүчээр хамгийн их чадлыг ашиглах хугацаа $T_{хн}=5009$ цаг, чадлын алдагдлын хугацаа $\tau = 2977$ цаг гарсан.

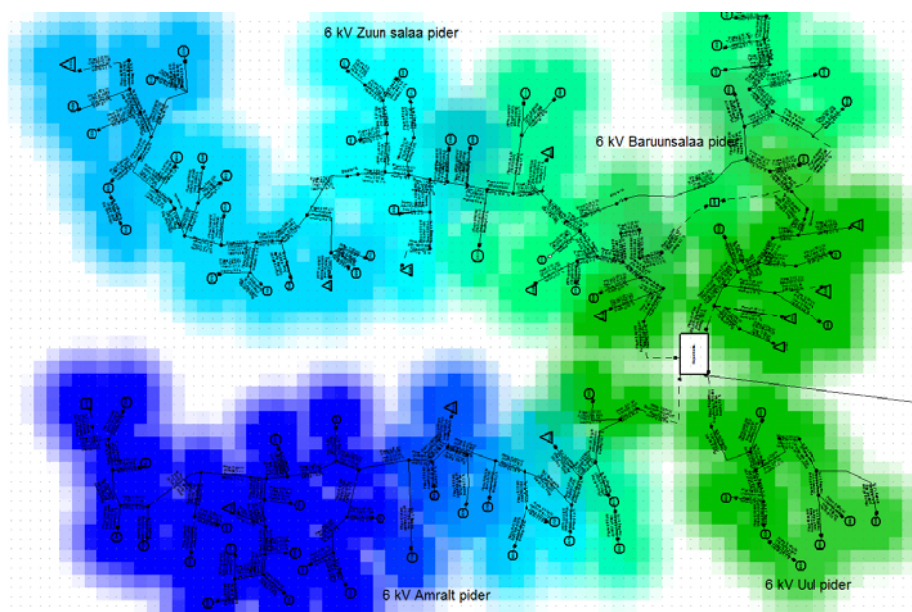
35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станцын фидерүүдийн эрчмийн алдагдал

Эрчмийн алдагдал	Фидерийн толгойн хэсгээр дамжсан ЦЭХ	Трансформаторын хоосон явалтын алдагдал	Трансформаторын ачааллын алдагдал	Шугамын алдагдал	Нийт алдагдал	Чадлын алдагдлын хувь
	кВт.ц	кВт.ц	кВт.ц	кВт.ц	кВт.ц	%
	28694330	185966	124030.2	393242	703238.234	2.5



Зураг 7. Баянхошуу дэд станцын фидерүүдийн эрчмийн алдагдалын бүтэц

Баянхошуу дэд станцын өргөтгөл. Тооцооны үр дүнгээс харахад Амралт, Зүүнсалаа фидерүүд нь хүчдэлийн уналттай, Баянхошуу дэд станцын трансформатор нь 95.6% ачаалагдсан байна.

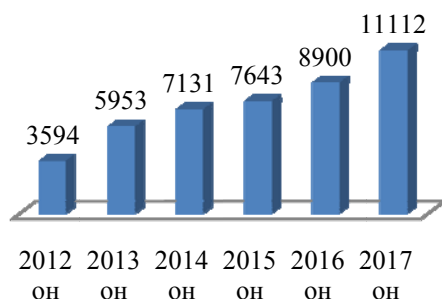


Зураг 8. Баянхошуу дэд станцын фидерүүдийн горимын тооцооны үр дүн

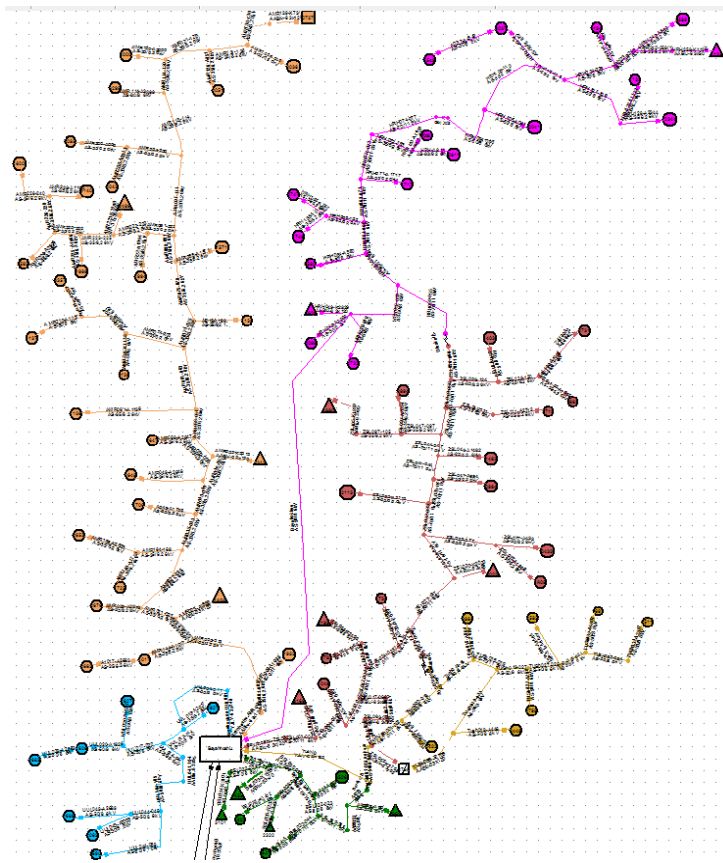
Тус графикаас харахад 35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станцын хэрэглэгч жилд дунджаар 27 %-иар нэмэгдэж байна. Тиймээс доорх өргөтгөлийн ажлыг хийсэн.

- Баянгол ЦДАШ-ыг 2 хэлхээт болгосон
- Баянхошуу дэд станцыг SFZ-11-10000/35, SZ-9-10000/35 маркийн трансформатортай, 2 секцтэй болгон өргөтгөсөн.
- Монлаа фидерийг Түшиг, Зүүнсалаа фидерийг Хайрхан гэсэн фидерүүдэд хуваан, 6 фидертэй болгосон.

Хэрэглэгчийн тоо



Зураг 9. Хэрэглэгчийн тоо



Зураг 10. Өргөтгөсөн Баянхошуу дэд станц

Хүснэгт3

35/6 кВ-ын Баянхошуу дэд станцын алдагдлын харьцуулалт

Баянхошуу	Фидерийн толгойн чадал	Трансформаторын хоосон явалтын алдагдал	Трансформаторын ачааллын алдагдал	Шугамын алдагдал	Нийт алдагдал	Чадлын алдагдлын хувь
	Чадлын алдагдал					
	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт	%
4 фидертэй	2701.7001	21.2290	41.6632	132.0946	194.9868	7.2
6 фидертэй		21.3459	41.4595	112.5393	175.3448	6.49
Чадлын алдагдлын зөрүү		-	-	19.5553	19.642	
Эрчмийн алдагдал						
4 фидертэй	28694330	185966	124030.2	393242	703238.234	2.5
6 фидертэй		186990	123424	335026	645440.3	2.2
Эрчмийн алдагдлын зөрүү		-	-	58216	57797.96	

Баянхошуу дэд станцыг 2 секцтэй болгон өргөтгөж, 6 кВ-ын Зүүнсалаа, Хайрхан фидерүүдийн ачааллыг хөнгөлж хувааснаар шугамын алдагдал буурснаар чадал эрчмийн алдагдал буурсан. Чадлын алдагдал 0.71 пунктээр, эрчмийн алдагдал 0.3 пунктээр буурсан байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Баянхошуу дэд станцыг өргөтгөх ажлыг хийснээр хэрэглэгчийн жилээс жилд өсөн нэмэгдэх ачааллыг даах болон чанартай эрчим хүчээр хангах боломжтой болсон.
2. Баянхошуу дэд станцын чадал болон эрчмийн алдагдлыг бууруулснаар жилдээ 7.2 сая төгрөгний ашигтай ажиллаж байна.
3. Баянхошуу дэд станцын хэрэглэгчдийн 90%-ийг гэр хорооллын хэрэглэгч эзэлдэг ба 2016 оноос эхлүүлсэн гэр хорооллын айл өрхийн шөнийн хэрэглээний цахилгаан эрчим хүчийг тэглэсэн шийдвэрийг хэрэгжүүлэх боломжийг бүрдүүлсэн ажил болсон.

4. Хөрөнгө оруулалтын ажлыг хийснээр 57797.96 кВт.ц цахилгаан эрчим хүч хэмнэж, 269.4 кг хүлэмжийн хийн агаарт ялгаруулах CO₂-ийн хэмжээг багасгасан.

Ашигласан материал

1. Электротехнический справочник: Ред. Профессоров МЭИ В.Г.Герасимова и др. (гл. ред. И.Н. Орлов) – 10-е изд., стер. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – ISBN 978-5-383-00081-6. Т.2: Электротехнические изделия и устройства. – 2007. – 518 с.
2. Х.Цагаан, М.Хуягдорж “Цахилгаан энергийн дамжуулалт, хуваарилалт”. -УБ. ШУТИС, 2000 он. - 350 х.
3. DIgSILENT “PowerFactory 15” user manual.
4. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан системийн тогтсон горимын тооцооны математик загвар, аргачлал, алгоритм боловсруулах”, -УБ хот, 2005 он.
5. Ч.Зундуйсүрэн, Ш.Гантөмөр “Эрчим хүчний системийн горимын оновчлол”, 2003 он. -233 х.

ГЭРИЙН ДУЛААНЫ АЛДАГДЛЫГ БУУРУУЛАХ ЗАМААР АГААРЫН БОХИРДЛЫГ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА

О.Солонго*, Б.Одонхишиг*, С.Батмөнх*

*Дулаан техник, үйлдвэрлэлийн экологийн хүрээлэн

Хураангуй. Гэрийн дулааны алдагдлыг бууруулах зорилгоор 2017 онд Улаанбаатар хотод болон Монголын хамгийн хүйтэн газар болох Тосонцэнгэлд мөн 2018 онд Улаанбаатарт давтан туршилт хийсэн. Туршилтаар эхний ээлжинд түгээмэл хэрэглэгддэг хэвшмэл гэж хэлж болох маягаар дулаалсан гэрийн дулааны алдагдлыг тодорхойлсон ба энэ нь $Q_{\max}=5.6\text{кВт}$ гэж гарсан. Үүнийг багасгах зорилгоор туршилтын гэрүүдийг “ARYA” ХХК-ийн үйлдвэрлэж байгаа иж бүрэн дулаалгын бүтээгдэхүүнээр дулаалан автоматаар температур бичигч термометрийг гэрийн дээвэрт 42 ш, туурганд 70 ш, эзлэхүүнд 96ш, гадна гадаргуу дээр 12 ширхэгийг тус тус байрлуулан туршиж, гэрийн дулааны алдагдлыг 2.0-2.5 кВт хүртэл бууруулж болохыг тогтоосон.

Түлхүүр үг. Гэрийн дулааны алдагдал, гэрийн хийц, агаарын бохирдол, дулаалгын материал.

I. ОРШИЛ

Өнөөдөр манай нийслэл Улаанбаатар хотын Монгол улсын нийт хүн амын тэн хагас шахам нь оршин суух болсноор үүдэн хотын хотын ихэнх хэсэгт гэртэй айлууд олширсноор түүний тоо 218699 орчимд хүрэв [1]. Энэ нь өвлийн улиралд гэрийн зуухнаас гарах утааны хэмжээг ялангуяа өглөө, оройн цагуудаар ихээр нэмэгдүүлэх болсноор хотын ихэнх хэсэгт энэ үед агаарын бохирдол гэсвэрлэхэд бэрхтэй төдийгүй нэлээд их хортой үр дагаварт хүргэх болов.

Энэ нь юуны өмнө Улаанбаатар хотын гэрийн хорооллын халаалтыг ашигт үйлийн коэффициент багатай ердийн хэмээгдэх зуухаар түүхий нүүрс бусад чанар муутай хатуу түлш ашиглан шийдвэрлэж буйгаас үүдэж агаарын бохирдол хоногийн зарим хугацаанд хэтэрхий ихсэн хүрээлэх орчны агаар дахь хийн төлөв байдалтай хортой нэгдлүүд болон нарийн ширхэгтэй тоосонцрын агууламж эрүүл ахуйн нормоор зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ (ЗДХ)-ээс их хэмжээгээр (5-20 дахин) хэтэрснээр хүн амын дунд амьсгалын замын болон бусад төрлийн өвчлөлтийн түвшин өсөх хандлагатай болсноос үүдэн гарч байгаа юм.

Иймд гэрийн халаалтын асуудлыг анхаарч шинэ өнцгөөс харж, орчин үеийн халаалтын арга хэрэглэн утаат эх үүсвэрээс салгахгүй бол цаашид улам даамжран гамшгийн хэмжээнд аваачих эхлэл хэдийн буй болжээ.

Эл тулгамдсан асуудлыг шийдвэрлэх нэг чухал зүйл нь гэр хэмээх сууцны халаалтанд зарцуулагдах дулааны хэрэглээг дулаантехникийн шинжлэх ухааны үүднээс оновчтой тогтоох явдал юм. Өөрөөр хэлбэл, гэрийн халаалтын дулааны хамгийн их (Улаанбаатар хотын гаднах агаарын температурын хамгийн бага утагд харгалзсан) чадал, дундаж (халаалтын улирлын гаднах агаарын дундаж температурын хамгийн бага утагд харгалзсан) чадлыг зөв тодорхойлж гаргах явдал юм. Гэрийн халаалтын дулааны чадал нь түүний доторх

агаарын температурыг хүний ая тухтай оршин суух, амьдрах нөхцлөөр тавигдсан хэмжээнд (жишээлбэл, 24 °С-ийн түвшинд) хоногийн (24 цагийн) турш жигд тогтмол, мөн эрүүл ахуйн шаардлагаар тодорхойлогдсон агаар сэлгэлтийг ханган барьж чадах дулааныг нэгж хугацаанд дулааны үүсгүүрээс ялгаруулж байх хэмжээг (кВт-аар) илэрхийлсэн үзүүлэлт юм. Энэ үзүүлэлт нь дээр дурьдсанаар гаднах агаарын температураас хамаарна. Мөн салхины хурд гэрийн хашлага бүтээцийн инфилтрацийн дулааны алдагдлаар дамжин үүнд тодорхой хэмжээгээр нөлөө үзүүлдэг.

Гэрийн халаалтын дулааны чадал (Q) нь түүний хашлага бүтээцээр алдагдах дулаан дамжуулалтын ($Q_{\text{дда}}$) ба инфилтрацийн дулааны алдагдал ($Q_{\text{инф}}$), агаар сэлгэлтээр орж ирэх хүйтэн агаарыг халаах дулааны ($Q_{\text{аг}}$) нийлбэрээс бүрдэнэ. Мөн шалаар алдагдах дулааныг ($Q_{\text{шал}}$) тооцож оруулах хэрэгтэй.

$$Q=Q_{\text{дда}}+Q_{\text{инф}}+Q_{\text{аг}}+Q_{\text{шал}} \quad (1)$$

Барилгын хашлага бүтээцийн инфилтрацийн дулааны алдагдлыг түүний дулаан дамжуулалтын дулааны алдагдлын хувиар тооцдог практикт тулгуурлан

$$Q_{\text{инф}}=\mu Q_{\text{дда}} \quad (2)$$

Энд: μ -инфилтрацийн коэффициент.

Гэрийн агаар сэлгэлт нь тооно, хаалгаар аяндаа явагдах тул зохиомол агаар сэлгэлтийг хийдэггүйг бид мэднэ. Эртнээс уламжлагдаж ирсэн эсгий дээвэр, туургатай даавуу бүрээстэй ердийн монгол гэрийн хувьд дулааны алдагдал их, харин гэрийн туурганд цаасан үе нэмж өгснөөр нэлээд багасаж (бидний судалгаагаар $Q_{\max}=5.6\text{кВт}$ хүрдэг) ирдэг [2].

Өнөөдөр шинжлэх ухаан технологийн дэвшлийн үр дүнд дулаан тусгаарлах шинэ материал хэдийнээ олон тоо, төрлөөрөө үйлдвэрлэгдэн гарах болжээ. Иймд эдгээр шинэ дэвшилттэй, шинжлэх ухааны хэлээр бараг “өгөгдсөн шинж чанар”-тай гэж хэлж болох материалуудыг ашиглан гэрийн дулааны алдагдлыг бууруулах нь түүний халаалтын дулааны чадлыг багасгах үндэс болно.

Хэрвээ бид гэрийн бүрээсэнд тохирсон механик болоод дулаан-физикийн шинж чанар бүхий шинэ материалыг ашиглах замаар гэрийн халаалтын дулааны хамгийн их чадлыг, жишээлбэл $Q_{\max}=4.0\text{кВт}$ хүртэл, дундаж чадлыг $\bar{Q}=2.0-2.5\text{кВт}$ хүртэл бууруулж чадах аваас гэрийн халаалтанд зарцуулагдах дулааны энергийн нийт тоо хэмжээг даруй 2 дахин буюу түүнээс ихээр багасгах боломж бүрдэнэ.

Эдгээрээс үүдэн Улаанбаатар хотын утааг эрс бууруулахад чиглэгдсэн ажлын нэг үндсэн чиглэл нь гэрийн дулааны алдагдлыг бууруулсан оновчтой хашлага бүтээцийн (хана-туурга, дээвэр, тооно, хаалга, шалны) дулаалгын материалыг сонгон авч туршилтаар шалгаж ямар материал ашиглан хэдэн хувиар дулааны алдагдлын чадлыг (нэгж хугацаанд алдагдах дулааны хэмжээг) бууруулж болохыг нэн даруй тогтооход

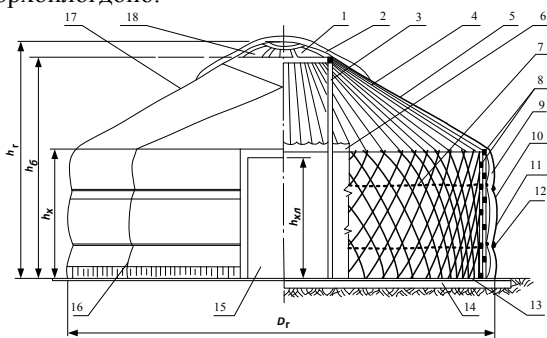
судалгааны ажлын зорилго оршино. Туршилтын ажлыг 2017 онд Улаанбаатар хотод мөн Завхан аймгийн Тосонцэнгэл суманд, 2018 оны давтантуршилтыг явуулсан ба туршилтын үр дүнг нэгтгэн гаргав.

II. СУДАЛГАА

1. Гэрийн математик загварын өгөгдлийн сангийн бүрдүүлэлт ба дулааны алдагдлыг бууруулах судалгааны үр дүн

Гэрийн хашлага бүтээцийн үндсэн хэсгүүд нь түүний хана-туурга ба хаалга, дээврийн хэсэг, мөн шал бүхий буйр, цаашилбал гэрэл нэвтрүүлэх болон агаар сэлгэх хэсэг болох тооно-өрх болно. Иймд эдгээр хэсгүүдээр алдагдах дулааны алдагдлыг тус бүрд нь үнэлэн хамгийн их дулаан алдаж буй хэсгийг тодорхойлохын зэрэгцээгээр орчин үеийн шинэ материал, техникийн шийдэл ашиглан хэрхэн багасгаж болох талаар нарийвчлан авч үзэв.

Гэрийн хамгийн их талбайгаар гаднах агаартай харьцаж байгаа үндсэн хашлага бүтээц нь хана-туурга ба дээвэр юм. Барилгын болон ер нь дулаантехникт аливаа хашлага бүтээцийн дулааны алдагдлыг түүний дулаан дамжуулалтын дулааны эсэргүүцлээр дүгнэж тооцдог. Дулаан дамжуулалтын дулааны эсэргүүцэл гэдэг нь хашлага бүтээцийн гаднах ба доторх агаарын температурын 1°C (1К) температурын ялгаврын нөхцөлд түүгээр нэвтрэн өнгөрөх дулааны урсгалын чадлын урвуу хэмжигдэхүүний нэгж талбайд ногдох утга бөгөөд үүнийг дулаантехникийн онолд $\sum R$ -ээр тэмдэглэдэг. Түүний нэгж нь $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$. Гэрийн дурын хашлага бүтээцийн дулаан дамжуулалтын дулааны эсэргүүцэл нь түүний гаднах ба доторх агаар болон уг хашлага бүтээцийн гадаргуугийн хоорондын дулаан солилцооны дулааны эсэргүүцлүүд, хашлага бүтээцийн дулаан нэвтрүүлэлтийн дулааны нийлбэрээр $\sum R_{\text{туур,дн}}$ тодорхойлогдоно.



Зураг 1. Гэрийн бүдүүвч.

1-тооно; 2-эсгий өрх; 3-багана; 4-унь; 5-дээвэр; 6-дотуур хөшиг; 7-бүслүүр; 8-хана; 9-туурга; 10-гэрийн эсгий бүрээсний дотуур бүслүүр; 11-гэрийн цагаан бүрээс; 12-гэрийн гадуур бүслүүр; 13-шал; 14-элсэн дулаалгын үе; 15-хаалга; 16-гэрийн даруулга; 17-берзинтэн гадуур бүрээс; 18-тооны шилтэй рам.

Харин хана туурга нь хашлага бүтээц болохынхоо хувьд гэрийн доторх ба гаднах агаартай харьцаж дулаан солилцоонд оролцоно. Үүнийг хашлага бүтээцийн дулаан дамжуулалтын дулааны нийт эсэргүүцлийг ($R_{\text{туур,дд}}$) тооцоход гадаргуугийн дулаан солилцоог тусгасан дулааны эсэргүүцлийн ($R_{\text{де}}$) хэлбэрээр нэмэлтээр авч үзнэ. Гэрийн хашлага бүтээцийн дотор талын гадаргуу, гэрийн доторх агаарын хоорондын дулаан солилцооны дулааны эсэргүүцлийг ($R_{\text{де,1}}$) болон мөн гадна талын гадаргуу, хүрээлэх орчны (гаднах) агаарын хоорондын дулаан солилцооны дулааны

эсэргүүцлийг ($R_{\text{де,2}}$) тус бүрийн дулаан өгөлтийн коэффициентийг (α_1 ба α_2) ашиглан тодорхойлно.

Хүснэгт 1

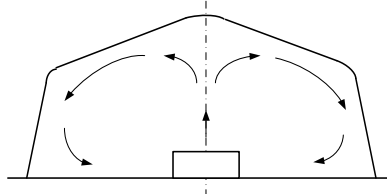
Гэрийн геометрийн үзүүлэлтүүд

Хэмжигдэхүүний нэр	ГЭР-1	ГЭР-2
Буйрын диаметр D_r , м	5.68	5.7
Тоононы диаметр $D_{\text{т}}$, м	1.5	1.5
Тоононы гүдгэр өндөр	0.33	0.15
Баганын өндөр h_b , м	2.44	2.38
Ханын эрсний өндөр h_x , м	1.56	1.52
Хаалганы блокийн өндөр $h_{\text{хл}}$, м	1.45	1.27
Хаалганы хавтасны хэмжээ	1.25x0.56	1.25x1.4
Гэрийн ерөнхий өндөр h_r , м	2.77	2.54
Унины урт l , м	2.3	2.34
Гэрийн периметр (гадна/ дотор)	18.34/17.64	17.89

Өгөгдөл болгон авсан нөхцлүүд:

1. Улаанбаатар хотын цаг уурын нөхцөлд ажиглагдах хамгийн хүйтэн 5 өдрийн дундаж температур - 39°C (үүнийг галлагааны тооцоот температур гэнэ).
2. Гэрийн доторх агаарын температурыг эрүүл ахуйн норм болон сууцны ая тухтай байдлын нэгдүгээр нөхцлөөр 24°C байх бөгөөд хоногийн туршид тогтмол гэж үзнэ.

Гэрийн гол дунд шалан дээр дулааны үүсгүүрийг байрлуулсан нөхцөлд гэрт үүсэх агаарын эргэлтийн (церкуляцийн) бүдүүвчийг зураг 2 дээр үзүүлэв.



Зураг 2. Гэрийн доторх агаарын эргэлтийн урсгалын бүдүүвч

Эндээс харахад дулааны үүсгүүрээс халсан агаар өөдөө хөөрөн тоонын доод хэсэгт очиж тал бүр тийш хуваагдан (задран) дээвэр, туургатай харьцах явцдаа хөрч нягт нь ихсэн гэрийн дээвэр, туурганы дотуур доош уруудах урсгалыг үүсгэнэ. Гэрт бүрэлдэн буй болж байгаа агаарын урсгал нь халалт, хөрөлтийн үр дүнд түүний нягт өөрчлөгдөж байгаатай холбоотойгоор аяндаа үүсэж буй болох бөгөөд үүнийг чөлөөт конвекцийн урсгал гэнэ. Энэхүү урсгалын дүнд гэрийн эзлэхүүнд явагдаж байгаа дулаан тархах үзэгдлийг чөлөөт конвекцийн дулаан солилцоо гэж нэрлэдэг. Агаарын урсгал дээврийн дотор гадаргууг дагаж доош уруудахдаа эхлээд ламинар шинжтэй байх бөгөөд аажимдаа хурдасч турбулент шинжтэй болж байна.

Иймд гэрийн доторх агаараас дээвэр, туурганы дотор гадаргууд дулаан өгөлтийн коэффициентийг (α_1) тооцохдоо урсгалын горимыг харгалзан өөр өөр томъёогоор бодно. Эдгээр томъёонуудыг гаргаж хүснэгт 2-т нэгтгэв.

Хүснэгт 2

Хашлага бүтээцийг гадаргууд дулаан өгөлтийн коэффициент, α_1

Гадаргуу	Дулаан өгөлтийн коэффициент, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$
Дээвэр	$\alpha_1 = 0.586 \sqrt[3]{\Delta t} = 0.856 (\Delta t)^{0.25}$
Туурга	$\alpha_1 = 1.465 \sqrt[3]{\Delta t} = 1.465 (\Delta t)^{0.25}$
Шал	$\alpha_{\text{w,шал}} = 12.8$

Хүснэгт 3

Дулаан өгөлтийн коэффициент, α_2

Сар	X	XI	XII	I	II	III	IV
$W_{м/с}$	2.0	1.3	0.8	1.0	1.4	2.3	3.5
$\alpha_2, \text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$	13.3	10.61	8.74	9.5	11.02	14.4	19.0

Гэрийн хашлага бүтээцийн гаднах гадаргуугийн дулаан өгөлтийн коэффициентийг зөвхөн салхины хурдаас хамааруулан бүх хэсгүүдэд (дээвэр, туурга г.м) ижил утгатай гэж үзэн дээрх хүснэгт дэх утгуудыг ашигласан.

2. Математик загварчлалын үр дүнг бодит нөхцөлд хийгдсэн гэрийн туршилт

Дээрх судалгаагаар гаргасан дулааны эсэргүүцлийг хангаж чадах гэрийн дулаалгын материалыг эрж олох, түүгээр дулаалга хийж ажлыг эхлэсэн ба энд жишээ болгож сонголт хийсэн “ARYA” ХХК-ийн үйлдвэрлэж байгаа гэрийн иж бүрэн дулаалгын бүтээгдэхүүнийг харууллаа.



Дээвэр туурганы дотуур дулаалга Шалны “аяган” хэлбэрийн дулаалга Дээвэр туурганы гадуур дулаалга

Зураг 3. Гэрийн дулаалгын загвар

Материалын дулааны эсэргүүцлийг барилгын сорилт туршилт, судалгааны нэгдсэн лабораторит шинжлүүлсэн ба шилжилгээний дүнг хүснэгт 3-д үзүүлэв.

Хүснэгт 4

Материалын дулааны эсэргүүцэл [3]

Материал	Зузаан, м	Дулааны эсэргүүцэл, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
Шалавч	0.0034	0.085
Эсгий	0.0110	0.333
Иж бүрдэл (дулаалга)	0.0350	0.795

Шинжилгээний дүнгээс дулаалгын иж бүрдлийн дулааны эсэргүүцэл 2 давхар эсгийтэй харьцуулахад 2.38 дахин их байгаа нь харагдаж байна.

Туршилт судалгааг хоёр үндсэн зорилт тавьж явуулав. Үүнд:

Нэгдүгээрт, одоо түгээмэл хэрэглэгддэг хэвшмэл гэж хэлж болох маягаар дулаалсан гэрийн дулааны алдагдлыг тодорхойлох;

Хоёрдугаарт, гэрийн дулаалгыг сайжруулах замаар түүний дулааны алдагдлын хэмжээг наад зах нь 2кВт-ц хүртэл багасгах боломжийг судлах гэсэн хоёр үндсэн зорилтыг тавьсан болно.

Одоо түгээмэл хэрэглэгдэж байгаа гэрийн дулаалга нь гэрийн модны дээгүүр дотуур цагаас бүрээс нөмөргөн, хоёр давхар бор эсгийгээр дулаалж, гадуур нь мөн хөвөн-цаасан даавуу цагаан бүрээсээр бүрдэг. Мөн гэрийн дотор талаар хананд даавуун хөшиг хийнэ. Мөн гадуур нь нэмж бороо чийгнээс хамгаалсан берзинтэн бүрээс тавих явдал ажиглагддаг. Энэ тохиолдолд хөвөн-цаасан даавууны дулаан нэвтрүүлэх чадвар $\lambda_{х.ц} = 0.042 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$, эсгийний дулаан нэвтрүүлэх чадвар $\lambda_{эс} = 0.0345 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$, агаарын засварын дулаан нэвтрүүлэх чадвар $\lambda_{а.з} = 0.288 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$, цаасны дулаан

нэвтрүүлэх чадвар $\lambda_{цс} = 0.14 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$. Иймд туурганы эквивалент дулаан нэвтрүүлэх чадвар $\lambda_{х.э.кв} = 0.0816 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$, дээврийн эквивалент дулаан нэвтрүүлэх чадвар $\lambda_{д.э.кв} = 0.089 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ тус бүрийн зузаан $\delta_x = 68 \text{ мм}$, $\delta_d = 43 \text{ мм}$ болно. Дулаан нэвтрүүлэлтийн дулааны эсэргүүцэл $R_{х.д/н} = 0.833 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, $R_{д.д/н} = 0.483 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Ийм гэрийн дулаан алдагдлын чадал 5.6 кВт-д хүрдэг байна.

Иймд гэрийн халаалтыг шийдвэрлэхийн өмнөх шатанд зайлшгүй хийх ажил, шийдвэрлэх асуудал нь гэрийн дулаалгыг сайжруулан дулааны алдагдлын чадлыг бууруулах явдал мөн болох нь харагдаж байна.



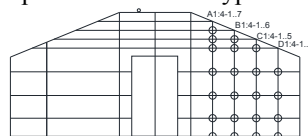
Зураг 4. Гэр дулаалсан байдал

Дулааны алдагдлыг тодорхойлох зорилгоор туршилт явуулж буй гэрийн эзлэхүүнд болон дээвэр, туурга, гадна агаартай харьцах хэсэгт өөртөө санах ой бүхий термодатчикуудыг (термометрийн сенсорууд) байрлуулсан.



Зураг 5. Завхан аймгийн Тосонцэнгэл сумын төвд туршилт явуулсан гэрийн эсгийний гадуурх нэмэлт дулаалга хийсэн байдал

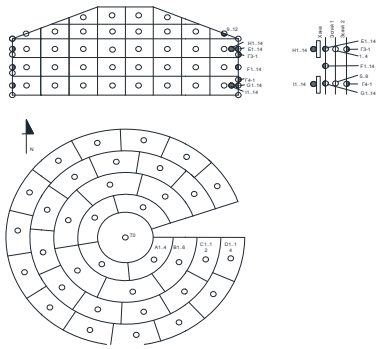
Температурын хэмжилтэнд автоматаар температур бичигч термометр дээвэрт 42ш, туурганд 70ш, эзлэхүүнд 96ш, гадаа 12 ш-ийг тус тус байрлуулан (доорх схемийн дагуу) ашигласан ба термометрийн байршлын схемийн зургийг зураг 6, 7-д харуулав.



Гэрийн зүүн, баруун, урд, хойд гэсэн 4 байршилд нэг талд 22 ширхэг буюу нийтдээ 88 ширхэг термометр тавив.

Зураг 6. Туршилтын гэрийн эзлэхүүнд термометрүүдийн байрлал



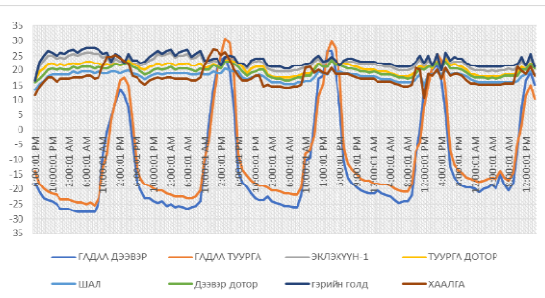


Зураг 7. Гэрийн дээвэр туурган дахь термометруудийн байршлын схем

Туршилтыг Улаанбаатар хотын нөхцөлд (Дамбадаржаад) бүтэн сар гаруйгийн хугацаанд янз бүрийн горимоор ажиллуулан олон удаа хийсэн болно. Мөн хяналтын туршилтыг Монголын хамгийн хүйтэн газарт тооцогддог Завхан аймгийн Тосонцэнгэлд 7 хоног явуулав. 2018 онд мөн давтан туршилт явуулсан.

Дээрх судалгаагаар тогтоогдсон дулааны эсэргүүцлийг хангасан нөхцөлд гэрийн дулааны алдагдлын чадал Улаанбаатар, Тосонцэнгэл хотуудын нөхцөлд 2.0-2.5 кВт-аас ихгүй болох нь тогтоогдов.

Туршилтаар туурга ба дээврийн гаднах гадаргуугийн температур Улаанбаатар хотод термодатчикийн заалтаар гаднах агаарын температурыг дагаж маш жигд биш хоногийн явцтайгаар өөрчлөгдөж байдаг нь тогтоогдов. Ингэхэд сайтар дулаалсан хашлага бүтээц бүхий гэрийн доторх температур бараг тогтмол байна.



Зураг 8. Туршилтын үеийн гэрийн хашлага бүтээцийн гаднах ба гэрийн доторх температурын хоногийн явц

Зураг дээр жишээ болгож 10 хоногийн туршид тасралтгүй хийсэн туршилтын үр дүнг гэрийн дээвэр, туурганы гадаад ба дотоод гадаргуугийн температур, шалны гадаргуу дээрх болон хаалганы дотор талын температур, мөн гэрийн төв дунд босоо чиглэлийн дунд орших цэг дэх температурыг график хэлбэрээр харуулав.

Эндээс харахад гэрийн хашиц бүтээцийн (дээвэр, туурга) гаднах гадаргуугийн температур агаарын температурын хоногийн явцыг дагаж өдөр, шөнөд маш их өөрчлөгддөг нь тодорхой байна. Харин математик загвар дээр тоон туршилтаар гаргасан хашлага бүтээцийн шаардагдах дулааны эсэргүүцлийг буй болгосноор гэрийн хашлага бүтээцийн дотор гадаргуугийн температур, түүнийг дагаад гэр доторх агаарын температурын хоногийн явцыг жигдрүүлэн эрүүл ахуйн шаардлагыг хангасан температурын нөхцөл буй болгож болох нь харагдаж байна.

Гэрийн дулааны алдагдлыг бодит нөхцөлд тодорхойлох туршилтыг зөвхөн шөнийн цагаар хийнэ. Энэ нь гэрийн дээвэр, туурганы гаднах гадаргуугийн температур өдрийн цагт түүн дээр тусах нарны цацрагийн дулааны нөлөөгөөр эрс ихсэн зарим

тохиолдолд наран талдаа бүр эерэг (тэгээс их) утгыг авдагтай холбоотой юм. Ийм үед гэрийн дулааны алдагдал эрс буурдаг. Дашрамд тэмдэглэхэд өдрийн цагаар гэрийн дулааны бодит байдалд, ялангуяа салхигүй, нарлаг өдөр нэлээд хэмжээгээр буурдаг. Энэ нь гэрийн халаалтанд бидний энд тодорхойлсон дулаанаас бага дулаан хэрэглэх боломжийг аяндаа бүрдүүлж байгаа юм.

III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Иймд бид гэрийн дулааны алдагдлыг тодорхойлох туршилтыг нэгдүгээр сард шөнө явуулсан болно. Энэ үед хийгдсэн туршилтын өгөгдлүүдэд боловсруулалт хийж үзэхэд шөнийн цагаар гаднах агаарын температур шөнийн 00.00 цагаас ($t_{га} = -21.01^{\circ}\text{C}$) өглөөний 09.00 цаг хүртэл ($t_{га} = -29.56^{\circ}\text{C}$) гэрийн доторх агаарын температур $t_a = -25.53^{\circ}\text{C}$ -ээс 8.98°C хүртэл бууран тэдгээр нь ялгавар ($\Delta t = t_{га} - t_a$)-ын утга $42.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ -ийн орчимд тогтмолоор хэлбэлзэж байв.

Үүнээс үзэхэд гэрийн хашлага бүтээцийн дулаан дамжуулалтын дулааны урсгалын дундаж нягт $\bar{q} = 27.81 \text{ Вт/м}^2$ гарч байна. Энэ нь гэрийн хашлага бүтээцийн нийт талбайгаар ($F_{хб} = 47.86 \text{ м}^2$) алдагдах дулааны алдагдлыг $Q = 1331.2 \text{ кВт}$ буюу 1.3 кВт , үүний дээр шалаар алдагдах дулааны алдагдал 3%, инфильтрацийн дулааны алдагдал хамгийн ихээр бодоход 26% гэж тооцвол 1.68 кВт болж байна. Үүнийг Улаанбаатар хотын гаднах агаарын нэгдүгээр сарын хамгийн хүйтэн үеийн дундаж температурт шилжүүлэн тооцвол 2.1 кВт , гадна агаарын тооцоот температур буюу галлагааны тооцоот температурт (хамгийн хүйтэн жилийн дараалсан 5 өдрийн хамгийн бага температур буюу -39°C) шилжүүлэн тооцвол 2.5 кВт болж байна. Харин нэгдүгээр сарын ердийн дундаж температурт шилжүүлэн тооцвол $1.96 (\approx 2.0) \text{ кВт}$ болж байна.

Иймд гэрийн дулаалгын энэ хувилбар өвлийн улиралд нэгдүгээр сард хангалттай дулаалга болж, гэрийн дулааны алдагдлыг эрс багасна.

IV. ДҮГНЭЛТ

1. Гэрийн галлагааны хугацаа ба эрчмийг бууруулан түлшний зарцуулалтыг багасгаж утааг багасгах гол үндэс нь гэрийн дулаалгыг сайжруулах явдал юм.
2. Бидний математик загварчлал дээр хийсэн тоон туршилтаар тогтоогдож дараа нь бодит туршилтаар баталгаажуулсаны дагуу гэрийг дулаалах асуудал утааг бууруулах төдийгүй ер нь ямар ч халаалтын үед утааг бууруулах гол арга зам, үндэс болно.
3. Гэрийн түүний хашлага бүтээцийн дулаан нэвтрүүлэлтийн дулааны эсэргүүцлийг $1.036 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ (энэ үед гэрийн хашлага бүтээцийн дулаан дамжуулалтын дулааны эсэргүүцэл $1.51 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ байна) болгож дулаалах шаардлагатай болохыг тогтоож 2017 онд Улаанбаатар хот ба Тосонцэнгэлд, 2018 онд Улаанбаатарт хийсэн бодит туршилтаар баталгаажуулав.

Ашигласан материал

1. Нийслэлийн Засаг даргын Хэрэгжүүлэгч агентлаг Статистикийн газар, <http://1212.mn>.
2. Батмөнх.С Монголын ард түмний уламжлалт сууц монгол гэрийн дулааны төлөв байдал, түүний халаалтын технологи.-УБ. 2017, -23 х.
3. Барилгын сорилт туршилт, судалгааны нэгдсэн лабораторит шинжлүүлсэн шинжилгээний дүнгийн хуудас, №006/0317, 2017, -1 х.

УЛААНБААТАР ХОТ ОРЧМЫНҮНЭЭНИЙ ФЕРМУУДИЙГ ТҮШИГЛЭН БИОХИЙ ҮЙЛДВЭРЛЭХ БОЛОМЖ

Х.Лхагвасүрэн*, Б.Намхайням*

Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Аль ч улсын эрчим хүчний салбар нь хүлэмжийн хийн нийт ялгарлын 60 гаруй хувийг гаргадаг гол эх үүсвэр учраас дэлхий даяар энэ салбарт илүү анхаарал хандуулдаг. Эрчим хүчний хэрэгцээ жил тутам нэмэгдэж байгаагаас нүүрсхүчлийн хий тасралтгүй ихсэж байна. Тиймээс органик түлшний хэрэглээг бууруулан сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрийг ашиглах. Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрүүдэд нарны эрчим хүч, газрын гүний, салхины, усны, биохийн, цөмийн, далай тэнгисийн түрлэгийн эрчим хүч эдгээрийг ашиглах бүрэн боломжтой. Биохий гарган авч хэрэглэснээр хүн ардын эрүүл мэндийг хамгаалах, эрүүл орчинд амьдрах нөхцлийг бүрдүүлнэ. Үүнд:

Байгал орчинд ээлтэй түлш гарган авах нь:

1. Ой мод огтлох байдал буурах,
2. Ферм орчмын хөрс усны бохирдлыг багасгах, байхгүй болгох,
3. Хүлэмжийн хийн ялгарлыг бууруулах,
4. Хот суурин газрын агаарын бохирдлыг багасгах (угаарын хий).

Түлхүүр үг. Биохий, үнээ, ферм, метан, биохийн төхөөрөмж.

ОРШИЛ

Биохий үйлдвэрлэх нөөц: Биомасс гэдэг нь ургамал амьтан болон бичил биетнээс гаралтай чулуузаагүй био-задрал бүхий органик эд юм.

Биомассын нөөц Монгол оронд хангалттай их бий. Үүнд модлог ургамал үр тарианы сүрэл, малын өтөг бууц, мал амьтны ялгадас, аргал хомоол, шувууны сангас, гахай тахианы үйлдвэрлэлийн ба ахуйн хатуу органик хаягдалууд орно. Монгол орны хувьд мал сүргийн 98-99 хувь бэлчээрт байж зэрлэг өвсөөр хооллодог онцлогтой. Ийм учраас малын баасыг шинэ байхад нь цуглуулж биохий гаргахад ашиглах боломж хязгаардмал байдаг. Судалгаагаар Үхэр сүргийн ялгадасын нийт нөөцийн 65 хувийг биохий гаргах зорилгоор шинээр нь цуглуулах боломжтой гэж тогтоосон байна. Иймээс бид малын ялгадсаас биохий гарган авч ашиглах боломж ихсэж байна. Гаргаж авсан биохийг цахилгаан болон дулаан үйлдвэрлэх, автомашины түлш болгон хэрэглэх мөн манай улс нь нүүдлийн мал аж ахуйтай ард түмний хувьд сум суурин газраас алслагдан тог цахилгаанаар хангагдаж чаддаггүй. Тиймээс нүүдэлчин ард түмний хувьд малын баасаар биохий үйлдвэрлэн гэрэл гаргах мөн гэр орноо дулаацуулах бүрэн боломжтой ба хийжүүлэх төхөөрөмжид эсэлдсэн үлдэгдэл хэсгийг бордоо болгон хэрэглэнэ.

Биохийн найрлагын 70 орчим хувь нь метан-CH₄, 20-28 хувь нь нүүрс хүчлийн хий CO₂, бага зэрэг H₂S байдаг. Биохий нь шинж байдлаараа байгалийн хийтэй төстэй, дулаан ялгаруулах чадвар нь 5000-6500ккал/кг.

Биохийн төхөөрөмжийн ажиллагааны зарчим. Малын баас ба амьтны ялгадас, ахуйн органик хаягдал зэргийг агааргүй орчинд тодорхой хугацаанд байлгаж эсгэхэд дээд зэргийн цэвэр түлш- биохий үүснэ. Үүссэн хий хоолойгоор дамжин хэрэглэгч рүү очно. Хийгээ ялгаруулж дууссаны дараа үлдэгдэл хэсгийг авч оронд нь шинэ биомассыг хийх зарчмаар ажиллана. Хатуу хаягдал буюу ялгадасыг (биомасс) шууд туузан буюу шнек дамжлагаар, шингэнийг насосоор реакторт өгнө. Реакторыг хий алдахааргүй маш нягт, хүчилд тэсвэртэй төмөр бетоноор гаднаас нь дулаалж хийнэ. Энэ үед шингэний холимогийг сайтар хутгаж байх шаардлагатай. Холимогийг халуун усаар халаах нь илүү тохиромжтой. Хий ялгарах процесс нь эсгэх сав (генератор) доторх нөхцлөөс тухайлбал температур, биомассын концентрац болон бусад хүчин зүйлээс хамаарна. Ялангуяа температур маш их нөлөөтэй.

Температурын нөхцлийг гурван түвшинд ангилна:

- Нам температурын-психрофиль 8...20⁰С;
- Дундаж температурын-мезофиль 30...40⁰С;
- Өндөр температурын-термофиль 50...60⁰С.

Биохий үүсэх тохиромжтой орчны дулаан нь 8-60 °С. Биохий нь агааргүй орчинд исдэг учраас элдэв органик хаягдал агуулагдаж байсан нян хортон эс бүгд бүрэн устаж алга болдог. Биохийг эхний удаа хурдан гаргаж авахын тулд төхөөрөмж дэх уусмал дээр метаны бактери агуулсан шингэнийг нэмж өгнө. Үүнийг биохийн хөрөнгө гэнэ.

50...60⁰С горимын үед исэх хугацаа 7 хоног, температурын-мезофиль горимын үед 24 хоног мөн нам температурын-психрофиль 8...20⁰С -ийн үед 45 хоногийн хугацаанд исдэг байна. Үүнээс исгэх савны температур их байх тусам исэлт хурдан явагдаж биохий гарч байх юм. Тиймээс манай орны хувьд эрс тэс хүйтэн уур амьсгалтай улс орны хувьд түүний доторх температурыг тогтмол барихын тулд нэмэлт халаагуур, автоматаар удирдах систем зэрэг хэрэгтэй болно. Биохийн түүхий эд- биомасс нь бараг үнэгүй. Дунд чадлын хийн төхөөрөмж гаргасан хийнхээ 15...20 хувийг өөртөө зарцуулж 1-2 хүн ажилладаг учраас ашиглалтын зардал маш бага байдаг онцлогтой. Ямар түүхий эд хэрэглэж байгаагаас хамаарч анхны хөрөнгө оруулалтаа 1-2 жилийн дотор эргэн төлж чадна. 1000 м³ биохийн өөрийн өртөг 30...40 ам.доллар орчим байдаг.

Биомассыг хийжүүлэх төхөөрөмжид эсгэн биохий гарган авч түлш болгон ашигласнаар метаныг атмосфер рүү дэгдүүлэхгүй барих болно. Тэр хэмжээгээр хүлэмжийн хий-метаны ялгарал буурна.

Монгол улсад биохий гаргах чиглэлээр хийгдсэн судалгааны тойм:

Манай оронд биохий гарган авах туршилт судалгааг 1990-1993 онуудад их хэмжээгээр хийгдэж байсан боловч тухайн үед ахицтай үр дүн гарч чадахгүй байсан. Одоо ч хөдөө аж ахуйн эрдэмтэд болон энэ талаар сонирхсон олон эрдэмтэн багш нар туршилт судалгаа хийсээр байгаа боловч биохийн нөөц

хангалттай их байхад яагаад үйлдвэрлэл, бидний амьдралд хэрэгжихгүй байгаа хамгийн гол асуудал нь эрс тэс уур амьсгалтай манай орны хувьд биохийн төхөөрөмжийн дулааныг тогтмол барих хамгийн гол шалтгаан оршиж байна. Тиймээс манай сургуулийн эрдэмтэн, багш нар Монгол орны нөхцөлд ажиллах биохийн төхөөрөмжийн дулааны үүсгүүрийн сонголтын тооцооны аргачлал боловсруулан манай орны цаг уурын нөхцөлд нийцэх биохийн төхөөрөмжийн хийцийн шийдэл боловсруулсан.



Зураг 1. Биохийн исгэх төхөөрөмж

Биохийн төхөөрөмжийн хийц, ажиллагаанд нэн чухал үзүүлэлт-үхрийн баас, шивхийн гарц ба чанарын судалгаа байдаг.

Миний энэ сэдвийн хүрээнд бэлчээрийн малын баасны гарцыг судлан тогтоохыг оролдсон(Хөвсгөл аймаг Ринчинлхүмбэ сум хангайн эрс тэс уур амьсгалтай бүс нутаг). Үүний үр дүнд энэ сэдвийг илүү дэлгэрэнгүй уншиж судлан биомассын туршилт хийсэн. Туршилтын үр дүнд нартай халуун өдөр, сэрүүн салхитай өдөр биомассын гарц өөр өөр байсан ба мөн түүний чийглэгийг тодорхойлсон. Үүнд:

Хүснэгт 1

Цаг агаар халуун өдрийн туршилтын үр дүн

Малын төрөл	Биомасс ялгарах хугацаа	Нойтон жин, кг	Хатсаны дараах жин, кг
Сарлаг үнээ	05:40	1.750	0.465
	08:02	0.7	0.190
	08:28	0.4	0.1
	09:37	0.5	0.15
	10:47	0.6	0.170
	11:50	1.1	0.300
	14:03	1.8	0.480
	16:07	1.9	0.505
	19:00	1.750	0.460
	20:10	1.750	0.460
21:16	1.8	0.480	
Нийт		14.05	3.76

Бүрэн хатах хугацаа нь 2014-07-22 оос эхлэн 2014-08-26 хүртэл хугацаа. Харин цаг агаарын нөхцөл сэрүүхэн өдрийн хувьд гарц нь их байсан.

Хүснэгт 2

Цаг агаар сэрүүн өдрийн туршилтын үр дүн

Малын төрөл	Биомасс ялгарах хугацаа	Нойтон жин, кг	хатсаны дараах жин, кг
Сарлаг үнээ	05:31	1.850	0.480
	08:10	1.2	0.320
	09:02	0.9	0.230
	10:34	1.300	0.350
	11:30	1.500	0.380
	14:02	1.3	0.365
	16:18	1.9	0.505
	18:12	1.950	0.530
	19:36	1.750	0.460
	21:02	1.90	0.505
Нийт		15.55	4.125

Бүрэн хатах хугацаа: 2014-07-28 аас 2014-08-29.

Энэ судалгааг давтан хийхэд адилхан үр дүн гарсан. Үүнээс үзэхэд бэлчээрийн малын баас фермээс бага байх ба чийглэг мөн бага байна.

Нүүдлийн мал аж ахуйтай манай орны хувьд малын баасыг цуглуулж биохий үйлдвэрлэх явдал нь амьдралд хэрэгжих нь хэцүү асуудал болдог. Юун түрүүнд бэлчээрийн малын баас цуглуулахад хүн хүч, машин техник хэрэгтэй болох ба мөн тухайн биохийн төхөөрөмжид шаардлагатай биомассыг цуглуулж чадахгүй болох гэх мэт хүндрэлүүд үүсэхээс гадна хөдөөний айлууд түүнийг өөрөө хатсаны дараа түлш болгон хэрэглэдэг. Биохийн төхөөрөмж нь том байх тусам хүртэх ашиг нь их байх ба хүн амын өсөлт суурьшилтаас хамааран хэмжээ нь гарч ирдэг. Тиймээс хүн ам шигүү суурьшсан манай Улаанбаатар хотын хувьд хүмүүсийн хэрэгцээ шаардлагыг хангахад чиглэгдсэн үнээний ферм жил ирэх тусам нэмэгдэж байгаа нь биомассын ялгарал ихсэн ойр хавийн газрууддаа хөрсний ялзрал үүсч мөн их хэмжээний метан ялгаруулж хүлэмжийн хийн ялгарлыг дэмжиж байна.

Улаанбаатар хот орчимд биохий гаргах боломж нөөцийн судалгаа

Монгол улсад 2016 оны байдлаар сүүний чиглэлийн 1472, махны чиглэлийн 172 том бага фермүүд байна. Хамгийн олон үнээтэй фермүүд:

1. Борнуурын 150 үнээний ферм;
2. Баянчандмань 120 үнээний ферм;
3. Жаргалант тосгоны 100 үнээний ферм;
4. Партизаны 80 үнээний ферм;
5. Ар Гүнтийн 80 үнээний ферм;
6. Гачууртын Хуандайн аман дахь 70 үнээний ферм.

Улаанбаатар орчмын хамгийн олон фермтэй газар нь “Нарийний ам”. Энд том бага 200 орчим ферм байгаа ба хамгийн том нь 50 үнээтэй. Нарийний амнаас холгүй “Шар хаданд” 20 хүртэл үнээтэй 30 орчим ферм байна. Жаргалант тосгоны төвд 60 гаруй ферм байгаагийн 8 айл нь 20-оос дээш үнээтэй, бусад нь 12-15 хүртэл үнээтэй жижиг фермүүд.

Борнуурт 30 хүртэл үнээтэй 50 орчим ферм, Батсүмбэрийн төв- Мандалд 50 орчим ферм байна. Ар Гүнтэд үнээний 30 орчим ферм, Гачуурт, Хуандайн ам орчмын нутагт нийтдээ үнээний 60 орчим ферм, Баянчандмань суманд үнээний 30 гаруй ферм байна.

Улаанбаатарын Налайх, Багануур, Багахангай дүүргүүд, мөн Төв аймгийн Сэргэлэн, Сүмбэр сум зэрэг газруудад нийлээд тус бүр 20 хүртэл үнээтэй 100 орчим жижиг ферм байна.



Зураг 2. Үнээний ферм ба түүний орчин

Биохийн төхөөрөмжгүй нөхцөлд барилга дотроос үнээний баас ба шээсийг зөөвөрлөн гадаа хаядаг учраас хөрс их хэмжээгээр бохирдож байна

Үнээний фермээс хоногт дундажаар хичнээн ялгадас гардаг, түүний хэдэн хувийг цуглуулах боломж байгааг судалсан байдаг. Үүнээс үзвэл:

Хүснэгт 3

Фермийн үнээнээс хоногт гарах биомассын хэмжээ:

Фермийн малын төрөл	80% чийгшилттэй ялгадас кг	Цуглуулах боломжтой кг	Шээс
үнээ	20	15(75)	8-12
үхэр	13	9(70)	

АГААР ДАХЬ НАРИЙН ШИРХЭГТ ТООСОНЦОР (PM_{2.5})-ЫН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Ц.Золзаяа*, Б.Одонхишиг*, С.Батмөнх*

*Дулааны техник, үйлдвэрлэлийн экологийн хүрээлэн

Хураангуй. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдол сүүлийн жилүүдэд тулгамдсан асуудлын нэг болоод байгаа билээ. Иймд агаарын бохирдолын 2014 оноос 2018 оны хүйтний улирлыг харьцуулан судлахад нарийн ширхэгт тоосонцор 2017 оноос 8 мкг/м³-ээр буюу 6%-иар их байна. Дамбадаржаа орчмын агаарын бохирдолын хэмжилтээр дунджаар 518 мкг/м³ байв.

Түлхүүр үг. Агаарын бохирдол, хэмжилт, хүхрийн исэл, азотын исэл.

I. ОРШИЛ

Уулын хөндийд харьцангуй хуурай нөхцөлд байрлах Улаанбаатар хот барилгажилт, замын хөдөлгөөн болон эрчим хүчний үйлдвэрлэл өргөжсөн үйлдвэрийн хот болж байгаатай холбоотой хүн амын төвлөрөл ихсэж түүнийг дагаад агаарын бохирдол ихсэж байна.

ДҮГНЭЛТ

Манай орны хувьд биомассын эх үүсвэрийн нөөцүүдээс малын хаягдал болон, газар тариалангийн хаягдал ашиглаж биохий гарган авч ахуйн болон эрчим хүчний зориулалтай ашиглах өргөн боломж байна. Манай орны хөдөө нүүдэллэн амьдардаг ард түмний хувьд биомассын түлш болох малын аргал хоргол, өтөг, бууц хөрзөн, мөн модны үртэс зэргийг шууд хэрэглэдэг бөгөөд хүн ам шигүү суурьшсан нийслэл хотын мань хүрээнд хотын ойролцоо үнээ, гахай, тахиа шувууны фермүүд олноор бий болж байгаа нь хүрээлэн буй орчиндоо тухайлбал газрын хөрс, агаар, усыг ихээхэн бохирдуулж байна. Биохийн дэлгэрүүлэн судалснаар энэ асуудлыг шийдээд зогсохгүй эдгээр биомассыг бүрэн ашиглан биохий үйлдвэрлэн цахилгаан дулааныг хослон үйлдвэрлэх бүрэн боломжтой гэдгийг мэдэж авлаа. Биомассыг биохий болгон ашигласнаар хог хаягдлаас гарах хүлэмжийн хий-метаны ялгарлыг бууруулж дэлхийн дулааралын эсрэг 1 алхаад зогсохгүй айл өрх тодорхой нэг болон хэд хэдэн объект, барилга байгууламжийн цахилгаан биохийн томоохон чадлын станц бол дотоодын цахилгааны хэрэглээнээс хангах бүрэн боломжтой ба нөөц нь шавхагдашгүй буюу МАА, ХАА мөн хүн ам их суурьшсан хотын ойролцоо үнээ гахай шувууны ферм зайлшгүй байх юм. Үүнд хаягдал гэж байхгүй биобордоо болон дахин ашиглагдах боломжтой.

Ашигласан материал

1. Б. Намхайням, Н. Цолмон. “Байгаль орчинэрчим хүч технологи”. Улаанбаатар. 2014 он.
2. Г. Самдан. “ХАА-н гаралтай биомассын түүхий эдийг эрчим хүчний зориулалтаар ашиглах судлагаа”. Улаанбаатар. 2009 он.
3. “Эрчим хүч” сэтгүүл 2012-2016 оны тайлан.
4. www.mofa.gov.mn

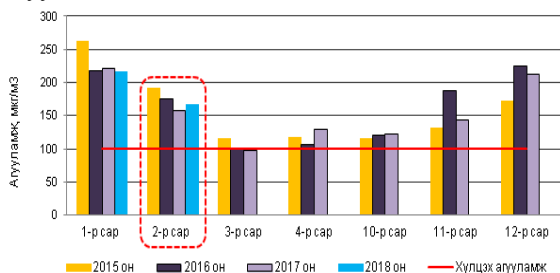
Улаанбаатар хотод 352814 өрх бүртгэгдсэнээс 42.1% буюу 148651 өрх орон сууцанд амьдарч байна. Нийт өрхийн 57.9% буюу 204161 өрх гэр хороололд амьдарч байгаагаас 32% байшинд, 26% гэрт амьдарч байна [1]. Агаарын бохирдолын гол эх үүсвэрт гэр хорооллын 204161 айл өрхийн [2] хэрэглэж буй хатуу түлшээр ажилладаг гэрийн зуух (52%), хотын иргэдийн 321959 авто тээврийн хэрэгслээс өдөрт 170 мянга гаруй (20%) [3], замын хөдөлгөөнд оролцдог, төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд холбогдоогүй нийгэм ахуйн болон орон сууцны барилгыг халаадаг 1400 орчим бага болон дунд оврын усан халаалтын зуух (10%) [4], хамаарагдаж байна. Харин ТЭХС-ийн цахилгаан, дулааны эх үүсвэр болох нийслэл хотод байрласан гурван дулааны цахилгаан станцын агаарын бохирдолд үзүүлж буй нөлөөлөл бага (6%) байгаа ба бусад 10% [4].

II. СУДАЛГАА

1. Агаарын бохирдолын судалгаа

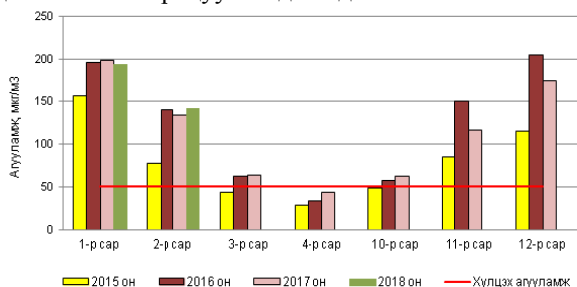
Улаанбаатар хотын 2017-2018 оны хүйтний улирал буюу 2017 оны 10 сараас 2018 оны 2 дугаар сарын Улаанбаатар хотын агаар дахь азотын давхар ислийн бохирдуулах бодисын дундаж агууламжийг өмнөх оны мөн үеийн дундаж агууламжтай харьцуулахад PM_{10} тоосонцор $10 \text{ мкг}/\text{м}^3$ -ээр буюу 5%-аар, $PM_{2.5}$ тоосонцор $11 \text{ мкг}/\text{м}^3$ -ээр буюу 7%-аар, хүхэрлэг хий $15 \text{ мкг}/\text{м}^3$ -ээр буюу 26%-аар тус тус бага, азотын давхар ислийн агууламж өмнөх жилийн түвшинд байна [5].

Агаар дахь тоосонцор (PM_{10})-ын 2018 оны 2 дугаар сарын дундаж агууламжийг 2017 оны мөн үетэй харьцуулахад $10 \text{ мкг}/\text{м}^3$ -ээр буюу 6.4 %-иар их, Агаарын чанарын стандарт дахь хүлцэх агууламжтай харьцуулахад 1.7 дахин их байна.

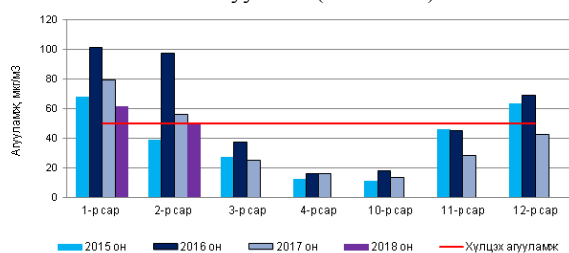


Зураг 1. Бүдүүн ширхэгт тоосонцор (PM_{10})-ын сарын дундаж агууламж (2015-2018)

Агаар дахь $PM_{2.5}$ тоосонцорын 2018 оны 2 дугаар сарын дундаж агууламжийг 2017 оны мөн үетэй харьцуулахад $8 \text{ мкг}/\text{м}^3$ -ээр буюу 6%-иар их, АЧС дахь ХА-тай харьцуулахад 2.8 дахин их байна.

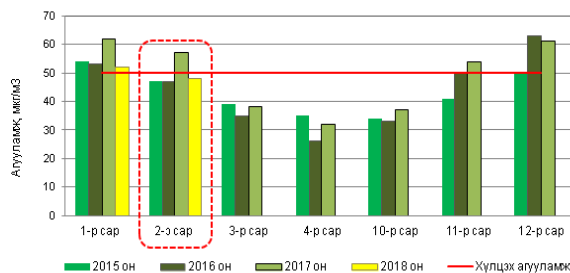


Зураг 2. Нарийн ширхэгт тоосонцор ($PM_{2.5}$)-ын сарын дундаж агууламж (2015-2018)



Зураг 3. Хүхэрлэг хийн сарын дундаж агууламж (2015-2018)

Хүхэрлэг хийн 2018 оны 2 дугаар сарын дундаж агууламжийг 2017 оны мөн үетэй харьцуулахад $7 \text{ мкг}/\text{м}^3$ -ээр буюу 12%-иар бага, АЧС дахь ХА-аас хэтрээгүй байна.

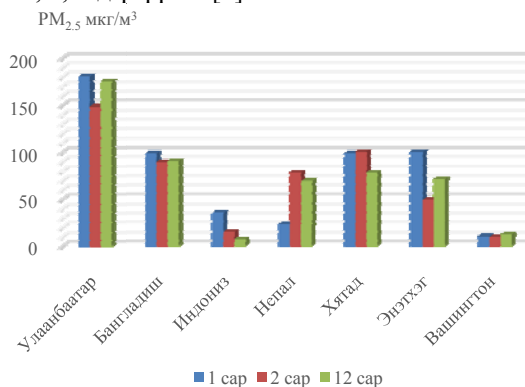


Зураг 4. Азотын давхар ислийн сарын дундаж агууламж (2015-2018)

Агаар дахь азотын давхар ислийн 2018 оны 2 дугаар сарын дундаж агууламжийг 2017 оны мөн үетэй харьцуулахад $9 \text{ мкг}/\text{м}^3$ -ээр буюу 16%-иар бага, АЧС дахь ХА-аас даваагүй байна.

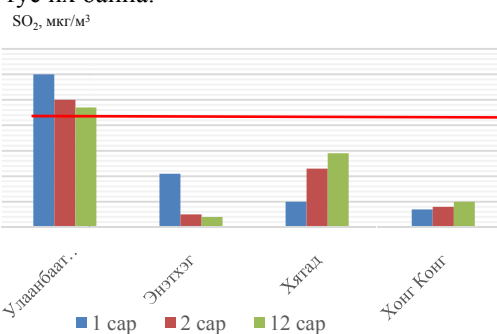
2. Харьцуулсан судалгаа

Улаанбаатар хотын 2017-2018 онд хүйтний улирлыг сонгож агаарын бохирдолын хэмжээг бусад хотуудтай харьцуулан судлав. Судалгаанд БНХАУ, Бангладеш, Энэтхэг, Индонез, Непал, АНУ зэрэг улсыг сонгож нарийн ширхэгт тоосонцор $PM_{2.5}$, хүхэрлэг хий SO_2 , азотын исэл (NO_x)-ийг 2017 оны байдлаар харьцуулж зураг 5, 6, 7-д үзүүлэв [6].

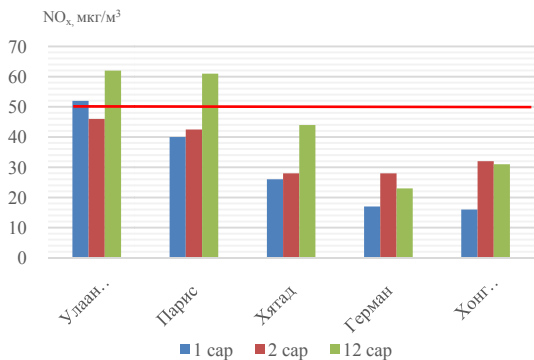


Зураг 5. Нарийн ширхэгт тоосонцорын харьцуулалт (2017-2018)

Агаар дахь $PM_{2.5}$ тоосонцорын бусад хотуудтай харьцуулахад 2-5 дахин, Бээжин хотоос $50-80 \text{ мкг}/\text{м}^3$ -ээр тус тус их байна.

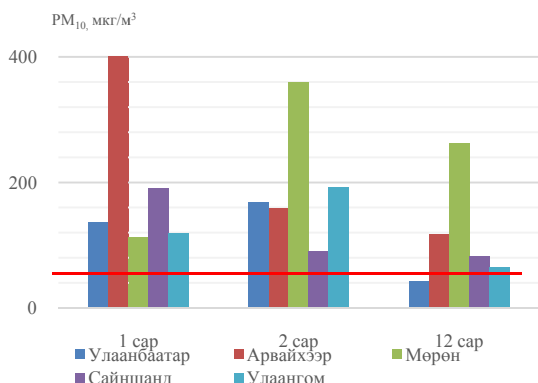


Зураг 6. Хүхэрлэг хийн харьцуулалт (2017-2018)



Зураг 7. Азотын давхар ислийн харьцуулалт (2017-2018)

Бусад хотуудтай харьцуулахад хүрлийн давхар исэл 2-2.5 дахин их, азотын давхар исэл 5-10 мкг/м³-ээр тус тус их байна.



Зураг 8. Улаанбаатар болон аймгийн төвүүдийн бүдүүн ширхэгт тоосонцорын харьцуулалт (2017-2018)

Арвайхээр, Мөрөн, Сайншанд, Улаангом, Улаанбаатар хотын агаар дахь тоосонцор (PM₁₀)-ын ХП, I, II дугаар сарын агаарын чанарын стандарт дахь хүлцэх агууламжаас их байна. Мөрөн, Арвайхээр хотууд хамгийн их 400 мкг/м³, 300 мкг/м³, Улаангом, Улаанбаатар хотууд хамгийн бага 40 мкг/м³, 60 мкг/м³ байна. Иймд зөвхөн Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлоос гадна аймгийн төвүүд ч гэсэн их бохирдол ихтэй болсон цаашид анхаарах шаардлагатай болсон нь судалгаанаас харагдаж байна.

III. НАРИЙН ШИРХЭГТ ТООСОНЦОРЫН ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮН

Агаар дахь нарийн ширхэгт тоосонцорын агуулгыг өөрсдийн ажилладаг байршил (Дулааны техник, үйлдвэрлэлийн экологийн хүрээлэн) орчимд тодорхойлох судалгааг 2018.01.12 - 2018.02.07 хооронд явуулав. Хэмжилтийн зорилго нь агаарын найрлагад агуулагдах бохирдуулагч нэгдлүүдээс хамгийн гол нэгдэл нь нарийн ширхэгт тоосонцорын PM_{2.5} болон PM₁₀-ыг хэмжив.

Хэмжилтийг 2 цаг тутамд, 2 минутын турш, Америк улсад үйлдвэрлэгдсэн Dusttrak багажаар хэмжсэн ба хэмжилтэнд ашигласан багаж, хэмжилт явагдаж байгаа байдлыг зураг 9-д үзүүлэв.



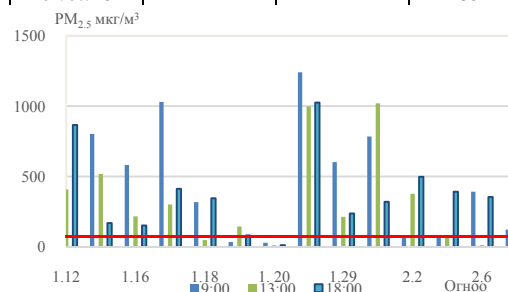
Зураг 9. Хэмжилт хийж буй байдал

Хэмжилтээр 2018.01.23 өдөр 09:00 цагт хамгийн их бохирдолтой буюу 1241 мкг/м³ байсан бөгөөд 2018.01.20 өдөр 13:00 цагт хамгийн бага бохирдолтой буюу 10 мкг/м³ байв. Дунджаар 518 мкг/м³ байв.

Хүснэгт 2

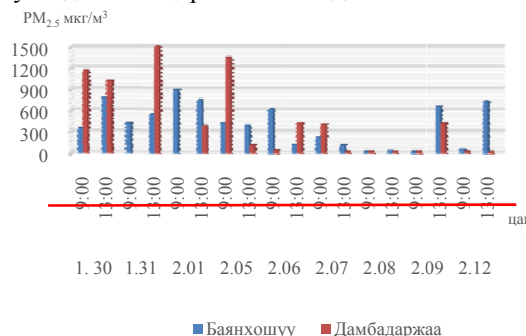
Дамбадаржаа орчмын нарийн ширхэгт тоосонцорын харьцуулалт

Огноо	09:00	13:00	18:00
	мкг/м ³		
01/12/18	1280	408	866
01/15/18	802	518	168
01/16/18	582	216	151
01/17/18	1030	301	412
01/18/18	317	48	345
01/19/18	34	145	81
01/20/18	28	10	11
01/23/18	1241	998	1025
01/29/18	602	213	237
02/02/18	74	1020	320
02/05/18	66	377	497
02/06/18	391	81	391
02/07/18	122	11	354



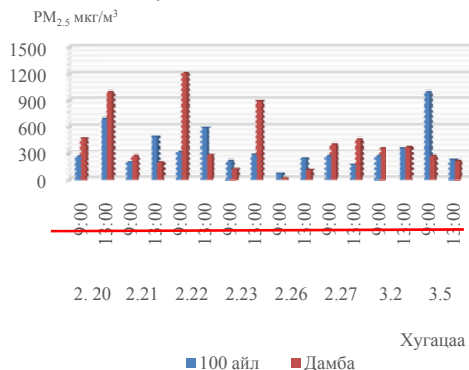
Зураг 10. Дамбадаржаа орчмын нарийн ширхэгт тоосонцорын харьцуулалт

Дээрх зургаас харахад нарийн ширхэгт тоосонцорын хэмжээ өглөө буюу 09:00 минутын орчим их бохирдолтой байсан. Өдөр 13:00 цагын орчимд тоосонцорын хэмжээ буусан бөгөөд орой 18:00 минутанд тоосонцорын хэмжээ дахин өсч байна.



Зураг 10. Дамбадаржаа, Баянхошуу орчмын нарийн ширхэгт тоосонцорын харьцуулалт

Энэ графикаас харахад хамгийн их тоосонцортой нь 1.31-ны 13:00 цагийн үед 1500 мкг/м^3 Дамбадаржаагийн хэсэгт байна. Хамгийн бага тоосонцортой үе нь 2.08-ны өглөөний 09:00 цагаас 2.09-ний өглөөний 09:00 цаг хүртэл байна. Тоосонцорын хэмжээ нь $20\text{-}30 \text{ мкг/м}^3$ байна.



Зураг 11. Дамбадаржаа, 100 айл орчмын орчмын нарийн ширхэгт тоосонцорын харьцуулалт

100 айл болон Дамбадаржаагийн хэсгийг хооронд нь харьцуулахад 2.22-ны өдрийн 09:00 цагт Дамбын хэсэгт хамгийн их 1200 мкг/м^3 байна. Хамгийн бага тоосонцортой хэсэг нь 2.26-ны өдрийн 09:00 цагийн үед хамгийн бага буюу зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс бага байгаа нь харагдаж байна.

Судалгаанаас үзэхэд улаанбаатар хотын агаарын бохирдол бусад улсууд, аймгийн төвүүдээс их байна. Иймд агаарын бохирдолыг бууруулах талаар дараах арга хэмжээнүүдийг авч хэрэгжүүлэх шаарлагатай байна.

IV. АГААРЫН БОХИРДОЛЫГ БУУРУУЛАХ ТАЛААР АВЧ ХЭРЭГЖҮҮЛЭХ АРГА ХЭМЖЭЭНҮҮД [7]

1. Улаанбаатар хотод МУ-ын нийт хүн амын 45.1% нь нь суурьшиж байна. Иймээс хотын тулгамдсан асуудлыг хот төлөвлөлтөөр бүрэн шийдэх нь урт хугацаа шаардана /10-30 жил/;
 2. Гэр хорооллын дахин төлөвлөлт, барилгажилт /0-30 жил/;
 3. Гэр хорооллын дахин төлөвлөлт, хэсэгчилсэн дэд бүтэц байгуулах /5-20 жил/;
 4. Яндангийн тоог цөөлөх, цахилгаанаар, сэргээгдэх эрчим хүчээр /5-10 жил/;
 5. Яндангийн тоог цөөлөх, хэсэгчилсэн халаалтаар шийдэх /3-5 жил/;
 6. Зуухнаас гарах бохирдолыг бууруулах, түлшний чанарыг сайжруулах /2-4 жил/;
 7. Зуухнаас гарах бохирдолыг бууруулах, зуухны хийцийг сайжруулах /2-4 жил/;
- Эдгээрийн дотроос эхний ээлжинд яаралтай хэрэгжүүлэн хотын агаарын бохирдлыг бууруулах аргыг авч үзвэл:

Хамгийн эхэнд шөнийн цагт ТЭХС-д одоохондоо илүүдэлтэй байгаа цахилгааны адлыг үр ашигтайгаар хэрэглэн гэр болон орон сууцыг халаах асуудал юм. Үүнийг хэрэгжүүлэх бололцоог иргэдэд бүрдүүлэх зорилгоор Засгийн газраас Улаанбаатар хотын хувьд зөвхөн гэр, амины орон сууцны халаалтын зорилгоор

ашиглах шөнийн цахилгааны тарифыг тэглэх тухай онцгойлсон шийдвэр гаргасан. Иймд бид энэ судалгааны ажлын хүрээнд гарсан үр дүнгээр дараах шийдлүүдийг шат дараатайгаар авч хэрэгжүүлэхийг санал болгож байна.

1. Халаалтанд зарцуулагдах дулааны хэмжээг бууруулах нэг үндсэн чиглэл болох гэрийн дулааны алдагдлыг бууруулж халаалтын хэрэгслийн чадлыг 2-2.5 кВт-аар хязгаарлах түвшинд дулаалах асуудлыг боловсруулж хэрэгжүүлэх.

2. Гэр болон орон сууцыг хямдарсан буюу тэглэсэн тарифтай цахилгаанаар хоногийн туршид халаах зориулалт бүхий 21 цагаас өглөөний 07 цаг хүртэлх хугацаанд гэрийг халаахын зэрэгцээгээр цахилгааныг дулаанд шилжүүлэн хуримтлуулж, түүгээрээ орон сууцыг өдрийн цагт (07 цагаас 21 цаг хүртэл) халаахад зориулсан дулааны аккумуляторыг боловсруулан практикт нэвтрүүлэх.

3. Гаднах агаарын температур ба халааж байгаа байрны температурыг мэдрэн түүнд зохицсонгоримоор ажиллах өндөр ашигт үйлийн коэффициенттэй түлшийг дозлон өгч бүрэн шатааж, гаргасан дулаанаа бүрэн ашигладаг смарт зуух боловсруулан гаргаж ашиглах замаар Улаанбаатар хот болон аймгуудын төв, төвлөрсөн суурин газрын агаарын бохирдолд хамгийн их нөлөө үзүүлж байгаа хэсэгт байрлуулан 50-60 айлын орон сууцыг хэсэгчилэн төвлөрүүлсэн дулаан хангамжийн бичил систем нэвтрүүлж яндангийн тоог цөөлөн утааны тархмал эх үүсвэрийг хумьж агаарын бохирдлыг бууруулах. Ойрын богино хугацаанд эдгээр арга, технологийг шат дараалалтай нэвтрүүлэх замаар Улаанбаатар хотын бохирдлыг эрс бууруулах анхны экспресс арга хэмжээг авах нь зүйтэй.

ДҮГНЭЛТ

Улаанбаатар хотын агаарын бохирдол бусад хотуудтай харьцуулахад 2-5 дахин их байна. Аймгийн төвүүдтэй харьцуулахад ойролцоо байгаа нь аймгийн төвүүдийн бохирдолыг бууруулах арга хэмжээнүүд авч хэрэгжүүлэх шаардлагатай байна.

Ашигласан материал

1. МУ-ын статистикийн үндэсний хороо. “Статистикийн лавлах”. Улаанбаатар, 2016.
2. Нийслэлийн улсын бүртгэлийн газрын тоон мэдээ. Улаанбаатар, 2016.
3. МУ-ын авто тээврийн газрын мэдээ. 2016.
4. Агаарын бохирдлыг бууруулах талаар авах арга хэмжээний тухай. Улаанбаатар, 2016.
5. http://www.inet.mn/?vfile=5&vmet_id=20481&vmet_ain=3054&vt=archive&vl=archive&vdate=&vofilen5tgi6&left=yes&vpage=243
6. www.agaar.mn
7. www.openaq.org
8. https://openaq.org/#/locations?parameters=so2_no2&page=6&countries=HK,GH,FI&k=8jnvld
9. Агаарын бохирдолыг бууруулах эрдэмтдийн ажлын хэсгийн тайлан, 2017 он.

ДЦС- 2 ҮН ХӨРГӨЛТИЙН УС ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН АШИГЛАЛТ,ТҮҮНИЙГ САЙЖРУУЛАХ БОЛОМЖУУД

Г. Амартүвшин*, Ч.Дашпунцаг**

*ДЦС-2 ТӨХК

**Монгол улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. ДЦС-ын хөргөлтийн ус хангамжийн системийн төрөл түүний үүрэг зориулалт ДЦС-ын хөргөлтийн ус хангамжийн системийн ажиллагаа нь дотоод ба гадаад олон хүчин зүйлээс хамааралтай байдаг. Дотоод хүчин зүйлд тухайн үйлдвэрийн үндсэн болон туслах тоног төхөөрөмжүүдийн сонголт түүний ажиллагааны горим ордог бол гадаад хүчин зүйлд орон нутгийн байгаль цаг уурын параметруудийн өөрчлөлтүүд багтдаг. Ер нь ДЦС-н үйлдвэрлэлийн үндсэн түүхий эдийн нэг нь ус бөгөөд түүнийг маш олон зориулалтаар ашигладаг. Тухайлбал, станцын технологийн процесст усыг ууршуулан дулаан, цахилгааны эрчим хүч үйлдвэрлэхэд ажлын биений зориулалтаар хэрэглэхээс гадна хотын дулаан хангамжийн системд дулаан зөөгчийн зориулалтаар ашиглахын зэрэгцээ сүлжээний усны алдагдлыг нөхөхөд зарцуулдаг. ДЦС-ын үйлдвэрлэлийн процесст хэрэглэж байгаа усыг тэжээлийн, техникийн ба нэмэлт ус гэж ангилдаг. ДЦС-ын техникийн ус хангамжийн системийг шууд урсгалтай эргэлтийн болон хосолсон гэж үндсэнд нь 3 хуваадаг.

-Шууд урсгалтай системд техникийн усыг гол нуур далайгаас авч хэрэглэсний дараагаар зохих цэвэрлэгээ хийгээд анхны эх үүсвэрт нь эргүүлж өгдөг. Харин эргэлтийн ус хангамжийн системд усыг битүү циклээр ашиглаж станцын дотоод алдагдлыг нөхөхөд шаардагдах бага хэмжээний усыг тодорхой эх үүсвэрээс авч хэрэглэдэг онцлогтой. Эргэлтийн ус хангамжын битүү систем нь заавал хөргөх усан сан ба хөргөх цамхаг /градирнь/-тай байдаг. ДЦС-н техникийн ус хангамжийн системийн усны хэрэглээний дийлэнх хэсэг буюу 90%-ийг зуух турбины тоног төхөөрөмжүүдийн хөргөлтийн системд зарцуулдаг хөргөлтийн систем нь турбины конденсатор, тос хөргүүр, турбогенераторуудын агаар хийн хөргөлтүүд болон зуух турбин цехүүдийн насос, эргэх механизмуудын холхивчуудын хөргөлтөнд ус өгөх зориулалттай байдаг. Түүнчлэн техникийн ус хангамжийн системээс уурын зуухны үнс ба шааргыг шингэнээр зайлуулах системийг усаар хангана.Ундрага багатай гол мөрний урсгалыг далангаар хааж 3..4 м –ээс багагүй гүнтэй ихээхэн хэмжээний талбай эзлэх хиймэл нуур буюу усан сан байгуулан техникийн усны хэрэгцээг эргэлтийн ус хангамжийн системээр хангадаг.Усан сангийн шаардлагатай талбай нь тухайн орон нутгийн цаг уурын нөхцөл ДЦС-ын хүчин чадал зэргээс хамаарч усан сангийн хөргөлт нь хөргөх цамхагтай харьцуулхад хөргөлтийн усны температур бага бөгөөд тогтвортой ,Ууршилтийн үеийн усны алдагдал бага , ашиглахад энгийн хялбар ,цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ бага ХАА-н усжуулалтанд болон ашиглах боломжтой зэрэг давуу талтай. Энэ тохиолдолд усны температур орчны агаарын температураас бага болдог.

Агаарын харьцангуй чийглэг багасахад ус болон агаарын температурын зөрүү ихэснэ. Харин дулаан, цахилгааныг хослон үйлдвэрлэхдээ үүсгүүр(ДЦТ) аль болох дулааны хэрэглэгчдэд ойр байрлуулах шаардлагатай байдаг.

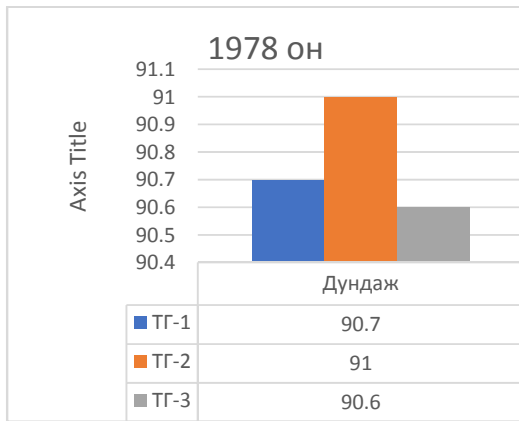
Түүнчлэн байгаль орчныг хамгаалах зорилгын үүднээс цаашид ДЦС-д зохиомол хөргүүр бүхий техникийн ус хангамжийн системийг хэрэглэх хандлагатай байна. Манай оронд ажиллаж байгаа ДЦС-ын техникийн ус хангамжид градирни (хөргөх цамхаг) болон цацруулан хөргөх хэрэглээр тоноглогдсон системүүдийг хэрэглэж байна.

Тулхуур үг. Хөргөх цамхаг конденсатор, тос хөргүүр, техникийн ус, эргэх механизм.

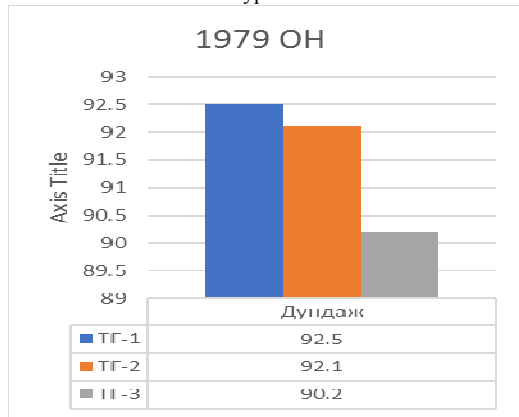
ДЦС-2 ТӨХК-ний техникийн ус хангамжийн өнөөгийн байдал

Тус станцын анхны зураг төсөл боловсруулахдаа техникийн ус хангамжийг Туул голын сав газарт байрлуулсан ЭЦВ-10-120-60 маягийн бш насосоор шахах улмаар 2400 м³ багтаамжтай хөргөх санд хуримтлуулж НД-12- маягийн 4ш насосоор к-6-35 маягийн 2ш турбины конденсаторын хөргөлтөд өгөхөөр тооцоо хийж 1969 онд ПТ-12-35/10 маягийн 1ш турбин нэмж суурилуулж тавьсан ба 1300 м³ багтаамжтай эргэлтийн усны хөргөх сан нэмж барьсан ба Тус станцын эхний ээлжийн К-6-35 маягийн 2 ш турбины эргэлтийн усны нийлбэр зарцуулалт 2500 м³/ц байхаар тооцож эргэлтийн усны шугам хоолойн диаметрийг сонгож авсан байна. 1969 онд өрөгөтгөлөөр ПТ-12-35 /10 маягийн турбин суурьлуулж улмаар 1300 м³/ц багтаамжтай хөргөх сан барьсанаар эргэлтийн усны нийлбэр зарцуулалт 3800 м³/ц болсон ба 1980 он хүртэл эдгээр 3 ш турбинтай үйлдвэрлэл явж байгаад хэрэглэгчдийн уурын хэрэглээ нэмэгдсэнээр ТГ-2 болох К-6-35 маягийн турбиныг эсрэг даралтын турбин Р-4-35/1,2 болгон өөрчилсөн байна. Манай станцын хувьд зуны улиралд турбогенераторуудын сийрэгжилт муу байгаа нь дараах хэд хэдэн шалтгаануудтай холбоотой юм.

1980 оноос өмнөх турбинуудын техник Эдийн засгийн үзүүлэлтийг Үндэсний архивын газраас шүүж авсан болно.



Зураг 1

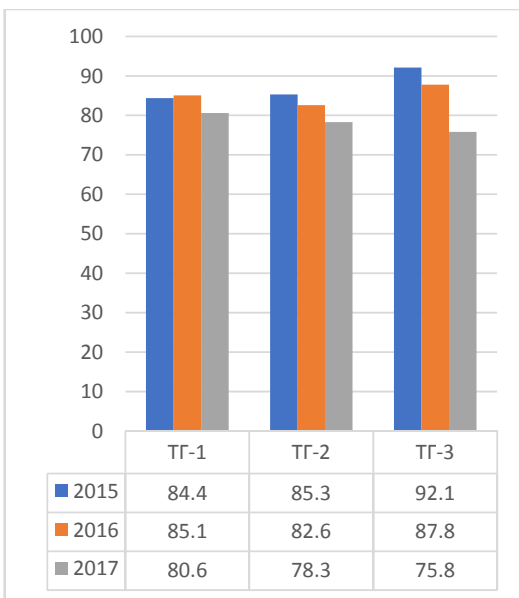


Зураг 2

1978-1979 оны ТЭЗҮ-н үзүүлэлтээс харахад:

Вакуум зуны улирал буюу 2 ба 3-р улиралд дунджаар 87.4-89.5 Өвлийн улирал буюу 1 ба 4-р улиралд дунджаар 91.2-92.4% байна.Эргэлтийн усны орох температур зуны улирал буюу 2 ба 3-р улиралд дунджаар 13-22 C⁰ Гарах температур

20-32 C⁰Өвлийн улирал буюу 1 ба 4-р улиралд хөргөлтийн усны орох температур 11-18 C⁰ гарах температур дунджаар 24-32 C⁰ байна.

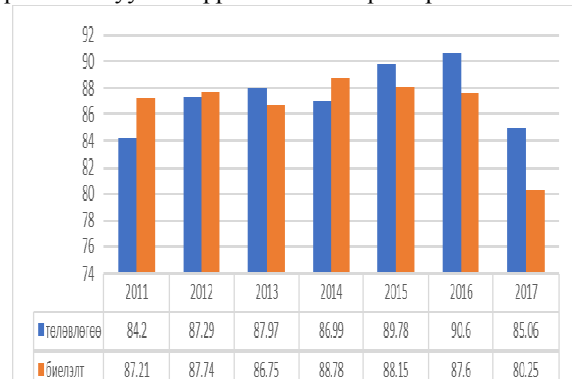


Зураг 3

2015-2017оны ТЭЗҮ-н үзүүлэлтээс харахад

1. Цацруулах усан сангын хөргөх чадвар зуны улиралд багассан
2. ТГ-1,2 дулаацуулгын отбор ашиглалт байхгүй болсон
3. Гүний усны насос № 3,6 ашиглалтаас гарсан Гүний усны насос № 3,6 ашиглахгүй болсон шалтгаан нь газар зүйн онцгоос шалтгаалж усны ундрага багассантай холбоотой юм насоснуудын сорох талын даралт буурснаас хий сорогдож эвдрэл гэмтэл ихээр гарах болсоноор ашиглалтаас гарсан байна. Эдгээр насосууд ашиглалтаас гарсаны улмаас эргэлтийн усны зарцуулалт багассан.
4. ТГ-1 конденсаторын хоолойнууд цоорч бөгөлсөнөөс хөргөлтийн гадаргуу багассан
5. Хөргөлтийн усны хүрэлцээ муу байгаа зэргээс шалтгаалж байна.

Эргэлтийн усны насос,түүний тодорхойломжууд. Турбины вакуумыг сүүлийн 7 жилээр авч үзвэл.



Зураг 4

Хүснэгт 1

Үзүүлэлтүүд	Насосны маяг			
	12а-19а	1А-1250-63А	АА1250-63А	20 ää
Бүтээмж м ³ /ц	504-900	710	710	2000
Напор м.у.б	11,5-20	5.7	20	19
Эргэлтийн тоо тинг	1450	980	980	730
Цахилгаан хөдөлгүүрийн чадал кВт	40	53	55	160
д/д	ТГ-1 АК-6-35		ТГ-2 N6-3.43	
	ЭУН-1а Q-504-900	ЭУН-1а Q-710	ЭУН-1а Q-710	ЭУН-1а Q-800
1	589.37	460.83	422.17	568.6
2	596.75	467.01	436.4	557.6
3	589.63	439.63	445	565.13
4	610.89	467.98	442.2	566.42
5	605.6	471.92	433.17	555.51
6	622.03	505.04	554.3	562.94
7	597.02	513.3	503	557.49
8	623.54	494.5	536.9	562.9
9	600.12	500.28	534.24	573.4
10	590.7	517.19	549.29	554
дундаж	602.56	483.76	485.66	562.39
бүтээмж	1400т/ц байхаас 1086,33		1599 т/ц байхаас 1048,66	

ТГ-1 ТГ-2-ын эргэлтийн усны насосны зарцуулалтыг хэмжсэн судалгаа

Цацруулах сангийн усны алдагдлыг тооцох ба багасгах боломжууд:

Хушуунаас цацарсан ус салхиар үлээгдэн усан сангаас гадагш хаягдах учир хөргөх цамхагийг бодвол усны алдагдал их байна. Салхины үлээлтээр үүсэх алдагдлын хэмжээг ном сурах бичигт зааснаар 500 м³/цаг хүртлэх бүтээмжтэй цацруулах санд бүтээмжийг 2-3%-иар түүнээс дээш бүтээмжтэй бол 1,5-2%-иар тооцох нь зүйтэй. Энэ нь жилд дунджаар 14850 т/ц ус салхины үлээлтээр алдаж байга гэсэн үг юм. Усан сангийн шаардлагатай талбай нь тухайн орон нутгийн цаг уурын нөхцөл ДЦС-ын хүчин чадал зэргээс хамаарна. Усан сангийн шаардлагатай талбай нь тухайн орон нутгийн цаг уурын нөхцөл ДЦС-н чадал зэргээс хамаарна. Энэ нь цацруулах сангийн хөргөлт нь хөргөх цамхагтай харьцуулахад хийц энгийн ашиглахад хялбар боловч усны алдагдал их, зай талбай эзэлдэг, хөргөх чадамж нь салхины хурд гадна агаарын температур зэргээс ихээхэн шалтгаалдаг. Иймд хөргөх цамхагийг ашигласнаар:

1. Турбины вакуумын систем өсч горим ажиллагаа, эдийн засгийн үзүүлэлтийг дээшлүүлэх.

2. Жишмэл түлш болон бусад тоноглолын ажиллах жугацааг багасгах.

3. Өргөтгөл шинчлэл хийхэд түлхэц болох зэрэг олон давуу талуудтай юм. Цаашид турбины вакуумыг дээшлүүлэх арга хэмжээ нь турбины хөргөлтийн вакуумыг зураг төсөлд заасан хэмжээнд хүргэхийн тулд конденсатор тус бүрийг хоёр хөргөлтийн усны насостой ажилуулахын оронд конденсатор тус бүрт нэг хөргөлтийн насостой ажилуулах ба суурьлагдсан хүчин чадалд нь тохируулж насос сонгож тавих. Тус станцын ус хөргөх задгай сан буюу брызгалийн бассейн нь 1961-1969 онуудад суурьлагдаж ажиллаж байгаа ба уг бассейн бетонон хана хашилгууд олон жилийн эдэлгээний явцад хагарч эвдэрсэнээс хөрсөнд алдах усны алдагдал ихтэй тул усны алдагдалыг багасгах хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх шаардлагаар битүү цамхагт градирн өолгон өөрчлөх шаардлагатай.

Турбины вакуумыг 1% дээшлүүлэхэд 1 квт/цаг цахилгаанд зарах жишмэл түлшийг 2,7-3,6 гр-аар хэмнэнэ гэсэн онолын тооцоо байдгаас дунджаар 5 хувь нэмэгдүүлсэн гэж үзвэл станцын хэмжээнд жилд 2318 тн бодит түлш хэмнэхээр байна.

ДҮГНЭЛТ

Эргэлтийн ус хангамжийн системд усыг битүү циклээр ашиглаж станцын дотоод алдагдлыг нөхөхөд шаардагдах бага хэмжээний усыг тодорхой эх үүсвэрээс авч хэрэглэдэг онцлогтой. Станцад ашиглаж байгаа түүхий усны 60 орчим хувийг багериин аж ахуйгаар дамжуулан үнсэн сан руу 10-15 хувийг хотын ус цэвэрлэх байгууламж руу хаяж байна. Энэ үзүүлэлт нь техникийн усны үр ашгийн коэффициент хангалтгүй байгааг нотолж байна. Иймд цаашид ашиглагдаж байгаа түүхий усны хэмжээг нарийвчлан хэмжих нөхцөлийг бүрдүүлэх нарийвчилсан судалгааны үр дүнд суурилан технологийн шинчлэлийн цогц арга хэмжээг хэрэгжүүлэх шаардлага гарч байна. Эргэлтийн усны хүрэлцээ муу байгаа гэдгийг баталсан дээрх туршилтаас хархад техникийн ус хангамжийн алдагдлыг багасгах суурилагдсан хүчин чадал буюу турбины конденсатор тус бүрт тохирсон насос сонгож хэрэглэх. Бассейний бетонон хана хашилгууд олон жилийн эдэлгээний явцад хагарч эвдэрсэнээс хөрсөнд алдах усны алдагдал ихтэй тул усны алдагдалыг багасгах хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх шаардлагаар битүү цамхагт градирн болгон өөрчлөх шаардлагатай. Эргэлтийн усны механик бохирдолтыг багасгах, турбингенераторын отбор ашиглалтыг сайжруулах арга хэмжээг цаашид авч хэрэгжүүлэх нь зүйтэй юм.

Ашигласан материал

1. Д. Хүрэлсүх Д. Нүдэн “ Уурын турбины төхөөрөмжийн ашиглалт” УБ-2002 он.
2. Ж. Цэнойдов Ц. Шагдарсүрэн А. Түмэнбаяр Б. Батгөр Ус ба усны уурын термодинамикийн шинж чанарын үзүүлэлт УБ 2005 он.
3. Архивийн ерөнхий газарын албан бичиг хэргийн 132-2538 тоот хавтас 1978-1979 оны ТЭЗҮ үзүүлэлт.
4. ДЦС-2 ТӨХК Турбины ашиглалтын заавар 2017 он.
5. ДЦС-2 эрчим хүчний АУДИТ -2017.
6. Ц. Шагдарсүрэн Ж. Цэнойдов Б. Батцэнд Ч. Дашпунцаг Ч. Ноовой “Дулааны цахилгаан станц” 2003 он.
7. Ч. Дашпунцаг Уурын турбины ашиглалт УБ 2002 он

3-р хэсэг.
ДОКТОР ОЮУТНУУДЫН
ИЛТГЭЛҮҮД

ДУЛААНЫ ЦАХИЛГААН СТАНЦ-4 ТӨХК-НИЙ ӨНДӨР ХҮЧДЛИЙН ОРУУЛГЫН ХЭМЖИЛТ-ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Ж.Нандагсамба*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Дулааны цахилгаан станц-4 ТӨХК-ийн 220, 110 кВ-ын таслуур, хүчний трансформаторын оруулгын тангенс дельтаг хэмжиж, оруулгын тусгаарлах хийцийн хуучралтын түвшинг тогтоож, оруулгад хэвийн хүчдэл байнга үйлчилсэний улмаас хөндийрүүлгийн алдагдал үүсч, тусгаарлагын цахилгаан дулааны, химийн хуучралтын түвшингийн улмаас орлуугын гэмтэл жилээс жилд өсөн нэмэгдсээр байна. Ийм учраас ДЦС-4 ТӨХК-ийн 220, 110 кВ-ын 29 оруулгын хөндийрүүлгийн алдагдлын өнцөг тангенс дельтагийн хэмжилт - туршилтийн үр дүнгээр боловсруулсан судалгааны ажлыг энэ итгэлд өгүүлсэн болно.

Түлхүүр үг. Оруулга, тангенс дельта.

ОРШИЛ

220, 110 кВ-ийн хүчний трансформатор, 220, 110кВ-ийн өндөр хүчдлийн таслуур, гүйдэл болон хүчдлийн трансформаторын оруулгуудад хөндийрүүлгийн алдагдлын өнцөг тангенс дельтаг хэмжиж, тусгаарлах хийцийн хуучралтын түвшинг тогтоож, тухайн оруулгыг гэмтэхээс өмнө засвар үйлчилгээнд оруулдаг олон улсын туршлага байна. Ийм учраас 2017 онд ДЦС 4 ТӨХК-д өндөр хүчдлийн оруулгын хэмжилт туршилтыг явуулж, хэмжилт-туршилт-оношлогооны үр дүнг тодорхойлсон болно.

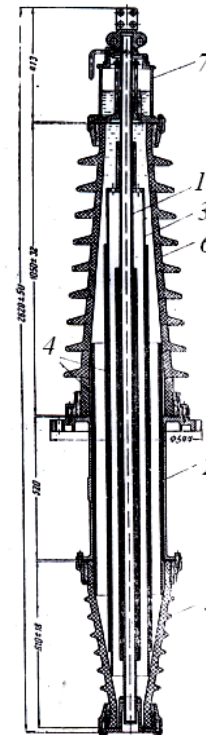
Онолын ойлголт

Тос-хаавчин оруулга

Энэ төрлийн оруулгыг 110 кВ ба түүнээс дээшхи хүчдэлд голлон хэрэглэнэ. Хийцийн хувьд дээд, доод 2 шаазан эх биеүүдийг хооронд нь металл бэхэлгээгээр холбож, сүмбэн электродыг голоор нь явуулж бэхлэнэ. Шаазангийн дотор талын үндсэн тусгаарлагыг тосоор дүүргэнэ. Тусгаарлагын дотор талд үүсэх цахилгаан орныг жигдрүүлэхийн тулд металлжуулсан бүрээс бүхий цаас - бакелитан бортогон хаавчуудыг тосон дотор байрлуулна. Ингэснээр өмнө үзсэн бортогон конденсаторын систем үүсч, цахилгаан орон жигдэвтэр болно. Жишээ болгон 110 кВ-ийн тос хаавчин оруулгын бүтцийг зураг 1-д үзүүлэв.

Энэ төрлийн оруулгын найдвартай ажиллагаа тосны шинж чанараас ихээхэн хамаарах учир тосонд азотон хамгаалалтыг хийх, ашиглалтын явцад тосыг байнга сэргээх аргуудыг хэрэглэнэ.

Тос-хаавчин оруулгын дутагдалтай тал нь 330, 500 кВ, түүнээс дээшхи хүчдэлд голч хэтэрхий бүдүүн, овор ихтэй болдог явдал юм. Иймд энэ төрлийн оруулгыг 110, 220 кВ-ийн хүчдэлд голчлон хэрэглэнэ. Сайн тал нь энгийн хийцтэй, хөргөлтийн нөхцөл сайтай, засварлахад хялбар байдаг зэрэг болно.



Зураг1. 110 кВ-ийн тос-хаавчин оруулга

1 – Гүйдэл дамжуулах сүмбэн электрод, 2 – металл бэхэлгээ, 3 – цаас – бакелитан бортого (хаавч), 4 – металлжуулсан ялтас, 5 – дотор хэсгийн шаазан эх бие, 6 – гадна хэсгийн шаазан эх бие, 7 – тосны тэлүүр сав

Цаас-тосон оруулгыг үйлдвэрлэгчээс хэрхэн тэмдэглэж, түүнийг хэрхэн тайлж унших тухай жишээг Монголд хэрэглэгдэж байгаа ОХУ-д үйлдвэрлэсэн 2 янзын оруулган дээр тайлбарлая.

$\frac{БМВПУ}{0\ 15}$ 110/1000 У1 - маркийн битүүмжит бус

оруулга:

БМ – цаас-тосон систем; В – тосон таслуурт зориулагдсан; П – хүчдэл хэмжих гаргалгаатай (ПИН-тэй); У – гадна гадаргууг нь зориуд уртасгасан; 0-15 – босоо тэнхлэгээс хазайх зөвшөөрөгдөх өнцөг (градусаар); 110 – хүчдлийн ангилал (кВ); 1000 – хэвийн гүйдэл (А);

У1 – цаг уурын хэвийн нөхцөлд зориулагдсан.

Битүүмжит оруулгын хэв маяг, тэмдэглэгээ:

$\frac{ГМТА}{0\ 45}$ 110/630 У1 - маркийн битүүмжит

оруулга:

Г – битүүмжит; М – цаас – тосон систем; Т – хүчний трансформаторт зориулагдсан; А – гадна гадаргуу нь хэвийн урттай (А ангиллынх); 0-45 – босоо тэнхлэгээс хазайх зөвшөөрөгдөх өнцөг (градусаар); 110 – хэвийн

хүчдэл (кВ); 630 – хэвийн гүйдэл (А); У1 – цаг уурын хэвийн нөхцөлд зориулагдсан.

Хөндийрүүлгийн алдагдлын өнцгийн тангенс ($tg\delta$) ба багтаамжийг хэмжих

Хөндийрүүлгийн алдагдлын өнцөг $tg\delta$ ба багтаамжийн хэмжилтийг:

- 10 кВ хүчдэл өгч үндсэн тусгаарлагд;
- 5 кВ-ийн хүчдэл өгч хэмжүүрийн конденсатор (ПИН) C_2 , мөн хамгийн гаднах үеийн багтаамж C_3 дээр тус тус явуулна

1964 оноос өмнө хийгдсэн оруулгуудын C_2 , C_3 -ийн хэмжилтийг 3 кВ-оор явуулна. Хэмжилтээр гарсан $tg\delta$ -ийн утгуудыг хүснэгт 1-д заасан зөвшөөрөгдөх хамгийн их утгуудтай харьцуулан оношлогоог хийнэ.

Үндсэн тусгаарлагын хэмжилтээр тогтоогдсон багтаамж C_1 -ийн хэмжээ нь ашиглалтанд оруулах үеийнхээсээ 5%-аас ихгүй өөрчлөлттэй байх шаардлагатай.

- 35 кВ-ийн оруулганд бол түүнийг суурилуулсан трансформатор ба таслуурт засвар хийсний дараа
- 110-220 кВ-ийн оруулганд 4 жилд 1 удаа
- 330-750 кВ-ийн оруулганд 2 жилд 1 удаа тус тус хэмжилт явуулна.

Хүснэгт 1

Өндөр хүчдлийн оруулга тусгаарлагуудын хөндийрүүлгийн алдагдлын өнцөг $tg\delta$ -ийн хамгийн их зөвшөөрөгдөх утгууд

Тусгаарлагын төрөл ба хэмжилтийн мужууд	Тухайн хүчдэлд хяргалзах $tg\delta$ -ийн зөвшөөрөгдөх хамгийн их утгууд %			
	3-5 кВ	110-150 кВ	220 кВ	330-750 кВ
Цаас – тосон оруулга				
• Үндсэн тусгаарлага C_1 , мөн ПИН конденсатор C_2	-	0,7/1,5	0,6/1,2	0,6/1,0
• Гаднах үеийн тусгаарлага C_3	-	1,2/3,0	1,0/2,0	0,8/1,5
Тос дүүргэгдсэн хагуу тусгаарлагатай оруулгауудын үндсэн тусгаарлага C_1	1,0/1,5	1,0/1,5	-	-
Цаас – бакелитан оруулга (тосстой)	3,0/9,0	-	-	-

Тайлбар: – хүртвэрт байгаа тоо нь шинээр ашиглалтанд оруулж байгаа оруулгуудад; - хуваарьт байгаа нь ашиглалтанд байгаа оруулгуудад хамаарна.

Үндсэн тусгаарлагын $tg\delta_1$ -ийн утгыг бүх тохиолдолд 10 кВ-ийн харьцангуй бага хүчдэлд хэмжих нь гэмтлийг найдвартай илрүүлж чадахгүй байх талтай. Иймд $tg\delta_1$ -ийн утгуудыг $0,5U_{\phi}$ хүчдлээс эхлээд $1,0 U_{\phi}$ хүчдэл хүртэл завсарт хоёроос дээш цэгт хэмжих аргыг хэрэглэж байна. Энэ үед хүчдэл $0,5U_{\phi}$ –аас $1,0U_{\phi}$ хүртэл ихэсхэд $tg\delta_1$ -ийн өөрчлөгдсөн өөрчлөлт $\Delta tg\delta_1$ нь тусгаарлагын доторхи гэмтэл, ионжилтийг үзүүлэх нэг чухал үзүүлэлт болох тул хүснэгт 2-т зөвшөөрөгдөх нормчлолыг харуулав. Тухайлбал: 110 кВ-ийн оруулганд $tg\delta_1$ -ийн утгыг 35 кВ, 73 кВ-ийн утгуудад хэмжихэд $tg\delta_1$ -ийн өссөн зөрөө нь $\Delta tg\delta_1=0,1\%$ -аас хэтрэхгүй байх ёстой.

Хүснэгт2.

Цаас – тосон оруулгын хөндийрүүлгийн алдагдлын өнцөг $tg\delta$ (%) –ийн зөвшөөрөгдөх утгууд

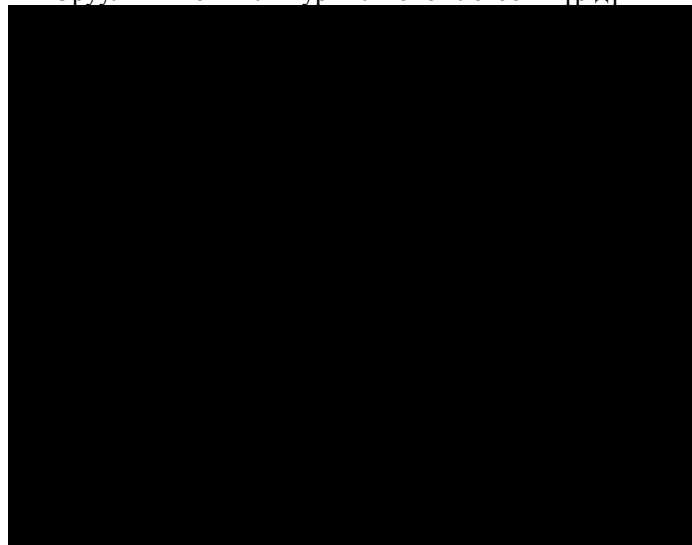
Алдагдлын өнцгийн тангенс $tg\delta$ (%)	Хэвийн ба фазын хамгийн их хүчлэл, кВ			
	110/73	220/146	330/210	500/304
$tg\delta_1$ ($0,5U_{\phi}$ үед)	0,8	0,6	0,6	0,6
$\Delta tg\delta_1$ ($0,5U_{\phi}$ - $1,0U_{\phi}$ үед)	0,1	0,07	0,06	0,06
$tg\delta_2$ (10 кВ үед)	0,8	0,6	0,6	0,6
$tg\delta_3$ (5 кВ үед)	1,2	1,0	1,0	0,8



Зураг 2. Хятад улсад үйлдвэрлэгдсэн бүрэн автомат Тангес дельгагийн хэмжүүрийн багаж. (GDGS Power Factor Tester Dielectric Loss Tester Tangent Delta Tester Manufacturer)

Хүснэгт-2.

Оруулгын хэмжилт-туршилт-оношлогооны үр дүн



ДҮГНЭЛТ

2017 онд хийсэн хэмжилт туршилтын үр дүнгээр үндсэн гурван хэсэгт хувааж авч үзсэн болно. Үүнд:

1. Ангилал-1: Хэвийн ашиглах боломжтой оруулгууд /тангес дельтагийн хэмжилтийн утга <0.6%/ хэвийн ашиглалтын хугацаа 10-15 жил.
2. Ангилал-2: Аажим хуучралттай гэхдээ ашиглах боломжтой /0,7-1,5%/ хэвийн ашиглалтын хугацаа 1-5 жил.
3. Ангилал-3: Яаралтай их засварт оруулах буюу солих шаардлагатай />1,6%/ ашиглалтын хугацаа дууссан.

Нийт 29 оруулгад тангес дельтагийн хэмжилт туршилт - оношлогоо хийж үзэхэд 18 оруулга, 1-5 жил

байнгын хяналтанд ашиглах боломжтой 6 оруулга, яаралтай солих буюу их засварт оруулах шаардлагатай 5 оруулга байна.

Оруулгын /уламжлалт тусгаарлагатай/ хэвийн ашиглалтын хугацаа нь 25-30 жил байдаг. Туршилт - хэмжилт - оношлогооны үр дүнгээр оруулгуудын ашиглалтын хугацааг тооцож үзвэл 1-р ангилалд 35...45 жил, 2-р ангилалд 26...35 жил, 3-р ангилалд ашиглалтын хугацаа дууссан.

Ашигласан материал

1. З.Цэрэндорж. “Өндөр хүчдлийн техник – 4”. Мөнхийн үсэг хэвлэл. УБ.: 2014. с. х. 259-268.
2. Ж.Нандагсамба. “Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа” УБ.: 2015 он. х. 56-65.

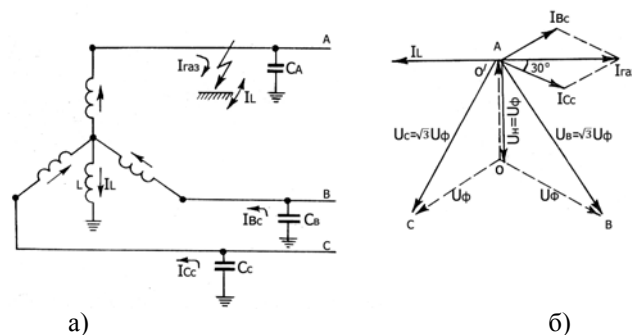
ГАЗАРДЛАГЫН ГҮЙДЛИЙН ТООЦОО, ХЭМЖИЛТИЙН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Ж.Нандагсамба*

*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Энэхүү илтгэлд Үндэсний дамжуулах сүлжээний Улаанбаатар салбарын 110/35/6, 110/35/10, 110/10/10, 110/10/6 дэд станцуудын газардлагын гүйдлийг тооцож, одоо ашиглагдаж байгаа /НУО-г/ нум унтраах ороомгийн ажиллагааг хэмжилтээр шалгаж, зөв тохируулга хийх, техник зохион байгуулалтын арга хэмжээ авах тухай өгүүлсэн болно.

Түлхүүр үг. Газардлагын гүйдэл, саармаг цэг, нум унтраах ороомог.



Зураг 1. Гурван фазын шугам сүлжээнд нум унтраах ороомгыг залгах бүдүүвч (а), газардлага гарсан үеийн гүйдэл, хүчдлийн вектор дүрслэлүүд (б)

2. ХЭМЖИЛТ, ТУРШИЛТЫН ТОВЧ АРГАЧЛАЛ, ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖҮҮД

Хэмжилт, туршилтыг явуулахын тулд 6,10 кВ-ийн шугам сүлжээнд нэг фазын зохиомол газардлагыг үүсгэх шаардлагатай болсон. Зохиомол газардлагыг дотор нь металл газардлага ба зохиомол-тогтворгүй нуман газардлага гэж хоёр хуваана. Хэмжилтийг дээрх 2 тохиолдолд аль алинд нь хийхээр төлөвлөсөн боловч багаж төхөөрөмжийн бүрдүүлэлтээс болоод нуман газардлага хийх ажил хойшлогдож зөвхөн зохиомол металл газардлага хийж хэмжилт туршилтыг явууллаа.

Гүйдлийн хэмжилт:

Газардлагын гүйдэл болон реакторын гүйдлүүдийг хэмжихийн тулд 50-100 А-ийн гүйдлийн трансформаторууд ТТ₁, ТТ₂-ийг ашиглана. Гүйдлийн трансформаторын хэмжилтийн алдааг багасгаж тоон осциллографыг хэт хүчдэл болон хэт гүйдлээс хамгаалахын тулд гүйдлийн трансформаторын 2-р ороомог дээр R_ш=0.396 Ом-ын шунтын идэвхитэй эсэргүүцлийг залгана. Энэ идэвхитэй эсэргүүцэл дээр унах хүчдэлийн уналтыг осциллографар хэмжих ба ТТ-ийн 1-р ороомгоор гүйсэн гүйдлийн хэмжээг дараах илэрийллээр тооцоолно.

$$I = \frac{U_{\text{осц}} \cdot K_{\text{ТТ}}}{R_{\text{ш}}}$$

ОРШИЛ

6, 10, 35 кВ-ийн хуваарилах шугам сүлжээ нь янз бүрийн холимог саармаг цэгийн горимоор ажиллаж байна. Харин ашиглалтын явцад цаас тосон тусгаарлагатай кабелийг полиэтилен тусгаарлагатай кабелиар солих, агаар болон кабель шугамын урт хэвийн хэмжээнээс хэтэрч, ашиглалтын нөхцөлд хэвийн ажиллах боломжгүй нөхцөл байдал үүсч байна. Ийм учраас газардлагын гүйдлийг нарийн тооцоолж, газардлагын гүйдэл ихтэй дэд станц, фидер, гаргалагуудад, саармаг цэгийн оновчтой горимыг сонгож, цахилгаан шугам сүлжээний хэвийн найдвартай ажиллагааг хангах нь чухал юм.

1. Цахилгаан шугам сүлжээний саармаг цэгийн горим

Трансформаторын саармаг цэг дээр L гэсэн индукцлэлийн ороомгийг залгасан үед А фазад газардлага гарахад саармаг цэгийн газартай харьцангуй хүчдэл нь $U_H = U_\phi$ болох ба саармаг цэгийн энэ хүчдлийн нөлөөллөөр L гэсэн ороомгоор $I_L = U_\phi / \omega \cdot L$ гэсэн гүйдэл гүйнэ. Энэ гүйдэл нь индукцийн шинж чанартай тул хүчдлээсээ 90°-аар хоцорсон байна. Зураг 1^б-д үзүүлснээр газардлагын гүйдэл $I_{\text{газ}} = I_{\text{вс}} + I_{\text{сс}}$ индукцийн гүйдэл I_L хоёр нь эсрэг чиглэлтэй, хоорондоо 180°-ийн өнцөгтэй вектор байх тул бие биенээ харилцан саармагжуулна.

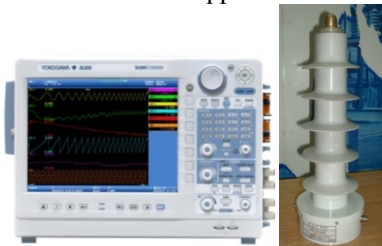
Энд: I - Гүйдлийн трансформаторын 1-р ороомгоор гүйсэн гүйдэл, A ; $K_{\text{ТТ}}$ - Гүйдлийн трансформаторын трансформаци коэффициент; $U_{\text{осц}}$ - Осциллографын оролт дээрхи хүчдэл буюу шунтын идэвхитэй эсэргүүцэл дээрхи хүчдэлийн уналт, B ; $R_{\text{ш}}$ - Шунтийн эсэргүүцэл, $R_{\text{ш}}=0.396 \text{ Ом}$.

Хүчдэлийн хэмжилт:

Газардлагын үед фазууд болон саармаг цэг дээрхи хүчдэлүүдийг ердийн цахилгаан соронзон хүчдэлийн трансформатор ашиглан хэмжих боловч хүчдэлийн трансформаторын трансформаци коэффициент нь хүчдэлийн сигналын давтамжаас хамаарч эрс өөрчлөгддөг дутагдалтай. Ялангуяа 2000 Гц давтамжаас дээшхи сигналиудыг хэмжихэд ихээхэн алдаа гардаг онцлогтой. Гэтэл нэг фазын газардлагын үед үүсэх хүчдэл, хэт хүчдэлүүдийн гармоник агууламж нь 50 Гц-ээс 500 кГц, түүгээрч зогсохгүй 1МГц хүртэл өндөр байх боломжтой нь судалгаагаар тодорхойлогдсон байдаг тул хүчдэлийн трансформаторыг энэ төрлийн хэмжилт, туршилтанд хэрэглэх нь хэмжилтийн алдаа зөвшөөрөгдөх хэмжээнээсээ ихсэж, буруу ташаа дүгнэлтэнд хүргэх аюултай болдог. Иймд нам ба өндөр давтамжийн аль ч үед тогтвортой тогтмол тооны хүчдэлийн хуваах коэффициенттай байлгахын тулд багтаамжийн хүчдэл хуваагуурийг /ДН/ энэ төрлийн туршилт, хэмжилтэнд ашиглах нь тохиромжтой байдаг. УБ хотын шугам сүлжээнд явуулсан энэхүү судалгаанд ОХУ-ын “Болид” компанид үйлдвэрлэгдсэн ДН-10кВ маркийн багтаамжийн хүчдэл хуваагуурыг ашиглан хүчдэлийн утгууд, тэдгээрийн гармоникүүдийг хэмжсэн болно.

Хүчдэл, гүйдлийн сигналыг автоматаар бичиж, хэмжих төхөөрөмж:

Хүчдэл хуваагуур болон гүйдлийн трансформаторуудаас кабелийн холболтоор орж ирсэн сигналуудыг санах байгууламж бүхий тоон системийн осциллограф ашиглана. Япон улсын “Yokogawa Electric Corporation” компанийн DL-850 Scope Corder маркийн олон сувагт тоон осциллографыг хэмжилт, туршилтандаа ашигласан. Хэмжилтийн үед осциллографын 5-7 сувагийг нэгэн зэрэгээр 20 сек хүртэл хугацааны процессыг бичихээр тохируулга хийсэн ба дискретизацийн давтамж нь 500 кГц, нэг сувгийн санах ойн эзлэхүүн нь 25Мб байсан.



Зураг 2. УБЦТС ТӨХК-ийн DL-850 осциллограф ба “Болид” компанийн 6-35 кВ-ийн багтаамжийн хүчдэл хуваагуур

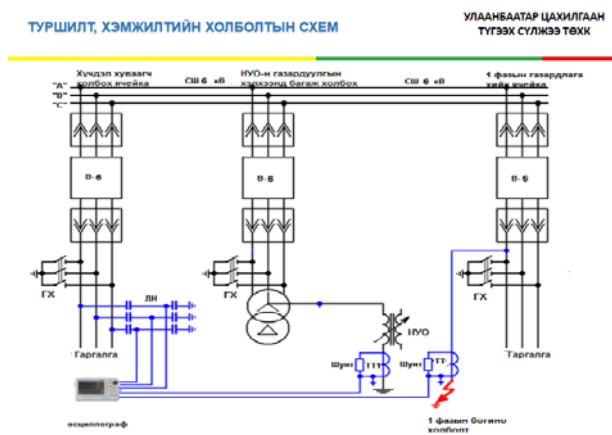
НФГ-ын гүйдлийн хэмжилт, судалгааны ажлын байрны ерөнхий байдлыг Зураг 2-д харуулав.



Зураг 3. 6-35 кВ-ийн шугам сүлжээний НФГ-ын туршилт хэмжилтийг явуулах ажлын байрны ерөнхий байдал

Туршилт, хэмжилтийг явуулахад ашигласан цахилгаан холболтын схем:

НФГ-ын процессийн хэмжилт туршилтыг явуулсан дэд станцийн цахилгаан холболтын бүдүүвчийг зураг 3-т үзүүлэв. Туршилтыг явуулахад өндөр хүчдэлийн таслуур бүхий гурван ячейкийг ашиглана. Таслуур бүхий 1 ячейкад ДН гэсэн багтаамжийн хүчдэл хуваагуурыг залгана.



Зураг 4. НФГ-ын процессийн туршилт, хэмжилт явуулсан холболтын схем (ГХ- Газардуулгын хутга)

Сонгогдсон ячейкад нэг фазын зохиолмол металл газардлагыг үүсгэж холболтыг хийх ба богино холботыг ТТ2 гэсэн гүйдлийн трансформатораар дамжуулж гүйцэтгэнэ. Нум унтраах ороомгийг залгасан үеийн туршилтыг явуулахдаа В-2 таслуур бүхий саармаг цэг үүсгэх трансформаторыг ашиглан НУО-г залгана. НУО-ийг газардуулганд холбохдоо ТТ1 гэсэн гүйдлийн трансформаторыг ашиглана. ТТ2 гүйдлийн трансформатораар НФГ гарсан цэгээр гүйх гүйдлийг, ТТ1 гүйдлийн трансформатораар НУО залгагдсан үеийн НУО реактороор гүйх индукцийн гүйдлийг тус тус хэмжинэ. Туршилт бүрийг 2 удаа явуулсан ба тухайн үеийн туршилтын үр дүнг нэгтгэн дүгнэлт өгсөн.

Хүснэгт-1

ДУГНЭЛТ

Газардлагын гүйдлийн тооцоо

Улаанбаатар салбарын нийт 14 дэд станцын хувьд газардлагын гүйдлийг тооцож үзэхэд кабель шугамын урт ихэссэн, газардлагын гүйдэл ихтэй Туул, Дорнод-2, Умарт, Өмнөт, Гео, Яармаг, Үйлдвэр, Улаанхуаран, Цэвэрлэх 110 кВ-ийн дэд станцууд яаралтай газардлагын гүйдлийг бууруулах техник болон зохион байгуулалтын арга хэмжээ авахад НУО тохируулгыг зөв сонгох шаардлагатай байна.

Эдгээр станцуудад газардлагын гүйдлийг устгаж, дотоод хэт хүчдэлийг бууруулах зорилгоор нум унтраах ороомгийг сонгож тооцоог гүйцэтгэсэн. Энэхүү тооцоогоор тухай газардлагын гүйдэл ихтэй станцуудад дотоод хэт хүчдэлийн хэмжээ Matlab программ хангамжаар симмуляци хийж үзэхэд үзэхэд 3,2-3,7 U_ф болж байгаа нь хүчдэлийн хэмжүүрийн трансформатор гэмтэх, 6, 10 кВ-ийн хуваарилах байгууламжид хэт хүчдэл үүсч ашиглалтаас гарах, кабель шугамын үзүүр гэмтэх, хуваарилах байгууламжинд нум удаан хугацаанд нум үүсч, тоноглолын хэвийн ажиллагаанд нөлөөлнө. Ийм учраас газардлагын гүйдэл ихтэй станцуудыг зөв тохируулгатай НУО-оор газардуулагдсан саармаг цэгийн горимонд нэн яаралтай ажиллуулах техник болон зохион байгуулалтын арга хэмжээг энэхүү тооцооны үр дүнг ашиглан авч хэрэгжүүлвэл зохино.

Туршилтанд хамрагдсан НУО-ууд 10-22%-ийн хэт тохируулга ба 27-90%-ийн дутуу тохируулгын горимд ажиллаж байгаа нь ЛПУЭ ба РД 34.20.179 “ТИПОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО КОМПЕНСАЦИИ ЕМКОСТНОГО ТОКА ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 6-35 кВ”-д зааснаар 10 кВ хүртэлх хүчдэлийн НУО-ууд 5%-н хэт тохируулгын горимыг зөвшөөрөх ба дутуу тохируулгын горимыг зөвшөөрдөггүй/ тохируулгын горим алдагдсан гэсэн дүгнэлтэнд хүргэж байна.

НУО дутуу тохируулгын горимд ажиллаж байх үед аль нэг фаз тасарвал шугам сүлжээг резонансын горимд оруулж саармаг цэгийн хүчдэлийг аюултай хэмжээнд хүртэл нэмэгдүүлдэг тул дутуу тохируулгын горимыг хориглосон байдаг.

Иймд дутуу тохируулгын горимд ажиллаж байгаа Баруун дэд станцын 10 кВ 1-р секц , Туул дэд станцын 10 кВ 1 ба 2-р секцийн НУО-ууд нь техник ашиглалтын хувьд хориглосон горимд байгааг онцгой анхаарах, бусад НУО-уудын хувьд хэт тохируулгын горимд ажиллаж байгаа ч стандарт хэмжээнээс давсан байгааг анхаарч арга хэмжээ авах.

“Туул” дэд станцын 10кВ-ийн I секцэд тавигдсан БНХАУ-д үйлвэрлэгдсэн WF-PXB-11/500 маркийн НУО нь нэг фазын газардлагын үед буруу ажиллаж, ердөө I_{НУО}=11.0 А-ийн индукцийн гүйдэл шахаж байгаа нь 86%-ийн дутуу тохируулга хийж байна. Энэ нь газардлага үүссэн цэгээр I_{үлд}=89.4А-ийн үл компенслагдсан үлдэгдэл гүйдэл удаан хугацаанд гүйх боломжийг олгож, нум олон дахин асч унтран, хэт хүчдэл үүсэх нөхцлийг бүрдүүлэх аюултай байна. РУОМ маркийн НУО залгагдсан дэд станцуудад НФГ гарахад НУО-уудаар дээд гармоникийн гүйдлүүд 5,4-7,7%-ийн хэмжээтэй гүйж байгаа нь тухайн реакторын зүрхэвчний хийц, шинж чанар, үзүүлэлтээс хамаарч байна. РУОМ маркийн НУО-н хийцийн хувьд судлан үзвэл тухайн НУО нь зөвхөн 3-р гармоникийг бий болгодог ба энэ нь ≤5% гэж заасан байдаг.Бидний

№	Дэд станц	Шинэ	Хүчдэлийн түвшин, кВ	Шугамын урт		Газардлагын гүйдэл, А		Хэвийн горимын багтаамжийн гүйдэл, А		Газардлагын төрөл	дотоод хэт хүчдэл, кВ
				Агаарын шугам, км	Кабель шугам, км	Газардлагын гүйдэл, А	Багтаамжийн гүйдэл, А	Газардлагын гүйдэл, А	Багтаамжийн гүйдэл, А		
1	110/35/10 кВ-ын Туул дэд станц	Дорнод-1	35 кВ	1.5	0.2	0.064	0.192	металл			
		Сэнхрэн А	35 кВ	1.5	1.8	0.9	4.038	13.913	ууван	68.74	88.9711
		10 кВ I секц	10 кВ	6.57	52.97	65.1	42.785	119.056	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	7.66	66.54	59.6	42.168	123.426	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			114.7	84.933	237.489			
2	110/35/10 кВ-ын Дорнод-2 дэд станц	Гадуурт (ЗСБВ)	35 кВ	22.82	2.4	0.871	2.914	металл			
		10 кВ I секц	10 кВ	16.3	30.48	32.5	22.083	66.568	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	8.26	36.78	38.9	27.478	69.058	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			71.4	60.381	152.996			
		10 кВ II секц	10 кВ	22.56	12.42	11.4	66.364	84.328	ууван	32	42
3	110/10 кВ-ын Амгалан дэд станц	Тосон	10 кВ	28.89	8.15	9.4	6.417	69.777	ууван	32	42
		10 кВ I секц	10 кВ	16.3	30.48	32.5	22.083	66.568	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	8.26	36.78	38.9	27.478	69.058	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			71.4	60.381	152.996			
		10 кВ II секц	10 кВ	22.82	2.4	0.871	2.914	металл			
4	110/35/10 кВ-ын Сэнхрэн дэд станц	Яргалт А	35 кВ	5.7	0.6	0.243	0.728	металл			
		Яргалт Б	35 кВ	9.8	1.1	0.417	1.279	металл			
		10 кВ I секц	10 кВ	22.2	4.8	5.7	4.190	12.571	металл		
		10 кВ II секц	10 кВ	28.29	16.8	20.5	13.646	46.376	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			20.2	17.839	68.860			
5	110/35/10 кВ-ын Налайх дэд станц	Т.р. зөрлөг	35 кВ	227.75	24.4	9.694	29.081	ууван	32	42	
		Сэнхрэн А	35 кВ	40.9	8.26	2.679	7.759	металл			
		Финлянд Б	35 кВ	82.4	8.9	3.507	10.521	ууван	32	42	
		Баянзүрх А	35 кВ	20	2.1	0.851	2.554	металл			
		Баянзүрх Б	35 кВ	28	4.8	1.922	5.869	металл			
6	110/10кВ-ын Умард дэд станц	10 кВ I секц	10 кВ	26.44	10.87	12.2	17.344	53.489	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	46.82	11.24	13.2	8.934	26.801	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			25.4	17.344	64.633			
		10 кВ I секц	10 кВ	13.8	32.61	32.6	34.435	73.069	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	27.865	33.132	33.6	39.878	119.633	ууван	32	42
7	110/10кВ-ын Өмнөд дэд станц	10 кВ I секц	10 кВ	13.8	32.61	32.6	34.435	73.069	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	27.865	33.132	33.6	39.878	119.633	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			66.3	47.284	141.812			
		6 кВ I секц	6 кВ	4	69.03	34.7	24.002	72.002	ууван	32	42
		6 кВ II секц	6 кВ	4	69.03	34.7	24.002	72.002	ууван	32	42

Хүснэгт-2

Газардлагын гүйдлийн тооцоо

№	Дэд станц	Шинэ	Хүчдэлийн түвшин, кВ	Шугамын урт		Газардлагын гүйдэл, А		Хэвийн горимын багтаамжийн гүйдэл, А		Газардлагын төрөл	дотоод хэт хүчдэл, кВ
				Агаарын шугам, км	Кабель шугам, км	Газардлагын гүйдэл, А	Багтаамжийн гүйдэл, А	Газардлагын гүйдэл, А	Багтаамжийн гүйдэл, А		
1	110/35/10 кВ-ын Туул дэд станц	Дорнод-1	35 кВ	1.5	0.2	0.064	0.192	металл			
		Сэнхрэн А	35 кВ	1.5	1.8	0.9	4.038	13.913	ууван	64.74	84.9711
		10 кВ I секц	10 кВ	6.57	52.97	65.1	42.785	119.056	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	7.66	66.54	59.6	42.168	123.426	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			114.7	84.933	237.489			
2	110/35/10 кВ-ын Дорнод-2 дэд станц	Гадуурт (ЗСБВ)	35 кВ	22.82	2.4	0.871	2.914	металл			
		10 кВ I секц	10 кВ	16.3	30.48	32.5	22.083	66.568	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	8.26	36.78	38.9	27.478	69.058	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			71.4	60.381	152.996			
		10 кВ II секц	10 кВ	22.56	12.42	11.4	66.364	84.328	ууван	32	42
3	110/10 кВ-ын Амгалан дэд станц	Тосон	10 кВ	28.89	8.15	9.4	6.417	69.777	ууван	32	42
		10 кВ I секц	10 кВ	16.3	30.48	32.5	22.083	66.568	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	8.26	36.78	38.9	27.478	69.058	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			71.4	60.381	152.996			
		10 кВ II секц	10 кВ	22.82	2.4	0.871	2.914	металл			
4	110/35/10 кВ-ын Сэнхрэн дэд станц	Яргалт А	35 кВ	5.7	0.6	0.243	0.728	металл			
		Яргалт Б	35 кВ	9.8	1.1	0.417	1.279	металл			
		10 кВ I секц	10 кВ	22.2	4.8	5.7	4.190	12.571	металл		
		10 кВ II секц	10 кВ	28.29	16.8	20.5	13.646	46.376	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			20.2	17.839	68.860			
5	110/35/10 кВ-ын Налайх дэд станц	Т.р. зөрлөг	35 кВ	227.75	24.4	9.694	29.081	ууван	32	42	
		Сэнхрэн А	35 кВ	40.9	8.26	2.679	7.759	металл			
		Финлянд Б	35 кВ	82.4	8.9	3.507	10.521	ууван	32	42	
		Баянзүрх А	35 кВ	20	2.1	0.851	2.554	металл			
		Баянзүрх Б	35 кВ	28	4.8	1.922	5.869	металл			
6	110/10кВ-ын Умард дэд станц	10 кВ I секц	10 кВ	26.44	10.87	12.2	17.344	53.489	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	46.82	11.24	13.2	8.934	26.801	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			25.4	17.344	64.633			
		10 кВ I секц	10 кВ	13.8	32.61	32.6	34.435	73.069	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	27.865	33.132	33.6	39.878	119.633	ууван	32	42
7	110/10кВ-ын Өмнөд дэд станц	10 кВ I секц	10 кВ	13.8	32.61	32.6	34.435	73.069	ууван	32	42
		10 кВ II секц	10 кВ	27.865	33.132	33.6	39.878	119.633	ууван	32	42
		СКТ залгаагүй үед	10 кВ			66.3	47.284	141.812			
		6 кВ I секц	6 кВ	4	69.03	34.7	24.002	72.002	ууван	32	42
		6 кВ II секц	6 кВ	4	69.03	34.7	24.002	72.002	ууван	32	42

Хүснэгт-3

Нум унтраах ороомог сонгосон тооцоо

№	НУО-ийг анхдагч өгөгдөл					НУО сонгож тооцоо					
	Ухв, кВ	I _{газ} , А	K10	I _{газ} , зөв А	Q _{нр} , кВар	Тип	Q _{p.ном}	U _{p.ном} , кВ	I _{p.min} , А	I _{p.max} , А	X _{p.Ом}
1	35	13.91	1.25	10	281.48	ЗРОМ-550/35	550	35	12.5	25	808.3
	10	114.06	1.25	20	659.33	ZTC-800	800	10.5	13	131	46.28
	10	123.43	1.25	20	713.44	ZTC-800	800	10.5	13	131	46.28
2	35	2.91	1.25	10	58.95						
	10	66.99	1.25	20	387.22	ZTCC-500	500	10.5	8	83	73.04
	10	86.07	1.25	20	497.50	ZTC-800	800	10.5	13	131	46.28
3	10	28.55	1.25	20	165.03	ZTC-250	250	10.5	4	41	147.9
	10	65.78	1.25	20	380.22	ZTC-400	400	10.5	6	66	91.85
4	35	0.73	1.25	10	14.72						
	35	1.25	1.25	10	25.32						
	10	12.57	1.25	20	72.67						
7	10	46.38	1.25	20	268.09	ZTC-400	400	10.5	6	66	91.85
	35	29.08	1.25	10	588.34						
	35	7.74	1.25	10	156.55						
5	35	10.52	1.25	10	212.86	ЗРОМ-550/35	550	35	12.5	25	808.3
	35	3.58	1.25	10	73.33						
	35	2.55	1.25	10	51.67						

хэмжилтийн дүнгээс харахад 3-р гармоникаас гадна 5,11,13 г.м сондгой гармоникүүын эзлэх хэмжээ их байгаа юм. Дээд гармоникийн эзлэх хэмжээ ихсэх нь соронзон системийн алдагдлыг ихэсгэдэг тул түүнийг нормд нь байлгахад анхаарч НУО бүрд үйлдвэрлэгчээс нормчилж өгсөн байдаг.

БНХАУ-д үйлвэрлэгдсэн WF-PXB-11/500 маркийн НУО-н хувьд дээд гармоникийн эзлэх хэмжээ хэмжилтээр 34-70% хүртэл байгаа нь алдагдлыг хэт ихэсгэхээс гадна НУО-ын компенсацлах ажиллагааг алдагдуулахад нөлөөлнө гэж үзэж байна.

Бүх реакторуудад ажиллах хугацаа буюу НУО-н гүйдлийн /тогтворжсон горим бий болох хугацаа/ гаралтын хугацаа нь үйлдвэрийн өгөгдлөөс их байна. Үүнд Раменскийн завод “унтралт газардлага гарсан моментоос хамаарч 5-6 үе хүртэл үргэлжлэнэ” гэж заасан нь 0,1-0,12 сек байгаа бол Хятадын үйлдвэр 20 мсек гэж өгсөн байна. Хэмжилтээр РУОМ-уудын хувьд 2,19-3,06 сек байсан бол Хятад НУО-ын хувьд 1,23-1,33 сек байсан нь аль аль нь үйлдвэрийн өгөгдөлд таарахгүй үзүүлэлт байгаа юм.

Энэ нь НУО ба удирдлагын блокийн нийлмэл ажиллагааг харуулж байгаа бөгөөд хэтэрхий удаан ажиллаж байгаа нь НФГ өөрөө арилах боломжийг бууруулж, газардлагын гүйдэл удаан гүйснээс

тусгаарлагыг халаах, компесацлах үр ашгийг бууруулах муу талтай.

ХУ-ын Раменскийн заводын РУОМ маркийн НУО-ууд нь ашиглалтын явцад удирдлагын блок нь НУО-тойгоо нийлмэл байдлаар ажиллаж чадахгүй, хийцийн хувьд алдаатай байсан тул ОХУ-д хэрэглэхийг хориглосон байна.

Дээрх хэмжилтийн үр дүнгээс харахад сүүлийн жилүүдэд МУ-ын ЭХС-д янз бүрийн технологи хийц бүхий НУО тавигдаж байгаа боловч түүний ажиллагааг шалгах, ашиглалтанд хүлээн авах тогтолцоо, заавар, зөвлөмж бүрдээгүй байгаа нь харагдлаа.

Эцэст нь энэхүү хэмжилт туршилтын ажил хийгдсэнээр манай ЭХС-д гадны улс орнуудад үйлдвэрлэгдсэн тоног төхөөрөмжийн ажиллагааг үнэлж хүлээн авах, тоног төхөөрөмжийн чанарт хяналт тавих, хэмжилт туршилт хийх зэрэг ажлууд хийгдэж эхэлж байгаагаараа ихээхэн ач холбогдолтой гэж үзэж байна.

Ашигласан материал

1. З.Цэрэндорж. “Өндөр хүчдлийн техник-4” Мөнхийн үсэг хэвлэл. УБ.: 2014. с.х.259-268.
2. Ж.Нандагсамба. “Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа” УБ.: 2015 он. х.56-65.

RESEARCH ON INSULATION AGING OF POWER TRANSFORMERS USED IN ULAANBAATAR ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK COMPANY

Mr. J. Nandagsamba

Mongolian University of Science and Technology, Power school

Abstract. This paper is dedicated to share the research results done by joint team of Mongolian University of Science and Technology(MUST) and Ulaanbaatar Electrical Distribution Network State owned company(UBEDN) for the determination of insulation aging level of 6,10 kV Power transformers used in UBEDN. Also, the preparation of technical recommendations related to the reducing of faults of existing 6,10 kV power transformer caused by insulation aging and operational performance basing on measuring data gained during research activities is provided.

Key words. Tan delta, power transformer, fault statistics, measured data, ionization curve.

INTRODUCTION

Ulaanbaatar Electrical Distribution Company is state owned enterprise dealing with electrical supply service for consumers of Ulaanbaatar city and its surrounding settlements. At present the company is using 4656 pieces of 6,10 kV power transformers with total capacity of 685 MW and 434 pieces of 35 kV power transformers with total capacity of 235 MW. Most of power transformers are made in Russia and more than 25 years old. During our research, tan delta of selected power transformers operating in Mongolian conditions had been measured and basing on collected data carried out the technical recommendations on insulation aging and life expectancy of their operational

performance and organizational measures taking the prevention for possible faults to be occur.

Fault statistics of 6-10 kV power transformers

Due to increased population of Ulaanbaatar city and urban development the responsibility of UBEDN company for reliable electrical supply is becoming one of urgent issues of the company. Last year's statistics show that number of faults occurred in 6,10 kV power transformers are increasing rapidly and it need to take certain technical measures to reduce the faults and outages caused by power transformer faults. In Figure-1, the number of 6,10 kV power transformer faults occurred during 2006-2010 is illustrated.

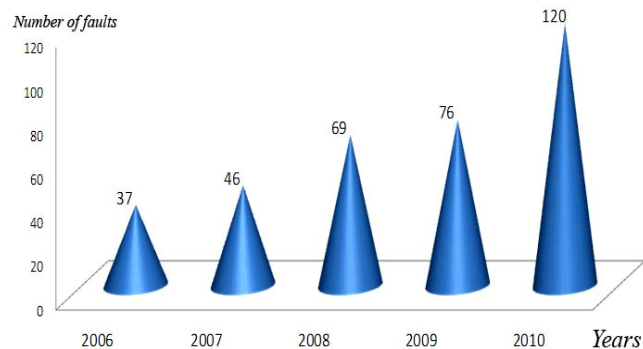


Figure-1. Number of faults of 6, 10 kV power transformers in UEDN

Taking the consideration on fault number increase for last years, we had been investigated all fault data registered at UBEDN Dispatching unit and related technical departments to find the most occurred types of the fault. Then classified the following 5 types of fault frequently happened in 6,10 kV power transformers used in UBEDN as shown in Figure-2.

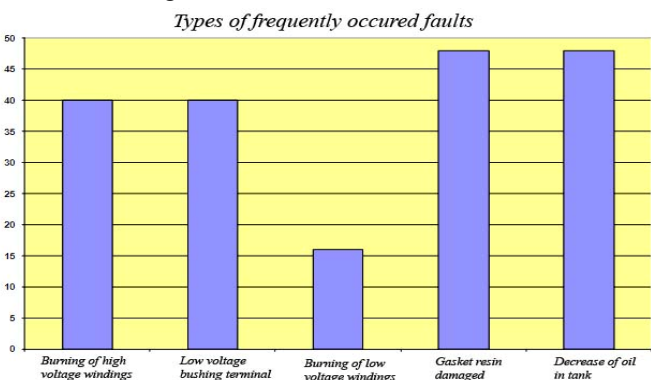


Figure-2. Statistics of the power transformer fault types occurred during first half of 2010

The most occurred faults of 6, 10 kV power transformers operated in UBEDN are:

- Burning of high voltage windings – 40%
- Damage of low voltage bushing terminal - 40%
- Burning of low voltage winding – 15%
- Gasket resin damages – 48%
- Decrease of oil volume in tank – 48%

Methodology:

With the aims to determine the reason of most occurred faults of 6,10 kV power transformers operated in UBEDN we had been select 200 of existing transformer categorizing like: old and relatively new, made in Russia and China, low and high capacity, low and high loaded etc,

100 pieces of these transformers were selected from West Distribution Center and rest of them were selected from East Distribution Center existing in operation transformers of UBEDN.

Dissipation factor (tan delta) of insulation was measured for each transformers selected for investigation in range of 2-10 kV testing voltage. Measurements were made with dielectric loss (dissipation factor) measuring devices: one is CA7100 type made in Ukraine and another is YDJS-III made in China which is dedicated to measure dielectric loss (tan delta or dissipation factor) in different frequencies (45Hz and 55 Hz).

Collected data of measurement was processed in sequences of selection criteria mentioned above and for each power transformers the ionization curve was created.

Using operational report of each tested transformers and tan delta curve performance, we had divided all tested transformers in for 4 groups of insulation aging level according to the well-known international norms and standards for insulation level evaluation.

Theoretical background:

Dielectric Losses result from the heating effect on the dielectric material between the conductors. Power from the source is used in heating the dielectric. The heat produced is dissipated into the surrounding medium. When there is

no potential difference between two conductors, the atoms in the dielectric material between them are normal and the orbits of the electrons are circular. When there is a potential difference between two conductors, the orbits of the electrons change. The excessive negative charge on one conductor repels electrons on the dielectric toward the positive conductor and thus distorts the orbits of the electrons. A change in the path of electrons requires more energy, introducing a power loss.

When alternating current passes through the capacitor current leads the voltage by 90° when dielectric is introduced between the capacitor the molecules of dielectric fail to align instantaneously with the alternating electric field. These molecules do not keep in phase with changing field. The angle of leading current is slightly reduced. Value $90 - \varphi$ is known as loss angle and is given by symbol δ . The power factor is defined as $\cos\varphi$ and the dissipation factor as $\tan \delta$.

Dielectric losses generated inside of insulating materials usually divided into the following 4 forms:

- Losses caused by material's conductivity
- Losses caused by polarization of dielectric
- Losses caused by non-uniformity material compnents
- Losses caused by ionization inside the dielectric

Power loss in this case is expressed by equation below:

$$P_{\text{loss}} = U^2 * \omega * C * \text{tg}\delta_0$$

Where:

- U- rated voltage, kV,
- ω - angle frequency, sec^{-1} ,
- C- capacitance of insulation, pF
- $\text{tg}\delta$ - dissipation factor or dielectric loss , %

Ionization curve is expressing the insulating condition of dielectrics, specially, in gasses and solid dielectrics it is merit of holes or occluded gas can be ionized. In practice of high voltage engineering, the ionization curve is used for determination insulation level and for comparison of new measurements with previous ones to make conclusion on structural situation inside the dielectrics using operation norms and standards. Figure-3 is illustrating the types ionization curve and behavior of insulation.

Creation of ionization curve $\text{tg}\delta=f(U)$ for certain type of insulation in range of applied voltage as $0,5-1,5)U_{\text{rated}}$ in relation of working temperature of insulation gives a possibility to diagnose the insulation aging of high voltage equipment. In our investigation, we had a measurement of $\text{tan}\delta$ depending on applied voltage (from 2 to 10 kV for power transformers) and made analyses on each transformer.

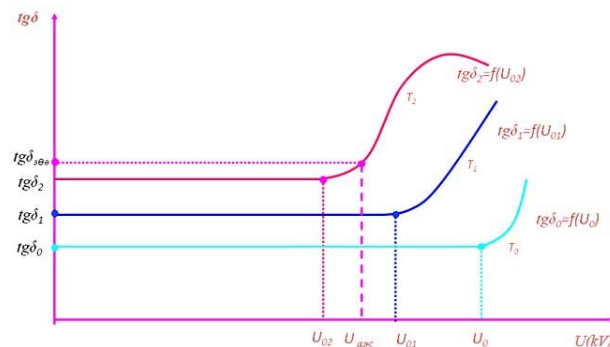


Figure-3. Types of ionization curves $T_0 < T_1 < T_2$

Equipment description for dielectric loss measurement

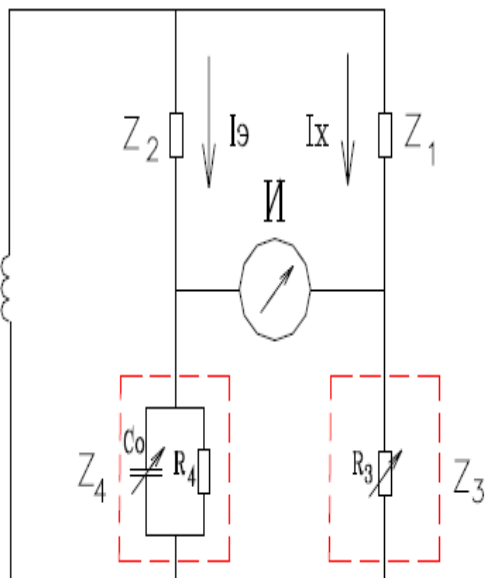


Figure-4. Modern measuring equipments and accessories of CA7100 Tan delta tester made in Ukraine



Figure -5.. Dielectric loss different frequency measuring unit YDJS-III made in China

Measured results example:

- $tg\delta$ - 55 Hz (%) ; 0.836
- $tg\delta$ - 45 Hz (%) ; 1.219
- $tg\delta$ -Hz (%) ; 1.025
- C_x (pF) ; 88.2
- R_x (GOhm) ; 3
- Voltage (kV) ; 6

CONCLUSION

1. Most of 6,10 kV power transformers used in UBEDN are physically aged and in some cases it was clear that about 40% of existing power transformers is in operation of 30-45 years
2. All power transformers tested under this investigation must be classified depending on their insulation aging and shall provide technical measures to prevent possible potential failures of substation transformers causing negative influences to reliable electrical supply by UBEDN for consumers. Team is made below recommendation formatting 4 groups from all tested transformers:

Group I -Transformers in normal condition without insulation aging: $tg\delta \leq 4.6\%$ (**48 transformers of all tested 200 power transformers**)

Group II- Transformers with slow insulation aging and possible for future operation: $tg\delta \leq 4.7 \div 7.0\%$ (**81 transformers**)

Group III- Transformers with intensive insulation aging and must be used under permanent supervision: $tg\delta = 7.1 \div 11\%$ (**56 transformers**)

Group IV- Transformers with intensive insulation damages and must be take out from operation for repair: $tg\delta > 11\%$ (**15 transformers**)

3. For more detailed investigation of power transformer insulation aging, it is necessary to establish special unit at UBEDN for transformer monitoring and diagnosing equipped with modern testing and monitoring facilities. Then, the engineers of UBEDN can test all types of insulation of power transformers including oil, paper and other solid insulations and provide an analysis of chemical components generated by the decomposition of transformer insulation materials, dissolved gases in oil and polarization index of transformer insulation paper.

References

1. " High voltage engineering: Volume 2." Z. Tserendorj and others, 2009.
2. "Research on insulation aging of 6,10,35 kV power transformers used in Ulaanbaatar Electrical Distribution Network company", Report, 2011.
3. Trends in PD-diagnostics for Asset Management of Aging HV Infrastructures"-14th International Symposium on High Voltage Engineering, Beijing/P.R.China, 25-29th August 2005.
4. Weissenberg, Farid, Plath, Rethmeier, Kalkner: "On-Site Insulation Testing at High Voltage Transformers", CIGRE Session 2004 - Paris, France, 2004.
5. "High Voltage Engineering – basics, technology, application", Springer Verlag Berlin-Heidelberg, Germany, 2009.