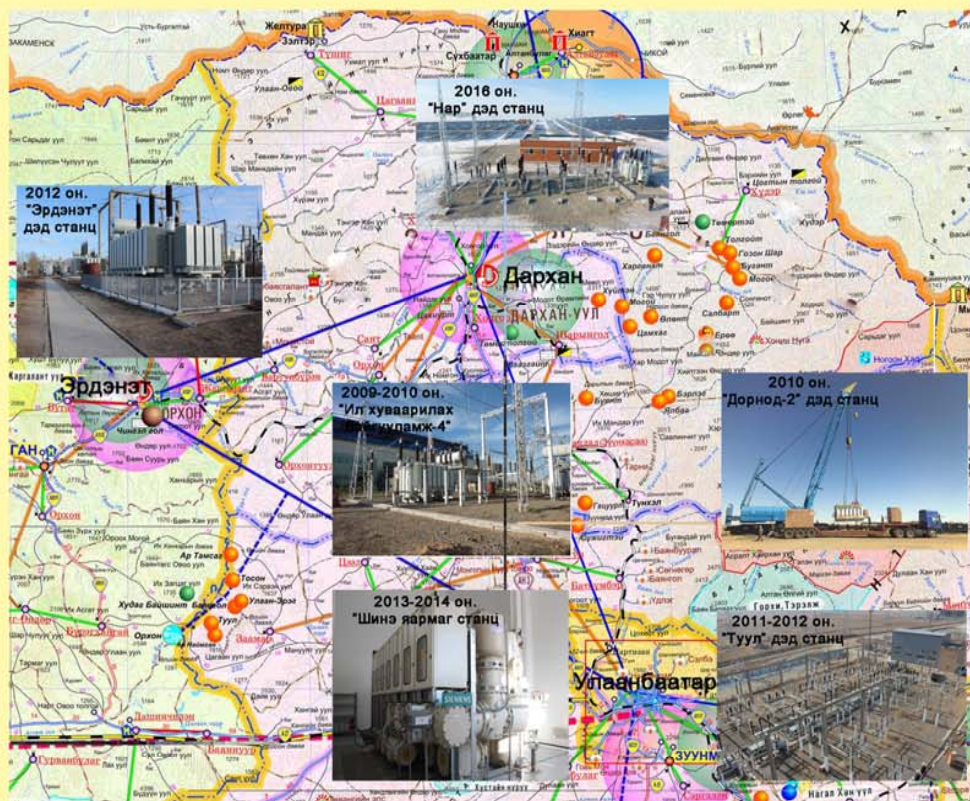




ЦАГААН ХОРОЛ ХХК

эрчим хүчний барилга угсралт

Эрхэм зорилго: Монгол улсын эрчим хүчний салбарт барилга угсралтын ажлыг мэргэжлийн болон чанарын өндөр түвшинд хийж гүйцэтгэх.



Хаяг: Монгол Улс, Улаанбаатар хот, Хан-Уул дүүрэг,
15-р хороо. Стадион оргил хотхоц, 6^Б байр, 1 тоот
Утас: 77111293
Гар утас: 99199729; 99077076
Факс: 976-77111293
Вэб: <http://tsagaanhorol.mn>

ШИНЖЛЭХ УХААН ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СУРГУУЛЬ
ЦАГААН ХОРОЛ ХХК

“ЭРЧИМ ХҮЧ-ТЕХНИК ТЕХНОЛОГИ”

№5/210

Улаанбаатар хот
2017 он

ШИНЖЛЭХ УХААН ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СУРГУУЛЬ
“ЦАГААН ХОРОЛ” ХХК

“ЭРЧИМ ХҮЧ-ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ”

БАКАЛАВР, МАГИСТР, ДОКТОР ОЮУТНЫ ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БАГА ХУРАЛ

№ 5/210

Улаанбаатар хот
2017.03.17-18

ИЛТГЭЛҮҮДИЙН ЭМХЭТГЭЛ

Улаанбаатар хот
2017 он

DDC
621,31'015
Б-207

© БАКАЛАВР, МАГИСТР, ДОКТОР ОЮУТНЫ ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ
БҮТЭЭЛИЙН ЭМХЭТГЭЛ № 5/210

ЭХС-д суралцаж буй бакалавр, магистр, доктор оюутнуудын эрдэм шинжилгээний хурлыг зохион байгуулахад гүн туслалцаа үзүүлж хамтран ажиллаж буй “ЦАГААН ХОРОЛ” 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 – ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ” бакалавр, магистр, доктор оюутны эрдэм шинжилгээний бага хурал. // Илтгэлүүдийн эмхэтгэл. УБ.: 2017 – 236 х.

хэвлэлийн редактор доктор Д.Даваацэрэн.

Эрдэм шинжилгээний хурал бага зохион байгуулах комисс

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

Орлогч дарга: “Цагаан хорол” ХХКийн ерөнхий захирал Г.Болд

Эрдэмтэн нарийн бичгийн дарга: доктор, дэд профессор Б.Бат-Эрдэнэ

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

Хэвлэсэн тоо: 150 ш

Хэвлэлийн дизайныг Ч.Эрдэнэбат

Хэвлэлийн эх бэлтгэсэн: док. Д.Даваацэрэн

ISBN 978-99929-4-321-2

ГАРЧИГ

1-р хэсэг. Бакалавр оюутнуудын илтгэлүүд

ГАЗАРДЛАГЫН ГҮЙДЛИЙН ТООЦОО, БУУРУУЛАХ АРГА ЗАМ	10
Б.Батбаяр, Б.Энхтамир Ж.Намдагсамба	
110/220 КВ-ИЙН ДЭД СТАНЦЫН ГАЗАРДУУЛГЫН ЭСЭРГҮҮЦЛИЙГ ТООЦОХ.....	12
С.Бямбабаяр Ж.Намдагсамба	
“ЭСГИЙЛЭХ” 35/6 КВ-ЫН ДЭД СТАНЦ ДАХЬ ЦАХИЛГААН БОЛОН СОРОНЗОН ОРНЫ ТАРХАЛТЫН СУДАЛГАА.....	15
Б.Даваадорж, С.Сонинбилэг Б.Бат-Эрдэнэ	
МОНГОЛ УЛСАД КИНЕТИК ЦАХИЛГААН СТАНЦЫГ АШИГЛАХ СУДАЛГАА.....	17
Г.Мөнхтуул Ш.Гантөмөр	
БАЯНХОНГОР АЙМГИЙН 6 КВ-ЫН ТҮГЭЭХ СҮЛЖЭЭНИЙ ЭРЧМИЙН АЛДАГДЛЫН СУДАЛГАА	21
Б.Гүндэгмаа Ш.Гантөмөр	
ТӨВИЙН БҮСИЙН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН 220 КВ-ЫН СҮЛЖЭЭНИЙ ГОРИМЫН СУДАЛГАА	24
Д.Мөнхцэцэг Ш.Гантөмөр	
ХУВААРИЛАХ БАЙГУУЛАМЖИЙН ТОНОГЛОЛУУДЫН НАЙДВАРЖИЛТЫН ТООЦОО	27
Г.Билгүүн Я.Содбаяр	
ОРЧИН ҮЕИЙН ГАР УТАСНЫ ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН ОРНЫ ТАРХАЛТЫН ЗУРАГЛАЛ	31
Б.Ганхөлөг М.Баттулга	
ЗАВХАН АЙМГИЙН БАЯНХАЙРХАН СУМЫН УРГАМАЛАН БҮРХЭВЧИЙН СУДАЛГАА	33
Н.Лутбаяр Ё.Энх-Амгалан	
ШҮДНИЙ СУУРИН МАШИНД ТҮГЭЭМЭЛ ТОХИОЛДОХ ГЭМТЛИЙН СУДАЛГАА.....	37
Б.Чанцалдулам Д.Пүрэвдаш	
ХИЙМЭЛ ГАРНЫ АЖИЛЛАГААГ БОЛОВСРОНГУЙ БОЛГОХ АСУУДАЛ	40
О.Лүндэвжамц, Х.Сагындых Д.Пүрэвдаш	
ХОВД АЙМГИЙН 6 КВ-ЫН ХУВААРИЛАХ ШУТАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ЭРЧМИЙН АЛДАГДЛЫГ БУУРУУЛАХ АРГА ЗАМУУД	42
Б.Барсцогт Ш.Гантөмөр	

ДЕФИБРИЛЯТОРТ ТАВИГДАХ ХЯНАЛТ, ШАЛГАЛТ.....	45
Б.Жамьянпүрэв Д.Пүрэвдаш	
ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ШӨНИЙН ТАРИФ ТЭГЛЭСЭН ШИЙДВЭРИЙН ҮР АШГИЙН ТООЦОО	47
Г.Бямбажав, Т.Оюунтунгалаг Д.Алтанцэцэг	
ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТЭНД СЭРГЭЭГДЭХ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЭХ ҮҮСВЭР АШИГЛАХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА	50
А.Буянхишиг, М.Уранчимэг, Д.Пунсалмаа Ч.Улам-Оргил	
БИОХИМИЙН ЛАБОРАТОРИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХЭВИЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААГ ХАНГАХ НЬ	52
А.Тулга Д.Пүрэвдаш	
15кВ-ЫН ЦДАШ-ЫН ТУЛГУУРЫН ХИЙЦИЙГ ӨӨРЧИЛСӨНӨӨР ГАРАХ ҮР ДҮН	55
Э.Мөнх-Од, Г.Ууганбаяр, Л.Хулан М.Баттулга, Ц.Батчимэг	
“АВУ РОБОКОН-2016” ТЭМЦЭЭНД ЗОРИУЛСАН АВТОМАТ РОБОТ	58
Х.Ууганбат, Б.Бунь-Од, Д.Өлзийноров, Б.Батбаяр, Б.Нямбаяр	
ТОГТМОЛ ГҮЙДЛИЙН ӨСГӨХ ХУВИРГУУРЫН ХҮЧНИЙ ХЭСГИЙН ТООЦОО, МАГЛАВ СИМУЛЯЦИ	61
Ч.Ангараг Б.Нямбаяр	
ГЕНЕРАТОРЫН ӨДӨӨГЧИЙН ДОРГИОГ ОНОШЛОХ СУДАЛГАА	64
Б.Ганзориг, А.Золбоо Н.Цэвгээ, Л.Орхон	
ОНОШЛОГООНЫ ТӨРӨЛ АНГИЛАЛ	66
Б.Өнөрбаяр, Э.Уянга Н.Цэвгээ, Л.Орхон, Д.Содномдорж	
ҮЙЛДВЭРИЙН ГАЗРЫН ХУУРМАГ ЧАДЛЫГ БАГАСГАЖ ЧАДЛЫН КОЭФФИЦИЕНТЫГ ӨСГӨХ НЬ	68
Г.Доржсүрэн, М.Уянга Ц.Батчимэг	
ХУУРМАГ ЧАДЛЫГ ТЭГШИТГЭХ АСУУДАЛД	72
О.Нямцэрэн, Х.Билгүүнбат О.Цогбаяр	
УХАА ХУДАГ ДЦС-ЫН АГААРЫН ХӨРГӨЛТТЭЙ КОНДЕНСАТОРТ ХИЙСЭН ССУДАЛГАА, ТООЦООНЫ ҮР ДҮНГЭЭС	74
Б.Б.Амаржаргал Б.Баттөр	
УУРЫН ШУГАМЫН ДУЛААНЫ АЛДАГДАЛЫН СУДАЛГАА	76
Э.Ерөөлт, Б.Даваадалай, Н.Оюунцэцэг, П.Бямбацогт	

ГЕНЕРАТОРЫН ӨДӨӨГЧИЙН ХАЛАЛТЫН СУДАЛГАА.....	80
Б.Мөнхчулуун, Э.Буджав Н.Цэвгээ	
“ГРАНД ПОВЕР” ХХК-Н НҮҮРС ХИЙЖҮҮЛЭХ ҮЙЛДВЭРИЙН НҮҮРСНИЙ ХИЙН БҮТЦИЙГ ПРОФЕССОР Н.Н.ДОБРОХОТОВЫН ТООЦООНЫ АРГАЧЛАЛТАЙ ХАРЬЦУУЛСАН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮР ДҮН.....	82
Б.Баярмагнай, Г.Дэмбэрэл А.Түмэнбаяр	
ХӨШИГТИЙН ХӨНДИЙН ДУЛААНЫ СТАНЦЫН ТҮЛШ ТЭЖЭЭГҮҮРИЙН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН.....	85
Б.Баярмагнай, Ш.Билгүүнноров А.Түмэнбаяр	
ГЭР АХУЙН ЭНЕРГИЙН ЗАРЦУУЛАЛТЫН ХЯНАЛТ УДИРДЛАГЫН СИСТЕМИЙН СУДАЛГАА, ТҮҮНИЙ ШИЙДЭЛ.....	89
Т.Эрхэмбаяр, С.Шашубек Бя.Бат-Эрдэнэ	
ПАРАБОЛ ТӨВЛӨРҮҮЛЭГЧТЭЙ НАРНЫ КОЛЛЕКТОРЫН ХИЙЦИЙН СУДАЛГАА.....	91
Г.Номин-Эрдэнэ, А.Амартүвшин О.Бавуудорж	
СЕРВО ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ХУРДЫГ МРС КОНТРОЛЛЕР АШИГЛАН УДИРДАХ.....	94
Ч.Эрдэнэсүх, Л.Булган, Д.Багчимэг Д.Үлэмж	
СҮЛЖЭЭНЭЭС АЛСЛАГДСАН АМИНЫ ОРОН СУУЦНЫ ЭРЧИМ ХҮЧ ХАНГАМЖИЙГ НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧЭЭР ХАНГАХ СУДАЛГАА.....	100
Г.Тэлмэн, Б.Золбаяр, Б.Анхбаяр М.Нүүдэл	
НЭГ ТЭНХЛЭГТ НАР ДАГАХ МЕХАНИЗМ БҮХИЙ НАРНЫ ЗАЙН СИСТЕМЭЭР АМИНЫ ОРОН СУУЦЫГ ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХҮЧЭЭР ХАНГАХ СУДАЛГАА.....	104
Б.Шүрэнцэцэг, М.Саранзаяа, О.Гэрэлтуяа М.Нүүдэл	
НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧ АШИГЛАН ГҮНЭЭС УС ТАТАХ БҮРЭН АВТОМАТ СИСТЕМИЙН СУДАЛГАА.....	108
Б.Шүрэнцэцэг, М.Саранзаяа, О.Гэрэлтуяа М.Нүүдэл	
2-р хэсэг. Магистр оюутнуудын илтгэлүүд	
STM32F4DISCOVERY BOARD АШИГЛАСАН ТООН ШҮҮЛТҮҮРИЙН ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТ.....	114
Б.Болдмаа Б.Бат-Эрдэнэ	
АМИНЫ ОРОН СУУЦНЫ ДУЛААЦУУЛГЫГ НАРНЫ ХАЛААЛТЫН СИСТЕМЭЭР ХАНГАХ ТУРШИЛТ.....	118
А.Даваадулам Х.Энхжаргал	
ДЦС-4-ИЙН ЦАХИЛГААН ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖҮҮДИЙН ЦАХИЛГААН БА СОРОНЗОН ОРНЫ ХҮЧЛЭГИЙН ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮНГЭЭС.....	122
Э.Энхбаяр Б.Бат-Эрдэнэ	

СУРГУУЛЬ БА ОРОН СУУЦНЫ ОРЧНЫ ЦАХИЛГААН ЦЭНЭГ ЦАХИЛАЛТЫН ХЭМЖИЛГИЙН ҮР ДҮН.....	125
Э.Энхбаяр Б.Бат-Эрдэнэ, С.Эрдэнэтуяа	
СИСТЕМИЙН АВТОМАТИКИЙН АЖИЛЛАГААГ ОРЧИН ҮЕИЙН ПРОГРАММ ХАНГАМЖААР СУДЛАХ АСУУДАЛД	127
Э.Должинсүрэн Ч.Нацагдорж	
ДОРНОДЫН ШУГАМ СҮЛЖЭЭНД ТООЛУУРЫН НЭГДСЭН СИСТЕМ БАЙГУУЛАХ АСУУДАЛД	130
Т.Батболд Ж.Арслан	
6-35 КВ-ЫН ХҮЧДЭЛТЭЙ ХӨНДИЙРҮҮЛЭГДСЭН НЕЙТРАЛЬ БҮХИЙ ШУГАМ, СҮЛЖЭЭНИЙ ГАЗАРЛАГЫН ХАМГААЛАЛТЫГ БОЛОВСРОНГУЙ БОЛГОХ НЬ.....	133
М.Мөнхдаваа Ж.Арслан	
ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙН ХӨНДИЙРҮҮЛЭГДСЭН СААРМАГТАЙ ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ГАЗАРЛАГЫН ХАМГААЛАЛТЫГ БОЛОВСРОНГУЙ БОЛГОХ НЬ	135
М.Урангоо, Ц.Баяржаргал Ж.Арслан	
БАРУУН БҮСИЙН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН ГОРИМЫН СУДАЛГАА.....	138
Г.Мандахбаяр Ш.Гантөмөр	
ЦАХИЛГААН ДАМЖУУЛАХ АГААРЫН ШУГАМЫН МЕХАНИК ДААЦЫН ТООЦООНЫ ШИНЖИЛГЭЭ.....	142
Б.Нямбаатар Ш.Гантөмөр	
НХ-35/3.82-450 МАЯГИЙН ЗУУХНЫ АУК-ийг ДЭЭШЛҮҮЛЭХ СУДАЛГАА	145
Г.Даваасүрэн Ж.Цэен-Ойдов	
ГЭРЛИЙН БОХИРДЛЫН СУДАЛГАА	147
Д.Наваантаяа С.Оргилболд, З.Баттогтох	
ДУЛААНЫ 3-Р ЦАХИЛГААН СТАНЦЫН ТҮЛШ ДАМЖУУЛАХ ЦЕХИЙН АВТОМАТЖУУЛАЛТЫН СУДАЛГАА	150
Б.Адъяа Б.Сэргэлэн	
ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ БИЧИЛ СИСТЕМИЙН СУДАЛГАА.....	153
Э.Байгаль, Х.Ганцацрал Б.Сэргэлэн	
ЦАХИЛГААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ЧАДЛЫН НЭМЭЛТ АЛДАГДАЛД ДЭЭД ГАРМОНИКИЙН ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛӨЛ	155
И.Уянга, Э.Буянхишиг З.Цэрэндорж	
29МВт ХҮЧИН ЧАДАЛТАЙ УС ХАЛААГУУРЫН ЗУУХНЫ АШИГЛАЛТЫГ САЙЖРУУЛАХ АСУУДАЛД	158
А.Цолмонбаяр Л.Жаргалхүү	

ДУЛААНЫ ТООЛУУРЫН МЭДЭЭЛЛИЙГ АЛСЫН ЗАЙНААС АВАХ ТӨХӨӨРӨМЖ	159
А.Алтанцэцэг, А.Батцэцэг Ц.Эрдэнэцэцэг	
35 КВ-ЫН ЦАХИЛГААН ДАМЖУУЛАХ АГААРЫН ШУГАМАНД ҮҮСЭХ БАГТААМЖИЙН РЕАКТИВ ЧАДАЛ, ДАМЖУУЛАХ ЧАДВАРЫН СУДАЛГАА	162
Д.Сэлэнгэ Ч.Зундуйсүрэн	
СҮЛЖЭЭНД ХОЛБОГДСОН АХУЙН ХЭРЭГЛЭЭНИЙ НАРНЫ ФОТОЦАХИЛГААН ҮҮСГҮҮРИЙН ИНВЕРТЕРИЙН ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА	166
Г.Содномцэрэн Д.Баясгалан	
ТОХИРУУЛГЫН ПИД ХУУЛИЙН ИНТЕГРАЛЫН ӨСӨЛТӨӨС СЭРГИЙЛЭХ АРГА ЗАМУУДЫН СУДАЛГАА	170
М.Батдулам Ц.Эрдэнэцэцэг	
110 КВ-ЫН ЦШС-НИЙ ГОРИМ БА ЭРЧМИЙН АЛДАГДЛЫН СУДАЛГАА	173
Д.Болормаа Д.Содномдорж	
35 КВ-ЫН ЦШС-НИЙ ГОРИМ БА ЭРЧМИЙН АЛДАГДЛЫН СУДАЛГАА	178
Д.Оюунтуул Д.Содномдорж	
КОНТРОЛЛЕРИЙН ХӨГЛӨЛТИЙН ПАРАМЕТРИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ АГРЫН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА	183
Б.Хонгорзул, Л.Атарцэцэг, Ц.Эрдэнэцэцэг	
ДУЛААНЫ ТОДОРХОЙЛОМЖИЙН СУДАЛГАА	186
Г.Маралмаа Д.Цэрэндолгор	
ЗУУХНЫ ХАЛАХ ГАДАРГУУГ АЖИЛЛАГААНЫ ҮЕД ЦЭВЭРЛЭЖ НАЙДВАРТАЙ АЖИЛЛАГАА ХАНГАХ ТЕХНОЛОГИ	188
А.Эрдэнэбаатар Д.Балдандорж	
ОХФ116 – 1.6/130/70 – АП МАРКЫН ЭРГЭЛДЭГЧ БУЦАЛГАГЧ ДАВХАРГАТ ЗУУХТАЙ АМГАЛАН ДУЛААНЫ СТАНЦЫН ГОРИМ АЖИЛЛАГАА	190
Т.Цэнгэл Д.Балдандорж	
ТУРБИНЫ ЖИГД БИШИЙН ЗЭРГЭЭР ЗЭРЭГЦЭЭ АЖИЛЛАЖ БАЙГАА ТУРБИНЫ ЦАХИЛГААН АЧААЛЛЫГ ХУВААРИЛАХ МАТЕМАТИК ЗАГВАР, ТҮҮНИЙ ҮР ДҮН	194
М.Баярцэцэг Д.Балдандорж	
“ДЦС-3” ТӨХК ӨНДӨР ДАРАЛТЫН ЗУУХАН ЦЕХИЙН ЗУУХ №9-ИЙН ТБС-Д ЗАРЦУУЛЖ БАЙГАА ДХЦЭХ-ИЙГ БУУРУУЛАХ САНАЛ, ХУВИЛБАРУУД	197
Ц.Батгөгс А.Түмэнбаяр	

“ТЭЦ-3” ТӨХК –ИЙН ДУНД ДАРАЛТЫН ХЭСГИЙН СҮЛЖЭЭНИЙ ХАЛААГУУРЫН СХЕМИЙГ ӨӨРЧИЛЖ, ГОРИМЫГ САЙЖРУУЛАН НАЙДВАРТАЙ АЖИЛЛАГААГ ДЭЭШЛҮҮЛЭХ СУДАЛГАА, ТООЦОО.....	199
Ж.Баяржаргал Ч.Дашпунцаг	
SHF14-1.25/150/70-А1 МАЯГИЙН ЗУУХНЫ ХАЛУУН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮНГЭЭС.....	201
Б.Рагчаабазар, Ч.Ганзориг, А.Түмэнбаяр, Ж.Цэен-Ойдов	
САЛААЛСАН УДИРДЛАГЫГ ОЛОН ХУВЬСАГЧТАЙ СИСТЕМД АШИГЛАХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА	205
М.Даваажаргал Ц.Эрдэнэцэцэг	
35/10 КВ-ЫН ДЭД СТАНЦЫН ГҮНИЙ ГАЗАРДУУЛГЫН ТООЦОО-ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН	208
Б.Уянга Ж.Намдагсамба	
ГЭРИЙН ЗУУХНЫ ТУРШИЛТЫН ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС	212
Б.Батсүх-Очир Ж.Цэен-Ойдов	
ДЦС-3 ТӨХК-НЫ ДОТООД ХЭРЭГЦЭЭНИЙ БАЙГУУЛАМЖИЙН СХЕМИЙН ӨӨРЧЛӨЛТИЙН ТООЦОО	214
Л.Булгантамир, Э.Цэвээндорж Д.Чимэдсүрэн	
ХУРЦ УУРЫН ШУГАМ ДАХЬ УУРЫН ДАРАЛТЫН УНАЛТЫН ГИДРАВЛИК ТООЦОО	216
Э.Цэвээндорж, Л.Булгантамир Д.Чимэдсүрэн	
НҮҮРС ТЭЖЭЭГҮҮРИЙН ТУРШИЛТ, ПРАКТИКТ АВАХ АРГУУД	218
С.Баярмагнай Ж.Цэен-Ойдов	
ЦЭЦЭРЛЭГ ХОТЫН АГААРЫН БОХИРДЛЫН СУДАЛГАА	221
Ж.Отгонтамир, Ц.Бат-Өлзий	
3-р хэсэг. Доктор оюутнуудын илтгэлүүд	
ТАЯННУУР УУРХАЙН ЧАДЛЫН ИТГЭЛЦҮҮРИЙГ ДЭЭШЛҮҮЛЖ, ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХЭМНЭСЭН ҮР ДҮН	225
Ж.Намдагсамба Б.Бат-Ундрал	
ГЭРЛИЙН БОХИРДЛЫГ БАГАСГАХ ЗАМААР НҮҮРСХҮЧЛИЙН ХИЙГ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА.....	227
С.Оргилболд Х.Энхжаргал	
УРВАЛЫН ТЭНЦВЭРИЙН ТОГТМОЛ БА ТЕМПЕРАТУРЫГ АШИГЛАН ХИЙН НАЙРЛАГЫГ ТОДОРХОЙЛОХ АРГА ЗҮЙН СУДАЛГАА.....	229
А.Түмэнбаяр Ч.Дашпунцаг	
ХИЙН ТУРБИНЫ ШАТАЛТЫН КАМЕРЫН ЗАГВАР БА ДУЛААН ГАРГАХ ЧАДВАР БАГАТАЙ ХИЙН ШАТАЛТЫН ҮР ДҮН	232
Б.Баттөр Ч.Даваасамбуу, С.Батмөнх	

1-р хэсэг.

**БАКАЛАВР ОЮУТНУУДЫН
ИЛТГЭЛҮҮД**

ГАЗАРДЛАГЫН ГҮЙДЛИЙН ТООЦОО, БУУРУУЛАХ АРГА ЗАМ

Б.Батбаяр*, Б.Энхтамир*, Ж.Нандагсамба*

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

Хураангуй. Дамжуулах болон түгээх сүлжээний 6, 10, 35 кВ-ийн кабель шугамын урт сүүлийн жилүүдэд ихэссэний улмаас газардлагын гүйдлийн хэмжээ Цахилгаан байгууламжийн дүрэмд тогтоосон утгаас хэтэрч, тухайн шугам сүлжээнд нэг фазын нуман газардлага үүсч, дотоод хэт хүчдэл бий болж, хүчдэлийн хэмжүүрийн трансформатор гэмтэж, 6, 10 кВ-ийн хуваарилах байгууламжинд кабелийн үзүүр гэмтэж, цахилгаан эрчим хүчний тасралт саатлын тоо жилээс жилд ихэсч байна. Энэхүү илтгэлд Үндэсний дамжуулах сүлжээний Улаанбаатар салбарын 110/35/6, 110/35/10, 110/10/10, 110/10/6 дэд станцуудын газардлагын гүйдлийг тооцож, техник зохион байгуулалтын арга хэмжээ авах тухай өгүүлсэн болно.

Түлхүүр үг: газардлагын гүйдэл, саармаг цэг, нум унтрах ороомог

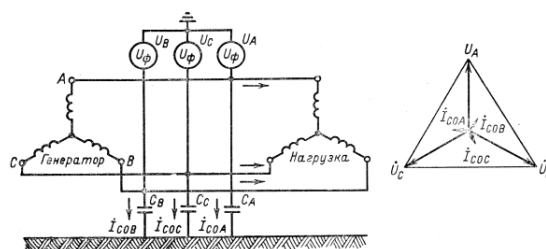
ОРШИЛ

6, 10, 35 кВ-ийн хуваарилах шугам сүлжээ нь анх ашиглалтанд орох болон одоогийн байдлаар ихэнх нь тусгаарлагдсан саармаг цэгийн горимоор ажиллаж байна. Энэхүү саармаг цэгийн горим нь кабель болон агаарын шугамын урт, хэвийн газардлагын гүйдлийн хэмжээ, цахилгаан байгууламжийн дүрмийн утгаас хэтрээгүй тохиолдолд олон давуу талууд бий. Харин ашиглалтын явцад агаарын болон кабель шугамын урт хэвийн хэмжээнээс хэтэрч, энэхүү тусгаарлагдсан саармаг цэгийн горимоор 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 шаардлагатай байна.

1. Цахилгаан шугам сүлжээний саармаг цэгийн горим

Цахилгаан шугам сүлжээний саармаг цэгийн горим нь газардах гүйдлээр тодорхойлогдоно. Нэг фазын газардлагын үеийн гүйдэл 500 А-аас их бол тийм шугам сүлжээг газардлагын их гүйдэлтэй шугам сүлжээ харин 500 А-аас бага бол газардлагын бага гүйдэлтэй шугам сүлжээ гэдэг.

1.1. Тусгаарлагдсан саармаг цэгтэй 3 фазын шугам сүлжээ



Зураг 1.1. Тусгаарлагдсан саармаг цэгтэй хэлхээний хэвийн горим

Энэ шугам сүлжээ хэвийн горимын үед газартай харьцангуй фазын хүчдэлүүд нь тэгш хэмтэй, мөн хэмжээгээр тэнцүү $\dot{U}_A = \dot{U}_B = \dot{U}_C$ фазын хүчдлээр тодорхойлогдож, мөн газартай харьцангуй багтаамжийн шинж чанартай фазын гүйдлүүд нь тэгш хэмтэй, мөн хэмжээгээрээ тэнцүү фазын гүйдлээр тодорхойлогдоно.

$$I_{Co} = U_{\phi} \cdot \omega \cdot C \text{ А/км}$$

Энд:

U_{ϕ} - фазын хүчдэл, В

ω - өнцөг давтамж, сек⁻¹

C_0 - газартай харьцангуй хувийн багтаамж, мкФ/км

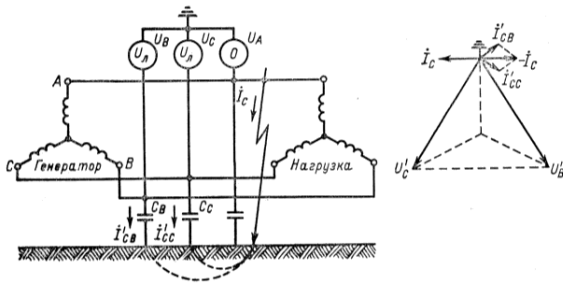
Гурван фазын газартай харьцангуй багтаамжийн гүйдлүүдийн геометр нийлбэр тэгтэй тэнцүү.

$$\dot{I}_{CoA} + \dot{I}_{CoB} + \dot{I}_{CoC} = 0$$

Их чадлын сүүлийн үеийн тоноглолтой реле хамгаалалт автоматикийн төхөөрөмжүүд маш түргэн ажиллагаатай учир нэг фазын багтаамжийн гүйдэл хэдхэн ампер учир генераторын ачаалалд нөлөө үзүүлэхгүй.

Нэг фазын металл газардлага үүссэн тохиолдолд фазуудын тархаж байгаа багтаамжаар гүйдэл гүйдэг ба үүнийг багтаамжийн гүйдлээр авч үзнэ. Нэг фазын газардлагын үед фаз хоорондын багтаамжийг тооцохгүй. Учир нь нэг фазын газардлагын үед эдгээр фаз хоорондын багтаамжийн нөлөөлөл маш бага болно. Хэрвээ шугам сүлжээний ямар нэг металл цэгт газардлага үүсэхэд гэмтээгүй эрүүл фазын газартай харьцангуй хүчдэл нь $\sqrt{3}$ дахин өсч хэмжээгээр фаз хоорондын буюу шугамын хүчдэлтэй тэнцүү болж ирнэ. Зураг 1.2-ын жишээнд А фаз газардсан байгаа гэмтээгүй В ба С фазуудын газартай харьцангуй хүчдэл нь

$$\dot{U}'_B = \dot{U}_{BA}, \dot{U}'_C = \dot{U}_{CA}$$



Зураг 1.2. Тусгаарлагдсан саармаг цэгтэй хэлхээний А фазын металл газардлагын горим

Гэмтээгүй фазуудын газартай харьцангуй гүйдлүүд $\sqrt{3}$ дахин өсч байгаатай адил $\sqrt{3}$ дахин хүчдэл өснө. Гэмтсэн А фазын багтаамжаар илэрхийлэгдэх газардлагын гүйдэл нь тэг болно. Газардаж байгаа цэгийн хувьд гүйдлийн утгыг бичвэл гэмтээгүй фазуудын геометр нийлбэр вектор хэмжигдэхүүн болно.

$$I_C = (I'_{CB} + I'_{CC})$$

Гэмтээгүй фазуудын багтаамжийн гүйдэл нь хэвийн горимын үеийн багтаамжийн гүйдлээс 3 дахин өснө.

$$I_C = 3U_\phi \omega C_0$$

Эндээс багтаамжийн шинж чанартай газардлагын гүйдэл нь:

- А. Тухайн шугам сүлжээний хүчдэл, В
- Б. Тухайн шугам сүлжээний давтамж, сек⁻¹
- В. Газартай харьцангуй хувийн багтаамжаас хамаарч байна.

Эндээс багтаамжийн гүйдлийг туршилтын томиёогоор мөн тодорхойлж болно.

Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын хувьд

$$I_C = \frac{U_{III} L}{350}$$

Цахилгаан дамжуулах кабель шугамын хувьд

$$I_C = \frac{U_{III} L}{10}$$

Хэрвээ металл газардлагын үед гэмтсэн фазын газартай харьцангуй хүчдэл нь 0-с их, фазын хүчдлээс бага байна. Гэмтээгүй фазуудын газартай харьцангуй хүчдэл фазын хүчдлээс их шугамын хүчдлээс бага байна. Эдгээрээс харахад газардаж байгаа цэгийн гүйдэл багасна. Тусгаарлагдсан саармаг цэгтэй шугам сүлжээний нэг фазын металл газардлагын үед шугамын хүчдлийн вектор болох адил талт гурвалжин гажихгүй. Ийм учраас фаз хоорондын хүчдэлээр тэжээгддэг хэрэглэгч цахилгаан эрчим хүчээр тасрахгүй юм. Нэг фазын металл газардлагын үед гэмтээгүй фазуудын хүчдэл шугамын хүчдэл хүртэл өсдөг учир энэ шугам сүлжээний тусгаарлах хийцийг шугамын хүчдэлээр тооцоолсон байдаг. Ийм учраас тусгаарлагдсан саармаг цэгтэй горимыг хэрэглэх хүрээ 35 кВ шугам сүлжээнд ашиглах ба цахилгаан тоног төхөөрөмжийн тусгаарлах хийцийн үнэ нь шийдвэрлэх үүрэг гүйцэтгэж чадахгүй. Ийм шугам сүлжээнд ОХУ-ын эрдэмтэдийн хийсэн судалгаанаас үзэхэд 65 %-ийг нэг фазын гэмтэл эзэлдэг байна. Харин энэ шугам сүлжээний тусгаарлах хийцийн

нэмэлт шаардлага нь хэрэглэгчдийг чанартай найдвартай эрчим хүчээр хангах бололцоог олгоно.

Хүснэгт-1

Газардлагын гүйдэл их станцуудад нум унтраах ороомог сонгосон тооцоо

№	Дэд станц	НУО-ий анхдагч өгөгдөл				НУО сонгох тооцоо					
		Газ. А	К10	Газ. зөв А	Өнг. кВэр	Тип	Ор.ном	Ур.ном кВ	Ур.мин А	Ур.мак А	Хр Ом
8	110/10 кВ-ын Гео дэд станц	14.580	1.3	20	84.28						
		18.324	1.3	20	105.92	РЭДСОМ-190/10У	190	10.5	12.5	25	254
		22.347	1.3	20	129.17	ZTC-250	250	10.5	4	41	147.9
		34.764	1.3	20	200.95	ZTC-250	250	10.5	4	41	147.9
9	110/10 кВ-ын Баруун дэд станц	97.619	1.3	20	564.27	ZTC-800	800	10.5	13	131	46.28
		98.491	1.3	20	569.31	ZTC-800	800	10.5	13	131	46.28
10	110/35/10 кВ-ын Яармаг дэд станц	4.514	1.3	10	91.32						
		3.788	1.3	10	76.65						
		13.112	1.3	10	305.73	РДМР-485/10	485	10.5	15	80	75.78
		1.036	1.3	10	20.97						
		0.319	1.3	10	6.46						
		24.745	1.3	20	143.03	ZTC-250	250	10.5	4	41	147.9
11	110/35/10 кВ-ын Баянчандмань дэд станц	4.827	1.3	20	27.90	РДМР-485/10	485	10.5	15	80	75.78
		0.139	1.3	20	0.80						
12	110/35/10 кВ-ын Цэвэрлэх дэд станц	5.031	1.3	10	101.78						
		0.064	1.3	10	1.29						
		21.564	1.3	20	134.85	ZTC-250	250	10.5	4	41	147.9
13	110/10 кВ-ын Улаанхуаран дэд станц	28.787	1.3	20	166.40	ZTC-250	250	10.5	4	41	147.9
		22.812	1.3	20	131.86	ZTC-250	250	10.5	4	41	147.9
14	110/10/6 кВ-ын Үйлдвэр дэд станц	14.014	1.3	20	81.00						
		49.829	1.3	20	288.03	ZTC-400	400	10.5	6	66	91.85
		47.150	1.3	20	272.54	ZTC-400	400	10.5	6	66	91.85
		24.260	1.3	30	84.14						
		11.291	1.3	30	39.16						

ДҮГНЭЛТ

Улаанбаатар салбарын нийт 14 дэд станцын хувьд газардлагын гүйдлийг тооцож үзэхэд кабель шугамын урт ихэссэн, газардлагын гүйдэл ихтэй Туул, Дорног-2, Умард, Өмнөд, Гео, Яармаг, Үйлдвэр, Улаанхуаран, Цэвэрлэх 110 кВ-ийн дэд станцууд яаралтай газардлагын гүйдлийг бууруулах техник болон зохион байгуулалтын арга хэмжээ авах шаардлагатай байна. Эдгээр станцуудад газардлагын гүйдлийг устгаж, дотоод хэт хүчдэлийг бууруулах зорилгоор нум унтраах ороомгийг сонгож тооцоог гүйцэтгэсэн. Энэхүү тооцоогоор тухайн газардлагын гүйдэл ихтэй станцуудад дотоод хэт хүчдэлийн хэмжээ matlab програм хангамжаар симмуляци хийж үзэхэд 3,2...3,7U_φ болж байгаа нь хүчдэлийн хэмжүүрийн трансформатор гэмтэх, 6, 10 кВ-ийн хуваарилах байгууламжид хэт хүчдэл үүсч ашиглалтаас гарах, кабель шугамын үзүүр гэмтэх, хуваарилах байгууламжид нум удаан хугацаанд үүсч, тоноглолын хэвийн ажиллагаанд нөлөөлнө.

Ийм учраас газардлагын гүйдэл ихтэй станцуудыг НУО-оор газардуулагдсан саармаг цэгийн горимд нэн яаралтай ажиллуулах техник болон зохион байгуулалтын арга хэмжээг энэхүү тооцооны үр дүнг ашиглан авч хэрэгжүүлвэл зохино.

Мөн түүнчлэн газардлагын гүйдэл ихтэй гаргалуудад дотоод хэт хүчдэл бүртгэгч тавих, саармаг цэгийг өөрчлөхтэй холбогдуулан газардлага гарангуут гэмтлийн цэг заадаг төхөөрөмж суурилуулах зэрэг нь шуурхай ажиллагааны хүмүүс гэмтлийг нэн даруй олж устгах боломжтой болно. Хэт хүчдэл бүртгэгчийг ашиглан нэг фазын нуман газардлага болон вакуум таслуур тасрах, феррорезонансийн хэт хүчдлийн ихсэлтийн зэргийг зөв тодорхойлж, хэт хүчдэлийн шугаман бус хязгаарлагчийг зөв сонгож тавьж, хэт хүчдлийг хязгаарлах боломжтой.

Ашигласан материал

1. З.Цэрэндорж. “Өндөр хүчдлийн техник-4” Мөнхийн үсэг хэвлэл. УБ.: 2014. с.хх.259-268.
2. Ж.Нандагсамба. “Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа” УБ.: 2015 он. хх.56-65.
3. Y. H. Ren, K. H. Bian and J. W. Yao. “The Design Manual of Industrial and Civil Distribution” Beijing: China Electric Power Press, 2005.
4. S. Li, “Analysis and Selection of Neutral Grounding Scheme of Distribution Networks” Journal of Shaanxi Institute of Technology, 2003, Vol. 19, No. 1, pp. 29-31.
5. Z. C. Chen and D. H. Tang, “The Planning and Transformation of Urban Power Grid” China Electric Power Press, Beijing, 1998.
6. Q. Z. Zhang. “Electric Power Industry in Japan (I)” International Electric Power for China, Vol. 17, No. 5, 2003, pp. 4-9.
7. Q. Z. Zhang, “Electric Power Industry in Japan (II)” International Electric Power for China, 2003, Vol. 17, No. 6, pp. 6-11.
8. Y. Y. Miao, “Research into the Neutral Point Grounding Mode of Distribution Power Grid and Its Decision Algorithm” Guangdong: Guangdong University of Technology, 2007.
9. M. G. Liu, “Brief Introduction of Electric Power Industry of Former USSR,” Sichuan Electric Power Technology, Vol. 1, 1995, pp. 20-27.

110/220 КВ-ИЙН ДЭД СТАНЦЫН ГАЗАРДУУЛГЫН ЭСЭРГҮҮЦЛИЙГ ТООЦОХ

С.Бямбабаяр*, Ж.Нандагсамба*

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

Хураангуй. Цахилгаан Дамжуулах Үндэсний Сүлжээний 110/220 кВ-ийн дэд станцуудын ашиглалтын хугацаанд судалгаа хийж үзэхэд 20-30 жил ажиллаж байгаа тоноглол 37%, 30-40 жил ажиллаж байгаа тоноглолууд 31% байна. Эдгээр дэд станцуудын хувьд үндсэн тоноглолуудад шинэчлэл хийгдэж байгаа боловч цахилгаан тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагааг бүрэн хангадаг газардуулах байгууламжид шинэчлэл хийгдэхгүй байна. Мөн газардуулах байгууламжийн төмөр хийцүүдийн ашиглалтын хугацаа нь эрдэмтдийн тооцоо судалгаагаар 20-30 жил ашиглагдсан тохиолдолд газардуулах байгууламжийн төмөр хийцүүд зэврэлт, элэгдэл, хуучралтанд орж ЦБД-д заасан зөвшөөрөгдөх эсэргүүцлийн хэмжээ ихсэж, реле хамгаалалтын ажиллагаанд сөрөг нөлөө үзүүлэхээс гадна сүүлийн үеийн микропроцессорын төхөөрөмжүүдийн цахилгаан соронзон нийцүүлэлтийн техникийн шаардлагыг хангаж чадахгүй байна. Ийм учраас газардуулах байгууламжийг шинэчлэх зайлшгүй шаардлагатай.

Түлхүүр үг: газардуулга, дэд станц,

ОРШИЛ

Уг судалгааны ажлаар 220/110/35кВ-ийн дэд станцыг судалгааны ажлын объектоор сонгож, IEEE Std 80-2000 стандартаар харьцуулсан газардуулгын тооцоог гүйцэтгэж, гүний газардуулгын системийг 220/110/35кВ хүчдлийн түвшинд шинээр нэвтрүүлэх зорилго тавьсан.

Монгол улсын Эрчим хүчний салбарт IEEE Std 80-2000 стандартыг ашигласнаар газардуулах байгууламжийн хэлбэр хийцийн сонголт өөрчлөгдөж, дэд станцын газардуулах байгууламжийн ашиглалтын хугацаа, цахилгаан тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагаа, реле хамгаалалтын төхөөрөмжийн хэвийн ажиллагаа, хүмүүсийн амь нас, аюулгүй ажиллагаанд

эерэг үр дүн үзүүлж, орчин үеийн электрон төхөөрөмжүүдийн цахилгаан соронзон нийцүүлэлтийг бүрэн хангах боломжтой.

IEEE стандарт дурьдсан тооцооны хялбаршуулсан аргачлалтай харьцуулан хийсэн судалгааны үр дүнгээр IEEE Std 80-2000 стандартын газардуулгын тооцооны хялбаршуулсан аргыг эрчим хүчний салбарын зураг төслийн байгууллагуудад ашиглаж мөн IEEE-гийн стандартыг монгол стандарт хөрвүүлж ашиглах боломжтой.

Уг стандартыг мөрдсөнөөр газардуулах байгууламжийг гүйцэтгэдэг эрх бүхий байгууллагуудын угсралтын ажил гүйцэтгэж байх явцад хяналтыг сайжруулснаар газардуулах байгууламж, цахилгаан болон электрон төхөөрөмжүүдийн найдвартай ажиллагаа бүрэн хангагдана.

ЦЭИХ IEEE STD 80-2000 СТАНДАРТААР ГАЗАРДУУЛГЫН ТООЦОО ХИЙХ ТООЦООНЫ АНХДАГЧ ӨГӨГДӨЛ БОЛОН ДЭС ДАРААЛАЛ:

1. Тооцооны анхны өгөгдлүүдийг тодорхойлно. Үүнд:
 - Хөрсний эсэргүүцэл
 - Хөрсний дээд үеийн эсэргүүцэл
 - Газардлагын гүйдлийн үйлчлэх утга
 - Газардлага гарах хугацаа
 - Дамжуулагчийн зөвшөөрөгдөх хамгийн их температур
 - Хөрсний дээд үеийн зузаан
 - Газардуулгын хүрээ суулгах гүн
2. Газардуулгын материал хэмжээг сонгох: Газардуулга хийх материалаа сонгож, тухайн материалын хувийн эсэргүүцэл, дулааны коэффициент, даах хамгийн өндөр температур гэх мэт өгөгдлүүдийг цуглуулж, тооцоо хийн дээр

заагдсан газардлагын гүйдлийг даах хэмжээ буюу хөндлөн огтлолын талбайг сонгоно.

Дамжуулагчийн хөндлөн огтлолын талбайг олох илэрхийлэл:

$$Amm^2 = \frac{I}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_c \alpha_r \rho_r}\right) \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}} \quad (3)$$

энд: I - Газардлагын гүйдэл, (кА); Amm^2 - Дамжуулагчийн хөндлөн огтлолын талбай, (mm^2); T_m - Зөвшөөрөгдөх температурын хамгийн их утга, ($^{\circ}C$); T_a - Орчны температур, ($^{\circ}C$); α_r - Заагдсан температур дахь дулааны коэффициент, ($1/^{\circ}C$); ρ_r - Материалын хувийн эсэргүүцэл, ($\mu\Omega\text{-cm}$); K_0 - α_r -ийн урвуу хэмжигдэхүүн, ($^{\circ}C$); t_c - Газардлагын гүйдэл гүйх хугацаа, (s); $TCAP$ - Материалын дулаан багтаамж, ($cm^3 \cdot ^{\circ}C$);

Хүснэгт 1

Материалын тогтмолууд
(IEEE Std 80-2000 Хүснэгт 1)

Материалууд	Материалын дамжууламж (%)	20°C дахь α_r коэффициент	K_0 (0°C үе дэхь α_r урвуу хэмжигдэхүүн)	T_m (Зөвшөөрөгдөх температурын хамгийн их утга ($^{\circ}C$))	ρ_r (20°C үе дэхь хувийн эсэргүүцэл ($\mu\Omega\text{-cm}$))	ТСАР Дулаан багтааж [$l/(cm^3 \cdot ^{\circ}C)$]
Зэс электрод	100	0,00393	234	1083	1,72	3,42
Зэс электрод	97	0,00381	242	1084	1,78	3,42
Зэс бүрхүүлтэй ган угас	40	0,00378	245	1084	4,4	3,85
Зэс бүрхүүлтэй ган угас	30	0,00378	245	700	5,86	3,85
Зэс бүрхүүлтэй ган электрод	20	0,00378	245	1084	8,62	3,85
Aluminium EC Grade	61	0,00403	228	657	2,86	2,56
5005 Хөнгөн цагааны хайлш	53,5	0,00353	263	652	3,22	2,6
6201 Хөнгөн цагааны хайлш	52,5	0,00347	268	654	3,28	2,6
Хөнгөн цагаан бүрхүүлтэй ган угас	20,3	0,0036	258	657	8,48	3,58
Ган, 1020	10,8	0,0016	605	1510	15,9	3,28

Зэвэрдэггүй ган электрод	9,8	0,0016	605	1400	17,5	4,44
Цайрдсан ган электрод	8,6	0,0032	293	419	20,1	3,93
Зэвэрдэггүй ган, 304	2,4	0,0013	749	1400	72	4,03

3. Хүрэх болон алхмын хүчдлүүдийн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг тооцох:

Хүрэх болон алхмын хүчдлүүдийг дараах илэрхийллүүдээр тооцно:

$$K = \frac{\rho - \rho_s}{\rho + \rho_s} \quad (4)$$

$$C_s = 1 - \frac{0.09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2hs + 0.09} \quad (5)$$

C_s - хүрэх болон алхмын хүчдлийн коэффициент; K - хөрсний эсэргүүцлийн зэргийн коэффициент; ρ_s - хөрсний дээд үеийн эсэргүүцэл, ($\Omega\text{-m}$); ρ - доод үеийн хөрсний эсэргүүцэл, ($\Omega\text{-m}$); h_s - хөрсний дээд үеийн зузаан (m);

70кг жинтэй хүний алхмын хүчлийг олох илэрхийлэл:

$$E_{step70} = (1000 + 6C_s \times \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{t_s}} \quad (6)$$

Хүснэгт 2

Хүрэх болон алхмын хүчдлийн зөвшөөрөгдөх утга
(IEEE Transaction on Power Delivery, vol18)

Улирлаас хамаарсан хөрсний эсэргүүцэл (Ωm)	Хөрсний дээд үегүй		Хөрсний дээд үетэй	
	Алхмын хүчдэл (V)	Хүрэх хүчдэл (V)	Алхмын хүчдэл (V)	Хүрэх хүчдэл (V)
10	152,5	146	3123	888,8
40	178,4	152,5	3130,8	890,6
100	230,2	165,5	3148,1	894,9
200	316,5	187	9130,6	2389,9
500	575,5	251,8	9208,3	2410,1
1200	1179,8	402,9	9396,1	2456,9
5000	4460,3	1223	10412,6	2711,1

4. Газардуулгын моделийн загвар гаргах:

Ямар хэмжээтэй талбайд, хэдэн метрийн урттай, хэдэн ширхэг босоо электрод, нийт хэдэн метр урт хэвтээ электрод орох, моделийн нэг талд харгалзах нүдний тоо, түүний зай зэргийг тооцно.

5. Газардуулгын электродын эсэргүүцлийг тооцох:

Зориудын газардуулах байгууламжийн ерөнхий эсэргүүцлийг дараах илэрхийллээр тооцно.

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1+h\sqrt{20/A}} \right) \right] \quad (7)$$

A - Газардуулгын хүрээний нийт талбай;
 R_g - Газардуулгын эсэргүүцэл;

Газардуулгаар гүйх хамгийн их гүйдлийн хэмжээг тооцох:

$$I_G = D_f \times I_g \quad (8)$$

I_G - Газардлагын хамгийн их гүйдэл, (A);
 D_f - Газардлага явагдах хугацаанаас хамаарах коэффициент, (s); I_g - Газардлагын гүйдлийн үйлчлэх утга, (A);

6. Газардлагын потенциалыг тооцох:

$$GPR = I_G \times R_g \quad (9)$$

GPR - Газардлагын потенциал, (V); I_G - Газардлагын хамгийн их гүйдэл, (A); R_g - Газардуулгын эсэргүүцэл, (Ω);

7. Хүрэх хүчдлийн хамгийн их утгыг тооцох:

$$Emesh(Design) = \frac{\rho \times I_G \times K_m \times K_i}{L_C + \left[1.55 + 1.22 \left(\frac{L_r}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} \right) \right] \times L_R}$$

K_i - Гүйдлийн коэффициент;

$$K_i = 0.644 + 0.148n$$

$$n = n_a \times n_b \times n_c \times n_d$$

$$n_a = \frac{2 \times L_T}{L_P} \quad dsf$$

L_T - Нийт электродуудын урт, (м); L_P - Хүрээний урт, (м); n_b - Хүрээний нүд квадрат үед 1 гэж авна;
 n_c - Хүрээний нүд квадрат үед 1 гэж авна; n_d - Хүрээний нүд квадрат үед 1 гэж авна; K_m - Хүрэх хүчдлийн алслалтын коэффициент;

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \ln \left[\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right] + \frac{K_{ii}}{Kh} \ln \left[\frac{8}{\pi(2n-1)} \right]$$

D - хэвтээ электрод хоорондын зай; h - хэвтээ электродыг суулгасан гүн;

$$K_{ii} = \frac{1}{(2 \times n)^{\frac{2}{n}}}$$

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{ho}}$$

8. Алхмын хүчдлийн хамгийн их утгыг тооцох:

$$Estep(Design) = \frac{[(K_s \times K_i \times \rho \times I_G)]}{[0.75 \times L_C + 0.85 \times L_R]}$$

K_s - Алхмын хүчдлийн алслалтын коэффициент;

K_i - Гүйдлийн коэффициент; ρ - Доод үеийн хөрсний хувийн эсэргүүцэл, (Ом.м); I_G - Газардлагын хамгийн их гүйдэл, (A); L_C - Хэвтээ электродуудын нийт урт, (м); L_R - Босоо электродуудын нийт урт, (м);

Алхмын хүчдлийн алслалтын коэффициент

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \left(\frac{1-0.5^{n-2}}{D} \right) \right]$$

D - хэвтээ электрод хоорондын зай; h - хэвтээ электродыг суулгасан гүн;

ДҮГНЭЛТ

Монгол улсын Эрчим хүчний салбарт IEEE Std 80-2000 стандартыг ашигласнаар газардуулах байгууламжийн хэлбэр хийцийн сонголт өөрчлөгдөж, дэд станцын газардуулах байгууламжийн ашиглалтын хугацаа, цахилгаан тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагаа дээшлэх боломжтой юм.

ОХУ-ын эрдэмтдийн газардуулгын тооцооны аргачлалуудыг, IEEE стандарт дурдсан тооцооны хялбаршуулсан аргачлалтай харьцуулан хийсэн судалгааны үр дүнгээр IEEE Std 80-2000 стандартын газардуулгын тооцооны хялбаршуулсан аргыг эрчим хүчний салбарын зураг төслийн байгууллагуудад ашиглаж, мөн IEEE-гийн стандартыг монгол стандарт хөрвүүлж ашиглах боломжтой.

Уг стандартыг мөрдсөнөөр газардуулах байгууламжийг гүйцэтгэдэг эрх бүхий байгууллагуудын угсралтын ажил гүйцэтгэж байх явцад хяналтыг сайжруулж, газардуулах байгууламж, цахилгаан болон электрон төхөөрөмжүүдийн найдвартай ажиллагаа бүрэн хангагдана.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ

1. IEEE std 80-2000 guide for safety in ac substation grounding.
2. Bogajewski, W., Dawalibi, F., Gervais, Y., and Mukhedkar, D., "Effects of sustained ground fault current on concrete poles," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-101, no. 8, pp. 2686–2693, Aug. 1982.
3. Dalziel, C. F., "Dangerous electric currents," AIEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. 65, pp. 579–585, 1123–1124, 1946.
4. Wenner, F., "A method of measuring earth resistances," Bulletin of the Bureau of Standards, Reportno 258, vol. 12, no. 3, pp. 469–482, Feb. 1916.
5. Долин П.А. "Основы техники безопасности в электроустановках" Москва: 1984.
6. Долин П.А. "Справочник по технике безопасности" Москва: 1984.
7. Карякин Р.Н. "Заземляющие устройства электроустановок" Справочник, Москва: 2002.
8. Бургсдорф В.В., Якобс А.И., "Заземляющие устройства электроустановок" Москва: 1987.

“Эсгийлэх” 35/6 кВ-ын дэд станц дахь цахилгаан болон соронзон орны тархалтын судалгаа

Б.Даваадорж*, С.Сонинбилэг*, Б.Бат-Эрдэнэ*

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

Хураангуй. Бүх төрлийн цахилгаан тоног төхөөрөмжүүд цахилгаан болон соронзон орныг байнга үүсгэж байдаг бөгөөд үүнийг нүдээр харах боломжгүй юм. Судалгааны зорилго нь “Эсгийлэх” 35/6 кВ-ын дэд станц дахь SFZ9-25000/35 маркийн зэрэгцээ ажиллагаатай 2 трансформаторын орчимд үүсч буй цахилгаан болон соронзон орны хүчлэгийн хэмжээг тодорхойлж, хэмжилтийн үр дүнгээр цахилгаан болон соронзон орны тархалтын зураглал байгуулахад оршино.

Түлхүүр үг: цахилгаан орон; соронзон орон; тархалтын зураглал

I. ОРШИЛ

Цахилгаан соронзон орон бол тодорхой нөхцөлд бие биенээ бий болгож болох цахилгаан ба соронзон орны нэгдэл байдлаар илэрхийлэгдэх цахилгаан цэнэглэгдсэн биеүдтэй харилцан үйлчлэлцэх суурь орон болно. Цахилгаан ба соронзон орны хүчлэгээр тодорхойлогдох ойлголт нь цахилгаан соронзон төлөв байдал юм. Цахилгаан соронзон төлөвийг байгалийн ба цахилгаан тоног төхөөрөмжүүдээс бий болох гэж ангилдаг. Байгалийн ба зохиомол гаралтай орнууд бие биетэйгээ нийлж, тэдгээрийн хүчлэгийн векторууд нэмэгддэг. Байгалийн цахилгаан орон гадаргуугийн илүүдэл хасах цэнэгтэй байх ба ил орон зайд ойролцоогоор 100-500 В/м байдаг. Харин үйлдвэрийн давтамжтай хүчтэй цахилгаан орон нь гол төлөв цахилгаан эрчим хүчний объектуудаар бий болдог [1,2].

Цахилгаан орныг хүчний талаас нь илэрхийлэх физик хэмжигдэхүүнийг цахилгаан орны хүчлэг гэнэ. Өөрөөр хэлбэл нэгж талбай дахь цахилгаан орны хэмжээг илэрхийлэх ба тэжээлийн хүчдлээр тодорхойлогдоно. Энэ нь өндөр хүчдэлтэй төхөөрөмжийн орчимд ихээхэн хэмжээний цахилгаан орон үүснэ гэсэн үг. Хэмжих нэгж нь В/м.

Өгөгдсөн цэг дэх соронзон орны идэвхжилт нь дамжуулагчийн хэлбэр болон түүгээр гүйж буй гүйдлийн хэмжээнээс хэрхэн хамаарахыг илэрхийлдэг хэмжигдэхүүнийг соронзон орны хүчлэг гэнэ. Энэ нь орчны шинж чанараас хамаарахгүй ба соронзон орныг бий болгож буй дамжуулагчийн гүйдлээр тодорхойлогдоно. Си системд соронзон орны хүчлэгийг А/м нэгжээр хэмждэг [1,2].

Хүснэгт 1

Соронзон орны хүний биед үйлчлэх хүчлэгийн зөвшөөрөгдөх хязгаарын утгууд

Байрлах хугацаа, ц	1	2	3	4
Ерөнхий үйлчилгээ Н, А/м	1600	800	400	80
Хэсэгчилсэн үйлчилгээ Н, А/м	6400	3200	1600	800

Хүснэгт 2

Үйлдвэрийн давтамжтай цахилгаан оронд ажилтны байх зөвшөөрөгдөх хугацаа [4]

Цахилгаан орны хүчлэг E, кВ/м	Хоногийн туршид ажилтны байх зөвшөөрөгдөх хугацаа, мин
5	Хязгаарлахгүй (ажлын өдрийн турш)
10	180
15	80
20-25	10

II. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Судалгааны ажлыг дараах үе шатаар гүйцэтгэлээ.

- “Эсгийлэх” 35/6 кВ-ын дэд станцын үндсэн тоноглолуудын байршлын план зургийг гаргаж, цахилгаан болон соронзон орны хүчлэгийн утгыг хэмжих тодорхой цэгүүдийг сонгох
- Сонгосон цэгүүд дээр олон удаагийн хэмжилт хийх
- Хэмжилтийн үр дүнг боловсруулж, тархалтын зураглал гаргах
- Дүгнэлт гаргах

Цахилгаан соронзон орны хэмжилтийг ME3951A багаж /цахилгаан соронзон орны хүчлэг хэмжигч/-аар хийж гүйцэтгэв.



Зураг 1. ME3951A багаж

ME3951A багаж нь цахилгаан болон соронзон орныг үүсгэж буй төхөөрөмжүүдэд ойртон ирэх тусам заалт хамгийн өндөр утгыг заах бөгөөд энэ нь тухайн цэг дээрх цахилгаан (В/м) болон соронзон орны хүчлэгийн (нТл) хэмжээг заана. Хэмжилт хийх цэг дээр x, y, z координатын дагуу багажийг байрлуулахад координат бүрт хэмжилтийн утга өөр байх ба ерөнхий хүчлэгийн утгыг дараах томъёогоор орно.

$$E_{cp} = (E_x^2 + E_y^2 + E_z^2)^{1/2}; \quad H_{cp} = (H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)^{1/2}$$

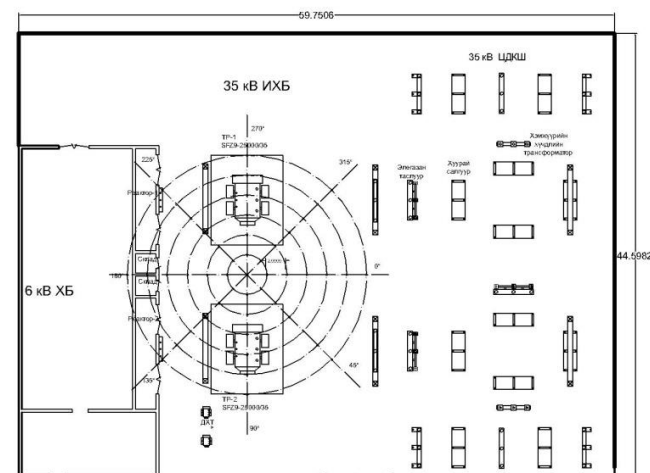
- Хэмжилт хийх давтамжийн хязгаар: 5Гц – 400кГц

- Багажийн хэмжих хязгаар: 0.1 – 1999 В/м, 0.1 – 1999 нТл
- Багажийн абсолют алдаа: $\pm 2\%$

Хүснэгт 4

Соронзон орны хүчлэгийн хэмжилтийн утга (нТл)

$\alpha/r, м$	0	2	4	6	8	10	12
0°	2143	2289	2252	1494	1284	1281	1510
45°	-	2845	2835	2801	2178	2482	2560
90°	-	4788	9600	-	-	4731	6075
135°	-	3451	8438	19506	15594	46313	113250
180°	-	2179	2452	3274	4269	-	3586
225°	-	2658	3583	8044	10250	33000	117000
270°	-	3046	3921	-	-	14206	7000
315°	-	2082	2375	1472	1444	1967	2302



Зураг 2. Эсгийлэх 35/6 кВ дэд станцын план зураг, хэмжилтийн цэгүүдийг сонгосон байдал

Дэд станцын оргил ачааллын үе буюу 1-р трансформаторын ачааллын гүйдэл дунджаар 719 А, 2-р трансформаторынх 725 А байхад өдөрт 1 удаагийн давтамжтайгаар 7 хоногийн хугацаанд хэмжилтийг хийж гүйцэтгэлээ. Ингэхдээ 45 цэг дээр газраас 1.5 м өндөр түвшинд хэмжилт хийсэн болно.

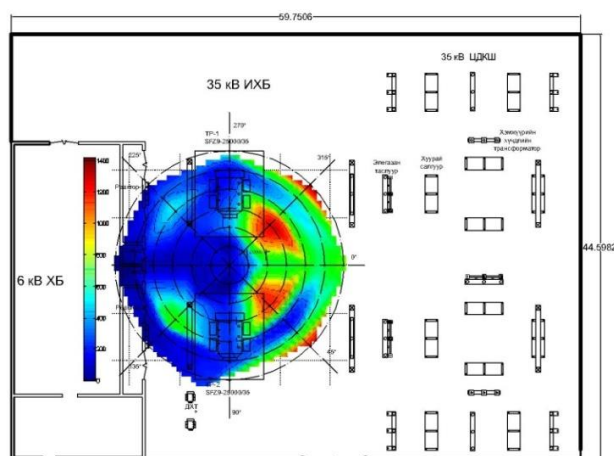
Хүснэгт 3

Цахилгаан орны хүчлэгийн хэмжилтийн утга(В/м)

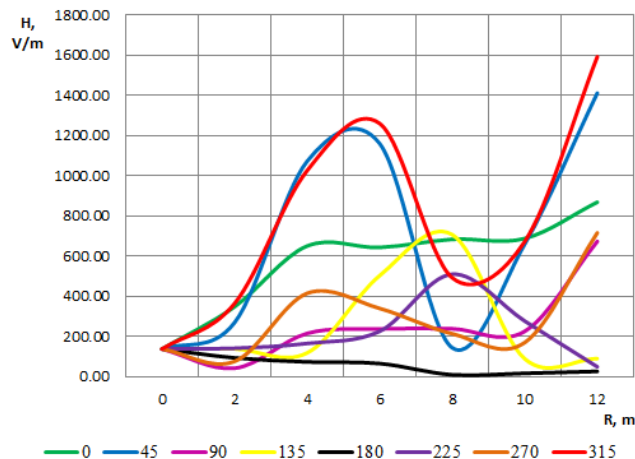
$\alpha/r, м$	0	2	4	6	8	10	12
0°	138	348	651	643	684	688	869
45°	-	270	1073	1161	144	660	1412
90°	-	42	216	-	-	226	674
135°	-	139	118	503	707	89	90
180°	-	94	73	66	10	-	26
225°	-	142	166	226	510	277	49
270°	-	76	415	-	-	170	716
315°	-	364	1026	1261	493	673	1592

III. ҮР ДҮН

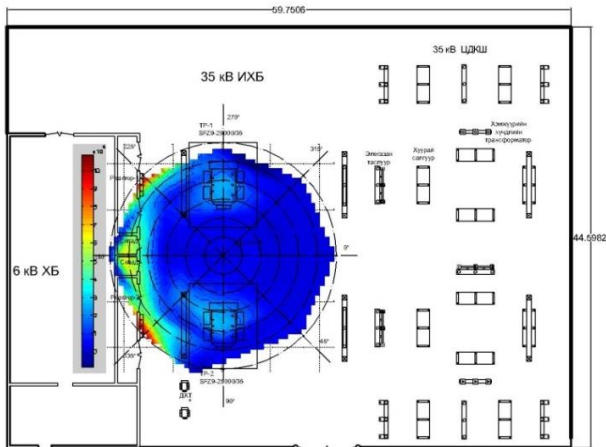
Хэмжилтийн утгуудыг ашиглан MATLAB програм дээр дараах зураглалуудыг байгуулав.



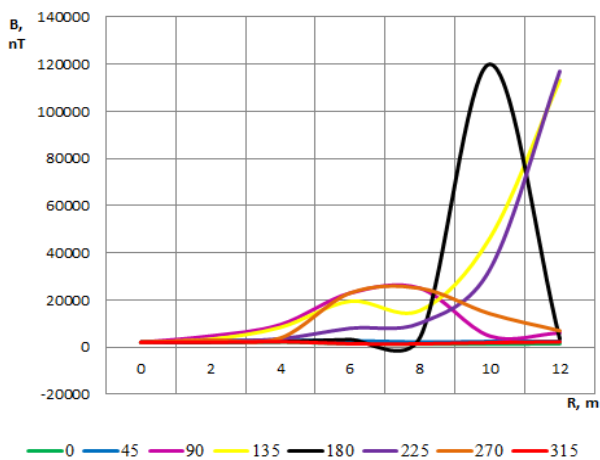
Зураг 3. Цахилгаан орны тархалт



Зураг 4. Цахилгаан орны хүчлэг радиусаас хамаарсан хамаарал



Зураг 5. Соронзон орны тархалт



Зураг 6. Соронзон орны хүчлэг радиусаас хамаарсан хамаарал

ДҮГНЭЛТ

МОНГОЛ УЛСАД КИНЕТИК ЦАХИЛГААН СТАНЦЫГ АШИГЛАХ СУДАЛГАА

Г.Мөнхтуул*, Ш.Гантөмөр*

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

Хураангуй. Манай улсын эрчим хүчний системд холбогдон ажиллах байгальд ээлтэй, агаар орчныг бохирдуулдаггүй, сэргээгдэх эрчим хүчний үндсэн үүсгэгчийн нэг болох Улиастайн 5 МВт-ын кинетик цахилгаан станцыг нэгдсэн системтэй холбох, түүний горимын тооцоо, судалгааны асуудлыг тодорхойлох, техникийн эдийн засгийн үндэслэлийг боловсруулах зорилгоор хийсэн ажлын талаар өгүүллийн хүрээнд авч үзсэн. Улиастайн кинетик цахилгаан станцыг системтэй зэрэгцээ ажиллагаанд холбох болон цахилгаан станцыг системд холбосон үеийн горимын параметрийн өөрчлөлт, горимын тохируулгын асуудлыг шийдэх [1], 2035 хүртэлх хэтийн төлвийн горим болон Мөрөн-Тэлмэнгийн 110 кВ-ын шугам тасарсан үеийн аваарын

Үр дүнгээс харахад цахилгаан болон соронзон орны тархалт хэвтээ тэнхлэгийн дагуу бараг тэгш хэмтэй байна. Үүнийг 2 трансформатор ойролцоо ачаалагдсантай холбож болно.

Цахилгаан орны тархалтыг босоо тэнхлэгийн дагуу 2 хэсэгт хувааж болохоор байна. Тэнхлэгийн зүүн талын ихэнх хэсэгт цахилгаан орны хүчлэг бага байгаа ч зүүн доод хэсэгт 6 кВ-ын уян шин, дотоод хэрэгцээний трансформаторууд байрласан учир харьцангуй их байна. Харин тэнхлэгийн баруун талд 35кВ-ын тоноглолууд байрласан тул цахилгаан орны хүчлэг максимум утгад хүрчээ.

Соронзон орны тархалт реактор болон уян шиний орчимд маш их байгаа нь (113000 нТ) тэдгээрээр их хэмжээний гүйдэл гүйж байгаатай холбоотой. Харин 2 трансформаторын байрлаж буй хэсэгт соронзон орны хүчлэг дундаж утгатай, бусад хэсэг буюу 35 кВ хүчдэлтэй хэсэгт бага хэмжээний гүйдэл гүйх учир соронзон орны хүчлэг бага байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Д.Содномдорж, “Цахилгаан соронзон төлөв ба цахилгаан соронзон нийцэлт”, “Эрчим хүч & Engineering” сэтгүүл, УБ. 2014.
2. Д. Содномдорж, “Цахилгаан ба соронзон орны хүний биед аюулгүй хүчлэгийн зөвшөөрөгдөх норм”, “Эрчим хүч & Engineering” сэтгүүл, УБ. 2014.
3. Ж. Дашдорж, “Системийн загварчлалд MATLAB програм хангамжийг ашиглах”, УБ. 2009.
4. WHO, Environmental health criteria 238, “Extremely low frequency field”.

горимын үед энэхүү станц хэрхэн нөлөөлөх асуудлыг тодорхойлон дүгнэлт гаргана. Мөн ТЭХС-тэй холбох цахилгаан дамжуулах агаарын шугам, дэд станцын үндсэн тоноглолын оновчтой хувилбар сонгоно [3].

Түлхүүр үг: Кинетик цахилгаан станц, горимын тооцоо, хүчдэл сонголт.

I. 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 [6].

Сэргээгдэх эрчим хүчний хөгжлийг сааруулж байгаа гол хүчин зүйл бол дэлхийн нефть, нүүрсний томоохон олигархи компаниудын үзэл баримтлал, тэдгээрийн мөнгө санхүүгийн дарангуйлал (Патентыг өндөр үнээр худалдан аваад дарах) 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. Нөгөө талаас экологийн сүйрэл, нефтийн хомсдол нь сэргээгдэх эрчим хүчийг дэмжих маш хүчтэй хөшүүрэг болж байна.

Дэлхий даяар одоогийн хэрэглэж буй эрчим хүчний системийг кинетик эрчим хүчний технологи оролсноор манай гаригийн байгаль, цаг уур өөрийгөө нөхөн сэргээх боломжтой болох юм.

II. Кинетик хөдөлгүүрийн ажиллах зарчим, давуу тал

2030 он гэхэд дэлхийн нийтээр сэргээгдэх эрчим хүчний салбарууд шилжин орох магадлалтай бөгөөд 2030 он хүртэл барих нүүрс болон атомын цахилгаан станцуудыг олон мянган тэрбум доллараар барихаар төлөвлөж байгаа бөгөөд үүний зөвхөн хагасаар нь сэргээгдэх эрчим хүчний салбарт хөрөнгө оруулахад л ижил хүчин чадалтай сэргээгдэх эрчим хүчний станцыг барих боломжтой. Үүнийг нэг бол кинетик цахилгаан станц юм.

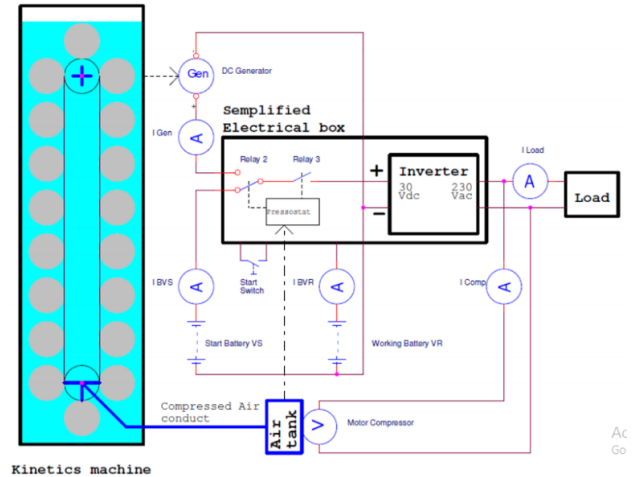
Сэргээгдэх эрчим хүчний шинэ технологи кинетик цахилгаан станцаар дуусахгүй бөгөөд соронзон генератор, хэт дамжуулагчийн генератор, агаарын урсгалын генератор, био аккумулятор (амьд буюу өөрийгөө сэргээдэг) зэрэг энэхүү станцаас ч илүү ашигтай олон технологиуд шинээр үүсэн бий болсон байна. Эдгээр технологи нь үнэ ихтэй (5-10 дахин их), хүчин чадлын хувьд харьцангуй бага 100 кВт-ыг (1модуль) үйлдвэрлэх боломжтой зэрэг дутагдалтай байдаг. Шинэ технологийг хүлээн авч амьдралд нэвтрүүлэхэд маш саад учрах боловч үүнийг даван туулах зайлшгүй шаардлагатай ба 5-10 жилийн эдгээр технологи амьдралд бүрэн хэрэгжих бид огт гайхахгүйгээр ашигласаар байх болно.

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 чадвартай [2-3, 6].

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 үр дүнд хүрд эргэлтэнд орж ямар нэгэн механик ажил хийх чадвартай болдог (Зураг 1).

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



Зураг 1. Кинетик хөдөлгүүрийн ажиллах зарчим (гасархай зураас-агаар шахах зам)

“Монгол улсын аймгийн төвүүд, томоохон уурхай, үйлдвэрийн газруудад 10 МВт хүртэл чадалтай кинетик цахилгаан станцыг ашиглах судалгаа” сэдэвт ажлын хүрээнд манай улсын таван үндсэн ЭХС-д тухайн зангилаа дэд станцын хэрэглээг хангах боломжтой 5-10 МВт хүчин чадалтай (Нийт 150 МВт) кинетик станцуудыг холбон ажиллуулах талаар анх удаа хөндөж үүний үр дүнд бүх системийн горим, ажиллагаа сайжирч нийт системийн эрчим хүчний алдагдал буурч эдийн засгийн хувьд ч ашигтай ажиллах боломжтойг судалгаагаар тодорхойлсон байна. Энэхүү станцыг 30 гаруй цэгт (Улаангом, Баян-Өлгий, Ховд, Арвайхээр, Баянхонгор, Цэцэрлэг, Чойбалсан, Баруун-Урт, Дархан, Эрдэнэт, Зуунмод, Даланзадгад, Улиастай, Сүхбаатар, Хөтөл, Булган, Алтай, Чойр, Сайншанд, Мандалговь, Зуунмод, Улаангом, Мөрөн, Өндөрхаан, Багануур, Шарын гол, Оюутолгой зэрэг уул уурхайн компани гэх мэт), ялангуяа 110 кВ-ын олон зуун км урт шугамын төгсгөлд холбон ажиллуулах замаар хүчдлийн тохируулга, найдвартай ажиллагааг хангахад ашиглах боломжтой нь ажлын үр дүнгээс харагдаж байна.

Судалгаанд Улиастай хотыг голлон авч үзсэн ба бусад аймгийн төвүүдэд барьж байгуулах тооцоо судалгааны үндсэн суурь баазыг бүрдүүлсэн гэж үзэж болно.

III. Улиастай 5 МВт-ын кинетик цахилгаан станцыг холбох тоноглол

Улиастай 110/35/10 кВ-ын дэд станц нь тус системийн Тэлмэн, Тайширтай 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 дараах үндсэн тоног төхөөрөмжүүдээс бүрдэнэ. Үүнд:

1. Кабель шугамын суваг
2. Трансформатор
3. Коммутацийн тоноглол бүхий 10 кВ-ын ячейк
4. Өндөр хүчдэлийн таслуурууд
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.

5 МВт-ын УКЦС, 0,2 км урт кабель шугам, Улиастай 110/35/10 дэд станц болон 110/110 кВ-ын ЦДАШ-ын байршлыг зураг 2-д үзүүлэв.

Кинетик цахилгаан станцыг Улиастай хотын урд хэсэгт 110/35/10 кВ-ын дэд станцын баруун урд талд гэр шинэ хорооллын замын ар талд байрлуулна. Энэхүү байрлалыг ажлын зураг төслийн үед нарийвчлан шийдэх нь зүйтэй. Энэхүү цахилгаан станц нь цаашдаа АУЭХС-ийн томоохон үүсгэгч болж өргөжих магадлалтай, цаашид олон шугам холбогдох тул чөлөөт талбай ихтэй хотын захад байрлуулах саналыг энэхүү төслийн хувьд авч үзсэн. Энэхүү КЦС баригдсан тохиолдолд 10 кВ-ын зарим хэрэглэгчдийг шууд шилжүүлэн холбох нь зүйтэй бөгөөд улмаар дизель станц татан буугдах нөхцөл бүрдэх болно.

Энэхүү шугам станцыг шинээр барьж АУЭХС-д холбон үйлдвэрлэсэн цахилгаан эрчим хүчийг тус сүлжээнд нийлүүлэх нь тухайн бүс нутгийн хэрэглэгчдийг найдвартай, тогтвортой эрчим хүчээр хангах, дизелийн түлшийг хэмнэх, улмаар Тайширын УЦС-ын усан санг нэмэгдүүлэх ч давхар ач холбогдолтой.

Хүчдлийн түвшин. Улиастайн КЦС-аас Улиастай 110/35/10 кВ-ын дэд станц хүртэлх шугамын урт 0,2 км, дамжих чадал 5,0 МВт тул хүчдлийн ойролцоо утга [3]:

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

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

Улиастай 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 [6-8].

Дамжуулагч сонголт. Цахилгаан дамжуулах шугамын дамжуулагчийг дамжуулах хамгийн их чадлаар сонгож дамжуулах хэвийн чадал, тогтворжилтын нөхцөл, ашиглалтын үеийн хуурмаг чадал, хүчдлийн алдагдлаар нарийвчлан тогтоодог. Статик тогтворжилтын хязгаарын нөхцлийг зөвхөн 330 кВ-оос дээш хүчдлийн сүлжээнд авч үздэг.

Улиастай 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.

Шугам нэг хэлхээгээр ажиллах үеийн гүйдэл 290 А, огтлол нь 195 мм² байна. Энэ тооцооны үр дүнд 180 мм² болон 240 мм² огтлолтой дамжуулагчийг аль нэгийг сонгох боломжтой боловч УКЦС-ын найдвартай ажиллах нөхцлийг тооцон үзэж 240 мм²-ын огтлолтой ААШВ-3х240 маркын кабель сонголоо [4].

ААШВ-3х240 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 “Герман”-ы хяналтын инженерүүд давхар хийнэ. Энэ станц ажиллах хугацаандаа жилд 40 гаруй сая кВт.цаг эрчим хүчийг тогтмол үйлдвэрлэнэ.

Цаашид Улиастай КЦС, Тайширын УЦС ба бусад жижиг усан цахилгаан станцаар тус системийн эрчим хүчний хэрэглээг хааж бага ачааллын үед Мөрөнгийн ачааллын тодорхой хэсгийг хангах боломж бүрдэх болно.

IV. УКЦС холбогдсон үеийн АУЭХС-ийн хэтийн төлвийн их ачааллын горимын судалгаа

2016-2040 оны хэтийн төлвийн тооцоог их ачааллын горимоор судалгаанд 8 хувилбараар 5 жилийн интервалтайгаар авч үзэж “Горим 4.0” программаар [1-3] тооцоог гүйцэтгэсэн (Зураг2).

Одоогийн байдлаар АУЭХС-д 110 кВ-ын шугамын генерацийн чадлыг зохицуулахын тулд Улиастай-Цагаанчулуут-Тайшир гэсэн 110 кВ-ын габариттай шугамыг түр хугацаанд 35 кВ-ын хүчдэлтэй ашиглаж байна. Энэ шугамын урт нь 133,8 км бөгөөд 110 кВ-ын хүчдэлтэй үед шугаманд 5,1 орчим МВАр хуурмаг чадал генерацлагдан үүсдэг. Үүнийг компенсацлан тохируулах станц байхгүй тул хүчдлийг бууруулан дээрх маягаар 35 кВ-ын хүчдэлтэйгээр ажиллуулдаг.

2016-2030 оны горимын тооцооны үр дүнгээс харахад 2025 оны хүртэлх хугацаанд үндсэн зангилааны хувьд хүчдлийн түвшин ажлын шаардлага хангаж байгаа боловч 2030 оноос хойш Алтайн 35 кВ-ын шугамын дамжуулах чадвар эрс буурч 25,75 кВ болж байгаа нь ажлын шаардлага хангахгүй байна (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1

Горимын тооцооны үр дүн, кВ

Зан-гилаа	Тэлмэн	Улиастай 110	Улиастай 35	Тайшир УЦС	Алтай
2016	117,06	117,82	37,06	36,105	33,977
2020	116,68	116,29	36,226	33,977	31,284
2025*	115,49	115,4	37,493	35,168	32,144
2030	113,37	111,88	35,864	30,281	25,750

*-Тайширын УЦС-ыг 4 МВт чадал гаргахаар тооцсон

Хэрэглэгчийн ачааллын өсөлттэй уялдуулан 2030 оноос эхлэн Говь-Алтайн хэрэглэгчдийн Тайширын УЦС-ыг 4 МВт чадал тогтмол үйлдвэрлэх усан нөөцийг бүрдүүлэх, Улиастай-Цагаанчулуут-Тайшир гэсэн шугамыг 35 кВ-оос 110 кВ-ын түвшинд шилжүүлэх ажлын шаардлага горимын тооцооны үр дүнгээс харагдаж байна. Иймд Тооцоонд 2030 оноос хойш дээрх шугамыг 110 кВ-ын хүчдэлтэйгээр авч үзсэн(Хүснэгт 1).

УКЦС 5,0 МВт, Тайширын УЦС 4,0 МВт чадал гарах үеийн 2030-2040 оны хэтийн төлвийн бүх тооцооны үр дүнгээс харахад гол зангилаа хүчдлийг

2040 онд Тайшир-Алтайн 35 кВ-ын шугамаар дамжих чадал 7 орчим МВт болж шугамын төгсөглийн хүчдэл эрс буурч байгаа тул Тайшир-Алтайн 35 кВ-ын шугамыг 110 кВ-ын шугамаар солих эсвэл, толгойн хүчдлийг 120 кВ болгоход ажлын шаардлага хангаж байна.

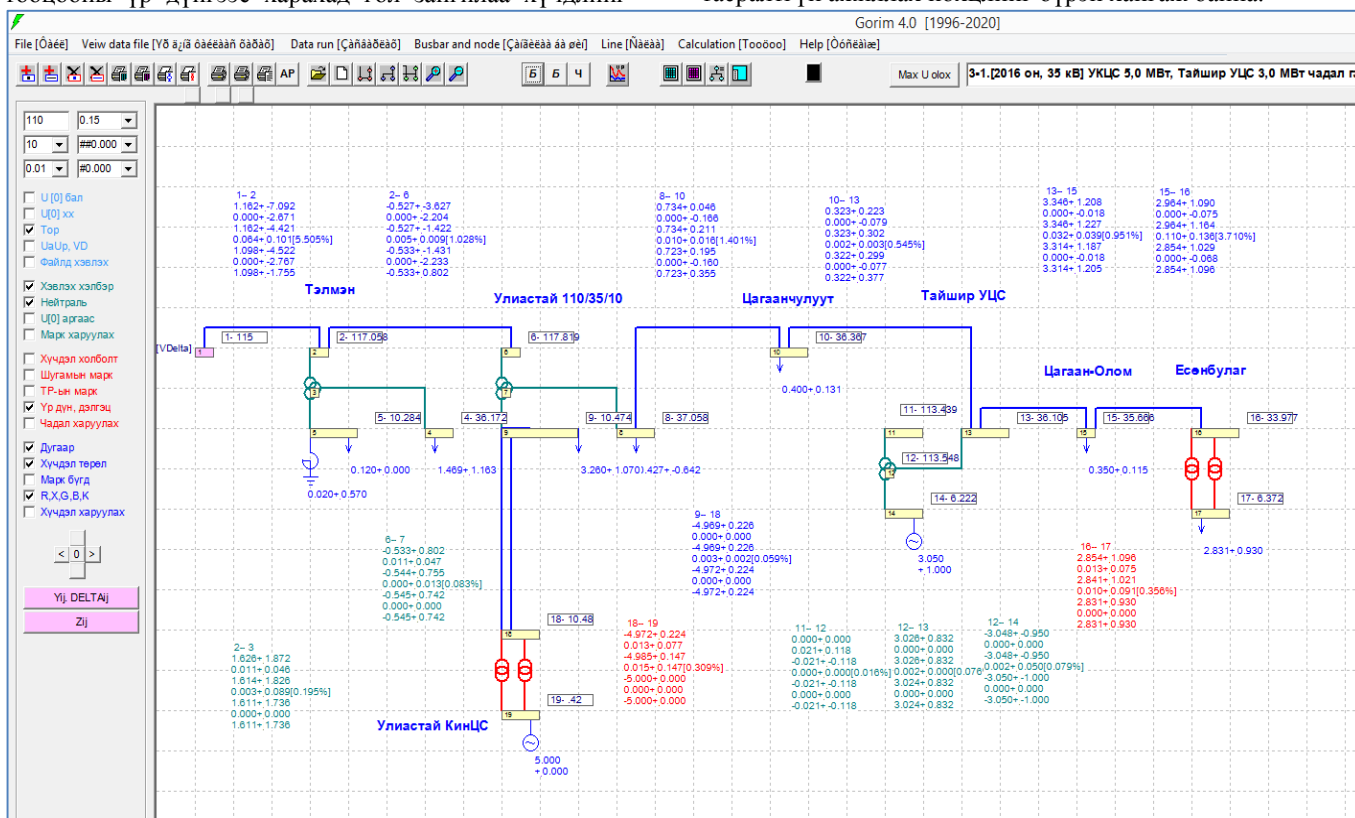
Хүснэгт 2

Горимын тооцооны үр дүн, кВ

Зан-гилаа	Тэлмэн	Улиастай 110	Тайшир 110	Тайшир УЦС	Алтай
2030	114,9	116,228	116,177	36,561	33,1
2035	115,6	116,068	115,819	36,144	32,1
2040	113,2	112,148	110,413	34,203	28,8
2040*	120,5	120,181	118,997	37,122	32,4

*-U_{тол}=120 кВ байхаар тооцсон.

2016-2040 оны хэтийн төлвийн горимын тооцооны нэгдсэн үр дүнгээс харахад энэхүү УКЦС ашиглалтанд орсноор цаашдаа АУЭХС-ийн ТЭХС-ээс авах ачааллыг бууруулан найдвартай, үр ашигтай, хэмнэлттэй, тасралтгүй ажиллах нөхцлийг бүрэн хангаж байна.



Зураг 2. “Горим 4.0” программаар бодсон горимын тооцооны үр дүн

V. ДҮГНЭЛТ

1. Энэхүү кинетик цахилгаан станц нь тусгай зориулалтын шинэ технологи бөгөөд ашиглаж эхлээд ердөө 1-2 жил (2015 оны намраас ашиглаж эхэлсэн) болж байна. Манай улсын зарим эрдэмтэд энерги хадгалагдах хууль биелэхгүй байна, эрчим хүч үржүүлэгч байна, анхдагч энерги хаанаас гарч байгаа нь тодорхойгүй байна гэсэн эсрэг саналтай байдаг боловч энэ станцын механик хөдөлгөөн үүсэх үндсэн механизм маш энгийн агаарын усанд хөвөх чанар буюу Архимедийн түлэх хүч юм. 1800

оны үеэс сүм болон барилгын цамхагт байрлах том хэмжээний цагийг кинетик хөдөлгүүрийн тусламжтайгаар ажиллуулдаг байсан. Одоогийн байдлаар дэлхийн хэмжээгээр 5 МВт хүртэлх чадалтай 10 гаруй станцыг ашиглахаар барьж байгуулж байна.

2. Кинетик цахилгаан станц 40-100 МВт хүртэл хүчин чадалтай байх боломжтой бөгөөд манай улсад эхний ээлжинд 2-10 МВт чадалтай КЦС-уудыг манай улсын хөдөө орон нутагт барьж алслагдсан хэрэглэгчдийг эрчим хүчээр хангах, хотын гэр

хороололд барьж угааны түвшинг эрс бууруулах боломжтой юм. 5 МВт-ын станц 25x14 м талбайд байрлах тул эрчим хүч шаардлагатай хаана ч барьж ашиглах боломжтой.

3. АУЭХС-ийн үндсэн хэрэглэгчдийн ачааллын өсөлтийг 2030 он хүртэл тооцсон бөгөөд статик өсөлтийг жилд 2,5-3 хувийн хэмжээнд авч үзэхэд Алтай хот 2030 оны түвшинд 6,8 МВт, Улиастай хотын ачаалал 16.4 МВт, нийт ачаалал авч тухайн бүс нутгийн томоохон уул уурхайн компани болон ББЭХС-ийн зарим сумдыг эрчим хүчээр хангана гэж үзвэл хамгийн их ачаалал 22,7 МВт байна.
4. Улиастайн КЦС-ыг АУЭХС-д холбосноор эрчим хүчний найдваржилт улам сайжирч, жил бүр улсаас татаас авч дизель цахилгаан станцаар эрчим хүч үйлдвэрлэн хэрэглэгчийг хангах шаардлагагүй болж, бүр дизель станцыг татан буулгах нөхцөл бүрдэж цаашид уул уурхайн томоохон хэрэглэгчдийг сүлжээнд холбох нөхцөл бүрдэхийн зэрэгцээ Тайширын УЦС-ын усан сангийн нөөцийг нэмэгдүүлэх давхар ач холбогдолтой юм.
5. Эдийн засгийн тооцоонд зах зээлийн эдийн засагтай улсуудад өргөн ашигладаг “Интеграл зардлын арга”-ыг ашигласан бөгөөд 1 кВт.цаг эрчим хүчийг 250₮-өөр борлуулахаар, тооцооны хугацааг КЦС-ын ашиглалтын хугацаа болох 30 жилээр, дискаунтын коэффициентийг банкны зээлийн хүүтэй тэнцүү буюу 8% байхаар сонгон авсанба эдийн засгийн хувьд ашигтай үр дүнтэй байна. Үнийн хувьд 5 МВт-ын КЦС 16 сая евро болно (Нар болон салхин станцаас 3-4 дахин үнэтэй).
6. Энэхүү кинетик цахилгаан станц Улиастай хот, АУЭХС, бүр цаашлаад ТЭХС-д системийн Мөрөн дэд станцын эрчим хүчний хэрэглээг хаахын зэрэгцээ тухайн бүс нутгийн хэрэглэгчийг найдвартай эрчим хүчээр хангах сайн талтай бөгөөд энэ нь бүс нутгийн цахилгаан хангамжинд сайнаар нөлөөлнө. Энэ станц ажиллах хугацаандаа жилд 40 гаруй сая кВт.цаг эрчим хүчийг тогтмол үйлдвэрлэнэ (Ойролцоогоор 30 МВт-ын нарны цахилгаан станцын гаргах эрчим хүч).

Ашигласан ном зохиол

1. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан системийн тогтсон горимын тооцооны математик загвар, аргачлал, алгоритм боловсруулах”, -УБ хот, 2005 он. -250 х.
2. Ш.Гантөмөр, Н.Тэгштөр, Г.Мөнхтуул “Улиастайн 5 МВт-ын кинетик цахилгаан станц, системд холбох горимын судалгаа”. УБЦТС ХК-ийн 85 жилийн нэрэмжит онол практикийн бага хурлын эмхтгэл. УБ-хот. 2017 он. 67-73 х.
3. Ш.Гантөмөр, Н.Тэгштөр, “Улиастайн 5 МВт-ын кинетик цахилгаан станцын техник эдийн засгийн үзүүлэлт. УБ-хот. 2015-2017 он. 270 х.
4. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан шугам сүлжээ, систем: Сурах бичиг, Гуравдах хэвлэл”. –УБ.: Соёмбопринтинг хэвлэл, 2014. ISBN 99929-5-724-7, –1100 х.
5. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан дамжуулах агаарын шугам: Сурах бичиг, Хоёрдахь хэвлэл”. –УБ.: Соёмбопринтинг хэвлэл, 2014. ISBN 99929-4-603-2, –600 х.
6. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан станц, дэд станц: Сурах бичиг, I дэвтэр”. –УБ.: Соёмбопринтинг хэвлэл, 2014. ISBN 99929-4-604-0, –600 х.
7. <http://novam-research.com/rosch-gaia-kinetic-power-plant.php>
8. Ш.Гантөмөр, Г.Мөнхтуул “Дарханы Салхитын нарны цахилгаан станцыг ТЭХС-д холбох үеийн горимын судалгаа” –УБ хот. 2016 он. ШУТИС. ЭША-ын тайлан. -220 х.
9. Ч.Зундуйсүрэн, Ш.Гантөмөр “Эрчим хүчний системийн горимын оновчлол /Сурах бичиг”, ШУТИС, ЭХИС. 2003 он, 210 х.
10. Ш.Гантөмөр, С.Ганбат “Цахилгаан системийн тусгай асуудал”, Хөх хот, 2004 он. -190 х.
11. 2014-2015 оны АУЭХС-ийн өвлийн хяналт хэмжилтийн материал. ЭХДҮТ. 2015 он.
12. “Монголь улсын эрчим хүчний бодлого эрх зүйн үндсэн бичиг баримт”, -УБ хот, 2015 он. -50х.

БАЯНХОНГОР АЙМГИЙН 6 КВ-ЫН ТҮГЭЭХ СҮЛЖЭЭНИЙ ЭРЧМИЙН АЛДАГДЛЫН СУДАЛГАА

Б.Гүндэгмаа*, Ш.Гантөмөр

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

Хураангуй. Баянхонгор аймгийн 110/35/6 кВ-ийн дэд станцаас тэжээгдэх 6кВ-ийн цахилгаан дамжуулах шугам сүлжээний чадал эрчмийн алдагдал, түүний бүтцийг одоогийн түвшинд тодорхойлох, эрчмийн алдагдлын бууруулах аргуудыг ашиглан боловсруулалт хийх, тэдгээрээс оновчтой зөв аргыг сонгох, боловсруулалт хийж гарсан үр дүнгүүдийг харьцуулан тодорхойлох нь энэхүү өгүүллийн гол зорилго юм. Баянхонгор аймгийн 110/35/6 кВ-ын дэд станцаас тэжээгдэх 6 кВ-ийн нийт 12 фидерийн үндсэн

үзүүлэлт, чадал эрчмийн алдагдлыг 2016 оны түвшинд үнэн тодорхойлж 2 төрлийн аргыг хэрэглэн эрчим хүчний хэмнэлтийн горимыг гарган авч боловсруулсан юм. Ачааллын хэмжээг 2016 оны 12сарын 21 ний өвлийн их ачааллын хэмжилтийн утгаар авсан.

Түлхүүр үг: Баянхонгор аймаг, чадал эрчмийн алдагдал, аморф зүрхэвтэтэй трансформатор, 10 кВ-ын шугам.

1. ОРШИЛ

Үйлдвэрлэсэн цахилгаан эрчим хүчийг дамжуулах, хуваарилах явцад түүний тодорхой хэсэг нь алдагддаг байна. Цахилгаан шугам сүлжээний алдагдлыг бууруулсанаар эрчим хүчний үр ашиг нэмэгдэнэ. Иймээс судалгаа шинжилгээний үндсэн дээр алдагдлын түвшинг элементүүд дээр тодорхойлж техникийн болон зохион байгуулалттай арга хэмжээг авдаг. Цахилгаан шугам сүлжээг барьж байгуулахдаа тоног төхөөрөмжүүдийн хүчин чадал, марк типийг төслийн үеийн хүчин чадалд тохируулан сонгодог [1-5]. Гэвч ашиглалтын явцад төслийн үеийн хүчин чадлаас зөрөх явдал гардаг. Үүний улмаас цахилгаан станцын тоног төхөөрөмж хэвийн горимоор ажиллаж чадахгүй байх асуудал тулгардаг ба үүнээс үүдэн цахилгаан шугам сүлжээнд алдагдал гардаг. Цахилгаан шугам сүлжээг бүрдүүлж байгаа бүх л элементүүдэд эрчмийн алдагдлыг бууруулах, хэмнэлтийн бодлого боловсруулах бололцоо байдаг ба энэхүү ажлыг гүйцэтгэх үндэслэл юм.

Тооцооны ажлын арга: Энэхүү судалгааны ажлыг горимын тооцооны уламжлалт арга болох чадлын балансын арга, эрчмийн алдагдлыг тодорхойлох "т – ийн арга" зэргийг ашиглан гүйцэтгэсэн. 12 фидер тус бүр дээр горимын тооцоог хийж чадал эрчмийн алдагдлыг тодорхойлсон ба чадал эрчмийн алдагдлыг бууруулах зорилгоор дараах аргыг боловсруулав.

II. ТООЦОО, СУДАЛГАА

Чадал эрчмийн алдагдлыг бууруулах зорилгоор тооцооны үр дүнд шугамын алдагдал ихтэй байсан фидерүүдийн 6 кВ-ын хүчдэлтэй шугам сүлжээг 10 кВ-ын хүчдэлд шилжүүлэв. Үүний тулд 110/35/6 кВ-ын дэд станцын 35 кВ-ын гаргалгаанаас Баянхонгор аймгийн төвийг тойруулан 35 кВ-ийн нийт 6,55 км урттай агаарын шугам шинээр татаж 35/10 кВ-ын шинэ дэд станц байгуулаж түүний 10 кВ-ын гаргалгаанаас кабель болон агаарын шугамаар фидерүүдийг төгсгөлийн трансформаторт холбон тэжээх ингэсээр 2 талын тэжээлтэй болохоос гадна чадал эрчмийн алдагдал харьцангуй бууруулсан [6-7].

ТМ марк бүхий трансформатортай фидерүүдийн гангын алдагдал буй хоосон явалтын алдагдал ихтэй байгаа фидерт SH11 марктай аморф зүрхэвчтэй трансформатораар сольсон ингэснээр трансформаторын хоосон явалтын алдагдал буурч нийт чадал эрчмийн алдагдлын хэмжээг ч бууруулсан.

Шугам болон трансформаторын гангын алдагдал нь тэнцүү байгаа фидерүүдийн хувьд дээрх 2 аргыг хослуулан хэрэглэхэд чадал эрчмийн алдагдлыг илүү их хэмжээгээр бууруулаж чадсан юм.

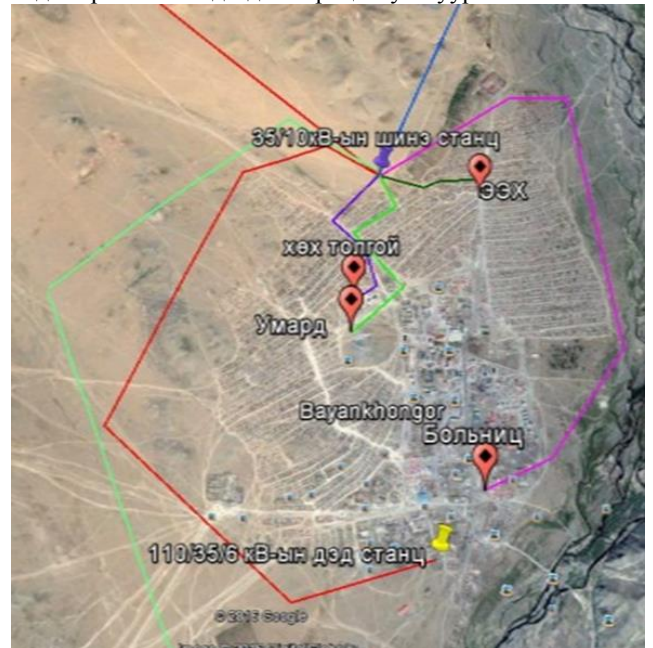
SH11 маркын тэлэгчгүй аморф зүрхэвчтэй трансформаторолон давуу талуудтай. Энгийн цахиурт ган зүрхэвчтэй трансформатортай харьцуулахад $Fe_{78}B_{13}Si_9$ маягын аморф зүрхэвчтэй трансформатор нь соронзон нэвтрүүлэх чадвар сайтай. $Fe_{78}B_{13}Si_9$ аморф хайлшийн хувийн цахилгаан эсэргүүцэл $130-135\mu\Omega\cdot m$ $FeSi$ (цахиурт ган) хувьд $10-47\mu\Omega\cdot m$ байдаг бол хөнгөн цагаан $27,1\mu\Omega\cdot m$ ($\rho=0.271\Omega\cdot m\cdot mm^2/m$) харин зэсний хувьд $17,5\mu\Omega\cdot m$ байна. Аморф хайлшийн хувийн цахилгаан эсэргүүцэл нь цахиурт гангаас 3-4 дахин их байгаа нь хуйларсан гүйдэл үүсэх нөхцлийг 3-4 дахин

багасгаж соронзон нэвтрүүлэх чадвар 1,5 дахин ихэсэн соронзон урсгал чөлөөтэй нэвтрэх нөхцөл бүрдүүлж хоосон явалтын бодит чадлын алдагдал энгийн трансформатортай харьцуулахад бараг 3 дахин багасна.



Зураг 1. 6 кВ-ын хүчдэлтэй байх үеийн шугамын трасс

Чадал эрчмийн алдагдлыг бууруулах зорилгоор тооцооны үр дүнд шугамын алдагдал ихтэй байсан фидерүүдийг 10 кВ-ын хүчдэлд шилжүүлэв. Үүний тулд 110/35/6 кВ-ын дэд станцын 35 кВ-ын гаргалгаанаас Баянхонгор аймгийн баруун талаар нь тойруулан 35 кВ-ын нийт 6,55 км урттай агаарын шугам шинээр татаж 35/10 кВ-ын шинэ дэд станц байгуулаж түүний 10 кВ-ын гаргалгаанаас кабель болон агаарын шугамаар шугамын алдагдал ихтэй фидерүүдийн төгсгөлийн трансформаторт холбосон ингэсээр хэрэглэгч 2 талын тэжээлтэй болохоос гадна чадал эрчмийн алдагдал харьцангуй буурсан.



Зураг 2. Шинэ станцаар 10кВ-ын хүчдэлийн түвшинд холбосон үеийн шугамын трасс

Жишээ 1: Баян-Овоо Галуут фидерийн 6 кВ-ын хүчдэлтэй байхад гарсан чадал эрчмийн алдагдлын тооцооны үр дүн

Ш.ДУГНЭЛТ

“Баянхонгор аймгийн 6/35 кВ-ын эрчмийн алдагдлын судалгаа” сэдэвт ажлыг гүйцэтгэлээ. Энэхүү тооцооны ажлын үр дүнд дараах дүгнэлтийг гаргаж байна. Үүнд:

6кВ-ийн фидер	Wтол кВт.цаг	dWш кВт.цаг	dWxx кВт.цаг	dWоркВт.цаг
баян-овоо	565518	45728.643	52822.8	1280.38
dНийт кВт.цаг	dWш %	dWxx %	dWор %	dНийт %
99831.827	45.8	52.91	1.28	17.65

Жишээ 2: Баян-Овоо Галуут фидерийг 10кВ-ын хүчдэлтийн түвшинд шилжүүлэхэд гарсан чадал эрчмийн алдагдлын тооцооны үр дүн

10кВ-ийн фидер	Wтол кВт.цаг	dWш кВт.цаг	dWxx кВт.цаг	dWоркВт.цаг
баян-овоо	5546766.77	22706.22	58822.8	1851.89
dНийт кВт.цаг	dWш %	dWxx %	dWор %	dНийт %
77380	29.34	68.26	2.39	13.95

Жишээ 3: Баян-Овоо Галуут фидерийг 6кВ-ын хүчдэлтэй байх үед аморф зүрхэвтэй трансформатор болгон өөрчлөхөд гарсан чадал эрчмийн алдагдлын тооцооны үр дүн

6кВ-ийн фидер	Wтол кВт.цаг	dWш кВт.цаг	dWxx кВт.цаг	dWоркВт.цаг
баян-овоо	560203.9	44755.06	15943.2	1205.86
dНийт кВт.цаг	dWш %	dWxx %	dWор %	dНийт %
61904.1275	72.29	25.75	1.4	11.05

Жишээ 4: Баян-Овоо Галуут фидерийг 10кВ-ын хүчдэлтэй байх үед аморф зүрхэвтэй трансформатортай болгон өөрчлөхөд гарсан чадал эрчмийн алдагдлын тооцооны үр дүн

10кВ-ийн фидер	Wтол кВт.цаг	dWш кВт.цаг	dWxx кВт.цаг	dWоркВт.цаг
баян-овоо	550815.4	19277.68	15943.2	1853.34
dНийт кВт.цаг	dWш %	dWxx %	dWор %	dНийт %
37074.22	51.99	43.003	4.99	6.73

Баян-Овоо, Галуут фидерийн хувьд дээрх чадал эрчмийн алдагдлыг бууруулах 2 аргыг хослуулан хэрэгжүүлвэл чадал эрчмийн алдагдал 17,65%-иас 6,73% болтол буурах боломжтой юм.

Жишээ 5: Аморф зүрхэвтэй трансформатор бүхий 10кВ-ын нийт сүлжээний чадал эрчмийн алдагдлын нэгдсэн үр дүнг дор хүснэгт 1-ээр нэгтгэн үзүүлэв.

Хүснэгт 1.

Нэгдсэн үр дүн

10кВ-ийн фидер	Wтол кВт.цаг	dWш кВт.цаг	dWxx кВт.цаг	dWоркВт.цаг	dНийт кВт.цаг	dWш %	dWxx %	dWор %	dНийт %
хөх толгой	8062168	18228.93	75511.2	66500.63	160240.8	11.37	47.12	41.5	1.98
умард	6509140	74923.19	10205	13042.71	98171.31	76.318	10.39	13.28	1.508
баян-овоо	550815.4	19277.68	15943.2	1853.34	37074.22	51.99	43.003	4.99	6.73
төв	4116123	39829.24	10205.4	14649.16	64683.79	61.57	15.77	22.64	1.57
больниц	10879856.8	296220.369	89089.2	86622	471932.6	62.76	18.87	18.35	4.33
эрдэнэцэцэгт	843447.23	1427.6	3898.2	2933.15	8259	17.28	47.19	11.86	0.96
полигон	1436152	6793.85	5299.8	8501.875	20595	32.98	25.73	41.28	1.34
ээх	7685022	103418.82	52910.4	79398.27	232727.5	44.43	22.73	32.82	3.02
өлзийт	8961685	11171.54	6482.4	2698.6	20352.56	54.89	1.85	13.25	2.27
шоргоолжуу	453266	7616.19	19666.2	1345.78	28628.18	26.6	68.69	4.7	6.13
нисэх	417790.6	214.81	4818	980.27	6013.08	3.5	80.12	16.3	1.4
цэргийн анг	3135374	62645.06	4905.6	133436.88	200987.5	31.16	2.44	66.39	6.41
	53050840.03	641767.279	298934.6	411962.665	1352665	47.4467	22.09968	30.455642	2.549751

- Баянхонгор аймгийн төвийг цахилгаан эрчим хүчээр хангаж байгаа нийт 6 кВ-ын хүчдэлтэй 12 фидерийг сонгон одоогийн үзүүлэлтээр нь уламжлалт аргаар горимын тооцоо хийж чадал эрчмийн алдагдлыг тодорхойлсон толгойгоор дамжуулсан нийт эрчим хүч 44977043 кВт*цаг үүний 278088 3кВт*цаг (6,18%) нь алдагдсан ба бүтцийн хувьд шугам сүлжээний алдагдал 1462669 кВт*цаг (52,59%) трансформаторын ган дээрх 916629,23 кВт*цаг (32,96%) трансформаторын ороомог дээрх 401585,2 кВт*цаг (14,44%) тус тус эзлэж байна.
- Шугамын алдагдал өндөр гарсан фидерүүдийг сонгон 10 кВ-ын хүчдэлтэй шугам сүлжээний шинэ төслөөр тооцоог дахин гүйцэтгэхэд толгойгоор дамжуулсан нийт эрчим хүч 50443649,7 кВт*цаг үүний 870864,16 кВт*цаг (44,41%) нь шугам сүлжээнд, 614644,54 кВт*цаг (31,35%) нь трансформаторын ган дээр, 475069,06 кВт*цаг (24,23%) нь трансформаторын ороомог дээр тус тус алдагдаж нийт эрчим хүчний 1960577,769 кВт*цаг (3,88%) алдагдагдаж байна.
- Трансформаторын гангын алдагдал өндөр гарсан фидерүүдийг сонгон трансформаторыг аморф зүрхэвтэй трансформатораар сольж тооцоог дахин гүйцэтгэхэд толгойгоор дамжуулсан нийт эрчим хүч 44947516,42 кВт*цаг үүний 873543,098 кВт*цаг буюу (56,29%) нь шугам сүлжээнд, 298934,6кВт*цаг (19,26%) нь трансформаторын ган дээр, 379132,385кВт*цаг (24,43%) нь трансформаторын ороомог дээр тус тус алдагдаж нийт эрчим хүчний 1551610,083 кВт*цаг (3,45%) алдагдаж байна.
- Трансформаторын хоосон явалтын алдагдал болон шугамын алдагдал тэнцүү хэмжээтэй байсан фидерүүдийг сонгон трансформаторыг аморф зүрхэвтэй трансформатораар сольж мөн 10 кВ-ын хүчдэлийн түвшинд шилжүүлэн тооцоог дахин гүйцэтгэхэд толгойгоор дамжуулсан нийт эрчим хүч 5305084,0 3кВт*цаг үүний 641767,27 кВт*цаг (47,44%) нь шугам сүлжээнд, 298934,6 кВт*цаг (22,09%) нь трансформаторын ган дээр, 411962,665кВт*цаг (30,45%) нь трансформаторын ороомог дээр тус тус алдагдаж нийт эрчим хүчний 1352664,5 кВт*цаг (2,54%) алдагдаж байна.
- Эдгээр тооцооны үр дүнгүүдээс дүнгэхэд шугамын алдагдал 50%-иас илүү байгаа фидерүүдийг 10кВ-ын хүчдэлд шилжүүлсэнээр нийт алдагдлыг 6,18%-3,88% хүртэл бууруулах боломжтой ба гангын алдагдал ихтэй фидерийг аморф трансформатораар сольсоноор эрчмийн алдагдлыг 6,18%-3,45% хүртэл бууруулан. Мөн шугамын болон трансформаторын гангын алдагдал тэнцүү байх фидерүүдийг 10 кВ-ын түвшинд шилжүүлж аморф трансформатораар солисоноор алдагдлыг 6,18%-2,54% хүртэл буурна. Үүний үр дүнд эрчим хүч хэрэглэгч 2 талын тэжээлтэй болж найдвартай ажиллагаа нэмэгдэж, горимын үзүүлэлт сайжирч хэрэглэгчидийн тоог нэмэж болохоос гадна 1428219 кВт*цаг эрчим

хүчийг хэмнэх ба 1 кВт*цаг эрчим хүчийг 118төгрөгөөр тооцвол 1 сая 685 мянга 298 төгрөг хэмнэж чадах юм.

АШИГЛАСАН НОМ

1. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан шугам сүлжээ, систем”-УБ: Соёмбо принтинг 2014 он 1100 х.
2. Ш.Гантөмөр “Цахилгаандамжуулах агаарын шугам”-УБ: Соёмбо принтинг. 2011 он. 600х.
3. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан станц дэд станц”-УБ: Соёмбо принтинг 2011 он 600.
4. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан систем, цахилгаан шугам сүлжээ” УБ: Соёмбо принтинг 2003 он. 350х.
5. Ш.Гантөмөр, Ч.Зундуйсүрэн “Эрчим хүчний системийн горимын оновчлол ”-УБ: ШУТИС 2001 он.
6. Д.Содномдорж “Эрчим хүчний хэмнэлт”-УБ: ШУТИС, өнгөт хэвлэл, 2003 он 340х.
7. Д.Содномдорж “Цахилгаан шугам сүлжээний чадал эрчмийн алдагдлыг тодорхойлох арга, загварууд”-УБ:ТИС-ийн хэвлэл 1999он.

ТӨВИЙН БҮСИЙН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН 220 КВ-ЫН СҮЛЖЭЭНИЙ ГОРИМЫН СУДАЛГАА

Д. Мөнхцэцэг*, Ш. Гантөмөр*

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

Хураангуй. Одоо ажиллаж буй Төвийн Бүсийн Эрчим Хүчний Системийн 220 кВ-ын сүлжээний хэвийн горимд үнэлгээ өгөх, тохиромжтой хялбар загвар, аргачлал сонгон авах, Уламжлалт болон орчин үеийн аргуудыг харьцуулан дүн шинжилгээ хийх. ТБЭХС-ийн 220 кВ-ын сүлжээний горимын тооцоог ашиглалтын үед хурдан шуурхай гүйцэтгэх энэхүү ажлын үндсэн зорилго юм. Бакалаврын судалгааны ажлын объектоор ТБЭХС-ийн 220 кВ-ын сүлжээг сонгон авч тооцоог гүйцэтгэсэн. Энэ сүлжээ нь Дархан-ОХУ Селендум, Дархан-Эрдэнэт, Улаанбаатар-Эрдэнэт, Улаанбаатар-Дархан, Улаанбаатар-Багануур, Багануур-Чойр гэсэн 1088.35км урттай шугам, 6 дэд станц, 11 автотрансформаторыг багтаасан бүтэцтэй. “Microsoft Excel” программын орчинд тогтсон горимын тооцооны загваруудаас гүйдлийн балансын шугаман загварыг зангилааны матрицын тусламжтайгаар байгуулах аргыг сонгон авч тооцоондоо ашигласан.

Түүлхүүр үг: тогтсон горим, гүйдлийн балансын шугаман загвар, шугам сүлжээ.

ОРШИЛ

Монгол улсын эрчим хүчний систем нь Төвийн, Баруун, Алтай-Улиастайн, Дорнод, Өмнөд гэсэн үндсэн таван бүсээс бүрдэнэ. Төвийн бүсийн цахилгаан дамжуулах сүлжээ нь Монгол улсын төвийн бүс нутагт 220/110 кВ-ын шугамуудаар дамжуулан 110/35/10/6-ын дэд станцуудаар хувирган хэрэгчдэд хүргэдэг. 220 кВ-ын шугам сүлжээ нь Дархан-ОХУ Селендум, Дархан-Эрдэнэт, Улаанбаатар-Эрдэнэт, Улаанбаатар-Дархан, Улаанбаатар-Багануур, Багануур-Чойрыг холбосон байх ба Дархан, Эрдэнэт, ТЭЦ-4-ийг холбож битүү хүрээ үүсгэсэн байдгаараа онцлог юм.

Цахилгаан системийн ийм битүү хүрээнд горимын тооцоог гараар бодож гүйцэтгэхэд цаг хугацаа их шаардагддаг. Орчин үед технологийн хурдацтай хөгжлийг дагаад цаг хугацаа хэмнэх болон хүний хөдөлмөрийг хөнгөвчлөх тал дээр дэлхий нийтээрээ түлхүү анхаарах болсон. Иймд орчин үеийн тогтсон

горимын тооцооны аргачлалыг тооцоонд ашиглах үүнд нийцэж байна.

Microsoft Excel-ийн орчинд тогтсон горимын тооцооны загваруудаас гүйдлийн балансын шугаман загварыг зангилааны матрицын тусламжтайгаар байгуулах аргыг сонгон авч тооцоондоо ашигласан. Хүн бүрийн хэрэглээ болсон Excel-ийн орчинд боловруулсан программыг ашиглан манай улсын цахилгаан систем, шугам сүлжээний горимын тооцоог орчин үеийн аргаар стандартын дагуу өндөр нарийвчлалтай хийж гүйцэтгэх боломжтой юм. Иймээс орчин үеийн аргыг судлан тооцооны математик загвар алгоритм программ хангамж боловруулан судалгаа шинжилгээний ажилд хэрэглэхэд тохиромжтой.

Гүйдлийн балансын хэлбэрт бичигдэх зангилааны хүчдлийн шугаман загвар

Цахилгаан системийн тогтсон горимын тооцооны үндсэн загварын нэг бол гүйдлийн балансын шугаман загвар юм. Энэ загварыг зангилааны параметрийг тусгах аргачлал, тооцооны нарийвчлал нийлэх чанараас хамааруулан нарийвчлал өндөр шаарддаггүй цахилгаан системийн хэгийн төлөвийн тооцоо, зураг төслийн тооцоо буюу горимын анхдагч параметрийн өгөгдлийн шинж чанартай уялдуулан нам хүчдлийн сүлжээний горимын тооцоо, судалгаанд өргөн хэрэглэдэг.

Зангилааны хүчдлийн тэгшитгэл нь нийлмэл цахилгаан хэлхээний үндсэн хуулийн нэг болох Кирхгофийн I хууль буюу зангилааны гүйдлийн балансын хуулиас үндэслэн гардаг. Цахилгаан системийн дурын зангилааны хувьд тухайн зангилаанд холбогдож байгаа салаа тус бүрийн гүйдлийн нийлбэр нь зангилааны гүйдэлтэй тэнцүү байдаг учир зангилааны гүйдлийн балансын тэгшитгэл

$$\sum_{j=1}^{n+1} \dot{I}_{ij}^{\text{сал}} = \dot{I}_i^{\text{зан}}, i = 1..n \quad (1)$$

гэж тодорхойлогдоно [2].

Үүнд: $I_{ij}^{сал}$ ба j -ээр зангилааг шууд холбож байгаа салааны гүйдэл, $I_i^{зан}$ - i -ээр зангилааны гүйдэл, n -үл хамаарах зангилааны тоо

$$\begin{cases} g_{ii}U_{ai} + b_{ii}U_{pi} - \sum_{j=1}^{n+1} (g_{ij}U_{aj} + b_{ij}U_{pj}) - I_{ai}^{зан} = 0 \\ -b_{ii}U_{ai} + g_{ii}U_{pi} - \sum_{j=1}^{n+1} (-b_{ij}U_{aj} + g_{ij}U_{pj}) - I_{pi}^{зан} = 0 \end{cases}, i=1..n \quad (2)$$

Энэ тэгшитгэлийг бодит тоогоор тодорхойлогдох “гүйдлийн балансын шугаман загвар” гэнэ [1]. Шугаман загварыг хялбар бодохын тулд матриц хэлбэрт бичих нь тохиромжтой байдаг.

ТБЭХС-ийн анхдагч өгөгдлийн судалгаа

Монгол улсын Төвийн бүсийн цахилгаан хангамж нь эдийн засгийн төв бүс нутгийн 55%, хүн амын 50 гаруй хувийг хамруулан Нийслэл Улаанбаатар хот, 12 аймгийн төв, 22 сумдын цахилгаан хэрэглэгчдийг цахилгаан энергээр хангаж Төвийн Бүсийн Эрчим Хүчний Систем (ТБЭХС)-ийг бүрдүүлж байна.

Хүснэгт 1

Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын анхдагч өгөгдөл

№	Шугамын нэр	ЦДАШ №	Шугамы трассын урт, км	Хэлхээний тоо	Утасны марк
1	Селендум-Дархан	257, 258	112	2	АС-300/39
2	Дархан-Эрдэнэт	201, 202	167.7	2	АС-400/51
3	ТЭЦ-4-Дархан	208	195.35	1	АС-300/39
4	Дархан-Дархан ТЭЦ	113	8.3	1	АС-240/32
5	Эрдэнэт-ТЭЦ-4	203, 204	257	2	АС-400/51
6	Эрдэнэт-Эрдэнэт ТЭЦ	А, Б	2.7	2	АС-150/24
7	ТЭЦ-4-Улаанбаатар	205, 206	29.4	2	АС-300/39
8	Улаанбаатар-Багануур	209, 210	144.3	2	АС-300/39
9	Багануур - Чойр	207	171.6	1	АС-240/39

Хүснэгт 2

Трансформатрын анхдагч өгөгдөл

Дэд станц	Трансформатор	Тоо ширхэг
Дархан 220/110/35	АТДЦТН-63000-220/110-У1	2
Эрдэнэт 220/110/35	OSFPSZ9-200000/230	2
ТЭЦ-4 ИХБ	АТДЦТН-125000-220/110-У1	1
	ТДЦ-125000/220	4
	ТРДЦН-125000/220	2
Улаанбаатар 220/110/35	АТДЦТН-125000-220/110-У1	2
Багануур 220/110/35	АТДЦТН-63000-220/110-У1	2
Чойр 220/110/35	АТДЦТН-63000-220/110-У1	2

Тооцоо

1. Зангилааны матриц

$$M_{\Sigma} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

2. Зангилааны хөрвүүлсэн матриц

$$M_{\Sigma}^T = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

3. Зангилааны бодит дамжууламжийн матриц

$$G^{зан} = M_{\Sigma} G^{сал} M_{\Sigma}^T = \begin{bmatrix} 0.01 & -0.01 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.01 & 0.018 & -0.005 & -0.003 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0.005 & 0.01 & -0.004 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0.003 & -0.004 & 0.004 & -0.029 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.029 & 0.0369 & -0.008 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0.008 & 0.012 & -0.004 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.004 & 0.004 \end{bmatrix}$$

4. Зангилааны хуурмаг дамжууламжийн матриц

$$B^{зан} = M_{\Sigma} B^{сал} M_{\Sigma}^T = \begin{bmatrix} 0.04 & -0.04 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.04 & 0.079 & -0.028 & -0.011 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0.028 & 0.045 & -0.017 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0.011 & -0.017 & 0.184 & -0.155 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.155 & 0.186 & -0.031 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0.031 & 0.043 & -0.012 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.012 & 0.012 \end{bmatrix}$$

5. Зангилааны гүйдэл

$$I_{\Sigma}^{зан} = I_{\Sigma}^{тоо} - I_{\Sigma}^{бал} = \begin{bmatrix} -2.3733 \\ 1.8803 \\ -0.1773 \\ -0.7945 \\ 0.0105 \\ -0.2409 \\ -0.1688 \\ 9.5779 \\ -9.7492 \\ -0.2218 \\ 0.1156 \\ -0.0774 \\ -0.0050 \\ 0.0145 \end{bmatrix}$$

6. Гүйдлийн балансын шугаман загвар

$$\begin{bmatrix} 0.018 & -0.005 & -0.003 & 0 & 0 & 0 & 0.079 & -0.028 & -0.011 & 0 & 0 & 0 \\ -0.005 & 0.01 & -0.004 & 0 & 0 & 0 & -0.028 & 0.045 & -0.017 & 0 & 0 & 0 \\ -0.003 & -0.004 & 0.0363 & -0.029 & 0 & 0 & -0.011 & -0.017 & 0.184 & -0.155 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0.029 & 0.0369 & -0.008 & 0 & 0 & 0 & -0.155 & 0.186 & -0.031 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.008 & 0.012 & -0.004 & 0 & 0 & 0 & -0.031 & 0.043 & -0.012 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0.004 & 0.004 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.012 & 0.012 \\ -0.079 & 0.028 & 0.011 & 0 & 0 & 0 & 0.018 & -0.005 & -0.003 & 0 & 0 & 0 \\ 0.028 & -0.045 & 0.017 & 0 & 0 & 0 & -0.005 & 0.01 & -0.004 & 0 & 0 & 0 \\ 0.011 & 0.017 & -0.184 & 0.155 & 0 & 0 & -0.003 & -0.004 & 0.0363 & -0.029 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.155 & -0.186 & 0.031 & 0 & 0 & 0 & -0.029 & 0.0369 & -0.008 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.031 & -0.043 & 0.012 & 0 & 0 & 0 & -0.008 & 0.012 & -0.004 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.012 & -0.012 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.004 & 0.004 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{a1} \\ U_{a2} \\ U_{a3} \\ U_{a4} \\ U_{a5} \\ U_{a6} \\ U_{r1} \\ U_{r2} \\ U_{r3} \\ U_{r4} \\ U_{r5} \\ U_{r6} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.8803 \\ -0.1773 \\ -0.7945 \\ 0.0105 \\ -0.2409 \\ -0.1688 \\ -9.7492 \\ -0.2218 \\ 0.1156 \\ -0.0774 \\ -0.0050 \\ 0.0145 \end{bmatrix}$$

7. Зангилааны хүчдэлийн утгууд

$$U_{зан} = Y_{зан}^{-1} J_{зан} = \begin{bmatrix} U_{a1} \\ U_{a2} \\ U_{a3} \\ U_{a4} \\ U_{a5} \\ U_{a6} \\ U_{r1} \\ U_{r2} \\ U_{r3} \\ U_{r4} \\ U_{r5} \\ U_{r6} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 217.6574 \\ 211.5780 \\ 210.0485 \\ 205.0485 \\ 198.6945 \\ 181.4784 \\ -56.1681 \\ -58.1648 \\ -81.2620 \\ -83.5510 \\ -85.1532 \\ -106.1539 \end{bmatrix}$$

$$U_1 = 217.6574 - j56.1681$$

$$U_2 = 211.5780 - j58.1648$$

$$U_3 = 210.0485 - j81.2620$$

$$U_4 = 205.0485 - j83.5510$$

$$U_5 = 198.6945 - j85.1532$$

$$U_6 = 181.4784 - j106.1539$$

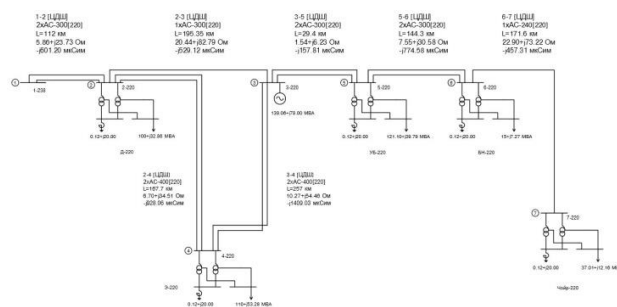
Хүснэгт 3

Уламжлалт ба орчин үеийн аргаар гүйцэтгэсэн тооцооны үр дүнгийн харьцуулалт

Д/Д	Зангилааны дугаар	Зангилааны хүчдэл		Харьцуулалт [%]
		Уламжлалт арга	Орчин үеийн арга	
1	0-1	235.56	235	0.238
2	1-2	224.50	224.77	0.012
3	1-3	219.08	219.42	0.155
4	2-3	225.40	225.17	0.102
5	3-4	221.73	221.44	0.131
6	4-5	216.85	216.18	0.310
7	5-6	210.70	210.27	0.204



Зураг 1. Тооцооны үр дүнгийн харьцуулалт



Зураг 2. ТБЭХС-ийн 220 кВ-ын сүлжээний гүйдлийн балансын шугаман загварын бүтцийн схем

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү тооцооны үр дүнд дараах дүгнэлтийг гаргаж байна.

1. Тогтсон горимын тооцооны загваруудаас гүйдлийн балансын хэлбэрт бичигдэх зангилааны хүчдлийн шугаман загварын аргыг сонгож авсан. ТБЭХС-ийн 220 кВ-ын сүлжээний горимын тооцоог хийж гүйцэтгэхдээ орчин үеийн аргаар гүйцэтгэсэн ба 5 дэд станцыг 20 МВА-ын реактор залгаатай үед хийсэн.

2. Дээрх сүлжээнд тооцоог гүйцэтгэхдээ Селендумыг баланслагч зангилаагаар сонгон авсан бөгөөд тооцоог гүйцэтгэхэд хамгийн их хүчдэл ТЭЦ-4-ийн шин дээр 225,4069 кВ, хамгийн бага хүчдэл Чойр дэд станцын шинд 210,7048кВ гарч байна.
 3. Горимын тооцооны уламжлалт болон гүйдлийн балансын шугаман загварын тооцооны хүчдлийн түвшинг хооронд нь харьцуулсан. Хүчдлийн түвшин хамгийн их алдаа Багануур дэд станц 0.310%, Чойр дэд станц 0.204% гарсан.
 4. Манай орны цахилгаан шугам сүлжээнүүдийн онцлог шинж чанар , өвөрмөц бүтэц, ажлын горимд тохиромжтойаргыг сонгон тогтсон горимын тооцооны программ боловсруулах шаардлагатай байгаа бөгөөд энэхүү судалгаанд авч үзсэн Microsoft Excel-ийн орчинд боловсруулсан гүйдлийн балансын шугаман загварыг манай орны шугам сүлжээнд ашиглах боломжтой бөгөөд ажлын хугацааг хөнгөвчилж үр дүнг хурдан гаргаж байна.
- Ашигласан материал**
1. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан систем шугам сүлжээ, систем ” Улаанбаатар хот 2014 он.
 2. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан дамжуулах агаарын шугам” Улаанбаатар хот 2014.
 3. Х.Цагаан, М.Хуягдорж “Цахилгаан энергийн хуваарилт дамжуулалт ” УБ хот 2003 он.
 4. Ч.Зундуйсүрэн, Ш.Гантөмөр “Эрчим хүчний системийн горимын оновчлол”2001 он.
 5. Д. Содномдорж “Цахилгаан системийн горим” 2001 он.
 6. Ш. Гантөмөр “Цахилгаан шугам сүлжээ” Улаанбаатар хот, 2007 он.
 7. Д.Содномдорж, С.Ууганбаяр “Цахилгаан системийн горимын тооцооны жишээ бодлогууд ” УБ 2004 он.
 8. И.А Бауштейна, С.А Бажанова “Справочник по электрическому установнам висакого напряжения”.
 9. Д.Содномдорж “Цахилгаан системийн эрчмийн алдагдлыг тодорхойлох арга” УБ 1999 он.
 10. Ш. Гантөмөр “Цахилгаан системийн тогтсон горимын тооцооны математик загварууд. Программ хангамж сэдэвт эрдэм шинжилгээний хурлын эмхтгэл” 2000 он.

ХУВААРИЛАХ БАЙГУУЛАМЖИЙН ТОНОГЛОЛУУДЫН НАЙДВАРЖИЛТЫН ТООЦОО

(Энгийн загварууд)

Г.Билгүүн*, Я.Содбаяр*

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

Хураангуй. ХБ-ийн тоноглолуудын найдваржилтанд нөлөөлөх зүйлс болох тухайн тоноглолын ажлын байдал болон гэмтэх магадлал, тэдгээрийг тооцоолох аргачлал, тэдгээрийг математик статистикийн онолоор тайлбарлах, магадлалын онолын аргуудаар жишээ бодолт хийж найдваржилтийг тооцох зэрэгийг онолын талаас оролцуулсан. Харин судалгааны хэсэгтээ хоёр жишээ бодлого тус бүр нь хоёр, хоёр хувилбартайгаар бодож тооцоолон хооронд нь харьцуулан дүн шинжилгээ хийв.

Түлхүүр үг: Аваарын сул зогсолт, Төлөвлөгөөт буюу засварт сул зогсолт, ажлын байдал, магадлал.

I. ОРШИЛ

ХБ-ийн тоноглол бүрийн найдваржилт нь тухайн тоноглолын бэлэн байх коэффициент “ K_r ” буюу ажлын байдлын магадлал “ p ”-ээр, мөн сул зогсолтын коэффициент “ K_n ” буюу гэмтэх магадлал “ q ”-ээр тус тус тодорхойлогдоно. Сул зогсолт нь аваарын болон төлөвлөгөөт буюу засварт гэж хоёр төрөл байдаг.

Хэрэв тоноглолын төлөвлөгөөт зогсолтыг (засварыг) тооцохгүй гэж үзвэл тэр тоноглол хугацааны дурын моментод дээрх ажлын байдлын аль нэгэнд нь оршино гэсэн үг. Тэгвэл тоноглолуудын дээрх ажлын байдлуудын магадлалуудын нийлбэр нь дараах байдалтай байна.

$$“p + q = 1” \quad (1)$$

Энд: p - ажлын байдлын магадлал; q - гэмтэх магадлал; Ж/нь: Цахилгаан холболтын дараалсан (цуваа холбогдсон) хоёр тоноглолын хувьд дараах хослол (ажлын байдлууд) байна (байж болох хосмог).

Үүнд:

- Тоноглолууд хоёулаа ажлын байдалд.
- 1-р тоноглол аваарын сул зогсолтоор тасархай, 2-р тоноглол ажлын байдалд.
- 1-р тоноглол ажлын байдалд, 2-р элемент аваарын сул зогсолтоор тасархай.
- Тоноглолууд хоёулаа аваарын сул зогсолтоор тасархай.

Дээрх дөрвөн байдлын магадлалыг математик статистикийн онолоор тайлбарлавал үйл явдлын магадлалын үржвэрийн теоремоор тодорхойлно. Хуваарилах байгууламжийн тоноглолуудын хувьд теорем нь магадгүй дараахаар тайлбарлагдана.

Энэ нь бие биенээс үл хамаарах ажлын байдалтай бүлэг тоноглолуудын үйл явдлуудын магадлал нь тэр тоноглолуудын ажлын байдлуудын магадлалуудын үржвэртэй тэнцүү гэсэн үг юм.

$$\tau = p_1 \cdot p_2 \quad (2)$$

Тэгвэл хоёр тоноглолын дээрх дөрвөн ажлын байдлын үлдсэн гурван байдлын магадлал нь дараах байдалтай болно.

$$\begin{aligned} \tau &= q_1 \cdot p_2; \tau = p_1 \cdot q_2; \\ \tau &= q_1 \cdot q_2 \end{aligned} \quad (3)$$

болно.

Мэдээжээр хоёр тоноглолууд нь дээрхдөрвөн ажлынбайдлынальнэгэнднзаавал байна гэсэн үг.

$$\begin{aligned} (p_1 + q_1)(p_2 + q_2) &= p_1 \cdot q_2 + q_1 \cdot q_2 + \\ &+ p_1 \cdot p_2 + q_1 \cdot p_2 = 1 \end{aligned} \quad (4)$$

Олон тоноглол бүхий нарийн ажиллагаатай ХБ-ийн цуваа холбогдсон хоёр тоноглолын аваарын сул зогсолт нь ажлын бүх байдалд бэлэн болох ба тэдгээр тоноглолуудын ядаж нэг нь аваарын сул зогсолтод байна гэсэн үг. Тийм ажлын байрлалын магадлалыг олохдоо нийлбэр магадлалын теоремийг ашиглан тодорхойлно.

Нийлбэр магадлалын теорем: Бүлэг тоноглолуудтай схемийн найдвартай ажиллагааны магадлал нь тухайн ажлын байрлалуудын магадлалуудын нийлбэртэй тэнцүү байна. Тэгвэл цуваа холбогдсон хоёр тоноглол бүхий хуваарилах байгууламжийн аваарын сул зогсолтын магадлал нь доорх хэлбэртэй болно.

$$\tau_{\text{цуваа}} = \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 = q_1 \cdot p_2 + p_1 \cdot q_2 + q_1 \cdot q_2 = q_1 + q_2 + q_1 \cdot q_2 \quad (5)$$

Эндээс үзэхэд хуваарилах байгууламжийн цуваа холбогдсон тоноглолуудын аваарын сул зогсох магадлалын үржвэр нь тэдгээрийн магадлал 2-3 дахин бага байх тохиолдолд түүнийг тооцох хэрэггүй бөгөөд цуваа холбогдсон тоноглолуудын сул зогсох магадлал нь дараах байдалтай болно.

$$\tau_{\text{цуваа}} = q_1 + q_2 \dots \quad (5.a)$$

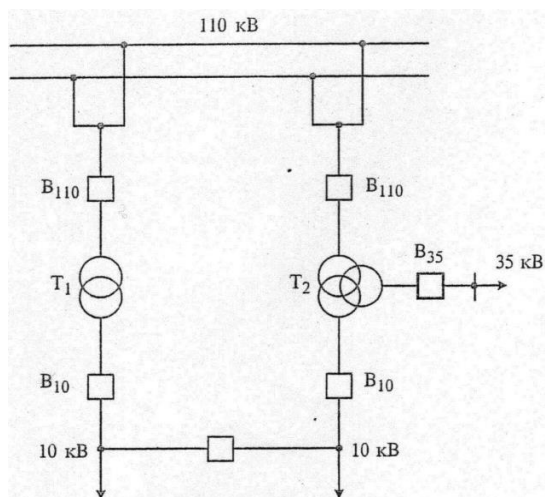
Хэрэв хуваарилах байгууламжийн зэрэгцээ холбогдсон тоноглолуудын хувьд аль нэг тоноглолын аваарын сул зогсолт нь схемээр дамжих чадлыг хязгаарлахгүй бол зэрэгцээ тоноглолуудын аваарын сул зогсолтын магадлалын үржвэртэй тэнцүү байна.

$$\tau_{\text{зэрэгцээ}} = \tau_4 = q_1 \cdot q_2 \quad (5.б)$$

II. Судалгааны хэсэг

Жишээ бодлого 1.

Хоёр трансформатортай дэд станцын аваарын горимын магадлалыг тодорхойлъё. (Дээрх цуваа, зэрэгцээ холбоотой тоноглолуудын хувьд (5.a); (5.б) томъёонуудын хэрэглэх боломжыг авч үзье).



Зураг 1. Дэд станцын цахилгаан холболтын схем

Хүснэгт 1

Дэд станцын тоноглол бүрийн аваарын үзүүлэлтүүд өгөгдсөн байна

№	Тоноглол	Тэмдэглэгээ	Тоо	Нэгж
1	110кВ-ын таслуурын ячейк	$\omega_{В.110}$	0.01	$1/\text{жил}$
		$t_{ав.В.110}$	25	цаг
2	35кВ-ын таслуурын ячейк	$\omega_{В.35}$	0.007	$1/\text{жил}$
		$t_{ав.В.35}$	20	цаг
3	10кВ-ын таслуурын ячейк	$\omega_{В.10}$	0.002	$1/\text{жил}$
		$t_{ав.В.10}$	15	цаг
4	2 ороомогтой Т1 трансформатор	$\omega_{д.Тр.10}$	0.01	$1/\text{жил}$
		$t_{ав.д.Тр.10}$	90	цаг
5	3 ороомогтой Т2 трансформатор	$\omega_{т.Тр.10}$	0.015	$1/\text{жил}$
		$t_{ав.т.Тр.10}$	90	цаг

Бодолт : Тоноглолуудын аваарын сул зогсолтын магадлалыг доорхтомъёогоор тодорхойлно.

$$q = \frac{\omega \cdot t_{ав}}{T} \quad (6)$$

Энд: ω – гэмтлийн дундаж [жил^{-1}] => [$1/\text{жил}$]; $t_{ав}$ – сул зогсолтын аваарын сул зогсолт [Цаг]; T – хугацаа [Цаг];

$$q_{В.110} = \frac{\omega_{В.110} \cdot t_{ав.В.110}}{T} = \frac{0.01 \cdot 25}{8760} = 0.029 \cdot 10^{-3}$$

$$q_{В.35} = \frac{\omega_{В.35} \cdot t_{ав.В.35}}{T} = \frac{0.007 \cdot 20}{8760} = 0.016 \cdot 10^{-3}$$

$$q_{В.10} = \frac{\omega_{В.10} \cdot t_{ав.В.10}}{T} = \frac{0.002 \cdot 15}{8760} = 0.003 \cdot 10^{-3}$$

$$q_{д.Тр.10} = \frac{\omega_{д.Тр.10} \cdot t_{ав.д.Тр.10}}{T} = \frac{0.01 \cdot 90}{8760} = 0.103 \cdot 10^{-3}$$

$$\begin{aligned} q_{т.Тр.10} &= \frac{\omega_{т.Тр.10} \cdot t_{ав.т.Тр.10}}{T} = \frac{0.015 \cdot 90}{8760} \\ &= 0.155 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

10 кВ-ын шинийн хоёр ороомогт Т1 трансформаторын хэлхээний тэжээлийн тасрах магадлалыг тэр салаанд оролцож байгаа бүх тоноглолын аваарын сул зогсолтын магадлалуудыг нэмж тодорхойлно.

$$\begin{aligned} \tau_{д.Тр.10} &= q_{В.110} + q_{В.10} + q_{д.Тр.10} \\ &= (0.029 + 0.003 + 0.103) \cdot 10^{-3} \\ &= 0.135 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

Харин 10кВ-ын шинийн гурван ороомогт Т2 трансформаторын хэлхээний тэжээлийн тасрах магадлалыг тодорхойлно. Энд 35кВ талын таслуур гэмтэх тохиолдлыг тооцохгүй. Учир нь 35кВ-ын таслуур тасархай харин трансформатор Т2 ажиллаж байна гэж үзнэ.

$$\begin{aligned} \tau_{д.Тр.10} &= q_{В.110} + q_{В.10} + q_{т.Тр.10} \\ &= (0.029 + 0.003 + 0.155) \cdot 10^{-3} \\ &= 0.187 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

- 10кВ-ын шинийн гэмтэх магадлал: (Зэрэгцээ бол үржвэрээр гэсэн үг)

$$\tau_{10} = \tau_{д.Тр.10} \cdot \tau_{т.Тр.10} = 0.135 \cdot 10^{-3} \cdot 0.187 \cdot 10^{-3} = 0.025 \cdot 10^{-6}$$

- 35кВ-ын шинийн гэмтэх магадлал:

$$\tau_{35} = q_{т.тр.10} \cdot q_{в.35} = (0.155 + 0.016) \cdot 10^{-3} \\ = 0.171 \cdot 10^{-3}$$

35кВ-ын шинийн гэмтэх магадлал : (10кВ-ын шинээр дамжих)

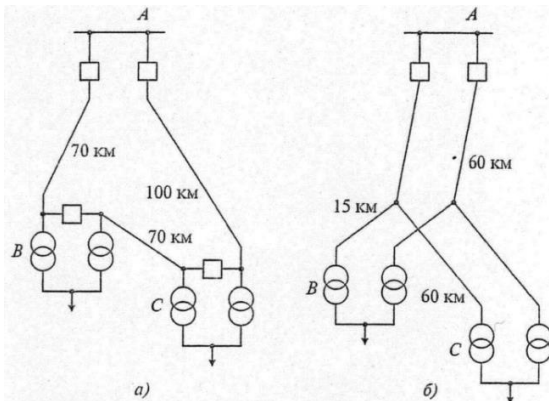
$$\tau_{(35)10} = q_{в.110} = 0.029 \cdot 10^{-3}$$

Тооцооны үр дүнд гарсан 10кВ-ын шинийн цахилгаан хангамжийн тасрах хамгийн бага магадлал нь жилд ойролцоогоор 1сек (үүнийг тооцохгүй байж болно), харин хамгийн их нь $1.5^{нар/жил}$ (ойролцоогоор 5400сек) байгаа нь цахилгаан холболтын схемийн хувилбарууд найдваржилтыг тооцоолоход тооцох хэрэгтэй гэдгийг хэлж байна.

Цуваа холбогдсон тоноглолуудын хувьд аваарын сул зогсолтыг тооцохдоо тоног төхөөрөмжүүдийн гэмтлийг бие биенээсээ үл хамаарах үйл явдал гэж үздэг. Зарим тохиолдолд ийм бүдүүвч орхилтыг хийхэд тохиромжгүй. Ж/нь: Хоёр хэлхээт ЦДАШ-д, нэг сувагт байрлах кабель шугамуудад гарах аваарыг үл хамаарах гэж боломжгүй.

Ийм ЦДАШ, кабелиудад аваарын хоёр төрлийн үүслийг мэдэх шаардлагатай.

Үүнд: $q'_л$ - хэлхээ тус бүрийн аваарын сул зогсолтын магадлал; $q''_л$ - нэг зэрэг гарах аваарын сул зогсолтын магадлал;



Зураг 1. а. Дэд станцын цахилгаан холболтын схемийн хувилбарууд. а) Хувилбар 1 – Нэг хэлхээт цуваа
б) Хувилбар 2 – Хоёр хэлхээт шугам
А,В,С – Дэд станцууд

Хэрэв аваарын сул зогсолтын статистик өгөгдлүүд, аваарын дараах засварын үргэлжлэх хугацаа мэдэгдэж байвал $q'_л$, $q''_л$ үзүүлэлтүүдийг олж болно.

Зураг дээрээс үзвэл II хувилбарын найдваржилт нь I хувилбарынхаас муу (тааруу) байхаар байна. Учир нь II хувилбар дээрх хоёр хэлхээт шугамын тулгуур унавал (механик гэмтэл) “В, С” дэд станцын тэжээл шууд тасрана. Хэрэв хоёр хэлхээт шугамын хэлхээ бүрийн аваарын сул зогсолт (гэмтэл)-ийг хоорондоо үл хамаарах үйл явдал гэж үзвэл I ба II хувилбаруудын цахилгаан хангамжын найдваржилтын зэрэглэл нь адил байна. ЦДАШ тасарсаны улмаас “В, С” дэд станциудын цахилгаан хангамжийн тасрах магадлалыг тодорхойлъя.

I хувилбар дахь хоёр шугамын аваарын сул зогсолтыг тодорхойлъя :

Энд : $\omega_л = 0.7 [1/жил]$;

$t_{ав.л} = 10 \text{цаг}$; 100км-д гэж

$$q_{ав} = q_{вс} = \frac{\omega_л t_{ав.л}}{8760} \cdot \frac{l_{ав}}{100} = \frac{0.7 \cdot 10}{8760} \cdot \frac{70}{100} = 0.56 \cdot 10^{-3}$$

$$q_{ас} = \frac{\omega_л t_{ав.л}}{8760} \cdot \frac{l_{ас}}{100} = \frac{0.7 \cdot 10}{8760} \cdot \frac{100}{100} = 0.8 \cdot 10^{-3}$$

Таслуурын аваарын сул зогсолтын магадлал нь ЦДАШ-ын магадлалаас хэд дахин бага учир дээрх хувилбаруудын найдваржилтын тооцоонд тооцохгүй байж болно. “В” дэд станцын хэрэглэгчдийн цахилгаан хангамж нь “АВ” ЦДАШ-ын сул зогсолт (тасралт) “АС, ВС” ЦДАШ-уудын сул зогсолттой (гэмтэлтэй) давхацсан үед тасрах ба магадлал нь доорх байдалтай болно.

$$\tau_{IV} = q_{ав}(q_{ас} + q_{вс}) = 0.56 \cdot 10^{-3}(0.8 + 0.56) \cdot 10^{-3} \\ = 0.76 \cdot 10^{-6}$$

Дээрхийн адилаар “С” дэд станцын хувьд :

$$\tau_{IC} = q_{ав}(q_{ас} + q_{вс}) = 0.56 \cdot 10^{-3}(0.8 + 0.56) \cdot 10^{-3} \\ = 0.76 \cdot 10^{-6}$$

II хувилбар дээр хоёр хэлхээт ЦДАШ-ын аль нэг хэсэгт нэгэн зэрэг гэмтэл гарахад “В, С” дэд станцын тэжээл хоёулаа тасрах болно. Ийм гэмтэл гарах магадлал тун бага ба нэг хэлхээ ЦДАШ-ын жилд гарах аваарын сул зогсолтын (гэмтэлийн) 10% орчим хувийг эзэлнэ. Харин хоёр ЦДАШ-ын зэрэг тасрах сул зогсолтын хугацаа нь нэг ЦДАШ-ынхаас бараг хоёр дахин их байна.

$$\omega''_л = 0.1 \omega_л; t''_{ав.л} = 2 t_{ав.л}$$

Тэгвэл :

$$\tau_{IV} = \tau_{IV} = \frac{\omega''_л t''_{ав.л}}{8760} \cdot \frac{\Sigma l}{100} \\ = \frac{0.1 \cdot 0.7 \cdot 2 \cdot 10}{8760} \cdot \frac{(60 + 60 + 15)}{100} \\ = 0.22 \cdot 10^{-3}$$

Тооцооны үр дүнгээс хоёр хувилбар дахь аваарын сул зогсолтыг харьцуулбал I хувилбарын магадлал нь II хувилбарын магадлалаас 250-300 дахин бага учраас тооцоонд тооцохгүй авч болох ба энэ нь II хувилбарыг сайжруулах шаардлагатай гэсэн үг.

Бүлэг элементүүдийн (тоноглолуудын) аваарын сул зогсолтын магадлалуудыг тодорхойлох дээрх арга нь цахилгаан хангамжийн тасалдлын магадлалыг олох бололцоо олгохоос гадна жилд цахилгаан эрчим хүчээр тасалдуулах хугацааны математик дундажийг тогтоох боломж олгоно.

Жилд хэрэглэх хамгийн их цахилгаан чадал ($P_{нб}$ кВт), жилд хамгийн их чадлыг ашиглах хугацаа ($T_{нб}$ цаг)-ийг мэдсэнээр цахилгаан эрчим хүчний дутуу түгээлтийн математик дундажийг тодорхойлж болно. Ингэхдээ $P_{нб}$, $T_{нб}$ -ийн утгуудыг жилийн тасралтын магадлал τ -аар үржүүлнэ.

$$\Theta = P_{нб} \cdot T_{нб} \cdot \tau (\text{дутуу түгээлт [кВт.цаг]})$$

1кВт.цаг цахилгаан эрчим хүчний дутуу түгээлтийн хохиролын хувиар (Y_0)[төг/кВт.цаг] тодорхойлж болно.

$$Y = \Theta \cdot Y_0$$

Хохирлын математик дундажийг тодорхойлсоноор цахилгаан холболтын схемийн хувилбаруудад бүхэлд

нь харьцуулсан дүгнэлт хийж оновчтой хувилбарын сонголт хийнэ. (У-min, хохирол хамгийн бага байхаар)

Хэрэв хоёр биенээ харилцан нөхөх бололцоотой тоноглолуудаас бүрдсэн схемийн (системийн) цахилгаан хангамжийн тасралт зөвхөн ганц тохиолдолд л буюу хоёр тоноглол хоёулаа гэмтэх үед л гарна.

Тэр үеийн гэмтлийн магадлал нь:

$$q_c = q_1 \cdot q_2$$

Харин коэффициентийн магадлал нь: $p_c = 1 - q_c = p_1 p_2 + q_1 p_2 + q_1 p_2$ болно.

$$p + q = 1$$

Ингээд хоёр биенээ харилцан нөхөх бололцоотой тоноглолуудын найдвартай ажиллагааны магадлалыг магадлалуудын нийлбэр, үржвэрүүдийн теоремоор тодорхойлж болно.

Магадлалын нийлбэрийн теорем:

Бүлэг тоноглолын ажиллагааны магадлал нь тоноглол бүрийн магадлалын нийлбэртэй тэнцүү.

Харин харилцан бие биенээ нөхөх бололцоогүй 2 тоноглолын хувьд гэмтэл гарах магадлал нь ядаж 1 тоноглол нь гэмтэх үед гарах ба схемийн найдвартай ажиллагаа 2 тоноглол хоёул ажилтай байх үед гарна. Энэ тохиолдолд найдвартай ажиллагааны магадлал нь:

$$p_c = p_1 \cdot p_2$$

Харин гэмтэх магадлал нь :

$$q_c = 1 - p_c = 1 - p_1 p_2 = q_1 q_2 + p_1 p_2$$

Жишээ бодлого 2.

Хэрэглэгчийг хоёр хэлхээгээр тэжээж байна. Хэлхээ бүрийн гэмтэх магадлал $q=0,001$. Хэрэглэгчийн цахилгаан хангамжийг хадгалах магадлал ямар байх вэ?

Бодолт :

- I Хувилбар

Хэрэглэгч дурын хэлхээгээр шаардлагатай чадлаа авч чадна. Хэрэглэгчийн 2 хэлхээ хоёулаа тасрахад л хэрэглэгчийн цахилгаан хангамж тасарна.

Энэ аваарын үеийн магадлал нь : $q_{1+2} = q_{11} \cdot q_{12} = 0.001 \cdot 0.001 = 0.000001$

Ажиллах магадлал (тасалдахгүй) нь : $p_1 = 1 - q_{1+2} = 1 - 0.000001 = 0.999999$

- II Хувилбар

I хэлхээгээр чадлын 50%-ийг л дамжуулна. Энэ үеийн ажиллах магадлал нь I хэлхээ тасархай, II хэлхээ ажиллаж байгаагаар тайлбарлаж болно.

$$q_{1,2} = q_{11} \cdot q_{12}$$

энд $p_{12} = 1 - q_{12} = 1 - 0.001 = 0.999$

гэвэл $q_{1,2} = 0.001 \cdot 0.999 = 0,000999$

II хэлхээ тасархай I хэлхээг ашигтай байвал :

$$q_{2,1} = q_{12} \cdot p_{11} = 0.001 \cdot 0.999 = 0.000999$$

Зөвхөн нэг хэлхээний гэмтлийн магадлал нь хэлхээ тус бүрийн ажиллагааны магадлалын нийлбэртэй тэнцүү гэвэл :

$$q_{1(2)} = q_{1,2} + q_{2,1} = 0.001998$$

Бүрэн ачаалагдах буюу гэмтэхгүй ажиллах магадлал нь :

$$p_{11} = p_{11} \cdot p_{12} = 0.999 \cdot 0.999 = 0.998001$$

Энд нэг зүйл анхаарах хэрэгтэй !

- Гэмтэхгүй ачаалагдах үеийн магадлал

$$p_{11} = 0.998001$$

- 50% ачаалагдах үеийн магадлал

$$q_{1(2)} = 0.001998$$

- Хоёр хэлхээ хоёулаа гэмтэх магадлал

$$q_{1+2} = 0.000001$$

Эдгээр магадлалуудын нийлбэр 1 байж болно.

$$p_{11} + q_{1(2)} + q_{1+2}$$

$$= 0.998001 + 0.001998 + 0.000001 = 1$$

III. ДҮГНЭЛТ

Хуваарилах байгууламжийн цахилгаан холболтын схемийн найдваржилтын үзүүлэлтүүдийг шинжилж үзэхэд цахилгаан схемүүдийн төрлөөс хамаарч найдваржилтын бүтцийн (зүй тогтлын) схемийг түлхүү сонгон ашиглах нь зүйтэй.

Ж/нь: Хэрэв схем нь хоёр тоноглолоос бүрдэж нэг тоноглолын гэмтэл нь нийт схемийн гэмтэл болохгүй гэж үзвэл зүй тогтлоороо дээрх хоёр тоноглолыг зэрэгцээ холбоотой байна. Харин схемд гэмтэл гарсан байна гэвэл хоёр тоноглол цуваа холбогдсон байж болох талтай.

Гэхдээ энэ дүгнэлт нь олон тоноглол оролцсон. Цахилгаан станц, Дэд станцын хуваарилах байгууламжийн цахилгаан холболтын схемтэй тохирохгүй байх тохиолдол байна.

IV. Ашигласан материал

1. “М.ES-308”. Цахилгаан станц, дэд станцын найдваржилтын тооцоо хичээлийн лекцийн материал.
2. Ф.И.Синьчугов. “Расчет надежности схем электрических соединений”. Москва, Энергия 1984г.
3. И.Е.Васильев. “Надежность электроснабжения”. Москва Издательский дом МЭИ. 2014г.

ОРЧИН ҮЕИЙН ГАР УТАСНЫ ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН ОРНЫ ТАРХАЛТЫН ЗУРАГЛАЛ

Б.Ганхөлөг*, М.Баттулга*

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

Хураангуй: Цахилгаан орон нь хүчдлийн зөрүүнээс болж үүсдэг. Хүчдлийн хэмжээ их байх тусам цахилгаан орны хүч их байна. Дамжуулагчаар гүйдэл гүйхэд соронзон орон бий болно. Гүйдлийн хэмжээ их байх тусам соронзон орны хүч их байна. Бага давтамжийн цахилгаан соронзон орон, дунд давтамжийн цахилгаан соронзон орон, радио давтамжтай орон гэсэн үндсэн 3 төрлийн цахилгаан соронзон орон байдаг. Радио давтамжтай оронд 3 кГц-ээс 300 ГГц хүртэлх давтамжтай долгион хамаарах ба гар утас нь радио давтамжтай орны үүсгүүрт хамаарна. Гар утас нь хүний бие организмд маш хортой нөлөө үзүүлдэг. Орчин үеийн ухаалаг гар утаснуудын цахилгаан соронзон орон болон SAR – ын тархалтын хэмжээг хэмжиж авч, харьцуулалт хийж, тэдгээрийн тархалт болон нөлөөллийн талаар авч үзнэ.

Түлхүүр үгс: Цахилгаан соронзон орон, радио давтамжтай орон, SAR.

1. ОРШИЛ

Орчин үед дэлхий дахинд ухаалаг гар утас барьдаггүй хүн гэж байхгүй болсон билээ. Гар утас улам боловсронгуй болохын хэрээр хүмүүсийн гар утасны хэрэглээ нь улам өссөөр байна. Ямар ч техник технологийн үсрэнгүй хөгжил хүмүүсийн хийх ажлыг хөнгөвчилж байна. Сүүлийн жилүүдэд ухаалаг гар утасны үйлдвэрлэл улам эрчимтэй нэмэгдэхийн хирээр түүний функцууд, шинэ шинэ үйлдлийн системүүд нь бидний утастайгаа харьцах цагийг улам нэмэгдүүлж байна. Гэвч энэ нь нэг талаараа дэвшилттэй боловч нөгөө талаараа гар утасны хэрэглээ улам өсөхийн хирээр утасны цахилгаан соронзон орны хүнд үзүүлэх хортой нөлөөлөл улам нэмэгдэж байна.

Цахилгаан соронзон оронд өртөх нь шинэ зүйл биш юм. Гэсэн хэдий ч 21-р зуунд цахилгаан хэрэгслийн хэрэгцээ шаардлага өсөх тутам хүний бүтээсэн цахилгаан соронзон орны үүсгүүр өсч орчны нөлөөлөл нь улам идэвхжэж байна. Гар утасны цахилгаан соронзон орны нөлөөг бууруулснаар хүний биед түүний нөлөөллөөс болж үүсэх өвчин эмгэгүүдийн эрсдлийг бууруулах боломжтой болох юм.

2. Онолын хэсэг

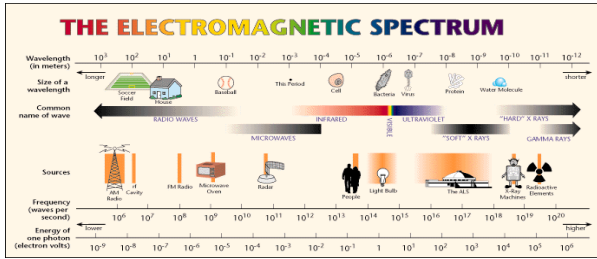
Цахилгаан орон нь хүчдлийн зөрүүнээс болж үүсдэг. Хүчдэл их байх тусам орны хүч илүү байна. Цахилгаан орон нь гүйдэл гүйхгүй байсан ч байж л байдаг. Цахилгаан орны хүч нь 1 метр дэх Вольтын (В/м) хэмжээгээр хэмжигдэнэ. Ямар ч цэнэглэгдсэн дамжуулагч нь цахилгаан орон бий болгоно. Цахилгаан орон болон соронзон орны харилцан үйлчлэлээс цахилгаан соронзон орон бий болдог. Цахилгаан

соронзон орныг молекулын холбоогоо эвдэх чадвараар нь ионжих болон үл-ионжих гэж ангилдаг. Тийм учраас барилгын гадна байрлах ЦДАШ-уудын цахилгаан орныг барилгын хана тусгаарлаж чаддаг байна [7].

Соронзон орон нь цахилгаан цэнэгүүдийн хөдөлгөөнөөс болж үүсдэг. Соронзон орны хүч нь 1 метр дэх Амперийн хэмжээгээр (А/м) болон Теслагаар (Т) хэмжигдэнэ. Гүйдэл их байх тусам соронзон орны хүч их байна. Соронзон орны хүчийг цахилгаан орныг тусгаарладаг металл, мод гэх мэт материалууд тусгаарлаж чаддаггүй байна. Цахилгаан орон болон соронзон орон эх үүсвэрээсээ холдох тусам хүч нь багасдаг [7]. Цахилгаан соронзон орон нь бидний хүрээлэн буй орчинд хаа саагүй байнга байж байдаг ба гэвч хүний нүдэнд харагдахгүй [2].

Цахилгаан соронзон оронг тодорхойлдог үндсэн тодорхойломжууд нь давтамж болон долгионы урт юм. Давтамж нь ерөнхийдөө хэлбэлзлийн тоог илэрхийлнэ [7]. Харин долгионы урт гэдэг нь тухайн долгионы ижил хоёр фазын дарааллаж байрлах хоёр цэгийн хоорондын зай юм. Тийм учраас долгионы урт болон давтамж нь салшгүй холбоотой бөгөөд өндөр давтамжтай байвал богино долгионы урттай гэсэн үг [8]. Цахилгаан соронзон долгионыг давтамжийнх нь хувьд бага давтамжийн, дунд давтамжийн, өндөр давтамжийн гэж ангилдаг [5]. Өндөр давтамжтай (бага долгионы урттай) долгион нь бага давтамжтай (урт долгионы урттай) орноос илүү их энергийг зөөж чаддаг. Цахилгаан соронзон орны долгион нь квант гэж нэрлэгдэх жижиг хэсгээр зөөгддөг. Бага давтамжтай цахилгаан соронзон орон нь 300 Гц хүрдэг. Дунд зэргийн давтамж үүсгэдэг бусад техник хэрэгслийн давтамж нь 300 Гц-ээс 10 МГц хүрдэг ба радио давтамжтай орон нь 10МГц-ээс 300 ГГц хүрдэг [4]. Цахилгаан соронзон орны хүний биед нөлөөлөл нөлөөлөл нь орны хэмжээгээс шалтгаалахаас гадна түүний давтамж болон энергийн түвшингээс шалтгаалдаг [7].

Хугацаагаар өөрчлөгдөх цахилгаан соронзон орон нь гэр ахуйн цахилгаан хэрэгслээс үүсдэг ба энэ нь маш бага давтамжтай орны нэг юм. Гэрт байх тэжээлийн үүсгүүрүүд болон бүх гэр ахуйн цахилгаан хэрэгслүүд бага давтамжтай цахилгаан соронзон орны үндсэн үүсгүүрүүд юм. Компьютерийн дэлгэц, дохиололын төхөөрөмжүүд болон хамгаалалтын системүүд нь дунд давтамжтай цахилгаан орны үүсгүүрүүдэд багтана. Харин радио, телевизор, радар болон гар утас болон том антенууд радио давтамжтай орны үүсгүүрүүд юм [7].



Зураг 1. Цахилгаан соронзон орны хамрах хүрээ

Цахилгаан орон нь дамжуулагч материалдаа нөлөөлөхдөө түүний гадаргуугийн дагуу цахилгаан цэнэгүүдээ тархаадаг. Энэ нь хүний биеийн гадаргуугаар газарлуу гүйдэл гүйнэ гэсэн үг. Бага давтамжтай цахилгаан орон нь хүний биед хуйлрах

гүйдэл үүсгэдэг. Энэхүү гүйдлийн хэмжээ нь гадны соронзон орны хүчээс шалтгаалдаг [7].

Хүний биеэр их хэмжээний гүйдэл гүйвэл мэдрэлийн системд нөлөөлж, булчинг сулруулдаг ба бусад биологийн үйл явцад нөлөөлдөг. Халалт бол радио давтамжтай цахилгаан соронзон орны үндсэн биологийн үзэгдэл юм. Хүмүүст нөлөөлөх радио давтамжтай орны түвшин нь халааж буй түвшингээс хамаагүй бага байдаг. Гар утас нь бага хэмжээний радио долгионы станцаас сигнал хүлээн авч бас дамжуулдаг. Гар утасны хэрэглэгч энгийн хүрээлэн буй орчныг бодвол илүү их радио давтамжтай оронд өртдөг [2].

Хүснэгт 1

Орчин үеийн ухаалаг утаснаас хэмжиж авсан SAR – ын хэмжээ

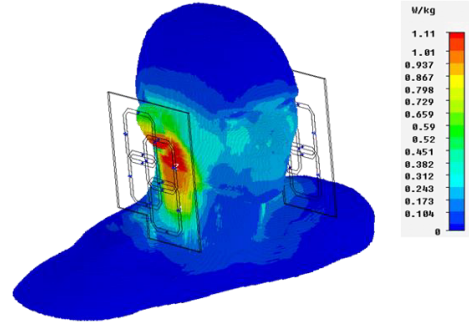
№	SAR - ын тархалт, Вт/кг		
	Хэмжилт хийсэн	Ажлын горим	Хэвийн горим
1	<i>iPhone 4</i>	15,2085	0,448
2	<i>LG-SU760</i>	2,328	0,556
3	<i>LG-Gpro</i>	4,95	1,397
4	<i>iPhone 5S</i>	49,961	0,4
5	<i>Samsung S2</i>	1,98	0,3705

Цахилгаан соронзон орны хүчлэгийн хэмжээ нь хүний биед тархах SAR буюу Specific Absorption Rate – ын хэмжээтэй нягт холбоотой бөгөөд хүнд явагдах хорт нөлөөллийг судлахын тулд үүнийг зайлшгүй авч үзэх шаардлагатай.

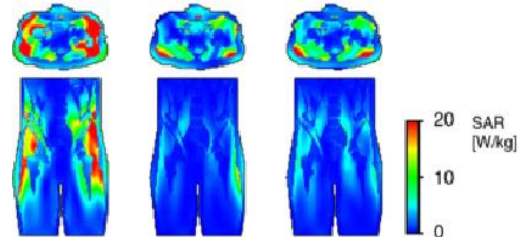
SAR гэдэг нь хүний бие болон толгойд шингээгдсэн богино долгионы цацрагийн хамгийн их хэмжээ юм. SAR – ийн хэмжээг лабораторт нас бие гүйцсэн том хүний өөр өөр эд эрхтэн дээр туршиж тогтоодог. SAR нь хүний 1 грамм эд эрхтэн дээр шингээж авч байгаа хамгийн их энергийн хэмжээг илэрхийлдэг бөгөөд үүнийг 1 кг дахь ваттаар хэмждэг байна. Америкийн нэгдсэн улсад зарагдаж байгаа утаснуудын SAR – ын хэмжээ 0.20 – 1.60 хүртэл байдаг [10].

Хүүхдийн тархи насанд хүрсэн хүний тархины шингээж авах цацрагийн хэмжээнээс 2 дахин их байдаг. Амьтад дээр хийсэн лабораторын олон мянган туршилтаар богино хугацааны богино долгионд өртөхөд ДНХ – ийн гэмтэл болон эр бэлгийн эсийг гэмтээдэг болох нь нотлогдсон. Мөн судалгаагаар гар утасны богино долгион нь тархины үйл ажиллагааг өөрчилж тархины хорт хавдар үүсэх эрсдлийг нэмэгдүүлдэг байна [10].

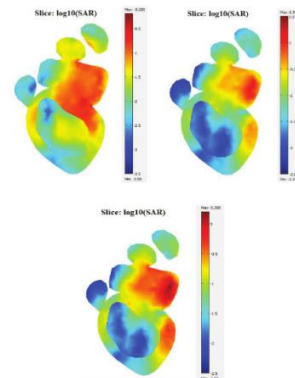
Хүний бие дэх тархалтыг авч үзье:



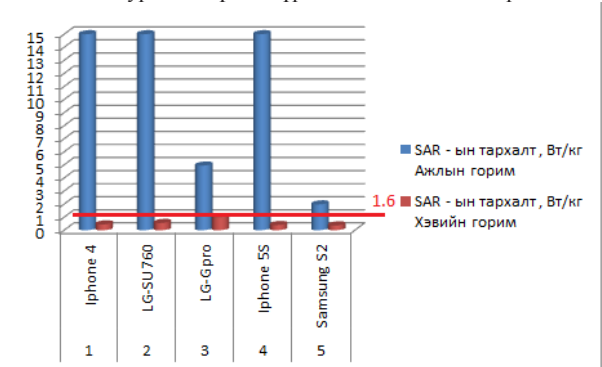
Зураг 2. Хүний толгойн дахь SAR – ын тархалт



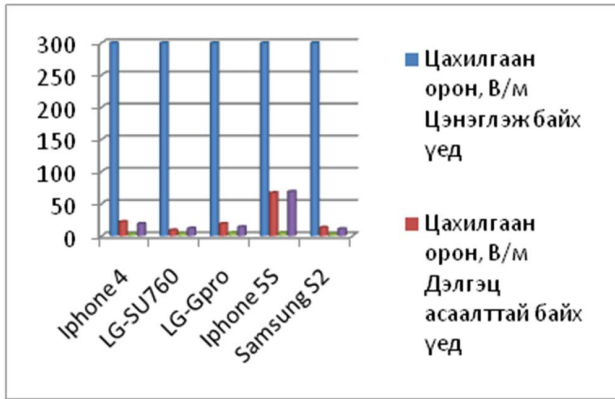
Зураг 3. Хүний гуяны хэсэг дэх SAR – ын тархалт



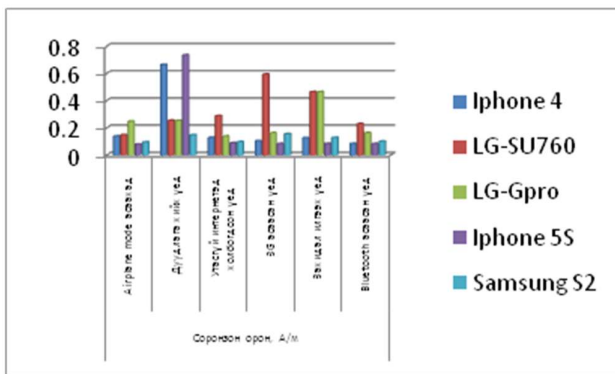
Зураг 4. Хүний зүрхэн дэх SAR – ын тархалт



Зураг 5. Орчин ухаалаг утаснаас хэмжиж авсан дундаж SAR – ын хэмжээ



Зураг 6. Ухаалаг утаснуудын үүсгэж буй цахилгаан орны хүчлэг



Зураг 7. Ухаалаг утаснуудын үүсгэж буй соронзон орны хүчлэг

ДҮГНЭЛТ

Утаснуудын цахилгаан орны хэмжилтээс үзэхэд утсыг цэнэглэж байх үед хамгийн их буюу 3000 В/м хүрч байна. Яагаад гэвэл цэнэглэгчээр дамжуулан 220 В-д залгаж байгаа учраас их хэмжээний цахилгаан орон бий болж байна. Тийм учраас цэнэглэж байх үед нь аль болох өөрөөсөө холдуулж, ашиглахгүй байх хэрэгтэй. Ухаалаг утас дуудлага хийж байх үедээ 900 нТ хүрч байгаа нь сүлжээний цамхаг болон утасны хооронд радио давтамжтай долгионоор холбогдсон байгаа нь харагдаж байна. Тиймээс дуудлага хийхдээ

ЗАВХАН АЙМГИЙН БАЯНХАЙРХАН СУМЫН УРГАМАЛАН БҮРХЭВЧИЙН СУДАЛГАА

Н.Лутбаяр*, Ё.Энх-Амгалан*

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

Хураангуй: Баянхайрхан сум нь Асгат, Минж, Наран, Төөнт гэсэн 4 багийн нийт 502 өрхтэй 1767 хүн амьдардаг. 104.6 мянга толгой малтай. Нийт газар нутгийн хэмжээ 255822 га талбайтай, тойргийн сумын төв болохуйц газар зүйн давуу байрлалтай сум юм. Баянхайрхан сумын ой мод (Төөнтийн зоо), бэлчээрийн төлөв байдал, газрын гадаргын температурыг Arc GIS программ болон АНУ-ийн ландсат 5, 8 хиймэл дагуулын мэдээгээр сумын бүх газар нутгийн хэмжээг

аль болох чихэвч юмуу чанга яригчаа асааж ярих, аль эсвэл захидил илгээх нь соронзон орны нөлөөллийг бууруулна. Орчин үеийн ухаалаг утас нь дэлгэц унтарсан үедээ хамгийн бага цахилгаан орон цацруулж байна. Учир нь гэвэл дэлгэц унтарсан байна гэдэг тухайн утас дэлгэцний мэдрэгчийг тэжээж буй хэсэг ажиллахгүй байна гэсэн үг.

Утасны цахилгаан орны болон соронзон орны хэмжээг бусад гэр ахуйн цахилгаан хэрэгсэлтэй харьцуулахад бага байна. Утасны үйлдлийн систем хөгжихийн хэрээр түүний цахилгаан соронзон орон ихсэж байгаа нь судалгаанаас харагдаж байна.

Хэмжилт болон тооцооноос үзэхэд ухаалаг утас нь ажлын горимдоо дуудлага хийж байх үед хүний толгойн хэсэгт тархах SAR – ын хэмжээ нь байх ёстой хэмжээнээс хэт ихсэж байна. Мөн ихэнх ухаалаг утаснуудын SAR –ын хэмжээ нь ажлын горимдоо ‘Federal Communication Committee’ - ээс заагдсан утга болох 1.6-аас их байгаа бөгөөд энэ нь хүний биед үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл хэтэрхий их байна гэж үзэж болох юм.

Ашигласан материал

1. <http://www.safespaceprotection.com/emf-health-risks/emf-health-effects/emfs-in-the-home/>
2. <http://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/radiation/magnetic-fields-fact-sheet>
3. <http://www.emfinfo.org/three-types-emf.html><http://www.norad4u.com/ehs/being-an-EHS-person>
4. http://www.ewh.ieee.org/soc/pes/switchgear/presentations/2015-2_Thurs_Uzelac.pdf
5. <http://www.greenfacts.org/en/power-lines/index.htm#1>
6. <http://www.norad4u.com/ehs/being-an-EHS-person>
7. <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/>
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Wavelength#cite_note-heckt-1
9. Federal Office for Radiation Safety, Germany 1999
10. <http://www.emfaction.org/topics/60-your-mobile-phone-radiation-levels-separation-distan>

хамруулан орчин үеийн дэвшилт технологи болох зайн тандан судалгааны агийг ашиглан судалсан.

Түлхүүр үг: Баянхайрхан сум, Ургамалын индекс, температур, ой мод, Arc GIS.

ОРШИЛ

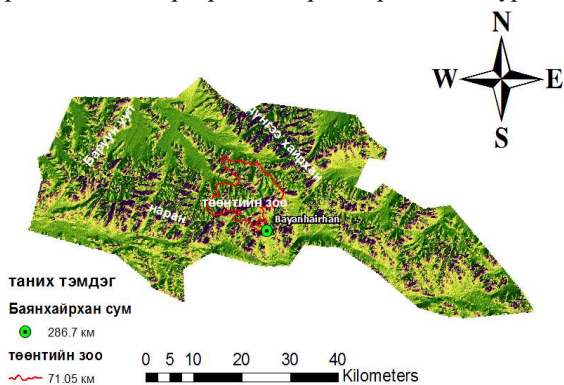
Баянхайрхан сум нь аймгийн төвөөсөө 260 км зайд байрласан. Тайширын УЦС-ын цахилгаан эрчим хүчээр

2012 онд хангагдсан сум юм. Хэдийгээр 24 цаг ЦЭХ-ээр хангагдсан хэдий ч дулааны эрчим хүчний эх үүсвэрийн хувьд дан ганц модоо түлж өвөлждөг. Жил бүр 420 машин буюу 4200 м³ мод түлхээс гадна хулгайн мод ихээр гаднын сумдуудруу гардаг нь тухайн сум орчмын экосистемд сөргөөр нөлөөлж олон гол горхи ширгэн ургамалын гарц муудаж байгаа нь сүүлийн жилүүдэд илт мэдрэгдэж байна. Иймээс цаашид судалгаа шинжилгээг он, оноор нь улам нарийн хийж прогноз гарган ирээдүйд ямар болохыг урьдчилан тодорхойлох шаардлагатай байна.

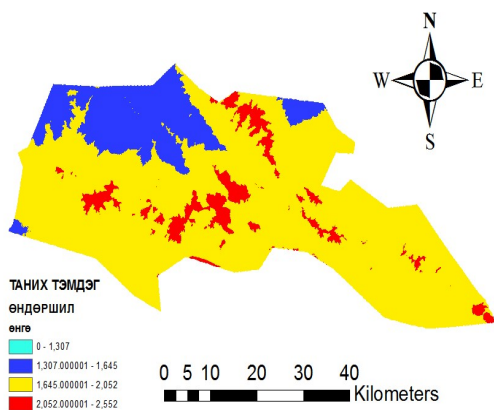


Зураг 1. Баянхайрхан сумтай хиллэгдсэн сумдууд

Баянхайрхан сумын газар нутаг дахь ой модны байршил (Төөнтийн зоо) болон Өндөршил, нийт хилийн уртыг Arc GIS программ дээр тодорхойлсон зураглал.

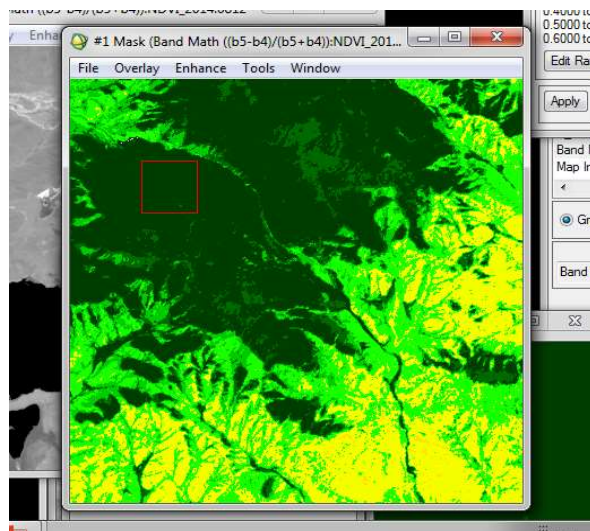


Зураг 2а. Баянхайрхан сумын газар нутаг

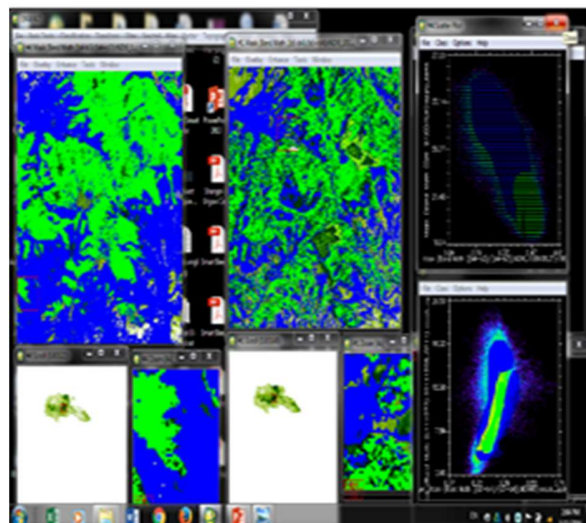


Зураг 2б. Далайн түвшнээс дээш Өндөршил

Судалгаа хийсэн тухайн газар нутгийг далайн түвшингөөс дээших өндөршилээр нь гурав ангилахад хамгийн нам дор газар нь 1307-1645м цэнхэр өнгөөр, дунд зэргийн өндөршил нь 1645-2052м шар өнгөөр, харин хамгийн өндөр цэг нь 2052-2552м буюу улаан өнгөөр тус тус тэмдэглэв. Энэ зурагнаас харвал Төөнтийн зоо нь хамгийн өндөр цэгт хамрагдаж байна.

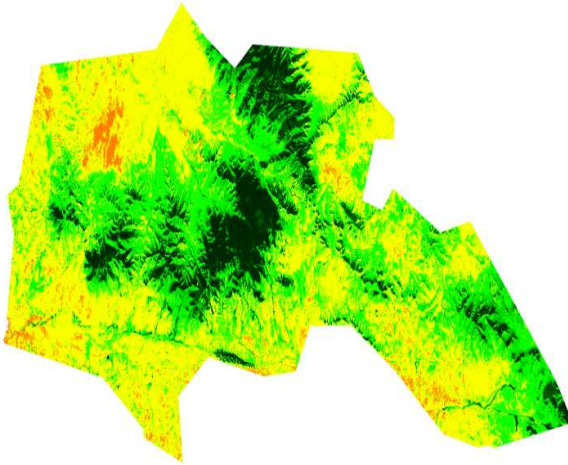


Зураг 3а. Төөнтийн зоо

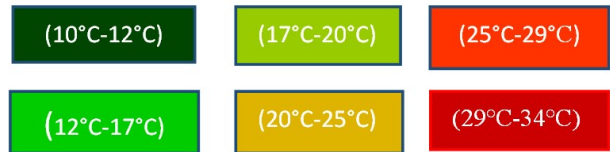
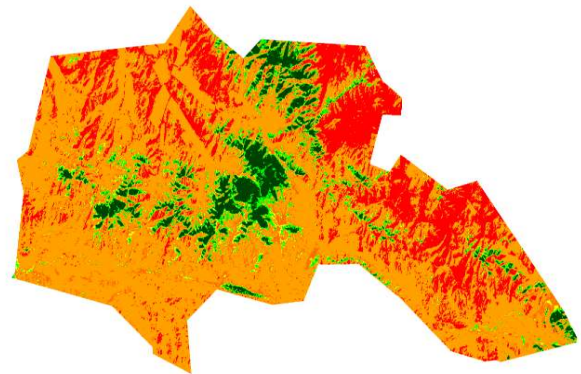


Зураг 3б. 1999 он 2015 оны харьцуулсан зураглал (Төөнтийн зоо)

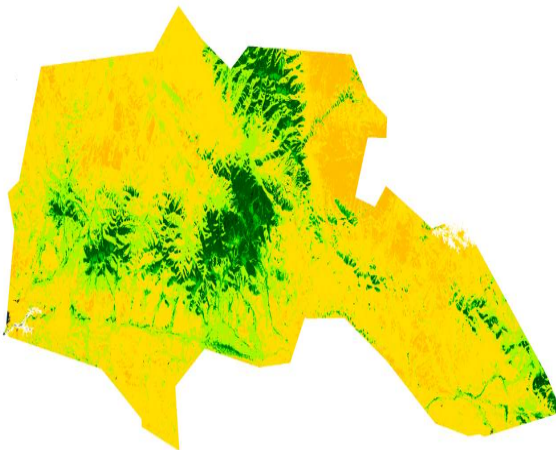
Зурагт 3.б Баянхайрхан сумын ой модыг (Төөнтийн зоо) 1999 он 2015 оны байдлыг хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан тодорхойлоход 1999 онд зурагт харагдаж байгаагчлан ногоон өнгөний нягтшилын хамрах хүрээ их байгаа нь ой модны нөөц их байгааг илтгэж байна. Үүнийг 2015 онтой харьцуулахад ой модны нягтар шил багасаж сийрэгжилт ихсэн нь тодорхой харагдаж байна.



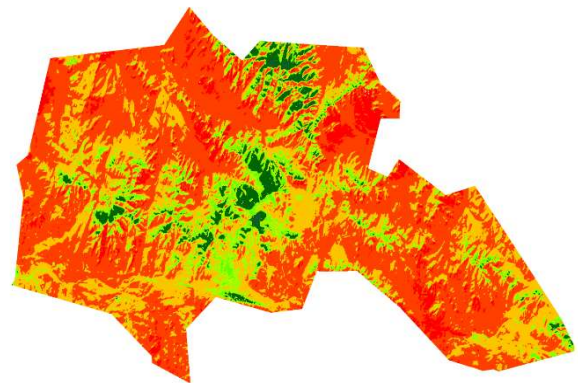
Зураг 4а. Ландсат 5 хиймэл дагуулын мэдээ 1999 оны 8-20 өдрийн Ургамлын индекс



Зураг 5а. 1999 оны 8-20 өдрийн температур



Зураг 4б. Ландсат 8 хиймэл дагуулын мэдээ 2015 оны 8-18 өдрийн Ургамлын индекс



Зураг 5б. 2015 оны 8-18 өдрийн температур



Зураг 4а, б Баянхайрхан сумын бүх газар нутгийг хэмжээг хамруулан Ландсат 5, 8 хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан 1999, 2015 оны ургамалын бүрхэвчийг тодорхойлж харьцуулалт хийхэд 1999 оны байдлаар сайн буюу маш сайн ургамалтай хэсэг нь дийлэнх газар нутгийг хамарч байхад, 2015 онд ургамалын бүрхэвч сайн буюу дунд зэргийн ургамалтай болж буурсан нь энэ зурагт тодорхой харагдаж байна.

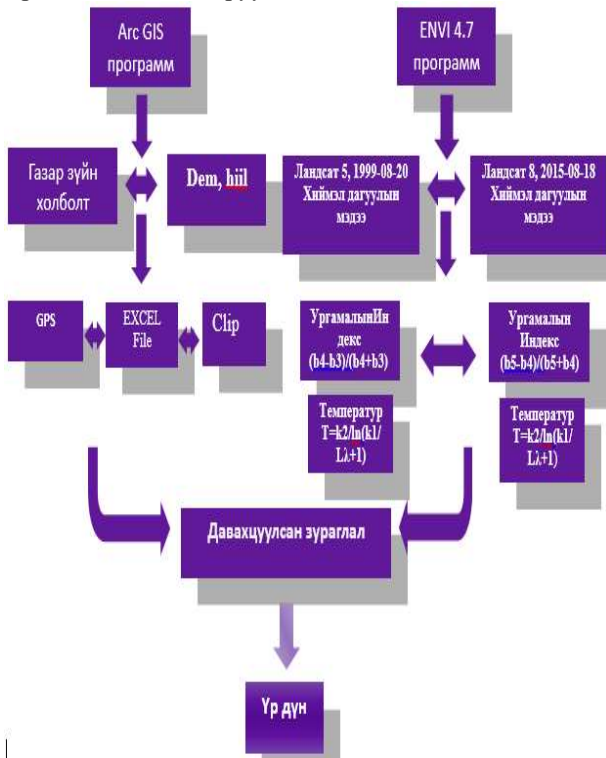
Зураг 5. Газрын гадарга дээрх температурыг а болон б зурагт харуулан харьцуулалт хийхэд 2015 онд улаан өнгөөр тэмдэглэсэн буюу 30-37°C-ийн их халалттай хэсгийг нь 1999 оныхтой харьцуулахад их хувьг эзэлж байгаа нь тухайн хоёр зургаас тодорхой харагдаж байна. Энэ нь ургамалын гарц муудаж цөлжилт явагдаж, нийт газар нутаг халцгай болсонтой холбоотой юм.

Арга зүй

Arc GIS программ дээр газар зүйн холболт хийн Dem, hill (Өндөршил, налуу)-ийг бодож, google earth-ээс уртраг, өргөргийг давхцуулан зураглал хийж, тухайн судалгаа хийсэн нутаг дэвсгэрийг Clip-ээр хийлээр нь тастан авсан.

Glovis.usgs.gov сайтаас акканут нээн Ландсат 5, 8 хиймэл дагуулын 1999 оны 8 сарын 20 өдрийн мэдээ болон 2015 оны 8 сарын 18 өдрийн мэдээг татан аван ENVI 4.7 программ дээр боловсруулан тус тусад нь температур болон Ургамалын индексийг нь бодож Arc

GIS программтай холбож давхцуулсан зураглал хийсэн.
Үүнийг схемчлэн харуулбал:

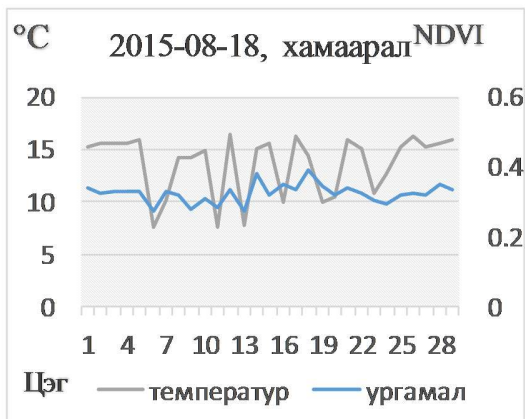


Энэ графикуудаас хархад судалгаа хийсэн тухайн газар нутаг дээрх 1999 онд температур нь 19-21°C ургамал нь 0.35-0.48 (маш сайн ургамалтай) байна. Харин 16 жилийн дараа буюу (2015онд) температур нь 8-16°C ургамал нь 0.3-0,4 (сайн ургамалтай) болж буурсан байна.

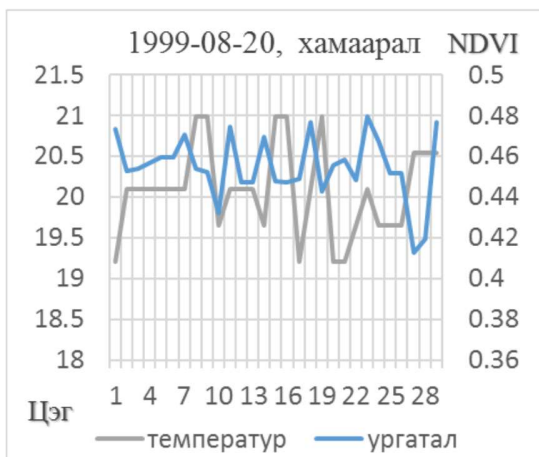
ДҮГНЭЛТ

Завхан аймгийн Баянхайрхан сумын нутаг дэвсгэр, ургамалын индекс, газар зүйн байрлал, газрын гадаргын температурыг Arc GIS программ, болон NDVI программыг хослуулан, орчин үеийн Ландсат 5, 8 хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан тухайн хоёр оны мэдээг хооронд нь харьцуулалт хийхэд:

- 1999 оны 8 сарын 20 өдрийн дундаж температур нь 19-21 °C ургамал нь 0.35-0.48 (маш сайн ургамалтай) байна. Харин 16 жилийн дараа буюу 2015 оны 8 сарын 18 өдрийн дундаж температур нь 21-23 °C ургамал нь 0.31-0,42 (сайн ургамалтай) болж буурсан байна. Иймээс цаашид хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан ган зуд, цөлжилт, гал түймэр, шар усны үер, ойн нөөц, үлийн цагаан отгонд идэгдсэн газар, хадлангийн талбай, бэлчээрийн төлөв байдал, газрын гадаргын температур, Ургамалын индекс зэргийг улам нарийн судалж байгаль очинд тулгамдаж байгаа асуудлыг шийдвэрлэх хэрэгтэй байна.



Зураг 6.



Зураг 7.

Ашигласан материал

1. Баярсайхан.Д “Баянхайрхан сумын тайлбар толь” УБ, 2012 он.
2. Баянхайрхан сумын ой модны хэрэглээний 2015-2016 оны жилийн тайлан.
3. Glovis.usgs.gov сайт.
4. Arc GIS программ.
5. ENVI 467 программ.
6. АНУ-ийн хиймэл дагуулын 1999, 2015 оны мэдээ.

ШҮДНИЙ СУУРИН МАШИНД ТҮГЭЭМЭЛ ТОХИОЛДОХ ГЭМТЛИЙН СУДАЛГАА

Б.Чанцалдулам*, Д.Пүрэвдаш*

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

Хураангуй: Орчин үед бүх насны хүмүүсийн шүдний өвчлөл өндөр байгаагаас тухайн төхөөрөмжийн эрэлт хэрэгцээ ихсч эвдрэл, гэмтэл байнга гарч байна. Иймээс шүдний суурин машины гэмтлийг шуурхай илрүүлж, засч ажиллуулах шаардлагатай байна. Эрүү нүүр ам судлалын эмнэлэгт хийсэн судалгаанаас үзэхэд хамгийн түгээмэл тохиолддог гэмтэл нь өрмийн хошуунд гарч байна.

Түлхүүр үг: бага эргэлтийн өрмийн хошуу, хурдан эргэлтийн өрмийн хошуу, шүдний суурин машины гэмтэл.

ОРШИЛ

Шүд нь хоол боловсруулах, харилцах, эрүүл мэнд, гоо зүйн ач холбогдол өндөртэй эрхтэн тулбүрэн бүтэн байдал алдагдаж өвчлөл үүссэн үед тэдгээрийн үйл ажиллагааг сэргээх зайлшгүй шаардлага гардаг. Энэхүү асуудлуудыг шийдэхийн тулд шүдний суурин машиныг ашиглана.

Шүдний өвчнийг эмчлэх оролдлогыг XVII зууны үед оёдолчин, дархан хүмүүс хийдэг байснаас шүд авах, эмчлэх үйл явц хөгжсөөр үл зэврэх бат бөх материал бүхий өндөр хурдны эргэлттэй, өвчтөнд мэдрэгдэх өвдөлт багатай үйлчилгээ үзүүлэх зориулалттай анагаах ухааны техникийн салбарт хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг төхөөрөмжийн нэг болсон байна. Шүдний өрмийн анхны машин нь 1000 хүртэл эргэлттэй, гар ажиллагаатай, өвчтөнд мэдрэгдэх зовиур ихтэй, эмчилгээний явц удаан байсан бол өнөө үед цахилгаан хийн шахуургатай 100-400 мянга эр/мин хүртэлх эргэлтийг хийдэг болсон. Мөн шүдний суурин машины эргэлтийн хурд ихсэхээс гадна амны дуран, камер зэрэг дагалдах хэрэгсэлүүд хөгжиж байна.

Шүдний суурин машины ажиллагааны төрөл

- Гар ажиллагаатай
- Хөл ажиллагаатай
- Цахилгаан
- Хийн
- Лазер ажиллагаатай шүдний суурин машинууд байна.

Шүдний суурин машины өрмийн хошууны төрлүүд

- Бага эргэлтийн
- Хурдан эргэлтийн

Хурдан эргэлттэй өрмийн хошуу нь толгой хэсэг, гол төмөр, 1 ш ротор, 2 ш шайрагнаас бүрдэнэ. Ажиллагааны хувьд ус, хийн системээр ажиллана. Эргэлтийн хурд 20000-450000 эр/мин. Хурдан эргэлтийн өрмийн хошуунд хамгийн түгээмэл тохиолддог гэмтэл нь шайраг нурах, өрөм хошуугаа барихгүй болох, гол төмрийн түгжээ эвдрэх зэрэг болно. Мөн шүдний машины хийг тохируулдаг

барометрын заалтыг зөв тохируулаагүйгээс ажиллагаа доголдож эвдрэл гарна.



Зураг 1. Хурдан эргэлтийн өрмийн машин

Бага эргэлтийн өрмийн хошуу нь толгой хэсэг, гол төмөр, шайраг бүхий ротороос бүрдэнэ. Эргэлтийн хурд 5000-150000 эр/мин. Микромотороор хурдаа тохируулна. Бага эргэлтийн өрмийн хошуунд толгойн хэсэгтэй холбогдох шүднүүд илэгдэж эргэхгүй болох, өрмийн хошуу түгжигч эвдрэх зэрэг гэмтлүүд тохиолдоно.



Зураг 2. Бага эргэлтийн өрмийн машин

Шүдний суурин машин нь үндсэн 3 хэсгээс бүрдэнэ.



Зураг 3. Шүдний суурин машины бүдүүвч

Шүдний эмчилгээний суурин машины эмчилгээний гол хэсэг болох өрмийн хошууг хийн системээр удирддаг учир компрессорыг зөв сонгох нь чухал байна. Бага эргэлтийн өрмийн хошуу болон бусад тоног төхөөрөмжийг цахилгаанаар тэжээнэ. Компрессор нь гадна орчны агаарыг сорж баллондоо хуримтлуулан агаарын чийгийг шүүж хэрэглэсэнээр шүдний суурин машины хийн хоолойн дотор тал бохирдохгүй, дотоод эд ангийн эдэлгээнд эерэг нөлөө үзүүлнэ.

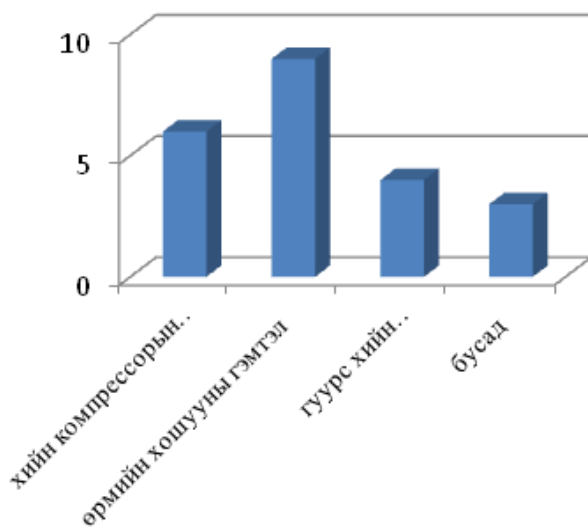
Шүд эмчилгээний суурин машинууд нь ихэвчлэн 220 В, 25 Вт-ын чадалтай цахилгаан хөдөлгүүрийг ашиглан компрессорыг ажиллуулдаг. Хийн ажиллагаатай шүд эмчилгээний өрмийн машин нь 50 Гц давтамжтай, 220 В хүчдлээр тэжээгдэх ба өрмийн чадал нь 1000 Вт чадалтай, өрмийн эргэлтийн хурд 450000 эргэлт/мин хүртэл байна.

Судалгааны ажлыг АШУИС-ийн харьяа “Эрүү нүүр ам судлалын эмнэлэг”-ийн 9-н үйлдвэрийн нийт 39 шүдний суурин машин дээр хийв. Эдгээр нь үйлдвэрлэсэн орон, үйлвэрлэгдсэн он, хүчин чадал зэргээрээ өөр хоорондын ялгаатайг хүснэгт 1-д харуулав.

Хүснэгт 1

Шүдний суурин машинуудын техник үзүүлэлт

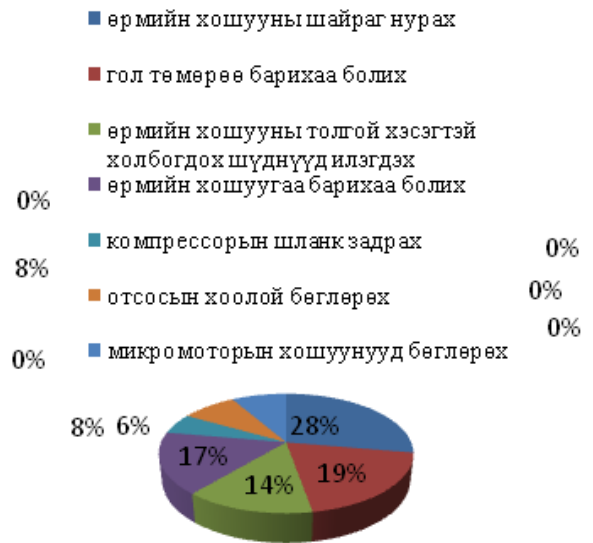
№	Марк	Үйлдвэрлэсэн орон	Үйлдвэрлэгдсэн он	Суурилагдсан он
1	Grasia plus	БНСУ	2002	2011
2	Sinol 2305	БНХАУ	2010	2011
3	Sinol 2315	БНХАУ	2009	2011
4	Signo 9	БНСУ	2010	2011
5	Yoshida	Япон	2010	2011
6	Shunion	БНХАУ	2016	2016
7	Kaiser	БНСУ	2002	2011
8	Oststem	БНСУ	2014	2016
9	Skydental		2006	2011



Зураг 4. Шүдний суурин машинд гарах гэмтэлүүд

Шүдний суурин машины хамгийн их гардаг гэмтэл нь өрмийн хошуу, компрессорын хэсэг байна.

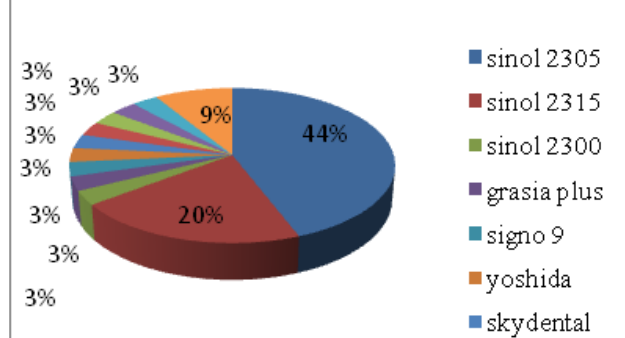
Түгээмэл гардаг гэмтлүүд



Зураг 5. Шүдний суурин машинд гарах түгээмэл гэмтэлүүд

Энэхүү судалгаанаас үзэхэд шүдний суурин машинд гардаг түгээмэл гэмтлүүд нь өрмийн хошууны шайраг нурах, өрмийн хошууны роторын гол төмөр барихаа болих, гол төмрийн араа илэгдэх, өрмийн хошуу бороо барихаа болих, микромоторуудын хошуу бөглөрөх зэрэг түгээмэл гэмтлүүд гарч байна.

Шүдний суурин машин



Зураг 6. Түгээмэл хэрэглэгддэг суурин машинууд

Үйлдвэрлэгдсэн орныг авч үзвэл “Эрүү нүүр ам судлал”-ын эмнэлэгт БНХАУ- 32, БНСУ-4, Япон-3 ширхэг суурин машинууд тус тус байна. Судалгаанаас үзэхэд манай улсад БНХАУ-ын шүдний суурин машинууд ихэвчлэн ашиглагддаг. Ажиллагааны хувьд БНСУ-д үйлдвэрлэгдсэн машинууд гидромотороор, БНХАУ-д үйлдвэрлэгдсэн машинууд хийн системээр ажилладаг байна.

Шүдний суурин машинд тохиолдох гэмтлүүд, түүнийг засварлах арга замууд:

- Өрмийн эргэлтийн хурд хүчин чадлаасаа бага хурдаар эргэх тохиолдолд компрессорын хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх, агаар дамжуулах хоолойноос хий шүүрч буйг шалгах, өрмийн хошууны гуурс бохирдсон эсэхийг шалгах.

- Шүдний суурин машинд тэжээлийн хүчдэл ирэхгүй байвал гал хамгаалагчийг шалгах, тэжээлийн утсыг тасарсан эсэхийг шалгах, шаардлагатай тохиолдолд тэжээлийн блокыг шинээр солих.

- Өрмийн хошуунд гаж дуу чимээ гарч байвал эргэх механизмд саад учирсан, бохирдолтой эсэхийг шалгаж цэвэрлэх.

- Усгүй болж ажиллагаа зогсох, ус алдсан үед ус тохируулах товчлуур хаагдсан эсэхийг шалгах, ус дамжуулах хоолой бөглөрсөн эсэхийг шалгах.

- Цэвэрлэгээний нэрмэл ус дуусах, зайлагч хоолой үе үе усгүй болоход ус болон агаарын хоолойнуудыг бүрэн бүтэн эсэхийг шалгах, цоорсон тохиолдолд солих.

Түгээмэл гэмтлүүд, засварлах арга замууд:

- Хамгийн түгээмэл гэмтэл нь шүдний суурин машины холхивчин дахь шайраг нурах юм, энэхүү холхивчин дахь шайраг нь үйлдвэрлэгчээс хамаарч 6, 7, 8 ширхэгтэй байх ба таарсан шайргаар солих. Шарикийн тосолгоог өдөрт 3 удаа шалгах, шарик нурсан тохиолдолд шарикнуудыг гараар эргүүлж үзээд зууралттай байвал шахагчаар шахаж сольно.

- Шүдний өрмийн машин бороо барихгүй байгаа тохиолдолдголыг шинээр сольно.

- Эмчилгээний явцад ус шүршдэг нүхүүд цус орж бөглөрснөөс усан систем ажиллахгүй болох тохиолдол бий. Энэ үед ус шүршдэг нүхийг нарийн зүүгээр сэтгэж бөглөөг гаргана.

- Шүдний суурин машины ротор элэгдсэн үед роторыг сольно. Мөн суурин машины толгой хэсгийг тэр чигээр нь солино.

- Шүдний суурин машины толгойн хэсэгтэй холбогддог шүднүүд элэгдэж эргэхгүй болдог энэ тохиолдолд тэр хэсгийг солино.

- Зарим шүдний суурин машинуудын компрессорын шланк задрах тохиолдол түгээмэл гардаг. Энэ тохиолдолд шланкийг солино.

- Өрмийн хошууны эргэлтэнд хийн компрессор ихээхэн нөлөөтэй тул хийн компрессорыг 0.35-0.8МПа хүртэл даралтын хязгаартай, дуу чимээ багатай байхаар сонгох.

- Өрмийн хошууны ашиглалтын хугацаа дууссан эсэхийг шалгаж, эмчилгээний явцад эвдрэл гарч өвчтөнд гэмтэл учруулахаас сэргийлэх.

- Суурилуулалтыг анхаарч өрөө тасалгааны стандартыг баримтлах.

Гэмтэлд нөлөөлх хүчин зүйлс:

- Хийн компрессороор ажиллаж буй шүдний суурин машинуудын орчны чийгшлийг тусгай шүүлтүүрээр шүүх ба хийн конденсацын усыг шүүгээгүй тохиолдолд хошууны уян байдлын шарик зэвэрч ажилгаагүй болдог.

- Отсосын шланкийг отсосын хүчин чадлаас хамааруулан диаметрыг сонгож шаардлагад нийцсэн шланк холбоогүйгээс задардаг.

- Шүдний суурин машиныг чийгшил ихтэй өрөө тасалгаа буюу ус нэрэгч, автоклавтай хамт суурилуулсанаас шүүлтүүрийн дүүрэлт ихсэж төхөөрөмжийн насжилт багасана.

- Өрмийн хошууны хийцийн материалаас хамаарч ариутгалын хугацааг зөв тохируулаагүйгээс бат бөх чанараа алддаг.

- Өрмийн хошуу өндөр хурдтай эргэхийн зэрэгцээ халалт их үүсдэг учир усны системээр хөргөх ажиллагаанд доголдол үүссэнээс гэмтэл гардаг.

- Өрмийн хошууг хөргөдөг усан системийг нэрмэл усаар ажлуулаагүйгээс зэврэлт үүсдэг.

- Хурдан эргэлтийн өрмийн хошууг хийн компрессороор ажлуулдаг ба бага эргэлтийн өрмийн хошууг бичил хөдөлгүүрээр удирддагыг анхаарах.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаанаас харахад шүдний суурин машинд тохиолдох хамгийн түгээмэл нь өрмийн хошууны гэмтэл юм. Өрмийн хошууны шарик нурах гэмтэл 28%, микромоторын хошуунууд бөглөрөх 8%, отсосын хоолой бөглөрөх 8%, өрмийн хошуугаа барихгүй болох 6%, өрмийн хошууны толгойн хэсэгтэй холбогдох шүднүүд илэгдэх 14%, гол төмрөө барихгүй 19%-ийг эзлэж байна.

Манай улс Хятад, Солонгос улсад үйлдвэрлэгдсэн шүдний суурин машинуудыг түгээмэл ашиглагдагаас тус эмнэлэгт Sinol 2305 загварын шүдний суурин машин хамгийн их 49%-ийг эзлэж байна. Шүдний суурин машинд гарах гэмтлийг бууруулахын тулд суурилуулалт, ашиглалтын зааварчилгааг чанд мөрдөх, чийгшил ихтэй өрөө тасалгаанд суурилуулахгүй байх, өрмийн хошуу эвдэрч гэмтээгүй үед ч ашиглалтын хугацаа дууссан тохиолдолд өрмийн хошууг цаг тухайд нь солих, гэмтэлтэй эд ангийг сэлбэж засварлах шаардлагатай.

Ашигласан материал

1. https://www.dentalacademyofce.com/courses/2000/PDF/1012cei_handpiece_rev9.pdf
2. <http://ssdctumkur.org/Prashanth.pdf>
3. <http://truespindental.com/why-do-handpieces-break/>
4. <http://www.dentaleconomics.com/content/dam/de/p rint-articles/Volume%20103/Issue%2011/1311DE089-097.pdf>
5. <https://www.dentaldealsonline.com/download/DownloadFile?DownloadGuid=da8abfc5-6.452d-4fdc-9217-ed3191c1bae0>

ХИЙМЭЛ ГАРНЫ АЖИЛЛАГААГ БОЛОВСРОНГУЙ БОЛГОХ АСУУДАЛ

О.Лүндэвжамц*, Х.Сагындых*, Д.Пүрэвдаш*

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

Хураангуй. Энгийн хиймэл гарыг 3D хэвлэгчээр хэвлэж, нэмэлт хэсгүүд байрлуулж ажиллагааг нь илүү боловсронгуй болгосон. Гадаад орнуудад хиймэл гар болон хөгжүүлэлтийг хийдэг ч Монголд анх удаа хийж байгаа юм. Нэмэлт хэсгүүдээр хөгжүүлсэнч энгийн хиймэл гарны эдийн засгийн дундаж өртөгнөөс хямд гүйцэтгэсэнээр онцлог болж байна.

Түлхүүр үг: 3D хэвлэгч, булчингийн цахилгаан бичлэгийн мэдрүүр, ардуино моторын удирдлага.

ОРШИЛ

3D технологийг бүхий л салбарт хэрэглэх болсон. Үүний нэг нь эрүүл мэнд, анагаах ухааны салбар юм. 3D хэвлэгчээр хэвлэсэн хиймэл гар, өмнө нь хэрэглэгдэж байсан хиймэл гаруудаас өртөг доогуур хийгддэг учраас ядуу буурай хөгжилтэй орны иргэдэд хиймэл гар, хөлтэй болох боломжийг олгож байна. Энэхүү хиймэл гарыг 2013 оны 7 сарын 1-ээс хэвлэж туршиж эхэлсэн бөгөөд 2015 оны 6 сарын 6-нд БНХАУ-ын залуу зохион бүтээгчид анхны загвараа гаргаж туршсан байдаг. Уламжлалт хиймэл гарын хөгжил нь одоогоор хүний төв мэдрэлийн тогтолцоогоор удирдагдаж барьж байгаа зүйлсээ мэдэрч яг хүний өөрийн гар мэт болсон билээ. Гэвч энэ төрлийн хиймэл гар нь өртөг өндөр тул хийлгэж чадах хэмжээний хүмүүс цөөхөн байдаг. Уламжлалт хиймэл гарны зах зээлийн дундаж үнэ 50,000 доллар байдаг. Харин 3D хэвлэгчээр хэвлэсэн гар нь уламжлалт хиймэл гарыг бодвол өртөг бага байдаг бөгөөд дутагдалтай тал нь барьж байгаа зүйлсээ мэдрэх боломжгүй, давуу талууд нь хэрэглэхэд хялбар, хямд өртөгтэй, хэвлэхэд уламжлалт хиймэл гар хийхээс богино хугацаа шаардагдана. 3D хэвлэгчээр хэвлэсэн хиймэл гар нь дундажаар 70 доллар байна.



Зураг 1. Хиймэл гар

Судалгаагаар гадаадын орнуудад хиймэл гарны булчингийн цахилгаан бичлэгийн мэдрүүр, тархины цахилгаан бичлэгийн мэдрүүр, дуу хоолойг таних арга,

уян мэдрүүрээр гэх мэт мэдрүүрийг ашиглаж олон төрлөөр хослуулан хийх боломжтой байдаг.

Энэ 3D хэвлэгчээр хэвлэсэн хиймэл гарыг хөгжлийн бэрхшээл, төрөлхийн гажиг, саажилт зэрэг өвчний улмаас болон гэнэтийн ослоос болж гаргүй болсон эсвэл мэдээ алдсан хүмүүст туслах зориулалттайгаар зохион бүтээх болсон. Энэхүү хиймэл гарыг ямар ч насны хүн ашиглаж болох бөгөөд тухайн хүнд тааруулан хийх бүрэн боломжтой.

Ардуино хавтангууд дээр ямар нэгэн төсөл хийхээсээ өмнө туршилтын байдлаар модулиудыг угсаран ажиллуулахад зориулж зохион бүтээсэн. Энэ хэд хэдэн төрлийн 8 битийн Atmel AVR микроконтроллерүүд, 32 битийн Atmel ARM процессоруудыг ашигладаг. Эдгээр системүүд тоон болон аналог оролт гаралтын портуудтай бөгөөд эдгээр портуудаар маш олон төрлийн өргөтгөл хавтан, модулиуд, өөр хэлхээнүүдтэй холбогдох боломжтой. Мөн USB-тэй холбогдон програмчлах, сериал портоор компьютертэй холбогдох сериал холболтын интерфэйсүүд багтсан байдаг. Микроконтроллерийг програмчлахдаа C, C++ хэл дээр ардуиногаас гаргасан хөгжүүлэлтийн платанд программ бичиж платандаа машин кодыг шууд шардаг.

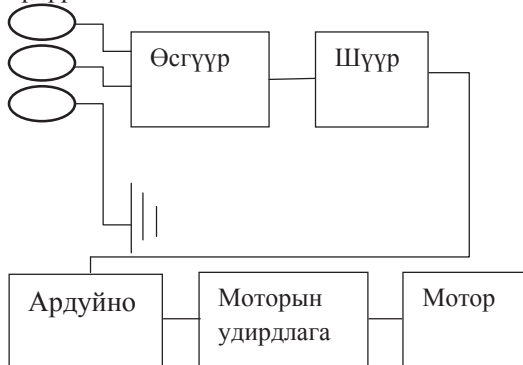
Бид энэ 3D хэвлэгчээр хэвлэсэн хиймэл гарыг бие даасан удирдлагатай болгохыг зорьсон. Үүний тулд ардуино, булчингийн цахилгаан бичлэгийн мэдрүүр, алхамт мотор ашигласан. Ардуиногаар алхамт моторыг програмчилснаар хиймэл гар нь биеэ даан атгах үйлдэл хийх боломжийг олгож өгөх юм. Харин булчингийн цахилгаан бичлэгийн мэдрүүрээр хүний булчингийн сингалыг авч боловсруулан алхамт моторыг удирдах сингалыг бий болгоно. Өөрөөр хэлбэл булчингийн цахилгаан бичлэгийн мэдрүүрээр хүний булчингаас үүсэх цахилгаан идэвхижилийг хүлээн авч авсан цахилгаан дохиогоо үйлдэлийн өсгүүрээр өсгөн ардуинод өгнө. Харин ардуино нь аналог сингалыг хүлээн авч боловсруулан алхамт моторыг ажиллуулах сингалыг команд болгоно. Бидний хийсэн энэхүү хиймэл гар булчингийн мэдээллээр атгах үйлдэл хийх, давхар булчингаас мэдээлэл авахгүй зөвхөн моторын удирдлагад санамсаргүй тоон өгөгдөл өгч хуруудах боломжтой юм. Ингэхийн тулд нэмэлтээр дөрвөн тогтмол гүйдлийн хөдөлгүүр ашигласан. зөвхөн барих үйлдэл хийдэг байсан хиймэл гар маань хагас автомат болж булчингаас мэдээлэл авч ажиллахаас гадна бусадтай хуруудаж тоглох боломж олгож өгсөн. Манай Монгол улсад 100 мянга гаруй хөгжлийн бэрхшээлтэй хүмүүс байдаг. Тэдний дотроос гарын эмгэг согогтой хүмүүст гараараа атгах болон хуруудах үйлдэл хийхэд нь бага ч болов туслах зориулалттайгаар хийсэн.

Булчингийн цахилгаан бичлэгийн мэдрүүр нь булчингийн ширхэглэгийн деполяризицийн улмаас булчингийн агшилтын цахилгаан идэвхижилтийг тусгай электродуудаар бүртгэдэг. Энэхүү цахилгаан идэвхижилтийн шинж чанар нь:

- Тайван үед – 70 мВ
- Цочирсон үед 50 мВ – 20, 30мВ
- Дохионы давтамж 7 – 20 Гц
- Хэвийн бус үзүүлэлт 450–780 мВ байдаг.

Зүүн болон энгийн гэсэн хоёр электрод мөн monopolar, bipolar гэсэн хоёр төрлийн холболтыг ашигладаг.

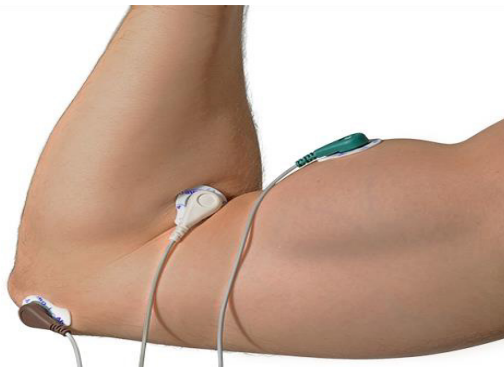
Бүдүүвч схем:



Зураг 2. Хиймэл гар удирдах блок схем

MID, END, GND гэсэн гурван кабелиар хүний булчингийн мэдээлэлийг авч AD8221 гэсэн үйлдэлийн өсгүүрээр өсгөнө учир нь хүний булчингаас гарч байгаа цахилгаан дохио нь маш бага хэмжээтэй байдаг бөгөөд шууд хэрэглэхэд дохио нь үл хүрэлцэх тул заавал үйлдэлийн өсгүүрээр өсгөх хэрэгтэй юм. Өсгөсөн сигналаа TL084 гэсэн микросхем элементээр шулуутгах болон шүүх үйлдэл хийнэ ингэснээр сайн чанарийн шуугиан багатай сигнал гарч ирэх бөгөөд уг сигналийг ардуиногийн аналог портонд өгнө. Ардуино тухайн сигналийг тоон сигнал болгож моторийн удирдлагийн 1, 0 гэсэн сигнал болгоно. Хэрэв булчингаас мэдээлэл ирвэл 1 харин мэдээлэл ирэхгүй бол 0 гэсэн сигналтай байна. Үүний дараа алхамт мотороо програмчлаж ажиллуулна. Ингэснээр хүн булчингаа агшаах буюу чангалах үед 1 гэсэн сигнал гарч мотор ажиллан 3D хэвлэгчээр бүтээсэн хиймэл гар нь атгах үйлдэл хийнэ. Харин эсрэгээр булчингаа суллах үед 0 гэсэн сигнал гарч мотор ажиллахгүй бөгөөд атгасан хиймэл гар механик аргаар буцаж дэлгэгдэнэ. Хиймэл гарны үенүүд хоорондоо резинээр холбогдох бөгөөд энэ нь механикаар буцах үйл ажиллагааг хийх юм.

Электродын байрлал: Хүний биед булчингийн цахилгаан бичлэгийн электродыг маш олон байрлалаар байрлуулдаг ба ерөнхий гарын хоёр толгойт булчин дээр байрлуулдаг. Булчингаас мэдээлэл авч байгаа болхоор биеийн аль ч хэсгийн булчингаас мэдээлэл авах боломжтой гэсэн үг юм. Аль хэсгийн булчингаас мэдээлэл авч байгаагаас хамаарч электродын тоо их бага байна. Ерөнхий гурван электрод авч үзэх ба булчингийн гол хэсэг (MID) булчингийн төгсгөл хэсэг буюу шөрмөсний хэсэг (END) мөн газардуулгийн хэсэг (GND) гэсэн хэсгүүдээс бүрдэнэ.



Зураг 3. Электродын байрлал

Хүснэгт 1

Эдийн засгийн тооцоо, элементийн жагсаалт
(мянга, төгрөг)

№	Элементийн нэр	Марк	Тоо ширхэг	Үнэ
1	Моторын удирдлагын плат	L293D	1	10,000
2	Ардуино	UNO	1	18,000
3	Тогтмол гүйдлийн мотор		4	12,800
4	Алхамт мотор	28BYJ-48	1	5,000
5	Хиймэл гар		1	8,000
6	Булчингийн цахилгаан бичлэгийн мэдрүүр		1	60,000
7	Батерей 9 В		2	2500
Нийт				115,200

E-Nable буюу 3D хэвлэгчээр хэвлэсэн гар нь 70 \$-ын үнэтэй байдаг. Харин бидний хийсэн хиймэл гар нэмэлт хэсгүүдийг байрлуулж, энгийн хиймэл гарыг илүү боловсронгуй болгосон бөгөөд зах зээлийн үнээс хямд болж байна.

Аюулгүй ажиллагааны зааварчилгаа:

1. Хиймэл гарыг батерейд залгаж асаана.
2. Электродуудыг хэрэглэх бүрдээ байнга цэвэрлэж байх ёстой.
3. Хиймэл гарыг ашиглахаас өмнө электродуудын холболтыг сайтар шалгах хэрэгтэй.
4. Гарыг ашиглаж дуусаад электродуудын гелийг арчиж цэвэрлэнэ.
5. Электродуудыг мушгиж ороохгүйгээр өлгөж хураана.
6. Моторыг механикаар эргүүлэхийг хориглоно.
7. Ардуиногийн (reset) товчийг дарахыг хориглоно.
8. Хиймэл гарны удирдлагын хэсгийг норгохыг хориглоно.
9. Унтраахдаа батерейг салгана.

ДҮГНЭЛТ

Хиймэл гарыг хөгжлийн бэрхшээлтэй, төрөлхийн гажигтай болон гэнэтийн осолоос болж гараа гэмтээсэн хүмүүст атгах, хуруугаа хөдөлгөх үйлдэл хийхэд нь туслах зориулалттайгаар хийсэн. Мөн Монголд анх

удаа хийж байгаараа онцлог болж байна. Энэхүү үйлдлүүдийг хийхийн тулд ардуино, булчингийн цахилгаан бичлэгийн мэдрүүр, моторын удирдлага, алхамт мотор ашиглаж ардуино дээр код бичиж боловсруулж автомат ажиллагаатай болгосон. Уг бүтээл нь зах зээлийн дундаж үнээс хямд өртөгөөр гүйцэтгэсэнээр онцлог байсан.

Ашигласан материал

1. <http://enablingthefuture.org/>
2. <https://www.openbionics.com/obtutorials/artichoke-muscle-control>
3. <https://www.allaboutcircuits.com/projects/control-a-motor-with-an-arduino/>
4. <http://www.instructables.com/id/Muscle-EMG-Sensor-for-a-Microcontroller/>

ХОВД АЙМГИЙН 6 кВ-ЫН ХУВААРИЛАХ ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ЭРЧМИЙН АЛДАГДЛЫГ БУУРУУЛАХ АРГА ЗАМУУД

Б.Барсцогт*, Ш.Гантөмөр*

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

Хураангуй. Цахилгаан шугам сүлжээ тэр дундаа хуваарилах сүлжээний эрчмийн алдагдлыг бууруулахын тулд хуучирч муудсан тоноглолуудыг шинэчлэх шаардлага зайлшгүй тулгарч байна. Энэхүү илтгэлийн хүрээнд Ховд аймгийн 6 кВ-ын хуваарилах сүлжээний номиналь хүчдэлийн түвшинг 10 кВ-руу шилжүүлж хуучны ОХУ-д үйлдвэрлэгдсэн ТМ маркын трансформаторуудыг сүүлийн үеийн өндөр үр ашиг бүхий, алдагдал багатай, бүрэн битүүмжлэгдсэн S11-M маркын трансформаторуудаар шинэчлэснээр гарах эрчим хүчний хэмнэлт, техник эдийн засгийн үр ашгийг тооцохыг зорьсон. Судалгааны объектоор “Ховд ЦТС” ХХК-ийн 6 кВ-ын хуваарилах сүлжээний хамгийн их ачаалалтай “Дээд чиглэл 2” фидерийг сонгон авч горимын тооцоог уламжлалт аргаар гүйцэтгэн чадал, эрчмийн алдагдлыг тодорхойлсон.

Түлхүүр үг: Горимын тооцоо, эрчмийн алдагдал, эрчим хүчний хэмнэлт.

I. ОРШИЛ

Цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ тасралтгүй өсөж байгаатай уялдан хуваарилах сүлжээний чадал, эрчмийн алдагдалын хэмжээ нэмэгдэж их хэмжээний эрчим хүч үр ашиггүйгээр алдагдаж байна. Гадаадаас өндөр үнэтэй импортын цахилгаан эрчим хүчийг худалдан авч байгаа тохиолдолд хуваарилах сүлжээний чадал, эрчмийн алдагдалыг бууруулах нь техник эдийн засгийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх чухал ач холбогдолтой [1]. Мөн сүүлийн үед манай оронд төдийгүй дэлхий нийтээрээ “smart grid” буюу “ухаалаг сүлжээ” гэсэн ойлголтын талаар ярьж байна. Ухаалаг сүлжээг бий болгохын тулд хүний оролцоо багатай, байгаль орчинд ээлтэй, эрчим хүчинд хэмнэлттэй шинэлэг техник технологийг ашиглах явдал юм [3].

Хуваарилах шугам сүлжээний хүчдэлийн түвшинг нэмэгдүүлж сүүлийн үеийн өндөр үр ашиг бүхий S11-M маркын трансформаторуудаар шинэчилсэнээр ашиглалтын үеийн зардал багасч цахилгаан эрчмийн алдагдлыг ихээхэн хэмжээгээр бууруулах боломжтой.

Баруун бүсийн эрчим хүчний системийн хувьд 2016 оны 12 сарын нийт хэрэглээний 56%-ийг ОХУ-аас, 4%-ийг БНХАУ-аас, 40%-ийг Дөргөн УЦС хангаж ажилласан. Үүнээс хамгийн их буюу 38.5%-ийг “Ховд ЦТС” ХХК-д нийлүүлсэн [4]. Цахилгаан эрчмийн алдагдлыг бууруулснаар импортын цахилгаан эрчим хүчний хэмжээ багасч түгээх компанийн хувьд борлуулалтын үеийн алдагдал буурснаар эдийн засгийн үр ашиг нэмэгдэх боломж бүрдэнэ.

Энэхүү судалгааны ажлаар “Ховд ЦТС” ХХК-ийн 6 кВ-ын хуваарилах сүлжээний хамгийн их ачаалалтай “Дээд чиглэл 2” фидерийн чадал, эрчмийн алдагдлыг 2016 оны 12 сарын өвлийн их ачааллын хэмжилтэнд үндэслэн горимын тооцооны үр дүнгээр тодорхойлсон.

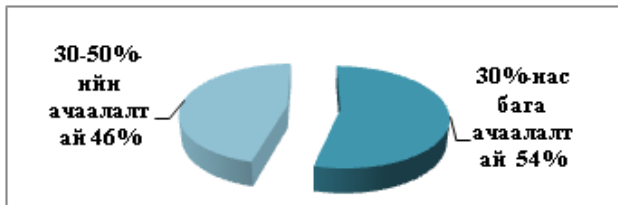
II. Хуваарилах сүлжээнд 10/0.4 кВ-ын S11-M маркын трансформаторуудыг хэрэглэхийн давуу талууд

Өнөөгийн байдлаар “Ховд ЦТС” ХХК-ийн 6 кВ-ын хуваарилах сүлжээнд ашиглагдаж байгаа трансформаторуудын 90%-ийг ОХУ-д үйлдвэрлэгдсэн ТМ маркын трансформаторууд эзэлж байна. Манай улсад ашиглагдаж байгаа ийм төрлийн трансформаторуудын насжилтын талаарх 2013 онд хийсэн судалгааны ажлын үр дүнгээс үзэхэд дунджаар 24-40 жилийн насжилттай гэсэн үр дүн гарсан байдаг [5]. Трансформаторуудын насжилт ийнхүү өндөр байгаа нь тэдгээрийн эд ангиуд, тусгаарлах хийцийн элэгдэл хорогдлыг нэмэгдүүлж гэмтэл үүсэх үндсэн шалтгаан болдог. Энэ нь тухайн тоноглолын ашиглалтын үеийн зардлыг байнга нэмэгдүүлснээр эдийн засгийн хувьд үр ашиггүй байдалд хүргэдэг сөрөг нөлөөтэй. Үүнээс гадна судалгааны объектоор сонгон авсан “Дээд чиглэл 2” фидерийн 6/0.4 кВ-ын трансформаторуудын 54% ньоновчтой бус горимоор буюу 30%-иас бага ачаалалтай ажиллаж байна (зураг 1).

Хүснэгт 1

“Дээд чиглэл 2” фидерийн трансформаторуудын ачааллын коэффициентын судалгаа

№	Дэдстанцын нэр	Гр-ын марк	S _n	S _{ач}	β
			Ква	Ква	%
1	ТП-23	ТМ-400/6/0.4	400	104.45	26
2	ТП-39	ТМ-400/6/0.4	400	202.28	51
3	ТП-12	ТМ-250/6/0.4	250	74.83	29
4	ТП-77	ТМ-250/6/0.4	250	94.64	38
5	ТП-27	ТМ-160/6/0.4	160	22.00	14
6	ТП-51	ТМ-400/6/0.4	400	190.88	48
7	ТП-52[1]	ТМ-400/6/0.4	400	103.32	26
8	ТП-52[2]	ТМ-63/6/0.4	63	15.79	25
9	ТП-84	ТМ-100/6/0.4	100	18.19	18
10	ТП-4	ТМ-160/6/0.4	160	70.12	44
11	ТП-6	ТМ-100/6/0.4	100	18.63	19
12	ТП-20	S9-100/6.0.4	100	45.99	46
13	ТП-10	ТМ-160/6/0.4	160	58.72	37



Иймд техникийн шаардлагаас хамаарч ашиглалтын зардал ихтэй болон хэт бага ачаалалтай трансформаторуудыг солих шаардалагатай болох нь нотлогдож байгаа юм.

БНХАУ-д үйлдвэрлэгдсэн бүрэн битүүмжлэгдсэн, тосон дүүргэлттэй S11-M маркын трансформаторууд нь чадлын алдагдал маш бага, дуу чимээ багатай, ажлын бүтээмж өндөр, эрчим хүчинд хэмнэлттэй, байгаль орчинг бохирдуулах сөрөг нөлөө бага зэрэг олон давуу талуудтай юм (Зураг 2).



Зураг 2. S11-M маркын 10/0.4 кВ-ын трансформаторын ерөнхий байдал

Бусад төрлийн ердийн тосон дүүргэлттэй трансформаторуудтай харьцуулахад бүрэн битүүмжлэгдсэн учир тэлэгч бакны шаардлагагүй болсон ба тосны түвшин өөрчлөгдөхөд

трансформаторын бакны дотор байрлах уян хатан, долгиолог хийцийн давхарга тэлж агших замаар тосны түвшинг автоматээр хэвийн хэмжээнд барьдаг. Мөн агаараас бүрэн тусгаарлагдсан учир трансформаторын эд анги, тусгаарлах хийцийн хуучралтыг удаашруулж ашиглалтын үеийн зардлыг ихээхэн хэмжээгээр бууруулах боломж нөхцлийг бүрдүүлнэ [6]. S11-M маркын трансформаторын үзүүлэлтийг чадлын түвшингээс хамааруулж одоо ашиглагдаж буй ТМ маркын трансформаторын үзүүлэлттэй харьцуулж үзэхэд дунджаар хоосон явалтын актив чадлын алдагдал 47%, богино залгааны чадлын актив чадлын алдагдал 19.8%, богино залгааны хүчдэл 11.11%, хоосон явалтын гүйдэл 77.83%-иар тус тус бага болох нь харагдаж байна (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2

ТМ болон S11-M маркын трансформаторуудын харьцуулсан үзүүлэлт

Төрөл	Үзүүлэлт	63 кВА	100 кВА	160 кВА	250 кВА	400 кВА
ТМ	ΔР _{хх} , кВт	0.26	0.36	0.56	0.82	1.05
	ΔР _{кз} , кВт	1.28	1.97	2.65	3.70	5.50
	U _{кз} , %	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
	I _{хх} , %	2.00	2.60	2.40	2.30	2.10
S11-M	ΔР _{хх} , кВт	0.15	0.20	0.27	0.40	0.57
	ΔР _{кз} , кВт	1.04	1.50	2.20	3.05	4.30
	U _{кз} , %	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	I _{хх} , %	0.60	0.50	0.50	0.50	0.40

Энэ нь цаашлаад S11-M маркийн трансформаторыг хуваарилах сүлжээнд ашигласнаар хоосон явалтын чадлын алдагдал болон трансформаторын ороомог дээрх хувьсах чадлын алдагдлыг ихээхэн хэмжээгээр бууруулах боломжтой юм.

III. “Дээд чиглэл 2” фидерийн чадал, эрчмийн алдагдлын тооцоо

Чадлын алдагдлын тооцоо. “Дээд чиглэл 2” фидерийн горимын тооцоог 2016 оны 12 сарын өвлийн их ачааллын хэмжилтийн утгыг ашиглан уламжлалт аргаар гүйцэтгэсэн. Горимын тооцоог гүйцэтгэхдээ одоо ашиглагдаж байгаа шугам сүлжээний тоноглолуудын параметрийн утгыг ашиглан 6 кВ-ын хүчдэлийн түвшинд мөн шугам сүлжээний трансформаторуудыг S11-M маркын трансформаторуудаар шинэчлэн ачааллын коэффициентийг нэмэгдүүлсэн байдлаар 10 кВ-ын хүчдэлийн түвшинд тус тус гүйцэтгэж чадлын алдагдлын бүтцийг тодорхойлсон.

Хүснэгт 3

6 кВ-ын хүчдэлийн түвшинтэй үеийн чадлын алдагдлын тооцооны үр дүн

№	Бүтэц	Чадлын алдагдал, кВт	Алдагдалын эзлэх хувь, %	Толгойн чадлын дотор эзлэх хувь, %
1	Шугам	50.6528	77.4235	6.2100
2	Ороомог	5.9802	9.1408	
3	Хоосон явалт	8.7900	13.4356	
4	Нийт	65.4230	-	

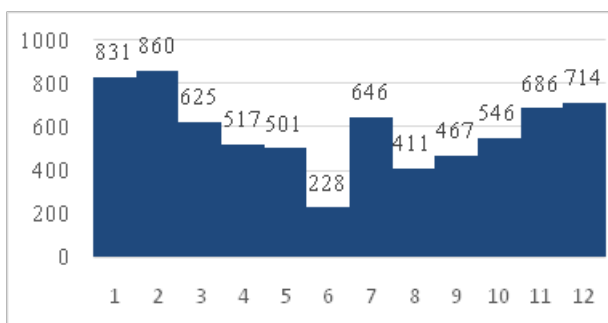
6 кВ-ын хүчдлийн түвшинтэй үеийн чадлын алдагдлын тооцооны үр дүнгээс үзэхэд алдагдлын дийлэнхи хувь буюу 72% нь цахилгаан дамжуулах шугам дээр алдагдаж байна (Хүснэгт 3). Энэ нь Ховд аймгийн 6 кВ-ын хуваарилах сүлжээ нь шугамын алдагдал харьцангуй өндөртэй болох нь батлагдаж байгаа юм. Шугамын номиналь хүчдлийн түвшинг 10 кВ-руу шилжүүлсэн үеийн чадлын алдагдлын тооцооны үр дүнгээс үзвэл нийт чадлын алдагдлын толгойн чадлын дотор эзлэх хувь 6.21%-иас 2.19% болтлоо буурч чадлын алдагдал маш бага хэмжээнд хүрсэн үр дүнг үзүүлсэн (Хүснэгт 4).

Хүснэгт 4

10 кВ-ын хүчдлийн түвшинтэй үеийн чадлын алдагдлын тооцооны үр дүн

№	Бүтэц	Чадлын алдагдал, кВт	Алдагдлын дотор эзлэх хувь, %	Толгойн чадлын дотор эзлэх хувь, %
1	Шугам	16.0799	72.6682	2.1904
2	Ороомог	2.9180	13.1868	
3	Хоосонявалт	3.1300	14.1450	
4	Нийт	22.1279	-	

Эрчимийн алдагдлын тооцоо. Эрчимийн алдагдлын тооцоог гүйцэтгэхдээ “Дээд чиглэл 2” фидерийн 2016 оны жилийн нийлбэр ачааллын графикыг ашиглан хамгийн их алдагдлын хугацааны аргаар бодож олсон (Зураг 3).



Зураг 3. Жилийн нийлбэр ачааллын график

$$T_{н6(6\text{кВ})} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots + P_n t_n}{P_{\text{тол}}} = 4863 \text{ ц}$$

$$\tau_{(6\text{кВ})} = \frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{P_{\text{тол}}^2} = 2928 \text{ ц}$$

$$T_{н6(10\text{кВ})} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots + P_n t_n}{P_{\text{тол}}} = 5045 \text{ ц}$$

$$\tau_{(10\text{кВ})} = \frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{P_{\text{тол}}^2} = 3152 \text{ ц}$$

Эрчимийн алдагдлын тооцооны үр дүнгээс үзэхэд алдагдлын нийт хэмжээ 242878.05 кВт.ц буюу жилийн нийт толгойгоор дамжуулсан эрчим хүчний 4.74%-ийг эзэлж байгаа нь алдагдлын хэмжээ өндөр байгааг харуулж байна (Хүснэгт 5).

Хүснэгт 5

6 кВ-ын хүчдлийн түвшинтэй үеийн эрчимийн алдагдлын тооцооны үр дүн

№	Бүтэц	Эрчимийн алдагдал, кВт.ц	Нийт алдагдалын дотор эзлэх хувь, %	Толгойгоор дамжуулсан нийт эрчим хүчний дотор эзлэх хувь, %
1	Шугам	148361.703	61.0849	4.7400
2	Ороомог	17515.955	7.2118	
3	Хоосон явалт	77000.4	31.7033	
4	Нийт	242878.059	-	

Харин хуваарилах сүлжээний трансформаторуудыг S11-M маркын трансформаторуудаар шинэчилж 10 кВ-ын хүчдлийн түвшинд гүйцэтгэсэн горимын тооцооны үр дүнгээс чадлын алдагдлын бүтцийг тодорхойлж эрчимийн алдагдлыг олоход 87935.3833кВт.ц болж эрчимийн алдагдал 3.02 хувиар буурсан үзүүлэлт гарсан (Хүснэгт 6).

Хүснэгт 6

10 кВ-ын хүчдлийн түвшинтэй үеийн эрчимийн алдагдлын тооцооны үр дүн

№	Бүтэц	Эрчимийн алдагдал, кВт	Нийт алдагдалын дотор эзлэх хувь, %	Толгойгоор дамжуулсан нийт эрчим хүчний дотор эзлэх хувь, %
1	Шугам	51221.5958	58.2491	1.7161
2	Ороомог	9294.987539	10.5702	
3	Хоосон явалт	27418.8	31.1806	
4	Нийт	87935.3833	-	

IV. ДҮГНЭЛТ

1. Энэхүү арга хэмжээг авч хэрэгжүүлснээр эрчимийн алдагдал өмнөх үеийнхтэй харьцуулбал 2.8 дахин буурсан үзүүлэлт гарсан ба зөвхөн айл өрхийн тарифаар бодвол жилдээ 15 сая гаруй төгрөгний эрчим хүчийг хэмнэх боломж бүрдэж байна. Мөн нийт хуваарилах сүлжээний хувьд авч хэрэгжүүлбэл их хэмжээний эдийн засгийн хэмнэлт гарч шугам сүлжээний үр ашиг дээшлэнэ.
2. Хуваарилах сүлжээг S11-M маркын 10/0.4 кВ трансформаторуудаар шинэчлэснээр трансформатор дээр гарах чадал, эрчимийн алдагдал ихээхэн хэмжээгээр буурна. Мөн ашиглалтын үеийн зардал багасч тоног төхөөрөмжийн насжилт уртсах зэрэг давуу талууд бий болно.
3. S11-M маркын 10/0.4 кВ-ын трансформаторууд нь ашиглалтын зардал багатай учир тоног төхөөрөмжөө шинэчлэхэд гаргасан зардлаа 5-6 жилийн дотор нөхөх боломжтой.

V. Ашигласан материал:

1. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан шугам сүлжээ, систем: Сурах бичиг”. –УБ.: Соёмбопринтинг хэвлэл, 2014. ISBN 99929-5-724-7, -1100х.

- Ш.Гантөмөр “Цахилгаан дамжуулах агаарын шугам: Сурах бичиг”. –УБ.: Соёмбопринтинг хэвлэл, 2014. ISBN 99929-4-603-2, -600х.
- “Эрчим хүч & engineering сэтгүүл” 2012-2(97). -63х.
- Диспетчерийн зохицуулалтын 2016 оны 12 сарын тайлан. ЭХДҮТ. 2016 он. –32х.
- Г.Тодмагнай, Б.Оюунбаатар “Ашиглалтанд буй трансформаторын насжилтийн судалгаа, ашиглагдаж буй трансформаторын тусгаарлагын нөөцийг тодорхойлох” –УБ хот. 2013 он. ШУТИС оюутны ЭША-ын тайлан. -7х.
- <http://subianelectric.en.made-in-china.com/product/EBSJMWUTnjhF/China-S11-M-10kv-Three-Phase-Double-Winding-Series-Oil-Immersed-Electric-Power-Transformer.html>
- <http://www.longxiang.cc/channel.asp?id=8&en=1>
- <http://www.andeligroup.com/Class-10KV-S11-M-series-transformer-id167.html>
- Ш. Гантөмөр “Цахилгаан станц, дэд станц”. УБ.:Соёмбопринтинг, 2011.ISBN-99929-4-604-0,-600х.
- [3] Х.Цагаан М.Хуягдорж “Цахилгаан энергийн дамжуулалт хуваарилалт: Сурах бичиг”. - УБ.:ADMON хэвлэл, 2008он. -410х.
- <https://prezi.com/m/j6pksfbnaz1o/35/>

ДЕФИБРИЛЯТОРТ ТАВИГДАХ ХЯНАЛТ, ШАЛГАЛТ

Б.Жамьянпүрэв*, Д.Пүрэвдаш*

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

Хураангуй. Яаралтай түргэн тусламжийн эмчилгээнд түгээмэл хэрэглэгддэг дефибрилятор нь зүрхийг өндөр хүчдлээр цочроох үүрэгтэй хамгийн чухал аппаратуудын нэг юм. Тус аппаратыг өвчтөний зүрх хэвийн бус ажиллах болон зогссон үед хэрэглэдэг. Тогтмол ашигладаггүй тул хэрэгцээтэй үед найдвартай ажиллаж байх ёстой учраас техникийн үзлэг болон чанарын шалгалтыг байнга хийж байх шаардлагатай. Энэхүү судалгааны ажлаар Impulse 7000 DP дефибриляторын анализаторыг ашиглан дефибриляторт хийгдэж буй шалгалт, баримталдаг зарчим зэргийг судлахыг зорьсон.

Түлхүүр үг: Дефибриляторын анализатор, чанарын шалгалт, сэхээн амьдруулалт, яаралтай тусламж.

ОРШИЛ

Дефибрилятор нь зүрх зогсолт болон зүрхний хэвийн ажиллагааг сэргээх зорилгоор сэхээн амьдруулах эмчилгээнд түгээмэл хэрэглэгддэг аппарат юм. Зүрхний баруун ховдлын дээд хэсэгт байрлах синусийн зангилаанд цахилгаан сэрэл үүссэнээр зүрх ажилладаг. Энэ цахилгаан сэрэл нь зүрхний булчингаар тарж цочроход зүрх агшиж, цохилдог. Харин янз бүрийн өвчлөл, согогын улмаас зүрхний үйл ажиллагаа алдагдсанаар зүрхэнд фибриляци үүсэж улмаар зүрх зогсох аюул учирдаг. Ингэж зүрхний хэм алдагдсан ба зогссон тохиолдолд яаралтай түргэн тусламжийг үзүүлэхдээ зүрхний иллэг, дараа нь дефибриляци хийж өвчтөний зүрхний үйл ажиллагааг сэргээх боломжтой болдог.

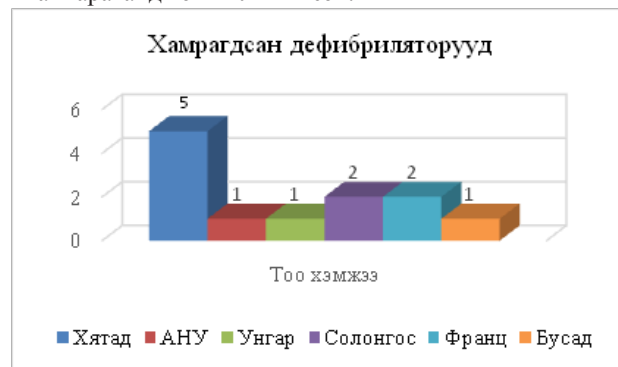
Дефибрилятор нь өндөр хүчдлээр зүрхийг цочроож зүрхний үйл ажиллагааг сэргээдэг. Зүрх хэвийн ажиллахаа больсноос хойш 10 минутын дотор амжилттай дефибриляци хийж чадахгүй бол өвчтөнийг аврах боломжгүй болдог. Тиймээс дефибрилятор нь шаардлагатай хэмжээний энергийг богино хугацаанд бий болгож, найдвартай, хурдан ажиллах ёстой [1].

Уг аппарат нь өндөр хүчдлийн трансформатор, хуримтлуулагч конденсатор, удирдлага болон тохируулгын систем, гаралтын электродуудаас тогтоно. Оролтын ~220 Вэсвэл –12 В хүчдлийг 5000 В хүртэл, тохируулсан энергиэс хамааран өсгөж, дараа нь тогтворжуулан конденсаторт хадгалдаг. Цэнэг шавхах товчлуурыг дарахад конденсатор болон өвчтөнийг холбосон хэлхээ битүүрч хуримтлагдсан цахилгаан цэнэг өвчтөнд хүрнэ [2].

Яаралтай тусламжинд хэрэглэгддэг учир дефибрилятор нь байнгын бэлэн байдалд байх шаардлагатай тул зориулалтын анализатораар тогтмол чанарын хяналт, шалгалт хийж тохируулсан байх ёстой. Тиймээс энэхүү ажлаар дефибриляторыг хэрхэн шалгах, тулгарч буй асуудлыг судалж үзлээ.

Дефибриляторын чанарын шалгалт

Судалгааны ажлыг Эрүүл Мэндийн Хөгжлийн Төв /ЭМХТ/-д харьяалагдах Fluke Biomedical брэндийн “Impulse 7000 DP” дефибриляторын анализатораар туршилтыг гүйцэтгэсэн. Уг анализатор нь гаралтын энергийг аравтын нарийвчлалтай хэмжих чадвартай. Судалгааг хийхдээ тус аппаратаар улсын 8-н эмнэлгийн 12 аппаратанд хэмжилт хийсэн.



Зураг 1. Судалгаанд хамрагдсан дефибриляторуудын үйлдвэрлэгдсэн улс

Чанарын шалгалтыг тухайн дефибриляторын төрлөөс хамаарч 25-аас 43 үзүүлэлтээр шалгаж, шалгалтын үр дүнгээр тэнцсэн эсэхийг шалгадаг. ЭМХТ-өөс дефибриляторт Impulse 7000 DP анализатораар энергийн хэмжилт, цэнэг хураах хугацаа, синхрон ажиллагаа болон долгион зэрэг хэмжилтүүдийг хийдэг [3].



Зураг 2. Шалгалт хийсэн дараалал

Харин олон улсадашиглагддаг, эмнэлгийн тоног төхөөрөмжийн хөгжлийн холбоо /AAMI/ болон Америкийн стандартчиллын үндэсний нийгэмлэг /ANSI/-ээс гаргасан “DF-80” стандартад 3 төрлийн шалгалт хийгдэх ёстой гэж заасан байдаг.

1. Чанарын шалгалт:

Гадна хүрээ, тэжээлийн залгуур, холболтын утас, шуугианы хамгаалал, сэлгэн залгагч, электрод, удирдлага болон түлхүүр, батарей, цэнэглэгч, дэлгэц, индикатор, дохио, тэмдэглэгээ, нэмэлт хэрэгслүүд зэргийн бүрэн бүтэн байдлыг нягтлан шалгах ба унтраах үед үлдэгдэл хүчдлээ газардуулж буй эсэхийг шалгана.

2. Тоон үзүүлэлтийн шалгалт:

Аппаратын цахилгаан хэмжигдэхүүний тоон үзүүлэлт хэвийн хэмжээндээ байгаа эсэхийг хэмжинэ.

- Газардуулгын эсэргүүцэл (<0.5 Ом)
- Их биеийн цахилгаан алдагдал (<300 мА)
- Электродын холбоо (<0.15 Ом)
- Энерги, 60 сек-ийн дараа (>85%)
- Гаралтын энерги (±15% эсвэл 4 Ж) 10Ж, 50Ж, 100Ж, 200Ж, 300Ж, 360Ж утгуудад хэмжилт хийнэ.
- Цэнэглэх хугацаа (<15 сек) Хамгийн дээд утгаар 10 удаа цэнэглэх үед хэмжилт хийнэ.
- Синхронизаторын ажиллагаа (<25 мсек дараа автоматаар почрооно) зүрхний цахилгаан бичлэгд R шүд үүссний дараа дээрх хугацаанд почроож байгаа эсэхийг шалгана.

3. Долгионы шинжилгээ

Почроох үеийн зүрхний цахилгаан бичлэгийг осциллоскоп дээрх долгионы хэлбэр, давтамжийн хэмжээг шалгана [4].

Шалгалтыг явуулахдаа аппаратын ажиллаж болох хамгийн муу нөхцөлд хийх буюу тэжээлээс салгаж, энергийн дээд утгаар 10 удаа цэнэглэлт хийсний дараа гаралтын утга, ажиллагааг шалгана.

Impulse 7000 DP анализаторын хэмжих чадвар, шалгахдаа баримталж буй арга нь олон улсын стандарттай нийцэж байна. Уг анализатораар хийсэн хэмжилтийн үр дүнд 75% буюу 9 аппарат шалгалтанд тэнцсэн.



Зураг 3. Шалгалтын хариу

Шалгалтанд тэнцээгүй 3 аппаратын энерги хуримтлуулах хэсэгт дараах алдаанууд гарч байв.



Зураг 4. Гэмтлүүдийн шалтгаан

Гадаад гэмтлүүдийг эс тооцвол дефибриляторын энерги хуримтлуулах болон гадагшлуулах хэсэгт ихэвчлэн алдаа гардаг.

Хэрэв сонгосон энергиэс зөрүүтэй утга гаралтанд гарвал конденсатор болон трансформаторын гэмтлээс үүдэлтэй байж болзошгүй. Аппаратын аль хэсэгт гэмтэлтэй байгааг олж, тухайн элементийг эсвэл платаар нь сольж засах боломжтой. Харин сонгосон энерги хүртэл бүрэн цэнэглэгдэж чадахгүй, мөн цэнэг огт хуримтлуулахгүй байвал батарей муудсан байж болзошгүй. Гарч буй алдаануудын дийлэнх хувийг батарейн гэмтэл эзэлдэгдэг. Мөн техникийн үзлэг тогтмол хийж, чанарын шалгалт явуулах, батарей нурахаас сэргийлж гадны тэжээлд залгасан үед батарейг салгаж байх зэргээр гэмтлээс урьдчлан сэргийлж нь зүйтэй юм.

ДҮГНЭЛТ

Монгол улсын эмнэлгүүд олон улсын эмнэлгүүд тоног төхөөрөмжүүддээ чанарын шалгалт хийдгийн адил тогтмол шалгалт хийж байна. Судалгааг Эрүүл мэндийн хөгжлийн төвийн анализатораар хийж

гүйцэтгэсэн. Нийт 12 дефибриляторт шалгалт хийсэн. Тус төвөөс ихэвчлэн 26 үзүүлэлтээр дефибриляторыг шалгадаг хэдий ч олон улсын стандарт үзүүлэлтээс бага юм. Стандартыг нарийн баримтлан шалгалт хийдэггүй ч түүнд заагдсан чухал үзүүлэлтүүдийг нь шалгаж байсан. Шалгалтын үр дүнд энерги хуримтлуулалтын алдаанаас болж 3 дефибрилятор шалгалтанд тэнцээгүй. Дефибриляторт гарч байгаа гэмтлүүдийн нь бүгд энерги хуримтлуулалтын алдаа байв. Тиймээс тус аппаратын найдвартай ажиллагааг хангахын тулд батарейн нуралт, гадаад дотоод гэмтэл зэргээс урьдчилан сэргийлэх тал дээр голчлон анхаарах нь зүйтэй юм.

Ном зүй

1. David J Williams, ANAESTHESIA AND INTENSIVE CARE MEDICINE, The Medicine Publishing Company Ltd, 2003,-29р.
2. John G Webster, Medical instrumentation Application and design, USA,-606р.
3. Fluke Corporation, User Manual for Impulse 7000 DP, USA, 2010.
4. AAMNI/ANSI, Medical electrical equipment – Part.2-4: Particular requirements for basic safety and essential performance of cardiac defibrillators, 2003/(R)2010.

ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ШӨНИЙН ТАРИФ ТЭГЛЭСЭН ШИЙДВЭРИЙН ҮР АШГИЙН ТООЦОО

Г.Бямбажав*, Т.Оюунтунгалаг*, Д.Алтанцэцэг*

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

Хураангуй: Гэр хорооллын айл өрхүүдийн хэрэглэх цахилгааны эрчим хүчний шөнийн тариф тэглэсэн шийдвэртэй холбогдон гарах үр дүнг тооцох судалгаа хийсэн.

Түлхүүр үг: Гэр хороолол, Шөнийн цахилгааны хэрэглээ, Тариф тэглэх.

ОРШИЛ

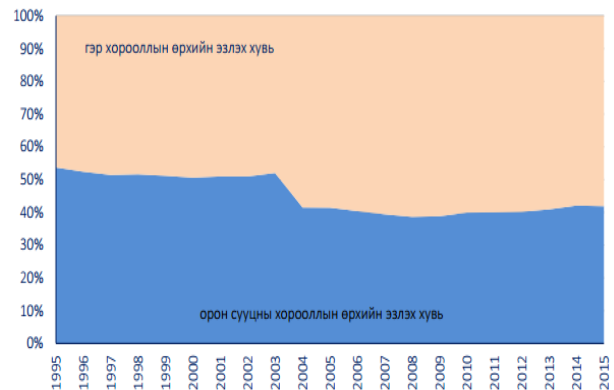
Өнгөрсөн 2 жилийн хугацаанд ДЭМБ-аас 103 орны 3000 орчим томоохон хотыг хамруулсан судалгаагаар МУ-ын агаарын бохирдлын түвшин хоёр дахин нэмэгдэж, эрүүл мэндэд нөлөөлөх сөрөг нөлөөлөл эрс нэмэгдсэн үзүүлэлттэй байна. Агаарын бохирдлын асуудлыг өнгөрсөн 10-аад жил ярьж байгаа боловч 4-5 Засгийн газар дамжин агаарын бохирдлыг бууруулах чиглэлээр 200 орчим тэрбум төгрөг зарцуулсан боловч нөхцөл байдал дээрдэхгүй байна.

Нийслэлийн агаарын бохирдлыг бууруулах зорилгоор хүйтний улиралд гэр хорооллын айл өрхийн хэрэглээний цахилгааны шөнийн тарифыг тэглэх журмыг ЗГ-аас баталж 2017 оны 1-р сарын 1-ээс мөрдөгдөж эхлэсэн. Гэр хорооллын айл өрхийн хувьд эрчим хүчний зардлын 70 орчим хувийг дулааны эрчим хүчний эх үүсвэр болох нүүрсний зардал эзэлдэг. Энэхүү журмын хүрээнд цахилгаанаар ажилладаг ДЭХ үйлдвэрлэх тоног төхөөрөмжүүдийг хэрэглэснээр гарах үр ашиг, үр дүнг судлан тодорхойллоо.

I. Гэр хорооллын өрхийн тооны өсөлт

Гэр хорооллын өрх жилд дунджаар 9.0 орчим мянган өрхөөр нэмэгдэж 2016 оны эхэнд 218.7 мянга болжээ.

Гэр хороололд суурьшсан өрхийн тоо 2010 оноос 41.6 мянган өрхөөр нэмэгдэж, гэр хорооллын өрхийн жилийн дундаж өсөлт 4.1 хувьд хүрч 2015 оны эцэст 218.7 мянган өрх болов.



Зураг 1. Нийслэлийн өрх, хороололоор

Гэр хороололд суурьшсан 218.7 мянган өрхийн 106.0 мянга нь монгол гэрт, 110.7 мянга нь байшин сууцанд амьдарч байна.



Зураг 2. Нийслэлийн өрх, сууцны төрлөөр

Улаанбаатар хот гэр хорооллын 146 мянган ЦЭХ-ний гэрээт хэрэглэгчидтэй. Гэр хорооллын өрхийн оройн 21:00-06:00 цагийн хооронд ашигласан ЦЭХ-ний төлбөрийг тэглэж буй учраас заавал хоёр тарифтай тоолуур тавих шаардлагатай. Гэр хорооллын өрхийн

110 мянга нь хоёр тарифтай тоолуур, 36 мянга нь энгийн тоолуур ашиглаж байна.

II. Өнгөрсөн хугацаанд агаарын бохирдлыг бууруулах чиглэлээр хийсэн ажлууд ба үр дүн

2011-2015 онд Мянганы Сорилын сан, Дэлхийн Банк, Цэвэр агаар сан, Улсын төсвөөс нийт 132.5 тэрбум төгрөгийг агаарын бохирдлыг бууруулахад зарцуулсан байна. Энэ хөрөнгөөр сайжруулсан зуух тарааж, утаагүй түлшний үйлдвэрлэлийг дэмжсэн. Нийт гэр хорооллын иргэдийн 90 орчим хувь буюу 176 мянган өрхөд сайжруулсан зуух тараасан хэдий ч зарим хороодод сайжруулсан зуухны хэрэглээ 20 хувьд ч хүрэхгүй байна. Агаар бохирдуулагч дөрвөн эх үүсвэрийг төлөөлөн иргэд, ААН-үүд жилд дунджаар улсад 22 тэрбум төгрөгийн төлбөр төлдөг.

III. Агаарын бохирдлын судалгаа

А. Тэглэсэн цагаар бий болж буй агаарын бохирдлын хэмжээ: МҮОНРТ-ийн орчим, 7 хоногийн дундаж (2/15-2/22) мкг/м³.

Хүснэгт 1

Цаг	Агаарын дундаж температур	Том ширхэглэгт тоосонцор /PM10/	Нарийн ширхэглэгт тоосонцор /PM2.5/
21-22	-16°C	517	462
22-23	-16.3°C	282	258
23-00	17.6°C	291	266
00-01	18°C	190	245
01-02	19.5°C	178	200
02-03	19°C	114	154
03-04	19.2°C	121	100
04-05	20°C	100	92
05-06	20.2°C	95	45

Цаг	Нүүрстөрөгчийн дутуу исэл /CO/	Хүхэрлэг хий /SO2/	Азотын давхар исэл /NO2/
21-22	8377	153	96
22-23	3902	107	75
23-00	3839	99	75
00-01	5011	277	72
01-02	4015	252	70
02-03	3021	200	65
03-04	3017	94	50
04-05	4011	103	45
05-06	5187	121	62

7 хоногийн дунджаар хоногийн хамгийн их агаарын бохирдолтой байдаг цаг нь 21 цаг. ЦЭХ-ний шөнийн тариф тэглэсэн цагуудаас хамгийн их агаарын бохирдолтой байдаг цаг нь мөн 21 цаг. Дээрх ажиглалтын үр дүнд 17 цагаас эхлэн агаарын бохирдол хуримтлагдан 21 цагийн үед хамгийн их хэмжээнд хүрдэг нь ажиглагдсан. Үүнээс үзэхэд 21.00-06.00 цаг хүртэл ЦЭХ-ний тарифыг тэглэсэн нь агаарын бохирдлыг эрс бууруулахад төдийлөн нөлөө үзүүлэхгүй байгаа юм.

Б. Агаарын чанарын индекс

Хүснэгт 2

Индексийн тоон үзүүлэлт	Агаарын чанар
0 ~ 50	Цэвэр
51 ~ 100	Хэвийн
101 ~ 250	Бага зэргийн бохирдолтой
251 ~ 400	Дунд зэргийн бохирдолтой
401 ~ 500	Их бохирдолтой
501 ~	Маш их бохирдолтой

В. ЦЭХ-ний шөнийн тарифыг тэглэснээс хойших агаарын бохирдлын хэмжээний судалгаа (2017 оны 1 сард өмнөх оны 1 сараас 4.1 хэмээр дулаан байсан).

Хүснэгт 3

Бодисын нэр (БН)	Стандарт хэмжээ	Хамгийн их хэмжээ			
		2016	2017	Зөрүү	
Хүхэрлэг хий (SO ₂)	0.020	0.257	0.270	-0,013	
Азотын давхар исэл (NO ₂)	0.040	0.160	0.171	-0,011	
Тоос жилт	PM ₁₀	0.100	0.872	0.738	0,134
	PM _{2,5}	0.050	0.641	0.539	0,102
Нүүрстөрөгчийн дутуу исэл (CO)	10.000	10.81	14.05	-3,697	
Озон (O ₃)	0.100	0.057	0.610	-0,553	

БН	Стандарт хэмжээнээс давсан тохиолдол			Агаарт байсан дундаж хэмжээ		
	2016	2017	Зөрүү	2016	2017	Зөрүү
SO ₂	192	179	13	0.074	0.076	-0,002
NO ₂	220	186	34	0.068	0.066	0,002
PM ₁₀	265	276	11	0.224	0.221	0,003
PM _{2,5}	172	174	-2	0.204	0.198	0,006
CO	5	8	-3	3.059	2.955	0,104
O ₃	-	86	86	0.013	0.017	-0,004

Хэрэглэгч (тоо)	Хугацаа	Хэмнэлт	
		1 өрхийн хэмжээнд	Нийт өрхийн хэмжээнд (сая. ₮, мян. кг)
5 ханатай монгол гэр	Өдөрт	1500₮	98.5₮ (854.1кг нүүрс)
	Сард	45,000₮	2,956.5₮ (25,6 кг нүүрс)
	3 сард	135,000₮	8,869.5₮ (76,8 кг нүүрс)
Амины орон сууц	Өдөрт	1500₮	120.4₮ (1,043.9 кг нүүрс)
	Сард	45,000₮	3,613.5₮ (31,3 кг нүүрс)
	3 сард	135,000₮	10,840.5₮ (93,9 кг нүүрс)
Нийт			Σ26,499₮ (229,6 кг нүүрс)

Улаанбаатар хотын 2017 оны 1 дүгээр сарын агаарын чанарыг агаар бохирдуулах бодис тус бүрээр хүснэгт 3-г харууллаа. 2017 оны 1 дүгээр сард хэмжигдсэн агаар бохирдуулах бодисын сарын дундаж агууламжийг 2016 оны 1 дүгээр сартай харьцуулахад PM10 тоосонцрын дундаж агууламж 3 мкг/м³-ээр буюу 1%-аар, PM2.5 тоосонцрын дундаж агууламж 15мкг/м³-ээр буюу 8%-аар, азотын давхар исэл NO₂-ийн дундаж агууламж 3 мкг/м³-ээр буюу 5%-аар тус тус их байсан бол хүхэрлэг хий SO₂-н дундаж агууламж 19 мкг/м³-ээр буюу 24%-аар бага байсан байна.

IV. Гэр хорооллын айл өрхийн ДЭХ-ний зардлын судалгаа

А. Хоёр тарифт тоолууртай хэрэглэгчийн ДЭХ-ний зардлын тооцоо:

Энэхүү тооцоонд журам батлагдсанаар гэр хорооллын хэрэглэгч нь цахилгаан халаагуур худалдан авснаар ДЭХ-ний зардалд гарах өөрчлөлтийг тусгасан.

Хүснэгт 4

Хэрэглэгч (тоо)	Хугацаа	Журам батлагдахаас өмнөх ДЭХ-ний зардал (дунджаар)	Журам батлагдсны дараах ДЭХ-ний зардал (дунджаар)
5 ханатай монгол гэр (65,700)	Өдөрт	3000₮ (2 шуудай нүүрс)	1500₮ (1 шуудай нүүрс)
	Сард	90,000₮	45,000₮
	3 сард	270,000₮	135,000₮
Амины орон сууц /40м ² / (80,300)	Өдөрт	7500₮ (5 шуудай нүүрс)	6000₮ (1 шуудай нүүрс)
	Сард	225,000₮	180,000₮
	3 сард	675,000₮	540,000₮
Нийт			

Үүнд: 20 м² хүртэлх талбайг халаах хүчин чадалтай **цахилгаан халаагуурын** зах зээлийн хамгийн доод үнэ: **45000 ₮**.

Энэхүү цахилгаан халаагуурыг ашигласнаар гэр хорооллын хэрэглэгчийн хувьд сар бүр 45,000 ₮-ийн хэмнэлт гаргаж байна. Энэ хэмнэлтээр анхны хөрөнгө оруулалтаа 1 сарын дотор нөхөх бөгөөд цаашид сар бүр 45000 ₮-ний хэмнэлт гарна.

Б. Энгийн тоолууртай хэрэглэгчийн ДЭХ-ний зардлын тооцоо:

Энгийн тоолууртай гэр хорооллын хэрэглэгчид нь шөнийн тариф тэг болгох урамшуулалд хамрагдахын тулд хоёр тарифт тоолуурыг худалдан авч суурилуулах шаардлагатай. Суурилуулахад:

Хүснэгт 5
(мян.төг)

Тоолуурын анхны хөрөнгө оруулалт	Объект	Цахилгаан халаагуур	Тоолуур	Нийт	Эргэх төлөгдөх хугацаа
	Байшин	2*45₮	80₮	170₮	3 сар 21 хоног
Гэр	45₮	80₮	125₮	2 сар 21 хоног	

Анхны хөрөнгө оруулалтаа байшинтай айл 3 сар 21 хоногт, гэртэй айл 2 сар 21 хоногт нөхөж цаашдаа сар бүр 45000₮-ний хэмнэлттэй.

III. ЦЭХ-ний шөнийн тарифыг хөнгөлөх шийдвэрийн эдийн засгийн үр ашиг

ЦЭХ-ний шөнийн тарифыг тэглэхэд улсын төсвөөс 30 тэрбум төгрөг төсөвлөсөн. Хэрвээ ЦЭХ-ний шөнийн тарифыг дараах байдлаар тооцох журам батлагдвал: (1.5 кВт-ын хүчин чадалтай цахилгаан халаагуур (ЦХ) хэрэглэнэ гэж үзвэл):

Хүснэгт 6

ЦЭХ-ний шөнийн тариф(77.1₮)	Нэгж өрхөд		
	ЦХ хэрэглэх нийт цаг	Гэр	Амины орон сууц
	9 цаг	13.5кВт.ц	27 кВт.ц
70%-ийн хөнгөлөлт (23.13₮)		312.255₮	624.51₮
80%-ийн хөнгөлөлт (15.42₮)		208.17₮	416.34₮

Нийт өрхөд(хоногийн ЦЭХ-ний төлбөр)		
Гэр(49,500)	Байшин(60500)	Нийт
312.255₮	624.51₮	37,782,855₮
208.17₮	416.34₮	25,188,570₮

2 тарифт тоолууртай 110 мянган хэрэглэгчийн шөнийн тарифыг 4 сарын хугацаанд 70%-иар хөнгөлвөл “УБЦТС” ТӨХК-ний алдагдлыг нөхөхөд **4,534 сая ₮**, 80 %-иар хөнгөлвөл **3,023 сая ₮**-ийн төсвийн хэмнэлт гарна. Нөгөө талаар энэхүү хэмнэлтээр энгийн тоолууртай хэрэглэгчдийг 2 тарифт тоолуураар хангах боломжтой.

ДҮГНЭЛТ: ЦЭХ-ний шөнийн тариф тэглэх шийдвэрийн үр дүн

Энэхүү судалгаагаар ЦЭХ-ний шөнийн тарифыг тэглэснээр гэр хорооллын хэрэглэгчид нь дунджаар сар бүр **45000₮**-ийн хэмнэлт гаргах боломжтой гэсэн үр

дүн гарсан ба энэхүү журам нь хэрэглэгчдийн хувьд үр өгөөжтэй шийдвэр болсон.

Анхдагч нөөцийн хувьд айл бүр цахилгаан халаагуур хэрэглэснээр **229,658 тн нүүрсний хэмнэлт гарна**. Шуудай нүүрснээс 324.04 мкг/м^3 бохирдол ялгардаг ба 229,658 тн нүүрсийг хэмнэснээр агаарын бохирдол 3 сарын хугацаанд **2,233 мян.мкг/м³**-ээр буурах боломжтой.

ЦЭХ-ний шөнийн тарифыг тэглэснээр агаарын бохирдуулагч нүүрсний гаралтай химийн бодис болох хүхэрлэг хий SO_2 -ын дундаж агууламж 2017 оны 1 сарыг 2016 оны 1 сартай харьцуулахад 19 мкг/м^3 -ээр буюу **24%-аар буурсан** үзүүлэлттэй байна.

2 тарифт тоолууртай 110 мянган хэрэглэгчийн шөнийн тарифыг 4 сарын хугацаанд:

- 70 %-иар хөнгөлвөл “УБЦТС” ТӨХК-ний алдагдлыг нөхөхөд **4,534 сая ₮**,
- 80%-иар хөнгөлвөл **3,023 сая ₮**-ийн төсвийн хэмнэлт гарна.

Ашигласан материал

1. Д.Содномдорж “Цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлт” УБ. 2002 он
2. Ш.Даваахүү, С.Батхуяг “Эрчим хүчний салбарын эдийн засгийн үндэс”УБ. 2015 он
3. <http://ubedn.mn/>
4. <http://www.nso.mn/>
5. <http://www.ubstat.mn/>
6. <http://www.ub-air.info/>

ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТЭНД СЭРГЭЭГДЭХ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЭХ ҮҮСВЭР АШИГЛАХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

А.Буянхишиг*, М.Уранчимэг*, Д.Пунсалмаа*, Ч.Улам-Оргил*

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

Хураангуй: Эрчим хүчний хэмнэлтийн хууль батлагдан гарсантай холбогдуулан эрчим хүчээ хэмнэж, эрчим хүчний зардлаа бууруулах зорилгыг байгууллага бүр өөртөө тавин ажиллах шаардлагатай болсон. Энэ илтгэлийн хүрээнд өөрсдийн суралцдаг сургууль болох ШУТИС-II байрны дээврийн 1668 м^2 талбайд нарны панель байрлуулан тус байрны гэрэлтүүлгийг шийдвэрлэснээр эрчим хүч хэмнэх боломжийг судалсан.

Түлхүүр үг: Цахилгааны хэмнэлт, гэрэлтүүлэг, нарны панель, цахилгаан, цахилгааны зардал.

ОРШИЛ

Манай улс сэргээгдэх эрчим хүчний асар их нөөцтэй, үүнээс нарны эрчим хүчний нөөцийг ашиглах бүрэн боломжтой бөгөөд газар зүйн болон цаг агаарын нэн таатай нөхцөлд байрладаг юм. Ихэнх хүмүүс эрчим хүчийг чухал хэрэгтэй гэдэг боловч мэдлэг мэдээлэл

дутамагас яаж хэмнэж үр ашигтайгаар хэрэглэж болох талаар мэддэггүй. Эрчим хүч хэмнэх зорилгоор авч хэрэгжүүлсэн бүхий л арга хэмжээний өмнөх ба дараах хэрэглээнд хэмжилт буюу тооцоогоор гарсан эерэг үр дүнг эрчим хүчний хэмнэлт гэдэг. Энэ илтгэлд аливаа байгууллага өөрийн ашиглаагагүй орон зайд нарны панель суурилуулан цахилгаан үйлдвэрлэн өөрийн хэрэгцээний тодорхой хувийг хангаснаар эрчим хүчний зардлыг бууруулах боломжийг судалж, энэ нь эдийн засгийн хувьд тухайн байгууллагад ямар үр ашигтай болохыг тодорхойлохыг зорьсон болно.

1. Нарны эрчмийн тухай ойлголт

Нарны зай буюу нарны элемент нь хагас дамжуулагчийн нэг төрөл бөгөөд гэрлийн энергийг цахилгаан энергид шууд хувиргаж зай хураагуурыг цэнэглэх зориулалттай нарны цахилгаан төхөөрөмж юм. Энэхүү технологи нь анх 1954 онд Америкт нээгдсэн бөгөөд түүний дараа сансарын хиймэл дагуулд

ашиглаж байсан. Улмаар техник технологийн хөгжил нээлтийн үр дүнд гэрлийн энергээс цахилгаан энергид хувиргах коэффициент АҮК нэмэгдэж үнэ нь бууран ердийн айл өрхийн эрчим хүчний хэрэглээ болон тархсан. Нарны зай нь дэлхийн цаг агаарын дулааралтын гол шалтгаан болсон CO₂ ба хорт утаа хий үүсгэдэггүй цэвэр энергийн нэгэн төрлийн төхөөрөмж юм. Орчин үед хамгийн их хэрэглэгдэж буй нарны зай нь хагас дамжуулагч буюу цахиуран элементээр хийгдсэн нарны зай юм.

2. ШУТИС-ийн II байрны гэрэлтүүлгийн хэрэглээ, цахилгааны зардлын судалгаа

Судалгааны ажлын хүрээнд ШУТИС-II байр буюу 6 давхар барилгын цахилгааны хэрэглээг судлан гаргасан. Ингэхэд тус барилга доторхи чээлийн тэнхимүүд, лабараториуд, багш нарын өрөөнүүд, спорт заал, цайны газар, ариун цэврийн өрөөнүүд, коридорууд болон бусад зориулалтын анги тэнхимүүд багтана. Нийт анги тэнхимүүдийн гэрэлтүүлгийн гэрэлтэх хугацааг 2 хувилбараар авч үзэн тооцоолуудыг хийв. Тооцооны үр дүнг хүснэгт 1-д харуулсан. Ингэхдээ:

1. Тухайн анги тэнхимийн гэрэлтүүлгийг хичээлийн I-VIII цагийн турш байнга асаалттай байдаг (өдөрт 12 цаг тасралтгүй асдаг) гэж үзэж,
2. Тухайн анги тэнхимийн гэрэлтүүлгийг тухайн ангид хичээл орох хуваарьт цагаар асаалттай байдаг гэж үзэж тооцоог гаргасан.

Тооцоо хийсэн 1-р хувилбарын хувьд сарын цахилгааны зардал 1003842 төгрөг, 2-р хувилбарын хувьд 792520 төгрөгийн зардал гарч байгааг хүснэгтээс харж болно.

Хүснэгт 1.

Тооцооны харьцуулалт

Үзүүлэлтүүд	Нэгдүгээр хувилбар	Хоёрдугаар хувилбар
Гэрэлтүүлгийн тоо	983	983
Гэрэлтүүлгийн нийт чадал (Вт)	33830	33830
Ажлын 5 хоногт гэрэлтүүлгийн гэрэлтэх нийт хугацаа (цаг)	9960	8005.7
Ажлын 5 хоногт хэрэглэх цахилгаан хэрэглээ (кВт*цаг)	1953	1541.868
Сард хэрэглэх цахилгаан хэрэглээ (кВт*цаг)	7812	6167.472
Нэг сарын цахилгааны төлбөр ₮ (1кВт*цаг 128.5₮)	1,003,842	792,520
Хоногийн ачаалал (кВт*цаг)	391	310

2.1 Цахилгааны зардал хэмнэх боломж

Хичээлийн анги тэнхимүүдийн гэрэлтүүлэг нь хуваарьт цагаар бус байнга асаалттай байдаг болох нь судалгаа хийж байх явцад ажиглагдсан. Энэ нь цаанаа асар их мөнгө үр, ашиггүй зарцуулагдаж байгааг харуулж байна. Дээрх тооцооноос харахад нэг сард дундажаар 1,003,842₮-792520₮=211322₮-ний илүү зардал буюу огт үр ашиггүй зардал гарч байна. Энэ зардлын тооцоог хүснэгт 2-т харуулсан.

Хүснэгт 2

Зардлын тооцоолол

1 сард	Хагас жилд	1 жилд	5 жилд
211,322₮	1,267,931₮	2,535,864₮	12,679,320₮

Эрчим хүчний зардал гэх нэрийн цаана байгаль орчин, экологийн асуудал байнга дагалдаж байдаг. Бид хичээл орж буй анги тэнхимийнхаа гэрлийг гарахдаа тогтмол унтрааж заншснаар 1 жилд 2,535,864₮, 5 жилд 12,679,320₮ хэмнэх боломжтой бөгөөд ганц зардал хэмнээд ч зогсохгүй бид байгаль эх орноо хайрлан хойч үедээ үнэтэй хөрөнгө оруулалт хийх болно.

2.2. Нарны панелийн тооцоо

Нар ээх хугацаа нь тухайн газар нутгийн байршлаас хамаараад өдөр өдөрт өөр байдаг тул нарийвчилсан тооцоо хийхэд нилээд хүндрэлтэй. Тиймээс жилийн 4 улирал тус бүрийн нар ээх хугацааг дундажаар авч тооцоо хийсэн. Үүнд:

- Өвөл-9цаг,
- Хавар-10цаг,
- Зун-13цаг,
- Намар11 цаг нартай байна гэж үзэж тооцоог хийсэн.

Хүснэгт 3-т сонгож авсан нарны панелийн төрөл болон үйлдвэрлэх цахилгааны хэмжээг, хүснэгт 4-д шаардагдах нарны панелийн тоо хэмжээг тооцоолон гаргасан болно.

Хүснэгт 3

Панел-ийн төрөл	Өвөл 9 цаг (кВт*ц)	Хавар 10 цаг (кВт*ц)	Зун 13 цаг (кВт*ц)	Намар 11 цаг (кВт*ц)
260 Вт	2.34	2.6	3.38	2.86

Хоногийн ачаалалыг хамгийн ихдээ 400 кВт*цаг байхаар авч үзэн шаардагдах панелийн тоог тодорхойлъё:

Хүснэгт 4

Чадал	Өвөл шаардагдах хэмжээ (ш)	Хавар шаардагдах хэмжээ (ш)	Зун шаардагдах хэмжээ (ш)	Намар шаардагдах хэмжээ (ш)
260 Вт	171	154	119	140

Нар ээх хугацаа жилийн улирал тус бүр өөр өөр байдаг учраас шаардлагатай панелийн тоо улирал тус бүр өөр өөр гарна гэсэн үг. Өвлийн улиралд нар хамгийн бага хугацаагаар ээдэг тул илүү олон панель суурьлуулах шаардлагатай болно. Тиймээс бидэнд 260Вт-ын панель **171** ширхэг хэрэгтэй болно.

2.3. Нарны панелийн зардлын тооцоо

ШУТИС-ийн хичээлийн II байрны гэрэлтүүлгийн цахилгааны хэрэглээг нарны панелиар хангахын тулд панелийн налуужилтыг 60° байхаар тохируулж урд зүг рүү харуулан суурилуулахаар тооцсон. Нар дагах төхөөрөмж байхгүй учир сүүдэржилтийг маш сайн тооцож суурилуулах нь чухал. Нэг панелийн налуужилт 60° тул уг панелийн өөрийн эзлэх талбайг 50%

томруулсанаар хажуу панелиа сүүдэрлэхгүй байх боломж бүрдэнэ.

- ШУТИС-II байрны дээврийн талбайн хэмжээ 1668м²
- Суурилуулалтын зардал нийт зардлын 8-10% байдаг тул дундажаар 9%-р тооцож хүснэгт 5-6-д харуулсан.

Хүснэгт 5

№	Панелийн чадал	260 Вт
1	Талбай (м ²)	1.62
2	Налуужилт тооцсон талбай (м ²)	2.43
3	Суурьлуулж болох дээд хэмжээ (ш)	687
4	Шаардагдах хэмжээ (ш)	171
5	Панелийн нийт үнэ (₮)	92,340,000
6	Суурьлуулалтын зардал (₮)	8,310,600
7	Нийт дүн	100,650,600

Хүснэгт 6

Нийт зардлын тооцоо

№	Зардлын төрөл	Дүн (₮)
1	Нарны панелийн зардал	100,650,600
2	Инвертерийн зардал	500000
3	Цэнэг зохицуулагч	100,000₮
4	Цэнэг хураагуур	2,800,000₮
5	Кабель шугам	450,000
6	Цалингийн зардал (1 улирал)	750,000₮
7	Нийт зардал	105,250,600

2.4. Эргэн төлөлт, үр ашиг

Сард (1953 кВтц*4 долоо хоног) 7812 кВтц цахилгаан хэрэглэнэ гэсэн үг. Үүнийг мөнгөн дүнгээр илэрхийлбэл 7812кВтц*128.55₮/ кВтц=1003842 ₮ болно.

Хүснэгт 7

1 Сард	1 Жилд
1003842₮	12046104₮

$$ЭТХ = \frac{\text{Нийт хөрөнгө оруулалт}}{\text{Жилд гарах цахилгааны зардал}} = \frac{105250600}{12046104} = 8.73$$

8 жил 9 сард анхны хөрөнгө оруулалтаа нөхнө.

3. ДҮГНЭЛТ

ШУТИС-II байрны цахилгааны хэрэглээ нь сард 46692.6-58365.7кВт*цаг буюу 6,000,000-7,500,000₮-ийн хооронд хэлбэлзэлтэй гардаг бөгөөд энэ зардлын 12.5% буюу (6167 кВт*цаг) 792520 ₮ нь гэрэлтүүлгийн зардал эзэлдэг. Үүнийг нарны панелиар байгаль орчинд ээлтэйгээр шийдвэрлэх боломжтой. Мөн нарны панелийн ашиглалтын хугацаа 20 жил бөгөөд тооцоогоор тухайн төсөл нь 8 жил 9 сарын хугацаанд хөрөнгө оруулалтаа нөхөж чадах бөгөөд 8106682,7төгрөгний үр ашигтай байх ба мөнгөний цаг хугацааны үнэ цэнийг тооцсон үед эргэн төлөгдөх хугацаа 9 жил 3 сар гарсан нь эдийн засгийн хувьд үр ашигтай болох нь харагдаж байна.

Судалгаа хийж байх явцад хичээлийн анги тэнхимүүдийн гэрэлтүүлэг нь хуваарьт цагаар бус байнга асаалттай байдаг болох нь ажиглагдсан. Энэ нь цаанаа асар их мөнгө үр, ашиггүй зарцуулагдаж байгаа гэсэн үг. Тодруулбал нэг сард 211322 ₮-ний зардал огт үр ашиггүй зарцуулагдаж байгааг бөгөөд багш оюутнууд ашиглагдаагүй гэрлээ унтрааж хэвшвэл энэ зардал бас хэмнэгдэх боломжтой юм.

Ашигласан материал:

1. З.Цэрэндорж, Ц.Эрдэнэтуяа “Сэргээгдэх эрчим хүчний хэрэглээ ба энергийн хуримтлуур” УБ. 2016 он.
2. Ш.Даваахүү, С.Батхуяг “Эрчим хүчний салбарын эдийн засгийн үндэс” УБ. 2015 он.
3. “Эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэл”-УБ. 2016 он.
4. Ш.Гантөмөр-Цахилгаан шугам сүлжээ УБ 2014 он.
5. Ш.Гантөмөр-Цахилгаан станц, дэд станц УБ 2011 он Цаг үе сэргээгдэх эрчим хүч сэтгүүл №1,2.

БИОХИМИЙН ЛАБОРАТОРИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХЭВИЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААГ ХАНГАХ НЬ

А.Тулга*, Д.Пүрэвдаш*

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

Хураангуй. Биохимийн лабораторийн шинжилгээний үр дүн, шинжилгээний дотоод хяналт, үр дүнгийн зөрүүнд нөлөөлж буй хүчин зүйлүүд, тоног төхөөрөмжийн техникийн хүчин чадал, эд ангиудын ажиллах зарчим, шинжилгээний үр дүнд нөлөөлөх сөрөг нөлөөллүүдийг багасгаж найдвартай үйл ажиллагаагаар хангах талаар тусгав.

Түлхүүр үг: дотоод хяналт, биохимийн анализатор, гэрэл гүүлтүүр, гэрэл үүсгүүр.

ОРШИЛ

Монгол улсад биохимийн шинжилгээ хийдэг лабораториуд улсын болон хувийн өмчийн хэлбэрээр үйл ажиллагаа явуулж байна. Лаборатори бүр өөр өөр

Үйлдвэрлэгчийн, загвар маркаараа ялгаатай анализатор ашиглаж, шинжилгээ хийхдээ урвалж оношлуур бүрт тухайн үйлдвэрлэгчээс үр дүнгийн нарийвчлал болон хэлбэлзлийн хязгаарыг тогтоож өгсөн байдаг. Мөн шинжилгээг хийж байгаа лаборант болон лабораторийн эмчийн гар ажиллагааны явц, тоног төхөөрөмжийн үйл ажиллагаа, ашиглалт зэргээс хамаарч шинжилгээний хариу оновчтой бус гарах тохиодол байна. Тоног төхөөрөмжийн арчилгааг цаг тухай бүрт нь хийх засвар үйлчилгээ, цэвэрлэгээ, урвалж хадгалалт гэх зэргээс хамаарч шинжилгээний хариунд өөрчлөлт гарах боломжтой. Бүрэн автомат анализатор ашиглаж шинжилгээ хийж байгаа тохиолдолд эмч, лаборантын гар ажиллагааны алдаа харьцангуй бага бөгөөд анализаторт үйлчлүүлэгчийн мэдээллийг оруулж сорьцыг байрлуулах үүрэгтэй. Харин эмч, лаборант нь чанарын хяналтыг сайтар хийж байх үүрэгтэй. Биохимийн анализатор нь шинжилгээний сорьцыг урвалж бодистой урвалд оруулж өтгөрөлтийн коэффициентийг гэрэл шингээлтийн арга дээр үндэслэгдсэн төхөөрөмж юм. Ийм учир анализаторын гэрэл үүсгүүр болон гэрлийн шүүлтүүр нь хэрэгцээт тодорхой долгионы уртыг нэвтрүүлэн бусад долгионы урттай гэрлийг үл нэвтрүүлэх цонх нь хамгийн чухал хэсэг юм. Хувьсах болон тогтмол гүйдлээр ажиллах халоген гэрэл нь үйлдвэрлэгчээс тодорхойлж өгсөн ажлын хугацаатай байдаг ба эдэлгээний хугацаа дууссан ламп бүрэн шатахгүй асдаг ч эдэлгээний хугацаанаас үүдэн лампын шил нь харалсан байдаг учир тусгал муудаж хэрэгцээт хэмжээний гэрэл гаргах чадваргүй болсон байдаг. Өөрөөр хэлбэл сорьцыг хангалттай хэмжээний бус гэрлээр хэмжинэ гэсэн үг юм. Үүнээс шалтгаалж гэрэл шүүлтүүр нь үйл ажиллагааны элэгдэлд орж байдаг бөгөөд халоген гэрэл нь өөрөөсөө их хэмжээний дулаан ялгаруулж байдаг учир урт хугацааны ажиллагааны турш гэрлийн бөөмд цохиулан элэгдэлд орж байдаг. Үүнээс шалтгаалж оновчтой хэрэгцээт гэрлийн долгионы уртыг ялгах чадваргүй болж байгаа юм. Тоног төхөөрөмжийг ашиглалт болон урвалжыг үйлдвэрлэснээс хойш хугацаанд гарч байгаа урвалжын мэдрэг чанарын өөрчлөлт зэргээс хамаарч шинжилгээний үр дүн өөр гарч байна.

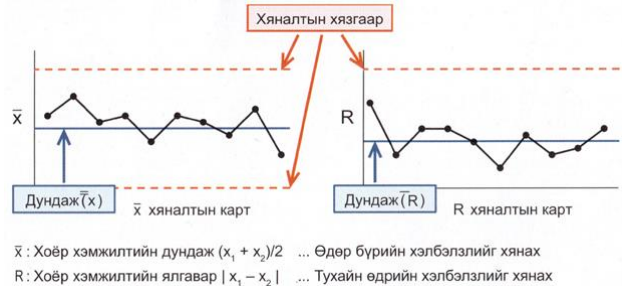
Шинжилгээний үр дүнд нөлөөлж буй хүчин зүйлс

Ус нь хангалттай ионгүйжүүлэгдээгүй байвал төхөөрөмжийн цэвэрлэгээ хангалтгүй хийгдэж проб, холигчоос урвалж, сийвэн бүрэн салалгүй шинжилгээ хийгдэж шинжилгээний ариун байдал алдагдан үр дүнд сөрөг нөлөө үзүүлэх юм. Мөн ихэнхи анализаторын куветъ хундага нэг удаа хэрэглэх зориулалттай байдаг ч цэвэрлэн ариутгаж дахин хэрэглэх тохиолдолд хундаганы ариутгагдсан байдал маш чухал юм. Анализатор нь хундага цэвэр байгаа эсэхийг мэдрэх функц нь 100% тодорхойлж чаддаггүй. Хундаганы шалгах хязгаараас гарсан хэсэгт бохир үлдэх эрсдэлтэй. Тиймээс нэг удаагийн хундага ашиглах болон хундаганы ариутгалд хяналт тавих нь зөв юм. Анализатор нь анх суурилуулах орчинг тодорхой зааж өгсөн байдаг. Бүх анализаторын инкубацийн температур нь 37 °C байдаг бөгөөд үүнээс илүү халуун эсвэл

хүйтэнд сорьц, урвалын хурдад нөлөөлөх нь шинжилгээний үр дүнгээс гадна анализаторын насжилтанд ч нөлөө үзүүлдэг. Үүнийг чанарын хяналтаар хянаж өөрчлөлт гарсан тохиолдолд шалтгааныг олж шийдвэрлэх хэрэгтэй.

Чанарын хяналтаар шинжилгээний үр дүнд тодорхойлох

Сүүлийн үед шинжилгээ хийдэг анализатор, оношлуурууд, хэмжилтийн систем сайжирсаар байгаа боловч ямар ч нөхцөлд нэг сорьцонд давтан шинжилгээ хийхэд яг адилхан үр дүн гарах магадлал ховор бөгөөд хэлбэлзлийг огт үгүй болгож болдоггүй.



Зураг 1. Чанарын хяналтын загвар

Чанарын хяналт хийж гарсан үр дүнгийг хэлбэлзлээс шалтгаалж $1S - 3S$ үнэлгээ өгнө.

Хяналтаар ямар нэг S үнэлгээ гараагүй тохиолдолд шинжилгээ сайн хийгдэж байна гэж үзнэ.

$1S$ – Үр дүнгийн оноолт бага зэргийг хэлбэлзэлтэй (шинжилгээ хийж болно) бөгөөд гарсан үр дүнгийн хэлбэлзэл хэвийн утгын 10 %-с хэтрэх ёсгүй.

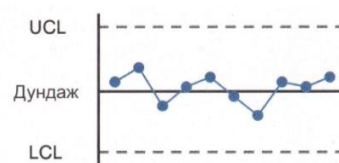
$2S$ – Үр дүнгийн оноолт хэлбэлзэлтэй (төхөөрөмж болон урвалжыг шалгаад дахин хяналт хийх шаардлагатай) бөгөөд гарсан үр дүнгийн хэлбэлзэл гол утгын 15%-с хэтрэх ёсгүй ба техник талын ажиллагаа болон урвалжын мэдрэг чанар зэргийг шалгаж дахин хяналт хийх хэрэгтэй.

$3S$ – Үр дүнгийн оноолт аюултай түвшинд хүрсэн (шинжилгээ хийж болохгүй) буюу гарсан үр дүнгийн хэлбэлзэл 15 %-с дээшгарсан тохиолдолд төхөөрөмжийн ажиллагаа, урвалжын чанар зэргийг сайтар шалгаж тохиргоо хийн дахин хяналт хийх шаардлагатай.

Хяналтаар ямар нэг S үнэлгээ гарахгүй үр дүн гаргаж байвал шинжилгээ маш чанартай сайн хийгдэж байна гэж үзэж болох юм.

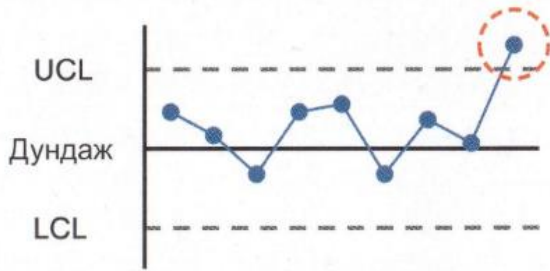
Хэмжилтийн систем дэх хэлбэлзлийг чанарын дотоод хяналтаар шалгах

Чанарын дотоод хяналт нь клиник лаборатори ямар нэгэн алдаагүй ажиллах нөхцлийг бий болгодог. Чанарын дотоод хяналтын үед чанарын хяналтын материал эсвэл өвчтөний сорьцыг давтан шинжлэх аргыг ашигладаг. Аль аль арга нь давуу болон сул талтай.



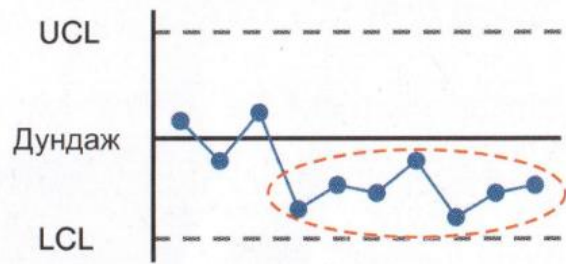
Зураг 2. Тогтвортой

Хэмжилтийн дүнгүүд ямар нэгэн хазайлтгүй байгаа нь хэмжилтийн систем тогтвортой байгааг илтгэж байна.



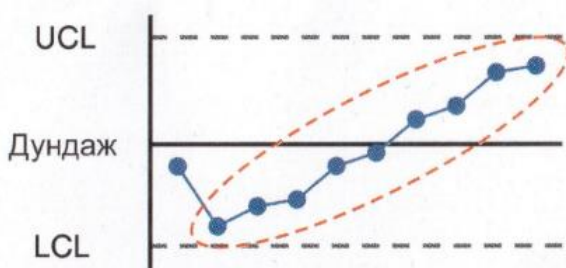
Зураг 3.Хяналтаас гарсан

Хэмжилтийн системд алдаа гарсныг илтгэх тул шалтгааныг олж засах шаардлагатай.



Зураг 4. Хазайлттай

Хэмжилтийн дүнгүүд хяналтын хязгаар дотор байх боловч нэг тийш хэлбийсэн буюу 6-7 удаагийн дүн дундаж нэг талд дараалсан байна.

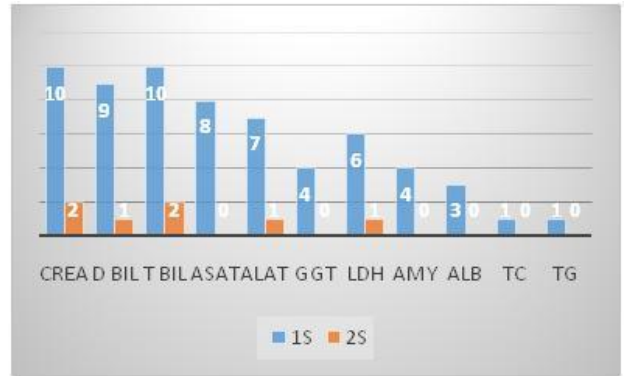


Зураг 5. Тогтвортой

Хэмжилтийн дүн хяналтын хязгаар дотор байх боловч 7 дээш удаагийн дүн дундаж шугамын хоёр талд ээлжлэн гарсан байна.

Хяналтын үр дүнгийн хэлбэлзлийн судалгаа

Нэг жилийн хугацаанд хийсэн чанарын дотоод хяналтын үр дүнгээс хамгийн олон удаа 1S ба 2S үнэлгээ авсан үзүүлэлтүүдийг сонгон авч ямар шалтгаанаас хэлбэлзэл өндөр гарч байгаа талаар судалгаа хийлээ. Дараах судалгаа нь нэг жилийн хугацаанд буюу 14 хоногт нэг удаа, нийт 22 удаагийн дотоод хяналтын үр дүнгээс сонгон авсан болно.



Зураг 6. 1S ба 2S хэлбэлзлийн үнэлгээ авсан шинжилгээний нэр төрлүүд

Дээрх графикаас харвал элэг, бөөрний шинжилгээ нь 22 удаагийн хяналтын тал хувьд нь хяналтаас гарсан байдалтай байна. Бусад дурдагдаагүй нэр төрлийн шинжилгээ хэлбэлзлийн хяналтаас гарч S үнэлгээ аваагүй хэдий ч хяналтын зөвшөөрөгдөх хэлбэлзлийн хэмжээн дотроо хазайлттай эсвэл тогтвортой байгаа эсэхийг харах боломжгүй байна. Эндээс хархад дээрх нэр төрлийн үзүүлэлтүүд хамгийн олон удаа 1S буюу бага зэргийн хэлбэлзэлтэй гарч Креатини, Шууд билирубин, Нийт билирубин, АЛАТ, ЛДГ үзүүлэлтүүд 2S буюу дахин хяналт хийх хэмжээний хэлбэлзэлтэй гарсан байна. Жилийн хугацаанд хийсэн дотоод хяналтаар 3S зэргийн хэлбэлзэл гараагүй хэдий ч урвалж бодис дуусан шинэ урвалж ашиглаж эхлэх үед шинээр тохиргоо (calibrate) болон хяналт хийдэг учир лабораторийн ачаалал урвалжийн дуусалт зэргээс хамаарч шинэ урвалжийн тохиргоо хийгдэх хугацаа тодорхойгүй юм. Дотоод хяналтын зөрүү гарч байгаа хүчин зүйлүүдэд:

1. Гэрэл үүсгүүр болон гэрэл шүүлтүүрийн ачаалал
2. Тохиргоо (calibrate) хэр үнэн зөв хийгдсэн байдал
3. Ионгүйжүүлсэн усны чанар
4. Урвалж бодисын чанар зэрэг хүчн зүйлүүд нөлөөлж байна.

Үүнээс гадна АСАТ, АЛАТ, нийт ба шууд билирубин зэрэг шинжилгээнүүд нь гэрэл шүүлтүүрийн 340 нм урттай гэрэл ашиглаж хэмжилт хийдэг бөгөөд эдгээр шинжилгээнүүд нь жилд үйлчлүүдэгчдэд хийж байгаа тоогоор хамгийн их үзүүлэлт нь юм. Тиймээс 340 нм урттай гэрэл шүүлтүүр нь анализаторт хамгийн ачаалалтай ажилладаг гэрэл шүүлтүүр болж байгаа юм. Дээр дурдсаны дагуу гэрэл шүүлтүүр болон гэрэл үүсгүүр нь урт хугацааны ажиллагаанд өндөр халдаг халоген гэрэл ба гэрэл шүүлтүүр хурдан элэгдэлд орж байгааг ажиглаж болох юм. Үүний дараагаар ГГТ, ЛДГ, Амилаз зэрэг үзүүлэлтүүд нь 405 нм урттай гэрэл ашиглаж хэмжилт хийж байгаа бөгөөд дээр дурдсан нэр төрлийн шинжилгээний дараагаар орох ачаалалтай ажиллаж буй гэрэл шүүлтүүр юм.

ДҮГНЭЛТ

Судалгаанаас үзэхэд 22 удаагийн дотоод хяналтаас элэг, бөөрний шинжилгээнүүд нь 8-10 удаа зөвшөөрөгдөх хэмжээний хязгаараас гарсан байгаа ба эдгээр шинжилгээнүүд нь үйлчлүүлэгч нарын хамгийн

их өгдөг шинжилгээнүүд учир үүнийг дагаад анализаторын 2 – 3 төрлийн гэрэл шүүлтүүр харьцангуй илүү их ачаалалтай ажиллаж бусад гэрэл шүүлтүүрээсээ хурдан элэгдэлд орж үр дүнгийн хэлбэлзэл илүү гаргаж байна. Холестрин болон триглицеридын шинжилгээ нь 22 удаагийн хяналтаас нэг удаа 1S зэргийн хэлбэлзэлтэй гарсан нь ямар нэг гар ажиллагааны болон урвалж бодисын чанараас хамаарсан санамсаргүй хэлбэлзэл байж болох юм. Бусад олон удаагийн хэлбэлзэлтэй гарсан шинжилгээнүүд зөвхөн гэрэл шүүлтүүрээс гадна урвалж бодисын болон ионгүйжүүлсэн усны чанартай холбоотой байж болох юм. Ямар нэг шинжилгээ хийгдээгүй анализаторын сул зогсолтын үед анализаторын гэрэл үүсгүүр тасралтгүй ажиллаж байгаа

нь халоген гэрлийн насжилтанд сөрөг нөлөөтэй тул аппарат сул зогсож байгаа үед унтрааж байвал анализаторын ажиллагаанд эерэг нөлөөтэй гэж үзэж байна.

Ашигласан материал

1. Sysmex“Чанарын хяналтын тухай гарын авлага” Улаанбаатар хот 2011 он.
2. Ж.Нарангэрэл“Чанарын хяналт – Алдааг илрүүлэх”Улаанбаатар хот.
3. “Чанарын дотоод хяналтын стандарт”Улаанбаатар хот 2015 он.
4. http://inspection.gov.mn/info/images/1.MHEG/check_lists/2015024.51_toot_tushaal/3.28_Emmelzuin_laborat_oriin_bioayulgui_ajillagaa_shalgah_hh_2015.pdf.

15кВ-ЫН ЦДАШ-ЫН ТУЛГУУРЫН ХИЙЦИЙГ ӨӨРЧИЛСӨНӨӨР ГАРАХ ҮР ДҮН

Э.Мөнх-Од*, Г.Ууганбаяр*, Л.Хулан*, М.Баттулга*, Ц.Батчимэг*

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

Хураангуй. 15кВ-ын цахилгаан дамжуулах агаарын шугаманд шувуунаас үүдэлтэй тасралт их байдаг. Шувуу нь ЦДАШ-ын тулгуур дээр суух болон нисэхдээ фазын утас болон газар хооронд дамжуулагч болон тасралтыг бий болгож байна. Тулгуурын хийцээс хамаарч Тиймээс уг тасралтаас урьдчилан сэргийлэхийн тулд тулгуурын хийцийг өөрчилсөн. Тулгуур тулгуурын хийцийг өөрчилснөөр тасралт хэрхэн өөрчлөгдсөнийг тусгасан болно.

Түлхүүр үг: 15кВ-ын ЦДАШ, тасралт, шувуу, тулгуур, хийц.

1. ОРШИЛ

Монгол улс хамгийн анх 2002 онд Дундговь аймгийн Дэлгэрхангай сумын төвийг 15 кВ-ын хүчдэлтэй 58,8км урт шугамаар цахилгаан эрчим хүчээр хангаж, 15кВ-ын хүчдлийн түвшин нэвтрүүлснээс хойш одоогийн байдлаар тус бүс нутагт 16 сумын 878,07км (ЦДАШ), 38 дэд станцыг ашиглалтанд оруулан ашиглаж байна. 2002 оноос хойших 15кВ-ын (ЦДАШ)-ын ашиглалтаас харахад тархмал байдалтай бага хэрэглээтэй хөдөө орон нутгийн хэрэглэгчдийн цахилгаан эрчим хүчээр хангахад хамгийн тохиромжтой техникийн шийдэл болсон.

Эрчим хүчний тоноглолуудад гарч буй нийт гэмтлийн 80 орчим хувь нь цахилгаан дамжуулах агаарын шугам дээр гардаг гэсэн судалгаа байдаг. 15кВ (ЦДАШ)-д гарах тасралтын тоо нь бусад агаарын шугамуудтай харьцуулахад олон байна. Энэ нь дотроо шувуунаас үүдэлтэй тасралт ихэнх хувийг эзэлж байна. 15кВ (ЦДАШ) нь гүн газардуулсан

шугам сүлжээ гэдгээрээ 10кВ болон 35кВ (ЦДАШ)-аас ялгаатай юм.Шувуу суух болон нисэх үедээ тулгуур болон фазын утас хооронд далавчаараа хүрсэний улмаас шугамд газардлага гарах, богино залгаа үүсэх явдал их гарч байгаа нь шугамын найдвартай ажиллагаа болон экологид сөрөг нөлөө үзүүлж байна. Шувуунаас үүдэлтэй энэхүү тасралтыг бууруулахын тулд шувуу үргээгч, зориулалтын шувуу суугч зэрэг аргуудыг ашигласан боловч тасралтын тоо буураагүй учир тулгуурын загварыг өөрчлөх арга хэмжээг авч байгаа бөгөөд энэхүү аргыг хэрэглэсэнээр гарах үр дагаварын талаар дурьдах болно [2].

2. Онол, судалгааны хэсэг

15кВ-н ЦДАШ-ын гэмтэл, түүний онцлог:

15кВ-н шугамын ашиглалтын явцад тухайн шугаманд гарч буй тасралтын тоо нь их байгаа бөгөөд тасралтын дийлэнх шалтгаан нь цаг уурын болон шувуунаас шалтгаалсан тасралт байна. Өндөр хүчдлийн 15кВ-н тулгуурууд нь хээрийн махчин шувууд үүрлэхэд төдийгүй идэш бологч амьтдаа алсаас ажиглах, нүүдлийн үедээ сууж амрахад тохиромжтой биет мөн боловч бүтэц, хэлбэрийн дутагдалтай байдлаас үүдэн махчин шувуудын хүчдэлд цохиулан олноор үрэгдэх шалтгаан болдог.

Дутуу түгээсэн эрчим хүч:

Дутуу түгээсэн эрчим хүч нь түгээх компаний болон хэрэглэгч талуудад аль алинд нь хохирол учруулдаг. Иймд тасралтаас үүдэн гарах дутуу түгээсэн эрчим хүчийг багасгах буюу шугамын тасралт болон гэмтлийг багасгах нь эдийн засгийн хувьд өндөр үр ашигтай юм.

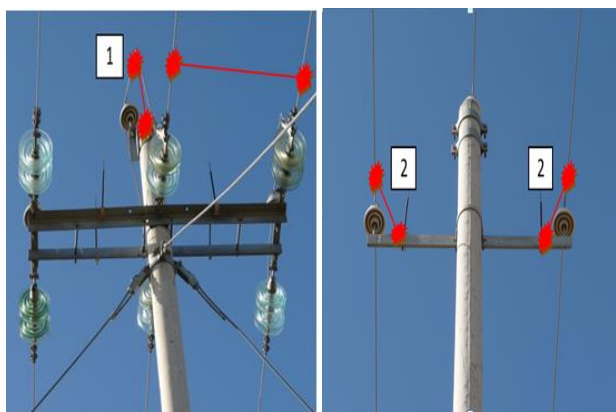
Дутуу түгээсэн эрчим хүчийг дараах томъёогоор олно.

$$E=U*I*\cos\phi*1.73*t \quad (1)$$

- E-дутуу түгээсэн цахилгаан эрчим хүч
- U тасарсан хүчдэл
- I хэлхээгээр гүйж буй гүйдэл
- Cosφ-чадлын коэффициент
- t-тасарсан хугацаа

Уг томъёоноос харахад хугацаа (t) ихсэх тусам дутуу түгээсэн цахилгаан эрчим хүч шууд нэмэгдэх нь харагдаж байна.

Тас бүргэд гэх мэт том биетэй шувууд хүчдэлтэй хоёр утасыг далавчаараа холбосны улмаас хүчдэлд цохиулж эндэнэ. Гэхдээ энэ нь 15кВ-н шугамд харьцангуй ховор тохиох үзэгдэл бөгөөд энэ тохиолдолд шувууны бие ихээр түлэгдэнэ.



Зураг 1. Шувуунаас үүдэлтэй тасралтын цэгүүд

Харин том нөмрөг тас 100см бол, хамгийн жижиг нь бүжимч чогчиго 15см байна. Биеийн урт 5см-ээс бага шувууны хувьд хүчдэлд цохиулж эндэх боломж алга. Харин 15см-ээс дээш биеийн урттай зүйлүүдийн хувьд хүчдэлд цохиулж эндэх магадлал харьцангуй өндөр. Хүчдэлд цохиулж эндсэн шувуудын биеийн урт ба бодгалийн тооны хооронд хамаарал маш бага өөрөө хэлбэл 15см-ээс дээш биеийн урттай шувуудын хувьд хүчдэл цохиулж үхэх нь биеийн уртаас үл хамаарна.

Өндөр хүчдэлд цохиулж эндсэн нийт 13 зүйлийн өдөр болон шөнийн махчин шувууд багтжээ. Хүчдэлд цохиулж эндсэн шувуудын дотор махчин шувуу 207 бодгал (64,1%) харин бусад шувуу 116 бодгал (35,9%) байна. Олон улсын байгаль хамгаалах холбооны улаан номын ангилалаар ховор зүйлүүд нийт махчин шувууны дотор 31% хүрч байгаагаас үзвэл 15кВ-н шугам нь ховор болон ховордож буй махчин шувуудад их сөрөг нөлөөтэй болно.

Тасралтыг багасгах талаар авч байсан арга хэмжээ ба үр дүн:

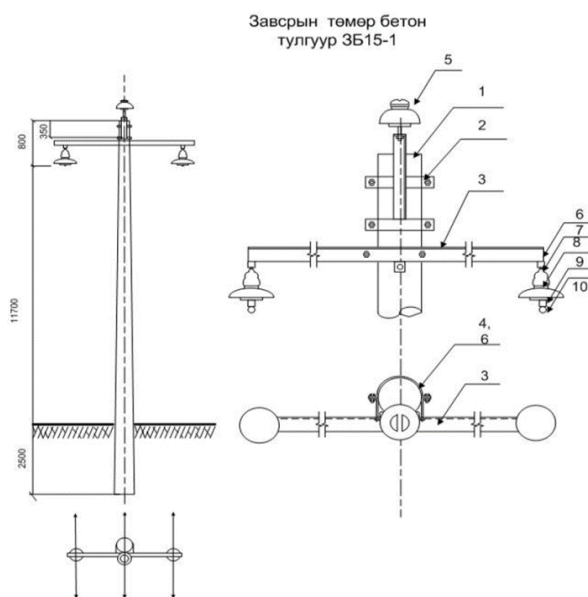
- Холбогдох эрчим хүчний байгууллагууд 15кВ-ын шугамд шувууны үхэл их байгааг харгалзаж өндөр хүчдлийн шугамыг

шувуунаас хамгаалах зорилготой хуванцар суурьтай хадаасыг төмөр хөндлөвч дээр байрлуулжээ. Энэхүү хамгаалах арга хэмжээ нь үр дүнтэй биш болохыг “хадаастай шонгийн шувуудын үхэл нь хадаасгүй шонгоос их байсан” судалгаа баталсан.

- Сэнс ба шувуу үргээгчийг өргөн ашигладаг цаг хугацааны явцад сэнсний рольк эвдрэлд ордог харин шувуу үргээгч нь өвөл хаврын улиралд дээр нь цас тогтож шувуу фазруу ойртох үндсийг бий болгодог.
- “БЗӨБЦТС” ТӨХК нь траверс болон дамжуулагчийн багахан хэсгийг тусгаарлагчаар бүрсэн. Энэ тоноглол нь цаг хугацааны явцад нар, бороо, салхинд хуучралд орж алга болдог [4, 6].

Шийдвэрлэхээр авсан загвар:

Адаацаг 15кВ-н агаарын шугам нь жилд дундажаар 16 тасардаг бөгөөд хамгийн багадаа 8 удаа, ихдээ 29 удаа тасарч жилд дундажаар 30-51 шувуу түүний 8-12 нь шонхор хүчдэлд орж үхдэг байсан. Эдгээр шувууд нь ихэвчлэн анкер тулгуурын 1-р фазын давуулга ба тулгуурын орой хоёрын хооронд хүчдэлд орсон байсан.



№	Хийцийн нэр	Хэлбэр	нэгж	Тоо	Ф 190/350 тулгуур		Тайлбар
					Нэгж хунд	Хвнд. кг	
1	Тулгуур	15 м	ш	1			
2	Толгой	ЛЭМН175_ЭМНМ000950	ш	1	6,83	6,83	
3	Хөндлөвч	L75x6x1700	ш	1	11,71	11,71	
4	Хөндлөвч бэхлэгч	Ф16/660	ш	1	1,04	1,04	
5	Хөндийрүүлэгч	P-15T	ш	1	3,3	3,3	
6	Хавчаар	Z-7	ком	4	0,1	0,4	
7	Эзэмэг	Q-7	ком	4	0,05	0,3	
8	Хөндийрүүлэгч	ПС-70	ш	2	3,5	7	
9	Нэг мөртэй чихэвч	W-7	ш	2	0,4	0,5	
10	Задардаг хавчаар	У1-7-16	ш	2	0,4	0,4	

Зураг 2. 15 кВ-ын цахилгаан дамжуулах шугамын дүүжин тусгаарлагатай загвар

Зураг 2-т үзүүлсэн “Дүүжин тусгаарлагчтай загвар”-ыг товч тайлбарлая. Цахилгаан дамжуулах шугамын дунд фазын дамжуулагчийг барих үүрэгтэй тулгуурын дээд хэсгийг хэвээр үлдээж хөндлөвч (3)-ыг тулгуурын оройн төгсгөлөөс 350 мм-д байрлуулна. Хөндлөвч (3)-ын хоёр талын үзүүрт хавчаар (6) болон ээмэг (7)-оор дамжуулан хөндийрүүлэгч (8) буюу ПС-70 маягийн дүүжин тусгаарлагчийг дүүжилнэ. Дүүжин тусгаарлагчид нэг мөртэй чихэвч (9), задардаг хавчаар (10)-ыг бэхлэж дамжуулагч утсыг барьж тогтооно [1, 3]

Нэг хэсэг шугамыг өөрчилснөөр гарсан үр дагавар:

2015 оны 10-р сард ЭХЯ-ны зөвшөөрлөөр Дундговь аймгийн 35/6кВ-н Тэвшийн-Говь ДС-аас тэжээгддэг 86км, Адаацаг 15кВ-ын ЦДАШ-ын хийцийг дүүжин тусгаарлагчтай загвараар өөрчилсөн (зураг2). Тус шугамыг өөрчлөх үед трассын дагуу шинэхэн үхсэн бололтой 12, хуучин 39 шувууны сэг нийт 51 шувуу тулгуурын доор байсныг цэвэрлэсний 12 нь шонхор шувуу байсан.

2015 оны 10-р сараас 2016 оны 10-р сарын 4-ний хооронд нийт 13 удаа тасарч 18 шувуу хүчдэлд орж үхсэн. **Үүнд:**

2016 оны 9-р сарын 4-9 хүртэлх өдрүүдийн хооронд Адаацаг 15кВ-н ЦДАШ-н тулгуурын хийц будах их засварын ажил хийгдсэн. Засварын ажлын явцад үзлэг хийхэд нийт 18 шувуу хүчдэлд орж үхсэний 4 нь эдлэг шонхор, 4нь цагаан элэгт, 10нь хэрээ шувуу байсан [5].

ДҮГНЭЛТ

Цахилгаан эрчим хүч үйлвэрлэгчдийн хувьд хамгийн гол зорилго нь хэрэглэгчдийг чанартай цахилгаан эрчим хүчээр найдвартай хангах явдал юм. Үүний тулд гэмтлийг шийдвэрлэх нь нэн тэргүүний асуудал билээ. Дээрхи судалгаанд шувуунаас үүдэлтэй гарсан гэмтлийг бууруулахын тулд маш олон арга хэмжээ авсан нь харагдаж байгаа ч эдгээр аргууд нь төдийлэн сайн үр дүнд хүрээгүй байна. Харин тулгуурын хийцийг өөрчилөөд 1 жилийн нүүр үзэж байгаа бөгөөд шинэчлэл хийснээс хойш тасралт болон хүчдэлд орж үхсэн шувууны тооноос харахад тасралтын тоо дундаж тасралтаас 10 хувиар, үхсэн шувууны тоо 40-65 хувиар буурсан. Судалгаанаас үзэхэд монгол улсад ашиглагдаж байгаа 15кВ-ын 4279км цахилгаан дамжуулах агаарын шугамаас 86 км агаарын шугамын хийцийг өөрчлөхөд жилд 4-8 шонхор шувуу хамгаалсан байна. Монгол улсын хэмжээнд 15кВ-ын агаарын шугаманд бодитоор жилд 400 орчим эдлэг шонхор үхдэг бөгөөд 15 кВ-ын цахилгаан дамжуулах шугамыг бүрэн шинэчилбэл жилд 150-250 орчим болтлоо буурах юм. Мөн эдлэг шонхор шувууны эндэгдэл 37.5-62.5 хувиар

буюу 50 хувиар буурах юм. 1998-2005 оны хооронд хийсэн судалгаагаар манай улсад 6000-18000 шонхор шувуу байдаг гэсэн тоо бий. Энэхүү судалгаа хийснээс хойш даруй арван жил өнгөрсөн байна. Мэдээж энэ тоо цөөрсөн байх. Энэхүү өөрчлөлтийг хийвэл шонхор шувууны эндэгдлийг бууруулаад зогсохгүй тоо толгойг өсгөх нь харагдаж байна. Мөн 2016 оны улсын үнэлгээгээр 1 эдлэг шонхор шувуу 12 сая төгрөг гэж тооцвол өөрчлөлт хийснээр жилд 1.8- 3 тэрбум төгрөг хэмнэнэ. Мэдээж хэрэг шувууны эндэгдлийн бууралтыг дагаад тасралт болон дутуу түгээлтийн эрчим хүч буурах бөгөөд өөрчлөлтийг хийвэл эрчим хүчийг 5-10 хувиар хэмнэх боломжтой нь судалганаас харагдаж байна [7].

Ашигласан материал:

1. “БЗӨБЦДС” ТӨХК 2009-2014 оны тасралтын судалгаа.
2. Эрчим хүч & engineering 2006(45).
3. “Ногоон эрчим хүч 2015” бакалавр, магистр, доктор оюутны эрдэм шинжилгээний бага хурлын илтгэлүүдийн эмхэтгэл. 2015он.
4. Гомбобаатар С., Амартүвшин П., Rick Harness. “Өндөр хүчдлийн 15кВ-ын цахилгааны шугамаас шувуудад үзүүлэх сөрөг нөлөө, түйнийг шийдвэрлэх арга зам”.
5. Болд С. “Гүн газардуулсан нейтральтай 15 кВ-ын цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын дүүжин тусгаарлагчтай загвар”.
6. <http://www.news.mn/r/135458>.
7. <http://www.mne.mn/mn/news/show/3180>.

“АВУ РОБОКОН-2016” ТЭМЦЭЭНД ЗОРИУЛСАН АВТОМАТ РОБОТ

Х.Ууганбат*, Б.Бунь-Од*, Д.Өлзийноров*, Б.Батбаяр*, Б.Нямбаяр*

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

Хураангуй. Энэхүү ажлаар Үндэсний роботын “Робокон-2016” тэмцээнд оролцож гуравдугаар байр эзэлсэн Гибрид робот болон эко роботын ажиллах зарчим болон программын алгоритмын талаар товч танилцуулахыг зорилоо.

Тулхуур үг: сэнс; PS2 гар, PIC микро контроллер.

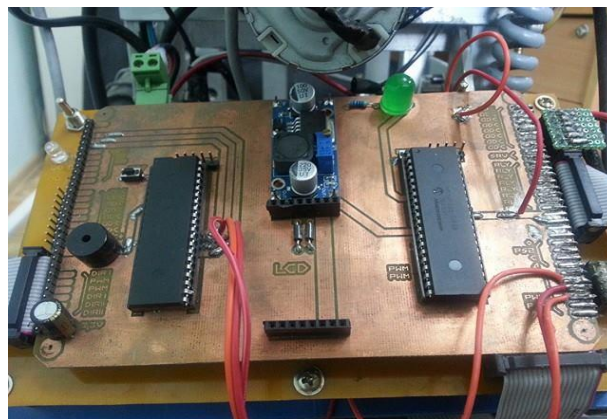
I. ОРШИЛ

Хөдөлгөөнт робот нь механик, электроник, компьютер ба мэдээлэл дамжуулах гэх мэт системүүдээс бүрдсэн цогц шийдэл юм. Боловсрол судалгаа үйлдвэрлэлд хөдөлгөөнт роботыг өргөнөөр хэрэглэж байна. Орчин үед PIC микроконтроллерийг электроникийн салбарт өргөн хэрэглэх болсонтой холбоотойгоор оюутан залуучууд болон электроник сонирхогчдын тоо эрс өссөн. Үүнтэй холбоотойгоор PIC микроконтроллерийг хэрхэн програмчлах шаардлага бий болсон. PIC микроконтроллерийг программчилж сурсанаар автомат удирдлага болон мотор, реле, сэнс гэх мэт олон зүйлийг удирдах боломжтой. Иймд хоёр микроконтроллер ашиглан инфра болон цагаан зураас мэдрэгчийн тусламжтайгаар DC моторын хурд, чиглэлийг удирдах зарчим дээр тулгуурлан автомат робот хийхэд гол зорилго оршино.

II. РОБОТЫН ЕРӨНХИЙ УДИРДАГА

Удирдлагын блок нь зэрэгцээ ажилгаатай хоёр контроллэроос бүрдэх бөгөөд энэ хоёр микро контроллер нь хоорондоо цуваагаар тусгай португал ашиглаж мэдээлэл солилцдог.Эхний микро контроллер нь роботын явалтын хэсэг болон дэлгэцтэй ажилна.Хоёрдугаар микро контроллер нь Play station 2 –ын гарнаас мэдээлэл буюу удирдлагийн сигнал авч

эхний микро контроллер луу цуваагаар гарны мэдээллийг дамжуулна.

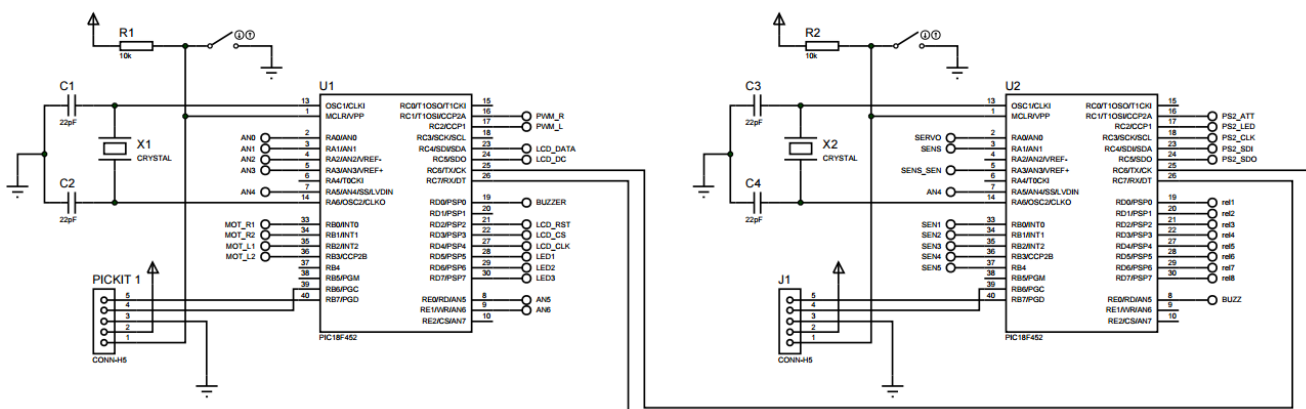


Зураг 1.1 Роботын ерөнхий удирдлагын блок

Хоёр микро контроллер ашиглах нь оролт гаралтын порт нэмэгдүүлж контроллер дээр ирэх ачаалалыг багасгаж өгдөг.Хоёр контроллер хоорондоо мэдээлэлээ цуваагаар I²C протокол ашиглан хоорондоо мэдээлэл солилцдог.



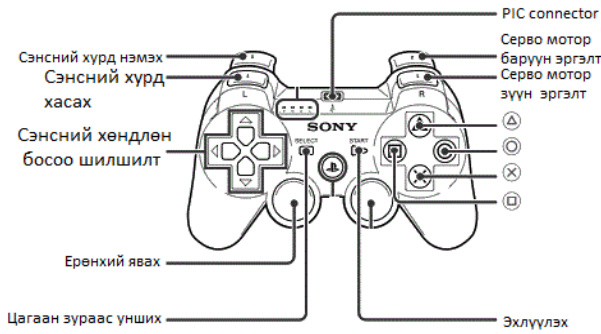
1.3Удирдлагын блок схем



1.3 Роботын удирдлагын зарчмын схем

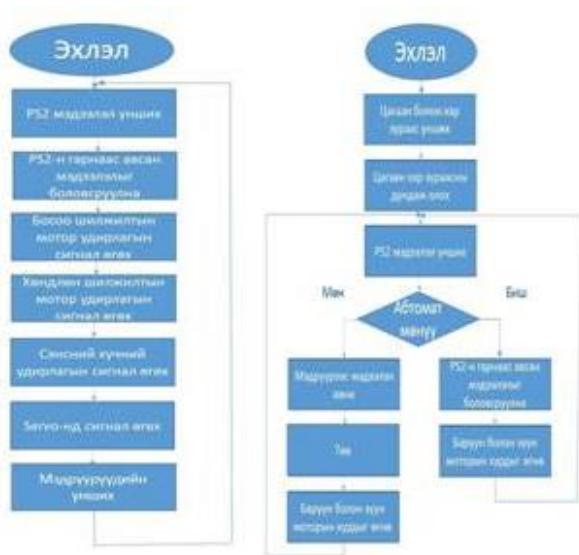
III. РОБОТЫН ГАР УДИРДЛАГА

Удирдлагын блок нь зэрэгцээ ажилгаатай хоёр контроллероос бүрдэх бөгөөд энэ хоёр микро контроллер нь хоорондоо цуваагаар тусгай португал ашиглаж мэдээлэл солилцдог. Эхний микро контроллер нь роботын явалтын хэсэг болон дэлгэцтэй ажилна. Хоёрдугаар микро контроллер нь PlayStation 2 –ын гарнаас мэдээлэл буюу удирдлагийн сигнал авч эхний микро контроллер луу цуваагаар гарны мэдээллийг дамжуулна.

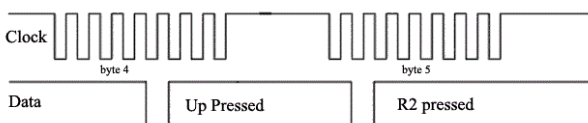


Зураг 3.1 PS2-ийн гарыг ашигласан байдал

Мөн PS2-ын гарнаас ирсэн мэдээлэл ашиглаж энэ үлээх хүчийг болон сэнсний үлээх чиглэлийг удирддаг. Бас гарний дээшээ, доошоо, хөндлөн болон шонруу авирах моторуудыг реле ашиглаж удирддаг. PS2-ын гар ашигласнаар роботыг удирдахад илүү хялбар болгохоос гадна микро контроллерын бага порт ашиглаж удирдах боломжтой болсон. Мөн програмын давталтыг багасгаж өгдөг.



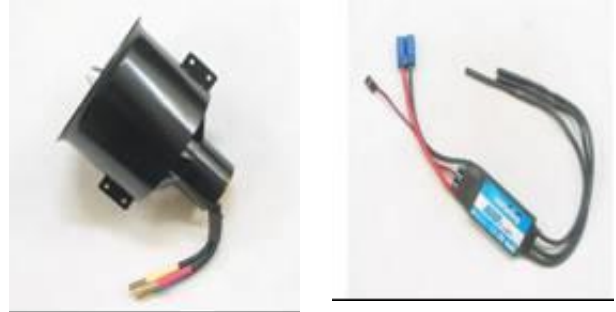
Зураг 3.2 PS2-ийн гарны удирдлагын алгоритм



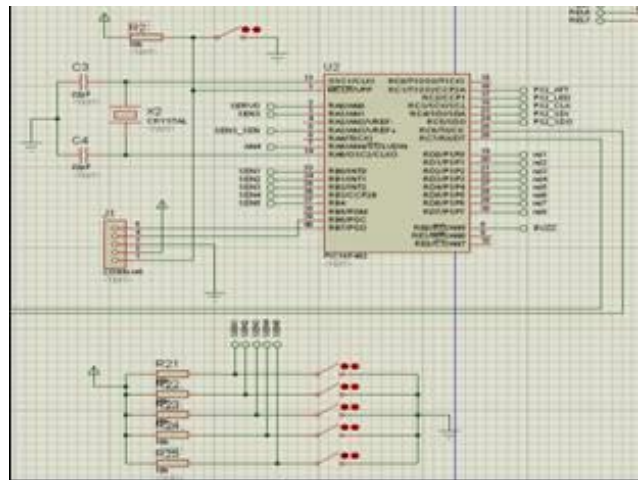
Зураг 3.3 PS2-ийн гарын клок сигналын зураг

IV. ЭНСНИЙ УДИРДЛАГА

Роботын үлээх сэнсээр Freewing өндөр хурдны гурван фазын сэнсийг сонгож авсан. Уг моторыг удирдахын тулд Electronic speed control буюу ESC-ийг ашигласан.

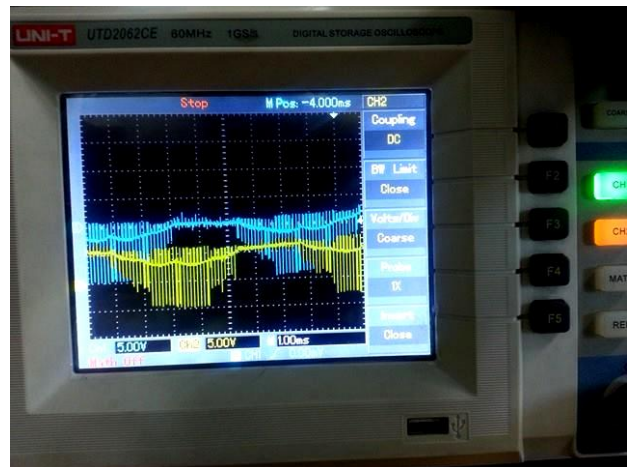


Зураг 4.1 ESC болон сэнс



Зураг 4.2 Сэнсний удирдлагийн зарчмын схем

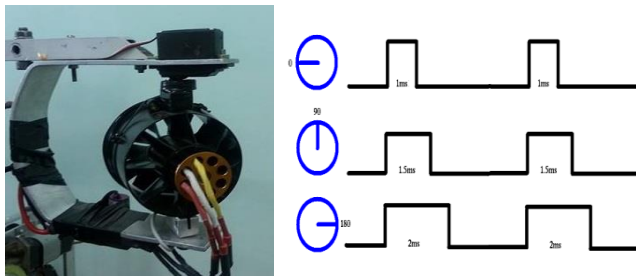
ESC буюу электроник хурдны удирдлага нь цахилгаан хөдөлгүүрийн хурд, түүний чиглэл, тоормос зэргийг удирддаг. Ихэвчлэн гурван фазын бага хүчдэлтэй моторуудыг удирдахад ашигладаг.



Зураг 4.3 Сэнсний хоёр фазын зөрөөг зурагт харуулав

V. СЕРВО МОТОР

Серво хөдөлгүүр нь хурд, хурдатгал, өнцгийн байрлалыг нарийн удирддаг эргэлтийн төхөөрөмж юм. Ерөнхий бүтцэд хөдөлгүүр болон байрлалын мэдрүүр ордог.



Зураг 5.1 Серво мотор ашигласан байдал

Серво мотор ашиглан роботын сэнсны үлээх өнцгийг 180°-аар бүрэн илээх боломжтой болгосон. Өнцөг хурдны мэдрүүрийн тусламжтайгаар серво хөдөлгүүрийн эргэлтийн өнцөг, шилжилт болон тэнцвэржилтийг PIC микроконтроллероор удирдана. Өнцөг хурдны мэдрүүрийг гадны тулгуур координатгүйгээр эргэлдэхх болон шугаман хөдөлгөөнийг хэмжихэд өргөн хэрэглэдэг.

VI. Тэжээлийн хэсэг

LM2596s хүчдэл тогтворжуулагч ашиглаж удирдлагын блокын хэсгийг шийдсэн. LM2596s хүчдэл тогтворжуулагч нь оролтондоо 4-35В бөгөөд гаралтандаа 2-30В хүртэл хүчдэл гаргадаг.



VII. ДҮГНЭЛТ

Монгол улсын хувьд техник технологийн хэрэглээ нь 10 жилийн өмнөхтэй харьцуулахад үсрэнгүй хөгжөөд байгаа боловч үйлдвэрлэл, зохион бүтээлтийн хувьд бусад хөгжингүй орнуудтай харьцуулахад хамгийн доод түвшинд явж байна. Анх 2002 оноос эхлэн Монгол улсад роботын тэмцээн зохиогдож эхэлсэн бөгөөд ЭХС-ийн хувьд 5 удаа Робокоп тэмцээнд оролцож тасраад байсан. Бид энэхүү роботоо зохион бүтээснээр дахин энэ тэмцээнд оролцож, оюутнуудын бүтээлч, авъяаслаг сэтгэхүйг хөгжүүлэхэд оршино.

VIII. Ашигласан материал

1. Anthony Laynea, et al., “Academic achievement, pupil participation and integration of group work skills in secondary school classrooms in Trinidad and Barbados,” *International Journal of Educational Development*, 28, 2008.

2. V.V.D. Bergh, et al., “New assessment modes within project-based education – the stakeholders,” *Studies in Educational Evaluation*, pp. 345-368, 32, 2006.
3. Christian Eugène, “How to teach at the university level through an active learning approach?”
4. Consequences for teaching basic electrical measurements” *Measurement*, pp. 936-946, 39, 2006.
5. Robocup 2006 Website. [Online] [Cited: September 4, 2007.] <http://www.robocup2006.org>.
6. Robocon India. [Online] [Cited: August 1, 2007] <http://www.roboconindia.com>.
7. Prog-Robocon. Asia-Pacific Broadcasting Union. [Online] [Cited: February 18, 2008.]. <http://www.abu.org.my/public/compiled/p891.htm?CFID=789088&CFTOKEN=38059239>.
8. RoboFest-Europe. [Online] [Cited: September 4, 2007] <http://www.robofesta-europe.org>.
9. US First. [Online] [Cited: September 4, 2007] <http://www.usfirst.org>.
10. National Robotics Challenge USA. [Online] [Cited: September 4, 2007].

ТОГТМОЛ ГҮЙДЛИЙН ӨСГӨХ ХУВИРГУУРЫН ХҮЧНИЙ ХЭСГИЙН ТООЦОО, MATLAB СИМУЛЯЦИ

Ч.Ангараг*, Б.Нямбаяр*

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

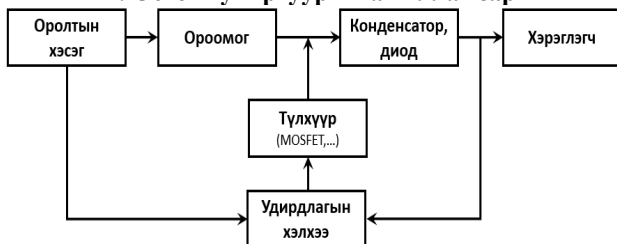
Хураангуй: Энэхүү судалгааны ажилаар электроник, микроэлектроник, хүчний электроник зэрэг цахилгаан электроникийн бүхий л салбарт хэрэглэгддэг өсгөх хувиргуурын хүчний хэсгийн математик тооцооллыг хийх аргачлалыг судлан оролтын 5В, гаралтын 12В, гаралтын 1,2А ...гэх мэт гүйдэл хүчдлийн утгуудад тооцоог хийж, MATLAB2008b программ хангамж ашиглан анализ үр дүнг харуулахыг зорьсон болно.

Түлхүүр үг: Өсгөх хувиргуур, залгалт салгалтын коэффициент, түлхүүр транзистор, түлхүүрийн давтамж.

I. ОРШИЛ

Тогтмол гүйдлийн хэлхээнд оролтын хүчдлийг хэрэглэгчид шаарлагатай хүчдлийн түвшин хүртэл өсгөж гаргадаг хэлхээг өсгөх хувиргуур буюу өсгөх конвертер гэж нэрлэдэг. Техник технологи үсрэнгүй хөгжсөн өнөө үед хүнд, хөнгөн үйлдвэрлэл, автомашин, харилцаа холбоо, гэр ахуйн бараа гэх мэт тогтмол гүйдэлд ажиллахад зориулагдсан цахилгаан болон электрон төхөөрөмжүүдэд өсгөх хувиргуурыг маш өргөнөөр ашигладаг. Хувиргуурын ашигт үйлийн коэффициент, тогтвортой, эрчим хүчинд хэмнэлттэй байдал зэрэг чухал шинж чанар, үзүүлэлтүүд нь түүнийг хийхэд тооцоологдох үндсэн тооцоо, элемент сонголт зэрэгээс ихээхэн шалтгаалдаг. Иймээс энэхүү асуудлуудыг судлан анализ хийхэд энэ судалгааны ажлийн зорилго оршино.

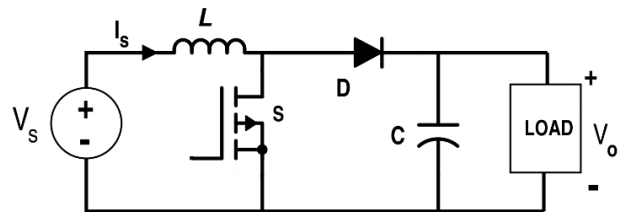
II. Өсгөх хувиргуурын ажиллах зарчим



Зураг 1. Өсгөх хувиргуурын блок диаграмм

Зураг 1-т өсгөх хувиргуурын блок диаграммыг харуулав. Өсгөх хувиргуур нь ерөнхийдөө оролтын хэсгээс удирдлагын хэлхээг тэжээх ба удирдлагын хэлхээ нь хэрэглэгчийн хүчдлийн түвшин ямар байхаас хамаарч түүнд тохирсон импульс буюу түлхүүр транзисторыг нээж хаах PWM сигналыг гарганажилладаг. Түлхүүр транзисторын залгаатай болон салгаатай байх хугацаанд ороомог дээр үүсэх индукцлэл, конденсаторт хуримтлагдах цэнэгээс

шалтгаалж хэрэглэгчийг тасралтгүй эрчим хүчээр ханган, ашигт үйлийн коэффициентийг нэмэгдүүлдэг.



Зураг 2. Өсгөх хувиргуурын хүчний хэсгийн цахилгааны схем

Хувиргуурын ажиллах зарчмыг хоёр шаттай авч үздэг. Ажиллагааны эхний шатанд хугацаа $t=0$ байхаас эхэлж зураг 2-т үзүүлсэн цахилгааны схемийн түлхүүр транзистор S залгагдана. Энэ агшнаас эхэлж гүйдэл зөвхөн индукцлэл L , түлхүүр S -ийг дайрч урсана. Үүний үр дүнд ороомог L -д цахилгаан соронзон энерги хуримтлагддаг. Харин энэ хугацаанд өмнө нь цэнэглэгдсэн конденсатор C хуримтлуулсан цэнэгээ ачаалалд эргүүлэн гүйдэл байдлаар өгч хэрэглэгчээр гүйдэл таслахгүй урсах нөхцөл бүрддэг.

Ажиллагааны дараагийн шатанд хугацаа $t=t_2$ болоход түлхүүр транзистор S нээгдэж, индукцлэл L -д үүссэн ЦХХ ($e = -L \frac{di}{dt}$) гүйдлийн өсөлтийн хурднаас

шалтгаалж чиглэлээ өөрчилнө. Энэ нь ороомогт хуримтлагдсан энерги тэжээлийн үүсгүүрийн хамт хоорондоо цуваа холбогдон зохицуулагч диод D -ээр дамжин ачаалалд мөн конденсатор C -д хүрэх боломж бүрддэг [1, 2].

III. Өсгөх хувиргуурын хүчний хэсэг дэх тооцоо, элемент сонгох

Хүчний хэсэгт тооцоо хийхийн тулд дараах чухал параметрууд хэрэгтэй:

1. Оролтын хүчдэлийн утга $V_{IN(max)}, V_{IN(min)}$
2. Гаралтын хүчдэл V_{OUT}
3. Хамгийн их гаралтын гүйдэл $I_{OUT(max)}$

4. Өсгөх хувиргуурыг хийхэд интеграл схем хэрэглэдэг ба зарим тооцооллын утгуудыг “Datasheet”-с авдаг. Жишээ нь түлхүүрийн давтамж, даах хамгийн их гүйдэл гэх мэт.

Хамгийн их түлхүүрийн гүйдлийг тодорхойлох

Өсгөх хувиргуурыг хийхийн тулд юуны түрүүнд хамгийн их түлхүүрийн гүйдлийг тодорхойлох шаардлагатай ба тухайн хэлхээнд сонгох диод, ороомог

конденсатор, түлхүүрийн хэсэг тус гүйдлийг даах чадвартай байх хэрэгтэй.

А. Хамгийн их түлхүүрийн гүйдлийг тооцоолох эхний алхам нь хамгийн бага оролтын хүчдэл дэхь түлхүүрийн залгалт салгалтын коэффициентийг тодорхойлох юм. Учир нь өсгөх хувиргуурын хамгийн бага оролтын хүчдэл нь хамгийн их түлхүүрийн гүйдлийг тодорхойлоход ашиглагддаг.

$$D = 1 - \frac{V_{IN(\min)} \times \eta}{V_{OUT}} \quad (1-1)$$

$V_{IN(\min)}$ -Хамгийн бага оролтын хүчдэл

V_{OUT} - Гаргах гэж буй гаралтын хүчдэл

η - конвертерийн ашигт үйлийн коэффициент (Өсгөх

конвертерийн хувьд АҮК-ийг 80% аар авах нь тохиромжтой ба энэ нь ШУ-ны туршилт, туршлийн үр дүнд гаргаж авсан тоон үзүүлэлт бөгөөд АҮК-г оруулснаар конвертер дээр алдагдах чадлын алдагдалыг тооцож өгөх ба 80% аар тооцох нь өсгөх конвертерийн хувьд алдагдал хамгийн ихтэй нөхцөл юм.)

Б. Дараагийн алхам нь ороомгийн лугшилтийн гүйдлийг тодорхойлох ба ороомгийн утгыг ороомог сонгох хэсгээр тооцоолон түүнээс их байхаар сонгож лугшигтийн гүйдлийн тооцоог хийнэ.

$$\Delta I_L = \frac{V_{IN(\min)} \times D}{f_S \times L} \quad (1-2)$$

$V_{IN(\min)}$ -Хамгийн бага оролтын хүчдэл

V_{OUT} - Гаралтын хүчдэл

D - Залгалт салгалтын коэффициент (томъёо 1-1)

f_S -конвертерийн түлхүүрийн гаргах хамгийн бага давтамж

L - сонгогдсон ороомгийн утга

Одоо сонгосон интеграл схем маань бидний гаралтын гүйдэлийг гаргаж чадах эсэхийг тодорхойлох хэрэгтэй.

$$I_{MAXOUT} = (I_{LIM(\min)} - \frac{\Delta I_L}{2}) \times (1 - D) \quad (1-3)$$

$I_{LIM(\min)}$ - “Datasheet” дээр өгөгдсөн түлхүүрээр гүйх хамгийн бага гүйдлийн утга

ΔI_L - Ороомгийн лугшилтийн гүйдэл (томъёо 1-2)

D - Залгалт салгалтын коэффициент (томъёо 1-1)

Хэрэглээнд өгөхийг хүссэн бидний $I_{OUT(\max)}$ гүйдлээс интеграл схемийн I_{MAXOUT} гүйдэл нь бага байх тохиолдолд түлхүүрийн гүйдэл өндөртэй интеграл схем сонгоно. Гэвч I_{MAXOUT} гүйдэл нь маш багахан хэмжээгээр бага тохиолдолд тухайн сонгосон интеграл схемийг солилгүй ороомгийн индукцлэлийг нэмэх арга хэрэглэж болно. Гэхдээ ороомгийн индукцлэл тухайн интеграл схемийн “Datasheet” –дээрх хязгаараас хэтэрч болохгүй. Ороомгийн индукцлэлийг ихэсхээр лугшилтийн гүйдэл багасаж гаралтын гүйдэл ихсэх юм.

Хэрэв тооцоолсон I_{MAXOUT} нь $I_{OUT(\max)}$ -аас их байх тохиолдолд **хамгийн их түлхүүрийн гүйдлийг** дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$I_{SW(\max)} = \frac{\Delta I_L}{2} + \frac{I_{OUT(\max)}}{1 - D} \quad (1-4)$$

$I_{SW(\max)}$ -Хамгийн их түлхүүрийн гүйдэл

ΔI_L - Ороомгийн лугшилтийн гүйдэл (томъёо 1-2)

D - Залгалт салгалтын коэффициент (томъёо 1-1)

Ороомог сонгох

$$L = \frac{V_{IN}(V_{OUT} - V_{IN})}{\Delta I_L \times f_S \times V_{OUT}} \quad (1-5)$$

V_{IN} -хэвийн оролтын хүчдэл

V_{OUT} -шаардлагатай гаралтын хүчдэл

f_S - Түлхүүрийн гаргах хамгийн бага давтамж

ΔI_L - ороомгийн лугшилтийн гүйдэл доор тооцох:

Томъёо 1-1 дээр ороомгийн лугшилтийн гүйдэлийг тооцоож чадахгүй учир нь ороомгийн утга мэдэгдээгүй байгаа. Ороомгийн лугшилтийн гүйдэлийг тооцоолох зөв арга нь гаралтын гүйдлийн 20-40% гэж аван тооцож өгнө.

$$\Delta I_L = (0.2 - 0.4) \times I_{OUT(\max)} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \quad (1-6)$$

Диод сонгох

Алдагдалийг багасгахын тулд *Schottky diode* ашиглах нь тохиромжтой. Шууд холболтын үед диодний гүйдэл нь хамгийн их гаралтын гүйдлээс их байх шаардлагатай.

$$I_F \geq I_{OUT(\max)} \quad (1-7)$$

Schottky diode нь цахиурын диодыг бодвол илүү өндөр давтамжинд ажилж чаддаг ба диодон дээр унах босго хүчдэл нь 0.3 буюу илүү бага байна. Мөн өөр 1 чухал параметр нь диодон дээрх чадал юм[5].

$$P_D = I_F \times V_F \quad (1-8)$$

V_F - диодны босго хүчдэл

Гаралтын конденсатор сонгох

Гадаад тэнцвэржүүлэгчтэй конвертерийн гаралтын хүчдэлд зориулсан конденсатор сонгох томъёо [3].

$$C_{OUT(\min)} = \frac{I_{OUT(\max)} \times D}{f_S \times \Delta V_{OUT}} \quad (1-9)$$

$C_{OUT(\min)}$ -хамгийн бага гаралтын конденсаторын утга

$I_{OUT(\max)}$ -Хамгийн их гаралтын гүйдэл

f_S - Конвертерын түлхүүрийн хамгийн бага давтамж

D - Залгалт салгалтын коэффициент (томъёо 1-1)

ΔV_{OUT} - Гаралтын хүчдлийн лугшилт(хэр их хэлбэлзэлтэй байх боломжит нөхцөл)

Бусад утгууд

$$P_{OUT} = V_{OUT} \times I_{OUT(max)} - \text{Гаралтын чадал}$$

$$P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{\eta} - \text{Оролтын чадал}$$

$$I_{IN(max)} = I_{OUT(max)} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN(max)} \times \eta} + \frac{\Delta I_L}{2} - \text{Оролтоос авч}$$

болох хамгийн их гүйдэл [4].

IV. 5В→12В Өсгөх хувиргуурын тооцоо, симуляцийн үр дүн

Мэдэгдэж буй хэрэгцээт параметрууд:

1. Симуляц хийх үеийн оролтын хүчдэлийн утга $V_{IN} = 5V$
2. Хэрэглэгчид шаардлагатай гаралтын хүчдэл $V_{OUT} = 12V$
3. Хамгийн их гаралтын гүйдэл $I_{OUT(max)} = 1,2A$
4. Түлхүүрийн давтамж нь тогтмол $f_s = 10kHz$ гэж сонгоё.

Түлхүүрийн залгалт салгалтын коэффициент:

$$D_i = 1 - \frac{V_{IN} \times 0,99}{V_{OUT}} \approx 0,59 \text{ (АҮК-г программын нөхцөлд бараг 1 гэж тооцов.)}$$

Ороомог сонголт:

$$\Delta I_L = 0,25 \times I_{OUT(max)} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 0,72A$$

$$L = \frac{V_{IN}(V_{OUT} - V_{IN})}{\Delta I_L \times f_s \times V_{OUT}} \approx 0,4mH$$

$L = 1mH$ ороомог сонгоё.

Ороомгийн лугшилтийн гүйдэл:

$$\Delta I_L = \frac{V_{IN} \times D}{f_s \times L} = 0,29A$$

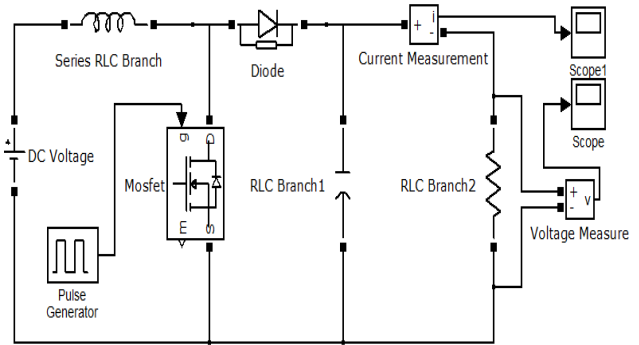
Конденсатор сонголт:

$$C_{OUT(min)} = \frac{I_{OUT(max)} \times D}{f_s \times \Delta V_{OUT}} = \frac{1,2 \times 0,59}{10^4 \times 0,2} = 354\mu F$$

$C = 500\mu F$...гэх мэт сонгож болно.

Симуляцийн үр дүн:

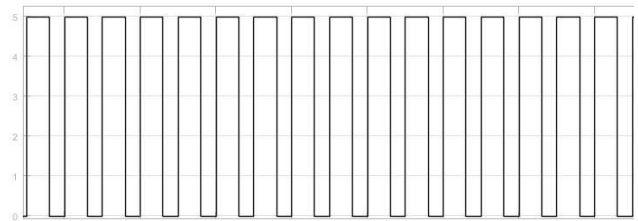
Тус симуляцийг MATLAB програм хангамж ашиглан зураг 3-т харуулсан өсгөх хувиргуурын хэлхээг хүснэгт 1-т заасан утгуудад харгалзуулан угсарсан ба симуляцийн үр дүнд зураг 5,6,7 –д үзүүлснээр гаралтын 11,9В хүчдэл, 1,2А гүйдлийн утгатай үр дүнг гаргаж авсан болно.



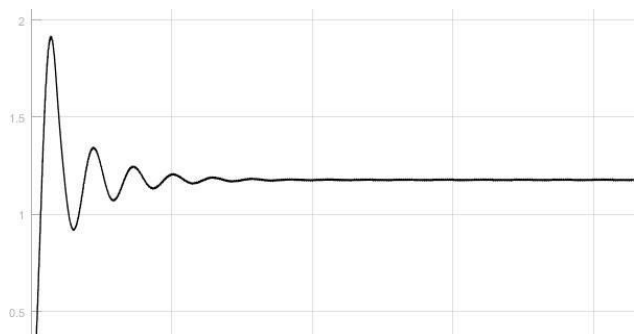
Зураг 3. Matlab2008бдээрх туршилтийн схем [6]

Хүснэгт 1

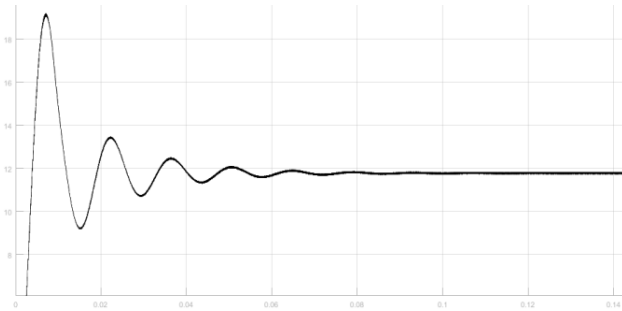
№	Параметр	Утга	Matlab –д оруулах утга
1.	Оролтын хүчдэл	5В	5
2.	Конденсатор	500uF	8e-4
3.	Ороомог	1mH	1e-3
4.	Диод	0,7	0.7
5.	Түлхүүрийн давтамж	10kHz	1/10000
6.	Зал/салгалтын коэффициент	0,59	59%
7.	Ачааллын эсэргүүцэл	10Ω	10
8.	Транзисторын дотоод R,	0,001Ω	0.001



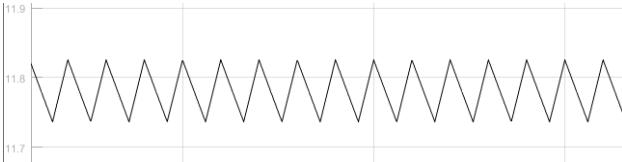
Зураг 4. MOSFET транзисторын удирдлагын сигнал



Зураг 5. 100Ом ачаалалтай үеийн буюу хамгийн их гаралтын гүйдэл(1,2А)



Зураг 6. D_i -коэффициенттой үеийн гаралтын хүчдэл (12В)



Зураг 7. Гаралтын хүчдлийн лугшилт(0,1В)

V. ДҮГНЭЛТ

Өсгөх хувиргуур нь маш бага хэмжээний хүчдлийг хэдэн арав, зуу дахин өсгөн гаргах боломжтой ба энэхүү шинж чанарыг ашиглан цахилгаан электроникийн бүхий л салбарт хувиргуурын хэлхээг шаардлагатай тогтмол хүчдлийг гаргаж авахад хэрэглэдэг. Өсгөх хувиргуурт түлхүүрийн горимийг буюу хүчний транзистор ашигласнаар АҮК өндөртэй,

овор хэмжээ багатай цахилгаан төхөөрөмжийг хийх боломж олгодог. Тиймээс энэхүү судалгааны ажилаар түүний хүчний хэсгийн тооцооллыг хийж, хамгийн бага зардлаар хэрэглэгчийн хүчдлийн түвшинд тохирсон элементүүдийг сонгож, анализ хийхийг зорьсон ба хүссэн хүчдлийг түвшинг гаргаж авч чадсан бөгөөд MATLAB программ хангамж ашигласнаар үр дүнг өөр өөр утганд харуулан, туршилтийг олон дахин хийж өсгөх хувиргуурыг нарийн судлах боломжийг олгосон юм.

Ашигласан материалуудын жагсаалт

1. Understanding Boost Power Stages in Switchmode Power Supplies (Texas Instruments – SLVA061).
2. Г.Энхбаяр, “Хүчний хувиргах техник” 2014 он.
3. Basic Calculation of a Boost Converter’s Power stage (Texas Instruments- SLVA372C).
4. Working with boost converter (Texas Instruments- SNVA731).
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Schottky_diode.
6. <https://www.youtube.com/watch?v=Y6R445nQsFM&t=1s>.

ГЕНЕРАТОРЫН ӨДӨӨГЧИЙН ДОРГИОГ ОНОШЛОХ СУДАЛГАА

Б.Ганзориг*, А.Золбоо*, Н.Цэвгээ*, Л.Орхон**

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

** Монголын Үндэсний Их Сургууль, Уул Уурхайн Инженерийн Сургууль

Хураангуй: Ашиглалтын явцад эргэх механизмууд доргио, чичиргээ ямар нэг хэмжээгээр үүсч байдаг. Доргио, чичиргээний зөвшөөрөгдөх түвшин нь эргэх механизмын өөр хоорондоо хөдөлгөөнгүй холбогдсон гол араа, гол ба холхивч зэрэг эд ангиудын хүлцэл, суултаар хязгаарлагддаг.

Ашиглалтын явцад эргэх механизмын эд ангиуд элэгдэх, суурийн бэхэлгээ сулрах, голын тэнхлэг шилжилт, тэнцвэржилт алдагдах зэргээ сшалтгаалж доргио чичиргээ нэмэгдэх нь тухайн зангилгааны ашигт үйлийн коэффициентыг бууруулж, эдэлгээний хугацааг богиносгож, гэнэтийн эвдрэл гэмтэлд хүргэдэг.

Бид ДЦС-3 ТӨХК-д генераторын өдөөгчийн доргио, чичиргээг тодорхой үечлэлтэйгээр тандан судалж, үнэлэлт дүгнэлт өгч, улмаар генераторын ажиллагаанаас хамааруулан доргионы параметруудийн өөрчлөлтийг тогтоосноор тухайн нэг генераторын техникийн бодит байдалтай уялдуулан засвар үйлчилгээний мөчлөгийг хэрхэн оновчтой тогтоох, үлдэгдэл нөөцийг тодорхойлох боломжтой юм.

Энэхүү өгүүлэлд ДЦС-3 ТӨХК-ийн ДЦС-ын 1-р генераторын өдөөгчийг жишээ болгон авч дээр

дурьдсан ажлуудыг хэрхэн боловсруулахыг дэлгэрэнгүй тайлбарлав.

Түлхүүрүг: хурд, холхивч, доргио.

1. ОРШИЛ

Доргионы анализ нь эргэх механизмтай машин, тоног төхөөрөмжийн элэгдлээс үүсч байдаг ба доргиог ачаалалтай горимд хэмжиж, тухайн хөдөлгүүрт гарч буй гэмтэлд оношлогоо хийж, үнэлгээ өгч дүгнэлтийг боловсруулан гаргадаг.

Иймд ДЦС-3 ТӨХК-ийн эргэлдэх хэсгүүд болох генераторын өдөөгчийн техникийн байдлыг оношлоход харьцангуй үр дүнтэй арга доргионы анализ болдог.

2. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Доргионы дохиогоор дараах үндсэн гэмтлүүдийг оношлож тодорхойлно.

- Өнхрөх холхивчны гэмтэл
- Гулсах холхивчны гэмтэл
- Механик дамжуулгын гэмтэл гэх мэт.

Эргэлдэх механизмуудын доргионы түвшин нь гадаад болон дотоод хүчин зүйлсээс хамаарах бөгөөд тухайн тоног төхөөрөмжийн хүчин чадал, эргэлтийн хурдаас шалтгаалж шугаман бус процесс нь өргөн хүрээнд хэлбэлзэнэ.

Бид ДЦС-3 ТӨХК-ийн ДДС-ын генераторын өдөөгчийн доргионы хурд, хурдалгал, шилжилт, холхивчны гэмтлийг Fluke фирмийн виброметр багажны тусламжтайгаар хэмжиж тогтоосон. Ингэхдээ генераторын өдөөгчийн холхивч болон доргионы хурдны түвшинг хэмжсэн. Жишээ болгож ТГ-2-ын өдөөгчийн холхивч, доргионы хурдны диаграммыг зураг 1-түзүүлэв. Хэмжилтийн зорилго нь генераторын өдөөгчийн техникийн байдалд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тодорхойлж засвар техникийн үйлчилгээг боловсронгуй болгох ба үлдэгдэл нөөцийг тодорхойлоход оршино.



Зураг 1. Доргионы хурдны өөрчлөлт (ISO 10816-1, мм/с)

Vibration Severity Per ISO 10816-1					
Machine	Class I Small Machines		Class II Medium Machines	Class III Large Rigid Foundation	Class IV Large Soft Foundation
	in/s	mm/s			
0.01	0.28				
0.02	0.45				
0.03	0.71		GOOD		
0.04	1.12				
0.07	1.80				
0.11	2.80		SATISFACTORY		
0.18	4.50				
0.28	7.10		UNSATISFACTORY		
0.44	11.20				
0.70	18.00				
1.10	28.00		UNACCEPTABLE		
1.77	45.90				

Зураг 2. Доргионы хурдны стандарт (ISO 10816-1, мм/с)

Доргионы хурдны өөрчлөлтийг ISO 10816-1 стандартын дагуу шинжлэхэд хангалтгүй гэсэн үзүүлэлтэнд хамаарагдаж байгаа учир засвар, техникийн үйлчилгээ хийгдэх нь зайлшгүй юм.

Хүснэгт 1

Холхивчны гэмтлийн үзүүлэлт

Доргио, чичиргээ	CREST FACTOR
Сайн	0-5
Хангалттай	6-10
Хангалтгүй	11-15
Гэмтэлд орсон	15-аас их

Доорхи зургаар генераторын өдөөгчийн доргионы хурдны өөрчлөлтийг тодорхойлсон бөгөөд эндээс генераторын өдөөгчийн холхивч нь элэгдэх үед доргионы хурд нь ихсэж байгааг харж болно.



Зураг 3. Холхивчний гэмтлийн үзүүлэлт

Холхивчны гэмтлийн CF нь 0-5 бол сайн, 6-10 бол хангалттай, 11-15 бол хангалтгүй, 15-аас их бол гэмтэлтэй гэдгийг тодорхойлно.

ДҮГНЭЛТ

Оношлогооны хэмжилт, хяналтын үр дүнд хөдөлгүүрийн ТГ-1-ын холхивчны доргионы хурд, CF-ын үзүүлэлтээр холхивчийг зайлшгүй солих шаардлагатай болохыг тогтоосон.

Ийнхүү генераторын доргионы хурдны өөрчлөлт, холхивчны гэмтлийг тодорхойлсноор ирээдүйд тухайн хөдөлгүүрийн ажиллах чадварыг ажилласан хугацаанаас нь хамааруулан таамаглах, засвар техникийн үйлчилгээг бодит хугацаанд нь гүйцэтгэх боломж бүрдэнэ.

Улмаар хэмжилтийн үр дүнд доргионы хурдны өөрчлөлтийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсноор тухайн эргэлдэх механизмын найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх, ажиллагааны үлдэгдэл нөөцийг тодорхойлох, мөн засвар, техникийн үйлчилгээнд шаардлагатай сэлбэг хэрэгслийн тоо хэмжээ, зардлыг тогтоох боломжийг бүрдүүлнэ.

Ашигласан материал

- Орхон Л. “Обоснование регламента технического обслуживания и ремонта ротационных узлов шагающих экскаваторов по вибрационным признакам”. дисс. канд. техн. Наук. Иркутск: ИрГТУ. 2013г.
- Лувсандэндэв Б. Жиг сэтгэлгээ. УБ: 2004. 128с.
- Шадрин А. И. Техническая эксплуатация горных машин и оборудования: сурах бичиг. Иркутск: ИрГТУ, 2012 г. 320 стр.
- Уул уурхайн технологи, эдийн засаг, экологи геодези, газрын харилцаа. Эрдэм шинжилгээний бага хурал. УБ.:2008. 114-118х.

ОНОШЛОГООНЫ ТӨРӨЛ АНГИЛАЛ

Б.Өнөрбаяр*, Э.Уянга*, Н.Цэвгээ*, Л.Орхон**, Д.Содномдорж*

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

**Монголын Үндэсний Их Сургууль, Уул Уурхайн Инжежерийн Сургууль

Хураангуй: Энэхүү өгүүлэлд оношлогооны төрөл, ангилал хэрхэн гүйцэтгэх талаар өгүүлсэн болно.

Түлхүүр үг: Соронзон, цахилгаан, акустик.

ОРШИЛ

Тухайн материал ба бүтээгдэхүүний чанар чансааг үнэлэн хянах зорилгоор ОХУ болон хилийн чанадад нийтдээ 9 төрлийн 50 гаруй физик судалгааны арга зүйг ашиглаж байна [2, 19, 20].

ГОСТ18353-79 стандартад заасны дагуу физик орнуудын харилцан үйлчлэлийн процесс болон тухайн бодис хяналтын объекттой хэрхэн яаж харилцан үйлчлэлцэж байгааг үл эвдэх хяналтын үндэс болгон авсан /зур.3.1/.

Үл эвдэх хяналтын төрлүүд

- соронзон
- цахилгаан
- хуйларсан гүйдлийн
- радиодолгионы
- дулааны
- цацраг идэвхит
- оптикийн
- акустикийн
- нэвтрэгч бодисуудын

1. Соронзон

Физик процесс: шалгагдаж байгаа бодис соронзон оронтой харилцан үйлчлэлцэх.

Шалгагдаж байгаа бодис: ферросоронзон бодисууд

Мэдээллийн анхдагч параметрууд: коэрцитив хүч, соронзон нэвтрэмж, соронзлогдох чадвар, соронзлолын муруйн параметрууд

Арга зүй: соронзон нунтгийн, индукцит, соронзон графикайн, феррозондын, соронзон резонансын.

2. Цахилгаан

Физик процесс: шалгагдаж байгаа бодис цахилгаан оронтой харилцан үйлчлэлцэх үеийн цахилгаан орны параметруудыг бүртгэн авах.

Шалгагдаж байгаа бодис: диэлектрик болон хагас дамжуулагч материалууд мөн дамжуулагч бодисууд.

Мэдээллийн анхдагч параметрууд: цахилгаан багтаамж, потенциал, диэлектрик нэвтрэмж.

Хэмжигдэх параметрууд: хатаалтын зэрэг, бат бөхийн шинж байдал, зузаан, химийн бүтэц, бүрэлдэхүүн хэсгүүд, гулсах деформацийн зэрэг, нягт биш шинж байдал, хагарал.

Арга зүй: термоцахилгааны, трибоцахилгааны, экзоэлектроны, эмиссийн. Цахилгаан оч харвалтын, цахилгаан статистикийн.

3. Хуйларсан гүйдлийн

Физик процесс: хуйларсан гүйдлийн хувиргуурын үүсгэж байгаа цахилгаан соронзон орны үйлчлэлийн улмаас шалгагдаж буй объектод үүсэх хуйларсан гүйдлийн цахилгаан соронзон оронгуудын хоорондын харилцан үйлчлэл.

Шалгагдаж байгаа бодис: цахилгаан дамжуулагч материалууд.

Мэдээллийн анхдагч параметрууд: давтамж, далайц, спектрал бүрэлдэхүүний хэсгүүд.

Хэмжигдэх параметрууд: геометр хэмжээс, химийн бүтэц, дотоод хүчдэл, гадаргын ба гадаргын доорх дефект гажгууд.

Арга зүй: нэвтрэн өнгөрөх.

4. Радиодолгионы

Физик процесс: шалгагдаж буй объекттой харилцан үйлчлэлцэж буй радиодолгионы хязгаарт багтах цахилгаан соронзон долгионы параметруудын өөрчлөлтийг бүртгэх.

Шалгагдаж байгаа бодис: диэлектрикууд /хуванцар, керамик, шилэн ширхэглэг/, соронзон диэлектрикууд /ферритууд/, хагас дамжуулагчид, металл биетүүд.

Мэдээллийн анхдагч параметрууд: хэт өндөр давтамжийн цахилгаан соронзон долгион /1-100мм урттай/ далайц, давтамж, фаз, туйлшрал, хоёрдогч долгионы тархалтын геометр, эдгээрийн дамжийн өнгөрөлтийн хугацаа, долгионы эсэргүүцэл.

Арга зүй: нэвчин өнгөрөх цацаргалтын, ойсон цацаргалтын, сарнисан цацаргалтын. Практикт дээрх арга зүйнүүдийг зузааныг хэмжих, бүтцийн судалгаа, гажгийн судалгаа, интроскоп гэж нэрлэгдэг.

5. Дулааны

Физик процесс: шалгагдаж буй объектын дулааны ба температурын орнуудын өөрчлөлтийг бүртгэх.

Шалгагдаж буй объект: дурын материал.

Хэмжигдэх параметрууд: хүчтэй халсны улмаас үүсэх эвдрэл, гэмтлүүд – цахилгаан ба радио схемийн хэсгүүд, хөдөлгүүрийн их бие дэх хагарал, дулаан алдалтын байршилууд, бүтцийн дотоодод үүсэх хоосон орон зай.

Арга зүй: пассив цацаргалт, өөрийн цацаргалт, идэвхтэй цацаргалт.

6. Оптикийн

Физик процесс: шалгагдаж байгаа бодистой харилцан үйлчлэлцэж буй оптик цацаргалтын параметрийг ажиглах буюу бүртгэх.

Шалгагдаж буй объект: дурын материалууд, тунгалаг материалууд.

Мэдээллийн анхдагч параметрууд: далайц, фаз, туйлшралын зэрэг, давтамж буюу давтамжийн спектр, тухайн объект дундуур гэрэл нэвтрэх хугацаа, гэрлийн цацрагийн хугарал ба ойлтын геометр, интерференц, дифракц.

Хэмжигдэх параметрууд: ил дефект, гажгууд, хэлбэр, өнгө өөрчлөгдөх г.м. мөн хавтгайлаг, бөмбөлөг, арзгар байдал, зузаан, нимгэн ширхэглэгийн диаметр, хурц ирмэгийн хэлбэрүүд, тунгалаг биетүүдэд – бүтцийн нэгэн төрөл биш байдал, дотоод хүчдэл.

Арга зүй: нэвтэлсэн цацрагийн /фотометрийн денситометрийн болон фотоцахилгааны/, ойсон ба сарнисан цацрагийн, индукцлэгдсэн цацрагийн, хараагаар шалгах оптикийн, оптик голографикийн, лазерийн.

7. Цацраг идэвхит хяналтын

Физик процесс: Тухайн шалгагдаж буй объектыг нэвтлэн гарч байгаа иончлогч цацаргалт уг объектой харилцан үйлчлэлчсэний дараах үеийн анализ ба бүртгэл.

Шалгагдаж буй объект: дурын материал.

Мэдээллийн анхдагч параметрууд: цацаргалтын урсгалын нягт.

Хэмжигдэх параметрууд: тухайн эдлэлийн зузаан /60 см хүртэл/, эдлэлийн гүн дэх дотоод дефект, тухайн материалын чанарын бүтэц.

Арга зүй: рентген, гамма болон бета мөн нейтрон, позитрон цацаргалтын радиографикийн, радиометрийн болон радиоскопийн.

8. Акустикийн

Физик процесс: Тухайн объектод үүсч буй буюу өдөөгдөн бий болж дууны ба ультра авианы /давтамж нь 20 кГц-ээс дээш/ харимхай долгионы параметруудыг бүртгэх.

Шалгагдаж буй объект: металлууд, хуванцарууд, керамик, бетон.

Мэдээллийн анхдагч параметрууд: далайц-давтамжийн характеристик, нэгж хугацаан дахь дохио сигналын тоо хэмжээ, давтамж, далайцын тархалт, харимхай долгион үүсэх газрын байршил.

Хэмжигдэх параметрууд: хагарлууд, материалын дотоод бүтэц өөрчлөгдөх, кристалл торны аллотропик хувирал, материалын шинж чанар /харимхайн модуль, замхралтын коэффициент/, хатуулаг чанар, гадаргын харимхайн импеданс, хоолой ба сувгийн зузаан.

Арга зүй: ультра авианы /пассив, шуугиан чичирхийллийн/, чичирхийллийн, идэвхит, акустик эмиссийн, импедансын, ойлтын, тооцооллын ультра авианы голограф.

9. Нэвтлэгч бодисуудын

Физик процесс: Хянагдаж буй объектийн гажилт дефектийн хөндийд туршуул бодис нэвтрэн орох үйл явц.

Шалгагдаж буй объект: Тухайн материалын гадарга дээрх энгийн нүдэнд үл ажиглагдах дефект бүхий дурын материал.

Мэдээллийн анхдагч параметрууд: Тухайн дефектийн бодит хэмжээсээс их утгатай дефектийн илрүүлэлт.

Хэмжигдэх параметрууд: хагарал, микро нүхнүүд.

Арга зүй: урсгал алдалтын /масс-спектрометрийн, галогенны/, хөөст болон манометрийн /абсолют эсвэл дифференциалын/, химийн урвалын, урсгал алдалтыг хайгч ультра авианы, люминесцент-гидравликийн, люминесцент-дуслын.

Уулын тоног төхөөрөмжийн төлөв байдлыг хянах хяналтын арга зүй

Тухайн агрегатын техникийн урсгал төлөв байдлыг тодорхойлох, тэдгээрийн техник үйлчилгээг төлөвлөх мөн тогтоосон хугацаагаа гүйцээсэн карьерийн экскаваторын ашиглалтын хугацааг уртасгах зорилгоор оношлогооны судалгааг хэрэгжүүлдэг.

Экскаваторын оношлогооны хяналтын нэг арга нь чичирхийллийн оношлогоо болж өгнө. Чичирхийллийн оношлогоонд алхагч экскаваторын доорх эд анги, зангилаанууд хамрагдана.

1. Өргөлтийн механизм
2. Шахалтын механизм
3. Эргэлтийн механизм
4. Алхах механизм

Одоо бид экскаваторын эргэлт, хүчний болон өргөх механизмын редукторуудад оношлогооны судалгаа хийх арга зүйг авч үзэх болно.

Вибродохионы өгөгдлийг боловсруулах:

Вибродохионы корреляц-сектрал характеристикаудын анализийн алгоритм нь дотроо доорх үе шатуудыг агуулна.

1. Тасралтгүй вибродохиог дискретжүүлэх.
2. Тоон фильтрацад оруулах.
3. Информатив параметруудыг тооцоолох.
4. Тухайн объектийн техникийн төлөв байдлыг тодорхойлох.

Оношлогоонд хамрагдаж буй тухайн механизмын чичирхийлэл нь уг механизмын бүтээцийн салангид эд ангиуд болон чимээ шуугианы үүсгэж буй чичирхийллийн давтамжийн байгуулагчдаас бүрдэх нарийн нийлмэл спектр болж өгдөг.

Механизм, холбогч хэсгүүдийн үрэлцэгч хосуудын элэгдэл, хатуулаг шинж байдлын алдагдалтай холбоо бүхий бодит чичирхийлэл нь үндсэндээ тохиолдлынх байдаг. Иймээс оношлогоонд хамрагдаж буй тухайн объектоос үүсч буй чичирхийллийн дохио сигналд анализ хийхийн тулд тохиолдлын хэлбэлзлийн давтамжийн өргөн зурваст харгалзах параметруудыг хэмжих ёстой. Тохиолдлын хэлбэлзлийн параметрийг хэмжих тухайн аппарат хэрэгслийн гол онцлог нь уг багажид давтамж сонголтын хэлхээ байдагт оршино.

ДҮГНЭЛТ

Материал болон бүтээгдэхүүний чанар чансааг үнэлэх нь тухайн материалын насжилт, гадны нөлөөлөл, юунд ашиглаж болохыг тодорхойлох гэх мэт

маш олон талын давуу талыг бий болгож байна. Энэхүү нөхцлийг үүсгэхэд дэлхий нийтэд 9 төрлийн 50 гаруй физик судалгааны арга зүйг ашиглаж байна.

Эдгээр аргууд (үл эвдэх аргыг үндэс болгосон) нь физик орнуудын харилцан үйлчлэлийн процесс болон тухайн бодис хяналтын объектой хэрхэн яаж харилцан үйлчлэлцэж байгаагаас үндэслэж объектод дүн шинжилгээ хийдэг.

Ашигласан ном

1. Орхон Л. “Обоснование регламента технического обслуживания и ремонта ротационных узлов

шагающих экскаваторов по вибрационным признакам”. док.дисс. Иркутск: ИрГТУ.2013

2. Лувсандэндэв Б. Жигсэтгэлгээ. УБ : 2004. 128 с.
3. Шадрин А.И. Техническая эксплуатация горных машин и оборудования: сурах бичиг. Иркутск: ИрГТУ, 2012. 320 стр.
4. Цэрэн Ө. Математик статистик магадлалын онол. УБ.: 2004. 49 х.
5. Уул уурхайн технологи, эдийн засаг, экологи геодези, газрын харилцаа. Эрдэм шинжилгээний бага хурал. УБ.:2008. 114-118х

ҮЙЛДВЭРИЙН ГАЗРЫН ХУУРМАГ ЧАДЛЫГ БАГАСГАЖ ЧАДЛЫН КОЭФФИЦИЕНТЫГ ӨСГӨХ НЬ

Г.Доржсүрэн*, М.Уянга*, Ц.Батчимэг*

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

Хураангуй. Эрчим хүчний зүй зохистой ашиглах асуудал үргэлж хөндөгдсөөр байна. Аж ахуйн нэгж байгууллагад цахилгаан эрчим хүчний чанарыг сайжруулах болон цахилгаан эрчим хүчний алдагдлыг бууруулах, тэр дундаа реактив чадлын хэрэглээг багасгах шаардлага урган гарч ирдэг.

1. Үйлдвэр нь реактив чадлаар ачаалагдсанаар актив чадлын энергийн нэмэлт алдагдал бий болно. Бодит чадлын алдагдал нь хуурмаг чадлын квадраттай пропорциональ хамааралтайгаар өсдөг учир компенсацилах төхөөрөмжийг тавих,
2. Реактив чадлыг шугамаар дамжуулахад хүчдэлийн нэмэлт алдагдал бий болох,
3. Трансформатор, шугамаар дайруулан реактив чадал дамжуулахад шугамын дамжуулах чадал буурч агаарын ба кабель шугамын хөндлөн огтлолыг ихэсгэх, дэд станцын тоо болон чадлыг нэмэгдүүлэх,
4. Үйлдвэрийн газруудад хэрэглэгчийн ажлын горимыг сайжруулах, дутуу ачаалагдахыг багасгах зэрэг шаардлагууд гарна.

Иймд хуурмаг чадлын алдагдлыг багасгаж үйлдвэр аж ахуйн нэгжийн чадлын коэффициентыг өсгөх зорилгоор компенсацилах төхөөрөмжийг өргөнөөр ашиглах нь зүйтэй юм. Судалгааны объектоор “Эмээлтийн төмөр бетон дэр хийх үйлдвэр”-ийг сонгож авлаа.

Түлхүүр үг: Хуурмаг чадал, чадлын алдагдал, конденсаторын баттерей, компенсацилах төхөөрөмж.

ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Актив (P) чадал гэдэг бол тухайн хэлхээндэх бодит эсэргүүцэл (ачаалал) –ээс болж үүсэх чадлыг хэлнэ. Харин реактив (Q) чадал нь хуурмаг эсэргүүцэл буюу нөлөөмж (Q_L) ба багтаамжийн (Q_C) эсэргүүцлээс болж

үүсэх бидний хэрэглэх гэж буй энергийг дундаас нь ашиглагдахгүй байгаа чадал юм.

Бүрэн чадал гэдэг нь тухайн хэлхээний нийт хэрэглэж байгаа чадлыг хэлдэг.

Чадлын үйлчлэх утга.

$$S = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2} = \sqrt{I^2 r^2 + (IX_L - IX_C)^2} \\ = \sqrt{I^2 r^2 + I^2 X^2} = \sqrt{P^2 + Q^2} [VA]$$

илэрхийлж байна.

$Q_L > Q_C$ байхын бол φ өнцгийн утга эерэг утгатай байна.

$Q_L < Q_C$ байхын бол φ өнцгийн утга сөрөг утгатай байна.

Багтаамжийн эсэргүүцлийг тооцохдоо:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} [Om]$$

Нөлөөмжийн эсэргүүцлийг тооцохдоо:

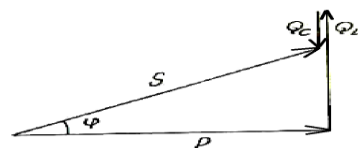
$$X_L = \omega L = 2\pi f L [Om]$$

Бүрэн эсэргүүцлийг тооцохдоо:

$$Z = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2} [Om]$$

Хоорондох өнцгийг олох нь:

$$\cos \varphi = \frac{r}{Z}; \sin \varphi = \frac{X}{Z}; \tan \varphi = \frac{X_L - X_C}{r}$$



Зураг 1. Компенсацилах төхөөрөмжийн ажиллагааны диаграмм

Бодит чадлыг олохдоо: $P = I \cdot U \cos \varphi [Wm]$

Хуурмаг чадлыг олохдоо: $Q = I \cdot U \sin \varphi$ ВАР

$$Q_L = I^2 \cdot X_L \text{ [ВАР];}$$

$$Q_C = I^2 \cdot X_C \text{ [ВАР];}$$

$$Q = Q_L - Q_C \text{ [ВАР];}$$

Компенсацлах төхөөрөмж нь 3 төрөл байна.

Синхрон машин. Гол дээрээ ачаалалгүй, хөнгөвчилсөн хийцтэй синхрон хөдөлгүүрийг синхрон компенсатор гэнэ. Энэ нь хэт өдөөгдсөн үедээ хуурмаг чадлыг үйлдвэрлэх горимд, дутуу өдөөгдсөн үед хуурмаг чадлын хэрэглэгчийн горимд ажиллана. Үйлдвэрлэх ба хэрэглэх хуурмаг чадлын хэмжээг түүний өдөөлтөөр тохируулна.

Конденсатор. Хуурмаг чадлыг үйлдвэрлэх зориулалт бүхий тусгай багтаамжийг конденсатор гэнэ. Конденсаторыг ганцаарчилсан, бүлэг, төвлөрсөн хэрэглэгчийн алинд ч ашиглаж болно.

Статик компенсацлах төхөөрөмж. Статик компенсацлах төхөөрөмжийн үндсэн элемент нь конденсатор, дроссель, удирдлагын винтель юм. Энэ төхөөрөмжийн үндсэн давуу тал нь хурдан үйлчлэлтэй, найдвартай ажиллагаатай, бодит чадлын алдагдал багатай юм. Нэмэлт тохируулгын дроссель хэрэглэдэг нь дутагдалтай юм.

Компенсацлах төхөөрөмжийн тооцоо:

Компенсацлах төхөөрөмжийн хуурмаг чадлыг дараах байдлаар тодорхойлно.

$$Q_{k.p} = \alpha P_M (tg\varphi - tg\varphi_x)$$

$Q_{k.p}$ - Компенсацлах төхөөрөмжийн тооцооны хуурмаг чадал, кВар

α - Энгийн аргаар чадлын коэффициентийг нэмэгдүүлэхийг тооцсон коэффициент $\alpha = 0,9$

$tg\varphi$ - Үйлдвэрийн чадлын коэффициентэд харгалзах өнцгийн тангенс

$tg\varphi_3$ - Компенсацлах төхөөрөмж тавьсаны дараа системийн чадлын коэффициентэд харгалзах өнцгийн тангенс

$Cos\varphi_K = 0.92 - 0.95$ үүнийг туршилтын аргаар тодорхойлдог.

Тухайн үеийн чадлын коэффициентийн утгыг тодорхойлсноор стандарт компенсацлах төхөөрөмжийг сонгосны дараах утга нь:

$$tg\varphi_\phi = tg\varphi - \frac{Q_{k.ct}}{\alpha \cdot P}$$

$Q_{k.ct}$ - Сонгож авсан стандарт чадлын утга, кВар

$Cos\varphi - \gamma$ тодорхойлсноор $tg\varphi_\phi$ -ийг тодорхойлж болдог:

$$Cos\varphi_\phi = Cos(arctg\varphi_\phi)$$

$$Q_{кт} = Q - Q_3 = P_{хэв} (tg\varphi - tg\varphi_3)$$

Энд: $Q = P_{хэв} \cdot tg\varphi$ - үйлдвэрийн реактив ачааллын тооцооны чадал;

Q_3 - Компенсацлах төхөөрөмж тавьсаны дараа эрчим хүчний системээс авах реактив чадал.

$P_{хэв}$ - Үйлдвэрийн актив чадал компенсацлах төхөөрөмж тавьсаны дараа чадлын коэффициентийн утга ихэвчлэн $cos\varphi_3 = 0.92 \div 0.96$ байхаар тооцоолоход тохиромжтой.

Компенсацлах төхөөрөмжийн чадал, байрлал сонгох үед хэрэглэгчийн залгуур дээрх хүчдлийн зөвшөөрөгдөх хэлбийлт $\pm 5\%$ байх ёстой.

СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

ШУТИС - ЭХС-ийнн № 210 тоот Үйлдвэрийн цахилгаан хангамжийн лабораторт компенсацлах төхөөрөмжүүдийг автоматаар нэмж залгаж, салгах үед чадлын коэффициент хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг бүрэн турших боломжтой. Бид үйлдвэрийн ачаалалтай ба ачаалалгүй үед дөрвөн ширхэг компенсацлах төхөөрөмжийг ажиллуулж доорхи параметруудийг авлаа.



Зураг 2. Компенсацлах төхөөрөмжийг ажиллуулах стэнд

Хүснэгт 1

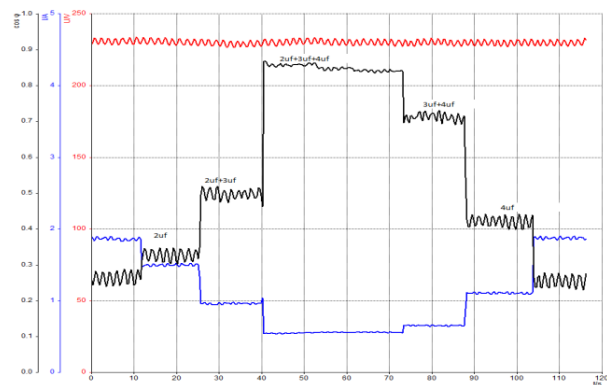
Ачаалалгүй үеийн туршилт

Capacitance =	0	2μF	3μF	4μF	6μF	8μF
I_{ph}	1,88	1,5	1,3	1,11	0,72	0,43
P_{ph}	60	60	60	60	60	60
Q_{ph}	430	340	300	250	160	82
I_x	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
P_x	60	60	60	60	60	60
Q_x	430	430	430	430	430	430
$Cos\varphi_x$	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
	4	4	4	4	4	4
φ_{ph}	0,14	0,17	0,19	0,23	0,34	0,54
	4					1

Хүснэгт 2

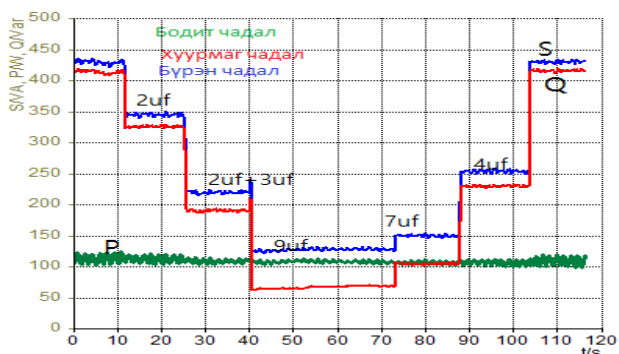
Хөдөлгүүр хэвийн ачаалалтай үеийн туршилт

Capacitance=	0	2μF	3μF	4μF	6μF	8μF
I_{ph}	2,7	2,45	2,34	2,23	2,11	2,05
P_{ph}	470	470	470	470	470	470
Q_{ph}	400	310	260	210	130	90
I_x	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
P_x	470	470	470	470	470	470
Q_x	400	400	400	400	400	400
$Cos\varphi_x$	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
φ_x						
φ_{ph}	0,76	0,83	0,87	0,91	0,97	-0,98



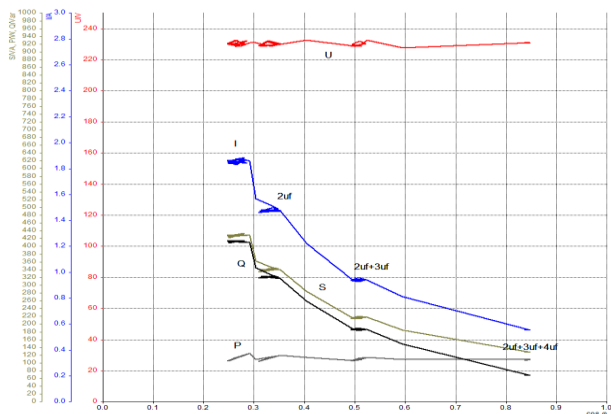
Зураг 3. $T = f(Cos\varphi, I, U)$ хамаарамж Хөдөлгүүрийн гол дээрх ачаалал тухайн хугацаанд.

Энэ хамаарамжаар конденсаторын баттерей залгасан хэмжээнээс хамаарч хүчдэлд өөрчлөлт орохгүй чадлын коэффициент $\cos\varphi$ өсч гүйдэл хэрхэн буурч байгааг харж болно.



Зураг 4. $T = f(S, P, Q)$ хамаарамж

Энэ хамаарамжаар конденсаторын баттерей залгасан хэмжээнээс хамаарч P чадалд өөрчлөлт орохгүй зөвхөн хуурмаг Q чадалд өөрчлөлт орж байгааг харж байна.



Зураг 5. $\cos\varphi = f(U, I, P, Q, S)$ хамаарамж

Конденсаторын баттерей залгасан хэмжээнээс хамаарч чадлын коэффициент $\cos\varphi$ өсөхөд I, Q буурч U, P тогтвортой болохыг дараах графикаас харах боломжтой байна.

Хүснэгт 3

Эмээлтэд баригдах “Төмөр бетон дэр хийх үйлдвэр”-ийн хэрэглэгчийн нийт суурьлагдсан чадал 850 кВт үед тооцоо:

	P, кВт	Q, кВар	S, кВа
Нийт суурьлагдсан чадал	850	550	1012
Нийт тооцооны ачаалал	765	493	910
$\cos\varphi$	0.84		

Хүчний хэрэглэгчид 1000В хүртэл хүчдэлтэй буюу 0,4 кВ-ын хэрэглэгчдын хувьд:

$$\sum P_{xэв} = 850 \text{ кВт}$$

$$\sum Q_{xэв} = 550 \text{ кВар}$$

Үйлдвэрийн хүчний тооцооны актив чадал
 $P_T = K_{aи} \cdot P_{xэв} = 0.92 \cdot 850 = 765 \text{ кВт}$

Үйлдвэрийн хүчий тооцооны нийт реактив чадал
 $Q_T = S \cdot \sin\varphi = 910 \cdot 0.54 = 493 \text{ кВар}$

Үйлдвэрийн чадлын коэффициент
 $\cos\varphi = 0.84$; $\sin\varphi = 0.54$

Үйлдвэрийн чадлын коэффициент нь $\cos\varphi_3 = (0.92 - 0.96)$ угтанд хүрэхгүй байгаа учраас компенсацлах төхөөрөмж сонгох шаардлагатай.

Чадлын коэффициент нормоор сонгоход
 $\cos\varphi_3 = 0.92$,
 $\text{tg}\varphi_3 = 0.43$
 $Q_{кт} = Q - Q_3 = P(\text{tg}\varphi - \text{tg}\varphi_3)$;

Компенсацлах төхөөрөмжийн чадал нь:
 $Q_{кт} = P(\text{tg}\varphi - \text{tg}\varphi_3) = 765 \cdot (0.65 - 0.43) = 169 \text{ кВар} \approx 180 \text{ кВар}$

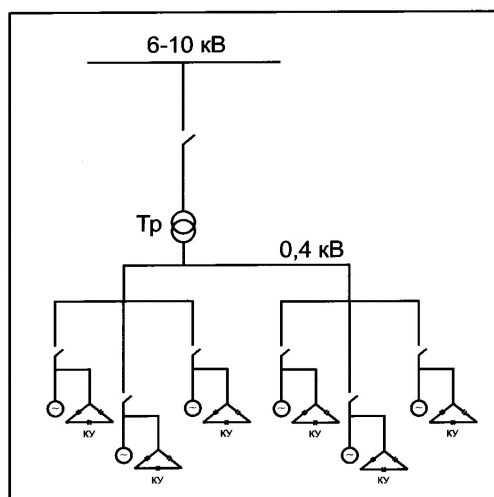
Реактив чадлыг компенсацласны үр дүнд үйлдвэрийн $\cos\varphi$ хэр зэрэг дээшилсэнийг тооцоё.

$$\text{tg}\varphi_3 = \text{tg}\varphi - \frac{Q_{к.см}}{\alpha P_M} = 0.65 - \frac{180}{765} = 0.23$$

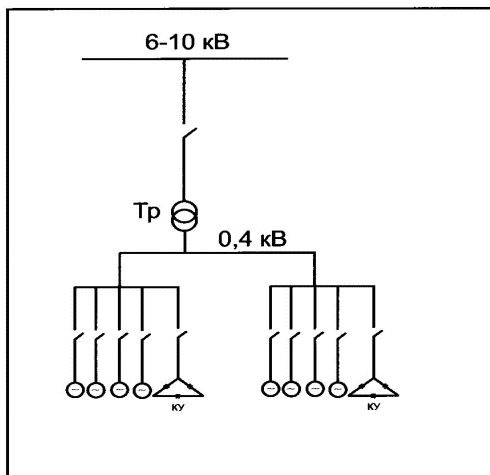
$$\cos\varphi_3 = 0.97$$

Компенсацлах төхөөрөмж тавихаас өмнө
 $S_{xэв} = 1012 \text{ кВа}$

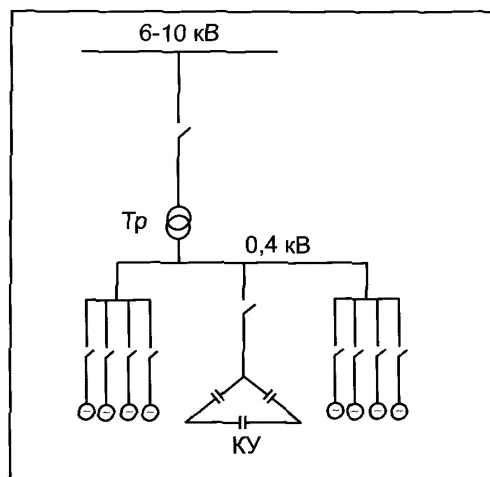
Компенсацлах төхөөрөмж тавьсны дараа
 $S_{xэв} = 927 \text{ кВа}$



Зураг 6. Трансформаторын 0,4 кВ-ын хүчдэлтэй хэрэглэгч талдаа КРМ компенсацлах төхөөрөмжийг холбосон бүдүүвч



Зураг 7. Трансформаторын 0,4 кВ-ын хүчдэлтэй бүлэг хэрэглэгч талдаа КРМ компенсцлах төхөөрөмжийг холбосон бүдүүвч



Зураг 8. Трансформаторын 0,4 кВ-ын хүчдэлтэй бүлэг хэрэглэгч талдаа автоматаар компенсцлах төхөөрөмжийг холбосон бүдүүвч

ДҮГНЭЛТ

Цахилгаан эрчим хүчийг хэрэглэгч аж ахуй нэгж байгууллага нь компенсцлах төхөөрөмжийг тавьснаар эрчим хүчийг үр ашигтайгаар хэрэглэнэ. Бидний жишээ болгон авсан “Эмээлт төмөр бетон дэр”-ний үйлдвэрийн үйлдвэрийн чадлын коэффициент $\cos\phi=0.84$ байхад, компенсцлах төхөөрөмжийг тавьснаар $\cos\phi=0.97$ болон нэмэгдэж байна.

Тооцооны үр дүнг туршилтаар батлахыг зорилоо.

Туршилтаас үзэхэд хөдөлгүүр хэвийн ачаалалтай байх үедээ системээс $I_x=2,7$ А $Q=400$ Вар $\cos\phi=0.76$ хэрэглэж байна. Конденсаторын баттерей залгаснаар системээс хэрэглэж байгаа $I_x=2,11$ А $Q=130$ Вар $\cos\phi=0.97$ өөрчлөгдөж байна. Үүнээс үзэхэд Компенсцлах төхөөрөмж тавьснаар цахилгаан эрчим хүчийг хэмнэж аж ахуй нэгж байгууллагын эрчим хүчний зардлыг бууруулах боломжтой байна.

Ашигласан ном зүй

1. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. А.А Федоров Л.Е. Старкова.
2. Цахилгаан энергийн дамжуулалт хуваарилалт. Х.Цагаан, М. Хуягдорж.
3. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. Л.Л. Коновалова Л.Д. Рожкова.
4. Цахилгаан техникийн үндэс. Т.Чүлтэмдагва, С.Эрдэнэтуяа.
5. Инженерийн лавлах 3 -цахилгаан эрчим хүч.
6. <http://energzapad.ru/kondensatornaya-batareya-bigpower-rcm3-04-10>
7. <http://www.ensh.ru/catalog/conders/>
8. <http://neoteh.com.ru>
9. <http://newtechnologymn.blogspot.com/>
10. <https://ru.wikipedia>.
11. <http://www.nucon.ru/>
12. <http://www.dems.by/dems/news/krm>

УКМ, УКРМ, УКМ58, АКУ, АУКРМ, УК-компенсцлах төхөөрөмжийн **ийм төрлийн маркууд байдаг ба бидний сонгосон** марк бол **УКРМ 0.4**на юм.

Хүснэгт 4

Компенсцлах төхөөрөмжийн үнэ

№	Компенсцлах төхөөрөмжийн марк	Хуурмаг чадал, Q кВар	Одоогийн үнэ ₮
1	УКРМ 0.4 на	33	1227570
2	УКРМ 0.4 на	34,2	1229686,5
3	УКРМ 0.4 на	35	1231803
4	УКРМ 0.4 на	39,6	1269900
5	УКРМ 0.4 на	40	1274133
6	УКРМ 0.4 на	45	1363026
7	УКРМ 0.4 на	50	1396890
8	УКРМ 0.4 на	54	1566210
9	УКРМ 0.4 на	55	1608540
10	УКРМ 0.4 на	60	1617006
11	УКРМ 0.4 на	65	1625972
12	УКРМ 0.4 на	67	1642404

ХУУРМАГ ЧАДЛЫГ ТЭГШИТГЭХ АСУУДАЛД

О.Нямцэрэн*, Х.Билгүүнбат*, О.Цогбаяр*

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

Хураангуй: Эрчим хүчийг түгээх, хуваарилан дамжуулах явцад бодиг чадалын тодорхой хэсэг нь хуурмаг чадалд хувирдаг. Энэ ашиггүй чадалыг арилгахын тулд компенсацилах төхөөрөмж суурилуулах явдал юм. Компенсацилах төхөөрөмж суурилуулснаар хэрэглэгч чанартай эрчим хүчээр хангагдах, хуурмаг чадалд илүү зардал төлөхгүй байх давуу талтай.

Түлхүүр үг: Чадалын коэффициент, конденсац, конденсатор, хуурмаг чадалын конденсац, хувиргуур.

I. ОРШИЛ

Техник технологи өндөр хөгжсөн өнөө үед улс орон болон хүн амын хөгжлийг тодорхойлох, хэрэгцээг хангах гол хүчин зүйл нь цахилгаан эрчим хүч бөгөөд тэдгээрийг найдвартай эрчим хүчээр тогтмол хангах нь эрчим хүчний салбарын гол зорилго юм. Манай орны байгаль газар зүйн онцлогоос хамаараад цахилгаан дамжуулах агаарын шугам нь алс зайд байрласан байдаг. Урт шугамын алдагдал харьцангуй их байх бөгөөд энэ нь хэрэглэгчийг чанартай эрчим хүчээр найдвартай хангах зорилготой нийцэхгүй байгаа учир энэ асуудлыг хуурмаг чадлыг арилгах компенсацилах төхөөрөмж суурилуулснаар шийдэж болох юм.

II. ҮНДСЭН ХЭСЭГ

Нийт ажил хийсэн эрчим хүч нь идэвхтэй чадал болон хуурмаг чадлын векторын нийлбэрээр гардаг ба хуурмаг чадлын хэмжээ их байх тусам чадлын коэффициентийн хэмжээ бага байдаг. Чадалын коэффициент бага байх тусам ашигт үйлийн коэффициент бага байна. Иймд хуурмаг чадлыг тэгшитгэх зорилгоор багтаамжийн эсэргүүцлийг суулгаж өгдөг. Хуурмаг чадлыг үйлдвэрлэх зориулалт бүхий тусгай багтаамжийг конденсатор гэнэ. Нэг элементэд оролцох конденсаторын багтаамж 25-100кВар байх бөгөөд эдгээр элементүүдийг цуглуулан шаардлагатай чадлын батерейг бүрдүүлнэ. Гурван фазын сүлжээнд конденсаторын батерейг ихэнхдээ гурвалжин схемээр холбоно.

A. Реактив чадал

Реактив чадал гэсэн ойлголтын талаар товч тайлбарлая. Цахилгаан хэрэглэгч синуслэг хүчдэлийн $U = \sqrt{2} U \sin \omega t$ үүсгэгчид холбогдож фазаараа хүчдэлээс φ -өнцгийн зөрүүтэй $i = \sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi)$ синуслэг гүйдлийг хэрэглэж байвал хэрэглэгчийн залгуур дээрх эгшин зуурын утга нь:

$$P = U * i \quad (1)$$

Сүлжээнд багтаамжийн шинжтэй ачаалал холбогдсон бол реактив чадал хасах тэмдэгтэй, индукцлэлийн шинжтэй ачаалал холбогдсон бол реактив чадал нэмэх тэмдэгтэй байдаг.

$$s = \sqrt{P^2 + Q^2}, \tan \varphi = \frac{Q}{P}, \cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (2)$$

Энэ томъёо синуслаг гүйдлийн хувьд чадлын коэффициент хүчин төгөлдөр болохыг харуулж байна.

B. Компенсацилах төхөөрөмжийн хүчин чадал ба сонгох

Компенсацилах төхөөрөмжийг сонгож авахын тулд зайлшгүй мэдэж байх зүйлс:

- Компенсацилах төхөөрөмжийн тооцооны хуурмаг чадал;
- Компенсацилах төхөөрөмжийн маяг;
- Компенсацилах төхөөрөмжийн хүчдэл.

Компенсацилах төхөөрөмжийн тооцооны хуурмаг чадлыг дараах байдлаар тодорхойлно.

$$Q_{к.м} = \alpha P_{ху} (tg \varphi - tg \varphi_{к}), \quad (3)$$

Үүнд: $Q_{к.м}$ - компенсацилах төхөөрөмжийн тооцооны чадал, квар; α - ердийн аргаар $\cos \varphi$ - г ихэсгэхийг тооцсон итгэлцүүр, $\alpha = 0.9$; $tg \varphi$, $tg \varphi_{к}$ - компенсацилах төхөөрөмж тавихын өмнөх болон дараах хуурмаг чадлын итгэлцүүр.

Хуурмаг чадлыг компенсацилах үйл ажиллагааг $\cos \varphi_{к} = 0.92 \dots 0.95$ гэсэн утганд хүртэл нь ашиглалтын туршилтыг явуулна.

$tg \varphi_{к}$ - г тодорхойлохдоо $\cos \varphi_{к}$ -ын утгаас олно.

$P_{ху}$, $tg \varphi$ - ын утгыг цахилгаан ачааллын хүснэгтээс тооцооны ачааллын үр дүнгээр сонгож авна.

Стандарт компенсацилах төхөөрөмжийг компенсацилах төхөөрөмжийн төрөл, $Q_{к.м}$ болон хүчдэл мэдэгдэж байвал ойролцоо чадлаар сонгоно.

Иж бүрдмэл конденсаторын төхөөрөмж болон конденсаторуудыг хэрэглэж болно.

Стандарт компенсацилах төхөөрөмжийг сонгосны дараа $\cos \varphi_{\phi}$ - ын утгыг олъё.

$$tg \varphi_{\phi} = tg \varphi - \frac{Q_{к.СТ}}{\alpha P_{ху}}$$

Үүнд: $Q_{к.СТ}$ - сонгож авсан компенсацилах төхөөрөмжийн чадлын стандарт утга, квар;

Олсон $tg \varphi_{\phi}$ -ын утгаар $\cos \varphi_{\phi}$ -ыг олно:

$$\cos \varphi_{\phi} = \cos(\arctg \varphi_{\phi}).$$

Хүснэгт 1

Бор-Өндөр 110/35/6кВ дэд станц Яч.№5.
Хот-1 фидерийн 6/0,4кВ ТП-102-ийн одоогийн
байгаа параметр

Параметр	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	P_{xw} кВт	Q_{xw} квар	S_{xw} кВА
Компенсация төхөөрөмж суурьлуулаагүй үеийн нам хүчдэл талын үзүүлэлтүүд	0.85	0.63	345	196	397

ҮР ДҮН

Компенсация төхөөрөмжийн тооцооны чадлыг олъё.

$$Q_{к.м} = \alpha P_{xu} (tg\varphi - tg\varphi_{к}) = \text{квар.}$$

$$0.9 \cdot 345 \cdot (0.63 - 0.33) = 93.15$$

$\cos\varphi_{к}=0.95$ гэвэл $tg\varphi_{к}=0.33$ болно.

50квар чадалтай шаталсан тохируулгатай 2хУК2-0,38-50 маягийн компенсация төхөөрөмж сонгов.

$tg\varphi_{\phi}$ ба $\cos\varphi_{\phi}$ -ийн бодит утгыг хуурмаг чадлыг компенсация хийсний дараа олъё.

$$tg\varphi_{\phi} = tg\varphi - \frac{Q_{к.ст}}{\alpha P_{xu}} = 0.63 - \frac{2 \cdot 50}{0.9 \cdot 345} = 0.308;$$

$$\cos\varphi_{\phi} = 0.956.$$

Тооцооны үр дүнг цахилгаан ачааллын хүснэгт 2-т харуулав.

Трансформаторын тооцооны чадлыг алдагдлыг тооцож тодорхойлъё:

$$\Delta P_T = 0.02 S_{HX} = 0.02 \cdot 358 = 7.16 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_T = 0.1 S_{HX} = 0.1 \cdot 358 = 35.8 \text{ квар};$$

$$\Delta S_T = \sqrt{\Delta P_T^2 + \Delta Q_T^2} = \sqrt{7.16^2 + 35.8^2} = 36.5 \text{ кВА};$$

Хүснэгт 2

Цахилгаан ачааллын тооцооны үр дүн

Параметр	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	P_{xw} кВт	Q_{xw} квар	S_{xw} кВА
Нам хүчдэл талд компенсация төхөөрөмжгүй үе	0.85	0.63	345	196	397

Параметр	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	P_{xw} кВт	Q_{xw} квар	S_{xw} кВА
Нам хүчдэл талд компенсация төхөөрөмжгүй үе	0.85	0.63	345	196	397
Компенсация төхөөрөмж				2х50	
Нам хүчдэл талд компенсация төхөөрөмжтэй үе	0.956	0.308	345	96	358
Алдагдал			7.16	35.8	36.5
НИЙТ			352.16	131.8	376.01

ДҮГНЭЛТ

Бор-Өндөр 110/35/6кВ Дэд станц Яч.№5.Хот-1 фидерийн ТМ400-6/0.4 маягийн трансформатортай 6/0,4кВ ТП-102 дэд өртөөг сонгон тооцоог хийсэн. Тооцооноос үндэслэн дэд өртөөний нам талын хуваарилах байгууламжид УК2-0,38-50 маягийн компенсация төхөөрөмжийг сонгож авав. ТП-102-ын нам хүчдэл талд компенсация хийхийн өмнө чадлын коэффициент 0,85 байсан ба компенсация хийсний дараа чадлын коэффициент 0,956 болж өссөн үзүүлэлттэй гарч байна. Ингэж хуурмаг чадлыг тэгшитгэснээр дамжиж буй хуурмаг чадлын хэмжээ буурч улмаар шугам дахь чадал энергийн алдагдал багасах нөхцөл бүрдэж байна.

Ашигласан материал

1. Х.Цагаан, М.Хуягдорж. Цахилгаан энергийн дамжуулалт хуваарилалт. УБ: Эдмон, 2008.
2. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Москва: Форум-Инфра-М, 2005.
3. Шеховцов В.П. Справочник-пособие по ЭО и ЭСН. Обнинск: Фабрика офсетной печати, 1994.

УХАА ХУДАГ ДЦС-ЫН АГААРЫН ХӨРГӨЛТТЭЙ КОНДЕНСАТОРТ ХИЙСЭН СУДАЛГАА, ТООЦООНЫ ҮР ДҮНГЭЭС

Б.Амаржаргал*, Б. Баттөр*

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

Хураангуй: ДЦС-уудын уурын турбины конденсацын системийн хөргөлтийн усны хэрэглээ нь хот, суурин газрын усны хэрэглээнд ихээхэн хувийг эзэлдэг. Ийм учраас хөргөлтийн усыг хэмнэх, усны хомсдолыг бууруулах зорилгоор орчин үед ДЦС-ын хөргөлтийн системд агаарын хөргөлттэй конденсаторыг ашиглах болсон байна. Турбины хөргөлтийн системд агаарын хөргөлттэй конденсаторын төхөөрөмжийг хэрэглэх болсон нь усыг хэмнэх олон арга замын нэг бөгөөд энэхүү өгүүлэлд агаарын хөргөлттэй конденсаторын дулаан солилцоог судлаж тодорхой тооцоо, судалгаа хийж гарсан үр дүнг авч үзсэн болно.

Түлхүүр үг: Конденсатор, вакуум, дулаан дамжуулалтын коэффициент, агаарын температур.

1. ОРШИЛ

Орчин үеийн эрчим хүч үйлдвэрлэлийн технологийн хөгжилд дэвшилтэт шинэ арга, технологийг нэвтрүүлэхийн зэрэгцээ дулаан-масс солилцооны процессын мөн чанарыг нарийн судалж, уламжлалт технологийг боловсронгуй болгох оновчтой шийдлийг олж хэрэгжүүлэх нь техник-технологи, эдийн засаг болон экологийн цогц асуудал болон тавигдаж байна.

Агаарын хөргөлт бүхий технологийн шийдэл нь усан хөргөлттэй технологитой харьцуулахад усны зарцуулалтыг 85%-иар хэмнэж, хүлэмжийн хийн дулаан ялгаралтыг бууруулах давуу талтай. Цаашид агаарын хөргөлттэй технологийн давуу болон сул талыг өөрийн орны цаг уурын онцлогтой уялдуулан зөв зохистой хийц, технологийг сонгох асуудал зүй ёсоор тавигдаж байна.

Сүүлийн жилүүдэд агаарын хөргөлттэй конденсаторын төхөөрөмжийг усны нөөц багатай бүс нутагт өргөн ашиглах болсон байна. Тухайлбал БНХАУ, ОХУ зэрэг улсуудад шинээр баригдаж байгаа томоохон хүчин чадлын цахилгаан станцуудад агаарын хөргөлтийг хэрэглэх болсон. Манай улсад Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын “Ухаа худаг дулааны цахилгаан станц”-д АХК-ын төхөөрөмжийг анх удаа ашиглаж байна.

2. АГААРЫН ХӨРГӨЛТТЭЙ КОНДЕНСАТРЫН ДУЛААНЫ ТООЦООНЫ АРГА, ЗҮЙ

Агаарын хөргөлттэй конденсаторын дулааны тооцоо хийхэд дараах үндсэн өгөгдөл өгөгдсөн байх ёстой. Үүнд: Конденсатор орж байгаа уурын даралт, температур, гадна агаарын температур, конденсаторын дулааны ачаалал зэрэг болно. Дээрх өгөгдлүүдээс гарна агаарын температурыг ашиглан конденсаторт

орж байгаа уурын ханалтын температурыг олох замаар ус ба усны уурын таблицаас конденсаторт орж байгаа уурын үнэмлэхүй даралтыг олж, улмаар агаарын хөргөлттэй конденсаторын вакуум тодройлно. Конденсатороос гарч байгаа агаарын температурыг томъёогоор тодорхойлно.

$$t_{e2} = t_{o,a} + (10 \dots 14) \quad (2.1)$$

Энд t_{e2} - конденсатороос гарч байгаа агаарын температур, °C; $t_{o,a}$ -орчины агаарын температур, °C; Мөн конденсаторт орж байгаа уурын ханалтын температурыг дараах томъёогоор тодорхойлж болно.

$$t_{x,y} = t_{e2} + (4 \dots 6) \quad (2.2)$$

Энд t_{e2} конденсатороос гарч байгаа агаарын температур, h_0 ; $t_{x,y}$ -конденсаторт орж байгаа ханасан уурын температур, °C;

Агаарын хөргөлттэй конденсаторын дундаж дулаан дамжуулалтын коэффициентийг ОХУ-ын эрдэмтэн Л.Д. Берманы тодорхойлсоноор дараах томъёогоор тодорхойлж болно.

$$\bar{K} = \frac{Q}{\Delta T_{\text{лог}} F} = \frac{Q}{F \sum \frac{T_{e2} - T_{e1}}{\ln \frac{T_s - T_{e1}}{T_s - T_{e2}}}} G_n \quad (2.3)$$

Q- конденсаторын дулааны ачаалал, кВт/м² °C;

$\Delta T_{\text{лог}}$ - температурын ялгаврын логоритм дундаж, °C;

F - хөргөлтийн гадаргуугийн талбай, м²;

T_{e2} - конденсаторт орох агаарын температур, °C;

T_{e1} - конденсатороос гарах агаарын температур, °C;

T_s -конденсаторт орох тухайн даралтанд харгалзах уурын ханалтын температур, °C;

G_n - конденсаторт орох агаарын зарцуулалт, кг/ц;

3. ТООЦООНЫ ҮР ДҮН

Агаарын хөргөлттэй конденсаторын дулаан дамжуулалтын коэффициентийг "Ухаа худгийн ДЦС"-н агаарын хөргөлттэй конденсаторын ашиглалтын үеийн үзүүлэлтүүдтэй харьцуулсан дараах үр дүнд хүрч байна.

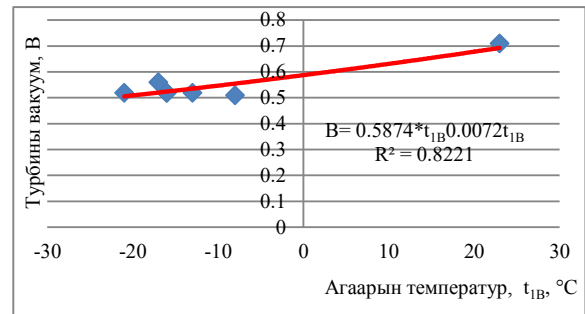
Агаарын хөргөлттэй конденсаторын тооцооны үзүүлэлтүүд

Хүснэгт 3.1.

д / д	Үзүүлэлтийн нэр	Тэмдэглэгээ	Нэгж	Горим-1	Горим-2	Горим-3
1	Конденсаторт орж уурын даралт	P_k	ата	0.06	0.088	0.014
				0.051	0.083	0.013
				0.045	0.079	0.012
				0.043	0.075	0.011
				0.038	0.071	0.0109
2	Дулаан	К	кВт/м	29.96	16.28	12.81

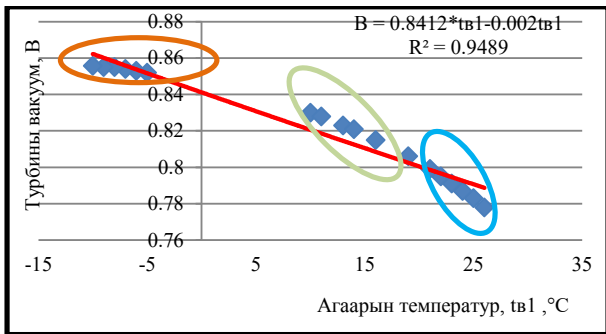
	дамжуулалтын коэффициент		°C	32.63	6.12	12.17
				41.58	14.77	11.71
				48.66	19.2	11.27
				84.5	27.88	10.87
				39.61	56.08	10.46
3	Агаарын температура	$t_{\text{аг}}$	°C	10	26	-5
				11	25	-6
				13	24	-7
				14	23	-8
				16	22	-9
4	Турбины вакуум	В	-	0.83	0.778	0.852
				0.828	0.783	0.853
				0.823	0.787	0.854
				0.821	0.791	0.855
				0.815	0.795	0.8551
				0.806	0.799	0.8558

7	-0.52	-16
8	-0.52	-13

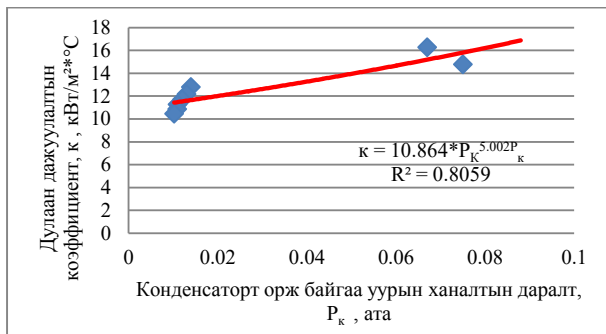


Зураг 3.3. Ухаа худаг ДЦС-ын турбины вакуум гадна агаарын температураас хамаарсан график

Дээрх 3.1-р хүснэгтэнд горим-1 гэдэг нь хаврын улирал, горим-2 гэдэг нь зуны улирал, горим-3 гэдэг нь өвлийн горим гэж авч үзэв.



Зураг 3.1. Гадна агаарын температураас турбины вакуум хамаарсан хамаарлын график



Зураг 3.2. Конденсаторт орж байгаа уурын даралтаас дулаан дамжуулалтын коэффициентын хамаарсан график.

Ухаа худагийн ДЦС-н агаарын хөргөлттэй конденсаторын ашиглалтын үеийн үзүүлэлтүүд

Хүснэгт 3.2.

Хэмжилтийн дугаар	Вакуум, ата	Гадна агаарын температур, °C
1	-0.71	23
2	-0.51	-8
3	-0.52	-21
4	-0.55	-19
5	-0.56	-17
6	-0.52	-16

Дээрх 3.1, 3.2 -р хүснэгтүүдэд агаарын хөргөлттэй конденсаторын дулаан солилцооны тооцоо хийж Ухаа худагийн ДЦС-ын ашиглалтын үеийн үзүүлэлттэй харьцуулан үзсэн бөгөөд тооцоонд агаарын хөргөлттэй конденсаторын дулаан дамжуулалтын коэффициент болон турбины вакуумыг өвөл, хавар, зуны гэсэн 3 горимд хийв. Тооцооноос үзэхэд дулаан дамжуулалтын коэффициент өвлийн горимд 10.46 - 12.81 кВт/м²°C, хаврийн горимд 29.46 - 84.5 кВт/м²°C, зуны горимд 6.12... 56.08 кВт/м²°C тус тус байна.

3. ДҮГНЭЛТ

1. Агаарын хөргөлттэй конденсаторын дулаан дамжуулалтын коэффициентыг орж байгаа агаарын янз бүрийн утгуудад онолын тооцоогоор бодож Ухаа худгийн ДЦС-ын агаарын хөргөлттэй конденсаторын жишээн дээр тооцов.
2. Тооцоог өвөл, хавар, зун гэсэн 3 горимд хийж үзэхэд 6.12 ... 84.5 кВт/м²°C хязгаарт байна. Мөн энэ горимд турбины вакуум тооцож үзэхэд 0.77 ... 0.85 байгаа нь Ухаа худгийн ДЦС-ын агаарын хөргөлттэй конденсаторын вакуумаас 0,25 ... 0.14 буюу 16.4 ... 32.5 % -аар их байна.
3. Ухаа худаг ДЦС-ын турбины горим ажиллагаа ихээхэн зөрчигдөж байгаа нь дээрх тооцоо судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна.
4. Цаашид Ухаа худаг ДЦС-ын ашиглалтын ажиллагааг техникийн үзүүлэлтэд заасан параметруудийг аль болох барьж ажиллах шаардлагатай байна. Мөн өвлийн улиралд агаарын хөргөлттэй конденсаторын хөргөлтийн гадаргууд оногдох агаарын зарцуулалтыг гадна агаарын температураас хамааруулан тохируулж байх шаардлагатай болох нь харагдаж байна.

Ашигласан ном, зүй.

1. Федоров В.А., Мильман О.О., и др. Результаты экспериментальных исследований характеристик воздушных конденсаторов паротурбинных установок. Теплоэнергетик 2013 г, №2 с.32-41.
2. Ананьев П.А., Мильман О.О., и др. Гидравлические процессы в воздушных конденсаторах паротурбинных установок. // Вестник, МЭИ -2012 г, №2, с.5-12.
3. Кирсанов И.Н. Конденсационные установки. Москва. Энергия - 1965 г.

УУРЫН ШУГАМЫН ДУЛААНЫ АЛДАГДАЛЫН СУДАЛГАА

Э.Ерөөлт*, Б.Даваадалай*, Н.Оюунцэцэг*, П.Бямбацогт*

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

Хураангуй. Энэхүү илтгэлд уурын хэрэглэгчдийн хэрэглээнээс хамаарсан үйлдвэрийн уурын параметрийн өөрчлөлтийг судлан, түгээсэн болон хэрэглэсэн уурын балансын зөрүүг нягталж, түүний учир шалтгааныг тодорхойлох цаашлаад уурын шугамын дулааны алдагдлыг бодит байдалд үнэлэлт дүгнэлт өгөхөд оршино.

Түлхүүр үг: Уурын зарцуулалт, дулааны урсгалын нягт, температурын уналт, уур хангамжийн схем.

ОРШИЛ

Улаанбаатар хотын уур хэрэглэдэг үйлдвэрүүдийг уураар хангаж буй хамгийн том эх үүсвэр нь дулааны гуравдугаар цахилгаан станц юм. Уурын хэрэглэгчдийг шаардлага хангасан параметртэй үйлдвэрийн уураар хангах үүргийнхээ хүрээнд хэд хэдэн томоохон сүлжээний өөрчлөлт, шинэчлэлтүүдийг хийж байсан боловч сүүлийн үед нийгэм эдийн засгийн байдлаас шалтгаалан үйлдвэрүүд уурын хэрэглээгээ жилийн турш тогтмол хэрэглэхгүй байгаа нь уг сүлжээний хувьд хүндрэлтэй асуудлуудыг бий болгож байна.

Уурын хэрэглээ тогтмол биш байгаа, уурын бага хэрэглээтэй үйлдвэрүүд сүлжээнд холбогдсон зэргээс шалтгаалан шугамаар урсаж буй уурын параметр унах, түгээсэн болон хэрэглэсэн уурын балансад зөвшөөрөгдсөн хэмжээнээс их хэмжээний балансын зөрүү гарах цаашлаад станцын техник эдийн засгийн үзүүлэлтэд сөргөөр нөлөөлсөөр байна. Иймээс уг асуудлуудыг шийдвэрлэх учир шалтгааныг гидравлик тооцоогоор олох, шугамын дулааны алдагдлыг бодит байдалд үнэлэлт дүгнэлт өгөхөд зорилго оршино.

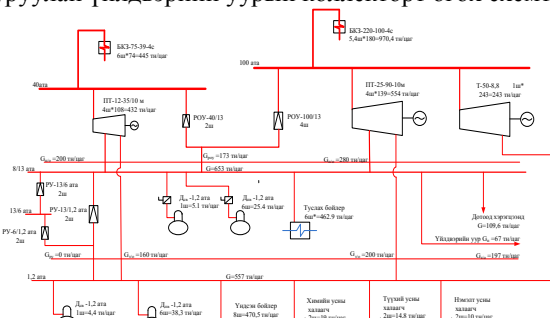
ДУЛААНЫ 3-Р ЦАХИЛГААН СТАНЦААС УУР ТҮГЭЭЖ БАЙГАА ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ БА ГОРИМ АЖИЛЛАГАА

Уурын шугам сүлжээний өнөөгийн байдал.

Дулааны 3-р цахилгаан станц нь Хан-Уул дүүргийн нутаг дэвсгэрт байрлах 90 орчим үйлдвэр, аж ахуйн газар, пүүс, компаниудын хэрэглэгчдийг технологийн уураар хангадаг юм. Станцын өндөр даралтын хэсгээс 500 мм диаметртэй хос шугам, дунд даралтын хэсгээс 500 мм диаметртэй нэг шугам гарч уурын сүлжээний эхлэх хэсэг болно.

Станцын өндөр ба дунд даралтын хэсэг нь тус бүртээ 0,8-1,3 МПа даралттай технологийн уур бэлтгэх схемтэй бөгөөд хоорондоо шилжүүлэх шугамаар холбогдоно. Холбоос шугамын тусламжтайгаар өндөр даралтын хэсгийн уурыг дунд даралтын хэсгийн коллектороор дамжуулах эсвэл эсрэгээр ажиллуулж болно.

Станцын дунд даралтын хэсгийн технологийн уурын коллекторыг ПТ-12-35 турбины П авлагаас тэжээнэ. Турбинууд зогссон үед, мөн П авлагын чадал хүрэлцэхгүй болсон тохиолдолд БКЗ-75-39ФБ зуухны 4 МПа даралттай хурц уурын даралт, температурыг РОУ-3, РОУ-5 төхөөрөмжөөр бууруулж үйлдвэрийн уурын ерөнхий коллекторт өгнө. Өндөр даралтын хэсгийн технологийн уурын коллекторын ПТ-25-50 турбинуудын П авлагаас тэжээнэ. Бууруулан хөргөх РОУ-1, РОУ-2, РОУ-4 төхөөрөмжүүд дээр Е-220-100 зуухны хэт халсан уурын даралт, температурыг бууруулан үйлдвэрийн уурын коллекторт өгөх схемтэй.



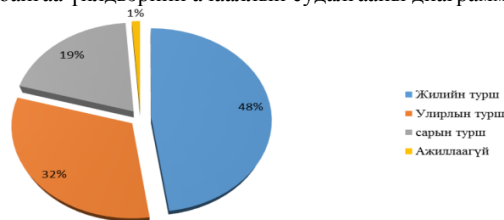
Зураг 1. ДЦС 3-ийн уурын ерөнхий схем

ДУЛААНЫ 3-Р ЦАХИЛГААН СТАНЦААС УУРААР ХАНГАГДАЖ БУЙ ХЭРЭГЛЭГЧДИЙН СУДАЛГАА

Улаанбаатар хотын дулааны эрчим хүчний хэрэглээний 40%, улсын цахилгааны эрчим хүчний хэрэглээний 30 гаруй хувийг хангаж 90 орчим уур хэрэглэгч үйлдвэрүүдэд технологийн уур түгээж байна.



Зураг 2. ДЦС-3 ТӨХК-иас технологийн шаардлагат уур авж байгаа үйлдвэрийн ачааллын судалгааны диаграмм



Зураг 3. Үйлдвэрийн ажиллах горимын 2015-2016 оны судалгаа

2015-2016 оны хийсэн судалгааны үндсэн дээр 90 орчим үйлдвэрийн 48% нь жилийн турш тасралтгүй ажиллагаатай, 32% нь улирлаар, 19% нь сараар ажилласан, 1% нь ажиллаагүй байна.

Атар Өргөө компанийн уурын даралтын тоон утгуудыг зөвшөөрөгдөх утгатай харьцуулсан.



Зураг 4. Атар өргөө компанийн бодит ба зөвшөөрөгдөх даралтын утгуудын харьцуулалт

Дээрх графикаас үзэхэд бодит байдалд үйлдвэрийн уур хэрэглэгчид шаардлагат параметртэй уурыг авч чадахгүй байгаа нь бүтээгдэхүүний боловсруулалтанд сөргөөр нөлөөлөх аюултай.

УУРЫН ШУГАМЫН ДУЛААЛГЫН ТООЦООНЫ ҮНДЭС

Дулаалагатай хоолойгоор тээвэрлэгдэж буй дулаан зөөх биеэс дулаан, гадна орчинд дараалсан дөрвөн эсэргүүцлээр дамжин шилжинэ.

Агаараар сунгасан дулаалагатай, 1 метр шугамын дулааны алдагдалыг тодорхойлохын тулд тухайн шугамын дулааны эсэргүүцлийн дараах томъёогоор тооцно.

$$R = R_o + R_x + R_{\text{дул}} + R_{\text{га}} \quad (1)$$

Энд: R_o , R_x - хоолойн дотор гадаргуу ба ханын дулааны эсэргүүцэл, $\text{m}^2/\text{Вт}$; $R_{\text{дул}}$, $R_{\text{га}}$ -дулаалгын үе ба түүний гадна гадаргуугийн дулааны эсэргүүцэл, $\text{m}^2/\text{Вт}$;

Эдгээр дөрвөн эсэргүүцлээс эхний хоёр нь нөгөө багатай тул инженерийн тооцоонд тусгахгүй байж болно. Иймд дээрх томъёо нь дараах хэлбэртэй болно.

$$R = R_{\text{дул}} + R_{\text{га}} \quad (2)$$

Шугамын дулаалгын үеийн дулааны эсэргүүцэлийг (13) томъёогоор олно.

Дулаалагатай цилиндр хоолойн гадна гадаргуугийн дулааны эсэргүүцэл:

$$R_{\text{га}} = \frac{1}{\pi \cdot d_e \cdot \alpha_{\text{га}}} \quad (3)$$

Энд: $\alpha_{\text{га}}$ -дулаалгын гадаргуугаас орчинд өгөх дулаан өгөлтийн коэффициент, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C}$; d_e -дулаалгын үеийн гадаад диаметр, мм.

Дулаан өгөлтийн коэффициент, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C}$:

$$\alpha_n = \alpha_l + \alpha_k \quad (4)$$

Энд: α_l -цацрагын дулаан өгөлтийн коэффициент, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C}$; α_k - конвекцын дулаан өгөлтийн коэффициент, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C}$;

Цацрагын дулаан өгөлтийн коэффициент:

$$\alpha_n = C \cdot \frac{\left(\frac{t_n + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_0 + 273}{100}\right)^4}{t_n - t_0} \quad (5)$$

Энд: C - цацрагын коэффициент, $C=4,4...5,5 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}^4$, t_0 -гадна агаарын температур, $^\circ\text{C}$.

Гадаргуугийн цацрагын температур:

$$t_n = \frac{\frac{\tau}{R_{\text{га}}} + \frac{t_0}{R_{\text{дул}}}}{\frac{1}{R_{\text{га}}} + \frac{1}{R_{\text{дул}}}} \quad (6)$$

Энд: t_n -гадаргуугийн цацрагын температур, $^\circ\text{C}$; t_0 -гадна агаарын температур, $^\circ\text{C}$.

Албадмал конвекцын өгөлтийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\alpha_k = 4.65 \frac{\omega^{0.7}}{d_n^{0.3}} \quad (7)$$

Чөлөөт конвекцын дулаан өгөлтийн коэффициент:

$$\alpha_k = 1.16 \cdot \sqrt[4]{t_n - t_0} \quad (8)$$

Энд: t_n - гадаргуугийн цацрагын температур, $^\circ\text{C}$; t_0 -гадна агаарын температур, $^\circ\text{C}$.

$$\alpha_n = 1.16 + 7\sqrt{\omega} \quad (9)$$

Энд: ω - агаарын урсгалын хурд, м/с. Агаарын урсгалын хурдыг Улаанбаатар хотын салхины дундаж хурд 4-6 м/с.

Практикт ихэвчлэн дулаан алдагдалыг дараах томъёогоор тодорхойлдог.

$$Q = q \cdot l \cdot (1 + \beta) \quad (10)$$

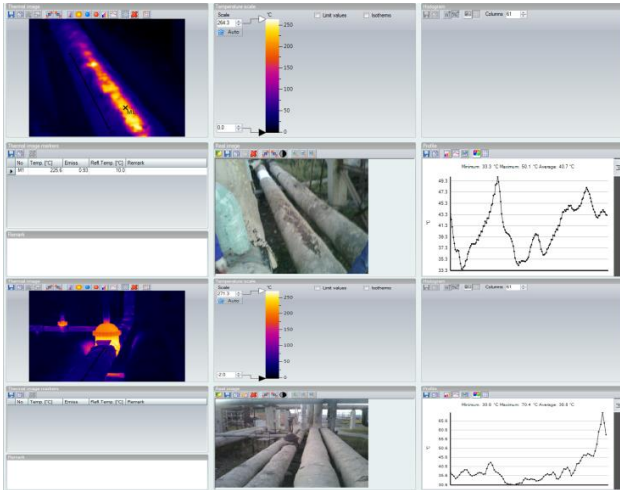
Энд: q -дулааны үрсгалын нягт, $\text{Вт}/\text{м}$; l -шугамын урт, м; β - байршлын алдагдлын коэффициент, шугамын дулаан алдагдалын урьдчилсан ба ойролцоо тооцоонд 0.2 ...0.3 байж болно. Уурын шугамд 0.25 -тай тэнцүүгээр авна.

Уурын шугамын дулааны алдагдлын туршилтын үр дүн, харьцуулалт

Уурын шугамын дулаан тусгаарлах бүрээсүүд төв, салбар, хэрэглэгчийн шугамуудын хувьд харилцан адилгүй учир тэдгээрийн гадаргуун температур Монгол улсад мөрдөж буй норм дүрэмд заасан тоон утгатай харьцуулалт хийж үнэлэлт дүгнэлт өгөх шаардлагатай болсон.

2016.09.07 нд уурын шугамын дулааны алдагдлын хэмжилтийг хийж гүйцэтгэсэн тухайн үед ДЦС-аас хурц уурын температур 307 $^\circ\text{C}$, даралт 11 ага байсан.

ДЦС-ийн уурын шугамын гаргалаа.



Зураг 5. Уурын шугамын гадаргуун дулаан алдагдал, температурын тархалт

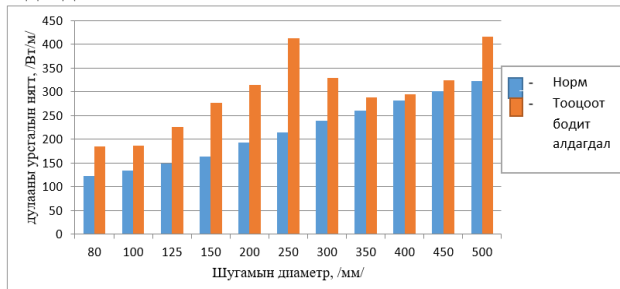
Хуучин шугамын зарим хөндлөн хэсэгт дулаалгын хийцийн дээд хэсгийн зузаан нимгэрч, нягтрал багассан, доод хэсэгт дулаалгын их бага хэмжээний цүлхийлт үүсч хоолой ба дулаалгын хооронд агаарын завсар үүсч дулааны алдагдлыг нэмэгдүүлж байна. Энэ байдлыг дулааны алдагдлыг тодорхойлоход тооцсон.

Хүснэгт 1

Дулаалгатай уурын шугамын нэгж уртаас алдагдах дулаан, Вт/м

Шугамын диаметр, мм	Уурын температур °C				
	150	200	250	300	350
50	60.5	84.74	108.9	133.1	157.0
70	73.0	102.1	131.3	160.4	189.6
80	84.2	117.9	151.6	185.3	219.0
100	84.4	118.2	152.0	186.0	220.2
125	102.4	143.4	184.4	225.4	266.4
150	126.6	175.8	226.1	276.4	326.6
200	142.7	199.7	256.8	313.9	371.0
250	188.0	263.0	338.2	413.5	488.7
300	149.7	209.6	269.4	329.3	389.2
350	131.3	183.8	236.3	288.8	341.4
400	134.4	188.2	242.0	295.6	349.4
450	147.7	206.8	266.0	325.0	384.1
500	190.4	265.0	340.9	416.6	492.4

Гадна агаарын температурын 25°C –ын утганд бодогдсон.



Зураг 6. Уурын ажлын биеийн дундаж температур 300 °C байх үеийн дулааны алдагдал

Дээрх графикаас дүгнэхэд 80-200 мм-ын голчтой шугамуудын дулаалгын дулааны урсгалын нягтын хэмжээ нормын хэмжээнээс дунджаа 34-65 хувиар их, харин 250-500 мм-ын голчтой шугамуудын дулаалгын хувийн алдагдал нормоос дунджаар 26-77 хувиар их байна.

УУР ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ГИДРАВЛИК ТООЦООНЫ АРГАЧЛАЛ

Уурын шугамын гидравлик тооцооны зорилго нь уурын шугамын эхлэл ба төгсгөл дээрх даралтын зөрүү (боломжит түрэлт ΔP), уурын тооцоот зарцуулалт мэдэгдэж байхад хоолойн хэсгүүд дээрх даралтын уналт, шугамын диаметрийг тодорхойлоход оршино.

Уурын шугамын гидравлик тооцоонд даралтын алдагдлаас үүсэх нягтын өөрчлөлт, орчинд алдагдах дулааны алдагдлаас уурын температурын өөрчлөлтийг тооцно.

Даралтын хувийн шугаман уналт:

$$R_{u} = Ar \cdot \frac{G}{\rho \cdot d^{5.25}} \quad (11)$$

Энд: G - уурын зарцуулалт, кг/с; ρ - уурын нягт, кг/м³; d - уурын шугамын дотоод диаметр, м; Ar - барзгаржилтын коэффициентээс хамаарсан коэффициент.

Хүснэгт 2

Барзгаржилтын коэффициентийн хүснэгт

Коэффициент	Илэрхийлэл	Барзгаржилтын коэффициент, K_s		
		0,0002	0,0005	0,001
$A_r, м^{0.25}$	$0,0894 \cdot K_s^{0.25}$	$10,6 \cdot 10^{-3}$	$13,3 \cdot 10^{-3}$	$15,92 \cdot 10^{-3}$
$A_r^B, м^{3.25} / \text{кг}$	$0,0894 \cdot K_s^{0.25} / \rho$	$10,92 \cdot 10^{-6}$	$13,62 \cdot 10^{-6}$	$16,3 \cdot 10^{-6}$
$A_d, м^{0.475}$	$0,63 \cdot K_s^{0.475}$	0,414	0,435	0,448
$A_d^B, м^{0.475} / \text{кг}^{0.19}$	$0,63 \cdot K_s^{0.475} / \rho^{0.19}$	$111,5 \cdot 10^{-3}$	$117 \cdot 10^{-3}$	$121 \cdot 10^{-3}$
$A_G, м^{-0.125}$	$3,35 / K_s^{0.125}$	9,65	8,62	7,89
$A_G^B, м^{-0.5} / \text{кг}^{1.625}$	$3,35 \rho^{0.5} / K_s^{0.125}$	302	269	246
$A_{\alpha}, м^{-0.19}$	$5,1 / K_s^{0.19}$	25,2	21,4	18,6
$A_{\alpha}^B, м^{0.53} / \text{кг}^{0.4}$	$5,1 / (K_s^{0.19} \rho^{0.24})$	4,54	3,82	3,34
$A_l, м^{-0.25}$	$9,1 / K_s^{0.25}$	76,4	60,7	51,1

Уурын нягтыг тухайн хэсэг дээрхи даралт, температурын уналтыг эхлэн сонгож түүний дундаж утгаар уур усны таблицаас сонгож авна.

Тухайн хэсэгт унах даралтын уналт:

$$\Delta P = R_{u} (l + l_3) \quad (12)$$

Энд: l - хоолойн урт, м; l_3 - эквивалент урт, м;
Эквивалент урт:

$$l_3 = A_l \cdot \sum \xi \cdot d^{1.25} \quad (13)$$

Энд: A_l - барзгаржилтын коэффициентээс хамаарсан коэффициент (хүснэгт 2.1-ээс сонгож авна); ξ - байршлын эсэргүүцлийн коэффициент;

Эцсийн хэрэглэгчийн уурын даралт:

$$P_2 = P_1 - \Delta P \quad (14)$$

Уурын урсгалын хурд:

$$\omega = \frac{4 \cdot G}{\rho \cdot 3.14 \cdot d^2} \quad (15)$$

Шугамын дулааны алдагдал:

$$Q = q \cdot l(t_0 - t_n) \quad (16)$$

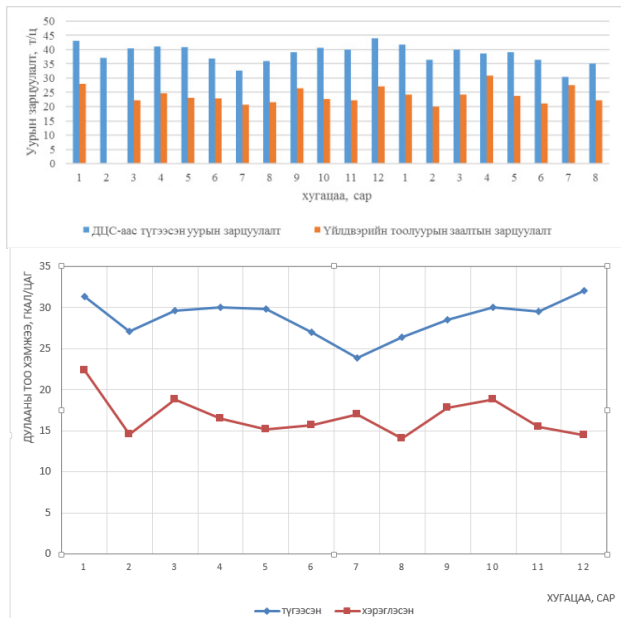
Энд: q-хувийн дулаан алдагдал, Вт/м; t_н-уурын дундаж температур;

Тухайн хэсэгт унах температурын уналт:

$$\Delta t = \frac{3.6 \cdot Q}{c_p \cdot G} \quad (17)$$

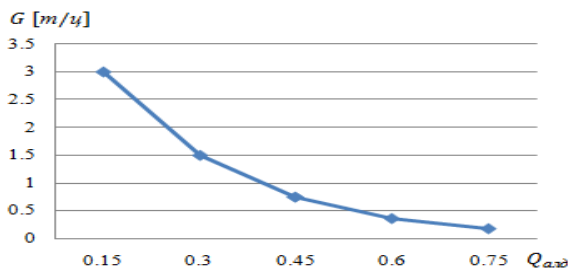
Эцсийн хэрэглэгчийн температур:

$$t_2 = t_1 - \Delta t \quad (18)$$



Зураг 7. Түгээсэн ба хэрэглэсэн уурын зарцуулалт, дулааны тоо хэмжээ

Энэхүү графикаас 14 т/ц уурын зарцуулалтын зөрүү үүсч байгаа нь хэрэглэгчдийн уурын ачаалал хэт бага байгаагаас шалтгаалан шугамд конденсат үүсч буйг илэрхийлж байна.



Зураг 8. 80мм голчтой шугамын зарцуулалтаас хамаарсан дулааны алдагдлын хамаарал

Уурын шугам 80 мм голчтой үед тооцоот боломжит уурын зарцуулалт 3 т/ц ба нэг метр шугамаар алдах дулааны алдагдлын тоо хэмжээ 0,15 кВт гэж тооцоолох үед шугам дотуур нэвтрэн өнгөрөх уурын зарцуулалт багасахад шугам хоолойн гадаргуугаас орчинд алдагдах дулааны тоо хэмжээ нэмэгдэх буй хамаарлыг дээрх графикт үзүүлэв.

ДУЛААНЫ АЛДАГДЛЫН ТООЦООНЫ ДҮГНЭЛТ

Уурын шугамын дулааны алдагдлын тооцоог Үйлдвэрийн уурын бодит хэрэглээгээр 2015 оны дундаж ачаалал 40 т/ц, (29.9 Гкал/ц)-р тооцоход:

Хэрэглэгчдийн уурын хэрэглээ, горим ажиллагаа тогтмол биш хэлбэлздэг, оройн цагаар болон амралтын өдрүүдэд уурын хэрэглээ буурдаг. Энэ үед Станцаас уурын шугамыг тасралтгүй уураар хангаж байдаг тул хэрэглэгчдийн ажиллагаанаас шалтгаалж уурын шугамд нийт дулааны алдагдлын 8.8% конденсат байдлаар алдагдаж байна.

Уурын шугамын дулааны алдагдал хэмжээнээс их байгаа шалтгаанууд:

- Үйлдвэрүүдийн уурын ачаалал ихэнх хэрэглэгчийн хувьд дундаж хэмжээнээс доогуур болон шугам бүрэн ачаалагдахгүй байгаагаас,
- Хэрэглэгчид уур түгээх шугамын урт харьцангуй их зарцуулалт буюу уурын хурд боломжит хэмжээнээс олон дахин бага байгаа нь алдагдлыг улам ихэсгэж байна.

Ихэнхи хэрэглэгчдийн уурын зарцуулалт 0,2-0,4 т/ц, шугамын диаметр 80 мм байгаа нь 3 т/ц хүртэл нэвтрүүлэх чадвартай уг шугамд уурын хурд багасаж дулааны алдагдал ихсэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Б.Намхайням “Дулаан хангамжийн систем” 2006 он.
2. Б.Намхайням, Ц.Шагдарсүрэн, Х.Энхжаргал, Б.Отгонханд “Уурын үр ашигтай хэрэглээ” 2003 он.
3. С. Батмөнх “Дулаан нэвтрүүлэлт” 2007 он.
4. Ж. Цэен-Ойдов, Ц. Шагдарсүрэн, А. Түмэнбаяр, Б. Баттөр “ Ус ба усны уурын термодинамикийн шинж чанарын үзүүлэлт.
5. В.В.Цветков. “Организация пароснабжения промышленных предприятий” 1979 г.
6. А.Ф. Строй, В.Л. Скальский “Расчет и проектирование тепловых сетей” 1981 г.
7. Е.К. Соколов “Теплофикация и тепловые сети” 2001 г.
8. А.П. Сафонов “Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям”.
9. Нийслэлийн ерөнхий төлөвлөгөөний газар “Үйлдвэрийн ерөнхий төлөвлөгөө” 2015 он.
10. ДЦС-3 ийн техник эдийн засагийн журнал

ГЕНЕРАТОРЫН ӨДӨӨГЧИЙН ХАЛАЛТЫН СУДАЛГАА

Б.Мөнхчулуун*, Э.Буджав*, Н.Цэвгээ*

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

Хураангуй. Энэхүү судалгааны ажилаар ДЦС-3 ТӨХК-ийн генераторын өдөөлтийн системийн халалтыг Fluke фирмийн хэт улаан туяаны камерийн тусламжтайгаар хэмжиж, тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагаа, ашиглалтын үеийн бүрэн бүтэн байдал техникийн нөхцөлд үнэлэлт дүгнэлт өгөх зорилготой. Үүний үр дүнд болзошгүй гэмтэл, аваарийн нөхцлөөс урьдчилан сэргийлэх боломжтой.

Түлхүүр үг: Генератор, хэт улаан туяаны камер, генераторын өдөөгч.

ОРШИЛ

Өнөө үед шинжлэх ухаан техник, технологийн ололтыг хэрэглэж цахилгаан тоног төхөөрөмжийг ажиллагааных нь явцад оношлон мэдээлэл цуглуулах замаар цахилгаан тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх, оношлогооны мэдээлэлд тулгуурласан засвар, техникийн үйлчилгээг боловсронгуй болгох чиглэлээр судалгаа шинжилгээний ажил эрчимтэй хийгдэж байна.

Цахилгаан тоног төхөөрөмж нь зөвшөөрөгдсөн хэмжээнээс илүү халахыг хэт халалт гэх бөгөөд үүнээс улбаалан тоног төхөөрөмж, генераторын хэвийн ажиллагаа алдагдаж болно.

Иймд цахилгаан тоног төхөөрөмжийн халалтыг судлах нь зайлшгүй шаардлагатай юм.

I. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

МЭХС-ийн ДЦС-уудад хэрэглэгдэж байгаа тоноглол, генераторууд нь ОХУ-д үйлдвэрлэгдсэн (Хуучнаар ЗХУ), бөгөөд насжилт өндөртэй, ашиглалтын явцад хуучирч илэгдсэн учир гэмтэл гарах магадлал өндөр байдаг. Ийм тоног төхөөрөмжүүдэд үүсэх халалтын хэмжээгээр нь тухайн төхөөрөмжийн ажиллагаа хэвийн эсвэл хэвийн бус байгааг шалгаж мэдэх боломжтой. Өөрөөр хэлбэл ашиглалтын явцад тухайн төхөөрөмжийн халалт нь урт хугацааны туршид зөвшөөрөгдсөн хэмжээнээс ихэссэн байвал энэ нь гэмтэл гарсныг илтгэх бөгөөд засвар техникийн үйлчилгээ хийх шаардлагатай эсэхэд үнэлэлт дүгнэлт өгөх боломж олгоно.

Иймд тоног төхөөрөмжүүдэд орчин үеийн дэвшилтэт технологийн багаж хэрэгслийг ашиглаж тоног төхөөрөмжийн ажиллагааны явцад шууд шалгалт, шинжилгээ хийж, гэмтлийг эрт илрүүлж, засвар техникийн үйлчилгээний уялдаа холбоог боловсронгуй болгох хэрэгтэй.

Хүний нүдэнд үл үзэгдэх дотоод халалтыг цахилгаан соронзон спектрийн хэт улаан туяаны долгионы камерийг ашиглаж халалтыг илрүүлэх, гэмтлээс урьдчилан сэргийлэх боломжтой. Өндөр

хүчдлийн тоног төхөөрөмжийн их хэмжээний цэнэг алдалттай байгаа хэсэгт хэвийн бус халалт үүсэх бөгөөд энэ нь тусгаарлагчийг гэмтээж улмаар тоног төхөөрөмжийн хэвийн ажиллагааг бүрмөсөн алдагдуулж болно.

II. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Судалгааны ажлын хүрээнд бид ДЦС-3 ТӨХК-д ашиглагдаж байгаа генераторын өдөөлтийн системийн халалтыг хэмжиж төхөөрөмжийн бүрэн бүтэн байдалд үнэлэлт дүгнэлт өгөх зорилготой.

Тоног төхөөрөмжийн халалтыг Fluke фирмийн TIS-10 багажны тусламжтайгаар гүйцэтгэсэн бөгөөд 5 сарын хугацаанд генератор тус бүр дээр 15 удаагийн хэмжилтийг хийж гүйцэтгэсэн.

Хэмжилтийн онцлог нь:

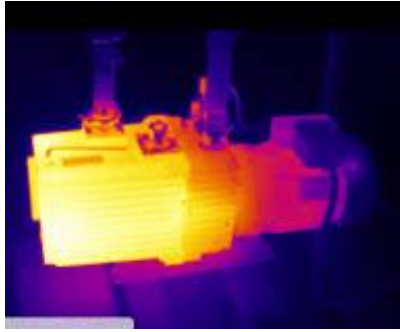
- Тухайн тоноглол дээр шууд хийж гүйцэтгэнэ.
- Тоног төхөөрөмжийн ажиллагааны явцад хийж гүйцэтгэдэг.
- Төхөөрөмжийн халалтын хэмжээг шууд тодорхойлох бөгөөд хамгийн халуун цэгийг автоматаар тодорхойлж өгнө.



Зураг 1. TIS-10, FLUKE

Багажны боломжууд:

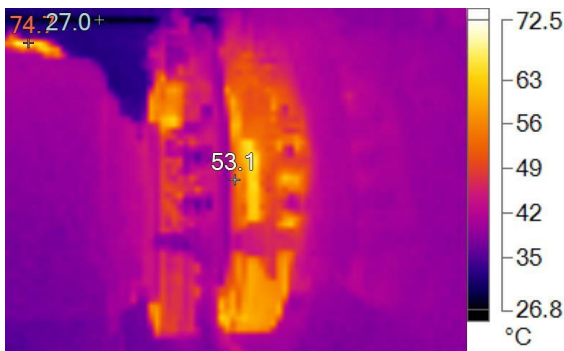
- Зурган форматаар хэмжилтийг хадгалах боломжтой.
- Автоматаар (хэт улаан туяагаар) харагдахаар дүрслэгдэнэ [1].
- WIFI-д холбогдож, хэмжилтийн утгаа онлайн байдлаар Fluke Cloud серверт хадгалах боломжтой.



Зураг 2. Хэт улаан туяаны оношлогоо Жишээ болгож ДЦС-3 ТӨХК-ийн нэгдүгээр генераторын өдөөлтийн системийн халалтыг авч үзье.

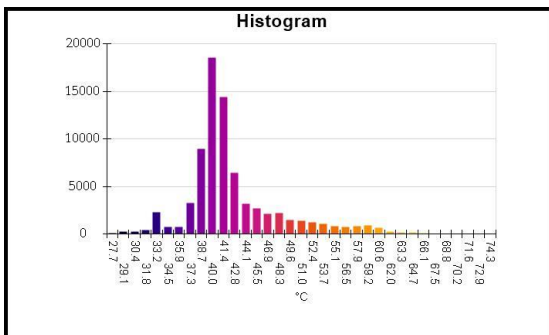


Зураг 3. 1-р генераторын өдөөгч



Зураг 1. 1-р генераторын өдөөгчийн халалт (2016.11.18-ний хэмжилтээр)

Генераторын өдөөлтийн системийн халалтыг тодорхойлж, smartview программын тусламжтайгаар өдөөлтийн системийн гистограмм болон үзүүлэлтүүдийг хүснэгтээр үзүүлэв.



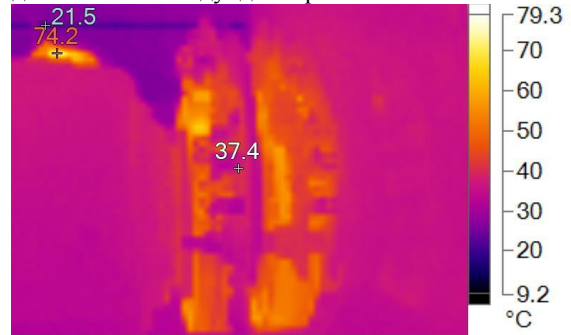
Зураг 2. 1-р генераторын өдөөгчийн гистограмм

Хүснэгт 1

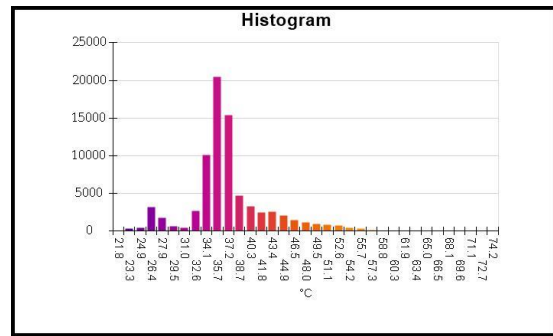
1-р генераторын өдөөгчийн халалт

Name	Temperature	Emissivity	Background
Centerpoint	53.1°C	0.95	22.0°C
Hot	74.7°C	0.95	22.0°C
Cold	27.0°C	0.95	22.0°C

Дээрхи хүснэгтээр 1-р генераторын өдөөгчийн халалт нь 2016 оны 11 сарын 18 өдрийн хэмжилтээр дээд тал нь +74 хэм дундажаар +53 байсан байна.



Зураг 3. 1-р генераторын өдөөгчийн халалт (2016.11.24-ний хэмжилтээр)



Зураг 4. 1-р генераторын өдөөгчийн гистограмм

Хүснэгт 2

1-р генераторын өдөөгчийн халалт

Name	Temperature	Emissivity	Background
Centerpoint	37.4°C	0.95	22.0°C
Hot	74.2°C	0.95	22.0°C
Cold	21.5°C	0.95	22.0°C

Хүснэгтээс харахад 2016.11.24-ний өдрийн хэмжилтээр буурсан үзүүлэлттэй гарсан байна.

Хэмжилтийн утгуудаас харахад генераторын өдөөгчийн халалт нь зөвшөөрөгдсөн хэмжээнээс хэтрээгүй бөгөөд урсгал засвар, техникийн үйлчилгээний хугацааг өөрчлөх шаардлагагүй байна.

Энэхүү үзүүлэлтээр тодорхойлж гэмтлээс урьдчилан сэргийлэн засвар, техникийн үйлчилгээний бодит хугацааг тогтоох, гүйцэтгэх боломжтойг харуулж байна.

Энд хэрэглэсэн аргачлалын дагуу тоног төхөөрөмжийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсноор тухайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагааг

дээшлүүлэх, гэнэтийн саатлаас урьдчилан сэргийлэх, мөн засвар, техникийн үйлчилгээнд шаардлагатай сэлбэг хэрэгслийн тоо хэмжээ, зардлыг тогтоох боломжийг бүрдүүлнэ.

ДҮГНЭЛТ

Судалгааны ажлын хүрээнд дараахи дүгнэлтэнд хүрлээ.

Тоног төхөөрөмж дээр үүсэх хэвийн бус халалтын хэмжээгээр тухайн тоноглолын найдвартай ажиллагаанд үнэлэлт дүгнэлт өгөх боломжтой.

Генераторын өдөөгчийн халалтыг тодорхой циклгүйгээр хэмжиж тодорхойлсноор түүний засварт гаргах шаардлагатай эсэх, аль хэсэгт гэмтэл үүссэнийг ойролцоогоор тодорхойлох боломж бүрдэнэ. Үүний үр

дүнд засвар үйлчилгээнд гаргах хугацаа, түүнд шаардагдах сэлбэг хэрэгсэл бараа материалыг ерөнхийд нь тогтоож болно.

Эндээс үзэхэд ДЦС-3 ТӨХК-ийн нэгдүгээр генераторын өдөөгчийн ажиллагаа хэвийн байгаа бөгөөд урсгал засвар, техникийн үйлчилгээний хугацааг өөрчлөх шаардлагагүй байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Л.Орхон, Н.Цэвгээ. “TIS-10 багаж”. Гарын авлага. УБ.2017.
2. Б.Хээрийнбаатар. “Уурхайн цахилгаан төхөөрөмжийн ашиглалтын судалгаа” УБ : 2013. 118х.

“ГРАНД ПОВЕР” ХХК-Н НҮҮРС ХИЙЖҮҮЛЭХ ҮЙЛДВЭРИЙН НҮҮРСНИЙ ХИЙН БҮТЦИЙГ ПРОФЕССОР Н.Н.ДОБРОХОТОВЫН ТООЦООНЫ АРГАЧЛАЛТАЙ ХАРЬЦУУЛСАН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮР ДҮН

Б.Баярмагнай*, Г.Дэмбэрэл*, А.Түмэнбаяр*

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

Хураангуй. “Гранд Повер” ХХК-ийн нүүрсний хийн үйлдвэрт 2015 оны 11-р сараас 2016 оны 04-р сар хүртэл хугацаанд очиж, тус үйлдвэрийн нүүрсний хийн генераторын ажиллагаатай танилцан судалгаа хийж үзсэн. Судалгааны үед тус үйлдвэрийн лабораторт хийсэн шинжилгээнээс температурын утга ойролцоо хэмжилтүүдийн дундаж утгыг авч, түүнийг ОХУ-ын профессор Н.Н.Доброхотовын боловсруулсан нүүрс хийжүүлэх процесийн тооцооны аргачлалаар тооцсон утгатай харьцуулан үйлдвэрлэлийн технологийн процессын үр дүнд шинжилгээ хийхийг зорьсон.

Түлхүүр үг: Гранд Повер ХХК, Нүүрсний хийн үйлдвэр, Нүүрсийг хийжүүлэх процесс, тооцооны аргачлал.

1. ОРШИЛ

“Гранд Повер” ХХКомпанийн нүүрсний хийн үйлдвэр нь Улаанбаатар хотын Сонгинохайрхан дүүргийн 32-р хороонд үйл ажиллагаагаа явуулдаг. Тус үйлдвэр нь БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн хос шатлалт ул ширэмт бүхий нүүрс хийжүүлэх зуухтай бөгөөд энэ хийжүүлэх зуух нь бүх төрлийн нүүрсэнд тохиромжтой, ачааллыг тохируулах хязгаар өндөртэй (40%), хийжүүлэлтийн бүтээмж дан шатлалт зуухнаас 5% илүү, бүтээгдэхүүний илчлэг нь өндөр зэрэг давуу талуудтай. Хийжүүлэгч зуух нь хөдөлгөөнгүй үет агаар, уурын үлээлгэтэй, механик нүүрс өгөгч, үнс гаргах төхөөрөмжүүдтэй[1].

Хүснэгт 1

Үзүүлэлтүүд	Хэмжих нэгж	Тоо хэмжээ
Зуухны их биений диаметр	мм	2000
Нүүрсний ширхэглэгийн хэмжээ	мм	20-40, 25-50, 30-60
Нүүрсний зарцуулалт	кг/ц	800-900
Нүүрсний хийн хэмжээ	м ³ /ц	2500-2800
Нүүрсний хийн илчлэг (бага)	кДж/м ³	5300-7000
Тохирох түлшний төрөл	Исэлдсэн хүрэн нүүрс, барьцалдаггүй ба барьцалдах чадвар муу чулуун нүүрс	

Тус үйлдвэр нь 1 иж бүрдэл бүхий хийжүүлэх зуух, тоос барих циклон, агаар хөргөгч, 2 иж бүрдэл давирхай барих цахилгаан фильтр, 2 иж бүрдэл чийг баригч, 3000 м³ хий хадгалах савтай [1].



Зураг 1. Гранд Повер нүүрсний хийн үйлдвэр

II. Нүүрсний хийн шинжилгээ

2016 оны 04-р сарын 20-с 26-ны өдрийн хооронд тус үйлдвэрийн нүүрс хийжүүлэх зуухны дээд хэсгээс гарах хийн хоолойн сорьц авах цэгээс шинжилгээний дээж авсан бөгөөд үйлдвэрийн лабораторид нүүрсний хийн шинжилгээг шингээгч уусмал ашиглан бүтцийн анализийн аргаар хийсэн.



Зураг 2. Хэмжилт авч буй байдал

Шинжилгээг тус үйлдвэрийн ажилчидтай хамтран явуулсан. Нүүрсний хийг 2 цаг тутамд хэмжиж аван шинжилгээ хийсэн. Тус шинжилгээгээр 2016 оны 04-р сарын 25 өдрийн туршилтаар хэмжиж авсан нүүрсний хийн найрлагуудын утгыг профессор Н.Н.Доброхотовын нүүрсийг хийжүүлэх процессын тооцооны аргачлалтай харьцуулсан.

Хүснэгт 2

2016.04.25 өдрийн хэмжилтийн утга

Цаг	T, °C	CO ₂ , %	O ₂ , %	CO, %	CH ₄ , %	H ₂ , %	N ₂ , %
0:35	924	7	0.7	20.9	5	8.9	57.5
2:10	928	7.1	0.7	19	7.9	7.7	57.2
4:20	927	6.6	0.6	18.8	7.1	8.5	58.4
6:00	940	6.3	0.7	20.3	6.2	7.9	58.6
8:00	900	5.9	0.7	21.1	6.7	9.4	56.2
10:10	889	5.5	0.1	17.4	10	10	57
12:05	924	6.4	0.5	18.6	7.5	7.8	59.2
14:25	907	7.7	0.4	15.9	10	8.3	57.7
16:30	864	7.4	0.5	14.3	8.6	9.8	59.4
18:05	862	7.1	0.4	15.7	9.6	7.6	59.5
20:00	849	4.9	0.4	20.8	13	10.2	50.7
22:12	848	5.9	0.4	15.1	13.1	11.1	54.4
Дундаж	897	6.48	0.5	18.2	8.7	8.9	57.1

2016 оны 04-р сарын 25-ны өдрийн хэмжилтийн дундажаас харахад хийжүүлэлтийн үеийн температур-897 °C, CO₂-6.48%, O₂-0.5%, CO-18.2%, CH₄-8.7%, H₂-8.9%, N₂-57.1% байна.

III. Доброхотовын тооцооны аргачлал

Профессор Н.Н.Доброхотов 1930-аад оны үед нүүрсний хими-физикийн үндсэн онолыг ашиглан нүүрс хийжүүлэх процессын онолын тооцоолол хийх аргачлалыг боловруулсан байдаг. Өнөөг хүртэл ОХУ-ын болон гадаадын зарим орны эрдэмтэн, судлаачид

энэхүү аргыг ашиглаж байна [2]. Тиймээс тус үйлдвэрийн гаргаж буй шатах хийн үйлдвэрлэлийн процессыг судлахын тулд үйлдвэрлэсэн хийн шинжилгээг тус аргачлалын утгатай харьцуулан үзсэн юм.

Хүснэгт 3

Тооцооны өгөгдөл/хүрэн нүүрс/			
Найрлага	Жин,%	Моль масс, кг	Молийн тоо, кг-моль
C	39.5	12	3.292
O ₂	2.6	32	0.081
H ₂	3.6	2	1.800
H ₂ O	34	18	1.889
N ₂	0.8	28	0.029
S	0.5	32	0.016
Үнслэг	19	-	-
Бүгд	100		7.106

Профессор Доброхотовын хийн генераторын процессийн тооцооны аргачлал 2 үе шатанд хуваагддаг [3]. Эхлээд хийн хэмжээг тооцоолж, хийн генераторын дээд хэсэг дэх нүүрсний хуурай хийн хэмжээг (хуурай хатаах) тооцоолно. Генераторын доод хэсгээс уур агаарын үлээлгээ хийх үед ялгарах H₂O ба CO₂, H₂, CO-н хэмжээг тооцно.

Энд дараах урвалууд явагдана.

- $C + O_2 = CO_2$
- $CO_2 + C = 2CO$
- $C + H_2O = CO + H_2$

Генераторын тооцоог хялбарчлах үүднээс нүүрсний хэмжээг 100 кг-аар авсан бөгөөд нүүрснээс ялгарах хуурай хий, бүтээгдэхүүний хэмжээг дараах тооцооноос харж болно.

а) Усны уурын тооцоо: Түлшинд агуулагдах бүх хүчилтөрөгчийн 50% нь усны ууранд шилжинэ.

$$H_2O \ 0.081 \cdot 0.5 = 0.041 \text{ кг-моль}$$

$$\text{Урвал нь: } 2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

Үүгээр тооцвол хүчилтөрөгчийн хэмжээ:

$$0.081 \cdot 0.5 \cdot 2 = 0.081 \text{ кг-моль}$$

Усны уураар нүүрсний балансыг тодорхойлбол:

Зарцуулагдсан:

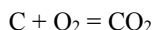
Хүчилтөрөгч.....	0.041 кг-моль
Устөрөгч.....	0.081 кг-моль
Бүгд.....	0.122 кг-моль

Шилжсэн:

Нүүрсний хуурай хэсгээс усны уурт....	0.081 кг-моль
Нүүрсний чийгийн ууршилтаас усны уурт	1.889 кг-моль
Бүгд.....	1.970 кг-моль

б) Нүүрсхүчлийн давхар ислийн тооцоо: Түлшний исэлдэлтийн үр дүнд түүний хуурай хэсгийн CO₂-г тооцох ба CO₂-д шилжсэн O₂-н хэмжээ төдийлөн их биш байна. Жишээлбэл: Хүлрийн хийжүүлэлтийн үед CO₂-д шилжсэн O₂ ойролцоогоор 40%, модны хийжүүлэлтээр ойролцоогоор 30%, хүрэн нүүрсэнд 20%, чулуун нүүрсэнд 10% байна. Иймээс энэ

тохиолдолд түлшний хүчилтөрөгчийн 20% CO₂-н урвалд орсон гэвэл.



Эндээс CO₂-р нүүрсний баланс бичвэл:

Зарцуулагдсан:

Хүчилтөрөгч.....0.2·0.081 = 0.016 кг-моль
Нүүрстөрөгч.....0.016 кг-моль
Бүгд..... 0.33 кг-моль

Шилжсэн:

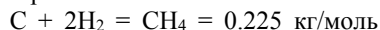
Нүүрсхүчлийн давхар исэл (хий).....0.016 кг-моль

в) CH₄ тооцоо: Метаныг тооцоогоор гаргахад тун хүнд. Доброхотовын аргачлалаар хүлэрийн хуурай хийн устөрөгч метанд шилжсэн хэмжээг ойролцоогоор 5%, (Хүлэрт агуулагдах H₂), Модонд 15%, Хүрэн нүүрсэнд 25%, Чулуун нүүрсэнд 35% байдаг байна.

Ингэж тооцвол метанд шилжих H₂-г хүрэн нүүрсэнд 25% гэж тооцон метанаар нүүрсний баланс бичвэл:

Зарцуулсан:

Устөрөгч.....1.800·0.25 = 0.450 кг/моль
Нүүрстөрөгчийн урвалаар.



Бүгд..... 0.675кг/моль

Шилжсэн:

Метан.....0.225 кг/моль

г) Азотын тооцоо: Түлшин дэх бүх азот ялгарна гэж үзээд балансыг бичвэл:

Зарцуулагдсан:

Азот..... 0.029 кг-моль

Шилжсэн:

Азот..... 0.029 кг-моль

д) Устөрөгчийн тооцоо: Дараах өгөгдлөөс хуурай төлөв дэх устөрөгчийн зарцуулалтыг тодорхойлно.

Ус үүсэхэд.....0.081 кг-моль

Метан үүсэхэд..... 0.450 кг-моль

Бүгд.....0.643 кг-моль

Нүүрсэнд бүгд 1.8 г-моль H₂ агуулагдаж байгаа.

Иймд элементийн H₂-д шилжих үлдэгдэл H₂.

$$1.800 - 0.634 = 1.166 \text{ кг-моль}$$

е) Нүүрсхүчлийн дутуу ислийн тооцоо: Нүүрсний хуурай төлөв дэх хүчилтөрөгчийн зарцуулалт.

Ус үүсэхэд 0.041 кг-моль

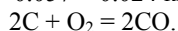
CO үүсэхэд 0.016 кг-моль

Бүгд 0.057 кг-моль

нүүрсэн дэх бүх O₂-н агууламж - 0.081 кг-моль

Эндээс үлдэгдэл O₂-г (CO үүсэхэд) олбол

$$0.081 - 0.057 = 0.024 \text{ кг-моль.}$$



CO-гоор нүүрсний балансыг бичвэл:

Зарцуулсан:

Хүчилтөрөгч 0.024 кг-моль

Устөрөгч 0.049кг-моль

Бүгд0.073 кг-моль

Шилжсэн:

Нүүрсхүчлийн дутуу исэл..... 0.049 кг-моль

ж) Үнсэн дэх нүүрсхүчлийн дутуу ислийн тооцоо: Үнсний жингийн 8%-д нь үнсэн дэх CO байна.

$$19 \cdot 0.08 = 1.52 \text{ кг буюу } 1.52/12 = 0.127 \text{ кг-моль.}$$

з) Нүүрстөрөгчийн тооцоо. Үлдсэн C нь генераторын доод хэсэгт байх ба хийн генераторын үндсэн процесст уур-агаарын үлээлгэтэй хийжүүлэлт явуулахад халаалтанд оролцоно.

Нүүрстөрөгчийн зарцуулалтыг хуурай төлөвт байснаар нь тодорхойлно.

CO₂ исэлтэнд0.016 кг-моль

CH₄ исэлтэнд 0.225 кг-моль

CO исэлтэнд 0.09 кг-моль

Үнсэнд хаягдсан 0.127 кг-моль

Бүгд.....0.507 кг-моль

Нүүрсийг халаахад хуурай бүсэд гарган авах хий

CO₂0.016 кг-моль

CO 0.049 кг-моль

H₂O1.970 кг-моль

H₂ 1.166 кг-моль

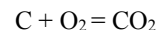
CH₄0.225 кг-моль

N₂0.029 кг-моль

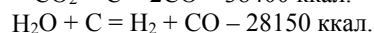
Бүгд..... 3.512 кг-моль

Хийжүүлэлтийн үндсэн процессоор (Хийн генераторын доод хэсэгт) гарган авах бүтээгдэхүүний тоо хэмжээг ингэж тооцно.

Генераторт уур-агаарын холимогтой үлээлгэ хэрэглэх үед эхлээд ул ширэм дээр C шатаж CO₂ үүснэ.



Дараа нь хийжүүлэлтийн үндсэн процессоор түлшийг халаана.

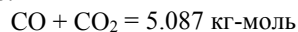


1 кг-моль C шатахад түүнээс 1 кг-моль CO эсвэл 1 кг-моль CO₂ үүснэ.



Ийм маягаар C-н шаталтаас үүсэх CO ба CO₂-н нийт хэмжээг тодорхойлж болно.

Хийжүүлэлтийн бүсэд 5.087 кг-моль C шатна. Иймээс энэ бүсэд нийт хийн бүрэлдэхүүнийг 5.087 кг-моль гэж тооцно.



Хийжүүлэлтийн процесст явагдах урвалууд:



Генераторын процесс дахь тэнцвэрийн тогтмолыг тооцохгүйгээр Доброхотовын аргачлалаар $k=1.7 - 2.5$ хооронд шууд авч болно. Энд 1000°C-н үед $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ -н урвалд $k = 2.0$ тооцож авна.

Гарган авсан хий дэх хүчилтөрөгчийн агууламж $2CO_2 + CO$, кг-атом. Энэ хувьсагчуудыг ашиглавал



Үүнийг ашиглан 4 үл мэдэгдэгчтэй 4 тэгшитгэлийг дараах байдлаар бичин k утгыг ашиглан орлуулах замаар тооцно.

- 1) $CO+CO_2 = 0.304$
- 2) $CO \cdot H_2O / CO_2 \cdot H_2 = k$
- 3) $H_2O + H_2 = 2.481$
- 4) $2CO_2 + CO = 4.5 + H_2$

Тооцооны үр дүнг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 4

Тооцооны үр дүн

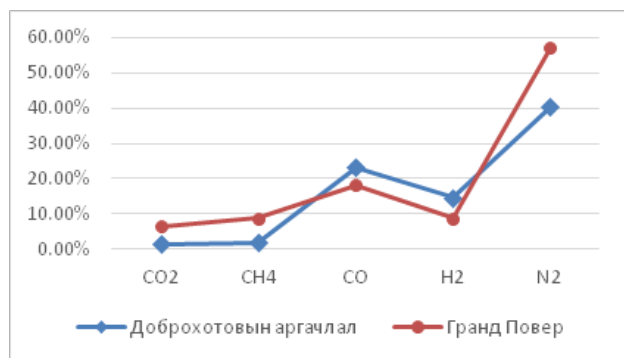
Найрлага	Хуурай төлвөөс	Нүүрстөрөгчийн шаталгаас	Бүгд	Эзлэхүүний найрлага	
	кг-моль	кг-моль	кг-моль	кг	%
CO ₂	0.056	0.462	0.52	22.79	1.55
CH ₄	0.350	0.000	0.35	5.60	1.95
CO	0.169	4.795	4.96	138.97	23.18
H ₂	1.641	1.061	2.70	5.40	14.63
N ₂	0.071	8.761	8.83	247.30	40.36
H ₂ O	0.592	0.189	0.78	14.07	18.33
Бүгд	2.988	15.267	18.25	437.37	100.00

Эндээс: “Гранд Повер” хийн үйлдвэрийн хийг профессор Доброхотовын тооцооны аргачлалтай харьцуулав.

Хүснэгт 5

Нүүрсний хийн харьцуулалт

Хийн найрлага	Доброхотовын аргачлал, %	Гранд Повер үйлдвэр, %	Зөрүү, %
CO ₂	1.55	6.48	4.93
CH ₄	1.95	8.70	6.75
CO	23.18	18.20	-4.98
H ₂	14.63	8.90	-5.73
N ₂	40.36	57.10	-16.74



ХӨШИГТИЙН ХӨНДИЙН ДУЛААНЫ СТАНЦЫН ТҮЛШ ТЭЖЭЭГҮҮРИЙН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Б.Баярмагнай*, Ш.Билгүүнноров*, А.Түмэнбаяр*

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

Хураангуй. Хөшигтийн хөндийн Дулааны станцын SHF-14-1.25-150/70А маягийн нам температурын

буцлах давхаргад түлш шатаах технологи бүхий ус халаах зуухны түлшний цагийн зарцуулалтыг

График 1. Нүүрсний хийн харьцуулалт

Харьцуулсан хүснэгт, зургаас харахад тхэмжилтийн ба тооцооны утгуудын зөрүү нь CO₂ 4.93%, CH₄ 6.75%, CO 4.98%, H₂ 5.73%, N₂ 16.74% байна. Энэ нь хэмжилтийн нарийвчлал болон хийжүүлэлтийн үеийн температураас хамаарч байна.

IV. ДҮГНЭЛТ

Улаанбаатар хотын Сонгинохайрхан дүүргийн 32-р хороонд байрлах “Гранд Повер” ХХКомпаний нүүрсний хийн үйлдвэрийн 2016 оны 4-р сард хийсэн нүүрсний хийн шинжилгээний дундаж утгыг профессор Н.Н.Доброхотовын боловсруулсан нүүрсний хийн тооцооны аргачлалтай харьцууллаа. Ингэхэд нүүрсний хийн бүтцийн хувьд CO₂- 4.93%, CH₄- 6.75%, CO- (-4.98%),- H₂- (-5.73%), N₂- 16.74% хэмжээний зөрүүтэй гарсан. Энэ нь дараах 2 үндсэн шалтгаантай. Үүнд:

1. Хэмжилтийн нарийвчлал
2. Хийжүүлэлтийн давхаргын температур

Мөн тус үйлдвэрийн лабораторт хийсэн шинжилгээгээр хүчилтөрөгч илэрсэн нь тус үйлдвэрийн нүүрс хийжүүлэх зуухны ажиллагааны горим тогтворжоогүй, горим тохируулга хийгдээгүй байгаатай холбоотой байсан. Иймээс цаашдаа горим тохируулга хийж ажиллах нь зүйтэй юм.

Профессор Доброхотовын аргачлалаар тооцоход азотын агууламж 40.36% байхад тус үйлдвэрийнх 57.10% байгаа нь тус үйлдвэрийн шинжилгээнд усны уурыг тооцдоггүйгээс хамаарч нэмэгдсэн байна.

Ашигласан материал

1. www.gpower.mn “Гранд Повер” ХХК-н вэб хуудас.
2. А.Түмэнбаяр., Ч.Дашпунцаг “Эрчим хүчний зориулалтаар нүүрсний хийг ашиглах боломж” УБ. 2007.
3. Бесков С.Д. Техно-химические расчты (3-е издание, 1962 г.

бодиттойгоор тооцоолох зорилгоор зуухны түлш тэжээгүүрийн давтамжийн тодорхой утганд харгалзуулан түлшний зарцуулалтыг хэмжиж тодорхойлох практик ач холбогдол бүхий ажлыг хийж гүйцэтгэсэн.

Түлхүүр үг: Ус халаах зуух, түлш тэжээгүүр, түлшний зарцуулалт, давтамж.

I. Дулааны станцын SHF-14-1.25-150/70A маягийн ус халаах зуухны танилцуулга

Хөшигтийн хөндийн дулааны станц нь БНХАУ-ын “Вакси Зоүзэн Бойлер” (WUXI ZOZEN BOILER) компанийн үйлдвэрлэсэн SHF-14-1.25-150/70A маягийн нам температурын буцлах давхаргад түлш шатаах технологи бүхий ус халаах гурван зуухны төхөөрөмжийг суурилуулсан байна.

Зуухны техникийн үзүүлэлт[1]:

Дулааны чадал- 14 МВт

АҮК- 84 %

Сүлжээний усны температур- 150/70
даралт- 1.25 МПа

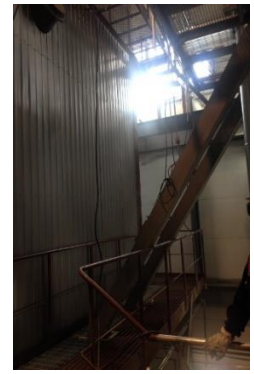
Эдгээр зуух нь Багануурын хүрэн нүүрс шатаах зориулалттай бөгөөд галын хотол нь 4 талт босоо призм хэлбэртэй, агаар хуваарилуурын талбай 22.25 м². Галын хотлын шатаах тавцан дээр нийт 1187 ширхэг үлээх соплог байрлуулсан бөгөөд буцлах давхаргын өндөр 1.5 метр байна. Зуухны халах гадаргууг 20/GB3087 (ст20), зуухны бусад туслах хийцийг Q235A, Q235B маркийн гангаар хийсэн. Галын хотлын экран хоолойг 60х3 мм диаметртэй, конвекцийн 51х3 мм диаметртэй хоолойг 20/GB3087 (ст20) гангаар хийжээ. Буцлах давхаргын инертийн материалын зузаан 300-500 мм, агаарын хурдыг 4.46 м/с-ээр барих ёстой.

Зуухны конвекцийн хийн хөндий дээд болон доод барабантай бөгөөд дээд барабаны ханын зузаан 16 мм, дотоод диаметр 1200 мм, мөн 1000 мм-ийн дотоод диаметртэй, 14 мм-тэй ханын зузаантай доод барабануудыг Q245R гангаар хийсэн байна. Дээд доод хос барабан хоорондын зай 4800 мм бөгөөд 140 ширхэг усан хоолойгоор холбогдсон байна.

Хүснэгт 1

Зуухны үлээх сорох тоноглолуудын
техникийн үзүүлэлт

No	Үзүүлэлт	Нэгж	Түлш тэжээгүүр
1	Марк	-	DG 250
2	Тоо	ш	3х2
3	Цахилгаан хөдөлгүүр	-	4 кВт
4	Бүтээмж	м ³ /ц	0-19 тц
5	Эргэлтийн хурд	эрг/ мин	30



Зураг 1. Зуухны нүүрэн тал



Зураг 2. Нүүрс тэжээгүүр

II. Түлш тэжээгүүрийн туршилт

Тус Дулааны станцын 1, 2, 3-р зуухнуудын түлш тэжээгүүрээс зууханд өгөх түлшний зарцуулалтыг бодиттой хэмжиж гаргах зорилгоор туршилтыг түлш тэжээгүүрийн хөдөлгүүрийн давтамжийг 2-3 Гц хүртэл 0.1 Гц-н алхамтайгаар, 3-5 Гц хүртэл 0.5 Гц-н алхамтайгаар, 6-10 Гц хүртэл 1 Гц-н алхамтайгаар, 15 Гц-д 3 удаа хэмжих замаар тэдгээрийн бүтээмжийг тодорхойлсон [2].

Туршилтын хэмжилтийн үр дүнг дараах зураг, хүснэгтүүдээр харуулав. Туршилтын үр дүнг боловсруулан нүүрсний зарцуулалт ба цахилгаан хөдөлгүүрийн давтамжийн хоорондын хамаарлыг тодорхойлсон.

Туршилтанд бэлтгэн галын хотол доторх нүүрс буух хоолойн аманд нүүрсийг цацруулахгүй, хаягдалгүй хэмжихийн тулд буух хоолойд цорго хийж, нүүрсийг шуудайнд тосч авсан бөгөөд шуудайн жин 100 г байсан.



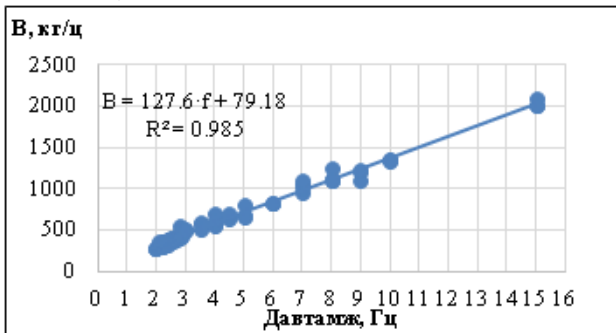
Зураг 3. Туршилт явуулж буй байдал

1, 2, 3-р зуухны нүүрс тэжээгүүрүүдийн туршилтыг гүйцэтгэхдээ дээр өгүүлсэн аргачлалаар зуух бүрийн А, Б гэсэн нүүрс тэжээгүүрүүд дээр тус бүрд нь явуулсан.

1-р зуух. А талын тэжээгүүр

1-р зуухны А талын тэжээгүүр дээр хэмжилт хийхэд давтамжийн утга 2-3 Гц хүртэл 0.1 Гц-н алхамтайгаар нэмж, давтамжийн утга бүр дээр 3-4 удаа буюу нийт 35 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 388.25 кг/ц, 3-5 Гц хүртэл 0.5 Гц-н алхамтайгаар мөн тус бүрд нь 3 удаа буюу нийт 12 удаа хэмжихэд 31.3 секундын хугацаанд дундажаар 5.58 кг нүүрс бууж байсан бөгөөд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж нь дундажаар 639.71 кг/ц байсан.

Харин давтамжийг 6-10 Гц хүртэл 1 Гц-н алхамтайгаар тус бүрд нь 3-4 удаа буюу нийт 18 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 1090.94 кг/ц, 15 Гц-н давтамж дээр 3 удаагийн хэмжилтээр нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 1944.8 кг/ц байлаа.

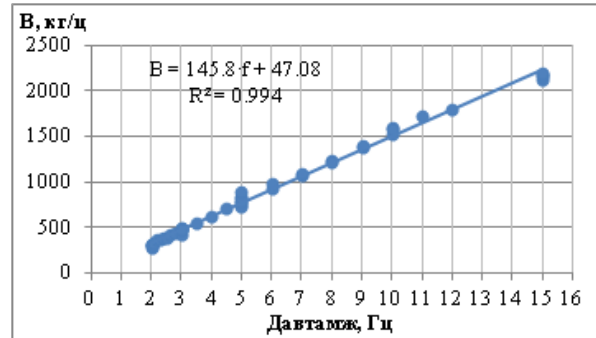


Зураг 4. А тэжээгүүрийн нүүрс өгөлт ба давтамжийн хоорондын хамаарал

Б талын тэжээгүүр

1-р зуухны Б талын тэжээгүүр дээр хэмжилт хийхэд давтамжийн утга 2-3 Гц хүртэл 0.1 Гц-н алхамтайгаар нэмж, давтамжийн утга бүр дээр 3-4 удаа буюу нийт 16 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 369.87 кг/ц, 3-5 Гц хүртэл 0.5 Гц-н алхамтайгаар мөн тус бүрд нь 3 удаа буюу нийт 6 удаа хэмжихэд 61.3 секундын хугацаанд дундажаар 12.11 кг нүүрс бууж байсан бөгөөд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж нь дундажаар 710.35 кг/ц байсан.

Харин давтамжийг 6-10 Гц хүртэл 1 Гц-н алхамтайгаар тус бүрд нь 3-4 удаа буюу нийт 13 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 1099.46 кг/ц, 15 Гц-н давтамж дээр 3 удаагийн хэмжилтээр нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 2166.25 кг/ц байлаа.

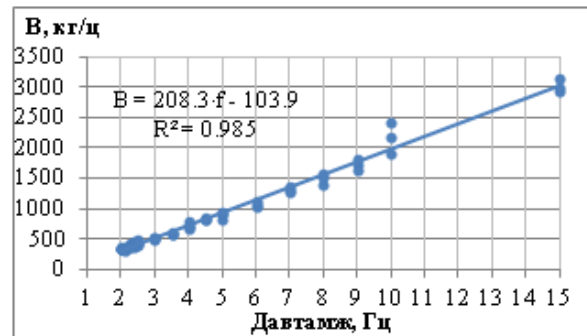


Зураг 5. Б тэжээгүүрийн нүүрс өгөлт ба давтамжийн хоорондын хамаарал

2-р зуух. А талын тэжээгүүр

2-р зуухны А талын тэжээгүүр дээр хэмжилт хийхэд давтамжийн утга 2-3 Гц хүртэл 0.1 Гц-н алхамтайгаар нэмж, давтамжийн утга бүр дээр 3-4 удаа буюу нийт 21 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 375.66 кг/ц, 3-5 Гц хүртэл 0.5 Гц-н алхамтайгаар мөн тус бүрд нь 3 удаа буюу нийт 18 удаа хэмжихэд 61.88 секундын хугацаанд дундажаар 65.83 кг нүүрс бууж байсан бөгөөд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж нь дундажаар 712.34 кг/ц байсан.

Харин давтамжийг 6-10 Гц хүртэл 1 Гц-н алхамтайгаар тус бүрд нь 3-4 удаа буюу нийт 15 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 1554.2 кг/ц, 15 Гц-н давтамж дээр 3 удаагийн хэмжилтээр нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 3015.66 кг/ц байлаа.

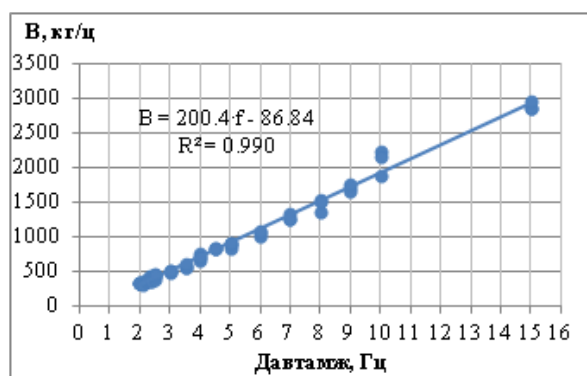


Зураг 6. А тэжээгүүрийн нүүрс өгөлт ба давтамжийн хоорондын хамаарал

Б талын тэжээгүүр

2-р зуухны Б талын тэжээгүүр дээр хэмжилт хийхэд давтамжийн утга 2-2.5 Гц хүртэл 0.1 Гц-н алхамтайгаар нэмж, давтамжийн утга бүр дээр 3-6 удаа буюу нийт 23 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 374.88 кг/ц, 3-5 Гц хүртэл 0.5 Гц-н алхамтайгаар мөн тус бүрд нь 3-4 удаа буюу нийт 17 удаа хэмжихэд 61.82 секундын хугацаанд дундажаар 11.95 кг нүүрс бууж байсан бөгөөд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж нь дундажаар 698.55 кг/ц байсан.

Харин давтамжийг 6-10 Гц хүртэл 1 Гц-н алхамтайгаар тус бүрд нь 3 удаа буюу нийт 15 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 1521.36 кг/ц, 15 Гц-н давтамж дээр 3 удаагийн хэмжилтээр нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 2950 кг/ц байлаа.

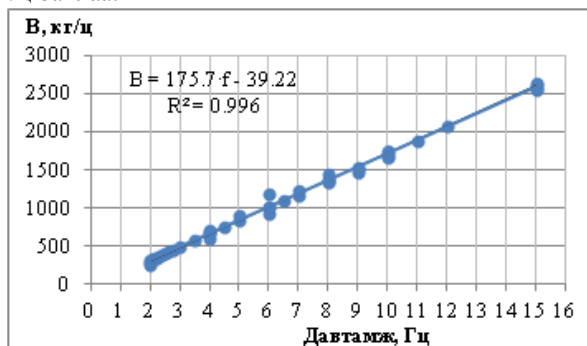


Зураг 7. Б тэжээгүүрийн нүүрс өгөлт ба давтамжийн хоорондын хамаарал

3-р зуух. А талын тэжээгүүр

3-р зуухны А талын тэжээгүүр дээр хэмжилт хийхэд давтамжийн утга 2-3 Гц хүртэл 0.1-0.2 Гц-н алхамтайгаар нэмж, давтамжийн утга бүр дээр 1-4 удаа буюу нийт 12 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 362.15 кг/ц, 3-5 Гц хүртэл 0.5 Гц-н алхамтайгаар мөн тус бүрд нь 1-4 удаа буюу нийт 8 удаа хэмжихэд 60.75 секундын хугацаанд дундажаар 12.13 кг нүүрс бууж байсан бөгөөд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж нь дундажаар 719.52 кг/ц байсан.

Харин давтамжийг 6-12 Гц хүртэл 1 Гц-н алхамтайгаар тус бүрд нь 1-4 удаа буюу нийт 20 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 1422.35 кг/ц, 15 Гц-н давтамж дээр 4 удаагийн хэмжилтээр нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 2601 кг/ц байлаа.

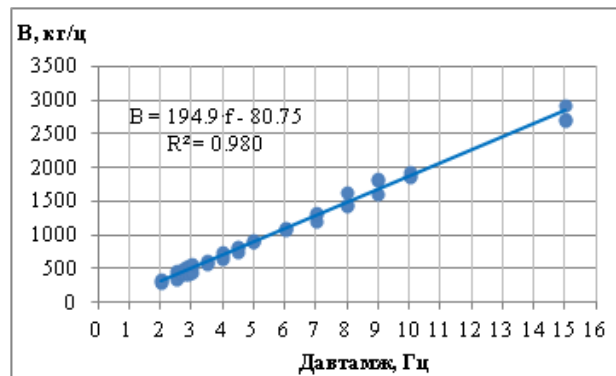


Зураг 8. А тэжээгүүрийн нүүрс өгөлт ба давтамжийн хоорондын хамаарал

Б талын тэжээгүүр

3-р зуухны Б талын тэжээгүүр дээр хэмжилт хийхэд давтамжийн утга 2-3 Гц хүртэл 0.1 Гц-н алхамтайгаар нэмж, давтамжийн утга бүр дээр 3 удаа буюу нийт 21 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 444.82 кг/ц, 3-5 Гц хүртэл 0.5 Гц-н алхамтайгаар мөн тус бүрд нь 3-4 удаа буюу нийт 12 удаа хэмжихэд 60.41 секундын хугацаанд дундажаар 11.93 кг нүүрс бууж байсан бөгөөд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж нь дундажаар 711.28 кг/ц байсан.

Харин давтамжийг 6-10 Гц хүртэл 1 Гц-н алхамтайгаар тус бүрд нь 3 удаа буюу нийт 15 удаа хэмжихэд нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 1505.14 кг/ц, 15 Гц-н давтамж дээр 3 удаагийн хэмжилтээр нүүрс тэжээгчийн бүтээмж дундажаар 2784 кг/ц байлаа.



Зураг 9. Б тэжээгүүрийн нүүрс өгөлт ба давтамжийн хоорондын хамаарал

Хэмжилтийн үр дүнгүүдийг боловсруулан түлш тэжээгүүрийн түлш өгөлтийн бүтээмжийг тодорхойлох тэгшитгэлүүдийг доор үзүүлэв [2].

- 1-р зуухны А тэжээгүүр
 $B = 127.6 \cdot f + 79.18$ $R^2 = 0.985$
- 1-р зуухны Б тэжээгүүр
 $B = 145.8 \cdot f + 47.08$ $R^2 = 0.994$
- 2-р зуухны А тэжээгүүр
 $B = 208.3 \cdot f - 103.9$ $R^2 = 0.985$
- 2-р зуухны Б тэжээгүүр
 $B = 200.4 \cdot f - 86.84$ $R^2 = 0.990$
- 3-р зуухны А тэжээгүүр
 $B = 175.7 \cdot f - 39.22$ $R^2 = 0.996$
- 3-р зуухны Б тэжээгүүр
 $B = 194.9 \cdot f - 80.75$ $R^2 = 0.980$

Дээрх тооцооллын үр дүнд гаргасан эдгээр тэгшитгэлүүдийг ашиглан цахилгаан хөдөлгүүрийн давтамжын тавилаас хамааруулан тэжээгүүрүүдийн нүүрс өгөлтийн бүтээмжийг шууд бодож гаргаж болно. Мөн дараах хүснэгтүүдийн утгыг практикт шууд ашиглах боломжтой.

Хүснэгт 2

1-р зуухны бүтээмжийг дээрх тэгшитгэлээр тодорхойлсон үр дүн

1-р зуухны түлш тэжээгүүр А ($B = 127.6f + 79.18$)														
f, Hz	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	3	3.5	4	4.5	5	5.5
B, kg/h	334.38	347	360	372.6	385.4	398	411	436	462	526	589.6	653	717.2	781
1-р зуухны түлш тэжээгүүр В ($B = 145.8f + 47.08$)														
B, kg/h	338.68	353	368	382.42	397	412	426	455	484.5	557	630.3	703	776.1	849

2-р хүснэгтийн үргэлжлэл

1-р зуухны түлш тэжээгүүр А (В = 127.6Г + 79.18)														
f, Hz	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	11	12	13	14	15
B, kg/h	845	908.58	972	1036	1100	1164	1228	1291	1355	1483	1610	1738	1866	1993
1-р зуухны түлш тэжээгүүр В (В = 145.8Г + 47.08)														
B, kg/h	922	994.78	1068	1141	1213	1286	1359	1432	1505	1651	1797	1942	2088	2234

3-р зуухны түлш тэжээгүүр А (В = 175.7Г - 39.22)														
f, Hz	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	11	12	13	14	15
B, kg/h	1015	1102.8	1191	1279	1366	1454	1542	1630	1718	1893	2069	2245	2421	2596
3-р зуухны түлш тэжээгүүр В (В = 194.9Г - 80.75)														
B, kg/h	1089	1186.1	1284	1381	1478	1576	1673	1771	1868	2063	2258	2453	2648	2843

Хүснэгт 3

2-р зуухны бүтээмжийг дээрх тэгшитгэлээр

тодорхойлсон үр дүн

2-р зуухны түлш тэжээгүүр А (В = 208.3Г - 103.9)														
f, Hz	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	3	3.5	4	4.5	5	5.5
B, kg/h	312.7	334	354	375.19	396.02	417	438	479	521	625	729.3	833	937.6	1042
2-р зуухны түлш тэжээгүүр В (В = 200.4Г - 86.84)														
B, kg/h	313.96	334	354	374.08	394.12	414	434	474	514.4	615	714.8	815	915.2	1015

3-р хүснэгтийн үргэлжлэл

2-р зуухны түлш тэжээгүүр А (В = 208.3Г - 103.9)														
f, Hz	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	11	12	13	14	15
B, kg/h	1146	1250.1	1354	1458	1563	1667	1771	1875	1979	2187	2396	2604	2812	3021
2-р зуухны түлш тэжээгүүр В (В = 200.4Г - 86.84)														
B, kg/h	1116	1215.8	1316	1416	1516	1617	1717	1817	1917	2118	2318	2518	2719	2919

Хүснэгт 4

3-р зуухны бүтээмжийг дээрх тэгшитгэлээр

тодорхойлсон үр дүн

3-р зуухны түлш тэжээгүүр А (В = 175.7Г - 39.22)														
f, Hz	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	3	3.5	4	4.5	5	5.5
B, kg/h	312.18	330	347	364.89	382.46	400	418	453	487.9	576	663.6	751	839.3	927.1
3-р зуухны түлш тэжээгүүр В (В = 194.9Г - 80.75)														
B, kg/h	309.05	329	348	367.52	387.01	407	426	465	504	601	698.9	796	893.8	991.2

4-р хүснэгтийн үргэлжлэл

III. ДҮГНЭЛТ

Дээрх туршилтын үр дүнд SHF-14-1.25-150/70А маягийн нам температурын буцлах давхаргад түлш шатаах технологи бүхий ус халаах зуухны түлшний цагийн зарцуулалтыг бодиттойгоор тооцоолох ажлыг хийж гүйцэтгэсэн.

Түлш тэжээгүүрийн хөдөлгүүрийн давтамжийн утга болон нүүрсний зарцуулалтын хооронд хоорондоо шулуун шугаман хамааралтай байгаа бөгөөд зуух болгонд дээрх хамаарлаас гаргасан тэгшитгэлүүдийг ашиглан түлшний цагийн зарцуулалтыг тооцоолох боломжтой байгаа нь харагдаж байна.

Иймд зуухны түлш тэжээгүүрийн хөдөлгүүрийн давтамжийн тодорхой утганд харгалзуулан түлшний зарцуулалтыг хэмжиж тодорхойлох энэ арга нь бодит байдалд ойртсон практик ач холбогдол бүхий ажил болсон гэж үзэж байна.

Ашигласан ном зүй

1. SHF-14-1.25-150/70А маягийн нам температурын буцлах давхаргад түлш шатаах технологи бүхий ус халаах зуухны техникийн паспорт.
2. Хөшигтийн хөндийн Олон улсын Нисэх онгоцны буудлын ДС-д суурилагдсан SHF14-1.25/150/70-АI маягийн ус халаах зуухнуудад туршилт тохируулга хийж, горимын карт боловсруулах гэрээт ажлын урьдчилсан тайлан. 2016 он.

ГЭР АХУЙН ЭНЕРГИЙН ЗАРЦУУЛАЛТЫН ХЯНАЛТ УДИРДЛАГЫН СИСТЕМИЙН СУДАЛГАА, ТҮҮНИЙ ШИЙДЭЛ

Т.Эрхэмбаяр*, С.Шашубек*, Бя.Бат-Эрдэнэ*

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

Хураангуй: XXI зуун бол шинжлэх ухаан техник технологийн эрин зуун юм. Тиймээс улс орны хөгжлийг техник болон технологийн хөгжилөөр нь харж болно. Орчин үед техник технологүүд хурдацтай хөгжиж шинэ, шинэ дэвшилтүүдийг авч ирж байна. Улс орны хөгжил их явагдах тусам цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ дагаад ихэсдэг. Тиймээс цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэгч нь хэрэглэгчийнхээ хэрэглээг бүрэн хангахын тулд өөрийн суурьлагдсан хүчин чадлаа нэмэх шаардлага гарна. Үүнээс гадна хэрэглэгчид нь өөрийн хэрэглэж буй цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг хянах мөн тооцоолоход бэрхшээлтэй байдаг. Энэхүү асуудлыг шийдэхийн тулд цахилгаан эрчим

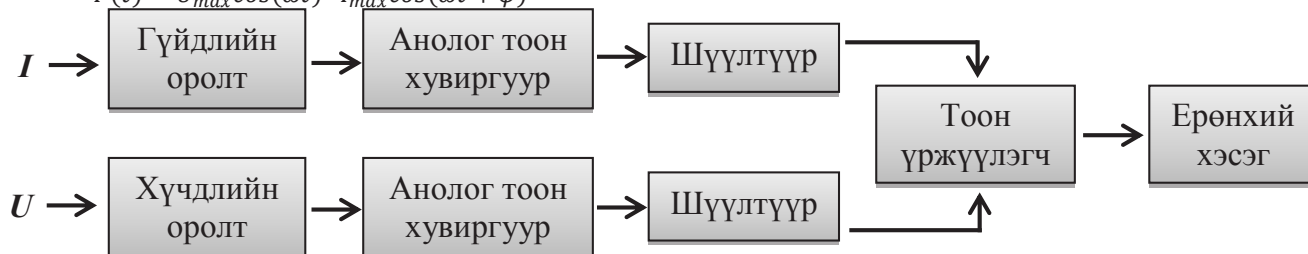
хүчний зарцуулалтын хяналт удирдлагын системийн шийдэл гаргалаа. Цахилгаан эрчим хүчний хяналт удирдлагын системийн онцлог нь хэрэглэгч өөрийн хэрэглэж буй эрчим хүчний хэрэглээгээ тухайн үеийн үнийн тарифаар нь тооцон мөнгөн дүнд шилжүүлэн харах юм. Ингэснээр хэрэглэгчидэд хэрэглээгээ хянахад илүү хялбар ойлгомжтой болж өгнө.

Түлхүүр үг: Энергийн зарцуулалт, электрон тоолуур, хяналт удирдлагын систем.

Энерги хэмжих зарчим

Энерги хэмжинэ гэдэг нь энгийнээр бол тодорхой нэг хугацаанд хичнээн хэмжээний бодит чадал хэрэглэж байгааг тодорхойлсон үзүүлэлт. Энергийг хэмжих стандарт нэгж нь кВт/цаг юм. Чадал нь гүйдэл хүчдэл гэсэн үндсэн хоёр параметрээр тодорхойлогддог. Чадлыг дараах байдлаар тооцоолно.

$$P(t) = U_{max} \cos(\omega t) \cdot I_{max} \cos(\omega t + \varphi)$$



Хэрэв $\varphi=0$ бол:

$$P(t) = \frac{U_{max} \cdot I_{max}}{2} \cdot [1 + \cos(2\omega t)]$$

Хэрэв $\varphi \neq 0$ бол:

$$P(t) = \frac{U_{max} \cdot I_{max}}{2} \cdot \cos(\varphi) + \frac{U_{max} \cdot I_{max}}{2} \cdot \cos(2\omega t)$$

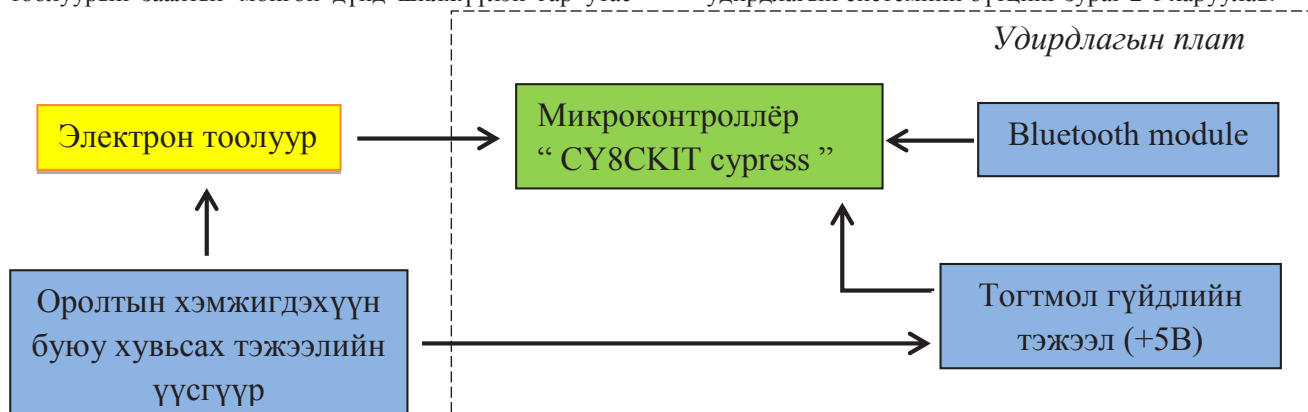
Зураг.1 Тоолуурын бүтцийн схем

Энергийн зарцуулалтын хяналт удирдлагын систем

Гэр ахуйн энергийн зарцуулалтын хяналт удирдлагын систем нь электрон тоолууртай хамтран зохицож ажиллах систем бөгөөд электрон тоолуураас мэдээллээ аван боловсруулалт хийх юм. Ингэхдээ тоолуурын заалтыг мөнгөн дүнд шилжүүлэн гар утас

болон таблет зэрэгт харуулна. Мөн өрөө болгоны цахилгаан энергийн урсгалыг хянаж харах боломжтой юм. Боловсруулсан мэдээллийг Bluetooth module ашиглан удирдлагын төхөөрөмж буюу гар утсанд дамжуулна.

Гэр ахуйн энергийн зарцуулалтын хяналт удирдлагын системийн бүтцийг зураг 2-г харуулав.



Зураг 2. Бүтцийн схем



Зураг 3. Удирдлагын төхөөрөмж

ДҮГНЭЛТ

Цахилгаан эрчим хүч хэрэглэгчдийн болон түгээх байгууллагуудын хооронд гардаг асуудал бол цахилгаан эрчим хүч хэрэглээний төлбөрийн асуудал байдаг. Хэрэглэгчид өөрийн хэрэглэсэн цахилгаан эрчим хүчний төлбөрийг бодитой үнэн зөв гарч байгаа эсэхэд ихээхэн эргэлздэг. Тиймээс энэ асуудлыг шийдэхэд энэхүү гэр ахуйн энергийн зарцуулалтын хяналт удирдлагын систем нь хамгийн оновчтой шийдэл юм. Мөн энэхүү системийг хэрэглэснээр хэрэглэгчид

цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээгээ хянах давуу талтай.

Ашигласан материал

1. <http://energytech.mn/products/48>
2. http://www.belling.com.cn/upload/BL0930_en.pdf
3. <https://www.electrical4u.com/measurement-of-electrical-energy/>
4. <https://www.elprocus.com/power-theft-prevention-techniques/>

ПАРАБОЛ ТӨВЛӨРҮҮЛЭГЧТЭЙ НАРНЫ КОЛЛЕКТОРЫН ХИЙЦИЙН СУДАЛГАА

Г. Номин-Эрдэнэ*, А.Амартүвшин*, О.Бавуудорж*

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

Хураангуй. Нарны энергийг хуримтлуулж, өөр энергид хувиргаж, нөөцөлж түүнээ шаардлагатай тохиолдолд дулаацуулга, хэрэгцээний халуун ус бэлтгэх зорилгоор түгээдэг системийг нарны дулаан хангамжийн систем гэдэг [1].

Энэ судалгаагаар бид бүс нутгийн уур амьсгалын нөхцөлд тохирсон энгийн парабол төвлөрүүлэгчтэй нарны коллекторыг хэрхэн жирийн иргэдэд амар хялбар аргаар, хямд төсөр эрчим хүчийг өөрсдөө бүтээж болохыг оюутны туршилт, судлагааны аргаар олж тогтоохыг зорилоо.

Энэ коллекторын ажиллах зарчим нь халуун, хүйтэн усны нягтын зөрүүгээс болж халуун ус дээшилж хүйтэн ус доошлох зарчимаар усаа эргэлдүүлэн ажилладаг ба ямар нэгэн цахилгаан насос хэрэглэхгүйгээр онцлогтой. Туршилтын үр дүнгээс харахад энэхүү туршилтын загвар нь дулааны процессд нилээд үр ашигтай байхаар харагдаж байна. Судалгааны ажилд нарны тусгалыг ойлгох гялгар төмөр хавтан, нарны гэрэл хүлээн авах зэвэрдэггүй ган хоолойг ашиглан өөрсдийн загвар, хийцээр бэлтгэсэн нарны энергийг нэг цэгт төвлөрүүлэх суурь системийг угсарч өдрийн турш үйлдвэрлэх энергийг хэмжиж, үр дүнг графиктай хослуулан боловсруулж дүгнэлээ.

Түлхүүр үг: Нарны коллектор, парабол төвлөрүүлэгч.

ОРШИЛ

Манай орон нь Ази тивийн төв хэсэгт, түүний 4 шахам хувийг эзлэн орших бөгөөд далайн төвшнөөс дээш 1500 метр өргөгдсөнөөс гадна далай тэнгисээс алслагдсан байдаг. Нар гийгүүлэх хугацаа өвөл 12-р сард хамгийн богино 150-180 цаг, 5-р сард хамгийн их дунджаар 290-300 цаг хүрдэг [2]. Бүх нутгийн хэмжээгээр хүйтний улирал нилээд удаан үргэлжилдэгээс болж дулааны нөөц их биш байдаг нь агаарын бохирдол, хөрсний бохирдол зэрэг тулгамдсан асуудлуудыг хөндсөөр уджээ. Манай орны талаас дээш хүн ам буюу нэг сая гаруй хүн нийслэл Улаанбаатар хотод амьдран оршин суудгаас нийт өрхийн 57.9%

буюу 20000 гаруй өрх гэр хороололд амьдарч байна [3]. Агаарын бохирдлыг бууруулах олон төсөл хөтөлбөр боловсруулагдаж ч биелэлээ олсон нь цөөн билээ. Иймээс эндээс үзэхэд сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрүүдийг дэмжин цаашлаад цахилгаан, дулааны асуудлаа цэвэр эрчим хүчээр хангавал илүү зохистой шийдэл болох боломжтой юм. Нарны энергээр байшингийн дулаан, халуун усны хэрэгцээг хангах төхөөрөмж дундаас ашигт үйлийн коэффициент өндөртэй нь парабол төвлөрүүлэгчтэй нарны коллектор юм. Судлаачид болон инженерүүд нарны эрчим хүчний ашиглалтын судалгааг оновчтой болгохыг оролдсоор ирсэн. Энэ судалгааны ажиллаар гадна агаарын температураас коллектороор урсах усны температур хэрхэн хамаарч байгааг олж тогтоохыг зорилоо. Нарны коллекторын ашигт үйлийн коэффициент нь нарны цацраг болон гадна агаарын температураас шууд хамаардаг.

НАРНЫ КОЛЛЕКТОРЫН ХИЙЦ

Параболын тооцоо:

Бид нарны тусгалыг сайн ойлгох 1.0м x 0.5м харьцаатай гялгар төмрийг сонгон авч туршилтандаа ашигласан. Энэ коллекторыг тооцоог хийхдээ энгийн параболын тэгшитгэлийг ашиглаж тодорхойлсон. Парабол хэсгийн геометр харьцааг тэгшитгэл (1)-ээр харуулав. Парабол төвлөрүүлэгчийн хөндлөн огтололыг зураг 1-д харуулав. Зурагт үзүүлсний дагуу параболын тэгшитгэлээр бодоход 1.0м x 0.5м харьцаатай төмрийн ашигтай талбай нь 0.43м² болсон.

$$x^2=4fy \quad (1)$$

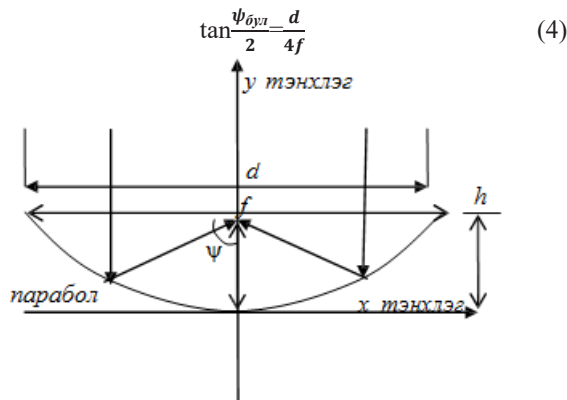
Тэгшитгэл (1)-ийн 'x'-г параболын диаметр, 'y'-г параболын өндөр гэж үзвэл:

$$(d/2)^2 = 4fh \quad (2)$$

Энэ тэгшитгэлээс фокуслагдах өндрийг олвол:

$$f = \frac{d^2}{16h} \quad (3)$$

Параболын үзүүр болон фокуслагдах өндөр 2-н хоорондох өнцгийг булангийн өнцөг гэх ба түүнийг доорх томъёогоор олно.



Зураг 1.1. Параболын хөндлөн огтлол

Тэгшитгэл (1) ба (3)-с парабол төвлөрүүлэгчийн өндөр, фокуслагдах өндөр, булангийн өнцөг, параболын диаметрийг тус тус тооцоолон оллоо.

Хүснэгт 1

Параболын геометр үзүүлэлтүүд		
Параметр	Тэмдэглэгээ	Утга
Урт	L	100см
Параболын өндөр	H	10см
Параболын Диаметр	d	43см
Булангийн өнцөг	ψ	76.2°
Фокуслагдах өндөр	f	11.5см
Хүлээн авагчийн диаметр	d _x	2.2см

Коллекторын бүтэц:

Төвлөрүүлэгч коллекторын бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг коллекторын тооцооны нарийвчлалыг алдагдуулахгүй байхаар сонгон авч ашигласан. Коллекторынхоо хүрээг тавилга хийхэд ашигладаг хөнгөн, шахмал модон хавтангаар хийлээ. Энэ хавтан нь 1.8см зузаантай. Ингэж сууриа модоор хийх нь өртөг багатай, авч явахад хөнгөн хамгийн гол нь гар аргаар нар дагуулан хөдөлгөхөд амар болсон.

Нарны цацраг хүлээн авагч хоолой:

Хүлээн авагч хэсгээр ундны ус дамжуулах зориулалттай нерж хоолойг сонгон авлаа. Энэ хоолойны гадна диаметр нь 2.2см, дотор диаметр нь 2.0см учраас төвлөрүүлэгч дээр ойсон нарны цацрагийг сайн шингээн авч, хурдан халж байсан. Нарны цацрагийг улам сайн шингээн авахын тулд нерж хоолойн гадна гадаргууг хараар будсан.



Зураг 1.2 Нарны коллекторыг угсарсан байдал

Тусгалын гадаргуу:

Коллекторын төвлөрүүлэгч хэсгийн гадаргууг тооцооны дагуу парабол хэлбэртэй болгож хийсэн ба энэ коллекторын нийт гадаргуугын талбай нь 0.49м², ашигтай талбай нь 0.43м² болсон.

ТУРШИЛТ СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Бид энэхүү судалгааны ажиллаар гадна агаарын температураас коллектороор урсах усны температур хэрхэн хамаарч байгааг энгийн жижиг коллектор дээр туршлаа.

Хэмжилтийн объект:

Уг объектыг бид өөрсдийн гараар хийж хэмжилтийн үр дүнг тэмдэглэн авсан.



Зураг 1.3 Хэмжилт хийж байгаа нь

Хэмжилтийн байршил:

Улаанбаатар ШУТИС-ийн Open air-д хийж гүйцэтгэсэн. Өргөрөг – 47.53⁰, уртраг 106.33⁰.

Хэмжилтийн хугацаа:

Хэмжилтийг 2017 оны 2-р сарын 25н, 3-р сарын 2,3,4-ний өдрүүдэд өглөө нар мандаж эхлэх хугацаанаас нар жаргах хугацаа хүртэл буюу нар гийгүүлэх хугацаанд 30 минутын зайцтайгаар үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээг тэмдэглэн авч хоорондын харьцуулалтын графикийг гаргаж үр дүнд үнэлэлт, дүгнэлт гаргасан.

Хэмжилтийн үр дүн боловсруулалт:

Хүснэгт 2.1

Хэмжилтийн хүснэгт

2-р сарын 25			3-р сарын 2	
Цаг	Усны температура	Гадна агаарын температура	Усны температура	Гадна агаарын температура
10:00	24	-7	21	-7
10:30	27	-5	25	-5
11:00	29	-5	29	-4
11:30	33	-3	33	-3
12:00	35	-2	34	-2
12:30	38	-2	36	-2
13:00	39	-1	38	0
13:30	42	0	39	0
14:00	41	-1	39	-1
14:30	35	-3	38	-1
15:00	30	-4	35	-2
15:30	29	-3	34	-2
16:00	26	-4	31	-3
16:30	25	-4	27	-3
17:00	21	-6	25	-7

Хүснэгт 2.1-ийн үргэлжлэл

3-р сарын 3			3-р сарын 4	
Цаг	Усны температура	Гадна агаарын температура	Усны температура	Гадна агаарын температура
10:00	21	-8	19	-10
10:30	26	-6	20	-9
11:00	29	-5	24	-7
11:30	32	-2	26	-5
12:00	37	-2	29	-3
12:30	40	-1	33	-2
13:00	41	-1	35	-1
13:30	42	0	38	-1

14:00	44	0	41	0
14:30	40	-2	40	0
15:00	39	-1	34	-1
15:30	37	-3	31	0
16:00	33	-3	27	-3
16:30	29	-4	25	-6
17:00	26	-3	21	-7

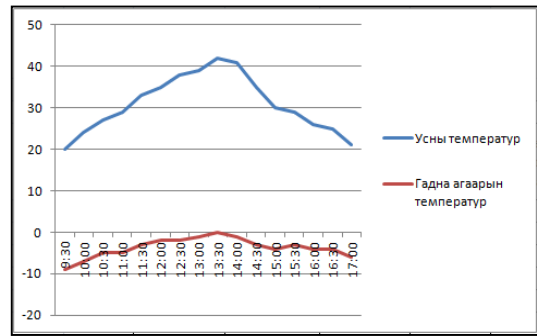


График 2.1. 2.25-ны өдрийн хэмжилт

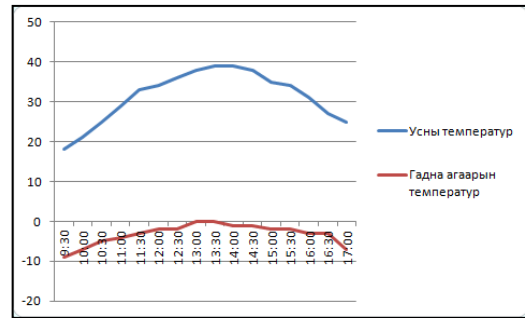


График 2.2. 3.02-ны өдрийн хэмжилт

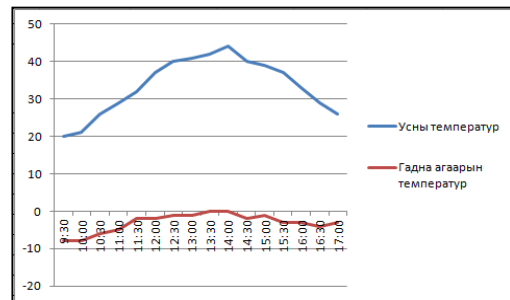


График 2.3. 3.03-ны өдрийн хэмжилт

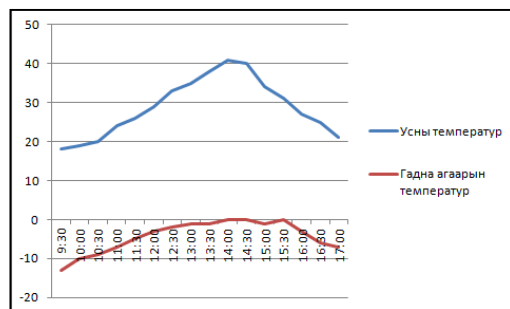


График 2.4. 3.04-ний өдрийн хэмжилт
БИДНИЙ ШИЙДЭЛ

Туршилтын үр дүнгээс харахад нарны парабол төвлөрүүлэгч коллектор нь бусад төрлийн нарны энергийг дулаанд хувиргах төхөөрөмжүүдтэй харьцуулахад хямд төсөр үнээр бүтнэ. Иймд гар аргаар хялбар босох энэхүү төхөөрөмж нь цахилгааныг хэрэглэхгүй, цаашлаад хөрс, агаарын бохирдол зэрэг асуудлыг шийдэх цэвэр эрчим хүчийг ямар ч айл өрх үйлдвэрлэх боломжтойгоороо онцлогтой.

ЭДИЙН ЗАСГИЙН ДҮН ШИНЖИЛГЭЭ

Анхны хөрөнгө оруулалтын үнэ: 50000 төг (үүнд төхөөрөмж хийх үед шаардагдсан цахилгааны үнийг тооцоогүй болно).

ДҮГНЭЛТ

Туршилтын үр дүнгээс харахад парабол төвлөрүүлэгчтэй нарны коллектороор урсах усны температур нь гадаад орчны температуртай шууд хамааралтай байна. Энэ коллекторын дулаан алдагдал маш их байсан нь ямар ч дулаалгын материал ашиглаагүйтэй холбоотой. Төхөөрөмжийн дулаан алдагдалыг хэдий чинээ бага байлгана төдий чинээ гарч буй усны температур дагаж өснө. Сэргээгдэх эрчим хүч нь цэвэр эрчим хүч гэгддэг боловч түүний анхны хөрөнгө оруулалт өндөр байдаг нь хүн бүр хэрэглэхэд

хүндрэлтэй болгодог. Нараар ажилладаг төхөөрөмжүүдийн хувьд ч мөн адил хөрөнгө оруулалтын зардал өндөр, гарч буй эрчим хүчний хэмжээ их байдаггүй нь тэр бүр жирийн ард иргэдийн сонголт болж чаддаггүй. Бидний судалж, туршилт хийсэн энэ коллекторын хувьд эдгээр асуудлыг хөндөж хэн ч өөрт байгаа гарын доорх материалаа ашиглаж хийж болох хялбар технологи, тооцоотой юм. Ногоон эрчим хүчний хамгийн том дутагдал болох анхны хөрөнгө оруулалтын зардал маш бага гарсан нь энэ төхөөрөмжийн бусад төхөөрөмжүүдээс ялгарах хамгийн том давуу тал билээ.

Цаашид энэ төхөөрөмжийг илүү судлан, хөгжүүлэн гарч байсан дутагдлуудыг багасган, туршилт судалгаагаа үргэлжлүүлэн хийж үнэлэлт дүгнэлт өгөх болно.

Ашиглагдсан ном, хэвлэл

1. Магсар. Н Эрчим хүчний дахин сэргэх үүсгүүр. "Улсын хэвлэлийн газар", УБ.: 1990с 123х.
2. Магсар. Н Эрчим хүчний дахин сэргэх үүсгүүр. "Улсын хэвлэлийн газар", УБ.: 1990с 59х.
3. <http://www.news.mn/r/111981>

СЕРВО ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ХУРДЫГ МРС КОНТРОЛЛЕР АШИГЛАН УДИРДАХ

Ч.Эрдэнэсүх*, Л.Булган*, Д.Батчимэг*, Д.Үлэмж*

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

Хураангуй. Энэхүү өгүүлэлд серво хөдөлгүүрийн хурдыг МРС контроллер (Model Predictive Control МРС) ашиглан удирдсан. Серво системийн загварчлалд TQ туршилт судалгааны компанийн CE110 сургалтын серво хөдөлгүүрийн загварыг сонгосон. Энэ өгүүллийн эхний шатанд серво хөдөлгүүрийн механик ба цахилгаан параметруудийг туршилтын ба математик загварчлалын аргаар тодорхойлсон. Дараагийн шатанд контроллер бүрийн чанарын үзүүлэлтийг харьцуулан дүгнэсэн. Уламжлалт пропорциональ интеграл дифференциал (ПИД) контроллероос санал болгож буй удирдлага нь илүү сайн чанарын үзүүлэлттэй байгаа нь загварчлалын үр дүнгээс харагдаж байна.

Түлхүүр үг: МРС, ПИД, серво хөдөлгүүр.

I. ОРШИЛ

Серво хөдөлгүүр нь робот, нарийн техник хэрэгсэл, автомат удирдлагын процессын гүйцэтгэх механизм, механик хөдөлгөөн, тоног төхөөрөмжийн үйл ажиллагааг удирдахад өргөн хэрэглэгдэж байна. Томоохон үйлвэрлэлийн объект болон дулааны цахилгаан станцад явагддаг янз бүрийн технологийн процессын төлөв байдлыг өөрчилж удирдах автомат удирдлагын гүйцэтгэх механизмын чухал хэсгийн нэг болж ашиглагддаг. Тиймээс серво хөдөлгүүрийн

хурдыг өндөр чанарын үзүүлэлттэй удирдсанаар тухайн хөдөлгүүрийг ашиглаж байгаа үйлдвэрлэлийн процессын үр ашгийг дээшлүүлэх нэг төрлийн арга зам болж өгдөг.

TQ компанийн CE110 хөдөлгүүрийн хурд тохируулах лабораторын төхөөрөмжид хэд хэдэн судалгааны ажлууд нийтлэгдсэн байна. [1,2] өгүүлэлд цахилгаан болон механик параметруудийг тодорхойлсон, салаалсан ПИД контроллер ашиглан зэрэгцээ холбогдсон CE110 хөдөлгүүрийн шилжилтийн тодорхойломжийн чанарын үзүүлэлтийг [3] дээшлүүлсэн байна. Fuzzy контроллер ашиглан системийн үзүүлэлтийг [4] сайжруулсан, хөдөлгүүрийг PLC ба МРС контроллерыг хавсарган удирдах [5] тус тус өгүүлүүд дээр судалсан байна.

Хөдөлгүүр нь өндөр инерцтэй эргэлдэж тоног төхөөрөмжид хурдан хугацаанд удирдлагын үйлчилгээ үзүүлдэг. Мөн динамик хурд ихтэй учир түүнд удирдах үйлчлэл үзүүлэхэд өндөр чанарын үзүүлэлт бүхий контроллер шаардлагатай. Үйлвэрлэлд ашиглагдаж байгаа серво хөдөлгүүрийг ПИД контроллер ашиглан удирдаж байна. Гэвч серво хөдөлгүүрүүд тогтворгүй, шугаман бус шинжтэй, динамик хурд ихтэй технологийн процессын автоматжуулалтын тоног төхөөрөмжинд ашиглагддаг тул МРС контроллер

(Model Predictive Control MPC) ашиглах нь тохиромжтой байж болох юм.

MPC контроллерыг ПИД контроллерын чанарын үзүүлэлттэй харьцуулахад тохируулгын хугацаа бага бүтээмж өндөртэй юм.



Зураг. 1. CE Хөдөлгүүрийн хурд тохируулах объект

Энэхүү өгүүллийн II хэсэгт серво хөдөлгүүрийн дамжуулалтын функц тодорхойлох, III хэсэгт MPC болон ПИД контроллеруудын тухай товч танилцуулга, IV хэсэгт гарган авсан хөдөлгүүрийн загварыг ашиглан MPC болон ПИД контроллероор түүний хурдыг тохируулсан туршилтийн үр дүнг үзүүлэв. V хэсэгт энэхүү судалгааны ажлын дүгнэлтийг тус тус дурьдсан.

II. СЕРВО ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ДАМЖУУЛАЛТЫН ФУНКЦ ТОДОРХОЙЛОХ

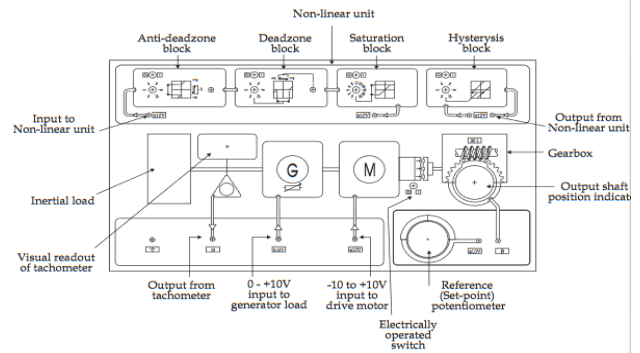
A. Туршилтын объектын тухай

Энэхүү судалгаанд ашигласан төхөөрөмж нь ШУТИС-н харьяа Эрчим Хүчний Сургуулийн Автомат удирдлагын онол, Автоматжуулалтын лабораторын (ШУТИС II байр 323 тоот) төхөөрөмж болох TecQuipment (TQ) компанийн CE110 хөдөлгүүрийн хурд тохируулах объект бөгөөд зураг 1-д харуулав [6]. CE110 хөдөлгүүрийн хурд тохируулах объект нь (TQ CE120) ПИД контроллерыг ашиглаж тогтмол гүйдлийн хөдөлгүүрийн хурд ба байрлалыг удирдахад зориулж загварчлагдсан төхөөрөмж юм. Тухайн хөдөлгүүр нь гол дээр инерцийн ачаалал ба тогтмол гүйдлийн үүсгүүр зэрэг тогтмол гүйдлийн хөдөлгүүр дээр туршилт хийхэд зориулагдсан бүх холбогдох хэсгүүдийг угсарсан төхөөрөмж юм. CE110 хөдөлгүүрийн хурд тохируулах объектод дараах зүйлүүд багтсан байдаг.

- Инерцийн ачаалал
- Хөдөлгүүрийн голын хурдыг хэмжих тахометр
- Янз бүрийн ачаалал өгөх зориулалттай цахилгаан үүсгүүр
- Цахилгаан хөдөлгүүр
- Хөдөлгүүрийн гол нь хурдны хайрцгаар өнцгийн байршил заагчид холбогдсон
- 30:1 харьцаагаар ачааллын тоо хэмжээ буурна
- Өнцгийн байршил заагч

Аналог оролтын сигнал хөдөлгүүрийн хэлхээнд $0 \pm 10V$ хооронд хүчдэл өгөгдсөнөөр голын эргэлтийн хурдыг өөрчлөх боломжтой. Голын эргэлтийн хурдны тодорхойломжийг хүснэгт 1-д үзүүлэв. CE110 хөдөлгүүрийн хурд тохируулах төхөөрөмжийн дээд талд шугаман бус элементүүд байрласан байдаг. Үүнд:

- Эсрэг үл мэдрэхүйн бүс
- Үл мэдрэхүйн бүс
- Ханалтын бүс
- Гистерезис



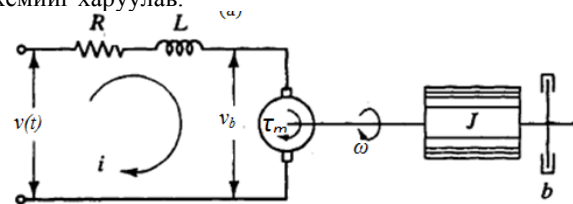
Зураг. 2. Серво хөдөлгүүрийн нүүрэн талын тайлбар

Хүснэгт I
Хөдөлгүүрийн эргэлтийн хурдны тодорхойломж

Хүчдэл $v(t)$	Хөдөлгүүрийн хурд $\omega(t)$
5	929
10	1999

B. Серво хөдөлгүүрийн математик загвар

Серво хөдөлгүүрийн математик загварыг [7, 8] судалгааны ажилд дурьдсанчлан гарган авсан. Зураг 3-д хөдөлгүүрийн туслах хэрэгсэл ба түүний цахилгаан схемийг харуулав.



Зураг. 3. Хөдөлгүүрийн цахилгаан схем

Тогтмол гүйдлийн хөдөлгүүрийн механик бүрэлдэхүүнүүд дээр хөдөлгөөний математик загварын тэгшитгэлийг гаргаж авахад Ньютоны хоёрдугаар хуулийг ашигласан. Ньютоны хоёрдугаар хуулиар ёсоор:

$$\tau_m = b\omega + J \frac{d\omega}{dt} \quad (1)$$

Үүнд: τ_m - тогтмол гүйдлийн хөдөлгүүрийн эргэлтийн момент Nm ; b - холхивчны үрэлт Nms / rad ; J - роторын инерц буюу

хөдөлгүүрийн гол ба арматурын инерцийн момент kgm^2 ;

$\frac{d\omega}{dt}$ – хөдөлгүүрийн өнцөг

хурдатгал m/s^2 ;

ω – хөдөлгүүрийн өнцөг

хурд rad/s .

Тогтмол гүйдлийн хөдөлгүүрийн цахилгаан схемийн математик загварыг Кирхгофын хуулийг ашиглаж гаргаж авсан.

$$v(t) = Ri + L \frac{di}{dt} + v_b \quad (2)$$

Үүнд: $v(t)$ – хөдөлгүүрийн оролтын хүчдэл; R – арматурын эсэргүүцэл; i – арматурын гүйдэл; L – арматурын индукц; v_b – цахилгаан хөдөлгөгч хүч.

Цахилгаан соронзон индукцийн Фарадейн хууль ёсоор тогтмол гүйдлийн хөдөлгүүрийн үүсгэсэн эргэлтийн хүч нь арматурын гүйдэлтэй тэнцүү, мөн хөдөлгүүрийн цахилгаан хөдөлгөгч хүч түүний өнцөг хурдтай тэнцүү юм. K_m – хөдөлгүүрийн тогтмол коэффициент. Фарадейн хуулиар илэрхийлбэл:

$$\tau_m = K_m i \quad (3)$$

$$V_b = K_m \omega \quad (4)$$

Дээрх 4 дүгээр тэгшитгэлийг Лапласын хувиргалтаар хувиргаж дамжуулалтын функцыг оролтын хүчдэл $V(s)$ болон гаралтын хурдны $\omega(s)$ хамаарлыг давтамжийн хувьд илэрхийлбэл:

$$\omega(s) = \frac{K_m V(s)}{(Js + b)(Ls + R) + K_m^2} \quad (5)$$

Арматурын хэлхээний индукц нь эргэх дугуйн инерцтэй харьцуулахад ихэвчлэн бага байдаг, гэдгийг ашиглаж дамжуулалтын функцыг хялбарчилж болдог.

$$\frac{\omega(s)}{v(s)} = \frac{G_1}{Ts + 1} \quad (6)$$

T хугацааны тогтмол доорх томъёогоор:

$$T = \frac{JR}{bR + K_m^2} \quad (7)$$

G_1 хөдөлгүүрийн дамжуулалтын коэффициентыг доорх томъёогоор:

$$G_1 = \frac{K_m}{bR + K_m^2} \quad (8)$$

Хүснэгт 2-т [1] өгүүлэлд тодорхойлсон хөдөлгүүрийн цахилгаан механикийн параметруудийг томъёо (7) ба (8) -д орлуулан хугацааны тогтмол T , дамжуулалтын коэффициент G_1 -ийг олж томъёо (6)-д орлуулан тавьснаар хөдөлгүүрийн дамжуулалтын функцийг математик загварыг гарган авсныг доор үзүүлэв.

Хүснэгт II.

Хөдөлгүүрийн параметрууд

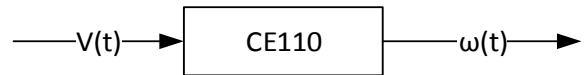
Хөдөлгүүрийн цахилгаан ба механик параметрууд		
Тэмдэглэгээ	Тайлбар	Хэмжигдэх нэгж
J	Роторын инерцийн момент	$9.85 \cdot 10^{-4} kgm^2$
R	Арматурын эсэргүүцэл	$6.29 Ohms$
b	Холхивчны үрэлт	$2.52 \cdot 10^{-3} Nms / rad$
K_m	Хөдөлгүүрийн тогтмол	$1.57 \cdot 10^{-2} Nm / Amp$

Хөдөлгүүрийн хурд тохируулах объектын дамжуулалтын функц:

$$\frac{\omega(s)}{v(s)} = \frac{G_1}{Ts + 1} = \frac{0.9723}{0.3846s + 1}$$

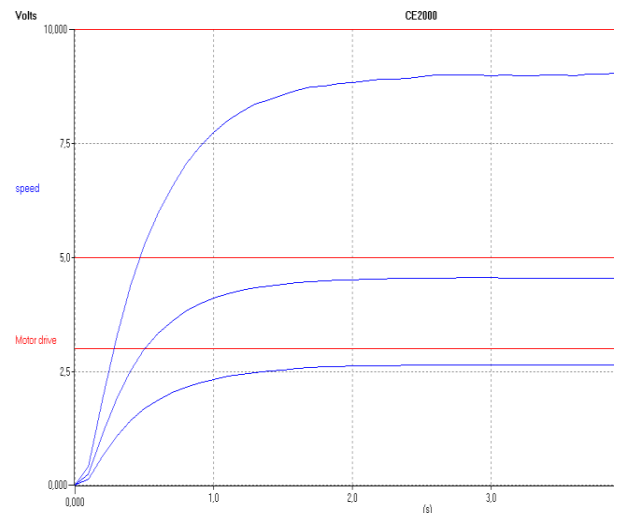
С. Туршилтын аргаар Серво хөдөлгүүрийн дамжуулалтын функцийг тодорхойлох

Туршилтын аргаар хөдөлгүүрийн шилжилтийн тодорхойломжийг гарган авахын тулд CE110 хөдөлгүүрийн хурд тохируулах объект, CE120 контроллер, CE2000 программ хангамжын тусламжтайгаар зураг 4-д харуулсан бүтцийн схемээр туршилтыг гүйцэтгэв.



Зураг 4. Задгай системийн бүтцийн схем

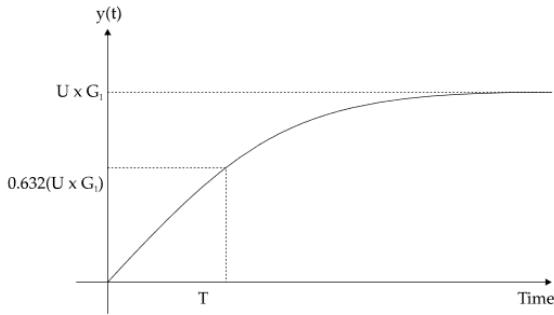
Задгай системийн шилжилтийн тодорхойломжийг оролтын хүчдэл буюу үйлчилгээ $v(t)$ нь 3V, 5V болон 10V үед гарган авсныг зураг 5-д үзүүлэв. Оролтын хүчдэлүүдэд харгалзах хөдөлгүүрийн хурд 525, 929 болон 1999 эрг / мин байсан болно.



Зураг 6. Туршилтаар гарган авсан шилжилтийн тодорхойломжууд (Оролтын үйлчилгээ – улаан, гаралтын хэмжигдэхүүн буюу хөдөлгүүрийн хурд - цэнхэр)

Шилжилтийн тодорхойломжийн үндсэн параметр болох дамжуулалтын коэффициент G_1 , хугацааны

тогмол T -г тодорхойлохдоо зураг 7-д үзүүлсэн аргачлалыг ашиглав [9].



Зураг. 7. Шилжилтийн тодорхойломжоос дамжуулалтын коэффициент болон хугацааны тодорхойломж гарган авах аргачлал

Туршилтаар гарган авсан шилжилтийн тодорхойломжоос хөдөлгүүрийн дамжуулалтын функцийг тодорхойлохдоо дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$G = \frac{G_1}{Ts + 1} \quad (9)$$

Дамжуулалтын коэффициент G_1 –г тодорхойлохдоо тогтворжсон утга $y(t)$ ба оролтын үйлчилгээ $u(t)$ – ийн харьцаагаар тодорхойлогддог.

$$G_1 = \frac{y(t)}{u(t)} \quad (10)$$

Харин хугацааны тогтмол T коэффициентийг тодорхойлохдоо зураг 7-д туршилтийн муруйн тогтворжсон утга нь 100% гэж үзвэл түүний 63.2% $(0.632 \cdot U \cdot G_1)$ дээрх утгыг сонгон авч тухайн утгаас доош перпендикуляраар буулгаж харгалзах хугацааг авдаг.

Хөдөлгүүрийн хурд тохируулах объектын оролтын 3V 5V 10V үйлчилгээний үед хэмжиж авсан зураг 6 дээрх шилжилтийн тодорхойломжуудын дамжуулалтын функцыг дурдсан аргаар тодорхойлбол:

• 3V – ийн үед

$$G_1 = \frac{y(t)}{u(t)} = \frac{2.629}{3} = 0.876$$

$$(0.632 \cdot U \cdot G_1) = 0.632 \cdot 3 \cdot 0.876 = 1.660$$

$$T = 0.513$$

$$G = \frac{G_1}{Ts + 1} = \frac{0.876}{0.513s + 1}$$

• 5V – ийн үед

$$G_1 = \frac{y(t)}{u(t)} = \frac{4.53}{5} = 0.906$$

$$(0.632 \cdot U \cdot G_1) = 0.632 \cdot 5 \cdot 0.906 = 2.862$$

$$T = 0.478$$

$$G = \frac{G_1}{Ts + 1} = \frac{0.906}{0.478s + 1}$$

• 10V – ийн үед

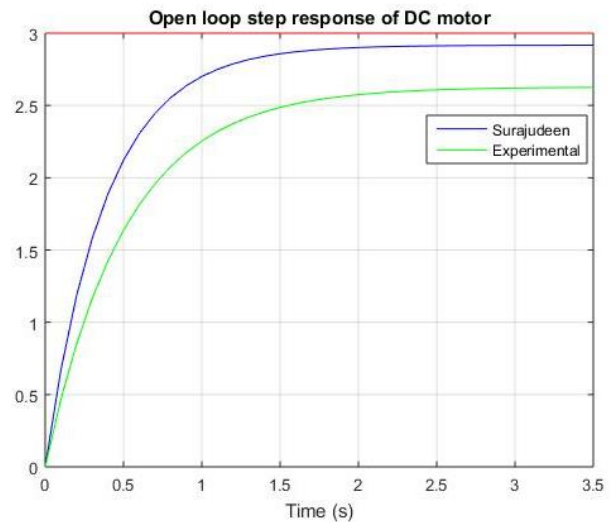
$$G_1 = \frac{y(t)}{u(t)} = \frac{8.93}{10} = 0.893$$

$$(0.632 \cdot U \cdot G_1) = 0.632 \cdot 10 \cdot 0.893 = 5.56$$

$$T = 0.55$$

$$G = \frac{G_1}{Ts + 1} = \frac{0.893}{0.55s + 1}$$

Цахилгаан механик параметруудийг ашиглан системийн математик загварыг гарган авсан илэрхийлэл (5) ба туршилтын аргаар хөдөлгүүрт 3V-ийн хүчдэл өгч 525 эрг/мин үед гарган авсан илэрхийлэл (9)-ийг MATLAB программ ашиглан загварчилж харьцуулсныг зураг 8-д харуулав.



Зураг. 8. Хөдөлгүүрийн шилжилтийн тодорхойломж (Математик аппроксимаци – цэнхэр, туршилтын аргаар – ногоон, оролтын үйлчилгээ - улаан)

Дээрх туршилтын аргаар гарган авсан дамжуулалтын функцыг цаашид тооцоонд ашиглах болно.

III. КОНТРОЛЛЕР

A. ПИД контроллер

Технологийн процессын хяналт удирдлагад ПИД контроллерыг ихээхэн хэрэглэж байна. ПИД контроллерын аргументэд Пропорциональ Интеграл Дифференциал гэсэн коэффициентууд объектод дараах үйлчлэлийг үзүүлдэг. Пропорциональ нь тухайн цагт үүсэж байгаа алдааны сигналаас хамаардаг. Интеграл нь өнгөрсөн үеийн алдааны сигналын хуримтлал. Дифференциал нь ирээдүйн алдааны сигналыг таамаглах юм. Автомат удирдлагын чанарын үзүүлэлтийг илтгэх дөрвөн үзүүлэлт байдаг. Үүнд өгсөх хугацаа, хэт тохируулга, тогтворжиж эхэлсэн хугацаа, системийн алдаа зэрэг үзүүлэлтүүд ордог. Эдгээр үзүүлэлтэнд ПИД контроллерийн коэффициентууд хэрхэн нөлөөлж байгааг хүснэгт 3-т харуулав.

Хүснэгт III
ПИД контроллерын чанарын үзүүлэлт

ПИД –ийн коэффициент	Өгсөх хугацаа	Хэт тохируулга	Тогтворжиж эхэлсэн хугацаа	Алдаа
П	Буурна	Өснө	Бага өөрчлөгдөнө	Буурна
И	Буурна	Өснө	Өснө	Арилгах
Д	Бага өөрчлөгдөнө	Буурна	Буурны	Өөрчлөг-дөхгүй

П контроллер нь өгсөлтийн хугацааг бууруулах боловч хэзээ ч системийн алдааг арилгаж чадахгүй. И контроллер нь системийн алдааг арилгах болох боловч энэ нь түр зуурын арга хэмжээ. Д контроллер нь системийн тогтворжилт, найдвартай ажиллагааг дээшлүүлдэг мөн хэт тохируулгыг багасгадаг сайн талтай.

Удирдлагын үйлчилгээний сувгаар ПИД контроллер нь:

$$U(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (11)$$

K_p - пропорционал өсгөлтийн хөглөлтийн параметр

K_i -интегралын өсгөлтийн хөглөлтийн параметр

K_d -дифференциалын өсгөлтийн хөглөлтийн параметр

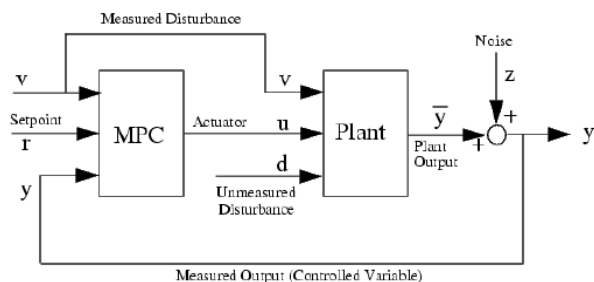
$e(t)$ -алдааны сигнал

t -хугацаа

В. MPC контроллер

MPC контроллер (Model Predictive Control-MPC) нь технологийн процессыг хянаж удирдах хамгийн сүүлийн үеийн тохируулгын арга юм [5]. Нефть боловсруулах болон химийн үйлдвэрийн хяналт удирдлагад сүүлийн үед ихээхэн хэрэглэгдэж байна. Шугаман ба шугаман бус, үргэлжилсэн ба дискрет, нийлмэл болон хувиарлагдсан гэх мэт бүр төрлийн системүүдэд онолын хувьд MPC контроллер нь бүрэн хэрэглэгдэх боломжтой.

Зураг 9-д MPC контроллерын бүтцийн схемийг үзүүлэв. Үүнээс харахад уг контроллерт гэдрэг холболт байдаггүйгээрээ бусад төрлийн тохируулгын аргуудаас эрс ялгардаг.



Зураг 9. MPC контроллертой автомат тохируулгын бүтцийн схем

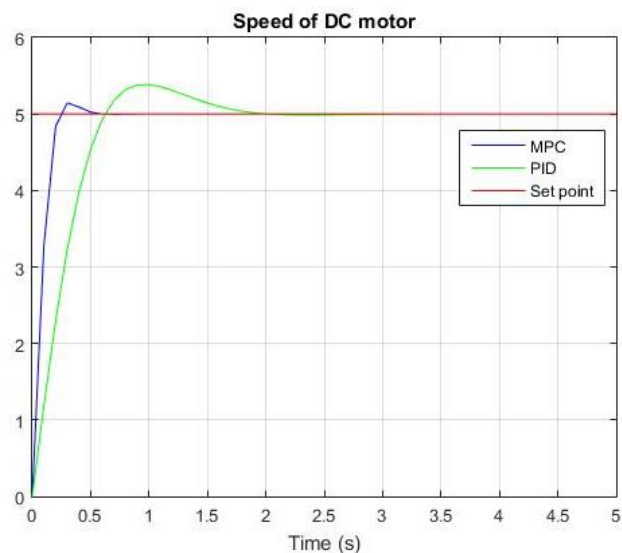
MPC контроллер нь одоогийн хяналт удирдлагын системийн сигналуудын ирээдүйд гарах үр дүнг

тодорхойлдог. Технологийн процессын үйл ажиллагааг тодорхойлох замаар өгөгдлөөс оролт ба гаралтын загварыг тодорхойлдог. Тиймээс бид системийн шинж чанар, гаралтыг урьдчилан зөв тодорхойлон цаашид системийг үр ашигтай удирдах шаардлагатай.

Тогтвортой орон зайн загварчлалыг ашиглан мэдээллийг урьдчилан зөв таамаглаж технологийн процессын тогтвортой, найдвартай байдлыг үнэн зөв хангах боломжтой юм. Үнэлгээний функц нь векторын оновчтой утгуудыг зөв тодорхойлон, $(y(k), y(k+1), y(k+2), \dots, y(k+1))$ нөхцөлд хамгийн бага байх ба хяналт удирдлагын оролтын сигналуудын хугацааны зайц болох k зөв тодорхойлогдоно. Үүнийг хяналт удирдлагын хугацааны зайц гэж нэрлэдэг. Эцэст нь хяналт удирдлагын векторыг зөв тодорхойлсноор автомат удирдлагын системд ашигладаг. MPC контроллерыг хөглөхөд хялбар боловч ПИД контроллертой адил түүний хөглөлтийн параметруудийг оновчлох асуудал нь төвөгтэй. MPC контроллерыг системд ашиглах үед зардал буурч алдааны сигнал багасан мөн автомат тохируулгын системийн чанарын үзүүлэлт дээшилдэг.

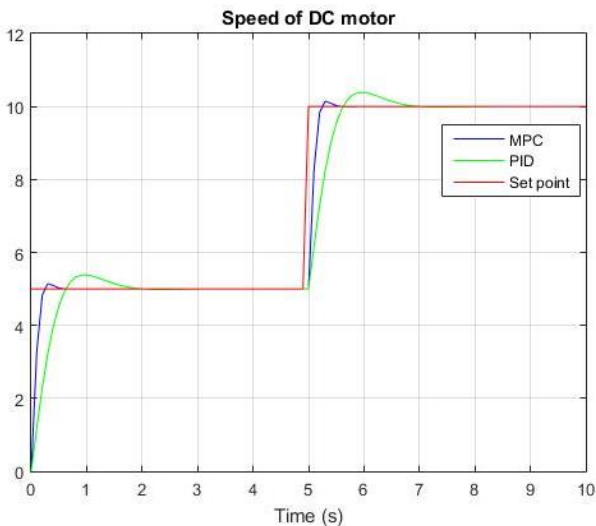
IV. ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Туршилтын аргаар гарган авсан хөдөлгүүрийн хурд тохируулах объектын математик загварыг MATLAB программ хангамжийн m-file ба Simulink model дээр загварчилж дээрх хоёр контроллеруудыг харьцуулсан туршилт хийсэн. Хөдөлгүүрийн оролтонд $t=5c$ турш 5V-ийн даалгаврын утга өгч шилжилтийн тодорхойломж гарган авсныг зураг 10-д харуулав.



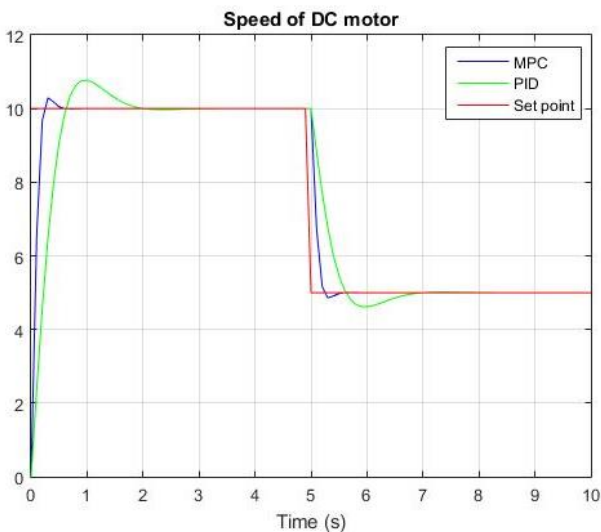
Зураг 10. Оролтын үйлчилгээ 5V үеийн шилжилтийн тодорхойломж (ПИД контроллер – ногоон, MPC - улаан)

Дараагийн шатанд 5V-ийн даалгаврын утгыг хөдөлгүүрийн оролтонд өгч улмаар $t=5c$ болох үед даалгаврын утгыг 10V болгон өөрчилсөн үеийн шилжилтийн тодорхойломжийг зураг 11-д харуулав.



Зураг. 11. Оролтын үйлчилгээ 5V-с 10V болон ихсэх үеийн шилжилтийн тодорхойломж (ПИД контроллер – ногоон, MPC - улаан)

Сүүлийн шатанд оролтын үйлчилгээ 10V-оос 5V болгон буурах үеийн шилжилтийн тодорхойломжийг Зураг 12-д харуулав. Эдгээр туршилтын дүнгээс харахад санал болгож буй контроллер нь уламжлалт контроллертой харьцуулахад хурдан тогтворжиж даалгаврын утгандаа хүрч байгаа нь харагдаж байна.



Зураг. 12. Оролтын үйлчилгээ 10V-с 5V болон буурах үеийн шилжилтийн тодорхойломж (ПИД контроллер – ногоон, MPC - улаан)

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү өгүүлэлд судалгааны объект болгож ШУТИС-н харьяа Эрчим Хүчний Сургуулийн автоматжуулалтын лабораторын төхөөрөмж болох TecQuipment (TQ) компанийн CE110 хөдөлгүүрийн хурд тохируулах объектыг сонгон авсан. Эхний шатанд хөдөлгүүрийн хурд тохируулах объектын дамжуулалтын функцыг математик болон туршилтын аргаар дамжуулалтын функцыг тодорхойлж

шилжилтийн тодорхойломжийг харьцуулсан. Сүүлийн шатанд хөдөлгүүрийн хурд тохируулах объектыг MPC болон ПИД контроллер ашиглан удирдлагын үйлчилгээ үзүүлж хоёр контроллерийн чанарын үзүүлэлтийн харьцуулсан судалгааг хийсэн. Туршилтын үр дүнгээс харахад санал болгож буй MPC контроллер нь ПИД контроллертой харьцуулахад өгсөх хугацаа бага, хэт тохируулга нам, тогтворжих хугацаа бага зэрэг чанарын үзүүлэлт сайн байсан.

НОМ ЗҮЙ

1. Surajudeen Adewus, “Modeling and Parameter Identification of a DC Motor Using Constraint Optimization Technique” IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, Volume 13, Issue 6 Ver. II (Nov. - Dec. 2016), pp.46-56.
2. S. S. Saab, R. A. Kaed-Bey, “Parameter identification of a DC motor: an experimental approach” ICECS 2001. 8th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (Cat. No.01EX483) Year: 2001, Volume: 2 pp.981-984.
3. O-Shin Kwon; Seung-Hoe Choe; Hoon Heo “A study on the dual-servo system using improved cross-coupling control method” [2011 10th International Conference on Environment and Electrical Engineering](#), pp.1-4.
4. Abdulrahman A.A.Emhemed, Rosbi Bin Mamat “Modelling and Simulation for Industrial DC Motor Using Intelligent Control” Procedia Engineering 41, 2012, pp.420- 425.
5. Arief Syaichu-Rohman; Raphael Sirius “Model predictive control implementation on a programmable logic controller for DC motor speed control” [Proceedings of the 2011 International Conference on Electrical Engineering and Informatics](#), pp.1-4.
6. Ц. Эрдэнэцэцэг, Д. Үлэмж “Автомат удирдлагын онол, автоматжуулалтын хичээлийн лабораторын ажлын гарын авлага” Улаанбаатар хот, Монгол улс, 2010.
7. N Sinha, C Dicenzo and B Szabados, Modeling of DC motors for control applications, IEEE Trans. Industrial Electronics and Control Instrumentation, 21, 1974, 84-88.
8. W. Lord and J. H. Hwang, DC servomotors modeling and parameter determination. IEEE Trans. Industrial Applications, 13, 1973, 234-243.
9. User Manual for TQ CE 110 Servo Trainer, (TecQuipment Ltd., Bonsall Street, Long Eaton, Nottingham NG10 2AN, England).

СҮЛЖЭЭНЭЭС АЛСЛАГДСАН АМИНЫ ОРОН СУУЦНЫ ЭРЧИМ ХҮЧ ХАНГАМЖИЙГ НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧЭЭР ХАНГАХ СУДАЛГАА

Г.Тэлмэн*, Б.Золбаяр*, Б.Анхбаяр*, М.Нүүдэл*

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

Хураангуй. Монгол орны өргөн уудам нутаг дэвсгэрт тархан суурьшсан айл өрх, албан байгууллагын эрчим хүч хангамжийг нэгдсэн нэг системийн сүлжээгээр хангах нь тийм ч тохиромжгүй шийдэл бөгөөд бие даасан жижиг системүүдэд хувааж сэргээгдэх эрчим хүч болон орчин үеийн шинэ дэвшилтэд технологиор хангах нь тохиромжтой юм. Судалгааны объектоор Төв аймгийн Сэргэлэн сумын нутагт байрлах нийт 149.1 м² талбай бүхий 2 давхар амины орон сууцны эрчим хүчний хангамжийг нарны эрчим хүчээр хангах мөн барилгын дулаалгын материалыг орчин үеийн дэвшилтэд технологиор хийхээр төлөвлөсөн. Эрчим хүчний системээс алслагдсан энэ байрлалд тохирох хамгийн боломжтой, найдвартай эх үүсвэрийн сонголтыг хийж, эдийн засгийн нарийвчилсан тооцооллыг хийнэ.

Тулхуур үг: Нарны эрчим хүч, коллектор, нарны зай, эрчим хүчний хэмнэлт.

I. ОРШИЛ

Дэлхийн эрчим хүчний өнөөгийн хангамжийн 80 хувь нь нүүрс, газрын тос, байгалийн хий зэрэг нөөц нь аажмаар шавхагдаж буй эх үүсвэр дээр тулгуурлаж байна. Манай улс органик түлшний ялангуяа нүүрсний арвин нөөцтэй ч өнөөдөр түүнийг олборлох болон ашиглах өртөг, технологийн зардал, нөөцийн хомсдол, байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл зэрэг нь өдрөөс өдөрт нэмэгдсээр байна. Эрчим хүчний хэрэглээний уламжлалт арга технологийг одоогийнхоос илүү боловсронгуй, үр ашигтай болгохын зэрэгцээ эрчим хүч хангамжийн эх үүсвэрийн бүтцэд эрс өөрчлөлт хийж, цаашид шавхагдашгүй нөөцтэй, байгаль орчинд хор нөлөөлөл багатай сэргээгдэх эрчим хүч буюу цэвэр эрчим хүчийг ашиглах шаардлага тавигдаж байна. Монгол улс нь сэргээгдэх эрчим хүчний асар их нөөцтэй ба тэр дундаа нар, салхины нөөц хамгийн ихтэй. Үүнээс улбаалаад айл өрхүүдэд нарны халаалтын болон цахилгаан систем гэх бусад эрчим хүчний эх үүсгүүрүүдийг нэвтрүүлж байна. Энэ нь нарны эрчим хүчийг ашиглах бүрэн боломжтойг илтгэх бөгөөд нутгийн өмнөд хэсгийн говь хээрийн бүсэд 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. Энэхүү судалгааны хүрээнд Төв аймгийн Сэргэлэн сумын нутагт айрлах амины орон сууцыг нарны халаалтын болон цахилгааны тооцоо судалгааг хийж тухайн систем нь бие даан хэрхэн

ажиллах талаархи урьдчилан тооцог хийж дүгнэхэд оршино.

II. НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧИЙГ ДУЛААНД ХУВИРГАХ ТЕХНОЛОГИ

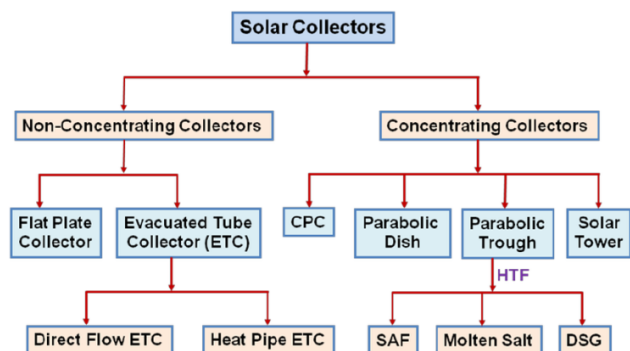
Нарны энэ их энергийг ашиглан цахилгаан болон дулааны эрчим хүчийг гарган авах технологийг дэлхийн олон орон судалж хэрэглээндээ нэвтрүүлсээр байна.

A. Нарны коллектор

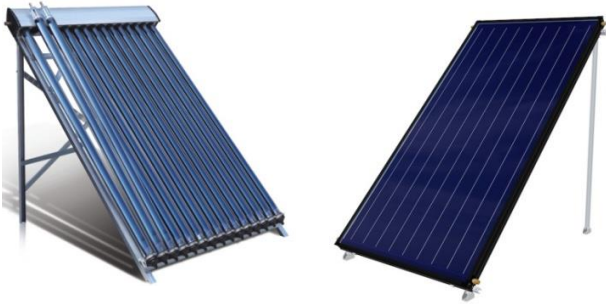
Нарны ус халаагуурыг бидний энергийн системд үл хөргөх түлш (тос, бензин, нефть) ноёрхолоос өмнө удаан хугацааны турш хэрэглэж байжээ. Бид нарны халаагуурын зарчмыг олон зуун жил мэдэж ирсэн. Коллектор энэ зарчмаар ажилдаг ба энэ нь нарны энергийг илүү бүрэн ашигладаг хамгийн сайн арга юм.

Нарны коллектор нь 200 жилийн өмнөөс хөгжсөн ба хамгийн анх хавтгай коллекторыг Шведийн эрдэмтэн Hora de Saussure 1767 онд зохион бүтээжээ. Сүүлд нь 1830 аад онд Өмнөд Африкийн үзэсгэлэнгийн үеэр ноён John Herschel үүнийг хэрэглэж хоол хийж үзүүлжээ. Нарны технологи нь анх их бүдүүн том байсан ба одоогийн энэ дизайныг 1908 онд Carnegie Steel Company (USA)-н J.Bailey тусгаарлагч хайрцаг зэс ороомогтой коллекторыг зохион бүтээжээ.

Нарны коллекторыг хийц болон ажиллагааны зарчимаас нь хамааруулан дараах байдлаар ангилдаг.



Зураг 1. Нарны коллекторын ангилал.



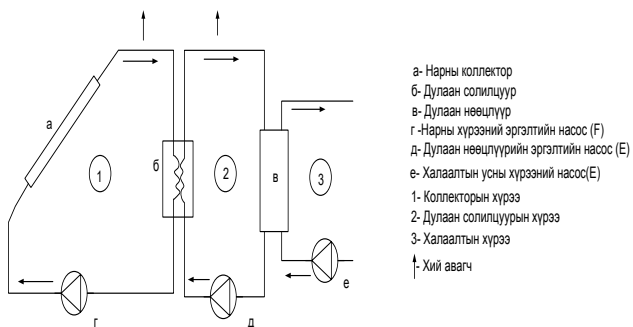
Зураг 2. Нарны коллекторын хийц

В. Нарны энергийг дулааны хангамжинд хувиргах тоног төхөөрөмжийн судалгаа:

Нарны дулааны системийн үндсэн тоног төхөөрөмжүүд:

- Нарны коллектор
- Дулааны нөөцлүүр
- Дулаан солилцуур
- Тэлэлтийн сав
- Холбогч шугам хоолойнууд
- Насос
- Хаалт, хавхлагууд
- Хэмжүүрийн багажнууд

Энэхүү системийн ажиллах зарчим нарны коллекторт хүйтэн ажлын бие орж нарны коллекторын хоолойнуудаар дамжин нарны энергийг өөртөө шингээж өндөр температурт хүрснээр дулаан нөөцлүүрт орж дулаанаа солилцож цикл дахин давтагдан явагдах ажилгаатай. Дулаан нөөцлүүр нь нарны коллектороос солилцож авсан дулаанаа халаатруу болон хэрэглээний халуун усны шугамруу хуваарилаж барилгаа байгууламжийг дулаанаар хангах үүрэгтэй.



Зураг 3 Нарны коллектор суурилуулах анхдагч схем.

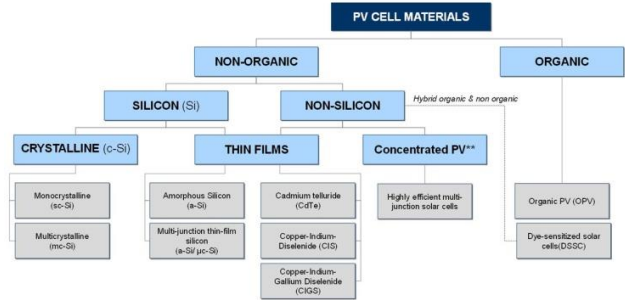
Нарны эрчим хүчийг цахилгаанд хувиргах технологи

Нарны цацрагаар дамжин ирж буй гэрлийн энэргийг фотоцахилгааны үзэгдэл дээр үндэслэн цахилгаан энергид хувиргадаг.

С. Нарны зай буюу үүсгүүр:

Нарны эрчим хүчээс цотоцахилгааны үзэгдэл дээр үндэслэн цахилгаан энергид хувиргах хагас дамжуулагчийн шилжилтийн процессыг явуулдаг тэхнологийг нарны зай буюу үүсгүүр гэнэ. Нарны гэрлийг хүлээн авч цахилгаан энерги гарган авч буй

материалынх нь шинж чанаараас хамааруулаад нарны зайг дэраах байдлаар ангилдаг.



Зураг 4. Нарны зайн элементийн төрөл, ангилал.

Д. Нарны энергийг цахилгаан хангамжинд хувиргах тоног төхөөрөмжийн судалгаа:

Нарны зайн бие даасан систем нь дараах үндсэн бүрдэл хэсгүүдээс бүрдэнэ.

- Нарны зай
- Батарей
- Инвертор
- Цэнэг зохицуулагч
- Цахилгаан тоноглолууд
- Системийн хяналт, удирдлагын хэсэг

Е. Тооцоолол:

Тооцоогоор орон сууцны өрхийн хогийн цахилгаан болон дулаан ачааллын тооцоог хийсэн. Энэхүү айлын цахилгааны хэрэглээг нарны зайн системээр, дулааны хэрэглээг нарны коллектороор хангахаар төлөвлөсөн.



Зураг 5. Барилгын дээвэр дээр нарны зай болон коллекторыг хамт байрлуулсан байдал.

Ф. Судалгааны объектын цаг уурын өгөгдөл

Төв аймгийн Сэргэлэн сумын агаарын температур, харьцангуй чийглэг, нарны радиац, салхины хурдны өгөгдөл

ХҮСНЭГТ 1

№	Агаарын температур, °C	Харьцангуй чийглэг, %	Хэвтээ гадаргууд тусгах нарны цацраг, кВт*ц/м²/өдөр	Салхины хурд, м/с
1	-20.4	73.5	2.35	4.5
2	-15.6	72	3.46	4.4
3	-4.1	48.5	4.75	4.8
4	6.1	28.8	5.98	5.3
5	14.1	27.6	6.60	5.0
6	19.6	31.7	6.63	4.9
7	21.9	39.5	6.20	4.7
8	19.5	45.2	5.42	4.5
9	12.7	41.2	4.83	4.7
10	3.6	45.7	3.73	4.7
11	-6.8	57.4	2.47	5.0
12	-16.4	69.2	1.97	4.6

Нарны эрчим хүчнийг тооцоолох үндсэн хэмжигдэхүүнүүд

Нарны төхөөрөмжийн ажиллах хугацааны туршид түүний ажлын гадаргууд аль болох их хэмжээний цацраг тусаж байхаар төхөөрөмжийг налууд байрлуулна. Ийм учраас хэвтээ гадаргууд хэмжсэн (налуу гадаргуу дээр тусах цацрагийг хэмжиж болно. Гэхдээ хэмжих багажыг налуу гадаргууд зохицуулж хэрэглэх хэрэгтэй.) буюу тооцоолсон нарны цацрагийг налуу гадаргууд шилжүүлэн тооцоолох шаардлага гардаг. Энэ аргыг Liu, Jordan нарны боловсруулсан шилжүүлэн тооцоолсон арга гэдэг. Газрын гадаргуу ба нарны төхөөрөмжинд тусах цацрагийг тооцоолох арга

1) Нарны хазайлтын өнцгийг жил бүрийн хуанлинаас харж тодорхойлно.

$$\delta = 23.45 \cdot \sin \left[360 \cdot \frac{284 + n}{365} \right] \quad n - \text{өдрийн тоо}$$

2) Хэвтээ гадаргуу дээрх нар жаргах үеийн өнцөг $\omega_x = \arccos(-\text{tg} \varphi \cdot \text{tg} \delta)$

3) Налуу гадаргуу дээрх нар жаргах үеийн өнцөг $\omega_n = \arccos(-\text{tg}(\varphi - m) \cdot \text{tg} \delta)$

4) Хэвтээ гадаргууд туссан шулуун цацрагийг налуу гадаргууд шилжүүлж коэффициентийг олох $\frac{R_{II}}{R_{III}}$

$$= \frac{\cos \delta \cdot \cos(\varphi - m) \cdot \sin \omega_n + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_n \cdot \sin \delta \cdot \sin(\varphi - m)}{\cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \sin \omega_x + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_x \cdot \sin \delta \cdot \sin \varphi}$$

5) Дэлхийн агаар мандлын гадна гадаргууд тусаж байгаа нарны нийлбэр цацраг

$$\overline{Q_A} = \frac{24}{\pi} Q_{III} \left[1 + 0.33 \cdot \cos \frac{360 \cdot n}{365} \right] \cdot \left[\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_x + \left(\frac{2\pi \cdot \omega_x}{360} \right) \sin \varphi \cdot \sin \delta \right]$$

6) Сарын дундаж үүлшлэлтийн коэффициент

$$\bar{K} = \frac{\overline{Q_B}}{\overline{Q_A}}$$

7) Дэлхийн гадаргууд туссан нийлбэр цацрагийн хэмжээн дэлхийн агаар мандлын гадна гадаргууд туссан нийлбэр цацрагийн харьцуулсан харьцаа

$$\frac{\overline{Q_C}}{\overline{Q_B}} = 1.39 - 4.027 \cdot \left(\frac{\overline{Q_B}}{\overline{Q_A}} \right) + 5.531 \cdot \left(\frac{\overline{Q_B}}{\overline{Q_A}} \right)^2 - 3.108 \cdot \left(\frac{\overline{Q_B}}{\overline{Q_A}} \right)^3$$

8) Төхөөрөмжийн гадаргууд туссан нарны цацрагийн энергийг шилжүүлэх коэффициент

$$\bar{R} = \left(1 - \frac{\overline{Q_C}}{\overline{Q_B}} \right) \cdot R_{III} + \frac{\overline{Q_C}}{\overline{Q_B}} \cdot \frac{1 + \cos m}{2} + \rho \cdot \frac{1 + \cos m}{2}$$

9) Төхөөрөмжийг эгц урагшаа чиглүүлэн 30°-н налуу байрлуулсан тохиолдолд гадаргуу дээр ирэх 5 сард тусах сарын дундаж өдрийн нийлбэр цацрагийн хэмжээ

$$\overline{Q_T} = \overline{Q_B} \cdot \bar{R}$$

- $m=45^\circ$ налуу байрлуулсанг тохиолдолд

ХҮСНЭГТ 2

	Q _Б	ω _х	ω _н	Q _а	Q _с /Q _б	R	Q _т
1	2350	68.15	90.5	3416	0.225	2.44	5742.9

2	3460	76.95	90.3	4931.7	0.214	1.83	6336.36
3	4750	87.3	90.06	6990	0.232	1.36	6461.31
4	5980	99.12	89.79	9392.6	0.266	1.04	6230.31
5	6600	109	89.56	11185	0.301	0.88	5823.5
6	6630	114.3	89.45	12025	0.33	0.82	5456.67
7	6200	112.1	89.5	11689	0.346	0.85	5246.6
8	5420	103.6	89.69	10234	0.347	0.95	5161.84
9	4830	92.12	89.95	7984.8	0.29	1.19	5740.59
10	3730	80.69	90.22	5653.3	0.248	1.6	5985.13
11	2470	70.61	90.44	3813.4	0.258	2.18	5385.16
12	1970	65.64	90.55	3041.4	0.258	2.61	5145.14

Хэрэгцээний халуун усны тооцоо

Хэрэгцээний халуун ус системийн жилийн дулааны хэрэгцээний 50-60 хувийг нарны системээр хангахаар тооцож үздэг. Үлдэгдэл дулааны хэрэглээг бусад эх үүсвэрээс хосолж хангана. Орон сууц эмнэлэг, цэцэрлэг, цайны газар, халуун усны газар зэрэг хэрэглэгчдэд 60°C –ын температуртай халуун усыг ахуйн зориулалтаар хэрэглэхэд шаардагдах усыг бэлтгэхэд зарцуулагдах дулааныг хэрэгцээний халуун усны ачаалал гэнэ. Төв аймгийн Сэргэлэн суманд байрлах амины орон сууцны хэрэгцээний халуун усны тооцоог хийе.

Ахуйн хэрэглээний усыг халаахад шаардагдах дулааны хэмжээг:

$$Q_{\text{Ойл}}^{xpp} = N * n * a * (t_{xy} - t_x) * \rho * C_{yc}$$

1-р сард: $Q_{\text{Ойл}}^{xpp} = N * n * a * (t_{xy} - t_x) * \rho * C_{yc} = 31 * 4 * 75 * (50 - 10) * 1.123 * 4.18 = 431.9679 \text{ кВт.ц}$

Хэрэгцээний халуун усны ачаалал: $Q_{\text{хху}} = 13.93 \text{ кВт}$

ХҮСНЭГТ 3

Сар	Өдөр	Q _б	Q _т	T (°C)	Q _{хху} (ГДж)	Q _{хху} (кВт.ц)	Q _{хху} (МВт.ц)
1	31	2350	5742.9	-20.4	1.55496	431.9679	0.431968
2	28	3460	6336.36	-15.6	1.40448	390.1645	0.390165
3	31	4750	6461.31	-4.1	1.55496	431.9679	0.431968
4	30	5980	6230.31	6.1	1.5048	418.0334	0.418033
5	31	6600	5823.5	14.1	1.55496	431.9679	0.431968
6	30	6630	5456.67	19.6	1.5048	418.0334	0.418033
7	31	6200	5246.6	21.9	1.55496	431.9679	0.431968
8	31	5420	5161.84	19.5	1.55496	431.9679	0.431968
9	30	4830	5740.59	12.7	1.5048	418.0334	0.418033
10	31	3730	5985.13	3.6	1.55496	431.9679	0.431968
11	30	2470	5385.16	-6.8	1.5048	418.0334	0.418033
12	31	1970	5145.14	-16.4	1.55496	431.9679	0.431968



Зураг 6. Хэрэгцээний халуун усны ачааллын график

ХҮСНЭГТ 4

Сар	Хэрэгцээний халуун усны ачаалал /кВт/	Дулааны ачаалал /кВт/	Нийлбэр ачаалал /кВт/
1	431.97	5622.8	6054.7
2	390.16	4443.8	4875.8
3	431.97	3236.4	3668.4
4	418.03	1686.2	2118.2
5	431.97	571.06	1003
6	418.03	0	431.97
7	431.97	0	431.97
8	431.97	0	431.97
9	418.03	751.03	1183
10	431.97	2108.6	2540.5
11	418.03	3514.2	3946.2
12	431.97	5037.1	5469



Зураг 7. Дулааны нийлбэр ачааллын график

Нарны коллекторын талбайг тодорхойлох тооцоо

Төв аймгийн Сэргэлэн суманд баригдах 1 давхар амины орон сууцны халаалт болон халуун усны хэрэгцээг нарны коллектороор хангах тооцоог:

А. Хэрэгцээний халуун усны ачааллыг нарны коллектороор хангах

45° үед $Q_T = 68715.5 \text{ Вт/цаг.өдөр/12сар} = 5726.292 \text{ Вт}$ (Жилийн дундаж)

Жилийн турш ирэх нарны цацрагийн хэмжээ:

$5726.292 \text{ Вт} \cdot 365 \text{ хоног} = 2090.096 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{дул.ач}} = 26971.1 \text{ кВт/жилд}$

$$A_r = \frac{26971.1 \cdot 60}{2090.096 \cdot 55} = 14.07741 \text{ м}^2$$

ETC-30 загварын 30 tube-тэй коллектор 9 ширхэгийг сонгов.

В. Барилгын нийт дулаан ачааллыг нарны коллектороор хангах

$$A_r = \frac{\text{Number of Days} \cdot Q_{\text{HW}} \cdot \text{Solar fraction}}{\text{Yearly solar irradiation} \cdot \text{Average system Eff}}$$

Өгөгдөл:

45° үед $Q_T = 68715.5 \text{ Вт/цаг.өдөр/12сар} = 5726.292 \text{ Вт}$ (Жилийн дундаж)

Жилийн турш ирэх нарны цацрагийн хэмжээ:

$5726.292 \text{ Вт} \cdot 365 \text{ хоног} = 2090.096 \text{ кВт}$

$Q_{\text{дул.ач}} = 26971.1 \text{ кВт}$

$Q_{\text{hw}} = 13.93 \text{ кВт}$

$Q_{\text{нийт}} = 26971.1 \text{ кВт} + (13.93 \text{ кВт} \cdot 365) = 32055.55 \text{ кВт}$

$$A_r = \frac{32055.55 \cdot 60}{2090.096 \cdot 55} = 16.7312 \text{ м}^2$$

ETC-30 загварын 30 tube-тэй коллектор 11 ширхэгийг сонгов.

Системийг хэрэгцээний халуун ус болон дулааны ачааллыг нараар хангахаар хийнэ.



Зураг 8. ETC-30 маркийн нарны вакуум коллектор

Өгөгдөл:

Коллекторын нийт талбай 4.4 м²

Коллекторын ашиггүй талбай 2.83 м²

Коллекторын ашигтай талбай 1.57 м²

Чадал 1,944 Вт

Нарны цахилгаан системийн тоноглолын тооцоо:

- Нарны дэлгэцийг өөрсдөө сонгох,
 $P_0 = 310 \text{ Вт}$ $U_{10} = 37.4 \text{ В}$ $I_{10} = 8.29 \text{ А}$
- PV системд орох нийт дэлгэцийн тоог олбол:

$$N_{\text{дэлгэц}} = n_{\text{дэлгэц, цуваа}} \cdot n_{\text{дэлгэц, зэрэгцээ}}$$

ХҮСНЭГТ 5

Сар	PV системд орох нийт дэлгэцийн тоо
I	4
II	3
III	3
IV	3
V	3
VI	3
VII	3
VIII	3
IX	3
X	4
XI	4
XII	4

- PV системийн гаргах нийлбэр чадал ба өдөрт үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээг тодорхойлбол:

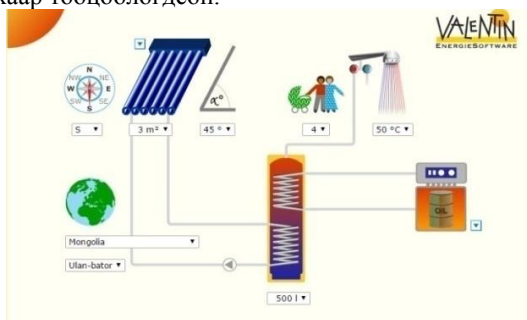
$$P_{PV} = P_0 \cdot N_{\text{дэлгэц}}$$

$$E_{PV} = P_{PV} \cdot t_{\text{Б.Н}}$$

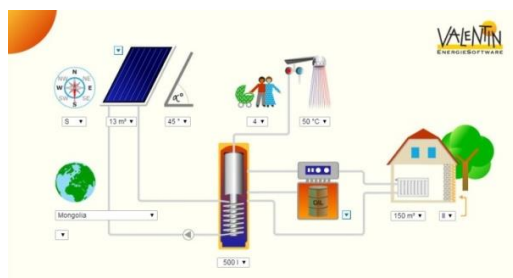
ХҮСНЭГТ 6

Сар	PV системийн гаргах нийлбэр чадал, кВт	PV системийн өдөрт үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээ, кВт.цаг
I	1.24	7.377237
II	0.93	6.175558
III	0.93	6.073708
IV	0.93	5.875629
V	0.93	5.505747
VI	0.93	5.165001
VII	0.93	4.963779
VIII	0.93	4.874333
IX	0.93	5.404528
X	1.24	7.48929
XI	1.24	6.722454
XII	1.24	6.610762

Энэхүү системийн үндсэн бүрдүүлэгч нарны коллектор 11 ширхэг, нарны зайн систем нь 20 ширхэг байхаар тооцоологдсон.



Зураг 9. Нарны халаалтын системийн ерөнхий төлөвлөлт



Зураг 10. Нарны зайн системийн ерөнхий төлөвлөлт

ДҮГНЭЛТ

Нарны эрчим хүчийг дулаанд хувиргах технологи хичээлийн хүрээнд бид Төв аймгийн Сэргэлэн суманд 144 м² нэг давхар амины орон сууцны цахилгаан болон дулаан хангамжийн ачааллыг нарны эрчим хүчээр хангах тооцоо хийлээ. Төсөл хэрэгжих газар буюу Төв аймгийн Сэргэлэн сум нь нарны эрчмийн нөөц ихтэй ба нарыг ашиглан эрчим хүч гарган авах боломж нөөц ихтэй газар юм.

Тооцооны дүнд энэхүү барилгыг нарны эрчим хүчээр хангахад 11 ширхэг нарны вакуум коллектор, 20 ширхэг нарны зай болон суурилуулахаар тооцоологдсон. Энэхүү систем нь бүрэн бие даасан систем тул батарейн нөөцийг 5 хоногоор тоолсон. Төслийг хэрэгжүүлэхэд нийт анхны өртөгийн хэмжээ нь 25 сая төгрөг байх бөгөөд эргэн төлөгдөх хугацаа нь 11 жил болж байна.

Бидний судалгаагаар сонгосон объектын төвийн цахилгааны шугамтай холбосон тохиолдолд ний өртөг маш өндөр байх тул энэ зардлыг бууруулах боломжтой юм

Тооцооны дүнд уг байшингийн дулааны ачааллын 38.9% ийг нарны эрчим хүчээр хангах боломжтой нь харагдаж байна. Төслийг хэрэгжүүлэх анхны хөрөнгө оруулалтын зардал нь 12.653.800₮ болсон ба 9 жил 3 сарын дараа хөрөнгө оруулсан зардлаа бүрэн нөхөх боломжтой байгаа нь харагдаж байна.

НОМ ЗҮЙ

1. Нарны эрчим хүч ашиглалт. 2012 он.
2. Нарны эрчим хүчийг дулаанд хувиргах лекц болон семинарын материал.
3. Батмөнх С. “Монголын нөхцөлд нарны эрчим хүчийг дулаанд хувиргах технологийн онол практикийн үндэс”. Соёмбо принтинг. УБ. :2014. С11х, 86х.
4. Цэрэндорж З., Эрдэнэтуяа Ц. “Сэргээгдэх эрчим хүчний хэрэглээ ба энергийн хуримтлуур”. Color book. УБ.: 2016. с 110х.
5. <http://e-book.must.edu.mn/lecture/show/id/548>
6. <http://www.terbuntan.com/index.php/energy/312-solarheating-2>

НЭГ ТЭНХЛЭГТ НАР ДАГАХ МЕХАНИЗМ БҮХИЙ НАРНЫ ЗАЙН СИСТЕМЭЭР АМИНЫ ОРОН СУУЦЫГ ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХҮЧЭЭР ХАНГАХ СУДАЛГАА

Б.Шүрэнцэцэг*, М.Саранзаяа*, О.Гэрэлтуяа*, М.Нүүдэл*

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

Хураангуй. Орчин үед техник технологийн хөгжлийн дагуу хүний хөдөлмөрийг хөнгөвчлөх зорилгоор олон төрлийн судалгааны ажил хийгдэж байна. Тухайлбал, нарны энергийг ашиглах нь хамгийн ач холбогдолтой салбаруудын нэгт зүй ёсоор орж

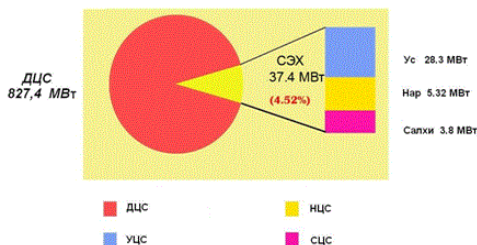
байна. Нарны энергийг цахилгаан эрчим хүч болгон хувиргаж ашиглах боломжтой бөгөөд нарнаас ялгарах боломжит хамгийн их чадлыг хүлээн авч хувиргахад нарны цацрагтай нарны зай нь перпендикуляр байрлалтай байх хэрэгтэй байна. Монгол орны нөхцөлд

45° өнцгөөр байрлуулвал нарны зайн үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээ нь их байна. Нарны зай (PV) төхөөрөмжийг нар дагах механизмаар удирдан эрчим хүчийг үйлдвэрлэх юм. Бид амины орон сууцанд нарны зайн систем суурилуулах тооцоог хийж гүйцэтгэсэн. Уг барилгын дээвэр дээр нар дагах механизмыг нэмж суурилуулж өгснөөрөө гарах эрчим хүч, эдийн засаг, экологийн үр ашгийг тодорхойлохыг зорилоо.

Түлхүүр үг: Сэргээгдэх эрчим хүч, Нарны энерги, Нарны зай, Фото элемент.

ОРШИЛ

Дэлхийн нийт эрчим хүчний 19.2%-ийг сэргээгдэх эрчим хүч эзэлдэг ба манай монгол оронд 2% хүрэхгүй сэргээгдэх эрчим эрчим хүчийг ашиглаж байна. Манай орны хувьд эрчим хүчний дийлэнхи хувийг нүүрсээс ажилладаг ДЦС-ууд эзлэж байна. Сэргээгдэх эрчим хүчээр ажилладаг тоотой хэдэн цахилгаан станцууд байна. Үүнд: Дөргөний УЦС, Тайширийн УЦС, Салхит СЦС, Дарханы НЦС гэх томоохон станцууд байна.



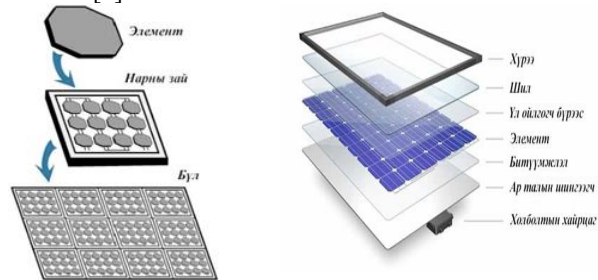
Зураг 1. Эрчим хүчний нийт үйлдвэрлэлд сэргээгдэх эрчим хүчний эзлэх хувь

Улаанбаатар хотод дөрвөн том ДЦС байна. ДЦС-2, ДЦС-3, ДЦС-4, Амгалангийн ДЦС гэсэн станцууд нь маш их хортой утааг агаарт тарааж байна. Манай улсын хэмжээнд утааны байдал гамшигийн хэмжээнд хүрч байна. Энэ дан ДЦС-аас хамаарсан зүйл биш юм. Улаанбаатар хотод хэдэн мянган гэр хороолол, амины орон сууц байна. Ихэнх амины орон сууц төвийн эрчим хүчний систем болон төвийн дулааны шугам сүлжээнд холбогдоогүй болно. Энэ асуудлыг сэргээгдэх эрчим хүчээр шийдэж өгвөл утааны хэмжээ багасч, хэрэглэгчид ч ашигтай байх давуу талтай. Хэрэглэгчид хэрэглэх боломжтой хамгийн хялбар сэргээгдэх эрчим хүчний төрөл бол нарны энерги буюу PV төхөөрөмжийг ашиглан нарны энергийг цахилгаан энерги болгон хувиргана. Олон тооны нарны зайг нэгтгэн байрлуулах замаар томоохон чадлын нарны цахилгаан станцыг байгуулдаг [2]. Нэг фото элемент нь нарны цацрагийн эрчим $1\text{кВт}/\text{м}^2$ орчим байхад ойролцоогоор 0.5В орчмын потенциалын ялгаварыг $200\text{А}/\text{м}^2$ орчим гүйдлийн нягттайгаар үйлдвэрлэн гаргадаг [1].

Нарны PV элементүүдийг түүнд ашигласан материал болон бүтэц, технологиос нь хамааруулан дараах төрлүүдэд хувааж үзнэ. Үүнд:

- Моно ба поли кристалл цахиуран элемент
- Микросталл цахиуран нимгэн хальст элемент
- Нанокристалл цахиуран нимгэн хальст элемент
- Аморф цахиуран нимгэн хальст элемент

- Селенэн элемент
 - Нийлмэл бүтэцтэй элементүүд (арсенид галлий, кадмен теллуран гэх мэт)
- Фото шингээлттэй будаган элементүүд гэх мэт ангилна [2].

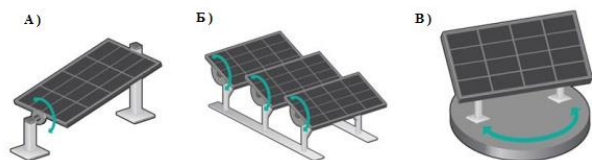


Зураг 2. Нарны зайн дотоод бүтэц, хийцийн загвар

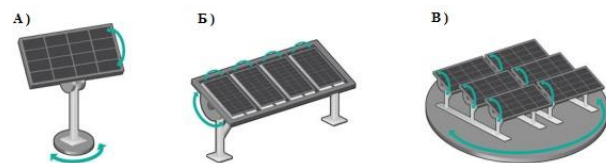
Нар дагаж эргэх механизм

Нарны зайн системээс илүү их эрчим хүчийг үйлдвэрлэн гаргаж авахын тулд олон янзын аргаар үр ашгийг нэмэгдүүлж болдог Эдгээрийн нэг бол нар дагаж эргэх механизм ашиглах юм. Дэлхий нарыг тойрон эргэх орбит болон цагийн мэдээлэл нь тодорхой тул нар дагах системийн эргэх хурд болон чиглэл нь мөн тодорхой байна. Ерөнхий тохиолдолд хугацааны дагуу шилжилт хийх болон гэрлийн шилжилтийн дагуу эргэх гэсэн хоёр үндсэн аргын дагуу системийн ажиллагааг программчилдаг [3]. Нар дагаж эргэх механизмийг ажиллагааныхан зориулалтаар:

- Нэг тэнхлэгийн дагуу нар дагаж эргэх механизм
- Хоёр тэнхлэгийн дагуу нар дагаж эргэх механизм гэх ангилдаг.



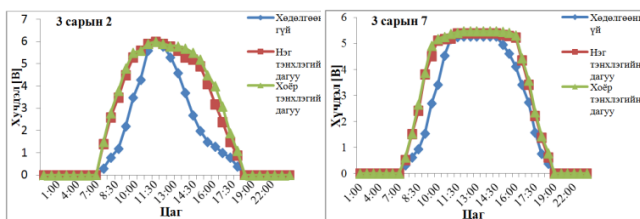
Зураг 3. Нэг тэнхлэгт нар дагаж эргэх механизмын төрлүүд: А). тодорхой налуу өнцөгөөр, Б). Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу, В) Босоо тэнхлэгээр нар дагах эргэх



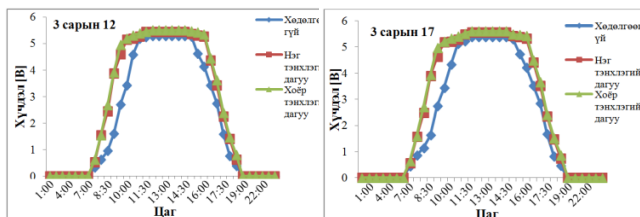
Зураг 4. Хоёр тэнхлэгт нар дагаж эргэх механизмын төрлүүд: А). Хэвтээ болон босоо чиглэлтэй, Б). Хүрээнд сууриласан, В). Тусгай суурин дээр сууриласан

Нарны зайн эрчим хүч үйлдвэрлэх хэмжээг нэг тэнхлэгт нар дагах механизмыг ашигласнаар 25..30%, хоёр тэнхлэгт нар дагах механизмыг ашигласнаар 35-40%- аар нэмэгдүүлэх боломжтой байдаг [4]. Энэ бидний өмнөх судалгааны ажлын туршилт, судалгааны үр дүнд гарсан. Уг судалгаагаар нарны зайн системийн туршилтыг 3 нөхцөлд авч үзсэн бөгөөд нарны зайг хөдөлгөөнгүй суурьд бэхэлсэн, 45°-ын налалтын өнцгөөр хэвтээ тэнхлэгийн дагуу нар дагаж эргэх, хоёр тэнхлэгийн дагуу нарны хөдөлгөөнийг дагаж эргэх

механизм дээр суурилуулсан байдлаар туршиж, судалсан.



Зураг 5. 3-р сарын 2, 7-ны өдрийн хэмжилтийн үр дүнгээр байгуулсан график

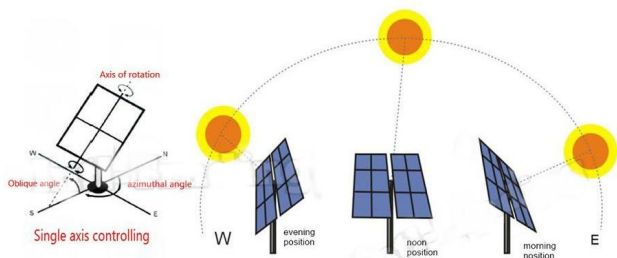


Зураг 6. 3-р сарын 12, 17-ны өдрийн хэмжилтийн үр дүнгээр байгуулсан график

Нар дагаж эргэх механизм нь мотор, араа гэх мэт эд ангиудыг ашиглан удирдлагын хавтангийн командаар буюу программын аргаар нарны зайн модулийг нар руу эгц чиглүүлэн ажиллуулдаг. Ингэснээр нарны зайн үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээг нэмэгдүүлж байна гэсэн үг юм.

А. Нэг тэнхлэгт нар дагах механизм

Энэ механизм нь нар мандахаас нар жаргах хүртэл нарны хөдөлгөөнийг дагаж, нэг хавтгай дээр эргэн хөдлөдөг. Нэг тэнхлэгийн дагуу нарны хөдөлгөөнийг дагаж эргэх хийц нарны гэрлийн тусгалын эрчмийг мэдрэх болон хугацааны реле гэх мэд мэдрэгчүүдээр дамжуулан нарыг дагаж хөдөлдөг. Энэ систем нь нарны зайн улирлын турш үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээг хамгийн их байлгадаг. Хөтлөх механизмийн хувьд энгийн, бөгөөд хоёр тэнхлэгтэй харьцуулахад хөдлөх болон эргэх механизм харьцангуй бага тул эвдрэл гэмтэл бага байдаг.



Зураг 8. Нэг тэнхлэгт нар дагаж эргэх механизм

Удирдлагын хэсэг

Энэхүү механизмыг хийхдээ удирдлага хяналтын хэсгийг Arduino1.0.1 программ хангамж дээр хийсэн бөгөөд үндсэн программыг доор оруулсан болно. Нарны шилжих хөдөлгөөн цагт 15° -ын өнцгөөр өөрчлөгддөг тул нарны хөдөлгөөн дагах нарны зайн системийг удирдах моторын эргэлт нь 20 град/сек байхаар тооцоолсон.

Бидний тооцоогоор судалгааны бүтээлийн нар дагах механизмын хөтлөгч мотор нь серво мотор байхаар сонгосон. Серво моторны удирдлагыг контроллерыг Arduino-оор удирдахаар төлөвлөсөн

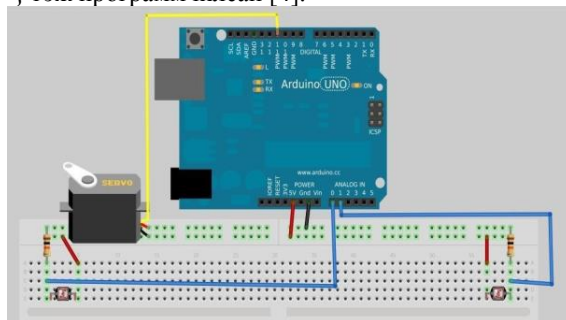
Серво моторыг Arduino-оор удирдах системийн код:

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
int pos = 90; // initial position
int sens1 = A0; // LDR 1 pin
int sens2 = A1; //LDR 2 pin
int tolerance = 2;
void setup()
{
    myservo.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to
    the servo object
    pinMode(sens1, INPUT);
    pinMode(sens2, INPUT);
    myservo.write(pos);
    delay(2000); // a 2 seconds delay while we position
    the solar panel
}
void loop()
{
    int val1 = analogRead(sens1); // read the value of
    sensor 1
    int val2 = analogRead(sens2); // read the value of
    sensor 2

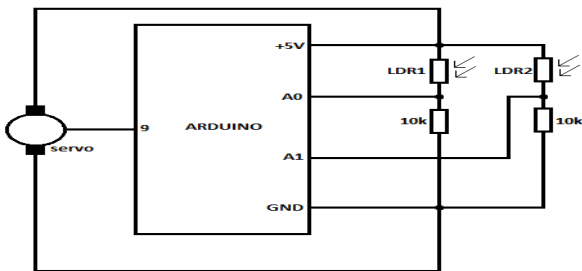
    if((abs(val1 - val2) <= tolerance) || (abs(val2 - val1) <=
    tolerance)) {
        //do nothing if the difference between values is within
        the tolerance limit
    } else {
        if(val1 > val2)
        {
            pos = --pos;
        }
        if(val1 < val2)
        {
            pos = ++pos;
        }
    }

    if(pos > 180) { pos = 180; } // reset to 180 if it goes
    higher
    if(pos < 0) { pos = 0; } // reset to 0 if it goes lower

    myservo.write(pos); // write the position to servo
    delay(50);
} гэж программчилсан [4].
```



Зураг 9. Нэг тэнхлэгийн дагуу нар дагаж эргэх Серво моторын удирдлага



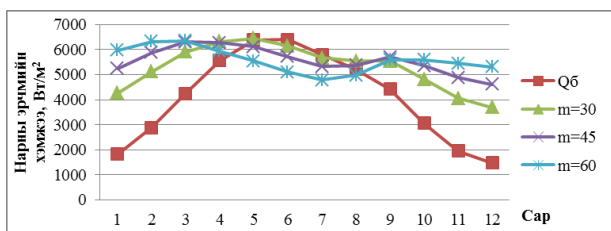
Зураг 10. Нэг тэнхлэгийн дагуу нар дагаж эргэх Серво моторын удирдлагын зарчмын схем

Судалгааны объект

Улаанбаатар хотын Налайх дүүргийн Тэрэлжид байрлах 8x7м² харьцаатай 2 давхар барилгын цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг нарны эрчим хүчээр хангаж улмаар барилгын дээвэр дээр нэг тэнхлэгт нар дагах механизмыг суурилуулах боломжийн талаарх судалгаа тооцоог хийв. Тооцоогоор тухайн айлын хоногийн хэрэглээ нь 2,5 кВт.цаг байх бөгөөд энэхүү дээврийн налуу нь 45⁰-ын налуутай байрлана.

Хүснэгт 1.

Сар	n	Q _б	Q _m (m=30);	Q _m (m=45);	Q _m (m=60);
1	15	1830	4257.03	5242.71	5962.96
2	46	2880	5114.13	5878.59	6325.24
3	74	4240	5903.6	6298.03	6357.74
4	105	5560	6319.75	6273.38	5937.35
5	135	6380	6440.45	6106.36	5542.28
6	166	6390	6137.58	5709.77	5098.32
7	196	5800	5670.69	5318.06	4788.46
8	227	5210	5538.87	5368.73	4980.63
9	258	4420	5539.31	5706.95	5591.68
10	288	3060	4810.79	5346.55	5598.44
11	319	1950	4060.52	4879.08	5447.32
12	349	1480	3688.31	4606.01	5309.72



Зураг 11. Хэвтээ болон налуу гадаргуу дээр тусах нарны цацрагийн хэмжээ

Нарны зайн налалтын өнцгийг 30⁰, 45⁰, 60⁰-ын налуутайгаар байрлуулахад нарны зайн гадаргуу дээр ирэх нарны эрчмийн хэмжээг тодорхойлсон. Эндээс нарны зайн хамгийн ашигтай налалтын өнцөг нь 45⁰-д байрлуулах шаардлагатай нь харагдаж байна.

Бид сонгож авсан барилгын цахилгаан ачааллын тооцоо хийхэд (хүснэгт 2.) гарч байна.

Хүснэгт 2.

Цахилгаан хэрэгсэл	Хоногийн ачаалал [Вт]
Интернет антен-1	336
Дохиолол-1	24
Эргэлт насос-1	14400
Удирдлага самбар-1	144
Ус буцалгагч-1	3750
Хөргөгч-1	2160
Уур сорогч-1	520
Тоос сорогч-1	1400
Бутлагч-1	600
Ламп(гадна)-1	640
Угаалгын машин-1	1443
Үсний индүү-1	330
Индүү	1500
Компьютер	3220
Гэрэл-10	648
Нөүтбүүк-2	168
Нийт ачаалал	31283

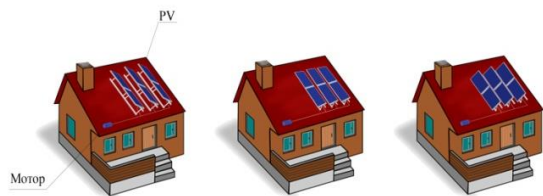


Зураг 12. Барилгын цахилгаан ачаалалын график

Уг барилгын дээвэр дээр Sankou Solar Mongolia компанийн үйлдвэрлэсэн 270Вт-ын 18 ширхэг нарны зайг суурилуулна. Нийт нарны зайн системийн чадал нь 4,86 кВт байх бөгөөд энэ нь өдөрт 26,73 кВт.цаг эрчим хүчийг үйлдвэрлэхээр тооцоо гарсан.

Бид энэхүү нарны зайн системд нэг тэнхлэгийн дагуу нар дагаж эргэх механизмыг суурилуулж өгсөнөөр эрчим хүч үйлдвэрлэлийн хэмжээг ойролцоогоор 30%-аар нэмэгдүүлсэнээр өдөрт үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээ 33,97 кВт.цаг болж нэмэгдэхээр байна. Эдийн засгийн хувьд нар дагаж эргэх механизмийн хөтлөх мөч болон хөдөлгүүр нь даацын хэмжээнээс хамааран үнийн хувьд нэмэгддэг. Энэхүү тооцоогоор нар дагаж эргэх хөдөлгүүр нь 90Вт-ын чадалтай бөгөөд өдөрт дунджаар 0,25кВт.цаг эрчим хүч ашиглахаар байна.

Энэхүү 270Вт-ын 18 ширхэг нарны зай бүхий нэг тэнхлэгийн дагуу нар дагаж эргэх системийг бид сонгосон амины орон сууцны дээвэр дээр байрлуулахад дараах байдалтайгаар байрлуулна.



Зураг 13. Сонгосон барилгын налуу дээвэр дээр нар дагах механизм бүхий нарны зайн системийг суурилуулах байдал.

➤ Эдийн засгийн дүн шинжилгээ:

Тооцооны үр дүнг хөдөлгөөнгүй байрлуулсан нарны зайн системтэй харьцуулсан дүгнэлт гаргасан.

Хүснэгт 2.

Нэгж үзүүлэлт	Хөдөлгөөнгүй суурилуулсан	Нар дагах механизм суурилуулсан
Жилд үйлдвэрлэх эрчим хүч	10132,4 кВт.цаг.жил	12399,05 кВт.цаг.жил
Сүлжээний дундаж үнэ	286 төг	286 төг
Нэг жилд хэмнэх өртөг	2,897,866 төг	3,546,128 төг
Анхны хөрөнгө оруулалт	20,692,000 төг	21,692,000 төг
Хөрөнгө оруулалтаа нөхөх хугацаа, жил	7,14	6,1

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажлаар Монгол орны нөхцөлд хамгийн тохиромжтой хувилбар болох цагийн релетэй нэг тэнхлэгт нар дагах механизмыг сонгож авч

барилгын цахилгаан хэрэглээг хангах тооцоо судалгааг хийлээ.

Барилгын цахилгаан ачааллыг хамгийн оргил ачаалал буюу өвлийн ачааллыг дааж байхаар тооцоог хийхэд нийт ачаалал нь 32 кВт байна. Нарны дагах механизмыг ашигласнаар нарны зайн жилд үйдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээ хөдөлгөөнгүй суурьтай үеийнхээс 5-32% өсч болохыг тогтоосон. Уг барилгын дээвэр дээр Sankou Solar Mongolia компанийн үйлдвэрлэсэн 270Вт-ын 18 ширхэг нарны зайг суурилуулна. Нарны зайн хоногт үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээ нь 33.97 кВт байна. Анхны хөрөнгө оруулалт хэмжээ нь 21,692,000 төг, хөрөнгө оруулалтаа нөхөх хугацаа нь 6,1 жил бөгөөд нар дагах механизмын насжилтын хэмжээ 25 жил.

Ийм учраас энэхүү механизм нь хэрэглэхэд хялбар эдийн засгийн хувьд үр ашигтай өрхийн хэрэглээнд ашиглаж болохуйц технологи юм.

Ашигласан материал

1. Батмөнх С. “Монголын нөхцөлд нарны эрчим хүчийг дулаанд хувиргах технологийн онол практикийн үндэс”. Соёмбо принтинг. УБ. :2014. С11х, 86х.
2. Цэрэндорж З., Эрдэнэтуяа Ц. “Сэргээгдэх эрчим хүчний хэрэглээ ба энергийн хуримтлуур”. Color book. УБ.: 2016. с 110х.
3. <https://http://www.solar-tracking.com/>
4. Нүүдэл М, Шүрэнцэцэг Б нар “Нарны зайн үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээг нар дагах механизм ашиглан нэмэгдүүлэх судалгаа” ЭХС-ЭШХ- эмхэтгэл, 2016 он

НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧ АШИГЛАН ГҮНЭЭС УС ТАТАХ БҮРЭН АВТОМАТ СИСТЕМИЙН СУДАЛГАА

Б.Шүрэнцэцэг*, М.Саранзаяа*, О.Гэрэлтуяа*, М.Нүүдэл*

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

Хураангуй. Сэргээгдэх эрчим хүчийг дэлхийн бүх улс орнууд хөгжүүлэх талаар бодлого баримталж байна. Сэргээгдэх эрчим хүчийг хөгжүүлснээр бидний амьдарч байгаа хүрээлэн буй орчны экологийн тэнцвэрт байдал хадгалагдан үлдэх үндэс бий болно. Монгол улсын хувьд сэргээгдэх эрчим хүчийг хөгжүүлэх талаар төрийн болон хувийн хэвшлийн байгууллагууд олон тооны бодлого, төсөл хөтөлбөрийг хэрэгжүүлж байна. Монгол орон нь сэргээгдэх эрчим хүч тэр дундаа нарны эрчим хүчний арвин нөөцтэй болохыг судлаач, эрдэмтдийн судалгаагаар нотолсон байдаг. Нарны эрчим хүч нь хүмүүс ашиглахад хамгийн дөхөм сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрүүдийн нэг төрөл юм. Бид судалгааны ажилдаа хүний ажлыг хөнгөвчлөх болон зэрлэг ан амьтан, таван хошуу малын усалгааны ажиллагааг автоматжуулан, нарны эх үүсгүүрээр ус татах системийг өдөр шөнийн аль үед ч ажиллаж байхаар шийдэж өгсөн. Сонгосон газар нутагт зэрлэг ан

амьтан ихтэй ба усалгааны тал дээр асуудлууд гарч байсан. Үүнийг шийдэж өгснөөрөө давуу талтай юм.

Тулхуур үг: Сэргээгдэх эрчим хүч, Нарны энерги, Гүний худаг, PV төхөөрөмж, Хөдөлгөөнт мэдрэгч, Түвшин мэдрэгч.

I. ОРШИЛ

Дэлхийн эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн салшгүй нэг чухал хэсэг нь сэргээгдэх эрчим хүчний салбар юм. Эрчим хүчний сэргээгдэх эх үүсвэрүүдийг ашиглан цахилгаан, дулаан, механик энергийг гарган авдаг, тэдгээрийг хуримтлуулдаг, дамжуулдаг, хувиргадаг, хэрэглэдэг шинжлэх ухаан, техник технологийн бүхий л чиглэлүүдийг сэргээгдэх эрчим хүчний салбар гэж ойлгоно[1]. Монголчууд газрын гүний худгийг өргөнөөр ашиглан ирсэн. Гүнээс ус татахын тулд газрын гүний насосыг ашиглах ба дизель түлш, шатахуунаар насосыг ажиллуулдаг. Энэ нь хүний

оролцоо шаардсан ус татах хэлбэр юм. Иймээс газрын гүний худгийг автоматжуулах нь хамгийн оновчтой шийдэл юм. Нарны энерги нь шавхагдашгүй эх үүсвэрийн гол төрөл, нарны цацрагийн дундаж нягт 160 Вт/м² байх бөгөөд дэлхийн нийт гадаргууд 10¹⁴ кВт эрчим хүч бууна гэсэн үг. Нарны цацрагийн энерги нь газар нутгийн өргөрөг, үүлний байдал, чийглэг, далайн түвшинээс дээш өндөр, агаарын тоосжилт зэрэг байгаль цаг уурын олон хүчин зүйлээс хамаарч нэлээд өргөн хязгаарт хэлбэлзэнэ[2]. Нарны энергийг PV цахилгаан хувьсгуулын тусламжтай шууд цахилгаан болгон хувиргах фотоэлементүүдийн үйлдвэрлэл маш хурдтай хөгжиж байна.

Манай оронд ашиглагдаж байгаа нийт уст цэгийн 37.8%-ийг бензин шатахуун хэрэглэдэг механик ажиллагаатай цахилгаан станц бүхий гидравлик а.ү.к багатай (25-30%) насос бүхий худгууд эзэлж байна. Эдгээр худгууд нь бензин шатахууны үнийн өсөлтөөс болж ихээхэн алдагдалтай ажиллах болоод байна.

Бид судалгаандаа Говь-Алтай аймагт нарны эрчим хүчээр ус татах системийг суурилуулахаар төлөвлөж байна. Говь-Алтай аймаг нь 141.7 мянган хавтгай дөрвөлжин км нутгийг эзлэн далайн түвшнөөс дээш 721-4226 метр хүртэл өргөгдсөн газар нутагт оршдог. Аймгийн нутаг дэвсгэр нь газрын дүрс мужлалын хувьд Алтайн уулархаг их муж, Говийн их мужид багтах бөгөөд байгалийн бүс, бүслүүрийн хувьд гол төлөв, говь цөлийн бүсэнд оршино. Гэхдээ бага зэрэг хээр тал болон өндөр уулын босоо буюу тагийн бүслүүр тархсан байдаг[4].

Нарны эрчим хүчээр ажилладаг насос болон дизель, шатахуун ажилладаг насосийг харьцуулан үзье.

ХҮСНЭГТ I

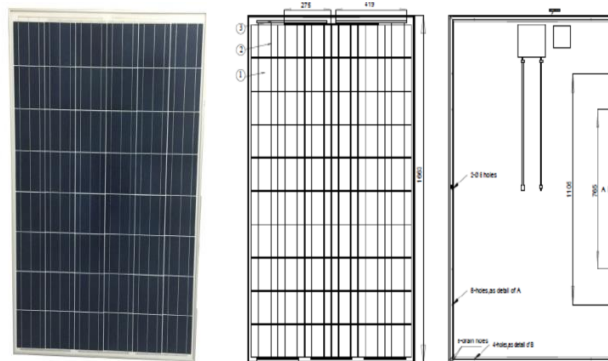
Төрөл	Давуу тал	Сул тал
Нарны зай	Хүний хөдөлмөрийг хөнгөвчилсөн	Анхны хөрөнгө оруулалт их
	Арчилгаа бага	Үүлэрхэг үед усны нөөцтэй байх шаардлагатай
	Суурьлуулахал хялбар	Ихэвчлэн мэргэжлийн хүн засвар хийнэ
	Хэрэглээны насжилт удаан	
Дизель болон шатахуун ашигладаг насос	Ажиллуулахад хурдан бас хялбар	Түлшний хангамж тогтворгүй бас үнэтэй
	Зардал бага	Засварын өртөг өндөр
	Өргөн хэрэглэгддэг	Хэрэглээны насжилт богино
	Зөөвөрлөхөд хялбар	Дуу чимээ болон утаатай

II. Системийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд

A. Нарны зай

Нарны эрчим хүч ашиглан гүний ус татах систем нь хоёр үндсэн хэсгээс бүрдэнэ. Эхний хэсэг нь нарны цахилгаан үүсгүүр буюу нарны зай юм. Нарны зай дээр гэрлийн цацраг нь цахилгаан соронзон энергиэр үйлчлэхэд материалын дотор талд эерэг ба сөрөг

тэмдэгтэй цэнэгүүдийн ялгарал бий болох үзэгдлийг ашиглан цахилгаан эрчим хүчийг гаргаж авах төхөөрөмжийг фотовольтийн (PV-Photovoltaic) төхөөрөмж гэнэ [2]. Нарны зайн үйлдвэрсэн эрчим хүчээр насосыг ажиллуулах бөгөөд баттерейг цэнэглэнэ.



Зураг №1. Сонгосон нарны зайн техникийн үзүүлэлт

ХҮСНЭГТ II

Цахилгаан өгөгдөл	SSM 270BP 60
Чадал (Вт)	270
Хамгийн их хүчдэл (В)	31.31
Хамгийн их гүйдэл (А)	8.74
Ашигт үйлийн коэффициент (%)	16.2
Механик өгөгдөл	SSM 270BP 60
Овор хэмжээ (мм)	1663*997*38
Талбай (м ²)	1.66
Жин (кг)	18.5±0.5

B. Тогтмол гүйдлийн ус татах насос

Энэхүү системийн гол бүрэлдэхүүн хэсэг бол гүний ус насос юм. Гүний ус насос нь ямар ч нөхцөлд үр ашигтай ажиллах боломжтой ба хэт халалтын үед болон багассан хүчдэлтэй үед ч ажиллах боломжтой. Хэдийгээр гүний ус насосыг маш өргөн цар хүрээнд ашиглах боломжтой боловч ихэвчлэн мал, ан амьтан усалгаанд түгээмэл ашигладаг.

Өдрийн цагаар нарнаас хуримтлуулсан эрчим хүчээр худагаа ажиллуулахаас гадна баттерейг цэнэглэн оройн цагаар ажиллах боломжыг гаргаж байгаа юм. Ихэнх гүний ус насос нь 12 болон 36 вольтийн тогтмол гүйдэлд үр ашигтайгаар ажилладаг. Газрын гүний насосны үйл ажиллагаа, хүчин чадал нь хийцээсээ хамаарч олон төрөл байдаг. Үүнд: Зөв эргэлддэг бүлүүрт насос, данхраат насос, өрөх насос буюу эргэх буцах үйлдэлтэй насос, сэнсэн болон эрэгт насос зэрэг орно[3].

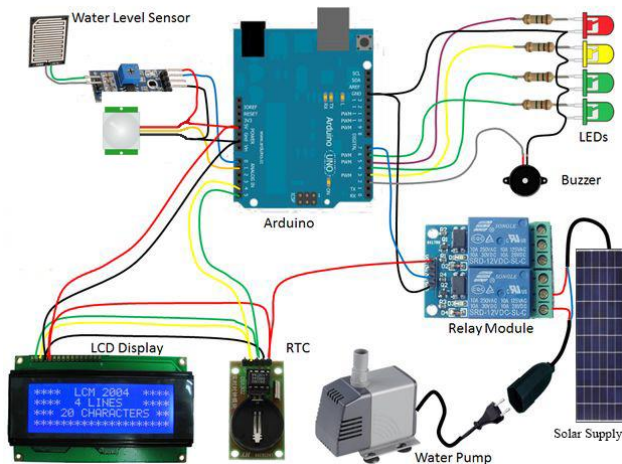
Насос тус бүр загвар болон шинж чанараараа харилцан адилгүй. Бид PLS-1012HE маркийн насосыг сонгон авсан ба мал усалгаанд болон усан хангамжинд өргөн ашигладаг. Энэхүү насос нь суулгалт хялбар, зэврэлт багатай, ус нэвтрүүлдэггүй цахилгаан бүрхүүлтэйгээс гадна моторын температурыг тогтвортой байлгахар суурилагдсан хөргөх сэнстэйгээрээ бусад насосоос онцлог давуу талтай юм.



Зураг 2. Нарны зайн системээр ажиллах гүний худгийн насос

С. Насосны удирдлага:

Энэхүү систем нь удирдлагын хувьд бүрэн автомат байх бөгөөд систем нь хүний оролцоогүйгээр ажиллах бүрэн боломжтой юм. Дизель болон цахилгаан тэжээлээр тэжээгддэг гүний худгийн систем нь газарзүйн байрлал болон системээсээ хамаарч сум суурин, хот айлын ойролцоо байх тул зэрлэг ан амьтан ундны усаа уух боломжгүй байдаг. Иймд нарны зайн системээр ажиллах гүний худгийг газарзүйн ямар ч байрлалд нарны шууд тусгал сайтай, сүүдэрлэлт багатай газар байрлуулах бүрэн боломжтой байдаг. Уг системийг хүний оролцоогүйгээр ажиллуулахын тулд бидний шийдэл нь гүний худгийн тэжээлийг нарны эрчим хүчээр шийдэж тодорхой хэмжээний батарейн нөөцтэй байрлуулж мөн хөдөлгөөн мэдрэгч системтэйгээр сууриллуулна. Ингэснээр мал, ан амьтан нь худгийн тосгуурын дэргэд ирэхэд хөдөлгөөн мэдрэгч мэдрүүр хөдөлгөөнийг мэдрч мэдээллийг насосд өгснөөр насос ажиллаж тосгуурын дээд түвшин мэдрэгч хүртэл дүүргэнэ. Мал, амьтан тосгуур дахь усыг уух дуусгаад, ус хүрэлцээгүй тохиолдолд тосгуурын доод түвшинд усны мэдээллийг насосд дахин өгснөөр усыг насос дахин шахах гэх мэт системээр ажиллана.



Зураг 3. Гүний худгийн удирдлагын блок схем

Нарны эрчим хүчээр ажиллах ус татах системийн бүтэц
Нарны эрчим хүчээр ус шахах систем нь 2 төрөл байдаг.

- Баттерей байгууламжтай
- Нараар шууд ажиллах систем

D. Баттерей байгууламжтай ус татах систем

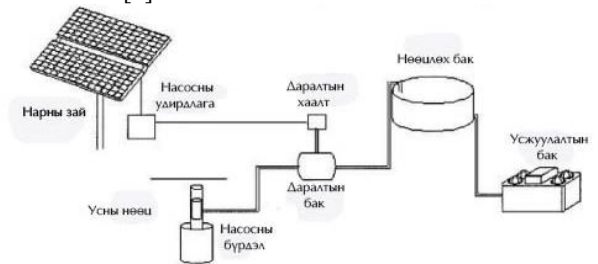
Баттерей байгууламжтай ус татах систем нь нарны зай, цэнэг тохируулагч, баттерей, насосны удирдлага, даралтын хаалт, даралтын бак, тогтмол гүйдлийн усны насосоос бүрдэнэ. Цахилгаан гүйдэл нь өдрийн турш баттерейг цэнэглэх ба хуримтлагдсан эрчим хүчээр насосыг ажиллуулна. Баттерейг ашигласанаар насосны урт хугацаанд тогтвортой ажиллагааг хангаж өгнө. Энэ систем нь өдөр, шөнө болон бүрхэг өдөр ч ус татах ажиллагааг тогтмол явуулна.



Зураг 4. Баттерей байгууламжтай ус шахах системийн схем

Нараар шууд ажиллах систем

Энэхүү систем нь нарны зайн үйлдвэрлэсэн эрчим хүчээр насос шууд ажиллана. Энэ систем нь зөвхөн өдрийн турш ажиллана. Шахах усны хэмжээ нь насосны төрөл болон нарны зайн үйлдвэрлэсэн эрчим хүчээс хамаарна. Учир нь нарны өнцөг өөрчлөгдснөөс хамаарч насосны шахах усны хэмжээ өөрчлөгдөнө. Нар хамгийн өндөрт байх үед системийн ашигт үйлийн коэффициент (АҮК) нь бараг 100% байдаг. Нарны өндөр буурах үед АҮК нь 25% болон түүнээс ч бага болдог. Үүлтэй болон бүрхэг өдөр насосны бүтээмж нь багасдаг. Тиймээс үүлтэй болон шөнө ажиллахад зориулагдсан усны бактай байна. Ус нөөцлөх бак нь усны хэрэглээнээс хамаарч 2-3 өдрийн усны багтаамжтай [3].

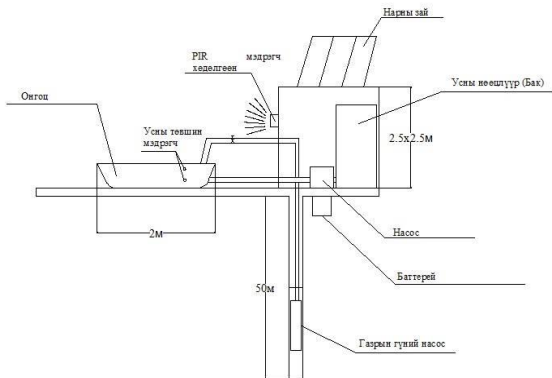


Зураг 5. Нараар шууд ажиллах системийн схем

III. Бидний шийдэл

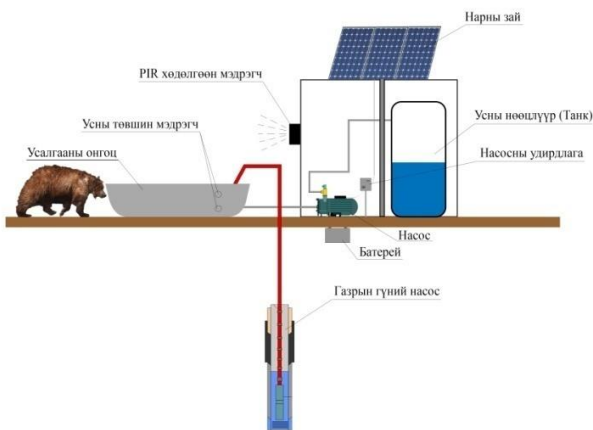
Говь-Алтай аймагт баригдах нарны эрчим хүчээр ус татах системийг бид дээрх харьцуулалтаас дүгнэн үзэж Баттерей байгууламжтай системийг сонгох авхаар боллоо. Ажиллагааны зарчмын хувьд баттерей байгууламжтай ус шахах системтэй адилхан хэдий ч нэмэлт хөдөлгөөн, түвшин мэдрүүртэй болгож өгсөн. Мал амьтны хөдөлгөөнийг мэдрч усны онгоцонд усыг шахах ба онгоцны хамгийн их түвшин хүртэл усыг шахаад, хамгийн бага түвшинд хүрвэл дахин усыг шахаж өгнө. Хөдөлгөөн хэсэг хугацаанд мэдрэгдэхгүй

байх үед бак руу онгоцонд үлдсэн усыг шахаж оруулна. Нэмэлт мэдүүрүүд тавьж өгснөөр хэрэглэхгүй үлдсэн ус бохирдох мөн өвлийн нөхцөлд хөлдөхөөс сэргийлсэн.



Зураг 6. Гүний худгийн зарчимын схем

Бидний сонгосон газар нутаг нь Монгол улсын хэмжээнд маш цөөхөн тоогоор үлдсэн мазаалай баавгай нь усгүйдэж байгаа мөн бөхөн, цоохор ирээ зэрэг зэрлэг ан амьтны усжуулалтыг шийдэж өгснөөрөө давуу талтай.



Зураг 7. Гүний худгийн ажиллагааны бүтэц, төлөвлөлт

IV. Тоног төхөөрөмжийн сонголт

Сонгосон обьектод тооцоог хийхэд төхөөрөмжинд тусах жилийн нийт цацрагийн хэмжээ 72266.1 Вт/м² байна. Тоног төхөөрөмжийг дараах томъёогоор тооцож сонгоно.

1. Сар бүрийн өдрийн дундаж нийлбэр цацраг Q_T -ийн хэмжээнээс тухайн сарын нэг өдөрт харгалзах бүтэн нарны цагийн тоог дараах илэрхийллээр тодорхойлно.

$$t_{BT} = \frac{Q_T}{1000} \quad (1)$$

2. Дэлгэцийн жилийн сар бүрийн төлөөлөх өдөрт үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээг олно.

$$\mathcal{E}_{к.др} = P_0 \cdot t_{BT} \cdot \eta_{бох} \cdot \eta_{инв} \cdot \eta_{темп} \cdot \eta_{каб} \quad (2)$$

Үүнд:

- Бохирдлын коэффициент $\eta_{бох} = 0.9 \div 0.95$
- Инвертерийн алдагдал коэффициент $\eta_{инв} = 0.9$
- Температурын алдагдалын коэффициент $\eta_{темп} = 0.97$

- Кабель утасны алдагдал коэффициент $\eta_{каб} = 0.95 \div 0.98$

3. Дэлгэцийн сард үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээ олно.

$$\mathcal{E}_{к.сар} = \sum_1^{n_{к.др}} \mathcal{E}_{к.и.өдөр} = n_{к.и.өдөр} \cdot \mathcal{E}_{к.өдөр} \quad (3)$$

4. Дэлгэцийн жилд үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээ олно.

$$\mathcal{E}_{жил} = \sum_{к=1}^{n=12} \mathcal{E}_{к.и.өдөр} = n_{к.и.өдөр} \cdot \mathcal{E}_{к.өдөр} \quad (4)$$

5. Инвертерийн тооцоо сонголт. Тухайн системийн хувьд инвертер сонгохдоо бүх цахилгаан хэрэглэлийг зэрэг асаахад шаардагдах чадал болон уг чадлаас 25-30%-иар инвертерээ сонгож авна.

$$P_{ин} = P_{тоног-цах} \cdot 1.3$$

6. Цэнэг хураах батареины системийн хуримтлуулбал зохих нийт энергийг урьдчилсан хэмжээг олно.

$$\mathcal{E}'_{хур} = \frac{(\mathcal{E}_{хур}^{day} + \mathcal{E}_{хур}^{night}) \cdot n_{хур}}{DOD \cdot 10^{-2} \cdot \eta_{инв}} \quad (6)$$

Үүнд:

- $\eta_{инв}$ -инверторын АҮК
- $n_{хур} = 1-3$

7. Цэнэг хураах системийн байвал зохих багтаамжийг Ампер цагаар илэрхийлнэ.

$$C_{хур} = \frac{\mathcal{E}'_{хур} \cdot 10^3}{U_{сис}} \quad (7)$$

- $U_{сис}$ -Нарны зайн системийн хүчдэл, Инвертортой үед $U_{сис} = U_{инв}$ байна.

8. Цэнэг хураах системд орох аккумуляторын элементийн тоо ширхэг тооцоолно.

$$N_{акк.эл} = n_{акк.цув} \cdot n_{акк.зэр} \quad (8)$$

9. Нарны зайн ситемд орох нийт дэлгэцийн тоог олно.

$$N_{дэл} = n_{дэл.цув} \cdot n_{дэл.зэр} \quad (9)$$

V. Эдийн засаг, хөрөнгө оруулалтын тооцоо

Сонгосон тоног төхөөрөмжийн тооцооноос бид тухайн тоног төхөөрөмжийнхөө марк типийг сонгож анхны хөрөнгө оруулалтын тооцоог хийж өгсөн. Эдийн засаг хөрөнгө оруулалтын тооцоог хийснээр бид тухайн суурилуулсан систем маань ямар хэмжээний хөрөнгө мөнгөөр босгож, түүний хэрвээ дизель шатахуунаар ажилладаг байсан насосыг бодвол хямд, хэрэглэх насжилт нь удаан юм. Ийм болохоор энэ систем нь ашигтай болон хүний ажлыг хөнгөвчлөж байгаа хэрэг юм.

ХҮСНЭГТ III

№	Нэр төрөл	Марк	Тоо /ш/	Нэгж үнэ
1	Нарны зай 270Вт	SSM 270BP 60	3	540'000
2	Газрын гүний насос	PLS-1012HE	1	420'000
3	Инвертор	ЕСРС-180W-24V-40A	1	270'000
4	Батерей	ATLAS BX 200L	3	80'000
5	Насосны удирдлага	SUN-SB40C1224	1	180'000
7	Холболтын кабелийн иж бүрдэл	KSCIEC 60502-1 VCT2cx10SQMM VCT16SMM	1	350'000
8	Хөдөлгөөн мэдрэгч	PIR	6	30'000
9	Гөвшин мэдрэгч	Ultra sonic sensor HC-SR01	2	10'000
10	Эргэлтийн насос	PHJ-250A	1	150'000
11	Нийт дүн			3'430'000

ДҮГНЭЛТ

Дэлхий нийтээрээ байгаль экологийн тэнцвэрт байдлыг баримтлахыг зорьж байна. Манай орон ч гэсэн байгаль дэлхийн онгон зэрлэг байдлыг үр хойч үедээ өв болгон үлдээх зорьж байна. Зэрлэг ан амьтан болон бэлчээрийн малын ундны усны хангамж сүүлийн жилүүдэд маш хурцаар хөндөгдөж байна. Зам, харилцаа, дэд бүтэц хөгжих нт нэг талаарай таатай ч нөгөө талаараа мал амьтаны ундны ус болон бэлчээрийн замыг хааж байдаг.

Иймд эдгээр мал, амьтдыг найдвартай, аюулгүй ундны усны эх үүсвэрээр хангах нь чухал юм. Бидний судалгааны ажил нь эдгээр хүндрэл бэрхшээлүүдийг шийдвэрлэх мөн сэргээгдэх эрчим хүч тэр дундаа нарны эрчим хүчний хэрэглээг нэмэгдүүлэх зорилгын хүрээнд нарны эрчим хүчээр ажиллах бүрэн автомат систем бүхий гүний худгийн тооцоог гаргасан.

Тооцооны хүрээнд гүний насосны тэжээлийг хангах 270Вт-ын чадал бүхий 3ширхэг нийтдээ 0.8 кВт-ын нарны зай, 3 хоног нөөц багтаамж бүхий батарей, 0.75 кВт-ын чадал бүхий гүний худгийн насос болон бусад хяналт, автоматжуулалтын сонголт, тооцоог хийсэн.

Энэхүү худгийг эхний ээлжинд зэрлэг ан, амьтадын ундны усыг хангах байдлаар төлөвлөсөн. Иймд Говь-Алтай аймаг шинээр суурилуул барихаар төлөвлөсөн. Төслийн хүрээнд усны хайгуул болон өрөмдлөгийн зардлын оролцуулахгүйгээр эдийн засгийн тооцоог хийсэн. Тооцоогоор анхны хөрөнгө оруулалт нь 3,430,000.00 төгрөг болсон бөгөөд эргэн төлөгдөх хугацаан 3.4 жил болж байна.

Судалгааг эцэслэн дүгнэхэд энэхүү системийг суурилуулах нь өнөөгийн нөхцөл байдалд хамгийн чухал шаардлага болоод байна. Эхний ээлжинд зэрлэг ан амьтадын ундны гүний худагт суурилагаар төлөвлөж байна. Цаашид бэлчээрийн мал аж ахуйн усалгаан ашиглалал. нэн тохиромжтой болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Батмөнх С. Монголын нөхцөлд нарны энергийг дулаанд хувиргах технологийн онол, практикийн үндэс. “Соёмбо” Принтинг ХХК, УБ.: 2014. с 40х.
2. Цэрэндорж З., Эрдэнэтуяа Ц., Сэргээгдэх эрчим хүчний хэрэглээ ба нергийн хуримтлуур.“Color book” ХХК, УБ.: 2016. с 4х, 11х, 86х.
3. Jeff Kenna and Bill Gillett. Solar Water Pumping, IT Pubications, 1985.
4. U.R.S. Rentch. Solar Photovoltaic for Irrigation Water Pumping, SKAT, St. Gallen, 1982.
5. <http://govi-altai.gov.mn/295/single>

2-р хэсэг.
МАГИСТР ОЮУТНУУДЫН
ИЛТГЭЛҮҮД

STM32F4DISCOVERY BOARD АШИГЛАСАН ТООН ШҮҮЛТҮҮРИЙН ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТ

Б.Болдмаа*, Б.Бат-Эрдэнэ*

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

Хураангуй. Техник технологи хурдтай хөгжиж буй өнөө үед тоон сигналын боловсруулалт нь маш чухал салбаруудын нэг болж байгаа бөгөөд түүний хамгийн чухал нэг том бүлэг бол тоон шүүлтүүр юм. Тоон шүүлтүүр нь аналог шүүлтүүрийг бодоход хямд төсөр үнэтэй, овор хэмжээ бага, найдваржилт өндөр, ажиллагааны хурд илүү зэрэг олон давуу талтай. Микропроцессорын реле хамгаалалтанд тоон шүүлтүүрийг маш өргөн хэрэглэдэг. Тоон шүүлтүүр нь релений найдвартай ажиллагаа, сонгох чадвар, хурдан ажиллагаа зэрэгт аналог болон тоон сигналын боловсруулалтыг хурдан шуурхай найдвартай гүйцэтгэхэд чухал үүрэгтэй байдаг. Иймд тоон шүүлтүүрийн хэрэгжүүлэлтийг хийх нь чухал юм.

Тоон шүүлтүүрийн олон төрлийн алгоритм байдаг. Жишээ нь: генетик алгоритм, tabu search, рекурсив шүүлтүүр, Калман шүүлтүүр гэх мэт. Эдгээр алгоритмуудыг судалж үзээд микроконтроллер дээр тоон шүүлтүүрийн хэрэгжүүлэлтийг хийсэн судалгаа хомс байгаа учраас микроконтроллер дээр тоон шүүлтүүрийн хэрэгжүүлэлтийг хийхийг зорьсон. Ингэхдээ эхлээд тоон шүүлтүүрийн симуляцийг MATLAB програм дээр хийж, харин шүүлтүүрийн хэрэгжүүлэлтийг STM32F407 микроконтроллер дээр хийж үр дүнгүүдийг харьцуулан харуулсан.

Түлхүүр үг: микроконтроллер, тоон шүүлтүүрийн хэрэгжүүлэлт, тоон шүүлтүүр, тоон сигналын боловсруулалт, ARM процессор.

I. ОРШИЛ

Сүүлийн хэдэн арван жилд тоон сигналын боловсруулалтын салбар нь онолын болон технологийн хувьд хурдацтай хөгжиж байгаа салбар юм. Тоон сигналын боловсруулалтанд системийн хоёр төрөл байдаг. Эхний төрлийн систем нь сигналыг хугацааны домэйнд шүүх ажиллагааг гүйцэтгэх ба үүнийг тоон шүүлтүүрүүд гэнэ. Системийн хоёр дахь төрөл бол давтамжийн домэйнд сигналыг илэрхийлэх ба түүнийг спектрийн анализ хийгч гэж нэрлэнэ [1].

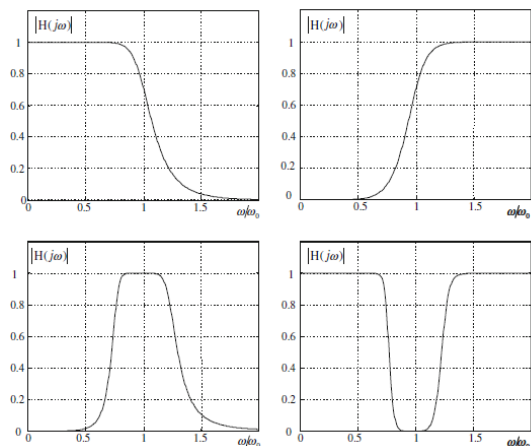
Тоон шүүлтүүрийг хэрэглэдэг маш олон салбарууд байдаг бөгөөд үүнээс дурьдвал сигналын боловсруулалт, сансрын хөлгийн үйлдвэрлэл, удирдлагын системүүд, хамгаалалтын төхөөрөмжүүд, теле мэдээлэл дамжуулалт, анагаахын аудио болон видео боловсруулалтын систем гэх мэт [2]. Тоон шүүлтүүрүүд нь тоон сигналын боловсруулалтын хамгийн хүчирхэг хэрэгслүүдийн нэг бөгөөд түүний тодорхойломжийг програмын аргаар хялбар өөрчлөх боломжтой. Тоон шүүлтүүрүүдийг системийн импульсын хариу үйлдэл үзүүлэх хэлбэрээр нь FIR (finite impulse response) тоон шүүлтүүр болон IIR

(infinite impulse response) тоон шүүлтүүр гэж ангилдаг. Аналог сигналтай адил төгсгөлгүй импульсын дамжууламжтай шүүлтүүрийг IIR шүүлтүүр, аналог бус тасалдалтай сигналын импульсын дамжууламжтай шүүлтүүрийг FIR шүүлтүүр гэж нэрлэдэг. IIR шүүлтүүрийг өөрөөр рекурсив шүүлтүүр ч гэж нэрлэх нь бий. Тоон шүүлтүүрийн аналог шүүлтүүрээс ялгагдах давуу тал бол овор хэмжээ багатай, нарийвчлал болон найдваржилт өндөр байдаг [1].

Шүүлтүүрийн оновчлол нь шинэ зүйл биш бөгөөд шүүлтүүрийн оновчлолыг хийсэн хэд хэдэн алгоритмууд байдаг. Генетик алгоритм (Genetic algorithm) [1], Tabu search [3], хиймэл зөгийн колони оновчлол (Artificial Bee Colony optimization) [4], дифференциал эволюци (Differential evolution) [5] жижиг бүлгүүдийн оновчлол (Particle Swarm Optimization) [2] гэсэн аргууд нь тоон шүүлтүүрийн оновчлолын загварыг хэрэгжүүлдэг. Эдгээрээс харахад STM32F4 микроконтроллер дээр тоон шүүлтүүрийн хэрэгжүүлэлтийг хийж байгаагүй учир энэ микроконтроллер дээр шүүлтүүрийн хэрэгжүүлэлтийг хийж гүйцэтгэхээр сонгосон. Бид энд тоон шүүлтүүрийг хийхдээ FIR нам давтамжийн шүүлтүүрийн (Low pass filter) симуляци болон хэрэгжүүлэлтийг хийхээр сонгосон. Өөрөөр хэлбэл өөрийн тулгуур давтамжаас бага давтамжийг нэвтрүүлдэг шүүлтүүрийг нам давтамжийн шүүлтүүр гэдэг. Симуляцийг MATLAB, хэрэгжүүлэлтийг KEIL програм хангамжийг ашиглан хийж үр дүнг харуулах болно.

II. Тоон шүүлтүүр

Тоон шүүлтүүр гэдэг нь шуугиан гэгддэг сигналын бүрэлдэхүүнийг нэвтрүүлэхээс урьдчилан сэргийлдэг функц юм.



Зураг 1. Тоон шүүлтүүрийн хэлбэрүүд (Low pass, High pass, Band pass, Band rejection)

Аналог сигналыг шүүж байгаа байдлаар нь тоон шүүлтүүрийг нам давтамжийн (low pass), өндөр давтамжийн (high pass), зурвасыг нэвтрүүлэх (band pass), зурвасыг хаах (band rejection) гэж ангилж болно [7-12]. Шүүлтүүрийн эдгээр дамжууламжуудын хэлбэрүүдийг зураг 1-д үзүүлэв.

Нам давтамжийн шүүлтүүр (low pass) гэдэг нь нам давтамжийн сигналыг, өндөр давтамжийн шүүлтүүр (high pass) нь өндөр давтамжийн сигналыг нэвтрүүлнэ. Харин зурвасыг нэвтрүүлэх шүүлтүүр (band pass) нь тодорхой давтамжаас эхлээд тодорхой давтамжийн хүрээ хүртэлх (давтамжийн өгөгдсөн хүрээнд) давтамжтай сигналыг нэвтрүүлнэ. Зурвасыг хаах шүүлтүүр (band rejection) нь зурвасыг нэвтрүүлэх шүүлтүүрийн эсрэг үйлдлийг үзүүлэх буюу тодорхой давтамжийн хүрээнд хаалт хийж, түүнээс бусад давтамжтай сигналыг нэвтрүүлнэ. Бүх аналог шүүлтүүр нь онолын дагуу IIR (infinite impulse response)-тай юм. Тоон шүүлтүүрийг дараах байдлаар мөн ангилж болно [6]:

- Аналог сигналтай адил төгсгөлгүй импульсын дамжууламжтай шүүлтүүрийг товчоор IIR (infinite impulse response) шүүлтүүр гэж нэрлэнэ. (рекурсив шүүлтүүр гэдэг оролтын сигналыг дахин ашиглаж нэг болон түүнээс дээш тооны гаралт болгон гаргадаг шүүлтүүрийг хэлнэ. Түүний гол жишээ бол Калман шүүлтүүр юм.)

- Аналог сигналын техникт байдаггүй төгсгөлөг импульсийн дамжууламжтай шүүлтүүрийг товчоор FIR (finite impulse response) шүүлтүүр гэж нэрлэнэ.

III. Тоон шүүлтүүрийн алгоритм

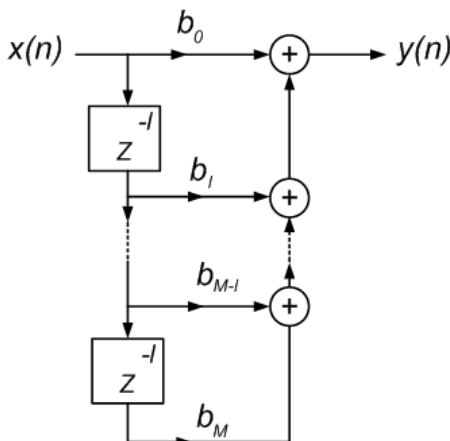
A. FIR шүүлтүүрийн бүтэц

FIR шүүлтүүрийн дифференциал тэгшитгэл болон дамжуулалтын функцийг M^{th} FIR шүүлтүүр эсвэл $M+1$ Tap FIR шүүлтүүр гэж нэрлэдэг.

$$y(n) = \sum_{l=0}^M b_l x(n-l) = b_0 x(n) + b_1 x(n-1) + \dots + b_M x(n-M) \quad (1)$$

$$H(z) = b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots + b_M z^{-M} \quad (2)$$

FIR шүүлтүүрийн шууд хэлбэрийг дифференциал тэгшитгэлээс гаргаж авдаг. Шууд хэлбэрийн блок диаграммыг доор үзүүлэв.



Зураг 2. FIR шүүлтүүрийн шууд хэлбэрийн бүтэц

B. IIR шүүлтүүрийн бүтэц

IIR шүүлтүүрийн дифференциал тэгшитгэл болон дамжуулалтын функц нь олон гишүүнтээр илэрхийлэгддэг бөгөөд хүртвэр, хуваарийг доор үзүүлэв.

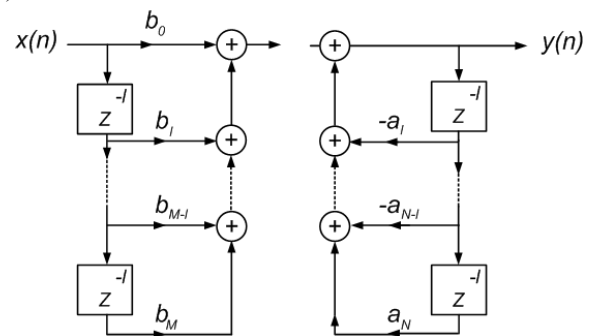
$$\sum_{k=0}^N a_k y(n-k) = \sum_{l=0}^M b_l x(n-l) \quad (3)$$

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots + b_M z^{-M}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \dots + a_N z^{-N}} \quad (4)$$

Дээрх IIR шүүлтүүрийн тэгшитгэлийг харвал M^{th} болон N^{th} олон гишүүнт хуваарь болон хүртвэрийг агуулсан байна. Шууд хэлбэрийг дифференциал тэгшитгэлээс шууд гаргаж авна. Хэрвээ дифференциал тэгшитгэлийг $g(n)$ тэгшитгэл рүү хөрвүүлбэл дараах тэгшитгэл үүснэ.

$$y(n) = b_0 x(n) + b_1 x(n-1) + b_2 x(n-2) + \dots + b_M x(n-M) - a_1 y(n-1) - a_2 y(n-2) - \dots - a_N y(n-N) \quad (5)$$

Хэрвээ энэ тэгшитгэлийг үндсэн элементүүдийг ашиглан тохируулбал дараах бүтцийг харж болно ($n=m$ үед).



Зураг 3. IIR шүүлтүүрийн каскад бүтэц

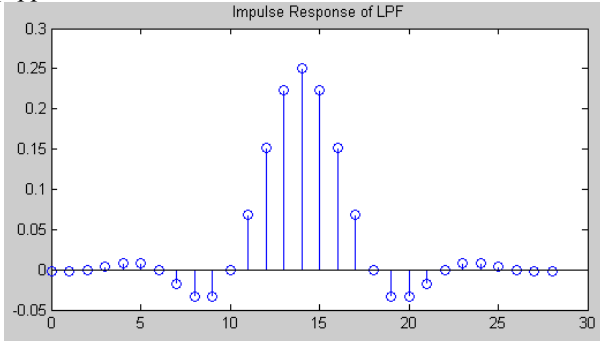
IV. Симуляцийн үр дүнгүүд

Шүүлтүүрийн алгоритмын дагуу оролтын $x(n)$ сигналыг FIR нам давтамжийн шүүлтүүрээр оруулсаны дараа гаралтын $y(n)$ сигналыг гаргаж авна. Энэ сигнал нь оролтын сигналд байсан өндөр гармоникүүдийн нэгдлийг сигналаас хасч гаралтанд цэвэр сигнал гаргах юм.

Симуляци хийхдээ энд жишээ болгон хоёр төрлийн сигналыг ашигласан. Оролтын сигнал нь 1 кГц болон 5 кГц-н давтамжийн хоёр синусоид долгионы нийлбэр болно. FIR нам давтамжийн шүүлтүүрийн нэвтрүүлэх давтамжийн (cutoff frequency) хэмжээ 6 кГц байна. Тэгвэл нам давтамжийн шүүлтүүр нь 15 кГц-г устгаж, 1 кГц-н сигналыг гаралтанд гаргана. Учир нь 15 кГц нэвтрүүлэх давтамжаас их, 1 кГц нь нэвтрүүлэх давтамжаас бага байгаа нь харагдаж байна. Өөрөөр хэлбэл нам давтамжийн шүүлтүүр нь өөрийн нэвтрүүлэх давтамжаас бага утгатай бүх сигналыг нэвтрүүлж, их утгатай сигналыг хааж ажилладаг шүүлтүүр юм.

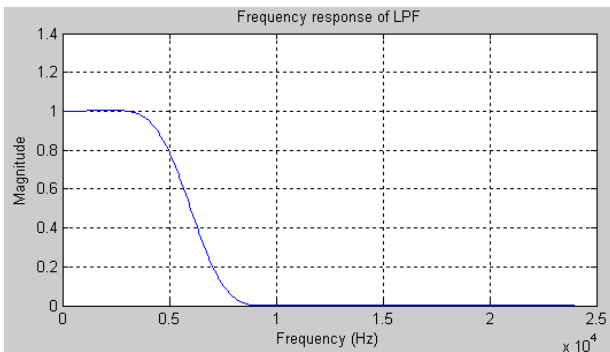
MATLAB програм хангамж дээр хийж гүйцэтгэсэн симуляцийн үр дүнгүүдийг доор харуулав. Ингэхдээ

оролтын сигнал 1 кГц болон 15 кГц-н синусоид сигналуудын нийлбэр байна. Нэвтрүүлэх давтамжийн тулгуур сигнал 6 кГц байна. Иймээс зөвхөн 1 кГц-н сигналыг нэвтрүүлж, 15 кГц-н давтамжтай сигналыг шүүж цааш нь нэвтрүүлэхгүй. Зураг 4-д FIR нам давтамжийн шүүлтүүрийн импульсийн дамжууламжийг үзүүлэв.



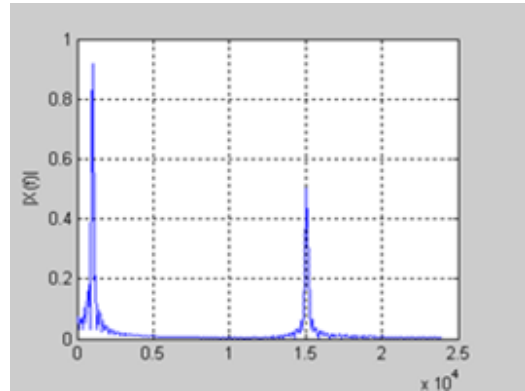
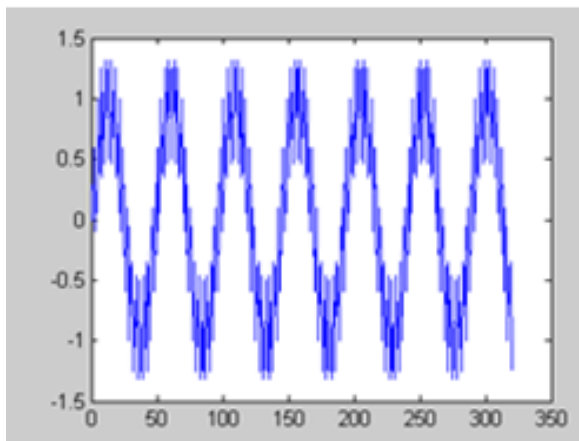
Зураг 4. FIR нам давтамжийн шүүлтүүрийн импульсын дамжууламж

Шүүлтүүрийн давтамжийн дамжууламжийг зураг 5-д үзүүлэв. Шүүлтүүрийн нэвтрүүлэх зурвасын өргөн 1.0 бөгөөд 0.5 үед ойролцоогоор 6 кГц-н нэвтрүүлэх давтамж харгалзаж байгаа нь зураг 5-с харагдаж байна.



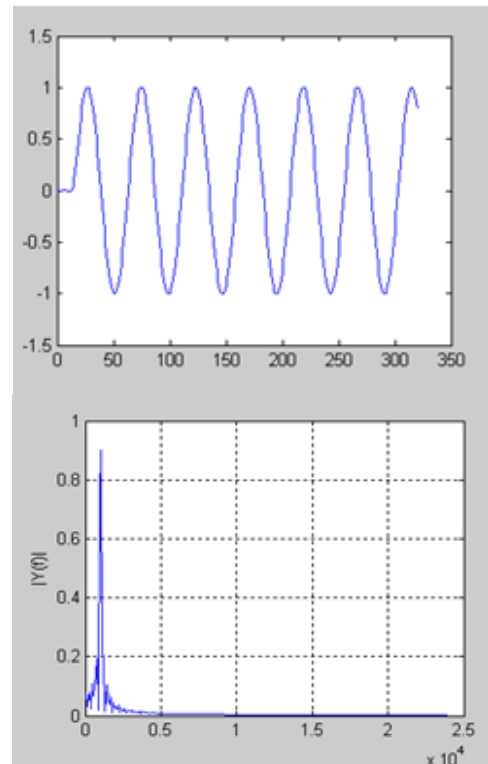
Зураг 5. FIR нам давтамжийн шүүлтүүрийн давтамжийн дамжууламж

Оролтын сигналыг зураг 6-д үзүүлэв. Дээд талд байрлах сигнал бол хугацааны домейнд, доод талд байрлаж буй сигнал бол давтамжийн домейнд байгаа сигналыг харуулсан болно. Хоёр синусоид долгионы бүрэлдэхүүнүүдийг харахад хялбар байна.



Зураг 6. Оролтын сигналыг хугацааны болон давтамжийн домейнд харуулсан байдал

Шүүлтүүрийн гаралтын сигналыг зураг 7-д үзүүлэв. Өөрөөр хэлбэл 15 кГц-н сигналыг шүүлтүүрээр хассан байгаа байдлаар харуулсан болно. Шүүлтүүрийн гаралтанд дан 1 кГц-н сигнал гарсан нь харагдаж байна.



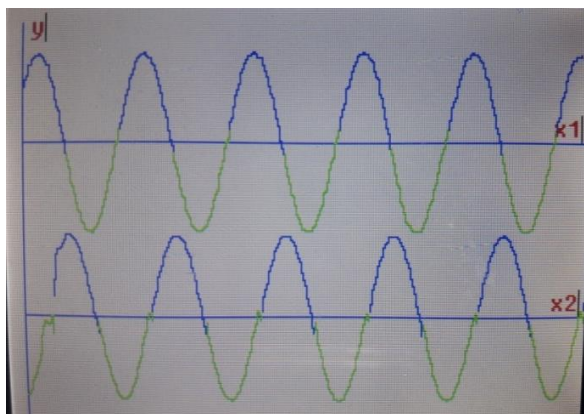
Зураг 7. Шүүлтүүрийн гаралтын сигнал

V. Тоон шүүлтүүрийг STM32F407 микроконтроллёр дээр хэрэгжүүлэх

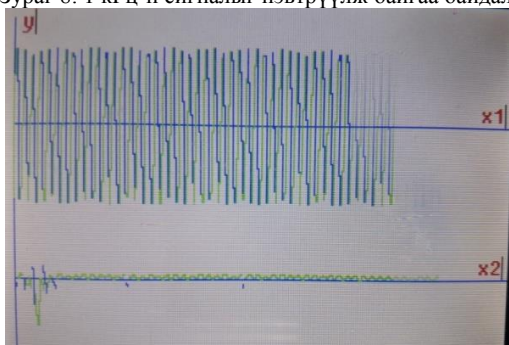
Энэ хэрэгжүүлэлтийг гүйцэтгэхийн тулд микроконтроллёрын хэд хэдэн функцүүдийг ашигласан. Үүнд: Аналог тоон хувиргуур, тоон аналог хувиргуур, шууд санах ой, LCD дэлгэцтэй ажилладаг функцүүд гэх мэт. Хэрэгжүүлэлтийг хийхдээ хоёр ширхэг микроконтроллёр ашигласан ба нэг микроконтроллёрыг синусоид сигнал үүсгэгчээр, нөгөө сигналыг шүүлтүүрийн алгоритмыг бичихэд ашигласан. Уг микроконтроллёрыг програмчлахдаа програмчлалын C хэлийг ашигласан болно.

Уг FIR нам давтамжийн шүүлтүүрийг хэрэгжүүлэхдээ 1-1,5 кГц-н сигналыг нэвтрүүлж, бусад сигналыг хааж байхаар шүүлтүүрийн коэффициентийг MATLAB програм ашиглан боловсруулж гаргасан. Энэ хэрэгжүүлэлтэнд оролтын сигнал болон гаралтын сигналуудыг бодит хугацааны эгшинд шууд харуулж байгаагаараа онцлог юм.

Үр дүнг 3,2 инчийн хэмжээтэй LCD дэлгэцэн дээр харуулсан. Ингэж харуулахдаа x1 тэнхлэгт оролтын синусоид сигналын утгыг, x2 тэнхлэгт шүүлтүүрийн гаралтын сигналын утгыг харуулж байхаар програмчилсан болно. Ингээд хэрэгжүүлэлтийн үр дүнгүүдийг зураг 8 болон 9-д үзүүлэв.



Зураг 8. 1 кГц-н сигналыг нэвтрүүлж байгаа байдал



Зураг 9. 15 кГц давтамжтай оролтын сигналтай үеийн шүүлтүүрийн ажиллагаа

ДҮГНЭЛТ

Микропроцессорын реле хамгаалалтын төхөөрөмжийн хэрэглээ өсөн нэмэгдэж байгаа өнөө үед тоон сигналыг боловсруулах хэрэглээ ч түүнийг дагаад өсөж байна. Реле хамгаалалтын төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагаа, сонгох чадвар, хурдан ажиллагаа зэрэгт тоон сигналыг боловсруулахад ашиглаж буй тоон шүүлтүүрийн хурд, зарчим зэрэг нь чухал байсаар байна. Микроконтроллер дээр тоон шүүлтүүрийг хэрэгжүүлснээр түүнийг практикт ялангуяа реле хамгаалалтын төхөөрөмжинд хэрэглэх боломжтой болох юм.

Энэхүү судалгааны ажилд FIR нам давтамжийн шүүлтүүрийг эхлээд MATLAB програм дээр загварчилж, дараа нь STM32F407 микроконтроллер дээр хэрэгжүүлж эдгээрийн үр дүнг харуулсан. Уг үр дүнгээс харахад FIR нам давтамжийн шүүлтүүрийн алгоритм амжилттай хэрэгжсэн ба түүнийг уг микроконтроллер дээр хэрэгжүүлэх боломжтой нь

харагдаж байна. Цаашлаад бусад төрлийн тоон шүүлтүүрүүдийг ч уг микроконтроллер дээр боловсруулах боломжтой юм.

Ашигласан ном, хэвлэл

1. Ranjit Singh and Sandeep K. Arya. Genetic Algorithm for the Design of Optimal IIR Digital Filters. *Journal of Signal and Information Processing*, 2012. 3, 286-292.
2. Neha and Ajay Pal Singh. Design of Linear Phase Low Pass FIR Filter using Particle Swarm Optimization Algorithm. *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 98– No.3, July 2014*.
3. D. Karaboga, D.H. Horrocks, N. Karaboga and A. Kalinli. *Designing digital FIR filters using Tabu search algorithm*. IEEE International Symposium on Circuits and Systems, vol.4, pp.2236-2239, 1997.
4. N. Karaboga. *A new design method based on artificial bee colony algorithm for digital IIR filters*. Journal of the Franklin Institute, vol. 4, pp.328–348, 2009.
5. N. Karaboga and B. Cetinkaya, *Design of Digital FIR Filters Using Differential Evolution Algorithm*. Circuits System Signal Processing, vol. 25, pp. 649-660D, 2006.
6. Waldemar Rebizant, Janusz Szafran, Andrzej Wiszniewski. *Digital signal processing in power system protection and control*. pp. 53-95. 2011.
7. Jackson LB. *Digital filters and signal processing*. Kluwer Academic Publishers, Boston. 1996.
8. Lam HY-F. *Analog and digital filters, design and realization*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. 1979.
9. Oppenheim AV, Schafer RW. *Digital signal processing*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. 1975.
10. Rabiner LR, Gold B. *Theory and application of digital signal processing*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. 1975.
11. Szafran J, Wiszniewski A. *Measurement and decision algorithms of digital protection and control*. WNT, Warszawa. 2001.
12. Vegte de JV. *Fundamentals of digital signal processing*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. 2002.

АМИНЫ ОРОН СУУЦНЫ ДУЛААЦУУЛГЫГ НАРНЫ ХАЛААЛТЫН СИСТЕМЭЭР ХАНГАХ ТУРШИЛТ

А.Даваадулам*, Х.Энхжаргал*

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

Хураангуй. Монгол орны байгаль, цаг уурын нөхцөлтэй уялдан орон сууцанд жилийн ихэнх хугацаанд халаалт шаардлагатай байдгаас төвлөрсөн дулаан хангамжид холбогдоогүй айл өрхийн хувьд дулаан орон сууц нэн тэргүүний хэрэгцээ болдог.

Хүн ам орон сууцны 2015 оны тооллогын дүнгээр Монгол орны нийт өрхийн байшинд амьдардаг нийт 465.289 өрхийн 48 хувь нь ердийн галлагаатай зуух, цахилгаан халаагуураар 0.8 хувь нь халаалтын асуудлаа шийдвэрлэж байна.

Энэхүү өгүүлэлд Улаанбаатар хотын гэр хороололд байрлах монгол гэр, байшинд нарны халаалтын системийг ашиглах шаардлага, боломжийн талаар авч үзнэ.

Түлхүүр үг: нарны цацраг, нарны вакуум коллектор, нарны халаалтын систем, загварчлал.

I. ОРШИЛ

Монгол орны цаг уурын нөхцөл, эрс тэс уур амьсгалд иргэдийн амьдралын нэн тэргүүний хэрэгцээ нь дулаан орон байр байдаг. Хүн ам олноор суурьшсан хот, дүүргүүдийн айл өрхүүд тохь тухтай, эрүүл амьдрах орчинг бүрдүүлсэн, хотын утаа, дуу чимээнээс хол газарт хувийн жижиг орон сууцнуудад амьдрахыг илүүд үзэх болсон. Гэтэл алслагдсан дүүргүүдийн хувьд хэрэглэгчдийг дулаанаар хангахад хүндрэлтэй, хол зайд дулааны шугам татах шаардлагатай болдог. Энэ нь эдийн засгийн хувьд үр ашиг багатай, дулааны алдагдал ихтэй зэрэг сөрөг талтай юм. Нөгөө талаас хүн ам олноор суурьшсан Улаанбаатар хотын тулгамдсан асуудал бол агаарын бохирдол, түүнийг багасгах явдал байдаг.

Агаарын бохирдлын гол эх үүсвэрүүд нь гэр хорооллын айл өрхийн хэрэглэж буй 204 мянган зуух (60.0%), дулааны цахилгаан станцууд (6.0%), 200 гаруй мянган авто тээврийн хэрэгсэл (20.0%) болон 1400 гаруй бага болон дунд оврын нам даралтын халаалтын зуух (10.0%), бусад эх үүсвэр шороон зам, баригдаж буй барилга байгууламж гэх мэт үүсвэр (14.0%), эзэлдэг тооцоо судалгааг Нийслэлийн агаарын чанарын албанаас гаргасан байна [1].

Агаарын бохирдлыг багасгах үр дүнтэй, хэрэгжүүлэхэд хялбар арга зам нь байр, орон сууцны дулааны алдагдлыг багасгах замаар түлшний хэрэглээг бууруулах, эрчим хүчний хангамжид сэргээгдэх эх үүсгүүрүүдийг ашиглах явдал юм.

II. ХУВИЙН ОРОН СУУЦНУУДЫН ДУЛААНЫ ХЭРЭГЛЭЭ, ХАЛААЛТЫН СИСТЕМ ИЙН СУДАЛГАА

Төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд холбогдоогүй хэрэглэгчид ихэвчлэн бие даасан бага чадлын, нам даралтын зуухнууд, ердийн галлагаатай зуухнууд болон цахилгаан халаагуурыг ашиглан халаалтын асуудлаа шийдэж байна. Дулаан хангамжид сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглах ажил эхлэлийн төдий байгаа боловч манай улсын хувьд алслагдсан хэрэглэгчийн эрчим хүч хангамжийг шийдвэрлэх цэвэр, дэвшилтэт хэлбэр юм.

Хүн ам, орон сууцны 2015 оны тооллогоор иргэд гол төлөв ердийн галлагаатай байшин барьж амьдрах нь нэмэгдсэнтэй холбоотойгоор төвлөрсөн системд холбогдсон өрхийн хувийн жин буурчээ.

Хүснэгт 1

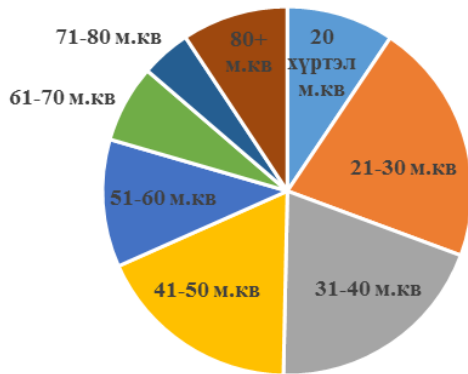
Байшинд амьдардаг өрхийн тоо
/халаалтын төрлөөр, 2015он/

Халаалтын төрөл	2010			2015		
	Хот	Хөдөө	Бүгд	Хот	Хөдөө	Бүгд
Бүгд	100	100	100	100	100	100
Төвлөрсөн	51.6	7.2	43.8	54.8	9.9	47.5
Төвлөрсөн бус	6.3	4.1	5.9	4.6	4.4	4.6
Нам даралтын зуух	5.6	3.6	5.3	3.7	3.9	3.7
Цахилгаан халаагуур	0.7	0.5	0.6	0.9	0.5	0.8
Ердийн галлагаа	42.1	88.7	50.2	40.6	85.7	48

Улсын хэмжээнд байшинд амьдардаг нийт өрхийн 48 хувь буюу 223.3 мянган өрх ердийн галлагаатай зуух ашиглаж байна. Үндэсний уламжлалт сууц болох гэрт нийт өрхийн 45.4 хувь нь амьдарч байна. Гэрт амьдардаг нийт өрхийн 66.8 хувь нь 5 ханатай гэрт амьдарч байгаагаас үзэхэд таван ханатай гэр манай хүн амын түгээмэл сууц гэж ойлгогдоно [2].

Одоо ашиглагдаж байгаа түгээмэл хийцийн хувийн орон сууцнуудын хэмжээ, хашлага хийц:

Сууцны төрлөөр: Монгол оронд байшинд амьдардаг өрхийн сууцны талбайн хэмжээг (зураг 1)-т үзүүлэв.[2]



Зураг 1. Сууцны талбайн хэмжээ, 2015 он

Цонхны төрлөөр: Цонхонд 3 төрлийн хийц голлон хэрэглэгдэж байна. Тэдгээрийн 35% нь “вакуум” багцын хийцтэй, 33% нь дан модон хийцтэй байсны дийлэнхи нь 1990 оноос өмнө баригдсан орон сууцнууд байсан. 32% нь 2 давхар модон рамтай цонх байна. Цонхны шил хоорондын зай 8-12 см, дулаалгын чигжээсийг гол төлөв замаскаар хийсэн байна.

Шалны талбайгаар: Сууцны дундаж талбайгаар авч үзвэл 25-42 м² талбайтай сууц 31%, 24 м²-аас бага талбайтай сууц 21%, 43-48 м² талбайтай сууц 13% байна.

Хүснэгт 2

Сууцны шалны талбайн ангилал

Шалны талбай	Эзлэх хувь
24 м ² хүртэл	21%
25-42 м ²	31%
43-48 м ²	13%
49-56 м ²	10%
57-72 м ²	10%
73-90 м ²	7%
91 м ² дээш	8%
Нийт	100%

Ханын хийцээр: Сууцны ханын хийцийг ангилахад 12 төрөл байв. Хамгийн олон буюу 28% дулаалгагүй, “шавар+мод+шавар” хийцтэй болон 11% нь “шавар+балк” хийцтэй байсан нь ихэвчлэн 1990 оноос өмнөх барилгууд байсан. 1990-2000 оны хооронд баригдсан сууц ихэвчлэн “шавар+гоосго” хийцтэй, 2000 оноос хойших хийцүүдэд дулаалгагүй хийц бараг байхгүй болж, ханыг ямар нэгэн материалаар дулаалгын үетэй хийх болсон байна [3].

III. СУДАЛГААНЫ ОБЪЕКТ

Улаанбаатар хотын Сонгино-хайрхан дүүргийн 1-р хорооны нутаг дэвсгэрт буюу уртрагийн 106⁰ 75, өргөргийн 47⁰ 85 солбицолд оршдог. Судалгааны объектын нүүрэн талаас харагдах байдлыг (зураг 6)-д үзүүлэв.

Сууцны дулааны тооцоот ачаалал: 5,3 кВт /тооцоогоор/

Нэгж талбайд ногдох дулааны хэмжээ: 187 Вт/м²

Сууцны талбай: 29 м²

Сууцны эзлэхүүн: 61.425 м³

Сууцны азимут: -9град /зүүн зүгрүү/

Нарны коллектор суурилуулсан өнцөг: 45 град

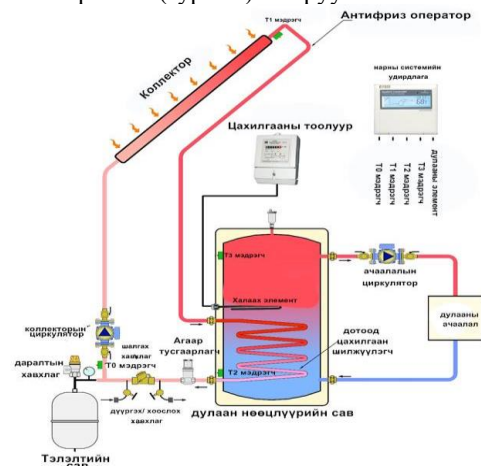


Зураг 3. Амины орон сууц

Сууцанд суурилуулсан халаалтын систем

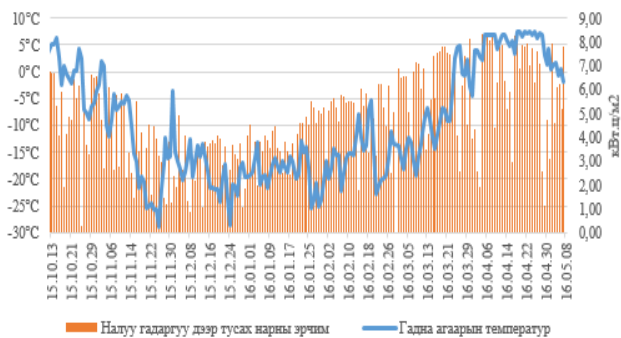
Сууцны дээвэр дээр суурилуулсан коллекторын нийт талбай нь 9.8м², коллекторын шингээх хавтгайн талбай 5.58м² байсан. Коллекторын системд зориулсан дулаан хуримтлуулах савны хэмжээ 160л, цахилгаан халаагуур 4 кВт.

Температурын мэдээг хэмжилтийн 6 цэгээс авсан. Дулааны хуримтлуулах савны оролт болон гаралтын температурын утга, радиаторын ажлын шингэний оролт болон гаралтын температурын утга, гадна орчны агаарын температур мөн сууцны дотор агаарын температур хэмжигдсэн. Температурын хэмжилтийн цэгүүдийн байршлыг (зураг 4)-т харуулав.

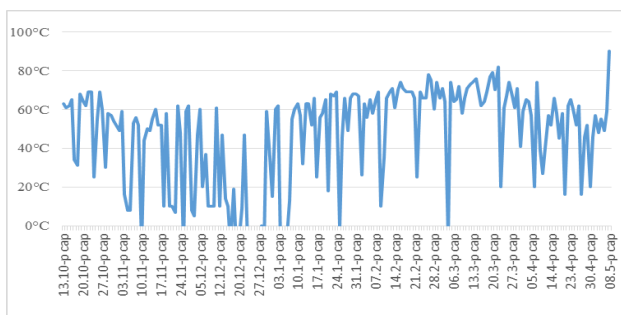


Зураг 4. Нарны халаалтын системийн схем

Нарны халаалтын системийн хэмжилтийг 2015.10.13-2016.05.08 хүртэл нийт 209 хоног хийсэн. (Зураг 5)-д халаалтын улирлын налуу гадаргуу дээр тусах нарны эрчим болон (Зураг 6)-д нарны вакуум коллекторын эргэлтийн хүрээний халаалтын хэмжилтийг графикаар үзүүлэв.



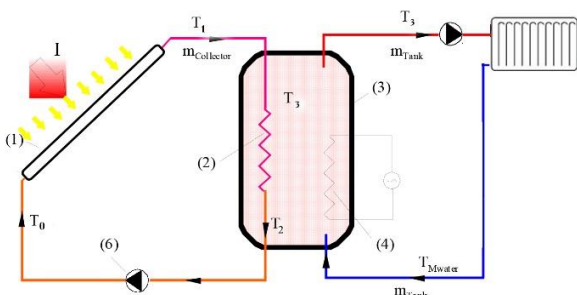
Зураг 5. Налуу гадаргуу дээр ирэх нарны эрчим (2015/10/13-2016/05/08)



Зураг 6. Нарны вакуум коллекторт халсан усны хамгийн их температур (2015/10/13-2016/05/08)

Хэмжилтийн үр дүнгийн боловсруулалт

Энэ системийн ажиллах зарчим нь нарнаас ирж байгаа энергийг нарны вакуум коллекторын дулааны хоолойн шингээгч гадаргуугын тусламжтай шингээж, шингээсэн дулааныг дулаан зөөгч шингэнд дамжуулна. Дулаан зөөгч шингэн дамжуулах хоолойгоор урсаж хуримтлуулагч саванд ирнэ. Улмаар хуримтлуулагч савны дулаан солилцуураар эргэж дулаанаа усанд өгнө. Дулаан зөөгч шингэний дулааныг авсан ус халаалтын системд өгөгдөнө.



Зураг 7. Нарны халаалтын системийн схем (1- нарны коллектор, 2-нарны халаагуур, 3-дулаан нөөцлүүрийн сав, 4-цахилгаан халаагуур, 5-радиатор, 6-эргэлтийн насос)

Дулаан хуримтлуулах саванд өгөгдсөн ажлын биений дулааныг дараах байдлаар тооцно [4].

$$Q_T = m C_{ps} (T_1 - T_0) \quad (1)$$

Сууцанд нарны коллекторын системээс өгсөн дулааны энергийг тооцоолоход балансын тэгшитгэлийг ашиглана.

$$Q_R = M C_{pr} (T_3 - T_2) \quad (2)$$

Нарны вакуум коллекторын ус халаах системийн ашигт үйлийн коэффициентийг дараах байдлаар тооцно [5].

$$\eta_s = m C_{ps} (T_1 - T_0) / A_c G \quad (3)$$

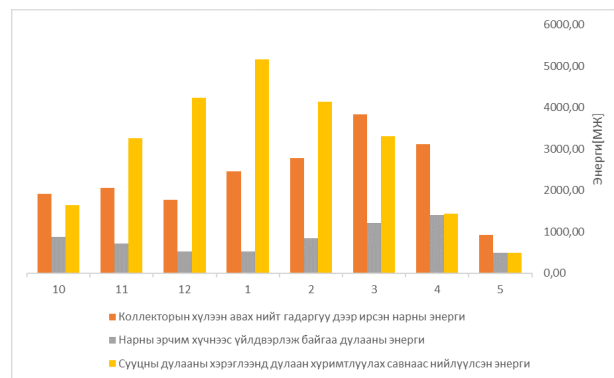
Сууцны нийт дулаан хэрэглээнд нарнаас өгч байгаа дулааны энергийн эзлэх хувь хэмжээг дараах тэгшитгэлээр тодорхойлно.

$$F = Q_T / Q_R \quad (4)$$

Тэмдэглэл: m-коллекторын ажлын шингэний урсгал зарцуулалт, $kg\ s^{-1}$, C_{ps} -коллекторын ажлын шингэний дулаан багтаамж, $J\ kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$, M-радиаторын дулаан зөөх шингэний урсгал зарцуулалт, $kg\ s^{-1}$, C_{pr} -радиаторын ажлын шингэний дулаан багтаамж, $J\ kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$, A_c -коллекторын шингээгч гадаргуугийн талбай, m^2 ;

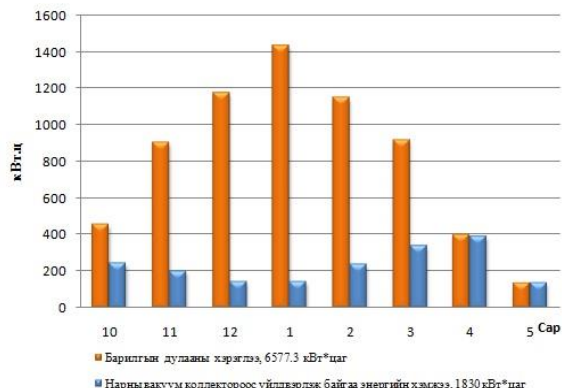
G - Налуу хавтгай дээр ирж байгаа нарны нийлбэр цацрагийн эрчим, $Wt\ m^{-2}$, F-сууцны дулааны нийт хэрэглээнд нарнаас өгч байгаа дулааны эзлэх хувь, %

Томьёо 1, 2-ыг ашиглан коллекторын үйлдвэрлэсэн энерги болон дулаан хуримтлуулах саванд хуримтлуулсан энерги мөн сууцны дулааны ачааллыг тооцоолж, сарын нийлбэр утгуудыг зураг 8-д харуулав.

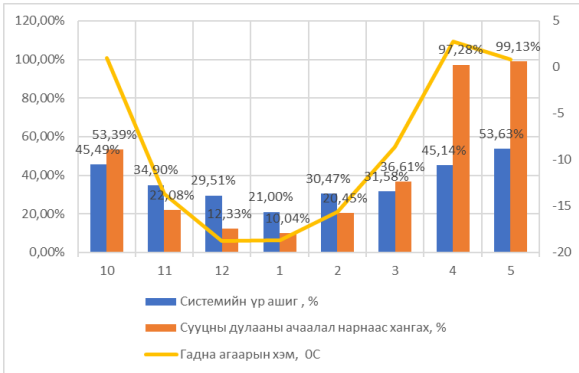


Зураг 8. Коллекторын гадаргуу дээр ирсэн болон хуримтлуулах саванд өгөгдсөн, сууцны дулааны зарцуулалтын сар бүрийн нийлбэр утга

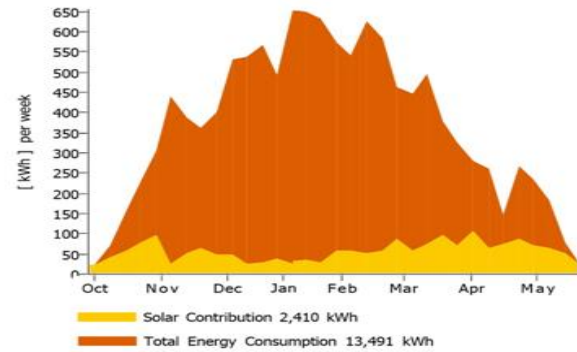
Томьёо 3, 4-г ашиглан системийн үр ашиг, мөн сууцны дулааны ачаалалд нарнаас хангаж байгаа хувийг тооцож (зураг 8-д) үзүүлэв. Мөн нарны энергиэр барилгын дулааны хэрэглээг хангах хувийг зураг 9-д үзүүлэв.



Зураг 9. Сар бүрийн үзүүлэлт



Зураг 10. Нарны энергиэр дулааны хэрэглээг хангах хувь

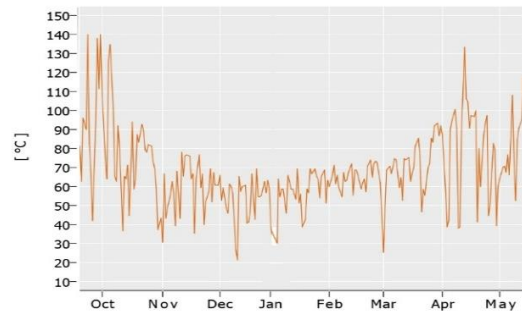


Зураг 11. Нарны энергиэр дулааны эрнийг хангах хувь

V. T-SOL ПРОГРАММЫН ЗАГВАРЧЛАЛЫН ҮР ДҮН

Судалгааны объектод ашиглах боломжийг дараах өгөгдлөөр тооцсон.

- Уур амьсгалын өгөгдлийг Улаанбаатар хотын нөхцөлөөр авсан
- Нарны вакуум коллекторыг байрны дээр 45° налуутай өнцгөөр тооцсон
- Хоёрдугаар сарын хүйтэн усны температур 8°C
- Нарны коллекторын насос нь өгөх буцах шингэний температур 8°C-аас дээш бол ажиллаж, 3°C-аас доош бол зогсох
- Халаах хэрэгсэлд өвлийн улиралд өгөх/буцах усны температур 60°C/40°C



Зураг 12. Нарны вакуум коллекторын эргэлтийн хүрээний халалтын хэмжээ /2015-2016 он/

Нарны коллектор (9.8м² m=45°) + дулаан нөөцлүүр(160л) + цахилгаан халаагуур(4кВт).

Системийн дундаж ашигт үйлийн коэффициент нь 25.5%, нараар дулааны хэрэглээг хангах хувь нь 17.9% хангах тооцоо гарч байна.

Хүснэгт 3

Нарны халаалтын системийн тооцооны үр дүн

Үзүүлэлтийн нэр	Хэмжих нэгж	Утга
Нарны коллекторын дулааны чадал	кВт	6.86
Нарны коллекторын шингээх талбай	м ²	5.58
Нарны энерги хүлээн авах гадаргууд тусах нарны эрчим	МВт.ц	9.45
	кВт.ц/м ²	1693.2
Нарны коллекторын үйлдвэрлэх эрчим хүч	МВт.ц	4.1
	кВт.ц/м ²	734.74
Нарны коллекторын системээс үйлдвэрлэх эрчим хүч	кВт.ц	2409.72
	кВт.ц/м ²	431.74
Халаалтын дулааны хэрэглээ	МВт.ц	12.61
Нарны системээс халаалтад өгөх дулаан	кВт.ц	1527.42
Нэмэлт халаагуурын өгөх дулаан	МВт	11.08
СО ₂ бууруулах хэмжээ	кг	1711.92
Дулааны хэрэглээг нараар хангах хувь	%	17.9
Системийн АҮК	%	25.5

ДҮГНЭЛТ

Дулаацуулгын системд холбогдоогүй, бие даасан хэрэглэгч болох хувийн сууцнууд ихэвчлэн хотын алслагдсан дүүрэгт байрладаг. Төвлөрсөн системээс дулаанаар хангах боломжгүй байдал, агаарын бохирдлын эх үүсгүүр болох зуухнуудын хэрэглээг бууруулах, хувийн сууцтай өрхүүдийн ая тухтай амьдрах нөхцөлийг сайжруулах хэрэгцээ нь бие даасан хэрэглэгчийн дулаан хангамжид нөхөн сэргээгдэх эх үүсвэрийг ашиглах шаардлагыг бий болгож байна.

Амины сууцанд хийсэн хэмжилтээр халаалтын улирлын 209 хоногийн турш, 45° налуу хавтгай дээр ирж байгаа нарны нийлбэр цацрагийн эрчим 938.94 кВт.ц/м², халаалтын улиралд нарны вакуум коллектороос үйлдвэрлэж байгаа энерги 1830 кВт.ц, барилгын нийт эрчим хүчний хэрэглээ 6577,3 кВт.ц, сууцны дулааны ачааллыг нарны халаалтын системээс хангах хувь нь 27.82% , системийн үр ашиг 34.93%, байна.

T-Sol программаар бодит өгөгдлүүдээр загварчлахад сууцны дулааны ачааллыг нарны халаалтын системээс хангах хувь нь 17,9%, системийн үр ашиг 25,5% байна. Бодит үр дүн болон T-Sol программын загварчлалын үр дүнг харьцуулахад сууцны дулааны ачааллыг нарны халаалтын системээс хангах зөрүү 9.92%, системийн үр ашгийн зөрүү 9.43% гарч байна. Энэ нь бодит хэмжилт хийхэд дотор агаарын температурын утга доод тал нь 14°C, дээд тал нь 25°C байсан тул системийн үр ашиг өндөр гарсан. T-Sol программ дээр дотор агаарын температурыг тогтмол 18°C-ээр өгөхөд системийн үр

ашиг бодит тооцооллын үр дүнгээс бага гарсан. Цаашид системийн үр ашгийг нэмэгдүүлэхийн тулд нарны халаалтын системийн хүчин чадлыг нэмэх хэрэгтэй нь энэхүү судалгаанаас харагдаж байна.

2015-2016 оны халаалтын улиралд энэхүү нарны халаалтын системийг суурилуулснаар 14.07 тн хүлэмжийн хийг агаарт цацагдахаас сэргийлсэн.

АШИГЛАСАН НОМ, МАТЕРИАЛ

1. Агаарын бохирдлын эх үүсвэрүүдийн талаарх мэдээлэл, Нийслэлийн агаарын бохирдлыг бууруулах үндэсний хороо, air.president.mn.
2. ISO/FDIS 9806:2007, 2013, “Solar energy, Solar thermal collectors, Test method”, *International standart, Final draft*.
3. [Solar Energy Engineering](#), 2009, Pages 251–314.
4. Sukhatme, 1998, Duffie and Beckman, 2006

ДЦС-4-ИЙН ЦАХИЛГААН ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖҮҮДИЙН ЦАХИЛГААН БА СОРОНЗОН ОРНЫ ХҮЧЛЭГИЙН ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮНГЭЭС

Э.Энхбаяр*, Б.Бат-Эрдэнэ*

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

Хураангуй. Цахилгаан эрчим хүчний системийн хамгийн том объект болох цахилгаан станцын ажиллагааны явцад тоноглолуудын цахилгаан соронзон төлөв байдал ба цахилгаан соронзон нийцэлтийн судалгааг тогтмол явуулж, цахилгаан соронзон нийцэлтийг илэрхийлэх параметруудийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтэрсэн тоног төхөөрөмжүүдийг хамгаалах арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэх зайлшгүй шаардлагатай байдаг. Өнөөгийн түвшинд манай орны цахилгаан станцуудын үндсэн тоног төхөөрөмжийн насжилт өндөр, олон төрлийн үйлдвэрлэгчийн техник, тоног төхөөрөмж ашиглаж байгаатай холбоотойгоор ашиглалтын нөхцөл хүндэрч, улмаар цахилгаан соронзон төлөв байдлын шаардлага алдагдах нөхцөл үүсч байна. Иймд бид ДЦС-4-ийн гадна болон дотор байрласан тоног төхөөрөмжүүдийн цахилгаан соронзон төлөв байдал ба нийцэлтийн судалгааг хийхийн тулд цахилгаан тоноглолуудын орчинд цахилгаан болон соронзон орны хүчлэгийн хэмжилтийг хийж гарсан үр дүнгээ энэхүү илтгэлээр танилцуулж байна. Хэмжилтийг АНУ-ын HI-3604 ELF Surveymeter маркийн багажаар гүйцэтгэв.

Түлхүүр үг: Цахилгаан соронзон орон, орны хүчлэг, төлөв байдал, цахилгаан соронзон нийцэлт, HI-3604, зөвшөөрөгдөх утга.

I. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Цахилгаан ба соронзон орны хүчлэгээр тодорхойлогдох ойлголт нь цахилгаан соронзон төлөв байдал (ЦСТБ) юм. ЦСТБ-ыг байгалийн ба зохиомол (цахилгаан энергийг ашигладаг цахилгаан эрчим хүчний тоног төхөөрөмжүүдээс бий болдог) гэж ангилдаг [2].

Байгалийн ба зохиомол гаралтай цахилгаан соронзон орнууд долгионы тархалтын онолын дагуу

бие биетэйгээ харилцан үйлчлэлцэж, тэдгээрийн хүчлэгийн векторууд нэмэгддэг. (мөн хасагдаж болно). Байгалийн цахилгаан орон гадаргуугын илүүдэл хасах цэнэгтэй байх ба задгай орон зайд ойролцоогоор 100-500 В/м байдаг. Харин үйлдвэрийн давтамжтай хүчтэй цахилгаан орон нь гол төлөв цахилгаан эрчим хүчний объектуудад бий болдог.

Цахилгаан эрчим хүчний системд цахилгаан соронзон гаж нөлөөлөл ямагт байдаг. Учир нь цахилгаан тоног төхөөрөмжийн бүх элементүүд цахилгаан соронзон гаж нөлөөллийг бий болгодог (өөрөөр хэлбэл, цахилгаан соронзон гаж нөлөөллийн эмиссийн үүсгэгчид) ба цахилгаан соронзон гаж нөлөөллийн үүсгэгч болдог.

Цахилгаан соронзон гаж нөлөөлөл нь техник хэрэгсэлийн хэвийн үйл ажиллагааны чанарыг бууруулдаг, эсвэл бууруулж болох цахилгаан соронзон үзэгдэл ба процесс юм. Цахилгаан соронзон орны хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөлөл зөвшөөрөгдөх түвшингээс ихгүй байх ёстой бөгөөд үйлчилгээний ажиллагсад болон удирдлага, хэмжилт-мэдээллийн төхөөрөмжүүдэд сөрөг үр дагавар бий болгохгүйн тулд хэд хэдэн шаардлагуудыг хангасан байх хэрэгтэй. Цахилгаан соронзон нийцэлтийг хангахгүй байх нь дурын тохиолдолд шууд буюу шууд бус эдийн засгийн алдагдалд (хохиролд) хүргэдэг.

1976 онд олон улсын цахилгаан техникийн комиссоос цахилгаан соронзон нийцэлтийн дараах томъёоллын журмыг гаргасан байна: “Цахилгаан соронзон нийцэлт (төхөөрөмж ба түүний хүрээлэн буй орчны хооронд, эсвэл төхөөрөмжүүдийн хооронд) нь тухайн цахилгаан соронзон орчинд түүнийг онцгой цочролд оруулахгүйгээр хэвийн үйл ажиллагаа явуулах тоног төхөөрөмжүүдийн чадвар юм.” [1].

Энэ чадварыг илэрхийлэх үндсэн параметрууд нь цахилгаан болон соронзон орны хүчлэг юм.

II. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Цахилгаан станцын цахилгаан соронзон төлөв байдлын судалгааг хийхийн тулд “ДЦС-4”-ийг судалгааны объект болгон сонгон авч тэндээ нийт 148 цэгт цахилгаан, соронзон орны хүчлэг, орчны агаарын чийгшил, температур зэрэг шаардлагатай параметруудын утгыг хэмжин авлаа. Цахилгаан (E) ба соронзон (H) орны хүчлэгийн утгыг АНУ-ын NI-3604 ELF Surveymeter маркийн багажаар янз бүрийн цэгүүдэд янз бүрийн цаг хугацаанд тус бүр гурван удаа хэмжиж хамгийн их утгыг хойшдын тооцоонд ашиглав.

Цахилгаан тоног төхөөрөмжүүдийн цахилгаан ба соронзон орнуудын хүчлэгүүд тогтоосон нормын зөвшөөрөгдөх утгуудын хязгаарт байх ёстой. Ийм учраас хэмжилтийн эдгээр үр дүнгүүдийг үйлдвэрийн 50 Гц давтамжтай цахилгаан ба соронзон орнуудын хүчлэгийн зөвшөөрөгдөх дээд хязгаартай харьцуулах шаардлагатай. Тухайн объектын байрлалаас хамаарч хүчлэгийн үйлчлэлийн зөвшөөрөгдөх дээд хязгаарыг янз бүрээр нормчилдог байна.

ОХУ-д мөрдөж буй хамгийн сүүлийн үеийн эрүүл ахуйн хэм хэмжээт СанПиН 2.2.4.119105 нормыг авч үзье. Энэ нормд ажлын байран дахь цахилгаан соронзон орны зөвшөөрөгдөх дээд түвшинг тогтоосон байна. Анх удаа нэг ээлжийн туршид геосоронзон орны сулралын түр хугацааны (3 жил) зөвшөөрөгдөх түвшинг 2 дахин гэж тогтоосон. Тогтмол соронзон орны зөвшөөрөгдөх дээд түвшин: ажлын өдөрт 10 минут хүртлэх үйлчлэх хугацаатай үед 24 кА/м; 11-60 мин үйлчлэх хугацаатай бол- 16 кА/м; 61-480 мин үйлчлэх хугацаатай – 8 кА/м болно. Хэсэгчилсэн үйлчилгээтэй орны зөвшөөрөгдөх түвшин ойролцоогоор 1,5 дахин их байна

Үйлдвэрийн 50 Гц давтамжтай цахилгаан орны хүчлэгийн зөвшөөрөгдөх дээд хязгаар ил хуваарилах байгууламж, трансформаторын дэд станцын орчинд ажлын өдрийн турш 5000 В/м байх ба харин үйлдвэрийн 50 Гц давтамжтай соронзон орны зөвшөөрөгдөх дээд хязгаар дээрх төхөөрөмжүүдийн орчинд ажлын өдрийн турш 80 А/м байх ёстой.

Үйлдвэрийн байрны дотор талд үйлдвэрийн 50 Гц давтамжтай цахилгаан орны хүчлэгийн зөвшөөрөгдөх дээд хязгаар ажлын өдрийн турш 500 В/м, харин албан өрөөнүүдэд 100 В/м байна. Үйлдвэрийн байрны дотор үйлдвэрийн 50 Гц давтамжтай соронзон орны хүчлэгийн зөвшөөрөгдөх дээд хязгаар ажлын өдрийн турш 40 А/м, харин албаны байрнуудад 0,5 А/м байх ёстой. Иймд цахилгаан соронзон орнуудын хүчлэгийн бодит утгууд дээрх зөвшөөрөгдөх утгуудаас ихгүй байх ёстой.

Дээрх нормчлогдсон утгуудыг тулгуур үзүүлэлт болгон тус “ДЦС-4”-д сонгон авсан 148 цэгтээ дээрх бүх орчныг хамруулахыг зорилоо. Үүнд: синхрон генератуудын орчин, хүчний трансформаторуудын хүчдлийн бүх түвшингийн талууд, диспетчерийн өрөө, оффисийн өрөөнүүд, үндсэн тоноглол байрлах зуух болон турбин цехийн заал, хуваарилах байгууламжийн орчин зэрэг цахилгаан станцын ЦСТБ-д үнэлэлт өгөхөд шаардлагатай бүхий л цэгүүд энд хамрагдаж чадсан. Хэмжилтийн үр дүнг дээрх зөвшөөрөгдөх стандарт утгатай харьцуулахад хэмжилт хийсэн 148 объектуудаас 27 объектууд цахилгаан орны хүчлэгийн

зөвшөөрөгдөх утгын шаардлагыг хангахгүй байна. Эдгээр цахилгаан орны хүчлэгийн зөвшөөрөгдөх утгыг хангаагүй объектуудыг хүснэгт 1-д харуулав.

ХҮСНЭГТ 1

Цахилгаан орны хүчлэг зөвшөөрөгдөх дээд утгаас хэтэрсэн объектууд

№	Объектын нэр	Цахилгаан орны хүчлэгийн түвшин E, В/м		Соронзон орны хүчлэгийн түвшин H, А/м	
		Хэмжилтийн утгууд	Зөвшөөрөгдөх дээд утга	Хэмжилтийн утгууд	Зөвшөөрөгдөх дээд утга
Синхрон генераторууд					
1	ТГ-1 өдөөгчийн талд	1030	500	33.5	40
2	ТГ-1 өдөөгч зогссон	710	500	12.5	40
Диспетчерийн өрөө					
3	Захын цонхны дэргэд	1100	500	0,97	40
4	Цонхноос 1 метр зайд	980	500	0,99	40
5	Цонхноос 2 метр зайд	1200	500	0,7	40
6	Цонхноос 3 метр зайд	760	500	0,93	40
7	Цонхноос 4 метр зайд	1000	500	0,66	40
8	Цонхноос 5 метр зайд	900	500	0,72	40
9	Цонхноос 6 метр зайд	810	500	1,62	40
10	Цонхны баруун талд	640	500	0,86	40
11	Цонхны зүүн талд	760	500	0,75	40
Турбин цех					
12	АГП-2	650	500	10.5	40
13	АГП-3	1020	500	27.4	40
14	АГП-4	930	500	35	40
15	АГП-7	770	500	3	40
Ил хуваарилах байгууламж					
16	1-р блок 1СШ	11500	5000	4.35	80
17	1-р блок 2СШ	7200	5000	3.8	80
18	2-р блок 3СШ	9560	5000	8.7	80
19	3-р блок 1СШ	15100	5000	1.4	80
20	3-р блок 2СШ	13800	5000	4.4	80
21	3-р блок (лр) 3тр.с	11770	5000	2	80
22	5-р блок 3СШ	13410	5000	3.89	80
23	5-р блок 4СШ	11620	5000	3.91	80
24	5-р блок (лр) 5тр.с	6760	5000	1.8	80
25	АТ2 (220 кВ)	7510	5000	6.9	80
Захиргааны байр					
26	Цахилгаан хэмжүүрийн лаборатори №604	9900	500	6.2	40
27	Unitel ХХК дахин дамжуулах станц	9800	500	0.05	40

Мөн соронзон орны хүчлэгийн хэмжээ объектуудын байрлалаас хамаарах соронзон орны хүчлэгийн зөвшөөрөгдөх дээд хязгаараас ихгүй байх ёстой. Хэмжилтийн үр дүнгээс үзэхэд нийт 148 объектоос соронзон орны хүчлэгийн хэмжилтийн утгууд зөвшөөрөгдөх дээд хязгаараас их гарсан объект 4 байна (хүснэгт 2). Ийм учраас цахилгаан орны хүчлэгийн утга зөвшөөрөгдөх утгаас их байгаа дээрх 27 объектын цахилгаан орны хүчлэгийг бууруулах арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэхээс гадна соронзон орны хүчлэг

зөвшөөрөгдөх дээд утгаас их байгаа 4 объектын соронзон орны хүчлэгийг бууруулах шаардлагатай юм. Цахилгаан орны хүчлэгийн утга их байгаа цэгт соронзон орны хүчлэг бага (эсрэгээрээ соронзон орны хүчлэг их цэгт цахилгаан орны хүчлэг бага) байдаг бөгөөд энэ зүй тогтол хэмжилтийн утгаар батлагдаж байгааг хүснэгтүүдээс харж болно.

ХҮСНЭГТ 2

Соронзон орны хүчлэг зөвшөөрөгдөх дээд утгаас хэтэрсэн объектууд

№	Объектын нэр	Цахилгаан орны хүчлэгийн түвшин E, В/м		Соронзон орны хүчлэгийн түвшин, H, А/м	
		Хэмжилтийн утгууд	Зөвшөөрөгдөх дээд утга	Хэмжилтийн утгууд	Зөвшөөрөгдөх дээд утга
1	5 давхар (лифт)	28.3	100	1.0	0.5
2	3 давхар (лифт)	8.06	100	0.68	0.5
3	2 давхар (лифт)	25.7	100	1.0	0.5
4	1 давхар (лифт)	5.69	100	0.9	0.5

III. ДҮГНЭЛТ

1. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд бидний авч үзсэн 148 объектуудаас 27 объектууд цахилгаан орны хүчлэгийн зөвшөөрөгдөх дээд утгын шаардлагыг хангахгүй байна. Мөн 4 объект соронзон орны хүчлэгийн зөвшөөрөгдөх дээд утгын шаардлагыг хангахгүй байна. Энэ нь реле хамгаалалт автоматикийн төхөөрөмжүүд микропроцессор, микроконтроллеруудын хэвийн үйл ажиллагаанд нөлөөлөх аюултай. Ийм учраас цахилгаан орны хүчлэгийн утга зөвшөөрөгдөх дээд утгаас их байгаа 27 объектын цахилгаан орны хүчлэгийг бууруулах, 4 объектын соронзон орны хүчлэгийг бууруулах арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэх шаардлагатай байна.

2. Цахилгаан тоног төхөөрөмжөөс бий болж буй цахилгаан ба соронзон орны хүчлэгийн хэмжээг шууд бууруулах боломжгүй тул тухайн тоног төхөөрөмжийг өөрийг нь экраничлаж бусад тоноглолын ЦСТБ-ыг хангах хэрэгтэй. “ДЦС-4”-ийн хувьд энэ ажлын эхлэл хийгдэж байгаа бөгөөд одоогоор удирдлага, хэмжилт-мэдээллийн тоноглолуудын тэжээлийн утсыг экраничлж эхэлсэн.

3. Манай орны цахилгаан станцуудын ажиллагааны нөхцөл, орчин адил байдаг тул зөвхөн нэг станцад ЦСТБ-ын судалгааг хийж цахилгаан соронзон нийцэлтийн математик загвар гарган авч бусад станцад ашиглах боломжтой.

4. Станцын ажилчдын ажиллаж буй цахилгаан тоног төхөөрөмжүүдийн цахилгаан соронзон орны хүчлэгийн үйлчлэлээс хамгаалах асуудал нь хүний хүрээлэн буй орон зай дахь орны хүчлэгийг зөвшөөрөгдөх утга хүртэлх нормоор багасгах ба цахилгаан соронзон оронд хүний байх хугацааг хязгаарлах замаар хангагддаг. Ийм учраас зайлшгүй шаардлагатай хамгаалах хэрэгсэлээр хангах хэрэгтэй.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Общий технический регламент “Об электромагнитной совместимости” //Новости электротехники. -2004. -№4. –с.58-62.
2. Шваб А. Электромагнитная совместимость: Пер.с нем. В.Д.Мазина и С.А.Спектра. -2-е изд., перераб. и доп./Под ред. И.П.Кужекина. М.:Энергоатомиздат, 1998.-480с.
3. Д.Содномдорж “Цахилгаан соронзон төлөв ба цахилгаан соронзон нийцэлт”, “Эрчим хүч & Engineering”сэтгүүл – УБ. 2014 он.
4. Б.Баярсайхан “Диспетчерийн хяналт, удирдлагын төхөөрөмжүүдийн цахилгаан соронзон нийцүүлэлт” /Магистрын ажил/ - УБ.2011он.

СУРГУУЛЬ БА ОРОН СУУЦНЫ ОРЧНЫ ЦАХИЛГААН ЦЭНЭГ ЦАХИЛАЛТЫН ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮН

Э.Энхбаяр*, Б.Бат-Эрдэнэ*, С.Эрдэнэтуяа*

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

Хураангуй. ШУТИС-ийн ЭХС-ийн хичээлийн 2-р байр болон орон сууцны байрны орчны цахилгаан цэнэгийн тархалтыг судлахын тулд байрны давхар тус бүрт коридорт болон лабораторын өрөөнүүдэд хэмжилт хийж харьцуулан судлав. Хэмжилтийг ГРВ Эко Тестер багажийн тусламжтайгаар гүйцэтгэж үр дүнг Scientific Laboratory программын тусламжтайгаар боловсруулав.

Түлхүүр үг: хийн цэнэг, цахилалт, цахилгаан соронзон, өрөө, лаборатори, Scientific Laboratory.

I. ОРШИЛ

Ажлын байр болон орон сууцны байрнуудын орчин тойронд байнга цахилгаан цэнэг байдаг. Хүний эрүүл мэндийн төлөв байдалд цахилгаан соронзон орны нөлөөллийн судалгаа сүүлийн жилүүдэд ихээхэн ач холбогдлыг өгч байна. Энэ нь өндөр хүчдэлийн цахилгаан тоног төхөөрөмжүүдийн ойролцоо удаан хугацаагаар амьдарч байгаа хүмүүс хорт хавдраар өвдөх тохиолдол ихэссэнтэй холбоотой юм. Үүний учир шалтгааныг өндөр хүчдэлийн агаарын шугамын гүйдлээр бий болох соронзон орон хүний организмд нөлөөлөх болон ажлын байранд үйдвэрийн давтамжтай цахилгаан ба соронзон орнуудын урт удаан хугацааны үйлчлэлийн үед хүмүүсийн бие лагшин муутгаж байгаа талаар өндөр хүчдэлийн цахилгаан эрчим хүчний объектуудын ажилчдын санал гомдолтай холбон судалж үздэг.

II. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Хийн цахилгалтыг дүрслэх ГРВ арга буюу Кирлианы эффект

Өндөр давтамжтай хувьсах хувсах цахилгаан соронзон орны хүрэн дотор байгаа биетийн гадаргуугийн гэрэлтүүлгийг анх 1939 онд Москвагийн их сургуулийн физикч эрдэмтэн Кирлиан туршилтаар ажигласан тул үүнийг Кирлианы гэрэл буюу Кирлианы эффект гэж нэрлэдэг. Кирлиан эффект нь цахилгаан ниргэлэгийн аргаар биетийн зургыг буулгах арга юм. Ниргэлгэд нөлөөлдөг хүчин зүйлүүдэд электрон ба фотонуудын процесс, хийн хольц, цахилгаан соронзон орны гажилт зэрэг орох бөгөөд эдгээр нь гарч байгаа зургийн шинж чанарыг өөрчилнө. Хэмжилтийг ГРВ Эко Тестер багажаар (ГРВ-газоразрядная визуализация) хийсэн бөгөөд энэ нь электродын эргэн тойронд үүсэх хийн цахилгалтын гэрэлтэлтийн дүрсийг видео камерийн тусламжтайгаар бүртгэн авч программын тусламжтайгаар боловсруулалт хийдэг багаж юм. Эдгээр дүрсүүд нь компьютерын санах байгууламжинд

стандарт графикийн файлаар өргөтгөл нь Windows Bitmap (BMP) хэлбэрээр хадгалагдана. ГРВ-грамм нь хар, цагаан дүрс өгдөг. Дүрсийн тод буюу эрчмийн түгэлт нь ГРВ-грамм дээрх мэдээлэл болно. Өнгөт дүрсгүй 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. ГРВ-грамм нь статик, динамик 2 төрөлтэй. Статик нь хийн цахилгалтын ганцаарчилсан дүрс, динамик нь тодорхой хугацааны туршид (1-32сек) бичиж авсан цахилгалтын дүрсний видео 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. ГРВ-граммын параметруудын үндэс дээр ГРВ аргаар объектыг судлах арга үндэслэгдсэн. Үндсэн хар, цагаан дүрс нь өнгөт болдог. Шинэ дүрсүүдэд янз бүрийн тодшилт үүсч өнгөнүүдэд харгалзах ба харин өнгө бүр гэрэлтэлтийн хэлбэрт харгалзана.



Зураг 1. Багажийн ерөнхий схем

ГРВ Эко тестер багажийн схем нь маш энгийн юм. Өндөр давтамжийн EMF генератороос шилэн электродод хүчдэл өгөхөд объект болон электродын хооронд хийн цахилгалт үүсч, цахилгалтаас үүссэн гэрэлтэлтийн зургийг CCD камераар буулган компьютерт өгч тоон мэдээлэлд хувирган боловсруулалт хийнэ.

Хүрээлэн буй орчны хийн цахилгалтын хэмжилт:

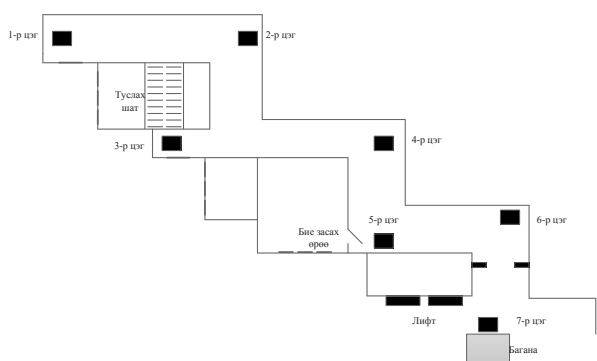
Хүрээлэн буй орчны хийн цахилгалтын харьцуулалт судалгаа хийхийн тулд зураг 2-т үзүүлсэн байршилд буюу ШУТИС-ийн хичээлийн 2-р байрны давхар бүрт,

11-р хорооллын 7, 10-р байрны орчны давхар тус бүрт ГРВ Эко Тестер багажаар хэмжилт хийж үр дүнг 3-6-р зурагт диаграммаар харууллаа.



Зураг 2а. ШУТИС Хичээлийн 2-р байр

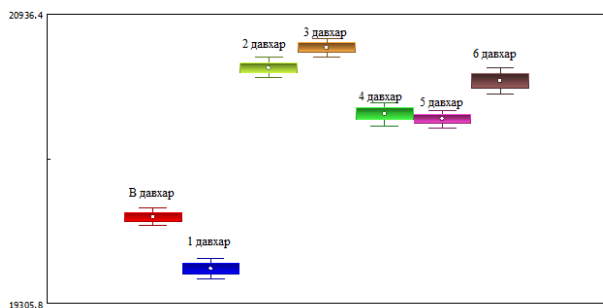
Зураг 2б. 11-р хороололын байр



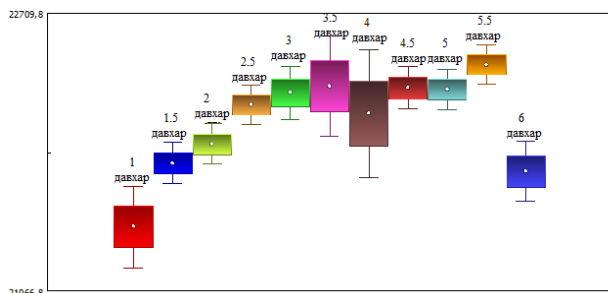
Зураг 2в. ШУТИС Хичээлийн 2-р байрны коридорын план зураг

Коридорын орчин дахь агаарын цэнэгийн цахилалтын дүрсэн дэх гэрэлтэлтийн *талбай*-н утгуудыг давхар тус бүрт гүйцэтгэсэн үр дүнг диаграммаар үзүүлье.

Хичээлийн 2-р байрны коридорт хийсэн хэмжилтийн үр дүн

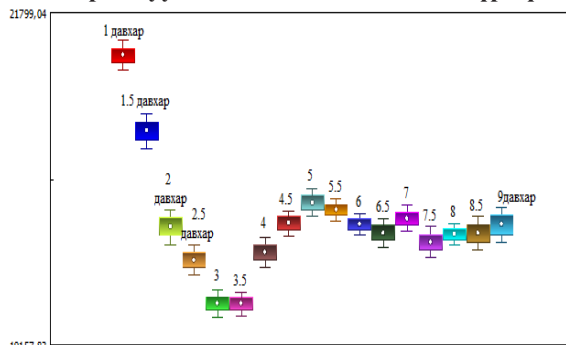


Зураг 3. Бүх давхарын нэгдсэн харьцуулалт

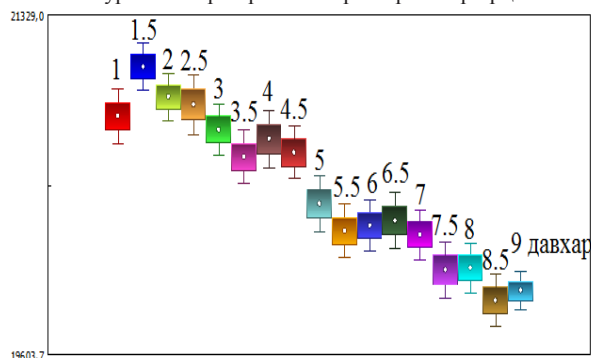


Зураг 4. ШУТИС-ийн хичээлийн Т байрны хэмжилтийн үр дүн (давхар тус бүрээр)

Орон сууцанд хийсэн хэмжилтийн үр дүн



Зураг 5. 11-р хороолол 7-р байрны 2-р орц



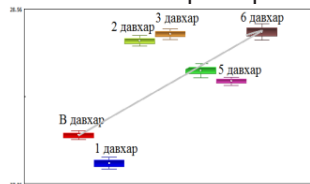
Зураг 6. 11-р хороолол 10-р байрны 4-р орц

Дээрх диаграммуудаас харахад сургуулийн орчинд буюу хичээлийн 2-р байр болон Т байрны коридорын хэмжилтийн утгууд нь давхараасаа буюу өндрөөс хамаараад цэнэгийн цахилалтын хэмжээ нэмэгдэж байна. Харин орон сууцны 7, 10-р байрны хэмжилт нь давхар нь дээшлэх тусам тус үзүүлэлт буурч байна. ШУТИС-ийн хичээлийн 2-р байрны коридорт хийсэн хэмжилтүүдээс зөвхөн гурван байрлалын утгуудаар шинжилгээ хийв. Үүнд 2,3 болон 6-р давхарууд хамгийн их утгатай, 1 болон В давхарт хамгийн бага утга авсан байна.

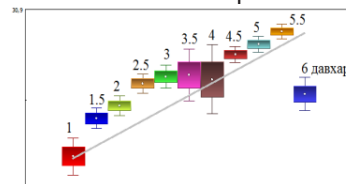
Хэмжилтийн цэгүүдийн орчны агаарын цэнэгийн цахилалтын дүрсэн дэх гэрэлтэлтийн *нийлбэр идэвхижиллийн* утгуудыг давхар тус бүрээр гаргаж үр дүнг 1-р хүснэгтэд харуулав.

ХҮСНЭГТ-1.

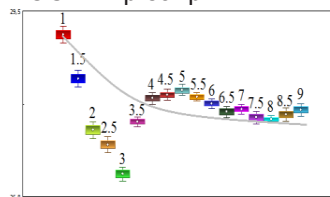
Хичээлийн 2-р байр



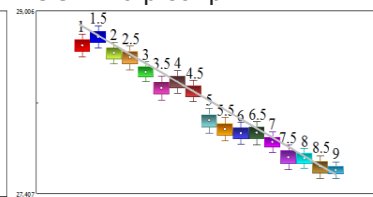
Хичээлийн Т байр



ОС-ы 7-р байр



ОС-ы 10-р байр



Диаграммуудаас харахад гэрэлтэлтийн нийлбэр идэвхижилд давхрын буюу өндрөөс хамаарсан нөлөөлөл байгаа нь ажиглагдаж байгаа тул үүнийг шалгахын тулд математик статистикийн боловсруулалт хийлээ.

ХҮСНЭГТ 2

Нэг хүчин зүйлийн шугаман регресс
(Хамгийн бага квадратын арга)

	x	y	x ²	xy	\hat{y}	y - \hat{y}	y ²	\hat{y}^2	(y - \hat{y}) ²	(y - \bar{y})	(y - \bar{y}) ²
В	-	194	6.2	-	196	-	37701	4246	-	6581	
давх	2.5	17	5	485	23.0	206.	9889	9.851	811.	84.51	
ар				42	8	082			286		
1	3.5	196	12.	686	199	-	38427	9443	1960	3842	
давх	03	25	10.	10.3	307.	7609	1.691	3	7760	9	
ар				5	297				9		
2	7	206	49	144	200	597.	42745	3566	2067	4274	
давх	75	75	725	77.8	1604	5625	00.51	5	5562	5	
ар				4					5		
3	10.	207	110	218	202	529.	43160	2804	2077	4316	
давх	5	75	.25	137	45.3	6181	0625	95.37	5	0062	
ар				8					5		
4	14	200	196	281	204	-	40296	1148	2007	4029	
давх	74	74	036	12.9	338.	5476	69.54	4	6547	6	
ар				2	924				6		
5	17.	202	306	353	205	-	40808	1439	2020	4080	
давх	5	01	.25	517	80.4	379.	0401	94.69	1	8040	
ар				7	466				1		
6	21	208	441	437	207	104.	43484	1102	2085	4348	
давх	53	53	913	48.0	9914	7609	3.204	3	4760	9	
ар				1					9		
\sum^n	71	141	112	145	141	1.46	28662	1043	1213	2489	
		598	1	539	598	E-11	47234	884.9	69.7	8855	
			7						30		
$n^{(y_{max})}$	10.	202	160	207	202	2.08	40946	1491	1733	3556	
	14	28	.14	913	28.2	E-12	3891	26.41	8.53	9793	
			2		9				3		

Дээрх хэмжилтийн тоон утгуудыг ашиглан ШУТИС-ийн 2-р байрны давхар тус бүрт өндрөөс хамааруулан нэг хүчин зүйлт шугаман регрессийн тэгшитгэлийг хамгийн бага квадратын аргаар бодож гаргавал дараах тэгшитгэл гарч байна.

$$y = 19742.76 + 47.86921x$$

Ковариацийн коэффициент:

$$cov(xy) = 2741.245$$

Корреляцын коэффициент

$$cor(xy) = 0.684154$$

Энэ коэффициент нь хамаарал хүчтэй буюу сул эсвэл хамааралгүй байгааг илтгэдэг.

Тооцооны үр дүнгээр корреляцийн коэффициент 0,68 гарч байгаа нь өндрөөс хамаарах хамаарал хүчтэй нөлөө байгаа илэрхийлж байна.

Деформацын коэффициент

$$R^2 = 0.999581$$

Үүнээс үзэхэд деформацын коэффициент 0,99 гарч гэрэлтэлтийн нийлбэр идэвхижил нь өндөр хоорондоо шугаман хамааралтай байна.

III. ДҮГНЭЛТ

1. Корреляцийн коэффициент 0,68 буюу өндрөөс хамаарах хамаарал хүчтэй нөлөөтэй, деформацын коэффициент 0,99 нь гэрэлтэлтийн нийлбэр идэвхижил өндөр хоорондоо шугаман хамааралтай гэсэн үр дүн гарлаа.

2. Харин эдгээр гэрэлтэлтийн талбай болон нийлбэр идэвхижил нь хичээлийн байруудад өсөж, орон сууцны байрнуудад буурч байна. Энэ асуудлыг нарийвчлан судлах нь зүйтэй бөгөөд нөлөөлж буй хүчин зүйлүүдийг тухайн орчинтой нь уялдуулан тодорхойлох шаардлагатай юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Коротков К.Г., “Принципы анализа ГРВ биоэлектрографии”, СПб.: << Реноме >> , 2007.286с.
2. Коротков К.Г. “Основы ГРВ биоэлектрографии”. СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2001.—360с.

СИСТЕМИЙН АВТОМАТИКИЙН АЖИЛЛАГААГ ОРЧИН ҮЕИЙН ПРОГРАММ ХАНГАМЖААР СУДЛАХ АСУУДАЛД

Э.Должинсүрэн*, Ч.Нацагдорж*

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

Хураангуй. Эрчим хүчний системийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх, хэрэглэгчдийг эрчим хүчээр тасралтгүй хангах зорилтын үндсэн дээр системийн автоматикийн төхөөрөмжүүдийг ашигладаг. Тус өгүүлэлд Монгол улсын төвийн эрчим хүчний систем /ТЭХС/-ийн автоматикүүдийн ажиллагааг судалж, ажиллагааны байдалд үнэлэлт дүгнэлт хийсэн судалгааны үр дүнгийн тухай, мөн “Пауэрфэйктэри” программыг ашиглан эрчим хүчний системийг загварчилж, системийн автоматикийн ажиллагааг судлах боломжийн талаар авч үзсэн.

Түлхүүр үг: Эрчим хүчний систем, амжилттай ажиллагаа, богино залгаа, реле хамгаалалт.

ОРШИЛ

Эрчим хүчний системийн тогтвортой, найдвартай ажиллагаанд реле хамгаалалт, автоматикийн төхөөрөмжүүд онцлох үүрэгтэй байдаг бөгөөд тэр дундаа системийн автоматикүүдийн ажиллагааг судалж, үнэлэлт дүгнэлт гаргах асуудал нь чухал байсаар ирсэн тул ТЭХС-ийн хэмжээнд системийн автоматжуулалтын судалгааг нэгтгэн хийх нь ач холбогдолтой юм. Мөн тус өгүүлэлд системийн автоматикүүдийн ажиллагааг хамгийн сүүлийн үеийн байдлаар шинэчлэн судалсан

нь системийн өнөөгийн байдалд дүн шинжилгээ хийхэд илүү бодит үр дүнг гаргах бололцоог олгоно.

I. СИСТЕМИЙН АВТОМАТИКИЙН ОНОЛЫН ҮНДЭС

Системийн автоматикийн төхөөрөмжүүдийг ашиглах цах хүрээ, зориулалт, гүйцэтгэх үүргээр нь дараах төрлүүдэд хуваан авч үздэг. Үүнд:

1. Автомат дахин залгагч төхөөрөмж /АПВ/.
2. Нөөцийг залгах автомат төхөөрөмж /АВР/
3. Давтамжийн автомат тохируулагч /АРЧ/
4. Ачааллыг давтамжаар хөнгөлөх автомат /АЧР/
5. Сэргээлтийн автомат тохируулагч /АРВ/
6. Хүчдлийн автомат тохируулагч /АРН/
7. Аваарь эсэргүүцэх автоматикүүд /АПАХ/

АПВ-н төхөөрөмжийг цахилгаан дамжуулах агаарын шугам /ЦДАШ/, ил хуваарилах байгууламжийн шин, трансформатор зэрэг төхөөрөмжүүдэд ашигладаг [1, 2].

АВР-н төхөөрөмж нь ажлын тэжээл, ажлын төхөөрөмж ямар нэгэн гэмтлийн улмаас тасарсан үед нөөц тэжээл эсвэл нөөц төхөөрөмжийг залгах үүрэгтэй автомат юм [3].

АРЧ нь генераторын роторын эргэлтийн хурдыг өөрчлөх замаар системийн давтамжийг тохируулна. Мөн давтамжийн тохируулгатай хамт зэрэгцээ ажиллаж байгаа генераторуудад бодит чадлын хуваарилалт хийх үйлдэл явагддаг [3].

АЧР нь эрчим хүчний системийн давтамж аюултай хэмжээнд хүртэл буурахад зарим ачааллыг таслах замаар давтамжийг сэргээх зориулалттай [2], өөрөөр хэлбэл давтамжийн нурулт бий болж системийн тогтворжилт алдагдахаас сэргийлэх үүрэгтэй автомат төхөөрөмж юм.

АРВ-н үндсэн үүрэг нь генераторын гаргалган дээрх хүчдлийн утгыг тогтмол барих, зэрэгцээ ажиллаж байгаа генераторуудад реактив чадлыг хуваарилах юм [3].

АРН-г сүлжээний хүчдлийг тохируулах ба хүчдлийн тохируулгыг хийх зориулалтаар ашигладаг.

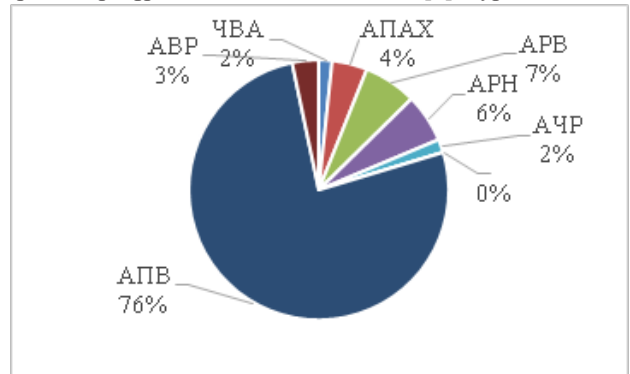
АПАХ нь давтамжийн зөрүү системд үүсч, систем асинхрон горимд ороход системийг тусгаарлах үүрэгтэй автомат. Систем асинхрон горимд орсон болохыг генераторын цахилгаан хөдөлгөгч хүч /ЦХХ/ ба системийн ЦХХ-нүүдийн хоорондох өнцөг $0 \div 360^\circ$ -н хооронд үелэн өөрчлөгдөх, мөн ЦДШ-н уртын дагуу хүчдлийн өөрчлөлт гулсалтын давтамжтайгаар үелэн өөрчлөгдөх зэрэг өөрчлөлтөөр мэдэрнэ [3]. Асинхрон горим үүссэн үед системийг асинхрон горимд удаан хугацаагаар ажиллуулахыг хориглодог [4].

II. СИСТЕМИЙН АВТОМАТИКИЙН СУДАЛГААНД ПРОГРАММ ХАНГАМЖИЙГ АШИГЛАХ НЬ

А. Монгол улсын ТЭХС-д ашиглагдаж байгаа автоматикийн төхөөрөмжүүд

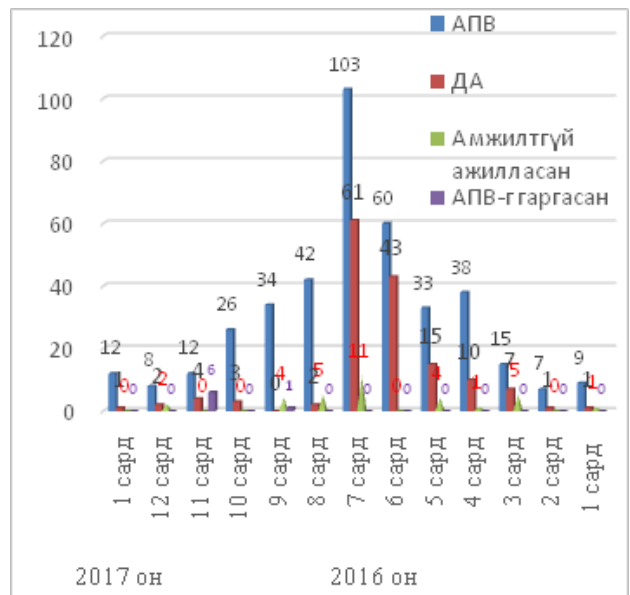
ТЭХС-ийн судалгаанд хамрагдсан эх үүсвэр, ЦДАШ, дэд станц, бусад тоног төхөөрөмжүүдэд

тавигдсан автоматикийн төхөөрөмжүүдийг төрөл зүйлээр авч үзэхэд АПВ-гийн төхөөрөмж 76%-тай өргөн цар хүрээнд ашиглагдаж байна [5] /Зураг 1/.



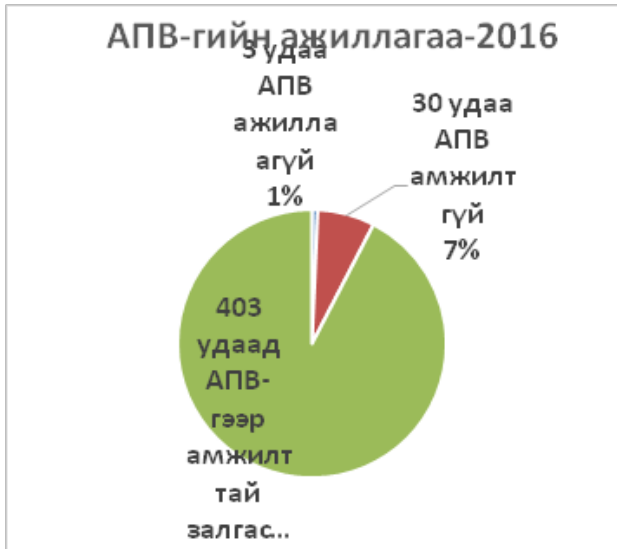
Зураг 1. ТЭХС-ийн автоматикийн төхөөрөмжүүдийн ашиглалтын байдал

ЧВА, АВАХ, АЧР, АРВ, АРН зэрэг бусад төхөөрөмжүүд системийн хэмжээнд тогтворжилтыг хангах ерөнхий үүрэгтэй, ихэвчлэн эх үүсвэр талд тавигддаг учраас АПВ-гийн төхөөрөмж шиг өргөн хэрэглээтэй, олон удаа ажилладаггүй байна. Сүүлийн 13 сард нийт системийн хэмжээнд ажилласан автоматикийн төхөөрөмжүүдийг судлахад АПВ-гийн төхөөрөмж хамгийн олон /432 удаа/, ДА/тусгаарлах автомат /150 удаа/ ажиллаж, бусад автоматикийн төхөөрөмж ажиллаагүй байна /Зураг 2/.



Зураг 2. ЭХС-ийн хэмжээнд системийн автоматикийн төхөөрөмжүүдийн ажилласан байдал /сүүлийн 13 сард/

АПВ-гийн төхөөрөмжийг ЦДАШ, станц, дэд станцын шин, трансформаторт тавьдаг ба ЦДАШ-ын АПВ олон тоогоор хэрэглэгдэж байна. Иймд АПВ-гийн төхөөрөмжийн ажиллагааг сүүлийн 5 жилийн байдлаар судалсан ба АПВ-гийн амжилттай ажиллагааны хувь жил бүр өндөр /90 гаруй хувьтай/ байгаа нь ажиглагдсан. Жишээ болгон 2014, 2016 онд ажилласан байдлыг харуулав /Зураг 3/.



Зураг 3. АПВ-гийн ажиллагаа /2014, 2016 онд/

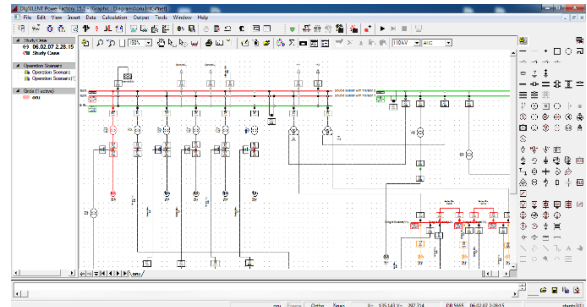
АПВ-н төхөөрөмжийн хувьд түүний ажиллагааг амжилттай ажиллагааны хувиар дүгнэдэг бөгөөд АПВ-н амжилттай ажиллагаа гэдэгт реле хамгаалалтаар тасарсан шугам, тоног төхөөрөмжийг автоматаар дахин залгахад тухайн тасарсан шугам, тоног төхөөрөмж хэвийн хүчдэлтэй үлдэхийг ойлгодог. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд манай орны нөхцөлд ялангуяа АПВ-гийн төхөөрөмжийн ажиллагаа үр дүнтэй болох нь харагдсан.

Б. Пауэрфэйктэри /Powerfactory/ программыг судалгаанд ашиглах нь

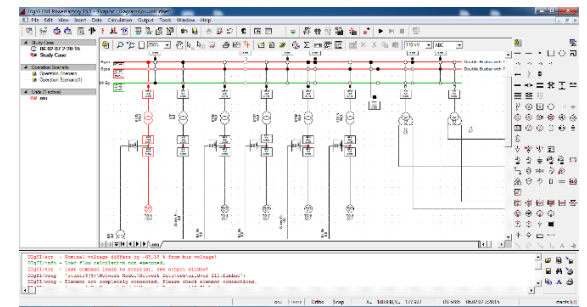
Пауэрфэйктэри программ нь Герман улсын Дигсайлэнт /Digsilent/ компаний зохион бүтээсэн эрчим хүчний салбарын судалгаа шинжилгээнд ашиглах боломжтой инженерийн тооцооны программ хангамж юм. Тус программ хангамжийг ашиглан цахилгаан систем, цахилгаан шугам сүлжээг загварчлах бөгөөд судалгааны чиглэлдээ тохируулан хэрэглэгч цахилгаан схемийг программд оруулж, бүх төрлийн

тооцоо, шинжилгээний үр дүнг гарган авах бололцоотой.

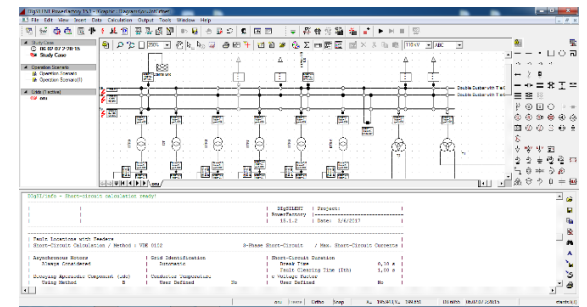
Судлах эрчим хүчний системийн схемийг программ хангамжид оруулан, системд явагддаг нарийн процессуудыг судлах, богино залгааны тооцоог сонирхсон цэгт хийх, түүнчлэн хамгаалалт, автоматикийн төхөөрөмжүүдийг загварчлах замаар судлахыг хичээсэн.



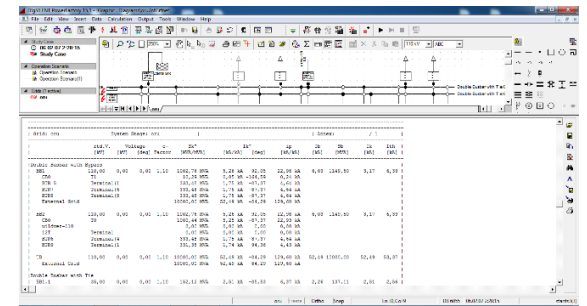
Зураг 4. “Пауэрфэйктэри” программд системийн ажиллах байдал



Зураг 5. “Пауэрфэйктэри” программд системийн чадлын урсгалын тооцоо хийсэн байдал



Зураг 6. “Пауэрфэйктэри” программыг ашиглан богино залгааны тооцоо хийсэн байдал



Зураг 7. “Пауэрфэйктэри” программыг ашиглан богино залгааны тооцоо хийсэн байдал /программын тооцооллыг харуулав/

Тус программ хангамжийг ашиглан эрчим хүчний системийн ачааллын урсгалын тооцоо, бүх төрлийн богино залгаа, системийн тогтворжилт, найдваржилт, хамгаалалтын төхөөрөмжүүдийн ажиллагааг тооцоолох зэрэг эн тэргүүнд шаардлагатай нарийн нийлмэл процессуудыг нэгтгэн судлах боломжтойгоороо судлаачдад давуу талыг олгож байгаа юм.

ДҮГНЭЛТ

1. ТЭХС-д ашиглагдаж байгаа системийн автоматикийн төхөөрөмжүүдэд сүүлийн 5 жилийн турш ажилласан байдлынх нь хувьд судалсан бөгөөд бусад автоматикийн төхөөрөмжүүдтэй харьцуулахад АПВ-гийн төхөөрөмжийн ажиллагаа өндөр, амжилттай ажиллагааны хувь 90-ээс дээш байгаа нь ЦДАШ-д АПВ-г ашиглахад үр дүнтэй байгааг илтгэж буй хэрэг юм.
2. ЭХС-д реле хамгаалалт, автоматикийн төхөөрөмжүүдийн харилцан болон хоорондын ажиллагааны хамаарал чухал нөлөөтэй байх ба тэр дундаа системийн автоматикийн ажиллагааны судалгаанд олон дэвшилтэт функц, арга хэрэгслүүдийг агуулсан “Пауэрфэйктэри”

программ хангамжийг нэвтрүүлэн ажиллах нь судлаачдын хөдөлмөрийг хөнгөвчлөх, онол практикийн утгыг хооронд жиших, харьцуулах, бодитоор тооцоо томьёоллыг хийх боломжуудыг олгож байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Автоматика энергосистем: Учебник для техникумов/ М. А. Беркович, В. А. Гладышев, В. А. Семенов. -2-е изд., перераб. и доп.-М.: Энергоатомиздат, 1985.-208с.ил.
2. Барзам А.Б. Системная автоматика.-4-е изд., перераб. и доп. -М.: Энергоатомиздат, 1989. -446 с. ил.
3. Дроздов, А.Д., Засыпкин, А.С., Аллилуев, А.А., Савин, М.М. Автоматизация энергетических систем. –М.: Энергия, 1977.-440с. ил.
4. Правила устройства электроустановок 3.3.2
5. Э.Должинсүрэн “Төвийн бүсийн эрчим хүчний системийн автоматикийн өнөөгийн байдал, дүн шинжилгээ” эрдэм шинжилгээний өгүүлэл, ШУТИС-ЭХС.

ДОРНОДЫН ШУГАМ СҮЛЖЭЭНД ТООЛУУРЫН НЭГДСЭН СИСТЕМ БАЙГУУЛАХ АСУУДАЛД

Т.Батболд*, Ж.Арслан*

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

Хураангуй: 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, ЦЭХ-ний балансын алдагдлыг бууруулах, нийт дэд станцуудын тоолууруудын үйл ажиллагааг хянах, удирдах зорилгоор тоолуурын нэгдсэн систем байгуулах.

Түлхүүр үг: AMR system, PLC технологи, ЦЭХ-ний балансжилт, тоолуур, концентратор, GPRS, төв сервер.

ОРШИЛ

Одоогийн байдлаар Монгол улсын түвшинд эрчим хүчний системийг хамарсан тоолуурын нэгдсэн систем байхгүй бөгөөд зарим ДЦС болон “ТБЦДС” ХК-ны дэд станцуудад техникийн хяналт хийх зорилгоор жижиг хэмжээний тоолуурын нэгдсэн системийг үүсгэн ажиллаж байна. Үүнээс 2013 онд “ДСЦТС” ХК нь гэр хорооллын 2000 хэрэглэгч, орон сууцны 1000 хэрэглэгчид дээр тоолуурын нэгдсэн системийг хэрэгжүүлж эхлээд байна. Өмнө нь ДБЭХС-д тоолуурын нэгдсэн систем байгуулах талаар судалгаа шинжилгээ огт хийгдэж байгаагүй бөгөөд Дорнодын

цахилгаан шугам сүлжээнд тоолуурын хяналтын нэгдсэн системийг байгуулснаар 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 монторын орон тоог хэмнэх боломжтойгоос гадна Олон улсын жишигт нийцсэн тоолуурын систем үүсэх боломжтой [1].

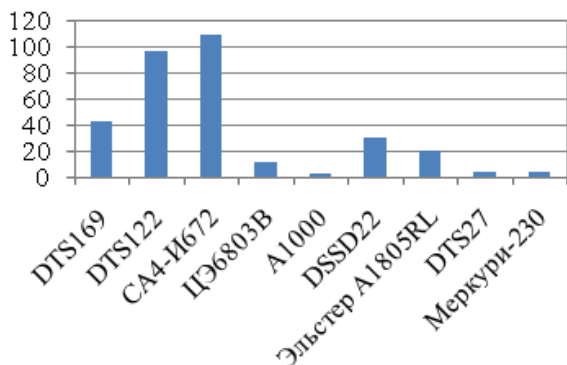
“ДБЭХС” ТӨХК-НИЙ ЦШС-НИЙ ЦЕХЭД АШИГЛАГДАЖ БАЙГАА ТООЛУУРЫН СУДАЛГАА

ЦШС-ний цех нь дорнод бүсийн эрчим хүчний зах зээлд цахилгаан эрчим хүчийг дамжуулагч компаний үүрэг гүйцэтгэдэг бөгөөд ЦШС-ний хэмжээнд 110кВ, 35кВ, 15кВ, 10кВ, 6кВ, 0.4кВ-ын хүчдэлийн түвшний Дорнод аймгийн төв, дотоод хэрэгцээ, сумдын тоолуурыг хамруулаад нийт хяналтын 320 ширхэг тоолуур ашиглагдаж байна.

ЦШС-ний цехэд ашиглагдаж байгаа тоолууруудын судалгааг зураг 1-д үзүүлэв.

Дээрх зургаас харахад Дорнодын цахилгаан шугам сүлжээнд ашиглагдаж буй тоолууруудын 84% нь тоолуурын нэгдсэн системд холбогдох тоолуурын шаардлага хангахгүй байгаа тул тоолууруудыг солих

шаардлага тулгарч байна. Тоолуурын нэгдсэн системд холбогдох боломжтой тоолуурын шаардлагыг DSSD22, A1805RL тоолуурууд хангаж байна [2].



Зураг 1. ЦШС-ний цехэд ашиглагдаж байгаа тоолуурын төрөл

Хүснэгт 1

Дорнодын цахилгаан шугам сүлжээнд ашиглагдаж буй тоолууруудын судалгаа

№	Тоолуурын н марк	Санах ой	Гаралтын интерфейс	ЦШС-д байгаа тоо	Тайлбар
1	DSSD22	Боломжтой	RS485	30	Дорнод аймгийн 6/0.4кВ-ын төвлөрсөн хуваарилах байгууламжуудад ашиглаж байна.
2	Эльстер А1805RL	Боломжтой	RS485	20	

Тоолуурын системийн тухай ерөнхий ойлголт

Тоолуурын систем буюу AMR system (Automatic Meter Reading) гэдэг нь тодорхой төлөвлөлт, зарчимд үндэслэн холбосон хэсэг бүлэг тоолуурын мэдээллийг холбооны ямар нэг систем (шилэн кабель, LAN сүлжээ, GPRS, радио долгион, суурин утасны сүлжээ гэх мэт) ашиглан тухайн тоолуур буюу хэмжих хэрэгслүүдийн (цахилгааны, усны, хийн гэх мэт) төлөв байдал, хэмжсэн буюу тоолж байгаа зүйлийн хэмжээний тухай өгөгдийг тоолуурын системийн мэдээлэл цуглуулан анхан шатны боловсруулалт хийх завсрын төхөөрөмж болох IED/modem эсвэл RTU ашиглан төв серверт цуглуулан урьдчилан боловруулсан програм хангамжаар тухайн өгөгдлүүдэд шаардлагатай хувиргалт, боловсруулалтыг хийсний дараа шинжилгээ, дүгнэлт хийж эцсийн тайлан гаргах цогц системийг ойлгоно. AMR систем нь 2 төрлийн программ хангамжаас бүрдэж ажилладаг. Үүнд:

1. AMR manage system /тоолуур, концентраторуудын мэдээллүүдийг бүртгэх /

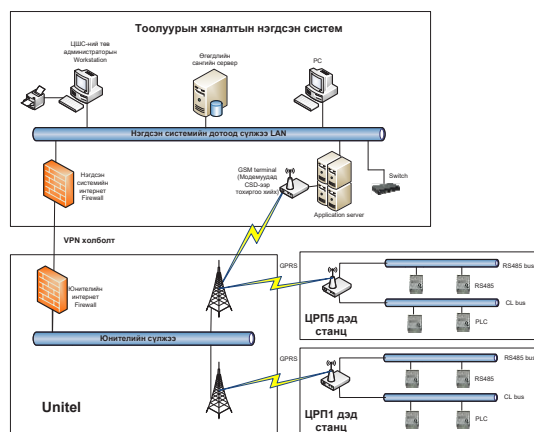
2. AMR reading system /тоолуур, концентраторуудын мэдээллүүдийг унших, удирдах программ хангамж/
Дээрх 2 программ хангамж нь нэгдэж тоолуурын мэдээллийг авах, удирдах үйл ажиллагааны цогц болно. Цахилгаан эрчим хүчний тоолуурын системийг түүний үүрэг зориулалтаас нь хамааруулан ерөнхийдөө дараах 3 түвшинд ангилж үзнэ. Үүнд:

1. Эх үүсвэр болон дамжуулах сүлжээний түвшний
2. Түгээх сүлжээний түвшний
3. Тухайн үйлдвэр, аж ахуйн газрын түвшний

Дээрх 3 түвшнийг мөн үүрэг зориулалтаас нь хамааруулан техникийн хяналтын ба тооцооны тоолуурын системд ангилж үзэх бөгөөд манай улсад дээр дурдсан 2 ба 3-р түвшний тоолуурын системийг байгуулах оролдлогууд хийгдэж эхэлсэн байна [2, 3].

Дорнодын цахилгаан шугам сүлжээнд тоолуурын нэгдсэн систем байгуулах загвар

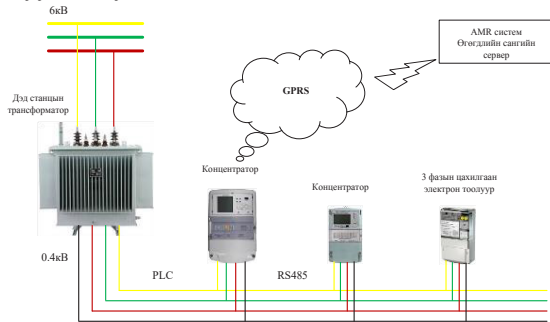
Тоолуурын нэгдсэн систем байгуулахын тулд уг системд холбогдох тоолуурын цэгүүдийг зөв тодорхойлох шаардлагатай. Эхний шатанд Дорнод аймгийн төвлөрсөн 6/0.4кВ-ын хуваарилах байгууламжууд /ЦРП5, ЦРП1, РП6, РП9, ТП22, ТП23, ТП45, ТП46, ТП51, ТП53, ТП78, ТП79, ТП94, ТП52, ТП180, ТП181, ТП173, ТП189, ТП175, РП2, ТП73, КТП21/, дараагийн шатанд аймгийн төвийн бусад дэд станцуудад нэгдсэн системд холбогдох техникийн шаардлага хангасан тоолуур, концентраторуудыг суурилуулах бөгөөд дэд станцуудаас тоолуурын өгөгдлийг мэдээл дамжуулах холбооны системийн хувьд үүрэн телефоны GPRS /Global System for Mobile Communications/ холболтыг ашиглан цахилгаан шугам сүлжээний төв серверт цуглуулан боловсруулалт хийх, ЦЭХ-ний урсгалыг хянах бүрэн боломжтой (зураг 2). Үүрэн телефоны GPRS систем нь суурилуулалт болон ашиглалтын зардал бага байх боломжтой. Тоолуурын системийн холбооны системийн ерөнхий бүтэц дараах байдалтай байна.



Зураг 2. Дорнодын ЦШС-ний тоолуурын нэгдсэн системийн ерөнхий бүтэц

Дорнодын ЦШС-ний тоолуурын нэгдсэн системийн холбооны системийг энгийн бөгөөд хөрөнгө оруулалтын ба ашиглалтын зардал багатай, олон төрлийн холбооны системийг агуулсан төвөгтэй биш байх шаардлагын үүднээс үүрэн телефоны GPRS

сүлжээг ашиглах нь зүйтэй гэж үзэж байна. ЦШС-ний төв байр ба Юнителийн хоорондын шилэн кабелийн холболтоор үүсгэсэн VPN холболтыг ашиглах ба дэд станцуудын хувьд GPRS модемийг ашиглах юм.



Зураг 3. Дэд станц дээрх тоолууруудын холболтын техникийн шийдэл

Тоолуурын системд холбогдох тоолуур, концентраторт тавигдах техникийн шаардлага

ЦШС-ний тоолуурын системд холбогдох тоолуурт дараах ерөнхий техникийн шаардлагууд тавигдах ба үүгээр хязгаарлагдахгүй [4]. Үүнд:

- RS485 интерфейс, PLC төхөөрөмжтэй байх
- Тоолуур хаяглагдах функцыг дэмждэг байх
- Ачааллын графикайн өгөгдлийг 30 минутын интервалаар 2 сараас доошгүй хугацаанд өгөгдлийг өөр дээрээ хадгалах санах ойтой байх
- Мэдээлэл дамжуулах протоколын хувьд IEC1107, DLMS буюу IEC 62056 (эдгээр протоколууд байх нь илүү үр дүнтэй), Alpha Remote Protocol, ANSI C12.21(standard), RTU, Modbus протоколуудыг дэмждэг байх
- Тоолуурыг авахдаа түүний протокол ба үйлдвэрлэгчийн тусгай “specific data tables”-ыг үйлдвэрлэгчээс заавал авдаг байх,
- Цагийн синхроныг төв серверээс хийх үйлдлийг дэмждэг байх
- Тоолуурын энергийн заалтаа автоматаар хадгалдаг байх
- Хүчдэлгүй үед тоолуураас мэдээллийг харах, авах боломжтой, дахин дамжуулах, таслах, залгах релетэй байх

ЦШС-ний тоолуурын системд холбогдох концентраторт /мэдээлэл цуглуулах, дамжуулах төхөөрөмж/ дараах ерөнхий техникийн шаардлагууд тавигдах ба үүгээр хязгаарлагдахгүй. Үүнд:

- RS485 интерфейс, PLC төхөөрөмжтэй байх
- 3 фазын 5A толгойн тоолуурыг ашиглах боломжтой байх
- USB оролттой, GPRS системтэй байх
- Хяналтын системд байнга холбоотой байх
- Үйлдвэрээс баталсан зайнд дэд станц, орон сууц, хэрэглэгчдийн мэдээллийг саадгүй авч, дамжуулах чадвартай байх

Тоолуурын цэгүүдийг тодорхойлсны дараа тоолуурын системийг Дорнодын ЦШС-д байгуулж ашиглахад дараах ажлуудыг хийж гүйцэтгэх шаардлагатай. Үүнд:

- ЦШС-ний төв байранд тоолуурын системийн холбооны, өгөгдлийн сангийн, удирдлагын

серверүүд суурилуулагдахаас гадна операторын компьютерийг суурилуулах

- Дорнодын ЦШС-ний төвлөрсөн 6/0.4кВ-ын хуваарилах байгууламжуудад мэдээлэл дамжуулах холбооны төхөөрөмж IED/modem суурилуулж, 320 тоолуурыг модемд холбон, тоолууруудад мэдээлэл дамжуулах программын тохиргоог хийх
- ЦШС-ний төв байранд тоолуурын нэгдсэн системийн дотоод сүлжээ Firewall/Router –г багтаасан LAN сүлжээ суурилуулах
- Тоолуурын нэгдсэн системийн програм хангамжийг суурилуулж, өгөгдөл оруулах, тайлангийн загваруудыг боловсруулах, сайжруулах, зүгшрүүлэх
- Лиценз бүхий Office, Antivirus програм хангамжуудыг нийлүүлж, суулгах
- Шинэ системийг хариуцан ажиллах администратор болон инженерүүдийн сургалтыг хийх

ДҮГНЭЛТ

- [1]. 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, тайлан гаргах зориулалт бүхий тоолуурын нэгдсэн систем байгуулах шаардлагатай байна.
- [2]. Ийм 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 болно.
- [3]. Мөн тоолуурын нэгдсэн систем байгуулснаар тоолуурын үзлэг, тоолуурын заалт авах зэрэг ажлыг хялбарчилж нэгдсэн системээс хянах, удирдах, өгөгдлийг цуглуулах /тоолуурын заалт/ боломжтой.
- [4]. Орчин үеийн тоолуурын боловсронгуй систем ашигласнаар ашиглалтын үеийн болон боловсон хүчний (байцаагч монтерын) орон тоог хэмнэх боломжтойгоос гадна Олон улсын жишигт нийцсэн тоолуурын систем үүсэх болно.

Ашигласан материал

- [1]. “Эрчим хүчний хөтөлбөр 1” төслийн “Тоолуурын нэгдсэн систем байгуулах ажлын эцсийн тайлан”, “Диспетчерийн үндэсний төв” ХХК, УБ хот, 2012 он.
- [2]. Ж.Арслан, М.Наранбат. “ТЭХС-ийн тоолуурын нэгдсэн систем байгуулах асуудал”, “Ирээдүйн хөгжилд эрчим хүч” сэдэвт ШУТИС ЭХИС-ийн магистр, доктор оюутны эрдэм шинжилгээний бага хурлын эмхэтгэл, 117-123 хуудас.
- [3]. “Эрчим хүч and engineering”, УБ хот, 2013 оны 7 хэвлэл.
- [4]. Веб сайт. <http://www.ecvv.com/product/2306675.html>.

6-35 КВ-ЫН ХҮЧДЭЛТЭЙ ХӨНДИЙРҮҮЛЭГДСЭН НЕЙТРАЛЬ БҮХИЙ ШУГАМ, СҮЛЖЭЭНИЙ ГАЗАРДЛАГЫН ХАМГААЛАЛТЫГ БОЛОВСРОНГУЙ БОЛГОХ НЬ

М.Мөнхдаваа*, Ж.Арслан*

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

Хураангуй. 6-35кВ-ын хүчдэлтэй хөндийрүүлэгдсэн нейтралтай шугам, сүлжээнд газардлагын гэмтлийн байрлалыг тодорхойлох шинэлэг аргыг санал болгож байна. Энэ арга нь реле хамгаалалтын (РХ) төхөөрөмж ба бага чадлаар ажилладаг гэмтэл илрүүлэх индикаторуудаас бүрдэнэ. Газардлагын реле нь тоон сигналыг боловсруулж гэмтлийг илрүүлж, гэмтсэн фазыг тодорхойлно. Энэ аргын үр дүнд газардлагын гэмтэлийн байрлалыг хурдан, хялбар, эдийн засгийн хувьд үр ашигтай тодорхойлж, устгахад оршино.

Түлхүүр үг: Хөндийрүүлэгдсэн нейтраль, газардлагын хамгаалалт, цахилгаан дамжуулах агаарын шугам.

ОРШИЛ

Хөндийрүүлэгдсэн нейтралтай сүлжээнд нэг фазын газардлага гарах үед богино залгаа болдоггүй. Учир нь нэг фазын газардлага гарсан цэгт багтаамжийн гүйдлээр илэрхийлэгдсэн газардлагын гүйдлийн хэмжээ бага байдаг. Нилээд хэмжээний багтаамжийн гүйдэл нь трансформаторын нейтралтай холбогдсон нум унтраагч реактороор компенсцласан байдаг. Компенсацийн дүнд үлдэгдэл гүйдэл бага байх бөгөөд энэ нь газардлага гарсан цэгт нум шатах чадавхгүй болдог. Ийм учраас газардлага гарсан гэмтэлтэй хэсгийг хүчдэлээс тасалдаггүй [1].

Нэг фазын газардлага нь гэмтээгүй фазын хүчдэлийг шугамын хүчдэлтэй тэнцүү болтол өсгөдөг. Нэг фазын газардлага нь цахилгаан шугам сүлжээний гэмтлийн шалтгааны хамгийн их хувийг эзэлдэг. Статистик мэдээллээр энэ гэмтэл нь сүлжээний бүх богино залгааны 80 хүртэл хувийг эзэлдэг байна. Ийм учраас нэг фазын гэмтлээс урьдчилан сэргийлэх тусгай арга хэмжээ авдаг.

Нейтралыг удаан хугацаанд газардлагатай үлдээхийг хориглоно. Нейтралыг газардуулах нь тэг дарааллын гүйдлийн хуваарилалтыг өөрчилж, нэг фазын газардлагаас хамгаалах реле хамгаалалтын селектив ажиллагааг алдагдуулдаг. Хөндийрүүлэгдсэн нейтралтай шугам сүлжээний хувьд газардлагын байрлалыг илрүүлэхэд хугацаа их шаардах ба энэ нь нилээд төвөгтэй юм. Газардлага гарсаныг гэрлэн дохиолол, вольтметр, хүчдэл мэдрэгч реле зэргийг ашиглан хялбар мэдэж болно. Нэг фазын газардлага гарсан үед газардсан фазын хүчдэл тэг рүү буурч, бусад фазын хүчдэл ихэсдэг. Эдгээр аргачлал нь газардлага гарсаныг л мэдэх тул төгс арга биш юм.

Газардлага гарсан цэгийг тодорхойлох арга

Энэ арга нь гэмтлийг илрүүлж, гэмтсэн фазыг тодорхойлж, дэд станцаас хэр хол байгааг хэмждэг. Дараах төхөөрөмжөөс бүрдэнэ. Үүнд:

- Тоон реле
- Тэг дарааллын сигнал үүсгэгч

А. Тоон реле

Тоон реле нь дэд станцын шин дээрх хүчдэл болон шугамын гүйдлийг хянаж, газардлага гарсныг илрүүлэх ба газардлагын байршлын талаарх анхний мэдээллээр хангадаг. Ялангуяа реле нь дараах төрлийн гэмтэлийг илрүүлдэг. Үүнд: газардлагын гэмтэл, фазын гэмтэл, дэд станцын аль шугам гэмтсэнийг, дэд станцаас гэмтэлийн цэг хүртэлх зайг гэх мэт.

Гурван фазын хүчдэлүүдийг газартай харьцуулж фазын гэмтэл, газардлагын гэмтлийн төрлийг илрүүлэхэд ашигладаг. Реле балансын бус хүчдэлийн тэгшитгэлийг ашиглан газардлага гарсан гэмтэлийг илрүүлдэг. Балансын бус хүчдэлийг нэг фаз газар хоорондох фаз тус бүрийн хүчдэлүүдийн нийлбэрээр олно.

$$U_{\text{балансынбус}} = U_{AN} + U_{BN} + U_{CN}$$

Хэрвээ балансын бус хүчдэл их байвал релейны алгоритм гэмтлийн хэлбэрийг тодорхойлохоор үргэлжлэн ажиллана. Релены алгоритм нь нэг фаз газардсан хүчдэлболон фаз хоорондох хүчдэлүүдийг харьцуулдаг. Нэг фаз газардан хүчдэл буурч атогтмолоос бага болоход бусад фазуудын хүчдлийн хэмжээ нэмэгддэг, тухайн фаз дээр газардлага гарсан байдаг.

$$U_{LN} < \alpha | U_{LL} \quad \text{Энд } 0 < \alpha < \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Газардуулгын гэмтэл ба урвуу (invert) газардлагын гэмтлийг хооронд нялгаж болно. Нэг фаз газардсан хүчдлийн хэмжээ β тогтмолоос ихэссэн бол урвуу газардлагын гэмтэл байдаг.

$$U_{LN} < \beta | U_{LL} \quad \text{Энд } 1 < \alpha < 1.5$$

Газардуулгын гэмтэлийн илэрсэн утгын илрүүлэлт дээр реле нь тэг дарааллын сигнал үүсгэгчийг идэвхижүүлж гэмтэлийн гүйдлийн давтамжийг тодорхойлно. Гүйдэл хүчдлийн өөрчлөгч нь дэд станцаас гэмтэлийн байршил хүртэлх эсэргүүцлийг илрүүлэх хэмжигдэхүүнээр релег хангадаг. Реле нь гүйдэл өөрчлөгчийн ажиллагаагаар тэжээгчид үүссэн алдааг илтгэдэг. Гэмтлийн хэмжилтийн дараалал нь хэд хэдэн тэжээлийн давтамжийн циклд тохиолдох ба реле нь сигнал үүсгэгчийг идэвхигүй болгосны дараа ажиллагаа тэмдэглэгдэж, релений урд талын самбар

дээрх газардуулгын гэмтэл идэвхжинэ. Реле нь алдааг зогсох хүртэл эсвэл зөв ажиллагаанд орох хүртэл гэмтлийг тасралтгүй хянасаар байдаг.

Б. Тэг дарааллын сигнал үүсгэгч

Сигнал үүсгэгч нь гэмтсэн хэлхээ рүү бага хэмжээнийхувьсах гүйдлийг үүсгэдэг. Гүйдлийн буцдаагазардуулгын системээр дайрна. Сигналын давтамж нь системийн давтамжаас ялгаатай өөрөөр сонгогдоно. Тохиромжтой утга нь системийн давтамжийн утгыг 10-50 дахин нэмэгдүүлсэнтэй тэнцэнэ [3, 4].

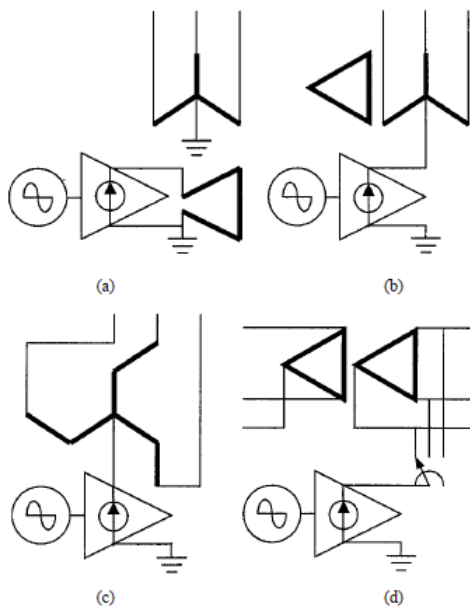
Дэд станцын реле нь сигнал үүсгэгчийг удирддаг. Газардуулгын гэмтэлгарахтай зэрэгцэн тоон реле нь сигнал үүсгэгчийг идэвхижүүлдэг. Сигнал үүсгэгчийн шүүлтүүр нь гүйдлийн сигналыг систем рүү хэдхэн миллисекундэд дамжуулдаг, тоон реле нь сигналын урсгалыг хангалттай хянаж гэмтсэн цэг рүү нэвтрүүлдэг. Реле нь хангамжийн тэжээгчийн гэмтлийг илрүүлж зайг тодорхойлсны дараа гүйдлийн дохионы үүсгүүр нь арилна. Тухайн гэмтэл дэх өөрчлөлтийг илрүүлэх хүртэл хүлээх эсвэл тэжээлийн системийн оператор зайн газардуулгын алдааны индикаторыг дахин ачааллах хүсэлт оруулж болно.

бөгөөд ашиглагдаж байгаа алгоритм нь өндөр нарийвчлалтай гэмтлийн байрлал тодорхойлох боломжтой байх ёстой.

3. Гэмтсэн шугамынзайг заавал таслаж илрүүлэх шаардлагагүй болно
4. Түргэн шуурхай засвар үйлчилгээ хийх боломжийг олгоно. Ингэснээр хэрэглэгчийг найдвартай цахилгаан эрчим хүчээр тасралтгүй хангах бололцоог олгоно.

Ашигласан ном зүй:

1. Б.Мандах, Ж.Арслан.“Цахилгаан хангамжийн реле хамгаалалтавтоматжуулалт. (сурах бичиг)” 2016 он. УБ. Соёмбо принтинг. 45,3 хх.
2. T. Baldwin, F. Renovich, L. Saunders, “Fault Locating in Ungrounded and High-ResistanceGrounded Systems,” *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 37, no. 4, pp. 548-553, July/Aug 2001.
3. L. Dusang, “A Ground Fault Protection Method for Ungrounded Systems,” in 2008 IEEE Electrical Power & Energy Conference, Vancouver, Canada, 2008.
4. www.Gantesla.mn.



Зураг 1. ЭХС дэх сигнал үүсгэгчийн интерфэйс.

(a) Трансформаторын задгай гурвалжин/ од холболт.

(b) Трансформаторын од/гурвалжин холболт.

(c) Трансформаторын Зиг-заг холболт.

(d) Хүчний трансформаторт сэлгэн залгах аргыг ашигласан байдал

ДҮГНЭЛТ

1. Монгол улсын ЭХС-ийн хөндийрүүлэгдсэн нейтральтай системд газардлагын гэмтэлийн байршлыг тодорхойлох шинэ арга, технологи нэвтрүүлэх зайлшгүй шаардлагатай байгаа нь харагдаж байна (жишээ VAMP 255/230 хамгаалалт).
2. Шинээр нэвтэрч буй РХА-ын төхөөрөмжинд гэмтлийн байрлал тодорхойлох функцтэй байх ёстой

ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙН ХӨНДИЙРҮҮЛЭГДСЭН СААРМАГТАЙ ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ГАЗАРЛАГЫН ХАМГААЛАЛТЫГ БОЛОВСРОНГУЙ БОЛГОХ НЬ

М.Урангоо*, Ц.Баяржаргал*, Ж.Арслан*

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

Хураангуй. Хүдрийн ил уурхайн 6кВ-ын хөндийрүүлэгдсэн саармагтай цахилгаан шугам сүлжээний газардлагын гэмтэлээс шалтгаалан тоног төхөөрөмжийн сул зогсолт их гардаг учир газардлагын хамгаалалтыг боловсронгуй болгох шаардлагатай байна.

6(10)-35 кВ-ын сүлжээнд нэг фазын газардлага нийт гэмтэлийн 67-85%-ийг эзэлдэг бөгөөд газардлагын гүйдэл бага байдаг учраас хөндийрүүлэгдсэн саармаг бүхий сүлжээний нэг фазын газардлагыг шууд реле хамгаалалтаар (РХ) тасладаггүй. Гэсэн ч гэмтэлийн үеэр цахилгаан хангамжийн чанар буурч хоёр фазын богино залгаа болон даамжрах аюул нүүрлэхээс гадна гэмтэл гарч байгаа газрын ойролцоо байсан хүмүүст болон мал амьтдад цахилгаан гүйдлийн хөнөөлд өртөх аюултай учраас хөндийрүүлэгдсэн саармаг цэгийн ажлын горим, РХ-ын үндсэн шаардлагуудад хэрхэн нөлөөлж байгааг судалж, комфенсацлагдсан саармагтай горимд шилжүүлсэнээр гарах үр дүнг судалсан. Мөн доо ашиглагдаж байгаа газардлагын хамгаалалтанд микропроцессорын реле хамгаалалтыг мэдрэх болон сонгох чадварыг сайжруулах боломжийг судалсан.

Түлхүүр үг: Шугам, гэмтэл, саатал, саармаг, реле.

ОРШИЛ

Хүдрийн ил уурхайн хувьд хөндийрүүлэгдсэн саармагтай сүлжээний 1 фазын газардлага гарах тохиолдол нийт гэмтлийн 67-85%-г эзэлж байна. Энэ гэмтэлийн үед ажиллах ёстой уламжлалт тэг дарааллын гүйдлийн хамгаалалт нь ажиллах хурд, сонгох болон мэдрэх чадвар нь шаардлагыг хангахгүй байна. Иймээс энэ төрлийн гэмтлийн үед тухайн сүлжээнд холбогдсон вакуум таслуур гэмтэх, кабель, хөдөлгүүрийн тусгаарлага нэвт цохигдох зэрэг гэмтэл их гардаг.

Газардлага гарах эхний агшинд гэмтсэн тоноглолыг зөв тодорхойлж таслаагүйгээс хэд хэдэн тоноглол зэрэг гэмтэх тохиолдол их байгаа нь гэмтэл, саатлын судалгаанаас харагдаж байна. Иймээс хөндийрүүлэгдсэн саармагтай сүлжээний 1 фазын газартай богино залгааг мэдэрч таслах чадвар сайтай, хурдан үйлчилгээтэй реле хамгаалалт хэрэгтэй болно. Газардлагын хамгаалалт шаардлага хангахгүйн улмаас экскаватор болон бусад үндсэн тоноглолууд олон цагаар зогсох, хамгаалалт буруу ажиллах, цаашлаад хүний амь насанд аюул учирч болзошгүй нөхцөл байдал байдаг. Иймээс үүний учир шалтгааныг судлан тогтоож, хамгаалалтын найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх зорилгоор энэхүү судалгааны ажлыг хийсэн болно [1].

Зорилт

- Хүдрийн ил уурхайн 6 кв-ын шугам сүлжээний гэмтэл саатлын судалгаа хийх
- Саармагийн ажлын горимийг судалж, шинэчлэх боломжийг судлах
- Газардлагын хамгаалалтын судалгаа хийж, боловсронгуй болгох арга замуудыг судлах

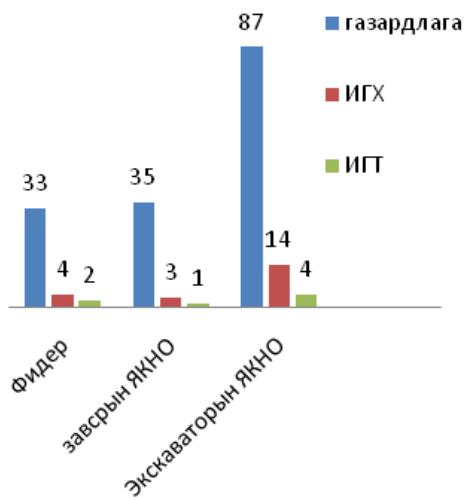
Эрдэнэт үйлдвэрийн ХИУ-н цахилгаан хангамжийн өнөөгийн байдал

Хүдрийн ил уурхайн 6 кв-ын шугам сүлжээ ЦРП-4/1, 4/2 гэсэн 35/6кв-ын ерөнхий бууруулах дэд станцын 6 фидерээс 15 ширхэг ЯКНО (ячейка комплектная наружной установкой отдельной ячейки), 10 ширхэг ПКТП-ээр дамжуулан тэжээгдэх үндсэн буюу суурин шугам, зөөврийн буюу хөдөлгөөнт гэсэн 2 шугамаас бүрддэг. Хөдөлгөөнт шугам нь сар бүр өөрчлөгддөг [2].

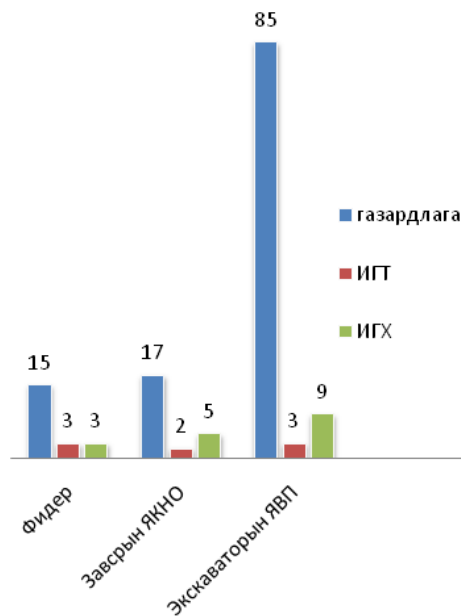
Ил уурхайд 6кВ-ын 250-аад тулгууртай, 12,5-15 км суурин шугам, 22.5-29 км нийт 450-480-аад тулгууртай суурин шугамтай. Нийтдээ ил уурхайд 6кВ-ийн 35-44км шугам урт шугам байна.

Техникийн дэвшилтэт технологийг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх ажлын хүрээнд хуучин экскаваторуудад орчин үеийн микроконтроллерын удирдлагатай иж бүрэн систем бүхий шкафуудыг солих удирдлагын пульт болон комутацын төхөөрөмжийг шинэчлэх, сүлжээний хүчдэлийн уналтаас сэргийлэх орчин үеийн асаах төхөөрөмж /УРС-350/ суурилуулах зэрэг ажлуудыг шаг дараатайгаар хэрэгжүүлсэн. Мөн ПП-630/6, КРУН-630/6 маркын өндөр хүчдэлийн сэлгэн залгах төхөөрөмжүүдэд чиглэлтэй газардлагын хамгаалалт 7SN600-ыг тавьж ашигласнаар хамгаалалтын үр дүн сайжирсан. Сүүлийн үеийн экскаваторын тэжээлд ЯКНО-10УВП, ЯВП-6 зэрэг вакуум таслууртай, микропроцессорын релегээр тоногдсон сэлгэн залгах төхөөрөмжүүдийг ашиглаж байгаа нь энгийн эвдрэл гэмтэл бага гардаг тул тоног төхөөрөмжийн сул зогсолтыг багасгаж байна. Кабелийн газардлагын хамгаалалтанд дээр 2009 оноос хойш Германы Siemens фирмийн Siprotec 7SN600 ашиглаж байгаа. Siprotec 7SN600 газардлагын хамгаалалттай микропроцессорын релег 7 жилийн хугацаанд хэрэглэж байгаа ба ашиглалтын явцаас харахад энэхүү релений дутагдалтай тал нь:

- Реле хамгаалалтын төхөөрөмжийн тодорхой гүйдлийн оролтууд нь гадны нөлөөллөөс хамгаалсан экрангүй хийгдсэн байдаг.
- Фидер газардлагын хамгаалалтаар тасарсан үед зэрэгцээ ажиллаж байгаа фидер дагаж тасардаг гэх мэт.



Зураг 1. Фидер27-ийн реле хамгаалалтын ажилласан байдал



Зураг 2. Фидер 11-ийн реле хамгаалалтын ажилласан байдал

2015 оны нэг жилийн гэмтлийн судалгааг харахад зэрэгцээ ажиллаж байгаа фидер хамт тасарсан тохиолдол 2 удаа, зэрэгцээ ажиллаж байгаа завсрын ЯКНО хамт тасарсан нийт 5 удаагийн тохиолдол гарсан ба энэ нь Сипротек релений сонгох чадвартай холбоотой.

Хүдрийн ил уурхайн 6кВ-ын шугамын хамгаалалтанд 2011 оноос ОХУ-ын БЗМ-4-У2 зэрэг микропроцессорын релег ЯВП-тэй хамг хэрэглэж байна. Энэ төхөөрөмж нь цахилгаан байгууламжийн ба цахилгаан хангамжийн (3-35) кВ хүчдэлтэй шугамуудын янз бүрийн гэмтэлийн үед дохиолол ба таслалтанд үйлчлэнэ. Үүнд: Хэт ачааллын гүйдэл, богино залгааны гүйдэл ГИХ, нэг фазын газардлага-ОЗЗ мөн сүлжээний фаз тасралт фаз тасратын үед ажиллана.

Өндөр эсэргүүцэл (HR₀)-ээр дайран ажилладаг 6кВ-н сүлжээний нейтралын газардуулгын байгууламж.

Металл 1 фазын газардлагын идэвхтэй гүйдлийн бүрэлдэхүүний хэмжигдэхүүний тодорхойлно.

6кВ-ын шугам сүлжээний гэмтэл, газардлагын хамгаалалтын судалгаа

Цахилгаан системийг бүрдүүлэгч тоног төхөөрөмжид ашиглалтын үед төрөл бүрийн гэмтэлүүд, хэвийн бус горим үүсдэг. Гэмтэл нь тоног төхөөрөмжийн хуучралт, хүний буруутай үйлажиллагаа, гадны нөлөөлөл гэх мэт шалтгаануудаас болж үүсдэг. Цахилгаан системийн аюулгүй, найдвартай ажиллагааг хангах нь ЦДАШ-д гарсан гэмтлийг шуурхай илрүүлэн богино залгааны гэмтлийн байрлалыг тодорхойлох явдал байдаг. Аваарийн үеийн параметруудийг ашиглан түүнд математик боловсруулалт хийх аргачлал боловсруулах, бүртгэж авсан аваарийн процессын мэдээллүүдэд шинжилгээ хийх, гэмтэлийн байрлал тодорхойлох аргуудын нарийвчлалуудыг дээшлүүлэх арга, алгоритмуудыг боловсронгуй болгох, одоо байгаа реле хамгаалалтын ажиллагааг судлах шаардлага гарчирсний улмаас энэхүү судалгааг хийлээ.

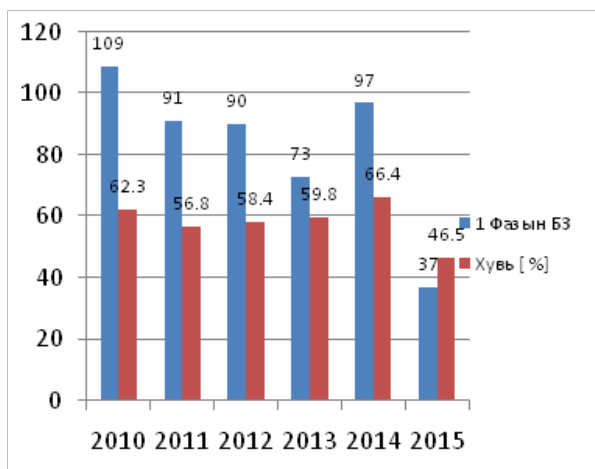
Ил уурхайн цахилгаан шугам сүлжээний найдвартай ажиллагаа, үндсэн тоноглолын хэвийн байдлаас үйлдвэр, уурхайн тогтвортой ажиллагаа онцгой хамаардаг. Уурхайн цахилгаан шугам сүлжээний найдвартай ажиллагааг хангахад түүний онцлогийг тооцох нь зүйтэй. Ил уурхайн цахилгаан шугам сүлжээ нь дараах онцлогуудтай:

- Уурхайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ихэнх хэсэг нь гадаа, ил байрладаг;
- Цахилгаан сүлжээнд холбогдох хэрэглэгчийн тоо, байрлал үйлдвэрлэлийн процессоос хамаарч байнга өөрчлөгддөг, олборлолт, ашиглалт их талбайд явагддаг;
- Шугамын урт нь их биш боловч уулын ажлын өрнөлтийг даган цахилгаан ачаалал нь өргөн хязгаарт өөрчлөгдөж, кабель шугам сүлжээ нь байнга хөдөлгөөнд оршдог тасралттай ба тасралтгүй ажиллагаатай машин, тоног төхөөрөмжийг цахилгаан эрчим хүчээр хангахдаа тусгай залгах дэд өртөө ашигладаг.
- Зөөврийн машин, тоног төхөөрөмжийн кабель газрын хөрсөн дээр чирэгдэх, түүнчлэн тусгаарлагыг гэмтээх нь элбэг байдаг учраас нэг фазын газардлага үүсч гэмтэл, зогсолт гарах нөхцөлийг бүрдүүлдэг;
- Чулуулгийн хатуулаг, ажлын доголын байрлал нь ашиглалтын явцад өөрчлөгдөж байдаг зохицуулан уян кабель, агаарын шугамыг байнгын шилжүүлдэг;
- Машин механизм, тоног төхөөрөмжид тэсэлгээний ажил гэмтэл учруулахаас зайлсхийж машин, тоног төхөөрөмж, агаарын ба кабель шугамыг тэсэлгээ хийхийн өмнө тэсэлгээний ажлынталбайгаас гадагш аюулгүй газар шилжүүлэх болон буцаан угсардаг.

Эдгээр онцлогоос шалтгаалан ил уурхайн шугам сүлжээнд гэмтэл, саатал их гардаг.

Ил уурхайд хэрэглэдэг тусгаарлагдсан саармагтай цахилгаан сүлжээний тусгаарлалын байдлын бодит үзүүлэлт нь нэг фаз газардлагын гүйдлийн хэмжээг

үнэлэх, түүнийг багасгах техникийн арга хэмжээг боловсруулах, нэг фазын газардлага гарсан үед үүсэх алхамын болон шүргэх хүчдэлийн бүсийг багасгах, ослын тоо, хүндрэлийг барасгах, РХ-ын тавилыг нарийвчлах боломж олгоно [1, 3].



Зураг 3. ХИУ-н 6 кв-ын шугам сүлжээний газардлагын гэмтлийн тоо

Фидер болон завсрын таслах пунктууд дээрээ Германы Siemens фирмийн Siprotec 7SN60 микропроцессорын реленүүд, төгсгөлийн таслах төхөөрөмж дээрээ ОХУ-н ЗЗН, мөн БЗМ-4 микропроцессорын реленүүдтэй. Одоогийн тэг дарааллын хамгаалалтанд ашиглаж буй реленүүдийн судалгааг хүснэгт 2-дүгээлэв [2].

Хүснэгт2.

Одоогийн тэг дарааллын хамгаалалтанд ашиглаж буй реленүүд

№	Төрөл	Тип	Ажиллах зарчим	Хаана байгаа	Тоо ширхэг
1	Цахилгаан механик	ЗЗН	3I ₀ , 3U ₀	Төгсгөлийн ЯКНО	5
2	Цахилгаан механик	ЗЗП	3I ₀ , 3U ₀	Төгсгөлийн ЯКНО	2
3	Микропроцессор	SIPROTEC	3I ₀ , 3U ₀	Завсарын ЯКНО, Фидер	12
4	Микропроцессор	БЗМ-4	3I ₀ , 3U ₀	Төгсгөлийн ЯКНО	9

Эдгээр хувилбаруудаас 3-р хувилбар нь мэдрэх чадварын хувьд нөгөө хувилбаруудаасаа илүү бөгөөд микропроцессорын элементийн бааз дээр хийгдэх орчин үеийн хамгаалалт нь ямар нэгэн тодорхой ангилалт хамаарахгүй, тодорхой хэдхэн төрлийн алгоритмыг ашиглаж байгаа юм. Ийм хамгаалалтыг авч үзэхдээ түүнд “суулгасан” хоёр ба түүнээс дээш тооны ангиллын тухай л яригдах болно.

“Эрдэнэт үйлдвэр” ХХК-ийн хүдрийн ил уурхайн (ХИУ) 6кВ-ын цахилгаан шугам сүлжээнд 2010-2015 онд гарсан гэмтлийн судалгааг хийж үзэхэд нийт гэмтэлд нэг фазын газардлагын эзлэх хувь 79,6 хувь эзэлж байна. Хүдрийн ил уурхайд 2010 онд 127, 2011 онд 119, 2012 онд 113, 2013 онд 90, 2014 онд 109, 2015 оны 9 сар 27 гэмтэл гарч буурч байна. Энэ нь ил уурхайн шугам сүлжээний реле хамгаалалтыг микропроцессорын элементийн баазад шилжүүлсэнтэй холбоотой.

ДҮГНЭЛТ

ХИУ-н 6кВ-н цахилгаан хангамжийн тусгаарласан саармагтай системд нэг фаз газартай богино залгаа болох үед ажилладаг газардлагын хамгаалалтын сонгох чадвар ашиглалтын шаардлага хангахгүй байгаа болон агаарын шугаманд өөрөө устгах газардлага үүсэх үед хамгаалалтаар тасрах зэрэг дутагдалтай талыг арилгах зорилгоор ажлын горимийг оновчлох болон ЯКНО-г ЯВП-ээр шинэчилж ашигласнаар дараах үр дүнд хүрнэ.

Үүнд:

1. Тоног төхөөрөмжийн сул зогсолт багасана
2. Цахилгаан тоног төхөөрөмж дээр ажиллаж байгаа хүмүүсийн аюулгүй ажиллагаа 60%-аар дээшлэнэ. Хамгаалалтын сонгох чадвараас шалтгаалан үүсэх сул зогсолт үгүй болно.
3. Фидер – Завсрын ЯКНО – Эскаваторын ЯКНО хамгаалалт нь бүрэн микропроцессорын реле хамгаалалттай болно. Ихэнх гэмтлүүд эскаваторын ЯКНО дээр гардаг ба өөрийн бүс доторх богино залгаанд 80% сонгож, найдвартай ажилж чадна. Ингэснээр завсрын ЯКНО, фидер дээрх хэрэглэгчдийн сул зогсолтыг багасгаж чадна.
4. Эскаваторын ЯКНО хийх засвар үйлчилгээний ажил 80% буурна. Нэг фазын газардалт хамгийн их буюу нийт гэмтлийн % эзэлж байгаа нь 1км сүлжээнд оногдох тасалдалтын тоо байгаа нь харьцангуй их байна.
5. Тогтворгүй гэмтэл 25% эзэлж байгаа ба газардалтын үед фидер, завсрын таслах пункт дээр шууд таслалтыг хийж байгаа нь тасалдалтын тоон үзүүлэлт их гарахад байхад нөлөөлж байна;
6. Ослын зогсолтын ойролцоогоор 50% нь гэмтэл гарсан газрыг хайхад зарцуулагдаж байна.

Ашигласан ном зүй

1. Б.Мандах, Ж.Арслан.“Цахилгаан хангамжийн реле хамгаалалт автоматжуулалт. (сурах бичиг)” 2016 он. УБ. Соёмбо принтинг. 45,3 хх.
2. “Эрдэнэт үйлдвэр” ХХК-ийн РХА-ын төхөөрөмжийн тасралтын судалгаа. 2015-2017 онууд.
3. Г.Сандагдорж, Т. Биндерьяа “Ил уурхайн цахилгаан хангамжийн тооцоо хийх аргачлал” Улаанбаатар хот, 2015 он, 15хх

БАРУУН БҮСИЙН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН ГОРИМЫН СУДАЛГАА

Г.Мандахбаяр*, Ш.Гантөмөр*

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

Хураангуй. Аливаа улсын хөгжлийг тодорхойлох нэг чухал салбар бол эрчим хүчний салбар юм. Сүүлийн жилүүдэд асар хурдтай техник технологийн хөгжлийг даган эрчим хүчний хэрэглээ асар ихээр нэмэгдэх болсон билээ. ЭХС-ийн тогтсон горимын тооцоо нь тооцоолох электрон машингүйгээр төсөөлөх аргагүй юм. Учир нь орчин үеийн цахилгаан системийн орлуулалтын схем бол хэдэн зуугаас хэдэн мянган зангилаатай байх тул түүний төлөв байдлын тэгшитгэлийн хэмжээ маш их байдаг. Тогтсон горимын тооцооны математик загварууд нь цахилгаан техникийн үндсэн хуулиудаас урган гардаг. Тооцоонд Кирхгофын I, II ба Омын хуулийг ашиглан цахилгаан хэлхээний төлөв байдлын тэгшитгэл, хүрээний гүйдлийн тэгшитгэл, зангилааны хүчдлийн тэгшитгэл, гэсэн үндсэн гурван төрлийн тэгшитгэл, загварыг ашиглаж болно [1]. Энэхүү тооцоо судалгаагаар манай улсын баруун хязгаарын эрчим хүчний системд горимын судалгаа хийж дүн шинжилгээ хийхэд оршино.

Түлхүүр үг: Тогтсон горим, параметр, чадал

I. ОРШИЛ

Дэлхий нийт улс орнууд маш хурдтайгаар шилжиж буй хөгжлийн энэ шинэ эрин үед хүмүүсийн оюуны хөгжил материаллаг хэрэгцээг хангахын тулд дэд бүтцийн салбарыг хөгжүүлэх, нэн ялангуяа эрчим хүчний чухал салбар болсон цахилгаан эрчим хүчний "үйлдвэрлэлт, дамжуулалт, хуваарилалт"-ын салбарыг эрчимтэй хөгжүүлэх шаардлага манай улсад нэн тэргүүний асуудал болж байна [4].

Манай Монгол улс одоогоос 40 жилийн тэртээ анх удаа ОХУ-с 220 кВ-ын эрчим хүчийг импортоор авсанаар хөгжлийн шинэ үеийг бий болгож чадсан билээ. Эрчим хүчний салбарыг хөгжүүлэн үйл ажиллагааг нь сайжруулахын тулд цахилгаан шугам сүлжээ, системийн найдвартай ажиллагааг бүрдүүлэн, хэвийн оновчтой горимоор хэрэглэгчдийг чанартай цахилгаан эрчим хүчээр тасралтгүй хангах замаар техник эдийн засгийн үр ашгийг дээшлүүлж, улмаар цахилгаан системийн горимыг удирдах шинэ техник, технологийг эрчимтэй нэвтрүүлэх шаардлагатай. Эдгээр арга хэмжээг цахилгаан системийн ажлын горимын нарийвчилсан тооцоо, судлагааны үр дүнд шинжилгээ хийж түүний үндсэн дээр хэрэгжүүлэх боломжтой. Үүний тулд цахилгаан системийн горимд судалгаа, шинжилгээ хийх, тооцооны орчин үеийн математик загвар, аргачлал, алгоритм, тооцооны программ хангамжийг боловсруулан үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх явдал нь нэн чухал юм [6].

II. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Цахилгаан системийн тогтсон горим нь горимын параметрууд болох салаа тус бүрийн бүрэн чадлын утга, гүйдэл, зангилааны хүчдлийн утга зэрэг параметруудээр тодорхойлогддог. Тогтсон горимыг тодорхойлохын тулд цахилгаан систем, ЦШС-ний схем, зангилаанууд дээрх ачаалал болон үүсгэгчийн гаргаж буй бүрэн чадал, баланслагч зангилаан дээрх хүчдэл шаардлагатай. Хэвийн болон аваарын дараах горимын үед л тооцоог гүйцэтгэнэ. Тогтсон горимыг тодорхойлохдоо цахилгаан систем симметр бус горимоор ажиллаж байсан ч тооцоог хялбарчилах зорилгоор симметр горимыг авч үздэг. Тогтсон горимын тооцооны үр дүнд өгөхдөө зөвшөөрөгдөх горимын параметртэй харьцуулан тодорхойлдог. Хүчдлийн утгыг тусгаарлагчийн ажлын зөвшөөрөгдөх нөхцөл, хүчдэл тохируулагчийн дээд доод хязгаарын нөхцөл, гүйдлийн утгыг дамжуулагчийн халах нөхцөл, чадлын хамгийн бага алдагдлын нөхцөл, чадлыг хэрэглэгчийн авч байгаа болон үүсгэгчийн гаргах чадлын хязгаарын зөвшөөрөгдөх утгаар шинжилдэг [1].

A. Цахилгаан системийн тогтсон горим, түүний тооцооллын тухай

Цахилгаан системийн тогтсон горимын тооцоог гүйцэтгэх зорилго олон янз байдаг. Тооцооны үр дүнг юунд ашиглах, түүнд тавигдах ажлын нөхцөл байдал зэргээс ихээхэн хамаарна. Тооцоонд янз бүрийн шаардлага тавигдах учир тэдгээрийн онцлог нөхцлүүдийг хангасан тооцооны загвар болон аргыг сонгох шаардлагатай болдог.

Цахилгаан систем болон цахилгаан шугам сүлжээний тогтсон горимын тооцооны зорилгыг доорхи байдлаар ангилж болно. Үүнд:

1. Нэг хүчдлийн түвшин бүхий ЦШС-ний төсөл боловсруулахад горимын параметрийг тодорхойлох
2. Хэд хэдэн хүчдлийн түвшинтэй үед ЦШС-ний төсөл боловсруулахад горимын параметрийг тодорхойлох
3. Цахилгаан системийн хүчдэл, хуурмаг чадал тохируулах компенсацилах төхөөрөмжийн параметрийг сонгох
4. Ажиллаж байгаа системийн ажлыг горимд дүн шинжилгээ хийж, үнэлгээ өгөх
5. Цахилгаан системийн ажлын горимыг оновчлох
6. Цахилгаан системийн үүсгэгч генераторуудын ажлын горим, статик, динамик тогтворжилтыг үнэлэх зэргээр ангилдаг [1].

В. Цахилгаан дамжуулах шугамын орлуулгын схем

Цахилгаан дамжуулах шугамын параметр нь шугамын уртын дагуу жигд тархсан байдаг тул “Жигд тархсан параметр” бүхий хэлхээгээр төлөөлүүлэн авч үздэг. Ийм маягийн олон тооны элемент бүхий хэлхээнд нарийвчилсан тооцоо хийх нь маш хүнд, маш нийлмэл байдаг. Үүнтэй уялдуулан цахилгаан дамжуулах шугамын тооцоог хялбарчлахын тулд тархмал параметруудийг төвлөрсөн байдлаар тооцсон “П” ба “Т” хэлбэрийн орлуулгын схемийг ихэвчлэн ашиглан тооцоог гүйцэтгэдэг. Энэ тохиолдолд шугамын урттай холбоотойгоор зохих алдаа гарах бөгөөд энэ алдаа нь “П” ба “Т” хэлбэрийн орлуулгын схемийн хувьд ижил байна. Агаарын шугамын урт 300-350 км, кабель шугам 50-60 км-ээс бага урттай үед тархмал параметртэй шугамыг төвлөрсөн параметр бүхий орлуулгын схемээр тооцоо хийхэд бодит байдалд ойртох бөгөөд урт дээрх хэмжээнээс их тохиолдолд “Урт шугамын тооцооны аргачлал”-ыг ашиглах нь зүйтэй. Урт шугам буюу хэт өндөр хүчдлийн шугамын горимын тооцоонд тархмал параметрийг тооцсон дөрвөн туйлтаар орлуулан авч үздэг. “П” хэлбэрийн орлуулгын схем нь дагуу элемент болох бодит, хуурмаг эсэргүүцэл $Z = R + jX$, хөндлөн элемент болох бодит, хуурмаг дамжууламжаар $Y = G + jB$ шугаманд явагдах физик процессийг төлөөлүүлэн орлуулсан байдаг.

Эдгээр параметрийг ерөнхий тохиолдолд дараах маягаар олно.

$$P = P_0 \cdot L \quad (1.1)$$

Үүнд: $P_0 \{r_0, x_0, g_0, b_0\} - L = 1$ км үед харгалзах шугамын дагуу ба хөндлөн параметр (нэгж параметр).

Цахилгаан дамжуулах шугамыг горимын тооцоонд орлуулгын схемүүдээр төлөөлүүлэн авч үздэг. Тооцоог хялбарчилах зорилгоор шугамын хүчдэл, орчны нөлөө зэргээс хамааруулан дээрх “П” хэлбэрийн орлуулгын схемээс зарим параметрийг тооцохгүй орхиж болно [1].

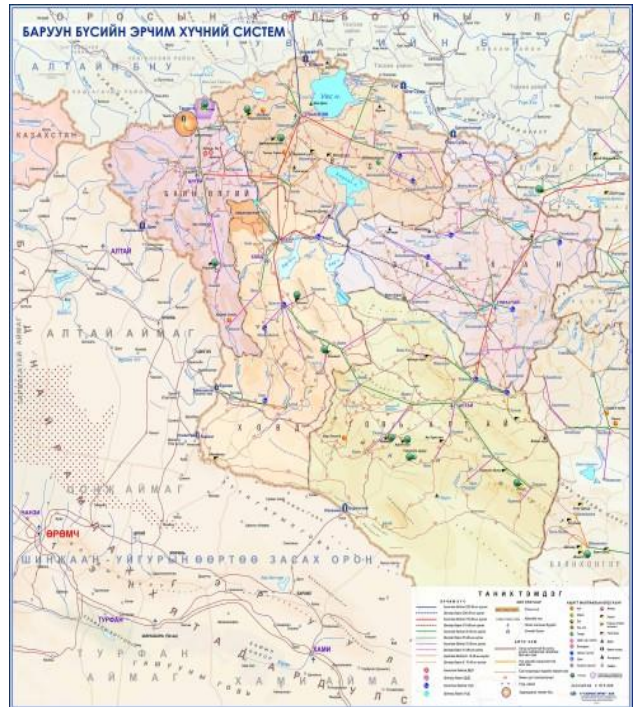
III. ББЭХС-ИЙН БҮТЭЦ, ҮЙЛ АЖИЛЛАГАА

ББЭХС нь ОХУ-ын Красноярский УЦС-аас 220/110/10 кВ-ын Чадан дэд станцаар дамжуулан цахилгаан эрчим хүчийг импортлоор авч Увс, Ховд, Говь-Алтай аймгуудыг цахилгаан эрчим хүчээр хангаж байна. Мөн түүнчлэн БНХАУ-ын Шинжан Уйгарын өөртөө засах орны Алтай аймгийн эрчим хүчний системээс Такешкен боомтоор дамжуулан 35 кВ-ын ЦДАШ-аар Ховд аймгийн Булган, Үенч сумдыг 10кВ-ын ЦДАШ-аар Алтай сумыг тус тус цахилгаан эрчим хүчээр хангаж байна.

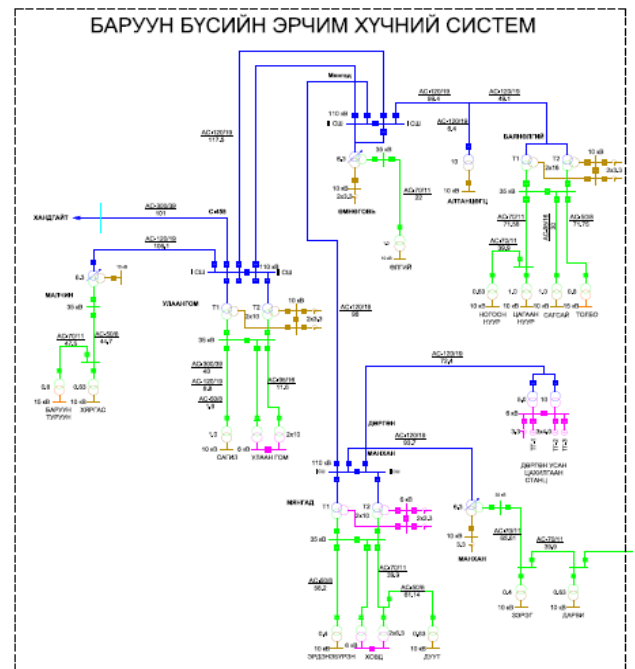
ББЭХС ТӨХК нь 110 кВ-ын 746 км, 35 кВ-ын 816.1 км, 110/35/10 кВ-ын 7ш, 35/10 кВ ба 35/0,4 кВ-ын 17ш дэд станцуудаар цахилгаан эрчим хүчийг дамжуулан баруун бүс нутгийн 4 аймгийн төв, 55 сум, 43 багийн төв суурин газрыг цахилгаан эрчим хүчээр найдвартай, тасралтгүй хангаж байна.

2008 онд Ховд аймгийн Дөргөн суманд “Чоно харайх”-ын гол дээр 12 МВт суурьлагдсан хүчин чадалтай Дөргөний УЦС-ийг барьж байгуулсан нь

ББЭХС-д хоёрдогч эх үүсвэрийг бий болгосон юм. ББЭХС ТӨХК нь Дөргөний УЦС-ыг өөрийн охин компани болгосноор ББЭХС эрчим хүчний хангамжийн хувьд ОХУ-ын Красноярский эрчим хүчний системээс тус тус тэжээгдэж эхэлсэн бол 2009 оны 12 сарын 29-ээс Алтайн цаадах 3 сумдыг БНХАУ-аас цахилгаан эрчим хүчийг импортлоор авч цахилгаан эрчим хүчээр тасралтгүй, найдвартай хангаж эхэлсэн юм.



Зураг 1. Баруун Бүсийн Эрчим Хүчний Систем



Зураг 2. ББЭХС-ийн тооцооны схем

Хүснэгт 1
ББЭХС-ийн тооцооны анхдагч өгөгдөл

Дэд станц	Марк, тип	Хүчдэл, кВ	P, МВт	Q, МВАр
Улаангом	АС-300/39	110/35/10	6,0057	1,9032
Малчин	АС-120/19	110/35/10	1,0272	0,3764
Өмнөговь	АС-120/19	110/35/10	0,6551	0,2761
Алтанцөгц	АС-120/19	110/10	0,2758	0,1822
Баян-Өл	АС-120/19	110/35/10	6,3736	2,4830
Мянгад	АС-120/19	110/35/6	7,3335	2,6723
Манхан	АС-120/19	110/35/10	1,8334	0,7170
Дөргөн	АС-120/19	110/35/10	-4,83	-0,78

Хүснэгт 2
ББЭХС-ийн орлуулгын схемийн параметрийн тооцоо

Дэд станц	Урт, км	$r_0, Ом$	$x_0, Ом$	$R, Ом$	$X, Ом$
Улаангом	101	0,1046	0,3943	10,5697	39,8202
Малчин	106,1	0,2669	0,4229	28,3233	44,8722
Өмнөговь	117,5	0,2669	0,4229	31,3665	49,6935
Алтанцөгц	99,4	0,2669	0,4229	26,5347	42,0386
Баян-Өл	49,1	0,2669	0,4229	13,1072	20,7655
Мянгад	96	0,2669	0,4229	25,6271	40,6007
Манхан	93,7	0,2669	0,4229	25,0131	39,6279
Дөргөн	72,4	0,2669	0,4229	19,3271	30,6197

Хүснэгт 3
Трансформаторын паспортын анхдагч өгөгдөл

Марк, тип	ΔP_{K3}	ΔP_{xx}	ΔU_{K3}	I_{xx}	$S_{ном}$
	кВт	кВт	%	%	кВА
ТДТН	76	19	10,5	1,1	10
SZ9	58	14	10,5	1,2	6,3
ТМТН	58	14	10,5	1,2	6,3
ТДТН	22	5,5	10,5	1,5	2,5
ТДТН	96	26	10,5	1	16
ТДТН	76	19	10,5	1,1	10
SFS79	58	14	10,5	1,2	6,3

Хүснэгт 4
Трансформаторын параметрийн тооцоо

Дэд станц	Марк, тип	ΔP_{xx}	ΔQ_{xx}	$R, Ом$	$X, Ом$
		кВт	кВт		
Улаангом	ТДТН	0,0095	0,11	2,5128	71,08
Малчин	SZ9	0,014	0,0756	19,326	225,7
Өмнөговь	ТМТН	0,014	0,0756	19,326	225,7
Алтанцөгц	ТДТН	0,0055	0,0375	42,592	508,2
Баян-Өл	ТДТН	0,013	0,32	1,2398	44,43
Мянгад	ТДТН	0,0095	0,22	2,5128	71,08
Манхан	SFS79	0,014	0,0756	19,326	225,7

$$\begin{aligned}
 U_1 &= 124,3кВ & U_7 &= 124,3кВ & U_{13} &= 124,9кВ & U_{19} &= 126,3кВ & U_{25} &= 125кВ \\
 U_2 &= 123,3кВ & U_8 &= 124,3кВ & U_{14} &= 124,3кВ & U_{20} &= 124,9кВ & U_{26} &= 125,1кВ \\
 U_3 &= 123,3кВ & U_9 &= 125,5кВ & U_{15} &= 124,1кВ & U_{21} &= 124,8кВ & U_{27} &= 127,5кВ \\
 U_4 &= 123,2кВ & U_{10} &= 125кВ & U_{16} &= 123,3кВ & U_{22} &= 124,7кВ & & \\
 U_5 &= 125,2кВ & U_{11} &= 124,8кВ & U_{17} &= 122,9кВ & U_{23} &= 126,6кВ & & \\
 U_6 &= 124,4кВ & U_{12} &= 124,9кВ & U_{18} &= 123,3кВ & U_{24} &= 125,2кВ & &
 \end{aligned}$$

Зураг 3. Тооцооны реакторгүй үеийн хүчдлийн утга

Тооцоонд хүчдлийн утгыг бууруулах зорилгоор РТМ-3300/10 маркын шунтлах реакторыг ашиглав [9].



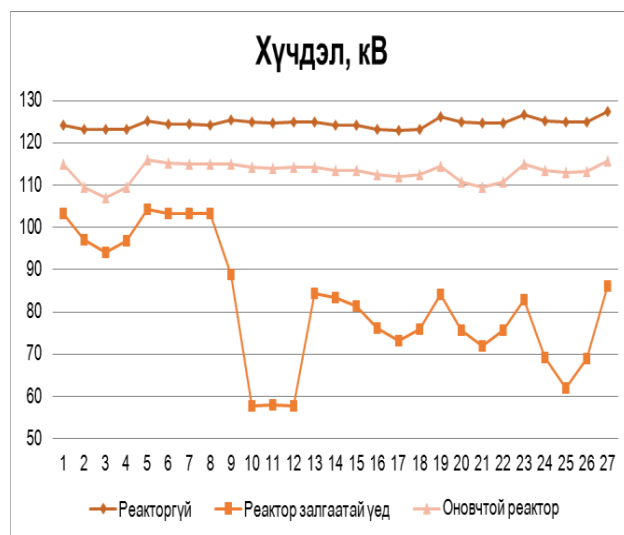
Зураг 4. РТМ-3300/10 маркын шунтлах реактор

$$\begin{aligned}
 U_1 &= 110,8кВ & U_7 &= 110,8кВ & U_{13} &= 93,9кВ & U_{19} &= 93,92кВ & U_{25} &= 74,64кВ \\
 U_2 &= 105кВ & U_8 &= 110,7кВ & U_{14} &= 93,04кВ & U_{20} &= 86,4кВ & U_{26} &= 80,5кВ \\
 U_3 &= 102,3кВ & U_9 &= 97,94кВ & U_{15} &= 91,25кВ & U_{21} &= 83,04кВ & U_{27} &= 95,56кВ \\
 U_4 &= 104,9кВ & U_{10} &= 56,48кВ & U_{16} &= 86,58кВ & U_{22} &= 86,2кВ & & \\
 U_5 &= 111,7кВ & U_{11} &= 56,48кВ & U_{17} &= 83,97кВ & U_{23} &= 92,67кВ & & \\
 U_6 &= 110,8кВ & U_{12} &= 71,7кВ & U_{18} &= 86,55кВ & U_{24} &= 80,82кВ & &
 \end{aligned}$$

Зураг 5. Тооцооны реактортай үеийн хүчдлийн утга

$$\begin{aligned}
 U_1 &= 115,1кВ & U_7 &= 114,1кВ & U_{13} &= 114,3кВ & U_{19} &= 114,5кВ & U_{25} &= 113,1кВ \\
 U_2 &= 110,8кВ & U_8 &= 115кВ & U_{14} &= 113,5кВ & U_{20} &= 110,8кВ & U_{26} &= 113,2кВ \\
 U_3 &= 110,5кВ & U_9 &= 115кВ & U_{15} &= 113,4кВ & U_{21} &= 109,5кВ & U_{27} &= 114,9кВ \\
 U_4 &= 110кВ & U_{10} &= 114,3кВ & U_{16} &= 112,5кВ & U_{22} &= 110,7кВ & & \\
 U_5 &= 115кВ & U_{11} &= 114,1кВ & U_{17} &= 112кВ & U_{23} &= 114,9кВ & & \\
 U_6 &= 114,8кВ & U_{12} &= 114,3кВ & U_{18} &= 112,5кВ & U_{24} &= 113,4кВ & &
 \end{aligned}$$

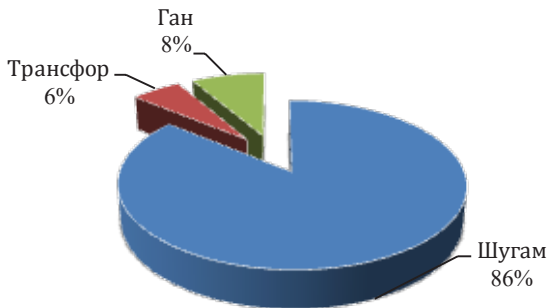
Зураг 6. Тооцооны оновчтой реактортай үеийн хүчдлийн утга



Зураг 7. Тооцооны харьцуулсан хүчдлийн график

Хүснэгт 5
ББЭХС-ийн чадлын алдагдлын нэгдсэн
ҮР ДҮН

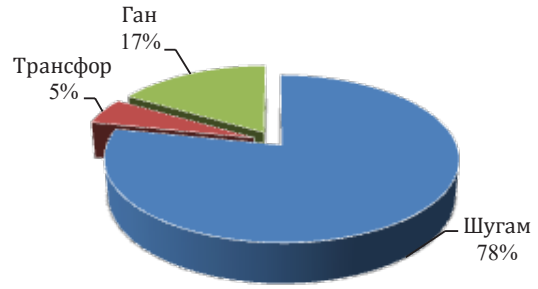
Алдагдал	Нэгж	Анхны өгөгдөл	Реактор залгаатай	Оновчтой реактортай
Шугам	МВт	0,7021	1,0918	0,8386
	%	84,9539	86,9438	86,1076
Ороомог	МВт	0,0448	0,0844	0,0558
	%	5,4262	6,7254	5,7297
Ган	МВт	0,0795	0,0795	0,0795
	%	9,6198	6,3307	8,1627
Титэм	МВт	-	-	-
	%	-	-	-
Нийт	МВт	0,8264	19,7803	0,9739
	%	4,2707	6,3486	4,9949



Зураг 8. Чадлын алдагдлын бүтцийн хэмжээ

Хүснэгт 6
ББЭХС-ийн эрчмийн алдагдлын нэгдсэн үр дүн

Алдагдал	Нэгж	Анхны өгөгдөл	Реактор залгаатай	Оновчтой реактортай
Толгойн чадал	МВт	19,3509	19,7803	19,4984
Толгойн эрчим хүч	кВт*цаг	106430	108792	107241
	%	-	-	-
Шугам	кВт*цаг	2808,31	4367,3	3354,56
	%	76,23	80,85	78,48
Ороомог	кВт*цаг	179,375	337,827	223,216
	%	4,869	6,254	5,222
Ган	кВт*цаг	696,42	696,42	696,42
	%	18,9	12,89	16,29
Титэм	кВт*цаг	-	-	-
	%	-	-	-
Нийт	кВт*цаг	3684,1	5401,54	4274,2
	%	3,4615	4,9650	3,9855



Зураг 9. Эрчмийн алдагдлын бүтцийн хэмжээ

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү илтгэлийн тооцооны үр дүнд дараах дүгнэлт гаргаж байна. Үүнд:

1. Анхны өгөгдлөөр тооцоо хийж хүчдлийн утга тодорхойлоход хоорондоо эрс ялгаатай тоон утгууд гарсан ба бүтцийн хувьд авч үзвэл чадлын алдагдлын хувь шугам 84,9539%, трансформаторын ороомог 5,4262%, ган 9,6198% нийт чадлын алдагдал 4,2707%, эрчмийн алдагдлын хувь шугам 76,23%, трансформаторын ороомог 4,869%, ган 18,9% тус тус гарсан ба нийт эрчмийн алдагдал 3,4615% байна.
2. Хүчдлийн ихсэлтийг бууруулах зорилгоор реактор залгаатай үед тооцоо хийж үзэхэд чадлын алдагдлын хувь шугам 86,9438%, трансформаторын ороомог 6,7254%, ган 6,3307% бөгөөд нийт чадлын алдагдал 6,3486%, эрчмийн алдагдлын хувь шугам 80,85%, трансформаторын ороомог 6,254%, ган 12,89% эрчмийн нийт алдагдал 4,9650% болсон байна.
3. Үүний дараа реакторыг оновчтой хэлбэрээр сүлжээнд залгаж тооцоо хийхэд хүчдэл харьцангуй тогтворжсон ба чадлын алдагдал шугам 86,1076%, трансформаторын ороомог 5,7297%, ган 8,1627% нийт алдагдал 4,9949% харин эрчмийн алдагдлын хувь шугам 78,48%, трансформаторын ороомог 5,222%, ган 16,29% нийт алдагдал 3,9855% тус тус болж байна.
4. Иймээс тооцооны утгаас алдагдал болон хүчдлийг харьцангуй тогтвортой байлгах хамгийн үр өгөөжтэй сайн арга нь реакторыг сүлжээнд залгах явдал юм. Учир нь судалгаа тооцооны харьцуулсан үр дүнгээс харагдаж байна.
5. Мөн түүнчлэн хүчдлийн ихсэлт ихтэй шугаманд реактор залгах нь хүчдлийг мэдэгдэхүйц их хэмжээгээр бууруулж алс хол зайд эрчим хүчийг оновчтой, найдвартайгаар дамжуулж хэрэглэгчдэд түгээх явдал юм.

АШИГЛАСАН НОМ, МАТЕРИАЛ

1. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан шугам сүлжээ, систем”. Их дээд сургуулийн сурах бичиг, жишээ бодлого. -УБ.: Соёмбопринтинг хэвлэлийн газар, 2014. 1100х.
2. Д.Содномдорж “Цахилгаан системийн горим”. -УБ.: МУТИС-ийн хэвлэл, 1999. 291х.
3. Ч.Зундуйсүрэн, Ш.Гантөмөр “Эрчим хүчний системийн горимын оновчлол”. -УБ.: ТИС-ийн хэвлэл, 2003. 210х.

4. Д.Содномдорж “Эрчим хүчний хэмнэлт”. -УБ.: ШУТИС, өнгөт хэвлэл, 2003. 340х.
5. Х.Цагаан, М.Хуягдорж “Цахилгаан энергийн дамжуулалт хуваарилалт”. Их дээд сургуулийн сурах бичиг, жишээ бодлого. -УБ.: Соёмбопринтинг хэвлэлийн газар, 2012. 800х.
6. Ш.Гантөмөр “Цахилгаан дамжуулах агаарын шугам”. Их дээд сургуулийн сурах бичиг, жишээ бодлого. -УБ.: Соёмбопринтинг хэвлэлийн газар, 2014. 600х.
7. Х.Цагаан, М.Хуягдорж “Цахилгаан энергийн дамжуулалт хуваарилалт”. Их дээд сургуулийн сурах бичиг, жишээ бодлого. -УБ.: Соёмбопринтинг хэвлэлийн газар, 2012. 800х.
8. Ш.Гантөмөр "6-220кВ-ын шугам сүлжээний горимын тооцоог гүйцэтгэх Горим 1.0 программ: Гарын авлага". -УБ.: ТИС-ийн хэвлэл, 2001. 121х.
9. https://www.google.mn/search?q=%D0%A0%D0%A2%D0%9C-3300&biw=1366&bih=662&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewiuwZyRmsHSAhWMgLwKHRJZAAAO_AUIBigB#imgsrc=B-D4Pb9ntmT33M
10. Р.Лхагвасүрэн “Цахилгаан шугам сүлжээ, систем”. Их дээд сургуулийн мэргэжилийн ангид зориулсан сурах бичиг. -Дархан хот.2 дахь хэвлэл.: Сэргэлэн ХХК, 2002. 324х.
11. Ш.Гантөмөр, С.Ганбат "Цахилгаан системийн тусгай асуудал".. -Хөх хот.: 2003. 210х.

ЦАХИЛГААН ДАМЖУУЛАХ АГААРЫН ШУГАМЫН МЕХАНИК ДААЦЫН ТООЦООНЫ ШИНЖИЛГЭЭ

Б.Нямбаатар*, Ш.Гантөмөр*

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

Хураангуй. Цахилгаан дамжуулах агаарын дамжуулагч, аянгын трос, тулгуурт өөрийн жин, мөсжилт, орчны температурын өөрчлөлт, салхины даралтын хүч, дамжуулагчийн чичиргээ, хавиралт болон бусад хүчин зүйлийн үйлчлэлээр дамжуулагч, аянгын трос, тулгуур, сууринд үүсэх механик ачааллыг даах чадварыг агаарын шугамын механик даац гэх бөгөөд үүнийг инженерингийн тооцоонд зайлшгүй тусгаж өгсөн байх шаардлагатай. Учир нь механик даацын тооцоог хийх нь гадны нөлөөллөөс үүсэх зарим эрсдэлүүдийг үгүй болгодог. Мөн орчны температур цахилгаан дамжуулах утасны унжилтанд хэрхэн нөлөөлдгийг тодорхойлно. Орчны температурын харьцуулалтыг монгол орны говийн бүс болон хангайн бүсийн сүүлийн 5-н жилийн дундажаар авсан болно.

Түлхүүр үг: Механик даацын тооцоо, шаблон, салхины муж, унжилт.

I. ОРШИЛ

Монгол орны цахилгаан хэрэглээ жилд дундажаар 20%-иар өсдөг. Үүнийг дагаадхэрэглэгчдийг эрчим хүчээр хангахын тулд хот суурин газруудад 6-35 кВ-ын цахилгаан дамжуулах агаарын шугам, хөдөө алслагдсан аймаг сумдуудад 35-220 кВ-ын цахилгаан дамжуулах агаарын шугам барих шаардлага гардаг.

Алс зайд цахилгаан эрчим хүчийг дамжуулахад томоохон асуудал тулгардагийн нэгээхэн хэсэг нь механик даац юм. Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамд дамжуулах утасны өөрийн хувийн жингээс гадна аянгын трос, тулгуурын өөрийн жин, мөсжилт, орчны температурын өөрчлөлт, салхины даралтын хүч, дамжуулагчийн чичиргээ, хавиралт зэргээс доош татах нэмэлтээр зохиомол механик ачаалал ирдэг үүнийг тооцож байж цахилгаан эрчим хүчний найдвартай ажиллагааг хангана.

Тухайн орон эсвэл газар нутгийн байгалын нөхцөл байдал (салхины дундаж хурд, жилд ордог дундаж цас) буюу орчны нөлөөг судлахгүй бол цахилгаан дамжуулж буй агаарын шугамд мөсжилт үүсэх магадлалтай. Мөсжилт үүсвэл тухайн ЦДАШ-аар мөсжилт үүснэ гэдэг маань дамжуулагч маань өөрийн цэвэр жингээс гадна зохиомол жин давхар авах нөхцөл байдал үүсэх юм. Мөн салхины хурд хэр их байгаагаас шалтгаал мөсжилт үүсээд зохиомол жин авсан дамжуулагч маань салхины нөлөөллөөр дахин зохиомол татах жин авдаг.

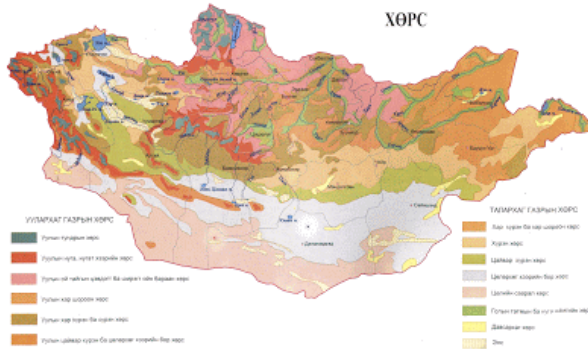
Цахилгаан дамжуулах агаарын шугам гадна орчинтой шууд харицдаг болохоор түүний унжилтыг зайлшгүй тооцох шаардлагатай. Учир нь дамжуулагч маань зун халж дамжуулагч утас маань сунаж өвөл хүйтэнд агшдаг онцлогтой. ЦДАШ-ийн унжилтыг хэт багаар авбал өвөл тасрах эсвэл хэт ихээр авбал зун хэт унжин ЦДАШ-ын доогуур явах хүн мал амьтан цахилгаанд нэрвэгдэх аюултай байдаг тул нарийн тооцох шаардлагатай байдаг.

Орчны температурын зөрүү ихтэй монгол орны говийн бүс болон хангайн бүсэд ижил дамжуулагчид үүсэх механик даацын тооцоог хийн унжилтыг харьцуулан тооцоог гүйцэтгэв.

II. ТООЦОО СУДАЛГАА

A. Говийн бүсийн тооцоо

Говийн бүсэд Өмнөговь, Дундговь, Дорноговь, Говьсүмбэр, Говь-алтай, Баянхонгор аймгууд ордог.



Зураг 1. Монгол орны хөрсний бүтэц

Эдгээр аймгуудын сүүлийн 5-н жилийн дундаж температураар авч тооцоог гүйцэтгэсэн болно.

Хүснэгт 1

Говийн бүсийн цаг агаарын температур

Хамгийн их температур (°C)	Жилийн дундаж температур (°C)	Хамгийн бага температур (°C)
-26	+2	+55.3

Хүснэгт 2

Шугамын дамжуулагчид үүсэх хувийн механик ачаалал

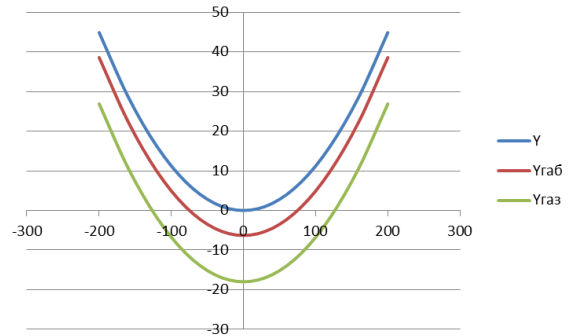
№	Ачаалалын нэр	Тооцооны үр дүн (Н/м·мм ²)
1	Дамжуулагчийн жингээс үүсэх хувийн ачаалал (Y ₁)	3.3775·10 ⁻²
2	Мөсжилтийн жингээс үүсэх хувийн ачаалал (Y ₂)	1.8407·10 ⁻²
3	Дамжуулагчийн ба мөсжилтийн жингээс үүсэх хувийн ачаалал (Y ₃)	5.2183·10 ⁻²
4	Мөсжилтгүй үеийн салхины хувийн ачаалал (Y ₄)	4.431·10 ⁻²
5	Мөсжилттэй үеийн салхины ачаалал (Y ₅)	1.7358·10 ⁻²
6	Мөсжилтгүй үеийн салхины хувийн ачаалал (Y ₆)	5.5715·10 ⁻²
7	Мөсжилттэй үеийн салхины хувийн ачаалал (Y ₇)	5.4994·10 ⁻²

Хүснэгт 3

Хамгийн хүнд нөхцөл дэх дамжуулагчийн механик хүчдэл, жингийн унжилт

Дамжуулагчийн ажлын горим	Орчны температур (°C)	Хувийн механик ачаалал (Н/м·мм ²)	Механик ачаалал б (Н/мм ²)	Унжилт f (м)
Хамгийн их нэмэлт механик ачаалал	+2	3.377·10 ⁻²	16.4112	10.2904
Мөсжилтийн ачаалал	-5	5.218·10 ⁻²	25.4007	10.272
Салхины хамгийн их хурд	+2	4.431·10 ⁻²	21.4369	10.3351
Хамгийн бага температур	-26	3.377·10 ⁻²	17.0676	9.8947
Хамгийн их температур	+55.3	3.377·10 ⁻²	15.3443	11.006

Дээрх тооцооноос үзэхэд хамгийн их унжилт нь хамгийн их температурын үед буюу +55.3°C үед 11.006м унжилт үүссэн байна.



Зураг 2. Говийн бүсийн АС120/19 маркийн дамжуулагчийн П110-1 маркийн тулгуурын шаблон

В. Хангайн бүсийн тооцоо

Хангайн бүсэд Өвөрхангай, Архангай, Төв, Завхан, Увс, Хөвсгөл, Булган, Хэнтий, Сэлэнгэ, Дорнод, Сүхбаатар аймгууд ордог.

Хүснэгт 4

Хангайн бүсийн цаг агаарын температур

Хамгийн их температур (°C)	Жилийн дундаж температур (°C)	Хамгийн бага температур (°C)
-49	-6	+39

Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын механик даацын тооцоог хийхдээ дамжуулагчид үүсэж байгаа механик хүчдэл ба унжилт нь хамгийн их утгатай байх үеийн механик ачаалал үүсэж байгаа цаг уурын нөхцлүүдийг хослуулан авч үздэг. Ийм нөхцлийг анхдагч нөхцөл болгон авбал бусад ямар ч нөхцөлд дамжуулагчийн төлөв байдлыг тодорхойлж болохын зэрэгцээ анхдагч нөхцөл нь мэдэгдэж байхад шинэ нөхцлийн үед дамжуулагчид үүсэж байгаа механик хүчдлийг төлөв байдлын тэгшитгэлийг ашиглаж тодорхойлдог.

$$\sigma_{II} - \frac{\gamma_{II}^2 \ell^2 E}{24 \sigma_{II}^2} = \sigma_I - \frac{\gamma_I^2 \ell^2 E}{24 \sigma_I^2} - E\alpha(t_{II} - t_I)$$

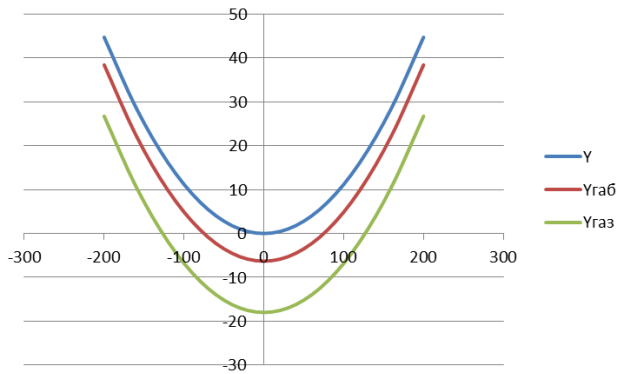
Хүснэгт 5

Хамгийн хүнд нөхцөл дэх дамжуулагчийн механик хүчдэл, жингийн унжилт

Дамжуулагчийн ажлын горим	Орчны температур (°C)	Хувийн механик ачаалал (Н/м·мм ²)	Механик ачаалал б (Н/мм ²)	Унжилт f (м)
Хамгийн их нэмэлт механик ачаалал	-6	3.377·10 ⁻²	16.5911	10.1788
Мөсжилтийн ачаалал	-5	5.218·10 ⁻²	25.4007	10.2719
Салхины хамгийн их хурд	-6	4.431·10 ⁻²	21.6688	10.2244
Хамгийн бага температур	-49	3.377·10 ⁻²	17.6688	9.55795
Хамгийн их температур	+39	3.377·10 ⁻²	15.6485	10.792

Температураас хамааран цахилгаан дамжуулагчийн унжилтыг харьцуулан үзэх зорилгоор хангайн бүс болон говийн бүсэд ижил маркийн дамжуулагч ижил маркийн тулгуурыг сонгосон болно.

Дээрх тооцоог салхины мужийг I-р мөн мөстлөгийн мужийг I-р мужаар сонгон авч тооцоог хийж гүйцэтгэсэн.



Зураг 3. Хангайн бүсийн АС120/19 маркийн дамжуулагчийн П110-1 маркийн тулгуурын шаблон



Зураг 4. Монгол улсад шинээр төлөвлөж буй цахилгаан дамжуулах агаарын шугамууд

Цахилгаан дамжуулах үндэсний сүлжээ ТӨХК-иас 2017 онд цахилгаан дамжуулах агаарын шугамыг шинээр тавих төлөвлөлтийг (Зураг 4)-г үзүүлэв.

III. ДҮГНЭЛТ

Говийн бүсийн тооцоонд хамгийн их унжилт нь хамгийн их температур буюу $+55.3^{\circ}\text{C}$ үед 11.006 м унжилт үүссэн бол хангайн бүсийн тооцоонд хамгийн их унжилт нь хамгийн их температур буюу $+39^{\circ}\text{C}$ үед 10.792 м унжилт үүссэн. Тухайн 2 бүсийн хувьд хамгийн их температур нь $+16.3^{\circ}\text{C}$ -ээр зөрүүтэй бөгөөд энэ үед 0.214 м унжилт үүссэн байна. Өөрөөр хэлбэл орчны температур $+1^{\circ}\text{C}$ -ээр нэмэгдэхэд 0.013м унждаг байна. Гэхдээ тухайн утга нь зөвхөн АС120/19 дамжуулагчийн хувьд болно.

Харин хамгийн их механик ачаалал нь говийн бүсийн хувьд мөсжилт үүссэн үед 25.4007 Н/мм² байсан бол хангайн бүсийн хувьд мөсжилт үүссэн үед 25.4007 Н/мм² байсан. Өөрөөр хэлбэл хамгийн их механик ачаалал дамжуулагч дээр мөсжилт үүсэхэд бий

болдог бөгөөд тухайн орчны температураас хамаардаггүй болох нь харагдаж байна. Харин хамгийн их механик ачаалал нь тухайн орнын мөсжилтин муж болон салхины хурднаас шууд хамааралтай юм.

АШИГЛАСАН НОМ ЗОХИОЛ

1. Ш.ГАНТӨМӨР “ЦАХИЛГААН ДАМЖУУЛАХ АГААРЫН ШУГАМ: СУРАХ БИЧИГ, ХОЁРДОХ ХЭВЛЭЛ ” . –УБ. СОЁМБОПРИНТИНГ ХЭВЛЭЛ, 2014 ISBN99929-4-603-2, -600х.
2. Ш.ГАНТӨМӨР “ЦАХИЛГААН ШУГАМ СҮЛЖЭЭ СИСТЕМ: СУРАХ БИЧИГ, ГУРАВДАХ ХЭВЛЭЛ ” –УБ. СОЁМБОПРИНТИНГ ХЭВЛЭЛ, 2014 ISBN99929-4-604-0, -1100х.
3. Ш.ГАНТӨМӨР “ЦАХИЛГААН СТАНЦ ДЭД СТАНЦ: СУРАХ БИЧИГ, I ДЭВТЭР” –УБ . СОЁМБОПРИНТИНГ ХЭВЛЭЛ, 2014 ISBN99929-5-724-7, -600х.
4. “МОНГОЛ УЛСЫН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ БОДЛОГО ЭРХ ЗҮЙН ҮНДСЭН БИЧИГ БАРИМТ” –УБ. 2015 он 50х.
5. М.ХУЯГДОРЖ “ЦАХИЛГААН ЭНЕРГИ ДАМЖУУЛАЛТ ХУВААРИЛАЛТ: СУРАХ БИЧИГ, ХОЁРДУГААР ХЭВЛЭЛ” - УБ. Адмон ХЭВЛЭЛ, 2000 он 430х

НХ-35/3.82-450 МАЯГИЙН ЗУУХНЫ АҮК-ийг ДЭЭШЛҮҮЛЭХ СУДАЛГАА

Г.Даваасүрэн*, Ж.Цэен-Ойдов*

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

Хураангуй. Ухаа худаг ДЦС-ын сүүлийн жилүүдийн техник эдийн засгийн үзүүлэлтүүдэд дүн шинжилгээ хийж үндсэн үзүүлэлтүүдийн нэг болох зуухны АҮК болон түүнд голлон нөлөөлж байгаа хүчин зүйлийг тодорхойлж, ДЦС-ын үр ашгийг дээшлүүлэх талаар авч үзсэн.

Түлхүүр үг: Ухаа худаг, ДЦС, эргэлдэх буцлах давхаргатай зуух, эдийн засгийн үзүүлэлт, АҮК, дутуу шаталт

ОРШИЛ

Ухаа худаг ДЦС манай улсын хамгийн шинэ станц юм. Тус ДЦС ашиглалтанд орж үйл ажиллагаагаа явуулаад 5 жил болж байна. Энэ ДЦС нам температурын эргэлдэх буцлах давхаргад түлш шатаах технологи бүхий НХ-35/3,82-450 маягийн 3 зуухтай. Эдгээр зуухны галын хотлоос утааны хийтэй гарч байгаа нүүрсний хэсгүүд завсрын циклонд баригдан G хэлбэрийн хавхлагаар галын хотолд буцаж орох замаар хэд хэд эргэж шаталт явагддагаараа бусад дулааны цахилгаан станцад суурилагдсан нам температурын буцлах давхаргад түлш шатаах технологийн зуухнуудаас онцлог ялгаатай. Уг станц ашиглалтанд орсноос хойших зууханд гарч буй хүндрэлүүд болон техник эдийн засгийн үзүүлэлтийг судласны үндсэн дээр үндсэн үзүүлэлтүүдийн нэг зуухны АҮК-ийг туршилтаар тодорхойлж, түүнд нөлөөлж байгаа хүчин зүйлүүдийг илрүүлэн цаашид дээшлүүлэх арга зам, авч хэрэгжүүлэх зарим арга хэмжээг тодорхойлсон.

1. Туршилт, судалгааны арга зүй

ДЦС-ын техник эдийн засгийн үндсэн үзүүлэлтийн нэг зуухны АҮК-ийг тодорхойлохын тулд НХ-35/3,82-450 маягийн зуухны дулаан техникийн туршилтыг их, дунд, бага ачааллын үед явуулсан. Туршилтын явцад ачаалал бүрд дараах үзүүлэлтүүдийг 10-15 минутын зайтайгаар тогтмол хэмжив.

Үүнд:

- 1.Хурц уурын зарцуулалт;
- 2.Хурц уурын даралт, температур;
- 3.Тэжээлийн усны температур;
- 4.Анхдагч ба хоёрдогч агаарын зарцуулалт;
5. Галын хотлын буцлах давхаргын температур;

6. Галын хотлын сийрэгжилт;
7. Зуухнаас гарах утааны хийн температур;
8. Утааны хий дэх хүчилтөрөгчийн агууламж;
9. Утааны хий дэх нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн агууламж;
10. Үлээх салхилуур, утаа сорогчийн хөдөлгүүрүүдийн цахилгаан гүйдэл.

Туршилтын үед ДЦС-ын зуухны суурин хэмжүүрүүдээс гадна утааны хийн хурд, температурыг хэмжихэд TESTO 512, TESTO 735, түлшний шаталтаас үүсч байгаа утааны хийн бүтцийг хэмжихэд TESTO 350 зэрэг зөөврийн хэмжүүрүүд ашигласан.

Туршилтын явцад нүүрсний сорьц авч нүүрсний ширхэгийн бүтэц, дулаан техникийн үзүүлэлтүүд, үнсний сорьц авч түүнд агуулагдах шатамхай бодис зэргийг лабораторид тодорхойлсон.

Туршилтын хэмжилтийн үр дүнг болосруулан зуухны механик дутуу шаталтаас үүсэх дулааны алдагдал, зуухны АҮК, тэдгээрийн хоорондын хамаарал, 1 тн уур боловсруулахад соролт, үлээлтэнд зарцуулах цахилгаан эрчим хүчний хувийн зарцуулалт зэргийг тодорхойлсон.

2. Дундын циклонтой эргэлдэх буцлах давхарга бүхий НХ-35/3.82-450 зуухны туршилт, үр дүн

НХ-35/3.82-450 маягийн 3-р зуухны туршилтыг 2016 оны 2-р сард хийж өмнөх 1-р зуухны туршилтын үр дүнтэй [1] харьцуулан үзсэн. Туршилт хийхээс өмнө 1-р зуухыг 39 өдөр тухайн чадлаар нь ажиллуулж байсан бол 3-р зуухыг 48 өдөр ажиллуулсан.

1-р зуухны туршилтын үеийн түлшний илчлэг $Q_{н}^p=5450$ ккал/кг, чийглэг $W^p=4,5\%$, үнслэг $A^p=25,5\%$, дэгдэмхий эд $V_{л}^p=26,4\%$ байсан бол 3-р зуухны түлшний $Q_{н}^p=5763$ ккал/кг, чийглэг $W^p=5\%$, үнслэг $A^p=26\%$, дэгдэмхий эд $V_{л}^p=23\%$ тус тус байв.

Туршилтын хугацаанд 1-р зуухны ачаалал 33...35 т/ц-ийн хооронд хэлбэлзэж, хурц уурын температур $t_{нн}=426...435$ °С, даралт $P_{нн}=3,5...3,8$ МПа, тэжээлийн усны температур $t_{нв}=95...97$ °С, харин 3-р зуухны ачаалал 28...33 т/ц-ийн хооронд хэлбэлзэж, хурц уурын температур $t_{нн}=429...444$ °С, даралт $P_{нн}=3,6...3,8$ МПа, тэжээлийн усны температур $t_{нв}=96...98$ °С тус тус байв.

Хүснэгт 1

Туршилт	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R>10 / 10-20\% /$	14,2	19,7	18,2	18,1	10,7	18,2	19,4	7,85	15,2	9,22
$R10 / 45-65\% /$	34	46,4	38,3	37,8	31,9	32	50,2	33,1	41	37,8
$R<2 / \leq 35\% /$	51,8	34	43,6	44,1	57,4	49,8	30,5	59	43,9	53,2
Дутуу шаталт	29	24	26	26	24	25	25	17	25	24,9
Туршилт	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Туршилтын үед түлшний шаталтаас үүсч үнс баригчид баригдсан үнсний сорцийг авч лабораторид шинжлэн түүнд агуулагдаж байгаа шатамхай бодисыг тодорхойлоход 1-р зуухны үнсэнд $C_{yn}=11...34,5$ %, 3-р зуухныхад $C_{yn}=17...29,3$ % тус тус байсан.

Туршилтын хугацаанд уурхай нүүрс 70 %, баяжуулсан нүүрс 30 % хольж түлж байв. 3-р зуухны туршилтаас харахад механик дутуу шаталтаас үүсэх

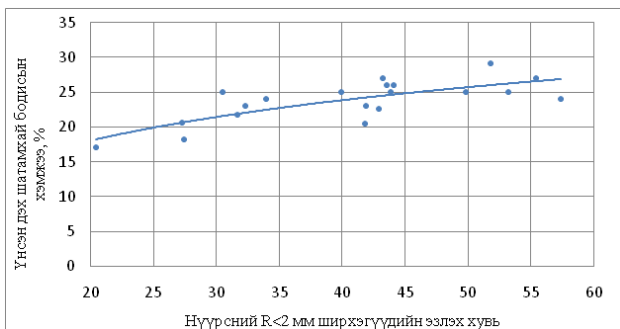
дулааны алдагдал 14,6...7,3 % буюу дунджаар 11,17 %, дулааны нийлбэр алдагдал 14,9...21,14 % байна. Зуухны ашигт үйлийн коэффициент 78,76...85,06 % хүртэл нэмэгдсэн үзүүлэлттэй байна. Туршилтаас харахад механик дутуу шаталтыг ихсэхэд гол нөлөөлж байгаа хүчин зүйл нь нүүрсний нунтагралт байна. Иймд нүүрсний жижигрэлт дутуу шаталтанд хэрхэн нөлөөлж байгааг дараах хүснэгтээр харууллаа.

Хүснэгт 2

Туршилтын үр дүн

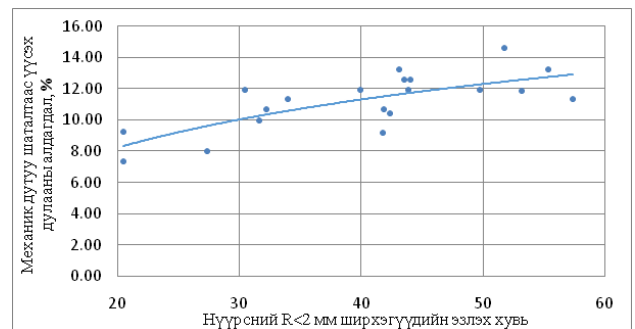
№	Үзүүлэлтүүд	Хэмжих нэгж	1-р зуухны ачаалал			3-р зуухны ачаалал			
			Бага	Дунд	Их	Бага	Дунд	Их	
1	Зуухны ачаалал, D	т/ц	33,00	33,93	35,60	28,00	31,40	33,00	
2	Анхдагч агаарын зарцуулалт, G_1	$m^3/ц$	30071	32945	34313	28013	29684	30712	
3	Хоёрдогч агаарын зарцуулалт, G_2	$m^3/ц$	25205	28733	29911	2231	22855	23611	
4	Галын хотлын сийрэгжилт, s	Па	-50,0	-36	15,00	-100	-41,5	25,00	
5	Түлшний дулаан гаргах чадвар, $Q_{н^p}$	ккал/кг	5450	5450	5450	5763	5763	5763	
6	Түлшний ажлын чийглэг, W_p	%	4,55	4,55	4,55	4,80	4,80	4,80	
7	Түлшний дэгдэмхий хэсэг, V^r	%	26,34	26,34	26,34	22,62	22,62	22,62	
8	Түлшний ажлын үнслэг, A_p	%	25,55	25,55	25,55	26,30	26,30	26,30	
9	Буглалтын зэрэг	$>R_{10}$	%	3,64	12,13	24,49	9,22	18,54	27,30
		R_{10}	%	30,39	39,71	61,20	30,20	39,89	61,20
		$<R_2$	%	20,41	48,16	61,40	20,40	40,18	57,40
10	Үнсэн дэх шатамхай бодис, $g_{ш}$	%	11,00	26,30	34,50	17,00	23,71	29,00	
11	Утаатай хийтэй хамт алдах алдагдал, q_2	%	5,80	6,51	7,34	4,87	5,46	5,96	
12	Химийн дутуу шаталтын алдагдал, q_3	%	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
13	Механик дутуу шаталтын алдагдал, q_4	%	4,54	13,33	19,33	7,32	11,17	14,60	
14	Зуухны ашигт үйлийн коэффициент	%	73,24	78,57	86,65	78,76	81,44	85,08	

$R < 2$ хэмжээ дутуу шаталтанд шууд нөлөөлж байгаа нь илэрхий харагдаж байгаа тул $R < 2$ хэмжээг бусад алдагдалууд болон ашигт үйлийн коэффициентэд хэрхэн нөлөөлөхийг тус бүрд нь тодорхойлох шаардлагатай байна.



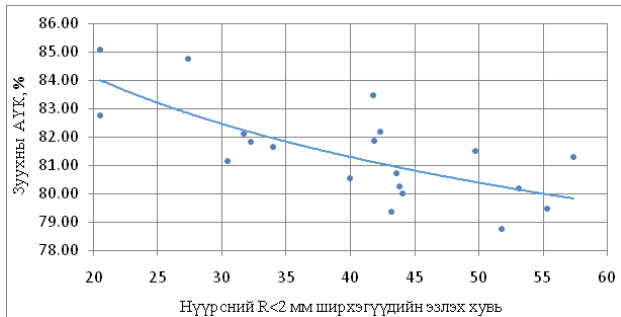
Зураг 1. Үнсэн дахь шатамхай бодис ба нүүрсний нунтагралтын хоорондын хамаарал.

Мөн доорх графикаар нүүрсний нунтагралт (R_2) –ын хэмжээ болон механик дутуу шаталтын хамаарлыг харууллаа.



Зураг 2. Механик дутуу шаталтаас үүсэх алдагдал ба нүүрсний нунтагралтын хоорондын хамаарал

Нүүрсний нунтагралт 55.4-өөс 27.3 % болж буурахад дутуу шаталт 29 хувиас 11 хувь болтол буурч механик дутуу шаталтаас үүсэх дулааны алдагдалыг тэр хэмжээгээр багасгахад нөлөөлж байна. Мөн зуухны ашигт үйлийн коэффициентийг 78,7...85,08 % хүртэл буюу 13 % өсөх боломжтой нь харагдаж байна. Мөн туршилтын үр дүнгээс харахад нүүрсний нунтагралтын шаардлагатай харьцааг барьсанаар түлшний тооцоот зарцуулалтыг 4,9...3,9 т/цаг хүртэл бууруулах боломжтой байгаа юм.



Зураг 3. АҮК ба нүүрсний нунтагалтын хоорондын хамаарлын график

Шаталтанд шаардлагатай агаарын зарцуулалтыг нэмэгдүүлэхийн хирээр утаа сорогчийн ачаалал мөн нэмэгдэх бөгөөд 1 тн уур боловсруулахад соролтонд зарцуулах цахилгаан эрчим хүчний хувийн зарцуулалт 5,12...6,28 кВт.ц/т.уур буюу дунжаар 6,2 кВт.ц/т.уур, үлээлтэнд зарцуулах цахилгаан эрчим хүчний хувийн зарцуулалт 5,4...6,8 кВт.ц/т.уур буюу дунжаар 5,6 кВт.ц/т.уур байна. Эдгээр үзүүлэлт нь нийлбэрээрээ 7,8...15,58 кВт.ц/т.уур буюу дунжаар 11,39 кВт.ц/т.уур байна.

Туршилт, судалгааны үр дүнгээс харахад ДЦС-ын зуухнуудын АҮК их ачааллын үед 85-86,7% байгаа бөгөөд үүнд нөлөөлөх гол хүчин зүйл нь нүүрсний бутлалтын хэмжээ болж байна. Иймд ашиглалтын нөхцөлд нүүрсний R<2 мм-ийн хэмжээтэй ширхэгүүдийн эзлэх хувийг $\leq 35\%$ байхаар бутлуурыг тохируулан механик дутуу шаталтаас үүсэх дулааны алдагдалыг бууруулснаар зуухны АҮК-ийг төслийн утганд хүртэл нэмэгдүүлэн ДЦС-ын ТЭЗ-ийн гол үзүүлэлт цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэлтийн түлшний хувийн зарцуулалтыг бууруулах боломжтой болно.

ГЭРЛИЙН БОХИРДЛЫН СУДАЛГАА

Д.Навантаяа*, С.Оргилболд*, З.Баттогтох*

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

Хураангуй. Байгалийн гэрэл, зохиомол гэрэлтүүлэг нь хоорондоо маш их ялгаатай ойлголтууд юм. Гэрлийн бохирдол нь дуу шугианы бохирдолтой төсөөтэй бөгөөд орчинд саадгүйгээр хаягдсан илүүдэл, зохиомол гэрэл юм. Хүн төрөлхтөн цахилгаан эрчим хүчний үүсгүүр зохион бүтээж, зохиомол гэрлийг ашиглаж эхэлсэнээс хойш тархалт, хэмжээ нэмэгдсээр дэлхий шөнө өөрчлөгдөж метрополитан хотуудын хүн амын 3/4 нь шөнийн тэнгэр дэх сүүн замыг харж чадахгүйд хүрсэн байна. Манай улсын өнөөгийн гэрлийн бохирдолын судалгаанд нэгдсэн арга зүй, цугларсан мэдээллийг нэгтгэн боловсруулахгүй, гэрэлтүүлгийн шинэ стандарт боловсруулж гэрлийн бохирдлоос зайлсхийх алхам хийхгүй байгаа нь эрүүл мэндийн болон бусад олон талын сөрөг үр дүнг дагуулж байна.

Түлхүүр үг: Байгалийн гэрэлтүүлэг, зохиомол гэрэлтүүлэг, гэрлийн бохирдол, энхтайваны өргөн чөлөө.

ДҮГНЭЛТ

1. Туршилтын үр дүнгээс харахад механик дутуу шаталтаас үүсэх дулааны алдагдалд нүүрсний бутлалтын хэмжээ буюу R<2 мм-ийн хэмжээтэй ширхэгүүд зонхилол нөлөөлөл үзүүлж байгаа тул түүний хэмжээг шаардлагатай хэмжээнд ($\leq 35\%$) хүртэл бууруултал бутлуурыг тохируулах шаардлагатай байна.
2. Механик дутуу шаталтаас үүсэх дулааны алдагдалыг бууруулахын тулд үлээх салхилуур болон утаа сорогчийн бүтээмжийг тохируулан илүүдэл агаарын коэффициентийг шаардлагатай хэмжээнд хүртэл бууруулах хэрэгтэй.
3. Механикийн дутуу шаталтаас үүсэх дулааны алдагдал $q_4=18...28,38\%$ байсныг дунджаар 7% болтол бууруулсан бөгөөд цаашид зуухны үнсэнд агуулагдах шатамхай хэсгийн хэмжээг $C_{yn}=10\%$ түүнээс бага болгож чадвал механикийн дутуу шаталтаас үүсэх дулааны алдагдал багасч зуухны АҮК төслийн тооцоот утга болох 87,8%-д хүрч түлшний хувийн зарцуулалтыг бууруулах боломжтой юм.

НОМ ЗҮЙ

1. Н.Мөнхзул, Ж.Цэен-Ойдов, М.Батсайхан. НХ-35/3,82-450 маркийн зуухны механик дутуу шаталтаас үүсэх дулааны алдагдалыг тодорхойлох туршилтын зарим үр дүн. “Эрчим хүчний салбарын шинэчлэл-2016” ОПБХ-ын илтгэлүүдийн эмхэтгэл, №8/191, 338-342 х. УБ.2016 он.
2. НХ-35/3.82-450 маягийн 1 ба 3-р зуухны туршилтын тайлан. 2016 он.

I. ГЭРЭЛТҮҮЛГИЙН ЕРӨНХИЙ ОЙЛГОЛТ

Гэрэлтүүлгийн цахилгаан төхөөрөмж нь барилгын дотоод - гадаад талбай, барилгын нүүр, авто зам, гудамж, цэцэрлэгт хүрээлэн, цэнгэлдэх хүрээлэн зэргийг шөнийн цагт гэрэлтүүлэх зориулалттай юм. Гудамжны гэрэлтүүлгийн систем нь магистраль болон бүлэглэсэн цахилгаан хэлхээ, төрөл бүрийн гэрэлтүүлгийн шон, гэрлийн үүсгүүр тэдгээрийг бэхлэх хийцүүд, цахилгаан хуваарилах төхөөрөмж зэргээс бүрдэнэ. Гудамжны гэрлийн онцлог нь олон төрлийн цахилгаан схем, дамжуулагчийн хөндлөн огтлолыг хийцээс нь хамаарч сонгох зарчим, угсралтын ажил, гэрэлтүүлэх төхөөрөмжийн хийц маяг нь маш олон янз байдгаараа ялгаатай байдаг. Сүүлийн үеийн их чадалтай гэрэлтүүлгийн хэлхээнд орчин үеийн автоматик микропроцессорын удирдлагыг хэрэглэж байна. Цахилгаан гэрэл үүсгэгчийг үндсэн 3 ангид хуваадаг.

Үүнд:

1. Улайсах чийдэн
2. Цахилалтаар (ионжилтоор) асдаг чийдэн
3. Хагас дамжуулагч буюу гэрлэн диодууд

гэж ангилна.

Оросын эрдэмтэн К.Д.Памфилов “Гудамж, замын гэрэлтүүлгийг сонгох ерөнхий зарчим”-г гаргажээ. Энэ арга нь тухайн газрын гэрэлтүүлгийн норм, гэрэл хэрхэн цацарч хуваарилагдах, юмс үзэгдэхгүй харанхуй болох үзүүлэлт зэргээс хамааруулж техник эдийн засгийн тооцооны үзүүлэлт, архитектор төлөвлөлтийг хийснээр инженерийн шийдлийг гаргадаг байна. Энэ

зарчимд 1 км замд байрлуулах гэрэлтүүлгийн тоо, шон, гэрэлтүүлгийн төхөөрөмжийг байрлуулах өндөр, нийт замын уртад шаардагдах чадал зэргийг мэдэхээс гадна 1м² гэрэлтүүлсэн зам талбайн зорчих хэсэг түүний чадлыг 1кд/м²-д шилжүүлсэн гэрэлтүүлгийн норм ба 1 лм/м² гэрэлтэлтийн дундаж нормыг тооцдог. Гэрэлтүүлгийг сонгох дээрхи зарчмыг ашиглан хамгийн их дэлгэрсэн схемийг гаргасан (хүснэгт 1.1). Энэ тохиолдолд гудамж замын гэрэлтүүлгийн төхөөрөмжийг багана дээр суурилуулах буюу тросноос татаж 6.5-15 м өндөрт байрлуулна.

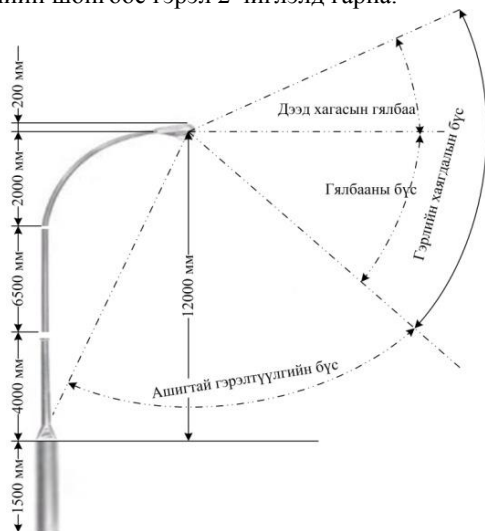
ХҮСНЭГТ 1. ГУДАМЖ, ЗАМЫН ГЭРЭЛТҮҮЛГИЙГ СОНГОХ ЕРӨНХИЙ ЗАРЧИМ

Замын өргөн м	Гэрэлтүүлгийн схем	Суурийн шон	Гэрэлтүүлгийн өндөр, м	Гэрэлтүүлгийн Алхам, м	Гэрэлтүүлэх төхөөрөмжийн тоо, (1км-т)	Хувийн чадал		
						Вт/км	Вт/м ²	$\frac{Вт * м^{-2}}{Кл * м^{-2}}$
5	Нэг талд	1	9	28	36	19.45	2.59	1.62
7.5	Нэг талд	2	9	28	36	19.45	2.59	1.62
7.5	Нэг талд	1	9	24.5	41	17.4	2.32	1.45
11.25	Хоёр эгнээ	1	10	41	50	27	2.4	1.5
11.25	Хоёр эгнээ	1	9	23	88	23.7	2.1	1.32
14	Хоёр эгнээ	1	10	38.5	52	22.1	1.96	1.22
15	Хоёр эгнээ	1	10	33	62	26.35	1.72	1.08
22.5	Хоёр эгнээ	1	10	24	84	35.7	1.59	1
22.5	Гол тэнхлэгээс хоёр эгнээ	2	11	34.5	58	31.3	2.09	1.31
22.5	Гол тэнхлэгээс хоёр эгнээ	2	11	31	66	28	1.87	1.17
22.5	Гол тэнхлэгээс хоёр эгнээ	2	12.5	24	84	45.3	2.01	1.26
22.5	Гол тэнхлэгээс хоёр эгнээ	2	12.5	23.5	86	36.55	1.61	1.01
27.5	Хоёр эгнээ	1	10	25	80	43.2	1.92	1.2
22.5	Хоёр эгнээ	1	10	36	112	38.9	1.73	1.07

Сүүлийн жилүүдэд Улаанбаатар хотод барилга байгууламж, нийтийн үйлчилгээний газар, авто зам олноор баригдаж гэрэл, гэрэлтүүлэг өсөн нэмэгдэж байна.

II. ГЭРЛИЙН ШОНГООС ҮҮСЭХ ГЭРЛИЙН БОХИРДОЛ

Гэрлийн шонгоос гэрэл 2 чиглэлд гарна.



Зураг 1. ГГБ-12 төрлийн шонтой гэрэл

Нэгдүгээрт: Ашигтай гэрэлтүүлгийн бүс. Энэ бүсэд гэрлийн хүч “Байгалийн ба зохиомол гэрэлтүүлэг” БНБД 23-02-08 зааснаар хэвтээ тэнхлэгийн дагуу, хамгийн ихдээ 20 лк байна. Хоёрдугаарт: Гэрлийн хаягдлын бүс /дээд тэнхлэгийн гялбаа болон гялбааны бүс/ стандарчилсан норм байхгүй.

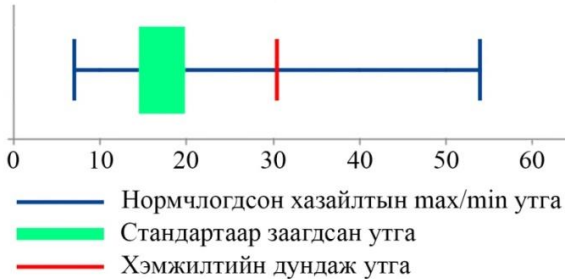
III. ЭНХТАЙВАНЫ ӨРГӨН ЧӨЛӨӨНИЙ ГЭРЛИЙН БОХИРДОЛ

Энхтайваны өргөн чөлөөн дэх шөнийн гэрэлтүүлэг нь хүн амын амьдралын хэмнэлтэй шууд холбоотой. Гэрэлтүүлгийн чийдэнг Улаанбаатар хотын хөрөнгө оруулалтаар шинэчлэл хийж, Улайсах гэрэл - Цахилтаар асдаг гэрэл - Хагас дамжуулагч буюу гэрлэн диодууд гэсэн дарааллаар солисон нь чийдэнгийн чадлыг багасгаж гэрэл өгөлтийг ихэсгэх эдийн засгийн ач хобогдолтой юм. Объектийн зэрэглэл А бүсэд хамаарагдах Энхтайваны өргөн чөлөөнд “Байгалийн ба зохиомол гэрэлтүүлэг” БНБД 23-02-08 зааснаар 15-20 лк байхаар заасан байна.

Энхтайваны өргөн чөлөөний Офицеруудын ордоноос Саппорогийн уулзвар хүртэлх авто замын 1 талын гэрлийн шонгуудад хэмжилт хийсэн. Асалтын хувь 86,87% /192 ширхэг/, ГГБ-12 стандартын шон 156 ширхэг, ГГБ-10 стандартын шон 65 ширхэг нийт 221 ширхэг шон байна.

Ажиллаж буй гэрлийн чийдэнгийн чанх доор, аль болох хөндлөнгийн гэрлийн нөлөөлөл /тэврийн

хэрэгслийн гэрэл/ багатай шөнийн цагаар /01-03 цагийн хооронд/ хэмжилтыг авч, ажиллагаагүй чийдэнгийн хэмжилтыг хийгээгүй болно. Хэмжилтын мэдээллийг 95%-ийн магадлалтайгаар стандарт квадрат хазайлтын аргаар боловсруулж нормчлогдсон хазайлтыг олж /Зураг №2-д/ харуулав.



Зураг 2. Энхтайваны өргөн чөлөөний гэрэлтүүлгийн утга [лк]

Хамгийн их гэрэлтүүлэг 131 лк, хамгийн бага гэрэлтүүлэг 1.2 лк стандарт хангасан гэрэлтүүлэгтэй 36 ширхэг, бага гэрэлтүүлэгтэй /<15 лк/ - 41 ширхэг, хэт их гэрэлтүүлэгтэй />20 лк/ - 115 ширхэг туршилтаар бүртгэгдсэн. Энхтайваны өргөн чөлөөний автозамын шонгоос гарах гэрэлтүүлгийн тархалт нь математик горьдлогоор $7.1 \text{ лк} \leq \mu \leq 54.2 \text{ лк}$ гарсан. Гэрлийн бохирдол стандартад зааснаас 75...104.35% хэтэрсэн үзүүлэлттэй гарлаа.

Хэмжилтын зарим утга харьцангуй их гарсан нь хөндлөнгийн хүчин зүйл болох зар сурталчилгааны самбарын гэрэл, хотын төвөөр тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөн тасраагүй, байрны гадаад дотоод гэрэлтүүлэг гэх хүчин зүйлүүд нөлөөлсөн. Энэ нь хотын төвийн бүсэд хэмжилтын утга огцом өссөнөөр батлагдаж байна.

Гэрэлтүүлгийн стандартыг шинэчлэхгүйгээр цаашид хэрэглэвэл гэрлийн бохирдолыг ихэсгэх гол шалтгаан болно. Монгол улсад мөрдөгдөж байгаа одоогийн стандартад гэрлийн шонгийн ган хийц, бүтэц, ашиглалт, замын өргөнөөс хамаарсан гэрлийн схем, шонгийн өндөр, ишний өндөр, матсан хэсгийн өнцөг, гэрэлтүүлэгчийн чадал, өндөр ба алхам, цахилгаан зарцуулалт зэргийг заасан байдаг.

Гудамж талбайн гэрэлтүүлэгт ГОСТ /хуучнаар ЗХУ-ын/ стандартыг орчуулан /MNS 2568:1983/ манай улсад хэрэглэж байгаа нь өнөөгийн шаардлагыг хангахгүй байна.

ДҮГНЭЛТ

Энхтайваны өргөн чөлөөнд суурилуулагдсан гэрлийн шонгийн өнөөгийн байдлаас харахад MNS 2568:1983 болон бусад стандартыг ерөнхийд нь хангасан боловч гэрлийн бохирдол 75...104.35% ихэссэн байна. Шөнийн амьдралд идэвхитэй амьтад гэрэлтүүлэгчийн нөлөөнд баригдах, үржлийн үйл явц, зан төрхийн өөрчлөлт явагдаж, орон зайн баримжаагүй болох, тоо толгой ихсэх буюу багасах, хот суурин газрын таримал болон зэрлэг ургамлын өсөлт, үржил удаашрах зэрэг экосистемийн доройтол явагдана.

Уг экосистемийн өөрчлөлтийн нөлөөгөөр хүн өөрийн мэдэлгүй физиологи, экологи, нийгэм эдийн засгийн гэсэн 3 чиглэлээр өртөж байгаа нь хүний стрессээр илэрдэг. Энэ бүгдээс болж алдагдсан боломжийн ирээдүйн өртөгийн хэмжээ нь одооноос гэрлийн бохирдолыг бууруулж, цаашлаад хэрхэн яаж хамгийн бага түвшинд барихаас шалтгаална. Гэрлийн

бохирдолыг бууруулахад одоо мөрдөгдөж байгаа стандартыг үндсээр нь өөрчлөн сайжруулж, зохиомол гэрэлтүүлэгчийн тэвчих утгыг гаргах, чийдэнгээс гарах өнгийг тогтоож өгөх, зорилгод объект гэрэлтүүлэхээс бусад гэрлийн илүүдлийг хаах, бүх чийдэнг бүрхүүл хаалттай болгох зэрэг маш олон ухагдахуун нэмж өөрчлөн, чанд мөрдүүлэх нь зүйтэй юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Түмэннаст.Б, Хуягдорж.М, “Байгалийн ба зохиомол гэрэлтүүлэг” БНБД 23-02-08 УБ (2008) 57 х.
2. Монгол улсын стандарт "Гэрэлтүүлгийн ган багана. Техникийн шаардлага" MNS 2568:1983 2х.
3. Hasson.P, et al, Trees, lighting and safety in context - sensitive solutions transportation research board, issue 2120, (2009).
4. TAC, Guide for the design of roadway lighting, transportation association of Canada V1, (2006).
5. Alexander D.Ryer, Light measurement handbook USA, (1997).
6. Zoning administration division, Outdoor lighting standards, virginia, USA, (2003).

ДУЛААНЫ 3-Р ЦАХИЛГААН СТАНЦЫН ТҮЛШ ДАМЖУУЛАХ ЦЕХИЙН АВТОМАТЖУУЛАЛТЫН СУДАЛГАА

Б.Адьяа*, Б.Сэргэлэн*

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

Хураангуй. Цахилгаан эрчим хүчний найдваржилтыг дээшлүүлэхэд автоматжуулалт маш чухал нөлөө үзүүлдэг бөгөөд эрчим хүчний салбарт тэргүүлэн хөгжиж буй дэлхийн улс орнуудын цахилгаан станцууд бүрэн автоматжуулагдсан бөгөөд инженер техникийн мэргэжилтэнүүд хяналт, удирдлагыг гараар хийдэг цаг нэгэнт өнгөрсөн. Манай улсын хувьд ч гэсэн дэлхийн нийтийн жишгийг дагаж цахилгаан станцууд эхнээсээ автоматжуулагдсан, зарим нь автоматжуулагдахаар зорин ажилласаар байна. Автоматжуулалт хийгдсэнээр Монгол улсын эрчим хүчний хэрэгцээг найдвартай хангах, цахилгаан тоноглолын аюулгүй байдал, сайжруулах, үр ашигийг дээшлүүлэх, түргэн шуурхай оношлох, засварлах гэх мэт олон давуу талуудтай. Монгол улсын станц, үйлдвэрүүдэд процессор программчлалын Pertinax, Simatic, Delta, мөн өөрсдөө PLC ашиглан хийсэн програмууд, визуляцийн орчинд харагдах Intouch, Reliance, Delta гэх мэт олон программыг ашиглаж байгаа. Саяхан дулааны 3-р цахилгаан станцын түлш дамжуулах цехт Герман улсын компани болох Siemens фермийн Simatic программаар автоматжуулагдаад байгаа бөгөөд үүнийг ашиглан Simatic программ болон автоматжуулалтын талаар судлая.

Түлхүүр үг: дулааны цахилгаан станц 3, автоматжуулалт, хяналт удирдлага, simatic, reliance.

ОРШИЛ

Шинжлэх ухаан технологийн хөгжил асар хурдацтайгаар хөгжиж буй энэ үед эрчим хүч маань хөгжлийн түлхүүр бүтээгдэхүүн болж байгаа бөгөөд өдрөөс өдөрт эрчим хүчний чанар найдваржилтын шаардлага нэмэгдсээр байна. Мөн сүүлийн жилүүдэд манай улсын эрчим хүчний хэрэглээ хурдацтай нэмэгдэж, цахилгааны эх үүсвэр станцууд маань суурилсан чадлаа өргөтгөх, сэргээгдэх эрчим хүчний үйлдвэрлэлийг хөгжүүлэх, шинэ үүсгүүр барьж байгуулах, эрчим хүчний хэмнэлт гэсэн хэд хэдэн томоохон чиглэлд онцгойлон анхаарч байгаа нь зөвхөн өөрсдийн хэрэгцээг хангаад зогсохгүй эрчим хүч экспортлогч орон болох зорилтыг тавьж байгаатай холбоотой бөгөөд энэ зорилтын хүрээнд Дулааны 4-р цахилгаан станц 2007, 2009 онд 2 х 20 МВт-ын, 2012-2014 онд 120 МВт-ын өргөтгөл хийгдсэн, 2013 оны 7-р сард дулааны 3-р цахилгаан станц 50 МВт-ын өргөтгөлийн ажлыг хэрэгжүүлж эхэлсэн, 50 МВт-ын Салхитын салхин цахилгаан станц ашиглалтанд орсон, Дархан 10 МВт-ын нарны цахилгаан станцын суурилуулалтын ажил дууссан гэх зэрэг маш олон

төсөл хөтөлбөрүүдийг хэрэгжүүлсэн. Эдгээр станцуудын найдвартай ажиллагаа, хоорондын зохицол хийгээд ажиллах боловсон хүчинг бий болгох гээд олон асуудлууд гарч ирж байгаа энэ үед автоматжуулалтыг бид ашиглах нь маш зөв гарц юм.

1. Дулааны 3-р цахилгаан станц

1966 оны 12-р сарын 3-ны өдөр Дулааны 3-р цахилгаан станцын суурь тавигдаж, 1968 оны 12-р сарын 10-нд анхны зуух ашиглалтанд орж, 1968-1975 онд дунд даралтын станц баригдаж, цагт 40 ата даралттай, 75 тн уур үйлдвэрлэх хүчин чадалтай БКЗ-75-39 ФБ маркийн 6 зуух, цагт 12 мВт цахилгаан үйлдвэрлэх хүчин чадалтай ПТ-12-3510М маркийн 4 турбингенератор ашиглалтанд орж, станцын хүчин чадал цахилгаанаар 48 мВт, дулаанаар 157Гкал суурьлагдсан хүчин чадалтай болсон.

1976-1980 онд өндөр даралтын станц баригдаж, цагт 100 ата даралттай, 220 тн уур үйлдвэрлэх хүчин чадалтай БКЗ-100-220-4С маркийн 7 зуух, цагт 25 мВт цахилгаан үйлдвэрлэх хүчин чадалтай ПТ-25-90-10М маркийн 4 турбингенератор ашиглалтанд орж, станцын суурилагдсан хүчин чадал цахилгаанаар 148 мВт, дулаанаар 485 Гкал болж нэмэгдсэн юм.

2013 оны 7-р сараас станцын хүчин чадлыг 50 мВт-аар нэмэгдүүлэх төслийг хэрэгжүүлэн, төслийн ажил дуусах шатандаа орж, шалгах, турших, тохируулах ажиллагаа хийгдэж байна. Төслийн хүрээнд С50-8,83/0,294 маркийн турбин, QF-60-2 маркийн генератор, YNZT-2000 маркийн гардерин зэрэг шинэ тоноглолуудыг ажиллагаанд авснаар станцын хүчин чадал цахилгаанаар 186 мВт, дулаанаар 585 Гкал болох юм. Тус цахилгаан станц нь Монгол улсын эрчим цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээний 18 хувь, Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн 40 хувь, үйлдвэрийн технологийн уурын хэрэглээний 80 хувийг ханган ажиллаж байна.

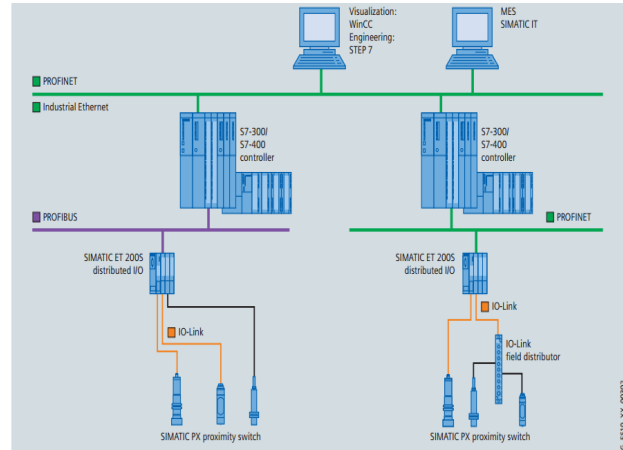
2.Simatic

Simatic нь Германы компани болох Siemens-ээс гаргасан автоматжуулалтын систем бөгөөд Simatic гэдэг нэр нь Siemens, automatic гэсэн үгний нийлбэр юм. Simatic нь SIMATIC S7-300/400 станцад функцийн блок диаграм (FBD), шаталсан логик диаграм (LAD), тодорхойлолтын лист (STL)-ээр логик удирдлагыг программыг програмчлах зориулалттай программ бөгөөд энэхүү программаар үүсгэсэн системээр үйлдвэрлэлд ашиглагдаж байгаа тоног төхөөрөмж, машины хяналт, удирдлагыг автоматаар гүйцэтгэдэг. Simatic-ийн ажиллагаа, хадгалах үйлдлүүд нь тоон компьютертэй ижил бөгөөд өөртөө зарим оролт

гаралтуудын модулиудыг багтаадаг. Холбогч утсуудыг ашиглан хаяг бүхий оролт гаралтуудыг мэдрүүр болон удирдлагатай холбож, машин хүн хоорондын холбоог үүсгэж, өндөр болон нам сигналуудаар удирдлагыг явуулдаг.

а. Simatic Step 7

Step 7 программ нь зөвхөн сервер компьютерт ажиллана. Энэ программ нь системийн ерөнхий зохион байгуулалт, сүлжээний хурд, өгөгдлийн санг байгуулах, контроллерын системийг зохион байгуулах, программчлахад зориулагдсан. Тодруулбал контроллерын санах ойд зуухны ажиллагааны дарааллыг зөв зохион байгуулалттайгаар ачаалж өгдөг. S7 программчласан удирдлагад оролт гаралтын модулиуд, CPU, цахилгаан хангамжийн асуудлуудыг багтаана. S7 программаар хяналт удирдлагыг хийхдээ PLC контроллэрыг ашиглана. Оролт гаралтын модуль тус бүр өөр өөрийн хаягтай байх шаардлагатай.

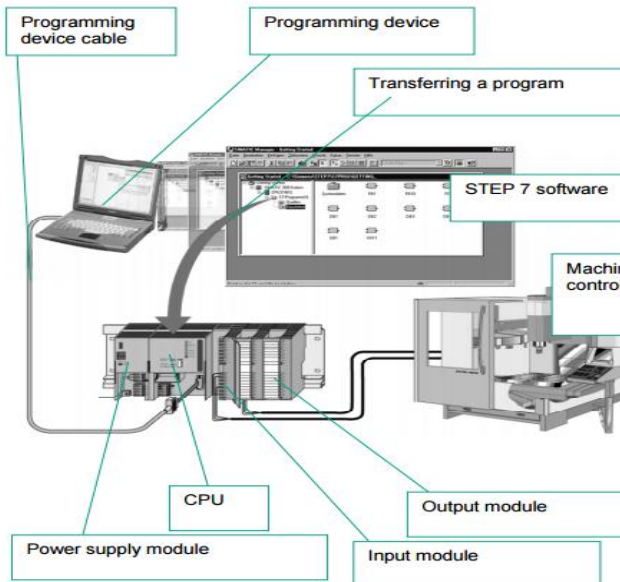


Зураг 2. Мэдээллийн (сигналын) холбоо

Хүснэгт 1

Мэдээлэл дамжуулах кабелиуд

Кабель	PROFIBUS	PROFINET
Бүтэц	PI	
Тоноглолын тодорхойлолт	Ижил	
Зарчим	Инженер, GSDs	
Бодит давхарга	RS-485	Ethernet
Хурд	12Mbit/s	1Gbit/s or 100Mbit/s
Telegram	244 bytes	1440 bytes (cyclic)^
Хаягийн хэмжээ	126	Хязгааргүй
Технологи	Мастер/туслах	Нийлүүлэгч/хэрэглэгч
Холболт	РА + Бусад	Олон шугам
Wireless	боломжтой	IEEE 802.11, 15.1
Дохио	32	>150
Машинаас машин	Үгүй	Тийм
Vertical integration	Үгүй	Тийм



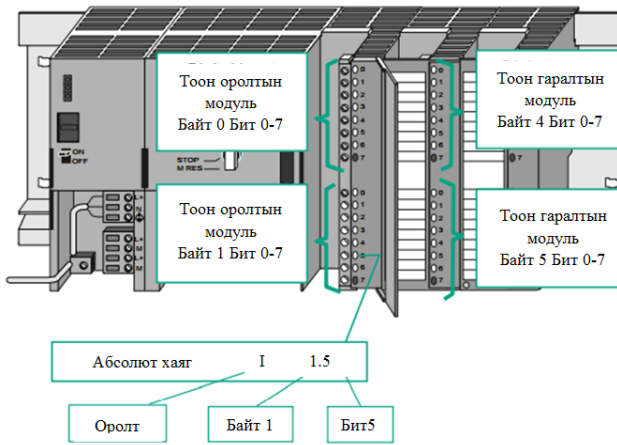
Зураг.1 Автоматжуулалтын бүрэлдэхүүн хэсгүүд (Программ болон техник хангамж)

б. Тоног төхөөрөмж болон Simatic хоорондын холбоо

Тоног төхөөрөмжүүд дээр мэдрүүрүүд байрлаж машины талаар мэдээлэлийг Simatic-ийн (S7-300, S7-400) оролтонд (distributed I/O) мэдрүүрүүд өгнө. Simatic-ийн (S7-300, S7-400) гаралтнаас удирдах компьютерт мэдээлэл өгснөөр дэлгэц бидэнд машины мэдээллийг зааж, бидний хариу үйлдэл компьютерээс Simatic-ийн (S7-300, S7-400) оролтонд ирж CPU мэдээллийг боловсруулж, тоног төхөөрөмжрүү командыг явуулна. Мэдээллийг Profibus, Profinet кабелиудаар дамжуулна.

с. Абсолют хаяг

Оролт гаралт бүрт тоног төхөөрөмжийн тохиргоо хэсгээс тодорхойлсон абсолют хаягууд байдаг. Абсолют хаяг нь тоогоор илэрхийлэгдсэн байдаг бөгөөд ямар ч тэмдэглэгээ бүхий нэрээр солих боломжтой. Нэрсийн жагсаалтын хүснэгтэнд тэмдэглэгээний нэр бүрт абсолют хаяг, өгөгдлийн төрлийг зааж үүний дараа програмдаа оруулна. Жишээ нь оролтын 0.1 хаягыг тэмдэглэгээ нэр Түлхүүр 1 гэж нэрлэж болно. Эдгээр нэр нь програмын бүх хэсэгт ашиглагдах учир глобал гэж ойлгож болно. Үүнийг ашигласнаар таны зохиосон програмд таны үүсгэсэн нэрнүүд давхцаж устахаас сэргийлдэг.



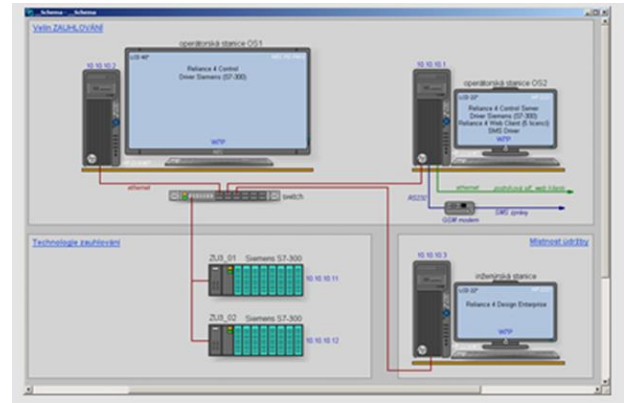
Зураг 3. Абсолют хаяг

3. Reliance

Reliance бол автоматжуулалтанд орсон тоног төхөөрөмжүүдийн үйл ажиллагаа, удирдлагыг визуляциар буюу Windows-ийн орчинд хүний нүдэнд шууд харагдаж ойлгогдох хэлбэрээр дүрслэн үзүүлэх боломтой SCADA/HMI-ийн системийн мэргэжлийн программ юм. Тухайн хэрэглэж байгаа үйлдвэр станц объектийн цаашид өөрчлөгдөх өргөжийн тэлэх бүх процесст тохируулан өөрчлөх, засварлах, шинэчлэх тал талын боломжуудтай. Reliance нь хэрэглэхэд хялбар, шуурхай ажиллагаатай, үүрэг функцууд нь уян хатан учир дэлхий даяар хий, хими, шилний гэх зэрэг үйлдвэрүүд, барилгын халаалт, агааржуулалт, ус цэвэршүүлэх байгууламжууд, цахилгаан станцууд, ухаалаг орон сууц зэрэг олон салбаруудад өргөн хэрэглэгдэж байна. Reliance программыг ашигласнаар үйлдвэрлэлийн үйл явц чанар, ашиг шимийг нэмэгдүүлэх, дохиоллын системээр анхааруулга ирэх учир тоног төхөөрөмжийн гэмтлийг бууруулах, гэмтсэн шалтгааныг тодруулах, дүн шинжилгээ хийх, и-мэйл болон мессэжээр байнгын мэдээлэл авах гэсэн олон давуу талуудтай.



Зураг 4. ДЦС 3-ын түлш дамжуулах цехийн автоматжуулалтанд диспетчерийн ажиллагаа Reliance программ дээр хийгдсэн байдал



Зураг 5. Автомат удирдлагын процессоруудын холболтын схем

ДҮГНЭЛТ

Автоматжуулалт хийгдсэнээр хүний хийгдэх хөдөлмөрийг хялбарчилах, хүний санаатай болон санамсаргүй алдаанаас үүсэх хохиролууд түүнээс үүсэх зардлыг багасгах, гэмтэл, саатлыг хурдан оношилж, сул зогсох цагийг багасгах, ажиллах хурдыг ихэсгэх, нарийвчлал болон найдваржилтыг дээшлүүлэх, аюулгүй ажиллагаа сайжрах, хортой нөхцөлд ажиллах хүмүүсийн тоог, ажиллах цагыг бууруулах, цех тоног төхөөрөмж хоорондын уялдаа холбоо сайжрах, эрчим хүчийг хэмнэх, ашигт үйлийн коэффициентийг дээшлүүлэх олон талын давуу талуудтай байдаг. ДЦС 3-р цахилгаан станцын түлш дамжуулах цехт хийсэн өргөтгөл шинэчлэлийн ажлаар уг станцад вагон хөмрөгч, конвейруудыг хэсэг хэсгээр нь хянах ажиллуулах, дохиоллын системээр гарсан гэмтлийн байршил төрлөөр нь мэдээлж, шуурхай засварлах, ажиллах хурд нэмэгдэж үр ашиг өссөн, ажилчид байнгын хортой нөхцөлд ажиллах шаардлагагүй болсон зэрэг олон үр дүнгүүдийг авчирсан байна. Зөвхөн ДЦС 3-р станц ч гэлтгүй одоо ашиглагдаж байгаа станцууд, шинээр барих станцуудад Simatic болон Reliance-ийг ашиглах бүрэн боломжтой. Simatic программын гол давуу тал нь процессорын программыг шаталсан логик, функцийн блок диаграм, программчлын хэлээр гэсэн 3 төрлөөр бичих боломжтой бөгөөд бичсэн хэлүүдийг аль ч хэлээр харах, дахин засварлан бичих боломжтой. Сүүлийн жилүүдэд техник технологи хөгжих тусам автоматжуулалтын хэрэгцээ нэмэгдэж, техник технологи хөгжин шинэчлэгдэж байгаа энэ үед ашиглахад хялбар үнэ өртөг багатай, найдвартай дэлхийн нийтээр хүлээн зөвшөөрөгдсөн баталгаат компаний шинээр гарсан олон жилийн баталгаатай, тоног төхөөрөмжүүд болон түүнд тохирсон автоматжуулалтын программ, системийг сонгох нь чухал асуудал бөгөөд SIMATIC программыг ашиглах нь нэг том гарц болох юм.

Ашигласан номын жагсаалт

1. <http://tes3.energy.mn>
2. <http://tpp4.mn>
3. “Mongolian economy” 2011 5 сар
4. “Монгол улсын эрчим хүчний засаглалын үнэлгээний тайлан” 2012 он
5. Сайншандын ДЦС-ыг автоматжуулсан тайлан
6. <http://energy.mn>

7. <https://www.fer.unizg.hr/download/repository/STEP7.pdf>.

8. <http://w3.siemens.com/mcms/topics/en/simatic/Pages/Default.aspx>

ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ БИЧИЛ СИСТЕМИЙН СУДАЛГАА

Э.Байгаль*, Х.Ганцацрал*, Б.Сэргэлэн*

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

Хураангуй. Хүн ам, аж үйлдвэрлэл нэмэгдэхийн хирээр эрчим хүчний хэрэглээ жилд ойролцоогоор 3.5% өсч байна гэсэн судалгаа байдаг. Иймээс цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ болон цахилгаан эрчим хүчний нийлүүлэлтийг оновчтойгоор тооцоолох нь эдийн засгийн хувьд маш их хэмнэлттэй юм. Монгол орны бичил системийн хувьд сэргээгдэх эрчим хүчийг түлхүү нэвтрүүлэх цаашлаад эрчим хүчний системтэй зэрэгцээгээр ажиллуулах бичил системийн оновчлолын загварыг хийх явдал билээ.

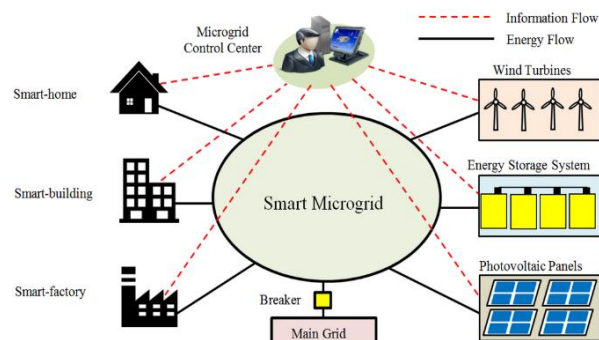
Түлхүүр үг: сэргээгдэх эрчим хүч, бичил систем, ухаалаг байшин, мэдээллийн сүлжээ.

ОРШИЛ

Тасралтгүй өсөн нэмэгдэж байгаа цахилгаан эрчим хүчийг хатуу түлш, цөмийн энергийн эх үүсвэрээр хангах нь хүрээлэн буй байгаль орчин, хүн амьтны эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлж, хүлэмжийн хийн ялгарал нэмэгдэж, дэлхийн дулаарал хурдацтай явагдах гол шалтгаан болж байна. Иймээс хүн төрөлхтөн, байгаль орчинд ээлтэй, нөхөн сэргээгдэх, ногоон эрчим хүч болох сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглах болсон. Манай орны хувьд сэргээгдэх эрчим хүчний нөөц арвинтай ба сүүлийн жилүүдэд сэргээгдэх эрчим хүчийг хөгжүүлэхэд анхаарал ихээхэн хандуулж байгаа билээ. Манай улс шиг нүүдлийн мал аж ахуй эрхэлдэг, мөн төвийн эрчим хүчинд холбогдох боломжгүй зарим алслагдсан газруудад сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглах нь тохиромжтой байдаг билээ. Харин зарим цахилгаан хэрэглээнд тусгайлан зориулж сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрийг байгуулах боломжийг судлах юм.

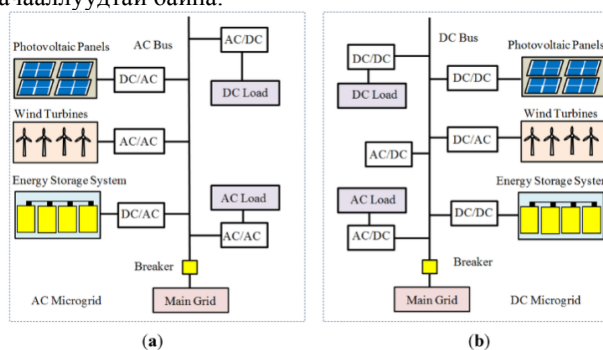
Судалгааны чиглэл

Бичил систем бие даасан болон сүлжээнд холбогдсон 2 горимд ажилладаг. Бие даасан горимд бичил систем гол сүлжээнээс тусгаарлагдсан байдаг бол сүлжээнд холбогдсон горимд бичил систем нь цахилгаан шугам сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсэг болдог. Бичил системийн ажиллагаа систем дэх бүх тоног төхөөрөмжийн удирдлага, тогтвортой ажиллагаа болон бүхэл цагийн турш хянагдах бичил системийн удирдлагын төвөөр удирдагддаг. PV панел, салхин турбин болон энерги нөөцлөх батерейг агуулсан бичил системийг зураг 1-т үзүүлээ.



Зураг 1. Бичил системийн ерөнхий бүтэц

Бичил систем нь 3 төрөлд хуваагдаж болно: хувьсах гүйдлийн (AC) систем, тогтмол гүйдлийн (DC) систем, хосолмол (AC/DC) систем. Хувьсах гүйдлийн (AC) системд зориулсан хэлбэр салхин турбин гэх мэт үйлдвэрлэх бүх хэсгүүд нь хувьсах сүлжээнд шууд холбогддог. Нарны панелуудын тогтмол гаралттай хэсгүүд нь хувьсах сүлжээнд холбогдохдоо DC/AC хувиргуурыг ашиглана. Хувьсах ачааллууд хувьсах гүйдлийн сүлжээнд шууд холбогддог харин тогтмол гүйдлийн ачааллууд нь DC/AC хувиргуур шаарддаг. Хувьсах гүйдлийн бичил системд зориулсан технологийг хэд хэдэн газруудад хэрэгжүүлсэн байдаг. Ихэнхи хэрэглэгчийн тоног төхөөрөмж ажиллахын тулд тогтмол гүйдлийн эрчим хүчийг шаарддаг учраас тогтмол гүйдлийн бичил систем нь ирээдүйн эрчим хүчний системийн хувьд шинэ ухагдахуун юм. Энэ тохиолдолд энерги нөөцлөх хэсэг болон нарны панелийн систем нь тогтмол гүйдлийн сүлжээнд хялбар холбогддог боловч салхин турбины хувьд тогтмол гүйдлийн сүлжээнд холбогдохын тулд AC/DC инвертерийг ашиглана. Харин хосолмол бичил систем нь хувиргуурт холбогдсон хувьсах болон тогтмол гүйдлийн системийн аль алинд нь тохирдог. Хэсэг тус бүр өөрийн гэсэн энергийн эх үүсвэр, энерги нөөцлөгч, ачааллуудтай байна.



Зураг 2. (a) AC бичил систем, (b) DC бичил систем

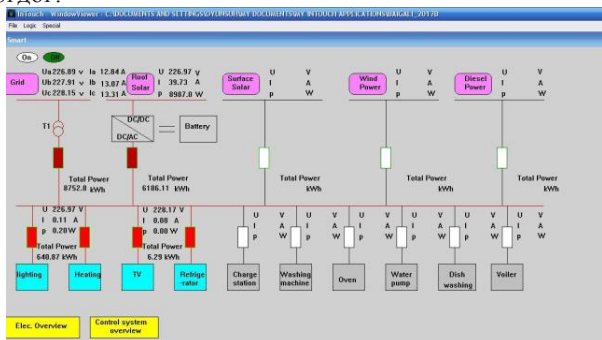
PV систем нь нарны энергийг цахилгаан руу хувиргахад ашиглана. Энэхүү систем нь сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрүүдтэй бие даасан горим эсвэл гол сүлжээтэй зэрэгцээгээр ажиллуулж болно. Олон улсын цахилгаан техникийн холбооны IEC 61724 стандарт нь PV системийн хяналт болон судалгаанд зориулсан ерөнхий нормыг тодорхойлсон байдаг. IEC 61724 стандартад суурилсан PV системийн хяналтын параметрийг доорх хүснэгтэд харууллаа.

Хүснэгт 1

Төрөл	Хэмжилт	Нарийвчлалын түвшин
	Нийт цацраг	<5%
Цаг агаарын нөхцөл	Гадаад орчны температур	<1°C
	Салхины хурд	<0.5 м/с
	Гаралтын хүчдэл	Багажийн заалтын <1%
	Гаралтын гүйдэл	Багажийн заалтын <1%
PV	Гаралтын чадал	Багажийн заалтын <1%
	Модулийн температур	<1°C

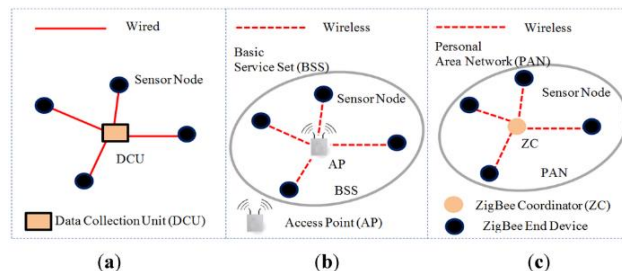
Удирдлагын хэсэг

In Touch программ АНУ-ын Wonderware фирмийн программ хангамж бөгөөд энэ нь үйлдвэрийн удирдлагад зориулсан SCADA болон HMI, бие даасан системээс бүрдсэн юм. Автоматжуулалтад тоног төхөөрөмж, тоноглолуудыг удирдах мэдээллийн технологийг хэрэглэх компьютер болон ухаалаг утас ашиглан алсын зайнаас удирдах боломжийг олгож өгдөг.



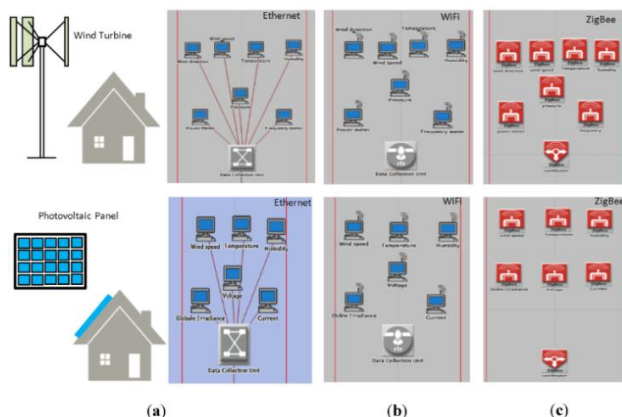
Зураг 3. In Touch программ дах удирдлагын хэсэг

Ухаалаг байшингийн бүтцийн топологи нь сэргээгдэх эрчим хүчний системээс (WT/PV) 10м зайд байрласан 10x10м-ийн цогцбүрдэлбайна. Ethernet, WiFi, болон ZigBee зэрэг мэдээллийн сүлжээг ашиглаж болох ба зураг 3а-д үзүүлсэнээр Ethernet сүлжээний сувгууд нь мэдэрүүрүүд болон өгөгдөл цуглуулах хэсэг (DCU)-т холбогдоно. WiFi-д суурилсан үед (AP)-тай болон (AP)-гүй гэсэн 2 өөр топологийг авч үзэж болдог.



Зураг 5. (a) Ethernet од сүлжээний бүтэц, (b) WiFi холбогдсон сүлжээ, (c) ZigBee од сүлжээний бүтэц

Ухаалаг байшинд зориулсан бага чадлын сэргээгдэх эрчим хүчний системийн мэдээлэл дамжуулах сүлжээний бүтцийг зураг 4-г харууллаа.



Зураг 6. (a) Ethernet (b) WiFi (c) ZigBee

ДҮГНЭЛТ

Сэргээгдэх эрчим хүчний бичил системийг нэвтрүүлсэнээр хэрэглэгчийн цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг зөв зохицуулах, хүрээлэн буй орчин болон нийгмийн дэвшил-эрчим хүчний хэрэглээг багасгах. Монгол улсын эрчим хүчний үүсгүүрийн 83 орчим хувийг ДЦС-ууд эзэлдэг ба түүний ялгаруулах CO₂ хүлэмжийн хийх байдаг бөгөөд энэхүү хүлэмжийн хийн ялгарлыг багасгах нь нэн чухал асуудал болоод байгаа билээ. Мөн шинэ инновацийн технологийг нэвтрүүлэх ач холбогдолтой юм. Ухаалаг байшинг нэвтрүүлсэнээр гэр ахуйн бүх тоног төхөөрөмжийг нэг газраас буюу алсаас удирдах, хамгаалалтын хувьд найдвартай, эрчим хүчийг зөв зохистой хэрэглэх зэрэг давуу талуудтай юм.

Ашигласан материал

1. “Автоматжуулалтын In Touch программын хэрэглээ-Г” Б.Сэргэлэн, 2010 он.
2. “Технологийн процессын автоматжуулалт”, Б.Сэргэлэн, 2014.
3. “Эрчим хүчний хэрэглээ, хэмнэлт” илтгэлүүдийн эмхэтгэл, 2016 он.
4. Justo, J.J.; Mwasilu, F.; Lee, J.; Jung, J.-W. AC-microgrids versus DC-microgrids with distributed energy resources: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **2013**, *24*, 387–405. [Google Scholar] [CrossRef].
5. Barklund, E.; Pogaku, N.; Prodanovic, M.; Hernandez-Aramburo, C.; Green, T.C. Energy

management in autonomous microgrid using stability-constrained droop control of inverters. *IEEE Trans. Power Electron.* **2008**, 23, 2346–2352. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)].

6. Zhu, X.; Han, X.; Qin, W.; Wang, P. Past, today and future development of micro-grids in China. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **2015**, 42, 1453–1463. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)].

ЦАХИЛГААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ЧАДЛЫН НЭМЭЛТ АЛДАГДАЛД ДЭЭД ГАРМОНИКИЙН ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛӨЛ

И.Уянга*, Э.Буянхишиг*, З.Цэрэндорж*

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

Хураангуй. Цахилгаан хангамжийн систем нь янз бүрийн ажиллагааны горим, онцлогтой, олон зуун хэрэглэгчид, шугам, трансформаторын нийлмэл нэгдэл учраас хэрэглэгч, шугам, элемент бүр өөр өөрийн онцлогтой гармоникүүдыг үүсгэнэ. Ажиллагааны горимын үедээ янз бүрийн эрэмбийн дээд гармоникүүдыг үүсгэж хүчдлийн синуслэг хэлбэрийг алдагдуулдаг. Шугам сүлжээний хүчдэл гүйдлийн синуслэг байдал алдагдаж, дээд гармоникийн нөлөөллүүд тэжээлийн стэндэд орж нөлөөлсний улмаас шугам сүлжээний 50Гц-ийн давтамжтай үндсэн гармоникийн үүсгэж, тэжээлийн гүйдлийн синуслэг бус хэлбэрийн улмаас чадлын нэмэлт алдагдал ΔP_{nc} мөн учир харгалзах энергийн нэмэлт алдагдлын харгалзах энергийн нэмэлт алдагдал ΔE_{nc} -ууд давхар үүснэ. Энэхүү нэмэлт алдагдлыг энергийн багажын өдөр, сар, улирал, жилүүдэд гаргаж, дүн шинжилгээ хийх нь чадал энергийн алдагдлын тооцоо бодитой зөв хийгдэхийн зэрэгцээ хүчдэл ба гүйдлийн синуслэг байдлыг сайжруулах нэмэлт арга хэмжигдэхүүнийг тодорхойлсноор чухал үзүүлэлт болдог.

Тулхуур үг: Дээд гармоникийн нөлөөлөл, чадлын нэмэлт алдагдал, филтэр.

ОРШИЛ

Үйлдвэр, хот суурин газрын цахилгаан хангамжийн элементүүдээр дээд гармоникийн гүйдэл гүйх үед идэвхитэй чадал ба цахилгаан энергийн нэмэлт алдагдал үүснэ. Дээд гармоникийн улмаас ялангуяа трансформатор, хөдөлгүүр, генераторт чадлын хамгийн их алдагдал үүсэх бөгөөд гармоник давтамжийн өсөлттэй ойролцоогоор \sqrt{v} -тэй пропорционалаар тэдгээрийн ороомгийн идэвхитэй эсэргүүцэл ихсэнэ. Энэ үе цахилгаан машины ороомгийн халалтыг зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс нь хэтрэхэд хүргэнэ. Үйлдвэрийн газрын тэжээлийн шугам сүлжээнд дээд гармоникийн үйлчлэлээр бий болох энергийн алдагдлын зөвшөөрөгдөх хэмжээ хэвийн алдагдлын 4-6% -аас хэтрэхгүй байх ёстой. Үйлдвэрийн дотоод сүлжээ ба цахилгаанжуулсан төмөр замын тээвэрт 10-15% байхыг зөвшөөрнө. Хүчдлийн муруйд дээд гармоникийн агуулагдсан байхад физик-химийн процесс эрчимтэй явагдаж, тусгаарлагын хуучралтыг түргэтгэж, кабель шугамын ажиллах хугацааг

богиносгон засварын тоог нэмэгдүүлж, ашиглалтын зардлыг ихэсгэнэ. Хүчдэл, гүйдлийн дээд гармоник хэмжүүрийн заалтанд нөлөөлж индукцийн системийн идэвхит энергийн тоолуурын заалтын алдааг ихэсгэнэ. Энэ алдаа 10% хүрэх тохиолдол ч байдаг. Дээд гармоникийн реле хамгаалалтын төхөөрөмжийн ажиллагааг гажуудуулах, алдаа үүсгэх учир урвуу дарааллын гүйдлийн шүүлтүүр хэрэглэнэ. Мөн конденсаторын батерейн ажиллагаанд хүчтэй нөлөөлж гэмтэж, тэсрэх, дэлбэрэх аюулд хүргэнэ. Иймд цахилгаан хангамжийн системд дээд гармоникийг багасгах дараах арга хэмжээг авч хэрэглэнэ. Үүнд:

- Тэжээлийн системийн богино залгааны чадлыг нэмэгдүүлэх
- Шугаман биш вольт-амперийн хамаарамтай хэрэглэгчийн тэжээлийг тусгаарлах
- Шулуулгах фазын тоог нэмэгдүүлэх
- Хувиргагчийн ажиллагааны олон фазын эквивалент горим хэрэглэх
- Дээд гармоникийн шүүлтүүр хэрэглэх.

Хот суурин, үйлдвэрийн хэрэглээнд шинэ технологи нэвтрүүлэх тэдгээрийг боловсронгуй болгохтой уялдан вентилийн хувиргагч, нэг ба гурван фазын шулуутгагч ба гагнуурын төхөөрөмж, их чадлын соронзон өсгөгч, хийн цахилалтын чийдэн хэрэглэгдэж байгаа. Эдгээр төхөөрөмжийн онцлог нь сүлжээнээс синуслэг хүчдэл өгөгдөхөд синуслэг биш гүйдлийг хэрэглэдэгт оршино. Гүйдлийн синуслэг биш муруйг янз бүрийн давтамжтай дээд эрэмбийн энгийн гармоник хэлбэлзлүүдээс бүрдсэн нийлмэл хэлбэлзэл гэж үзэж болно. Сүлжээний элементээр дээд гармоникийн гүйдэл гүйхэд эдгээр элементийн эсэргүүцэл дээр хүчдэлийн уналт бий болж хүчдэлийн үндсэн синуслэгт бас гажилтыг бий болгоно. Гүйдлийн гармоник байгуулагчуудад задлах үед дээд гармоникийн эрэмбэ $v = kp \pm 1$ болно. Энд : p -Шулуутгасан фазын тоо. k -Бүхэл тоон цуваа (1.2.3) $v = kp + 1$ эрэмбийн дугаартай гармоникүүд нь шууд дарааллын гүйдлүүд ба ЦХХ-ний системийг үүсгэнэ. Харин $v = kp - 1$ эрэмбийн дугаартай гармоникүүд нь урвуу дарааллынхыг үүсгэнэ. Сүлжээний хүчдлийн синуслэг бусийн хэмжээг хүчдэлийн синуслэг бусын коэффициентээр илэрхийлнэ. Синуслэг биш хүчдэлийн

гармоникуудын үйлчлэх утгыг үндсэн гармоникийн хүчдэлд харьцуулсныг синуслэг бусын коэффициент гэнэ.

Хүснэгт 1

MNS 1778-2007 стандартад заагдсан тухайн эрэмбийн дээд гармоникын эзлэх хувь хэмжээний зөвшөөрөгдөх хамгийн их утгууд

Синуслэг бусын коэффициент K_{CB}	Хүчдлийн түвшин, кВ			
	0,38	6-20	35	110-330
Хэвийн зөвшөөрөгдөх утга %	8	5	4	2
Хязгаарын зөвшөөрөгдөх утга %	12	8	6	3

Хүснэгт 2

Дээд эрэмбийн гармоникүүдийн эзлэх зөвшөөрөгдөх хувь хэмжээ K_{U_v} -ийн утгууд (хувиар)

$U_{xэ6}$ (кВ) хүчдлүүдэд харгалзах 3-т хуваагддаггүй сондгой гармоникүүд					$U_{xэ6}$ (кВ) хүчдлүүдэд харгалзах 3-т хуваагддаг сондгой гармоникүүд				
n*	0.38 кВ	6-20к В	35к В	110-330кВ	n*	0.3 8кВ	6-20к В	35к В	110-330к В
5	6,0	4,0	3,0	1,5	3	5,0	3,0	3,0	1,5
7	5,0	3,0	2,5	1,0	9	1,5	1,0	1,0	0,4
11	3,5	2,0	2,0	1,0	15	0,3	0,3	0,3	0,2
13	3,0	2,0	1,5	0,7	21	0,2	0,2	0,2	0,2

Тайлбар: n*-Хүчдлийн гармоник бүрдүүлэгчийн дугаар

2. Дээд гармоникийн нөлөөлөл, түүнийг багасгах арга зам

Цахилгаан шугам сүлжээний дээд гармоникүүдийн нөлөөллийг багасгаж, тэжээлийн хүчдлийн синуслэг хэлбэрийг дээшлүүлэхийн тулд цахилгаан хангамжийн зохистой схем шийдлийг зохистой болгохоос гадна шугаман бус ачааллуудыг холбох тусгай схем, дээд гармоникүүдыг шүүх тусгай шүүлтүүрүүд хэрэглэх зэрэг олон арга хэмжээнүүдийг дангаар нь ба хослуулан хэрэглэнэ. Үүнд: Идэвхигүй фильтр, шүүрүүдийнг хэрэглэх, дээд гармоникийн давтамжинд резонанаас үүсэхээс тохижуулан идэвхигүй LC шүүр байх бөгөөд энэ давтамжийн үер ерөнхий эсэргүүцэл нь тэг болох тул тухайн гармоникийг шүүж устгах зориулалттай энэ шүүлтүүр нь схем, хийцийн хувьд дотроо олон төрөл байдаг. Гармоникийн идэвхитэй төхөөрөмж (Active Harmonic Conditioner - АНС)-ийг хэрэглэх. Энэ төхөөрөмжийг дээрх синтезатороос ялгаатай тал нь синтезаторыг шугаман бус ачаалалтай цуваа залгадаг бол АНС төхөөрөмжийг шугаман бус ачаалалтай зэрэгцээ холбоно. Ажиллагааны зарчим нь шугаман бус ачааллын гармониктай анализ хийж сүлжээнд тухайн гармониктой адилхан мөртлөө гагцхүү эсрэг фазтай гармоникийг өгч нөлөөллийг нь устгаж саармагжуулдаг явдал юм.

3. Дээд гармоникийн нөлөөллөөр үүсэх чадал,

энергийн нэмэлт алдагдлын жишээ.

10кВ-ын 10мВА чадалтай вентилэн хувиргуурын $\alpha=30^0$ өнцгийн тохируулга, $\gamma=8^0$ -ийн коммутацийн өнцөгтэй бол I-р гармоникийн I_1 гүйдлийг олбол. (Номограммаас гармоникийн гүйдлүүдийн харьцааг $I_5/I_1 = 0.19$, $I_7/I_1 = 0.13$, $I_{11}/I_1 = 0.08$).

$$I_1 = \frac{S_{BX}}{\sqrt{3} \cdot U_{ХЭВ}} = \frac{10000}{1.73 \cdot 10} = 578A;$$

үүнээс: $I_5 = 110A$, $I_7 = 75A$, $I_{11} = 46A$

Эндээс:

$\Delta P_{CBX(5)} = 3 \cdot (I_5)^2 \cdot R_{2(5)} = 3 \cdot 110^2 \cdot 0.0028 = 3.385 \text{ кВт}$
энэ маягаар 7 ба 11-р гармоникийн үүсгэх нэмэлт алдагдлыг бүх элементүүд дээр бодож үр дүнг хавсаргав.

Хүснэгт 3

Үүсгүүрийн трансформаторуудын өгөгдөл

Транс. хэвийн чадал, кВА	Богино холбооны хүчдэл $U_{\delta x\%}$, кВ	Богино холбооны чадлын алдагдал, $\Delta P_{\delta x\%}$, кВт	R_2 , Ом	X_2 , О м
63000	10,5	31,5	0,0079	0,167
1000	5,5	12,2	1,22	5,5
630	5,5	8,5	2,14	8,73

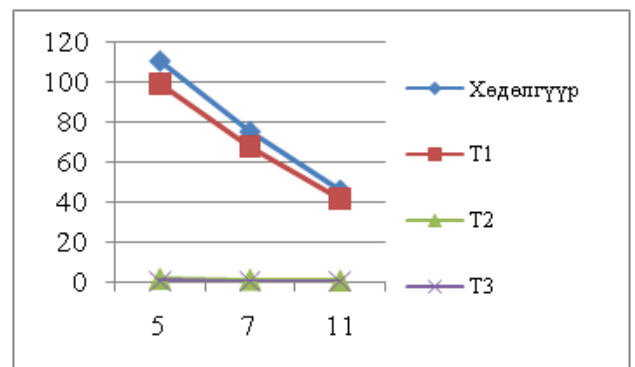
Хүснэгт 4

Өгөгдлүүд

Гармоник	Хөдөлгүүр Гүйдэл, А	T1	T2	T3
5	110	98,91	1,845	0,323
7	75	67,65	1,301	0,216
11	46	41,64	0,833	0,132
	Чадлын нэмэлт алдагдлууд, кВт			
5	3,385	5,23	0,4902	0,009
7	2,029	2,87	0,287	0,005
11	0,957	1,37	0,148	0,022

Гармоникийн утгуудыг харьцуулвал: График 1

Гармоникийн гүйдлүүдээр



Нэмэлт алдагдлын хэмжээгээр

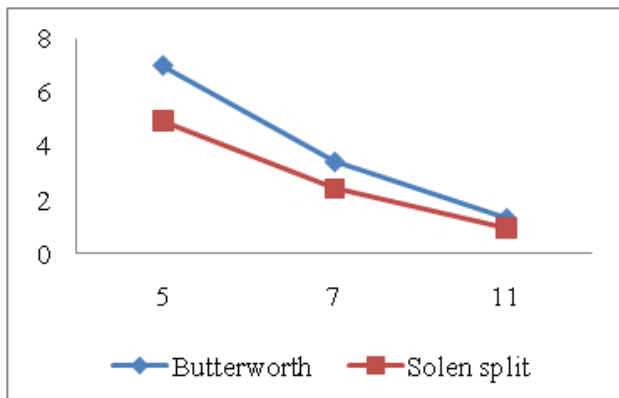
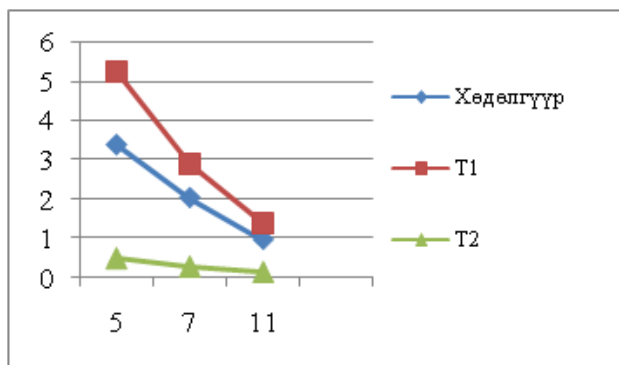


График 2. Идэвхитэй шүүлтүүрийн тооцоог хөдөлгүүр дээр гүйцэтгэвэл(L ба C шинжийн шүүлтүүрүүд)



Дүгнэлт

Орчин үеийн үйлдвэрийн технологийн процесс улам боловсронгуй нийлмэл шинжтэй болж тохируулагдах вентилийн төхөөрөмж их чадлын нуман болон индукцийн зуух, лазерийн төхөөрөмж, гагнуурын төхөөрөмжүүд өргөнөөр нэвтэрсэнтэй холбоотойгоор эрчим хүчний чанарт тавигдах шаардлага улам өндөрсөж байна. Дээд гармоникийн улмаас ялангуяа трансформатор, хөдөлгүүр, генераторт чадлын хамгийн их алдагдал үүсэх бөгөөд гармоник давтамжийн өсөлттэй ойролцоогоор \sqrt{v} -тэй пропорционалаар тэдгээрийн ороомгийн идэвхитэй эсэргүүцэл ихэсдэг. Дээр дурьдсан жишээ нь дээр ганц вентилэн хувиргууртай үеийг авч тооцсон ба бодит схемүүд дээр хэд хэдэн хувиргуурууд зэрэгцээ ажиллах тул тэдгээрийн үүсгэх гармоникудаас нэмэлт чадлын алдагдал хэвийн алдагдлын 2-4% хүртэл ихсэх боломжтой тул нэмэлт алдагдлуудыг зайлшгүй тооцох шаардлагатай.

Ашигласан материал:

1. З.Цэрэндорж, Ц.Эрдэнэтуяа, Цахилгаан хангамж, түгээлтийн үндэс.
2. Х.Сүхбаатар, С.Мөнхжаргал, С.Бямбаа. Цахилгаан хэлхээний онол.
3. Д.Содномдорж –Цахилгаан эрчмийн чанар

29МВт ХҮЧИН ЧАДАЛТАЙ УС ХАЛААГУУРЫН ЗУУХНЫ АШИГЛАЛТЫГ САЙЖРУУЛАХ АСУУДАЛД

А.Цолмонбаяр*, Л.Жаргалхүү*

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

Хураангуй. Ус халаагуурын зуухны хувьд утааны хийн температур өндөр гардаг. Ачааллаасаа хамаарч утааны хийн температур 220-240 °С хүрдэг. Оюу толгойн ДС-ын утаа баригч уутат фильтр байдаг. Уутат фильтр нь 185 °С дээр шатдаг тул утааны хийн температурыг барихын тулд доод экономайзерын утааны люкийг нээж утааны температурыг 150-160 °С дээр барьж ажиллаж байна. Тиймээс утааны температурыг багасгахын тулд нэмэлт халах гадаргуу байрлуулах боломжийн талаар судалгаа хийж байна.

Түлхүүр үг: зуух, анхдагч, хоёрдогч агаарын салхилуур, утаа сорогч.

ОРШИЛ

Ус халаагуурын зуух нь DHFX 29-2.0/130/70-М маркын нэг тогоотой албадмал эргэлттэй, эргэлдэгч буцламтгай давхрагын шаталттай / CFB/ галын хотолтой “ П “ хэлбэртэй.

Зуухны их бие нь тогоо, экран хоолой, экономайзер, агаар халаагч, ган каркас, дээш гарах шат тавцан, өрлөг дулаалга, гадна талын хамгаалалтын бүрхүүл, анхдагч болон хоёрдогч агаарын шугам хоолой, шаталтын тоноглол, нүүрс тэжээх тоноглол, нүүрсийг ялгаж дахин өгөх тоноглол зэргээс бүрдэнэ.

Нам температуртай сүлжээний буцах ус циклоны доор байрлах буцах ус хуваарилах коллектоос галын хотлын пакетын доод коллекторуудруу өгөгдөж тэндээсээ галын хотлын экран хоолойнуудаар орж халаад пакетын дээд коллекторуудад хуримтлагдан тэндээсээ тогоонд орно. Тогооны хоёр талаас экономайзерын 1-р үеийн коллектор луу өгөгдөж экономайзерын хэвтээ байрлалтай могой хоолойнуудад хуваарилагдан орж халаад зуухны дээр байрлах халуун усны коллекторт цугларан сүлжээний усны системд өгөгдөнө.

Агаар халаагч нь хэвтээ байрласан хоолойнууд бүхий кубээс бүрдэнэ. Шаталтанд шаардлагатай нийт агаарын 55% нь анхдагч агаар болон агаар халаагчийн доод болон дээд кубээр дайран халаад галын хотлын доод талын анхдагч агаарын хайрцагт өгөгдөнө. Үлдсэн 45% нь хоёрдогч агаар хэлбэрээр буцлах давхаргын дээд үед, шатаах тавцангийн дээрээс өгөгдөнө. Зуухны АҮК 87,2%, 130/70-ын графикаар ажиллана. Зуухнаас гарах утааны хийн температур 150 °С байна гэж төслөөр өгөгдсөн. Зуухны нийт эзлэхүүн 19,5 м³, цагт 5463 кг нүүрс зарцуулна.

Туслах тоноглолд дараах төхөөрөмжүүд орно:

- Анхдагч, хоёрдогч агаарын салхилуур
- Утаа сорогч

- Циклоноос гарсан том ширхэгтэй нүүрсний салхилуур
- Шаарга хөргүүр
- Шаарга хөргүүрийн хөргөлтийн системийн тоноглолууд

Утааны хийн температурын утга практикт 280 °С хүрдэг. Иймээс зуны их засвараар тус зуухны эргэлтийг дараах байдлаар өөрчилсөн.

Нам температуртай сүлжээний буцах ус циклоны доор байрлах буцах ус хуваарилах экономайзерын 1-р үеийн коллекторлуу өгөгдөж экономайзерын хэвтээ байрлалтай могой хоолойнуудад хуваарилагдан орж халаад, зуухны галын хотлын доод коллекторуудруу өгөгдөж тэндээсээ галын хотлын экран хоолойнуудаар орж тогоонд орно. Тогооноос гарч сүлжээний усны системд өгөгдөнө. Ийм өөрчлөлтийг хийснээр утааны хийн температур 230 °С болтол буусан. Гэвч утааны температурыг үүнээс багасгах шаардлага дахин гарч байна. Учир нь:

- Утааны температур өндөр гарснаас зуухны АҮК буурна.
- Утаа сорогчийн өмнөх уутан фильтр 185 °С-аас дээш гарахад уут шатаах аюултай.
- Утаа сорогчийн ажиллагаа болон насжилтанд муугаар нөлөөлнө.
- Эргэлтийн хөндийн сүүлийн хэсгийн шугам хоолойд муугаар нөлөөлнө.

Ийм учраас одоогийн ашиглалтын ажиллагааны үед утааны температурыг буулгах зорилгоор экономайзерын сүүлийн хэсгийн люкийг онгойлгож үнс баригчийн өмнөх утааны хийн температурыг 150-160 °С дээр барьж ажиллаж байна. Тиймээс утааны температурыг багасгахын тулд нэмэлт халах гадаргуу байрлуулах шаардлага гарч байна. Нэмэлт халах гадаргууг байрлуулах хэсэг нь конвектив хэсэгт дээд экономайзерын дээр хоосон хийн хөндий байдаг тул энэ хэсэгт тавихаар дулаан техникийн тооцоо хийж байна. Энд үнс баригч чухал үүрэгтэй.

Үнс баригч төхөөрөмжийн үндсэн зарчим

Үнс барих төхөөрөмж нь утааны хийн урсгалаас үнсний ширхэглэгийг шүүж ялгах зориулалт бүхий нүхтэй материалаар хийсэн уутат шүүлтүүр ашигладаг. Ажиллагааны үед, утааны хий нь шүүгч уутны гадна талаас дотогш дайран өнгөрөх ба үнсний ширхэгүүд шүүгч уутанд баригдан үлддэг. Үнс баригч нь үнс тоос цуглуулах (утааны хийн урсгалаас үнсний ширхэгүүдийг салгах) болон тогтмол хугацаанд үнс

зайлуулах (уутан шүүлтүүрт хуримтлагдсан үнс тоосонцорын ширхэглэлүүдийг цэвэрлэх) гэсэн дэс дарааллаар ажилладаг. Үнс тоосонцор цуглуулах процесст хэд хэдэн үндсэн шаардлагууд тавигдах ба тэдгээр нь:

Үнс тоосонцорын ширхэглэлүүд уутат шүүлтүүрийн гадаргуутай мөргөлдөх (эсвэл уутны гадна хуримтлагдсан үнс тоосонцорын ширхэглэлүүдтэй мөргөлдөх) ёстой.

Үнс тоосонцорын ширхэглэлүүдийг нь уутны гадаргууд (эсвэл уутны материалд наалдсан үнс тоосонцорын ширхэглэлүүдтэй хамт) хуримтлуулагддаг.

Үнс баригчийн үнс зайлуулах механизмын талаар нийтлэг буруу ойлголт байдаг. Тухайлбал, шүүлтүүр нь нарийн шүүр, шигшүүртэй адилхан, шүүлтүүрээр нь зөвхөн шүүрний нүхнээс жижиг үнсний ширхэгүүд гардаг гэж ойлгох нь бий.

Уутны материалын сүвний хэмжээ дундаж сүвний хэмжээнээс 10^{-1} -ээр том байдаг ч үнс баригчийн үнс зайлуулах процесс нь үнсний ширхэглэлүүдийн мөргөлдөөн, шүүлтүүр даавууны материалтай наалдсан байдал зэргээс хамаардаг.

Үнс тоосонцорын ширхэглэлүүд шүүлтүүрийн уутны материалд наалдан үлдэх таван үндсэн механизм байдаг.

Саатал: Үнс тоосонцорын ширхэглэлүүд утааны хийн урсгалын дагуу ширхэглэлийнхээ радиус дотор 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 ширхэглэлийн инерцийн хүчний улмаас хангалттай хурдан өөрчлөгдөхгүй бол утааны хий дэх тоос тоосонцорыг барих ширхэглэлийн зохистой байдал алдагдаж, уутны материалд үйлчлэл үзүүлнэ.

Тархалт: Брауны хөдөлгөөний үр дүнд үнсний ширхэглэлүүд уут ханыг мөргөнө.

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

Электростатик үйлчлэл: Үнс тоосонцорын ширхэглэл/ уутны материалын цахилгаан цэнэг нь уутны материал болон үнсний ширхэглэлийн хооронд цахилгаан статик үйлчлэл үүсгэдэг.

Үнс баригчийн үндсэн үйл ажиллагаа: Утаа сорогчийн үйлчиллээр зуухнаас гарах утааны хий уутат шүүлтүүрт очин түүгээр дайран гарах бөгөөд, эсрэг даралт (сийрэгжилт)-ийн нөлөөгөөр шүүгч уут дундуур алгуур, жигд тархан гардаг.

Утааны хий уутат шүүлтүүрээр дамжих үед, үнс тоосонцорын хатуу ширхэглэлүүд уутат шүүлтүүрийн гадна хананд хуримтлагдах бөгөөд цэвэрлэх хий нь үлээх хошуу буюу соплогоор дамжин үнс тоосонцорын ширхэглэлүүдийн хамт агаар гаргагч руу орох бөгөөд тэндээсээ гадагшилна. Шүүх уутны гадна хананд хуримтлагдсан үнс тоосонцорыг өндөр даралттай хийгээр үлээлгэн үнсний бункерын ёроол руу унагах бөгөөд тээвэрлэх төхөөрөмжөөр дамжин үнсний бункерээс үнс тоосонцорыг зөөвөрлөнө.

ДҮГНЭЛТ

Утааны хийн температурыг багасгах зорилгоор нэмэлт халах гадаргуу тавьж өгөх буюу эсвэл уутат фильтрыг өөрчлөх шаардлага зүй ёсоор гарч байна. Үүнийг дулаан техникийн тооцооны үндсэн дээр шийдэх боломжтой.

Ашигласан материал

1. DHFX29-2.0/130/70-M зуухны ашиглалтын заавар “Jiangsu Taihu Boiler Co., Ltd”. 2010 оны 12сар.
2. Оюутолгой төслийн 72 МВт-ын дулааны станцын танилцуулга материал. 2013 он.

ДУЛААНЫ ТООЛУУРЫН МЭДЭЭЛЛИЙГ АЛСЫН ЗАЙНААС АВАХ ТӨХӨӨРӨМЖ

А.Алтанцэцэг*, А.Батцэцэг*, Ц.Эрдэнэцэцэг*

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

Хураангуй: Алсын зайнаас мэдээлэл дамжуулах GPRS модулийг дулааны тоолуурын тооцоолуур дотор нэмэлтээр суулгаж, үүрэн холбооны GSM сүлжээг ашиглан тоолуурт гар утаснаас SMS мессеж илгээснээр мэдээллийг хүлээн авч болно. Дулааны тоолуурын заалт болох дулаанытоо хэмжээ, өгөх ба буцах шугамын температур, температурын зөрүү, тухайн үеийн зарцуулалт, ачаалал буюу чадал, эдгээрийн дээд утгуудыг он, сар, өдөр, цаг, минутаар нь илгээх ба дулааны тоолуур дээр гарсан алдаа болох температурын мэдрэгч ба зарцуулалтын мэдрэгчийн гэмтэл гэх мэтийг мэдээлэх талаар авч үзсэн.

Түлхүүр үг: дулааны тоолуур, алсын зайн мэдээлэл дамжуулагч GPRS, дулааны тоолуур дээр гарсан алдаа, SMS мессеж

1. Дулааны тоолуур

Улаанбаатар хотын хэмжээнд төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд холбогдсон нийт хэрэглэгчдийн 89 хувь нь дулааны тоолуураар төлбөр тооцоогоо тооцож байна. Манай улсын хэмжээнд одоогийн байдлаар Герман, Дани, Орос улсад үйлдвэрлэсэн Multicall 66, Multicall 601, , Multicall 602, 2WR5, UH-5, Sonometr 1100, Sharky-473, Sharky-475, Вэлэт маркийн тоолууруудыг ашиглаж байна.

2. Дулааны тоолуурын мэдээллийг алсын зайнаас авах төхөөрөмж

Дулааны сүлжээнд төлбөр тооцоонд ашиглагддаг дулааны тоолуурын мэдээллийг алсын зайнаас авах, нэмэлт төхөөрөмж суурилуулах ажлыг хийж дууссан байгаа. Судалгаа хийж үзэхэд эхний ээлжинд дулааны томоохон хэрэглэгч болох 315 хэрэглэгчдэд модуль суурилуулан шаардлагатай мэдээлэл заалтыг авч байна.

Модулийн бүрэлдэхүүн хэсгийг авч үзье.



Зураг 1. Сүлжээний антен



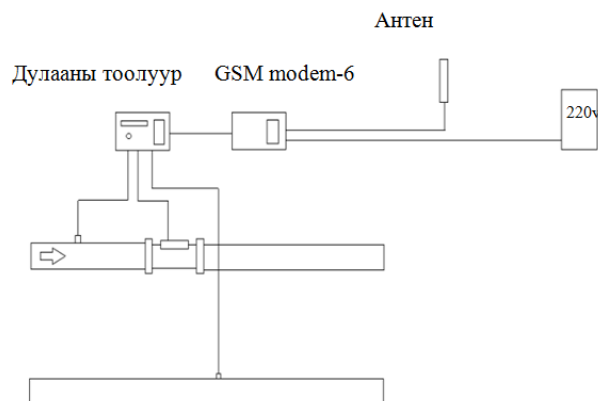
Зураг 2. GSM модем-6



Зураг 3. Тоолуурт суурилуулах сим карт

3. Модуль сууридуулсан тоолуурын марк, тоо хэмжээ

№	Тоолуурын марк	Хүснэгт 1 Тоо ширхэг
1	Мультикал-602	136
2	Мультикал-602	118
3	Мультикал-602	61
	Нийт тоо	315



Зураг 3. Дулааны тоолуурт GSM холбох холболтынсхем



Зураг 4. Тоолуурын мэдээллийг авах байдал



Зураг 5. Хэрэглэгч өөрийн утаснаас мессеж илгээн тоолуурын бодит заалт болох, дулааны эрчим хүчний тоо хэмжээг хянаж, дүгнэлт хийх боломжтой

Алсын зайнаас мэдээлэл дамжуулах GPRS модулийг дулааны тоолуурын тооцоолуур дотор нэмэлтээр суулгаж, үүрэн холбооны GSM сүлжээг ашиглан тоолуурт гар утаснаас SMS мессеж илгээнээр мэдээлэл явуулсны давуу талуудыг дараах байдлаар харууллаа

- Тоолуурын заалтыг газар дээр нь хэрэглэгч бүрээр очиж авах шаардлагагүй болно.

- Нэг дор олон тоолуурын мэдээллийг авах боломжтой болно.
- Тоолуурт гарч буй гэмтлийг цаг алдалгүй илрүүлэх ба оношиж улмаар засварлана.
- Тоолуурын ажиллагааг тогтмол хянаснаар гэмтэл гарах тоог бууруулна.
- Дулааны төлбөр тооцоогцаг хугацаа алдахгүй төлж асуудал үнэн зөв шийдвэрлэгдэнэ.
- Тоолуурын тухайн өдрийн заалтаас гадна, архивын мэдээллийг он, сар, өдөр, цаг, минутаар авах боломжтой болно.
- GPRS модулийг дулааны тоолуурын тооцоолуур дотор суурилуулахад маш хялбар. GSM сүлжээний тусгай дугаар бүхий СИМ картыг гар утасны дугаар авдагтай адил авсан СИМ карт байна. Үүнийг GPRS модульд суулгаж өгнө.

4. Дулааны тоолуурыг мэдээллийг алсын зайнаас авах программ хангамж ашиглалт

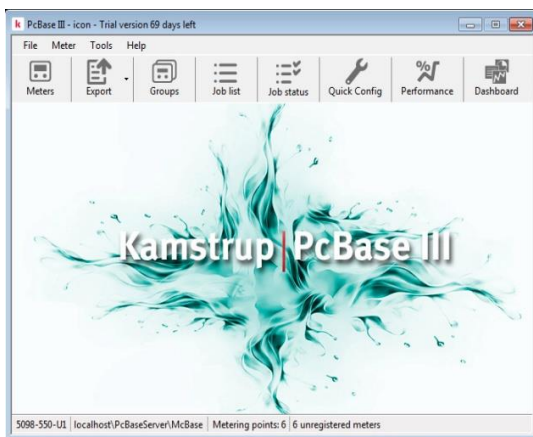
PcNet III программ нь мэдээлэл удирдлагын төвлөрсөн системээр урсан өнгөрч буй тоолууруудын мэдээллийг цуглуулна.

PcBase-III программ хангамжийн ажиллах боломжийг бүрдүүлж шинээр тоолуур нэмэх, устгах модемын холболт хийж болно.



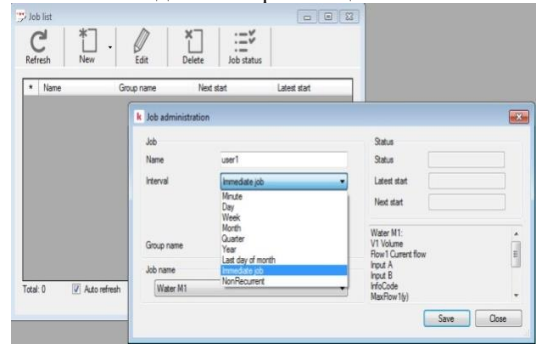
Зураг 6. Kamstrup PcNet III Программ

- PcBase III-ийн программийн функцүүд



Зураг 7. Kamstrup PcNet III программын функц

- Заалт авах даалгавар өгөх цонх



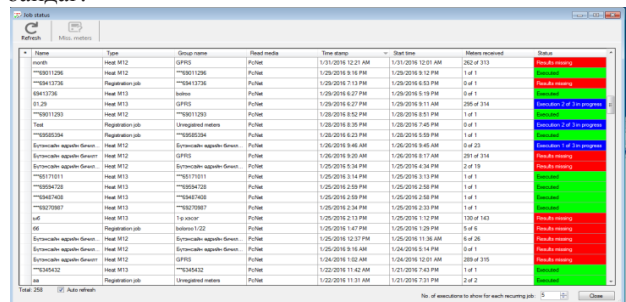
Зураг 8. Заалт авч даалгавар өгөх цонх

Тоолуурын заалтыг авах олон сонголтой:

- Минут
- Өдөр
- Сар
- Улирал
- Жил
- Сарын сүүлийн өдөр ...гм

Ажлын даалгавартаа нэр өгөх Job list цонхонд нийт ажлын даалгаврыг харгах,

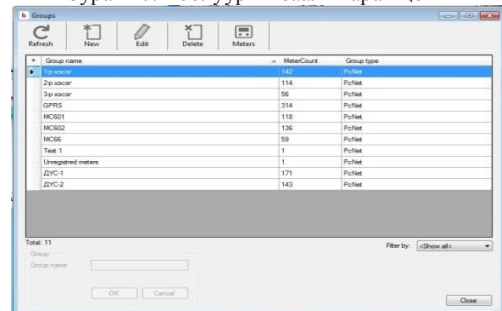
Ажлын даалгаврыг засварлах, устгах боломжууд байдаг.



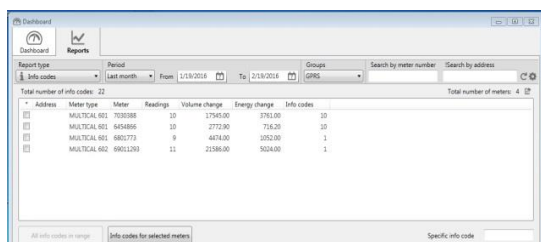
Зураг 9. Ажлын даалгаврыг тоймлон харгах цонх



Зураг 10. Тоолуурын заалт харгах цонх

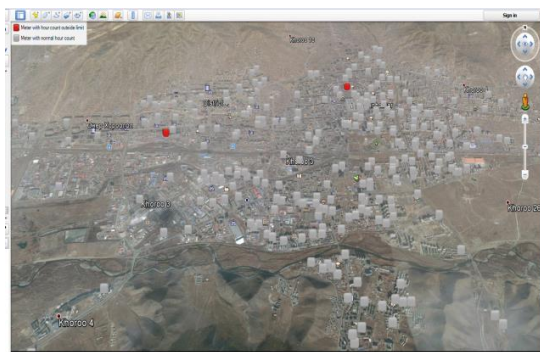


Зураг 11. Тоолуурыг бүлэглэх цонх



Address	Meter type	Meter	Readings	Volume change	Energy charge	Info codes
MULTICAL 651 5030386	30	2746.00	3761.00	30		
MULTICAL 651 6454866	30	2772.00	716.20	30		
MULTICAL 651 6802773	9	4474.00	1052.00	1		
MULTICAL 652 98012193	11	2158.00	5024.00	1		

Зураг 12. Заалтанд анализ, дүгнэлт хийх цонх



Зураг 13. Тоолуурын ерөнхий төлөвийг газар зүйн байрлалаар харах

ДҮГНЭЛТ

1. Дулааны эрчим хүчний төлбөр тооцооны хэрэгсэл болох дулааны тоолуурын мэдээллийг зайнаас үнэн бодитоор авч байгаа нь зөв техникийн шийдэл болсон гэж дүгнэв.
2. Алсын зайнаас мэдээлэл авснаар хэрэглэгчийн тоолуурын мэдээллийг түргэн шуурхай үнэн зөв авч мөн дулааны тоолуурын мэдээллийг байран дээр нь очиж авах явдлыг хөнгөвчилж байна.
3. Энэ төхөөрөмжийг ашигласнаар эдийн засгийн хувьд үр ашигтай байна.
4. Дулааны тоолуурын эвдрэл гэмтлийг цаг алдалгүй илрүүлэх, оношлох, гэмтлийг засварлах боломж гарч байна.

Ашигласан материал:

1. “УБДСТӨХК хэмжүүр хяналт. баталгаажуулалтын ашиглалтын заавар” 2016он
2. Икон ХХК-ний алсын зайн мэдээлэл дамжуулах төхөөрөмжийн танилцуулга.
3. <https://www.kamstrup.com/ru-ru/...and.../thermal-energy-meters>.
4. “Илтгэлүүдийн эмхэтгэл” УБ 2015 он.

35 КВ-ЫН ЦАХИЛГААН ДАМЖУУЛАХ АГААРЫН ШУГАМАНД ҮҮСЭХ БАГТААМЖИЙН РЕАКТИВ ЧАДАЛ, ДАМЖУУЛАХ ЧАДВАРЫН СУДАЛГАА

Д.Сэлэнгэ*, Ч.Зундуйсүрэн*

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

Хураангуй. ТБЭХС-д 110-330кВ-ын ЦДАШ-д багтаамжийн реактив чадал хамгийн их үүсэх бөгөөд түүнээс доош хүчдэлийн түвшинтэй шугаманд маш бага бараг үүсдэггүй хэмээн үздэг. Тэгвэл алс хол зайд цахилгаан дамжуулж байгаа 35кВ-ын ЦДАШ-д багтаамжийн чадалын хэмжээнд өөрчлөлт гарахыг үгүйсгэх аргагүй юм. Энэ сэдвээр судалгаа хийснээр цаашид Налайх-гэрэлж-элстэйн 35кВ-ын ЦДАШ-ын хэрэглээ өсөн нэмэгдхийн зэрэгцээ цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын газартай харьцангуй үүсэх багтаамжийн чадал тус шугаманд хэрхэн нөлөөлж байгааг энэ судалгааны үр дүнгээс харж болно.

Түлхүүр үг: Тусгаарлагдсан нейтралтай сүлжээнд үүсэх реактив чадлыг тодорхойлох.

ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Цахилгаан системд реактив чадлын хэрэглээ нь түүнийг үйлдвэрлэж байгаа хэмжээтэй тохирч байх ёстой. Өөрөөр хэлбэл реактив чадал нь баланслаг байх ёстой. Хэрвээ реактив чадлын хэрэглээ, үйлдвэрлэж байгаа хэмжээтэй тохирохгүй байвал тэжээл үүсгэгчээс хэрэглээний байр тийш дамжуулхыг шаардана. Реактив

чадлын хэмжээ нь цахилгаан сүлжээнд хүчдэлийн түвшингээс хамаарч байдаг. Сүлжээний ямар нэг цэг дээрх хүчдэлийн түвшин буурах үед ачааллыг хэрэглэж байгаа реактив чадлын хэмжээ эхлээд буурдаг. Хүчдэл цаашид буурах үед (20% буюу түүнээс их) асинхрон хөдөлгүүр, трансформатор, цахилгаан дамжуулах шугамын индуктив эсэргүүцэл дээрх реактив чадлын алдагдал өсч, цэнэгийн чадлын хэмжээ буурдаг. Үүнээс болоод реактив чадлын хэрэглээ эрс өсдөг. Энэ сүлжээн дээрх хүчдэлийн алдагдлын хэмжээг эрс нэмэгдүүлж, хэрэглэгч дээр очиж байгаа хүчдэлийг бууруулдаг. Хүчдэл буурснаас хөдөлгүүр зогсох, цахилгаан хангамжийн хэвийн ажиллагаа алдагддаг. 110-330кВ-ын шугамын багтаамжийн реактив чадал нь хамгийн их реактив чадлын 20 орчим хувьтай тэнцүү байдаг. 35кВ-ын ЦДАШ-д үүсэх багтаамжийн реактив чадлыг судлахын тулд эхлээд 35кВ-ын шугам сүлжээний горимыг судлах шаардлага гарч байна. Агаарын болон кабель шугамын дамжуулагчийг өөр хооронд нь болон газартай харьцуулж үзэхэд тодорхой багтаамжтай конденсатор шиг үзэж болно. Шугамын ажлын багтаамж нь дамжуулагчийн хоорондох мөн фаз, газар хоёрын хоорондох багтаамжаас бүрдэнэ. Энэ багтаамжийн хэмжээ нь дамжуулагчийн цэнэгийг түүнд

өгсөн потенциалд харьцуулсан харьцаатай тэнцэнэ. Фаз бүр нь нэг дамжуулагчтай гурван фазын агаарын шугамын ажлын багтаамжийг дараах томъёогоор тооцно.

$$C_0 = \frac{0.24}{lg \frac{D_{cp}}{r}} \cdot 10^{-6} = \left[\frac{P}{km} \right]$$

Энэ томъёогоор нэг км урт шугамын ажлын багтаамжийг тооцдог

D_{cp} - дамжуулагчийн хоорондох геометр дундаж зай
r- дамжуулагчийн радиус

салаалсан дамжуулагчид эквивалент радиусыг авдаг.

Нэг км урт шугамын багтаамжийн дамжуулах чадварыг дараах томъёог ашиглаж тооцно.

$$b_0 = \omega C_0 = \frac{7.58}{lg \frac{D_{cp}}{r}} \cdot 10^{-6} \text{ сим/км}$$

ω -өнцгийн хурд

Агаарын шугамын дамжуулах чадварыг дараах томъёогоор тооцно.

$$B = b_0 \cdot L$$

Кабель шугамын ажлын багтаамжийг тооцохдоо 2. Томъёог ашиглаж болохгүй. Учир нь энэ шугамын тусгаарлагчийн нэвтрэх чадвар нь агаарынхаас өөр байдаг. Түүнээс гадна гүйдэл дамжуулах хэсэг нь бие биетэйгээ мөн хар тугалга, хөнгөнцагаан газардуулсан бүрээстэй ойр байрласан байдаг учраас тусгаарлагчид үүсэж байгаа цахилгаан орон нь агаарын шугамын цахилгаан орноос өвөрмөц ялгаатай байдаг. Цахилгаан дамжуулах шугамын тусгаарлагчид үүсэж байгаа багтаамжийн дамжуулах чадварыг дайрч өнгөрөх гүйдлийг дараах томъёогоор тооцно.

$$I_C = U_n \cdot \frac{B}{2}$$

U_n –шугамын тогтоогдсон хүчдэл

Гүйдэл гүйж байгаа учраас шугамын хоёр төгсгөл дэх дамжуулах чадвар дээр реактив чадлын алдагдал үүснэ. Энэ алдагдлыг дараах томъёогоор тооцно.

$$Q_{c1} = Q_{c2} = U_n^2 \cdot \frac{B}{2}$$

Энэ томъёогоор тодорхойлогдсон чадлыг шугамын цэнэгийн чадал гэж нэрлэнэ.

Цэнэгийн чадал шугамаар дамжиж байгаа реактив чадлыг бага болгодог. Иймд цэнэгийн чадлын тэмдгийг тооцоо хийхдээ хасахаар авна. Районы цахилгаан сүлжээний тооцоонд цэнэгийн буюу багтаамжийн реактив чадлыг заавал тооцно [1].

Нейтралын горим гэдэг нь сүлжээний хүчний трансформаторын ороомог ба генераторын ороомгийн нейтралыг газартай холбохыг хэлнэ. Нейтралыг газардуулагчтай холбоогүй үед тусгаарлагдсан нейтралтай сүлжээ байна. Манай улсад 3-35кВ-ын сүлжээ нь тусгаарлагдсан нейтралтай сүлжээ буюу компенслагдсан нейтралтай байна. Тусгаарлагдсан нейтралтай сүлжээнд гурван фазын дамжуулагчийн систем нь шугамын ургын дагууд тархсан тусгаарлагчийн бодит дамжууламж ба багтаамжийн дамжууламжаар дамжин газартай хобогдоно [2].

Газардлага гарсан үеийн газардлагын гүйдэл нь фаз хоорондын богино залгалтын гүйдлээс олон дахин бага

байдаг. Энэ нь тухайн горимын үндсэн сайн тал бөгөөд ийм төрлийн сүлжээнд газардах үеийн гүйдлээс хамгаалах хурдан үйдчилгээтэй тусгай хамгаалалт хэрэглэх шаардлагагүй тул нэмэгдэл зардал багатай байдаг. Зураг төсөл, тооцоонд 6-35кВ-ын сүлжээ нь газартай холбогдох үеийн газардлагын бага гүйдэлтэй сүлжээнд хамрагдах бөгөөд түүнийг бид тусгаарлагдсан газардуулагчтай гэж нэрлэж байгаа юм.

ЦДАШ-ын хэвийн горим дахь багтаамжийн гүйдлийг дараах томъёогоор тодорхойлоно.

$$I_{C0} = U_\delta \cdot \omega \cdot \tilde{N}_0$$

A/км, ω – Өнцгийн давтамж, сек^{-1} , \tilde{N}_0 -агаарын ба кабель шугамын хувийн багтаамж, мкф/км

$$(C_0^{\text{ээээ}} = 0.25 - 0.4 \text{ иêð/èì, } C_0^{\text{аа}} = 0.00067 \text{ иêð/èì}),$$

Гагцхүү гэмтэлгүй фазын хүчдэлийн вектор нь энэ фазын багтаамжийн гүйдэлтэй харьцуулахад 60° -аар шилжсэн байх бөгөөд гэмтсэн фазын газарлуу гүйх багтаамжийн гүйдэлтэй (A) дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$I_C = \sqrt{3} \cdot I_{Ca} = 3 \cdot I_{C0} = 3 \cdot U_\delta \cdot \omega C_0 = 3 \cdot \omega \cdot C_{\text{фаз}} \cdot U_{\text{фаз}} \cdot 10^{-6}$$

ЦШС-ний ашиглалт, төлөвлөлтийн үед энэхүү I_C гүйдлийг ойролцоогоор агаарын шугаманд $I_C = U \cdot l / 350$, кабелийн сүлжээний хувьд $I_C = U \cdot l / 10$ гэж тодорхойлж болох юм. Энд U - шугаман хүчдэлийн ашиглалтын үеийн дундаж утга, кВ, l -тухайн хүчдэлийн цахилгаан холбоотой сүлжээний урт, км, ω -хүчдэлийн өнцгийн давтамж, н^{-1} , $C_{\text{фаз}}$ -сүлжээний фазын багтаамж, мкф, $U_{\text{фаз}}$ -фазын хүчдэл, В [5].

Энэхүү I_C гүйдэл нь тухайн сүлжээний фаз хоорондын богино холбооны гүйдлээс олон дахин бага боловч түүний харьцангуй их утганд 6-10кВ-ын ЦСШ-ний тоноглол гэмтэх аюултай. Газартай болох нэг фазын богино холбоос фаз хоорондын богино залгалтанд шилжиж болох ба түүнчлэн 20-35кВ-ын ЦСШ-ний хувьд олон аюул дагуулж болох шилжилтийн тасалданги солигдмол нум үүсэх тал бий. Ийм төрлийн газардуулаггүй нейтраль бүхий сүлжээ нь 6кВ-ын хүчдэлтэй бол $I_C \leq 30A$, 10кВ-ын хүчдэлтэй бол $I_C \leq 20A$, 15-20кВ-ын хүчдэлтэй бол $I_C \leq 15A$, 35кВ-ын хүчдэлтэй бол $I_C \leq 10A$ гүйдэл гүйхээр байвал хэвийн ажиллагаанд байна гэж үзнэ [3].

Багтаамжийн гүйдэд ихтэй байвал түүнийг нөхөн саармагжуулахын тулд газардуулгын нум унтраах реактор тавьж өгнө. Тусгаарлагдсан нейтралтай агаарын шугамын хувийн багтаамжийн гүйдлийн хэмжээг шугамын хүчдэл, утасны хоорондох зай ба диаметрээс хамааруулан тодорхойлж сүлжээний тулгуурын зургийн хамт хүснэгт 1-д үзүүлэв [5].

Хүснэгт 1

Тулгуур дээрх утас ба троссны байрлал, м	Утасны газартай харьцангуй хувийн багтаамж, мкф/км			Шугамын тэгшхэмийн зэрэг, ф		1кВ хүчдэлээр тооцсон шугамын хувийн багтаамжийн гүйдэл, А/км	
	Тэмдэг	Троссгүй	Тросстой	Троссгүй	Тросстой	Троссгүй	Тросстой
	C ₁ C ₂ C ₃ Сдундаж	0.00458 0.00406 0.00458 0.00441	0.00527 0.00487 0.00527 0.00514	0.0392 60°	0.0258 60°	0.00415	0.00484
	C ₁ C ₂ C ₃ Сдундаж	0.004955 0.004683 0.00484 0.004826	0.00525 0.005346 0.005112 0.005236	0.0163 34° 10'	0.013 274° 24'	0.00455	0.00493
	C ₁ C ₂ C ₃ Сдундаж	0.00516 0.00486 0.00501 0.00501	0.005508 0.005605 0.005309 0.005477	0.0169 30° 20'	0.0159 279° 22'	0.00472	0.00516
	C ₁ C ₂ C ₃ Сдундаж	0.005052 0.004703 0.004916 0.00489	0.005395 0.005618 0.005233 0.005415	0.0208 28° 23'	0.0206 265° 23'	0.00461	0.0051

Налайх-Элстэй-Тэрэлжийн 35/6кВ-ыг ЦДАШ-д горимын тооцоог 2016оны өвлийн их ачааллын хэмжилтээр, дэд станцуудын номинал чадлыг 25,50,75% хүртэл ачаалагдхаар хийсэн тооцоог

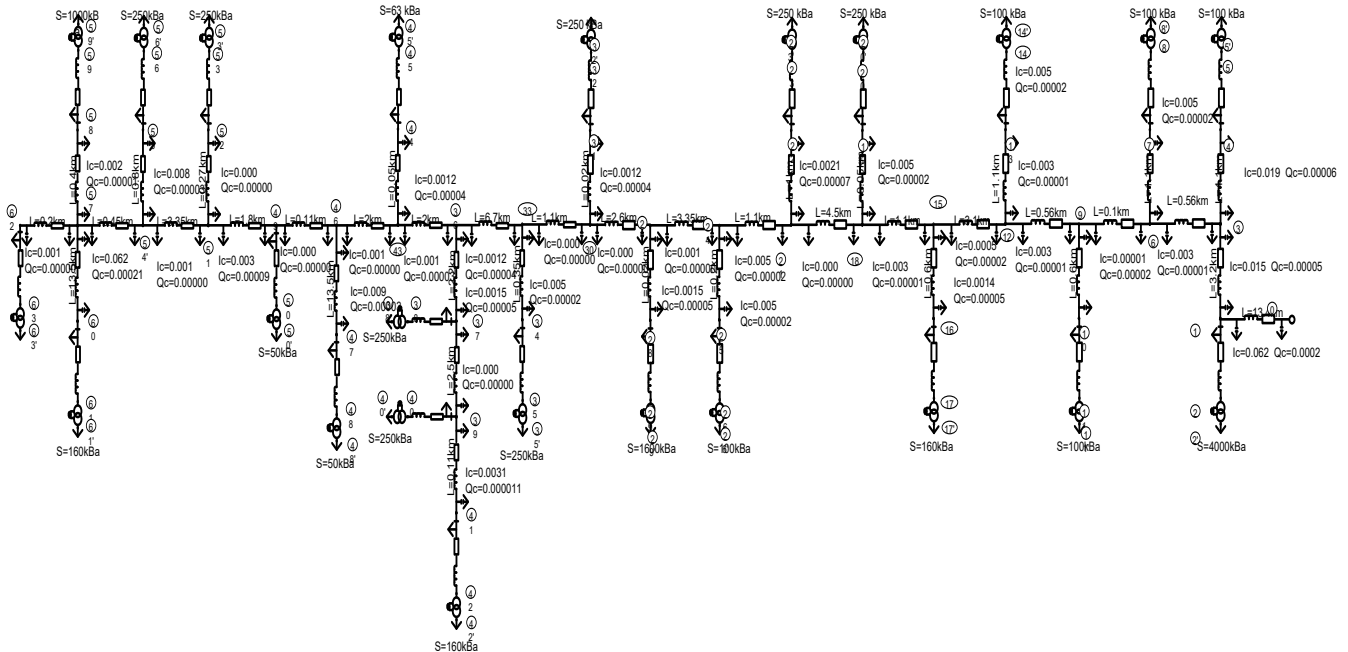
Тусгаарлагдсан нейтралтай ЦДАШ-ын хувийн багтаамжийн гүйдлийг тодорхойлсон хүснэгт1-н 2-р мөрийн тулгуурын байрлалаар авна.

Хүснэгт 2

Тооцооны өгөгдөл дэд станцуудын ачааллын хэмжээ

№	Хүчдлийн түвшин	Дэд станцуудын нэр	Суурилагдсан хүчин чадал тр-р /кВА/	/Их ачаалал хэмжилтээр авч буй чадал /кВА/	Ачааллын хувь %	Станцуудын Суурилагдсан хүчин чадлын 25%	Станцуудын Суурилагдсан хүчин чадлын 50%	Станцуудын Суурилагдсан хүчин чадлын 75%
1	35/6	Элстэй	4000	1269.5	31.74	1000	2000	3000
2	35/0.4	Лидингхана	100	1.0	1.00	25	50	75
3	35/0.4	Оюунсүрэн	100	1.0	1.00	25	50	75
4	35/0.4	Стройка	100	1.0	1.00	25	50	75
5	35/0.4	Цэрэндорж	100	1.0	1.00	25	50	75
6	35/0.4	Өндөр улаан	160	1.0	0.63	40	80	120
7	35/0.4	Немо камп	250	4.0	1.60	62.5	125	187.5
8	35/0.4	Болор	250	23.0	9.20	62.5	125	187.5
9	35/0.4	Баяр итпекс	100	1.0	1.00	25	50	75
10	35/10	Полигон	1600	280.5	17.53	400	800	1200
11	35/0.4	Минжин	250	15.0	6.00	62.5	125	187.5
12	35/0.4	Алтай травель	250	15.0	6.00	62.5	125	187.5
13	35/0.4	Монгол Алт	160	12.0	7.50	40	80	120
14	35/0.4	Ламиран дацан хийд	50	1.0	2.00	12.5	25	37.5
15	35/0.4	Нарлаг Жавхлан	160	12.0	7.50	40	80	120
16	35/0.4	Тахилга	63	1.0	1.59	15.75	31.5	47.25
17	35/0.4	Дэд станц	50	1.0	2.00	12.5	25	37.5
18	35/0.4	Сан жуулчин	50	1.0	2.00	12.5	25	37.5

19	35/0.4	Тэрэлж жуулчин	250	17.0	6.80	62.5	125	187.5
20	35/0.4	Гачуурт	1000	95.0	9.50	250	500	750
21	35/0.4	Талын сондор	160	12.0	7.50	40	80	120
22	35/0.4	УВ-2	250	27.0	10.80	62.5	125	187.5
23	35/0.4	Тэрэлж	1000	95.0	9.50	250	500	750



Зураг 1. 110/35/6кВ-ын Налайх-Элстэй-Тэрэлжийн шугамын багтаамжийн чадлыг тооцсон схем

C_0 -газартай харьцангуй

АС-50 утастай үед 0.00006793 мкф

АС-70 утастай үед 0.00008568 мкф

АС-95 утастай үед 0.0001191 мкф

АС-120 утастай үед 0.00017851 мкф

$$I_c = U_\phi \cdot \omega \cdot C_0$$

$$I_c = U_\phi \cdot \omega \cdot C_0 \cdot l$$

Дээрхи шугаманд горимын тооцоо хийж хүчдэлийн уналтийг шугам тус бүр дээр олсны дараа ЦДАШ-д үүсч байгаа багтаамжийн гүйдлийг олж болох юм. ЦДАШ-д үүсэж буй багтаамжийн гүйдэл нь дээр дурьдсанчлан 35кВ-ын ЦДАШ-д $I_c \leq 10A$ нөхцөлийг хангаж байгаа эсэхийг тооцооны үр дүнгээс харж болно. Багтаамжийн реактив чадлыг $Q_c = U^2 \cdot B$ хэмээн толгойн хүчдэлээр тооцон олсон үр дүнг шугам тус бүрийн багтаамжийн гүйдлийг ашиглан

$$Q_c = \frac{I_c^2}{0.5B}$$
 гэж тодорхойлон судалгааг харуулая.

Үүнд:

Хүснэгт 3

№	Тооцоог хийсэн байдал	I_c /А/	Багтаамжийн гүйдлээр тооцсон Q_c /кВар/	Q_c /кВар/
1	Дэд станцуудын номинал чадлын 25% хүртэл ачаалаар тооцсон	1.370	0.0129	0.013
2	Дэд станцуудын номинал чадлын 50% хүртэл ачаалаар тооцсон	1.368	0.0126	0.013
3	Дэд станцуудын номинал чадлын 75% хүртэл ачаалаар тооцсон	1.366	0.0124	0.013
4	Дэд станцуудын 2016 оны өвлийн их ачааллын хэмжилтийн утгаар тооцсон	3.697	0.12302	0.1312
5	Тусгаарлагдсан нейтралтай ЦДАШ-ын хувийн багтаамжийн гүйдлийг тодорхойлох хүснэгт1-савсанутгаартооцсон	3.697	0.12302	0.1312

ДҮГНЭЛТ

Налайх-тэрэлж-элстэйн 110/35/6кВ-ын ЦДАШ-нд горимын тооцоо хийж тооцооны үр дүнгээс багтаамжийн гүйдэл багтаамжийн реактив чадлыг тодорхойллоо. Багтаамжийг гүйдлийг тодорхойлоход ачаалал бага буюу хэмжилтийн утгаар багтаамжийн

гүйдлийг тооцход хамгийн их утга болох 3,697 А, багтаамжийн реактив чадал 0,12302 кВар, дэд станцуудын номинал чадлын 75% хүртэл ачааллаар тооцход 1,366 А, багтаамжийн реактив чадал 0,00124кВар, Дэд станцуудын номинал чадлын 50% хүртэл ачааллаар тооцход 1,368 А, Багтаамжийн реактив чадал 0,0126 кВар , Дэд станцуудын номинал чадлын 25% хүртэл ачааллаар тооцход багтаамжийн гүйдэл 1,37А, Багтаамжийн реактив чадал 0,0129 кВар байгаа бөгөөд ачаалал бага урт ЦДАШ-ын хувьд багтаамжийн гүйдэл, багтаамжийн реактив чадал ачааллыг өсгөж хийсэн тооцооноос их байгаа нь харагдаж байна. Мөн хувийн багтаамжийн чадлаар тооцсон нь тооцооны харьцуулалт бүрийн үр дүнтэй тохирч байгааг хэмжилтийн утгаар хийсэн тооцоотой жишээ болгон харьцууллаа. Тусгаарлагдсан нейтраль бүхий сүлжээ нь 6кВ-ын хүчдэлтэй бол $I_C \leq 30A$, 10кВ-ын хүчдэлтэй бол $I_C \leq 20A$, 15-20кВ-ын хүчдэлтэй бол $I_C \leq 15A$, 35кВ-ын хүчдэлтэй бол $I_C \leq 10A$ гүйдэл гүйхээр байвал хэвийн ажиллагаанд байна гэсэн нөхцлийг 4 төрлийн ачаалалтайгаар хийхэд 4лээ хангаж байна. Мөн ачаалал багатай үед багтаамжийн гүйдэл бага хэмжээгээр нэмэгдэж, ачаалал

ихсэх үед багтаамжийн гүйдэл багасаж байгаа нь ажиглагдаж байна. Багтаамжийг гүйдлийг ашилан реактив чадлыг тодорхойлсон нь номинал хүчдэлийг ашиглан хийсэн тооцооноос илүү нарийвчилсан утга гарсан байна. ЦДАШ-д багтаамжийн гүйдэл багтаамжийн чадлын өсөлт хэвийн хэмжээнээс ихсэж болохуйц сэжигтэй 6-35кВ-ын ЦДАШ-д тулгуурын төрлөөс хамааран хүснэгт №1-с хувийн багтаамжийн гүйдлийн утгыг авч судалгаа хийж болох нь харагдаж байна. Алслагдсан ачаалал багатай энэ шугамын хувьд бодит байдалд ачаалал маш бага газартай харьцангуй үүсэж байгаа реактив чадлын хэмжээ ихсэх магадлал өндөр байна.

Ашигласан материал

1. Цахилгаан сүлжээ систем. 2002 Р. Лхагвасүрэн
2. Цахилгаан шугам сүлжээ, систем. 2014. Ш. Гантөмөр
3. Цахилгаан байгууламжийн дүрэмБД-41-101-03, 2003 Дэд бүтцийн яам.
4. “БЗӨБЦТС” ХК-ний тусгаарлагдсан нейтральтай 6-35кВ-ын ЦДШ, дэд станцын хэвийн горимын судалгаа , нэг фазын газардлагын үеийн гүйдлийн хэмжилт, тооцооны харьцуулсан үнэлгээ” сэдэвт эрдэм шинжилгээний гэрээт ажлын тайлан.

СҮЛЖЭЭНД ХОЛБОГДСОН АХУЙН ХЭРЭГЛЭЭНИЙ НАРНЫ ФОТОЦАХИЛГААН ҮҮСГҮҮРИЙН ИНВЕРТЕРИЙН ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА

Г.Содномцэрэн**, Д.Баясгалан**

**Монгол Улсын Их Сургууль, Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан Инженерчлэлийн Сургууль

Товч агуулга. Энэхүү өгүүллээр Төвийн эрчим хүчний системд холбогдсон нарны фотоцахилгаан үүсгүүрт зориулсан нэг фазын инвертерийн технологийн судалгааг хийсэн ба Switch mode inverter тэр дундаа Full Bridge инвертерийн талаар судалж виртуал загварчлалыг гаргаж бодит төхөөрөмж хийж туршсан. IGBT (Insolated Gete Bipolar Transister) буюу тогтмол хүчдэлийг янз бүрийн хувилбараар хувьсах хүчдэлд хувиргах онол, технологийг ашиглан сүлжээнд холбогдсон инвертерийг хэрхэн бага зардлаар Монголд тохирсон бүтээгдэхүүнийг хийж болох талаар суурь судалгааг хийсэн.

Түлхүүр үг: IGBT, инвертер , ТЭХС , Нарны цахилгаан систем , PWM.

I. Танилцуулга

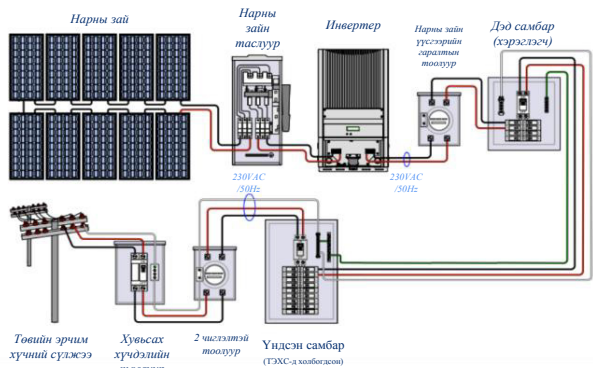
Сүлжээнд холбогдсон системийн давуу тал нь зай хураагуур шаардлагагүйгээс суурилуулалтын үеийн зардал хямд тусдаг. Хэдийгээр ТЭХС-д холбогдсон байлаа ч алслагдсан сум орон нутагт шугамын алдагдал, хүчдэлийн уналт үүсдэг учир хэлхээнд

холбогдсон СЭХ-ийг ашигласнаар цахилгаан түгээх сүлжээний чадамжийг дээшлүүлж, бүрэн хүчин чадлаар ашиглах боломжийг бий болгосноор дамжуулах шугамын алдагдал ба хүчдэлийн уналтыг бууруулах давуу талтай. Тус систем нь ТЭХС-ийн хүчдэлд инвертерийн гаралтын хүчдэлийг ямагт 380/220В, 50Гц байхуйцаар синхрончлогдсон хувьсах гүйдлийн эх үүсвэр байдлаар эрчим хүчийг сүлжээнд нийлүүлнэ. Төвийн эрчим хүчний сүлжээнд холбогдсон НЦУ-ийн инвертерийн техник технологийн судалгааг хийж, түүний бүтэц, хийцийг судлан Монгол орны цаг уурын нөхцөл, эдийн засгийн боломжид тохирсон инвертерийг хийж турших нь энэхүү судалгааны ажлын зорилго юм.

II. Сүлжээнд холболттой НЦУ-н системийн бүтэц

- Нарны зайн үүсгүүр
- Нарны зайн холболтын хайрцаг, таслуур
- Тогтмол хүчдэлийг хувьсах хүчдэлд хувиргах инвертер
- Нарны зайн үүсгүүрийн тоолуур
- Хэрэглэгч, ачааллыг холбох дэд самбар

- Төвийн эрчим хүчний сүлжээнд холбогсон ерөнхий самбар
- Эрчим хүч хэмжих оролт гаралтыг хэмжих хоёр чиглэлтэй тоолуур
- Төвийн эрчим хүчний сүлжээ



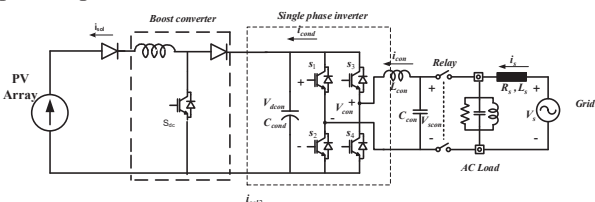
Сүлжээнд холболттой НЦУ-н системийн бүтэц

III. Нэг фазын бүтэн гүүрэн түлхүүрэн горимт инвертер

Бүтэн гүүрэн түлхүүрэн горимт инвертер нь хоёр хэсэг нэг хөл гэж нэрлэгдэх хос транзистороос бүрдсэн түлхүүрэн горимд ажилладаг төхөөрөмж юм. Үндсэн гурван төрлийн хэрэглээтэй.

- DC мотор удирдах зориулалттай DC/DC хувиргуур
- Нэг фазын хувьсах хүчдэлээр ажилладаг төхөөрөмжүүдэд DC/AC инвертер,
- Өндөр давтамжаар ажилладаг төхөөрөмжид DC/AC инвертер байдлаар ашигладаг.

Бүтэн гүүрэн түлхүүрэн горимт инвертерийн нэг хөл (A) хоёрдогч хөл (B) ний транзистеруудыг нээж хаах зарчмаар хувьсах хүчдэлийг гарган авдаг. Зураг 2-т бүтэн гүүрэн түлхүүрэн горимт инвертерийн ерөнхий схемийг харуулав. Хоёр конденсатор C дээрх хүчдэл хоорондоо тэнцүү бөгөөд оролтын хүчдэлийн хагастай тэнцүү байна. T_{A+} нээлттэй үед оролтын хүчдэлийн хагас ирж D_{A-} - аар гүйдэл гүйнэ. T_{A-} нээгдэх үед туйл нь солигдон оролтын хүчдэлийн хагас ирж D_{A+} - аар гүйдэл гүйнэ.



Уг транзистеруудыг PWM – ээр нээж хаах хоёр үндсэн арга байдаг.

1. PWM-ийг ашиглан биполяр хүчдэлийг сэлгэх. (T_{A+} , T_{B-}) болон (T_{A-} , T_{B+}) түлхүүрүүд нь нэгэн зэрэг нээгдэж (хаагдаж) сэлгэх зарчмаар ажилдаг арга юм.
2. PWM-ийг ашиглан униполяр хүчдэл сэлгэх. Хөл тус бүр дээр удирдлагын дохиог өгч өөрөөр хэлбэл хоёр PWM-ээр түлхүүрийг удирддаг арга юм.

IV. Нэг фазын бүтэн гүүрэн түлхүүрэн горимт инвертерийг удирдах PWM with Unipolar Voltage Switching арга

Энэхүү ажилдаа PWM with Unipolar Voltage Switching аргыг ашигласан бөгөөд бүтэн гүүрэн түлхүүрэн горимт инвертерийн A болон B хөлийг удирдлагын дохио $v_{control}$, $-v_{control}$ гурвалжин дохио v_{tri} – ны харьцаагаар PWM үүсгэн удирдах юм. A хөлний түлхүүрүүд нь удирдлагын дохио $v_{control}$, гурвалжин дохио v_{tri} – ны харьцаагаар дараах хуулийг даган өөрчлөгдөнө.

$$v_{control} > v_{tri} : T_{A+} \text{ нээлттэй үед } T_{A-} \text{ хаалттай}$$

$$v_{AN} = V_{DC}$$

$$v_{control} < v_{tri} : T_{A+} \text{ хаалттай үед } T_{A-} \text{ нээлттэй}$$

$$v_{AN} = 0$$

Энд гаралтын хүчдэлийн потенциал утга нь A цэг болон тэг шугам N хоёрын хооронд гарна. Зэрэгцээ орших B хөлний түлхүүрүүдийн хувьд ажиллагаа нь удирдлагын дохио $-v_{control}$ гурвалжин дохио v_{tri} – ны харьцаагаар дараах хуулийг даган өөрчлөгдөнө.

$$-v_{control} > v_{tri} : T_{B+} \text{ нээлттэй үед } T_{B-} \text{ хаалттай}$$

$$v_{BN} = V_{DC}$$

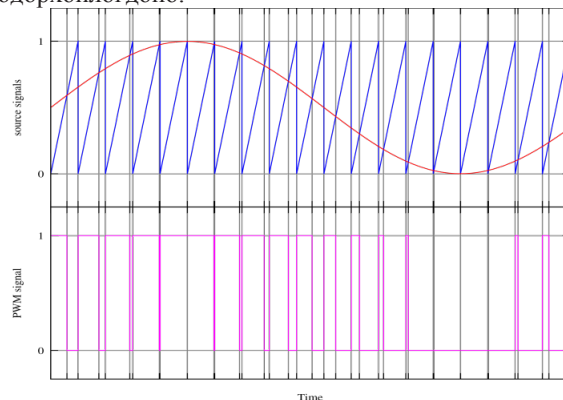
$$-v_{control} < v_{tri} : T_{B+} \text{ хаалттай үед } T_{B-} \text{ нээлттэй}$$

$$v_{BN} = 0$$

Зурагт удирдлагын дохио $v_{control}$, $-v_{control}$ хоёр дохионы фазын зөрөө 180° байгаа бол бодит хэлхээнд v_{AN} ; v_{BN} потенциал дээрх фазын зөрөө 180° – ыг давтамжийн модуляциар арилгаж өгдөг.

$$\phi_{AN} - \phi_{BN} = 180^\circ * m_f = 0'$$

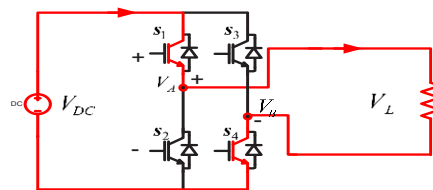
Зэрэгцээ хоёр хөл нэг нэгнээсээ харилцан хамааралгүйгээр ажиллаж байгаа ч ажиллагааны хувьд хоорондоо хамааралтай байдаг нь тус бүрийн A болон B цэгийн потенциалын ялгавараар гарлтын хүчдэл v_0 тодорхойлогдоно.



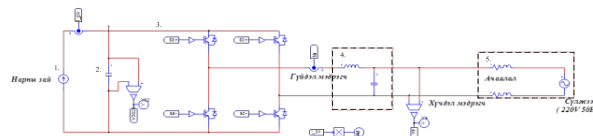
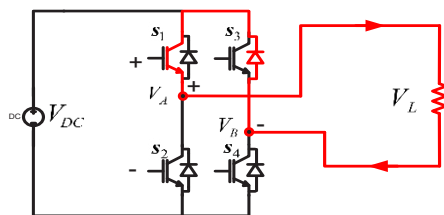
Дөрвөн түлхүүр хоорондоо хэрхэн хамааралтай ажиллаж байгаа горимыг харуулья.

1. Гүйдлийн утга 0-ээс их үед

A. T_{A+} болон T_{B-} нээлттэй үед $v_{AN} = V_{DC}$; $v_{BN} = 0$;
 $v_0 = v_{AN} - v_{BN} = V_{DC}$ байна.



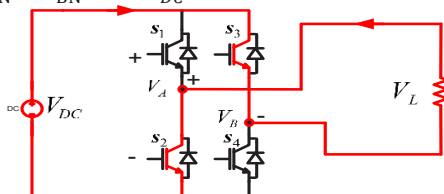
B. T_{A+} болон T_{B+} нээлттэй үед $v_{AN} = V_{DC}$; $v_{BN} = V_{DC}$;
 $v_0 = v_{AN} - v_{BN} = 0$ байна.



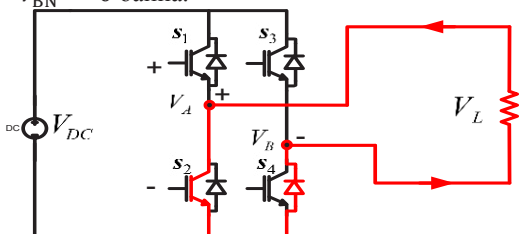
Зураг 1: Сүлжээнд холбогдсон НЦС-ийн хэлхээ

2. *Гүйдлийн утга θ -ээс бага үед*

А. T_{A-} болон T_{B+} нээлттэй үед $v_{AN} = 0$; $v_{BN} = V_{DC}$; $v_0 = v_{AN} - v_{BN} = -V_{DC}$ байна.

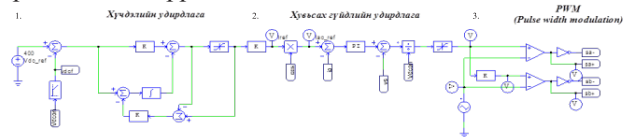


Б. T_{A-} болон T_{B-} нээлттэй үед $v_{AN} = 0$; $v_{BN} = 0$; $v_0 = v_{AN} - v_{BN} = 0$ байна.



1-Б болон 2-Б түлхүүрэн горимд тогтмол гүйдэл i_{DC} –ын утга тэг болох ч гэсэн хэлхээгээр гаралтын гүйдэл i_0 гүйх юм. Ингэснээр өөр хоорондоо ялгаатай θ , V_{DC} , θ , V_{DC} дөрвөн хүчдэлийн түвшин гарган авч хувьсах гаралтыг бий болгоно.

Зураг 2-т инвертерийн удирдлагын блок диаграмыг дүрсэлсэн ба хүчдэл ба гүйдлийн удирдлага, импульсын өргөнөөр модуляцлах (PWM) хэсгүүдээс бүрдэнэ. Хүчдэлийн удирдлага нь инвертерийн тогтмол талын хүчдэлийг хүссэн зохих утгаар удирдахад зориулагдсан (манай тохиолдолд $V_{DC} = 400V$) ба тухайн үеийн нарны зайгаас үүсэх энерги ба инвертерээр дамжин сүлжээнд нийлүүлэгдэх энергийн балансыг зохицуулж өгдөг. Хүчдэлийн удирдалыг гаралт нь хувьсах гүйдлийн үйлчлэх утгыг тодорхойлж өгдөг ба өөрөөр хэлбэл сүлжээнд нийлүүлэгдэх хувьсах гүйдлийн хэмжээг тодорхойлдог. Харин гүйдлийн удирдлага нь хүчдэлийн удирдлагаас тодорхойлогдсон утгатай ижил хэмжээний гүйдэл гүйхүйцээр PWM-ын удирдлагын сигналийг тохируулна. PWM-нь удирдлагын сигналийн утгаас хамааран тухайн эгшинд залгаж, салгагдах түлхүүрийн горимыг тогтоож, энэхүү горимоор түлхүүрүүд залгагдас салгагдсанаар тогтмол хүчдэл хувьсах болон хувирч, хувьсах гүйдлийн энерги сүлжээнд нийлүүлэгдэнэ.



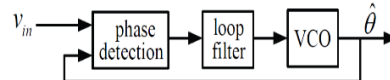
Зураг 2: Инвертерийн хүчдэл, гүйдлийн удирдлагын схем

V. Сүлжээнд холбогдсон НФЦҮ-ийн системийн симуляци

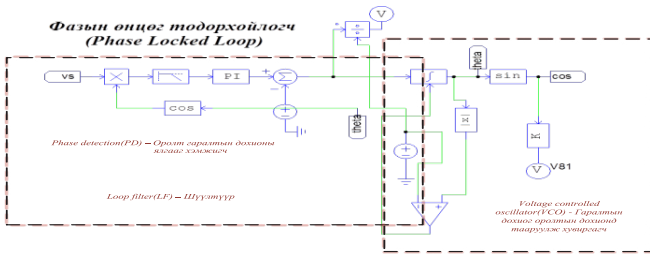
Сүлжээнд холбогдсон НФЦҮ-ийн системд хамаарагдах нарны зайн элемент, нарны зай, DC/DC өсгөгч конвертер болон DC/AC инвертерийн загвар, удирдлагын хэлхээг PSIM программ дээр хийж гүйцэтгэсэн. НФЦҮ-ийн virtual загварчлалд өөр өөр төрлийн маш олон программыг ашигласан байдаг хэдий боловч PSIM программ нь чадлын электроникийн симуляци хийхэд зориулагдсан ба сэргээгдэх эрчим хүчний блок диаграмуудыг агуулсан тул уг программ дээр төгс загварчлалын системийг хийх нь илүү оновчтой сонголт болж тухайн системийн үнэн зөв тооцооллыг хийх юм. Иймд цахилгаан энергийг хувиргах системийг шугаман элементүүдийг ашиглан амархан загварчлала.

Зураг 1-д сүлжээнд холбогдсон 1 фазын инвертерийн бүтцийн схемийг загварчилсан байдлыг харуулсан ба энд нарны зайн үүсгүүрийг тогтмол гүйдлийн эх үүсгүүрээр төлөөлөн тэмдэглэсэн болно. Үүсгүүрийн гаралтын хүчдэл нь үргэлж багтаамжаар тогтворжино. Гарсан тогтмол хүчдэлийг хувьсахад хувиргах хагас дамжуулагч түлхүүрээс бүрдсэн бүтэн гүүрэн схем гаралтын хүчдэлийн нам давтамжийн шүүлтүүр болох нөлөөмж багтаамжийн ороомгоос бүрдэнэ. Эцэст нь хэрэглэгч болон төвийн эрчим хүчний системд 220V, 50Hz хүчдэлийг нийлүүлдэг.

Зураг 3-д фазын өнцөг тодорхойлогч (ФӨТ)-ийн схемийг үзүүлэв. Тогтмол гүйдлийн энергийг хувьсах болгох хувиргахдаа бодит ба бүрэн чадлын хэмжээг ижил буюу чадлын коэффициентийг 1 байхуйцаар удирдах шаардлагын улмаас инвертер нь сүлжээний хүчдэлтэй фазаараа давхацсан гүйдлийг нийлүүлэхийн тулд ямагт фазын өнцөгийг мэдэрч байх ёстой.



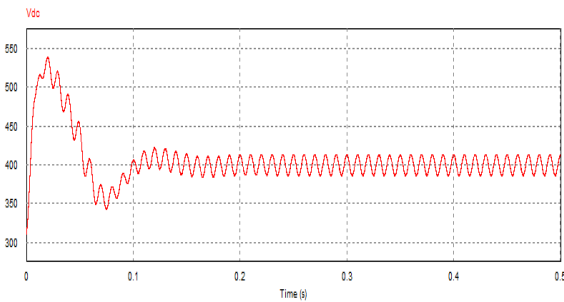
Фазын өнцөг тодорхойлогч Phase detection (PD) –оролт гаралтын дохионы ялгааг хэмжих, Loop filter (LF) – шүүлтүүр, Voltage controlled oscillator (VCO) – гаралтын дохиог оролтын дохионд тааруулж хувиргах хэсгүүдээс бүрдэх ба Хугацааны эхний агшинд 2 дохио бага зэрэг фазын зөрүүтэй байх ба тодорхой хугацааны дараа ололт гаралтын дохионы фазын зөрүү арилж давхцаж байна.



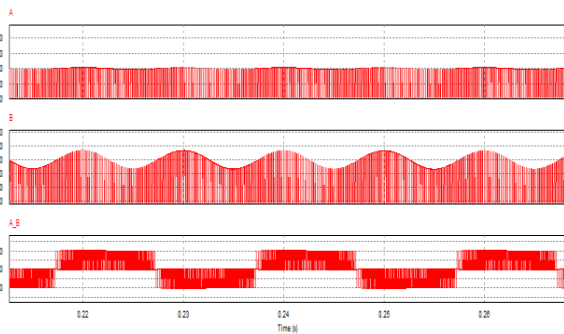
Зураг 3: Сүлжээний хүчдэлийн фазын өнцөг тодорхойлох схем

VI. Симуляцийн үр дүн:

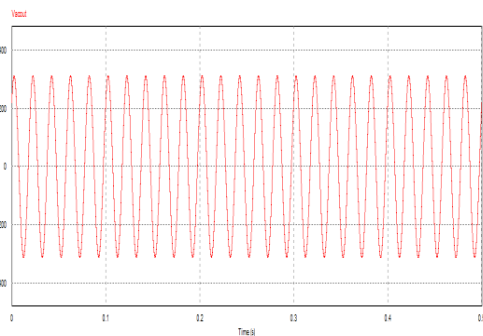
Нарны зайн үүсгүүрээс гарах гүйдэл хүчдэл болон чадлын хэмжээ нь:



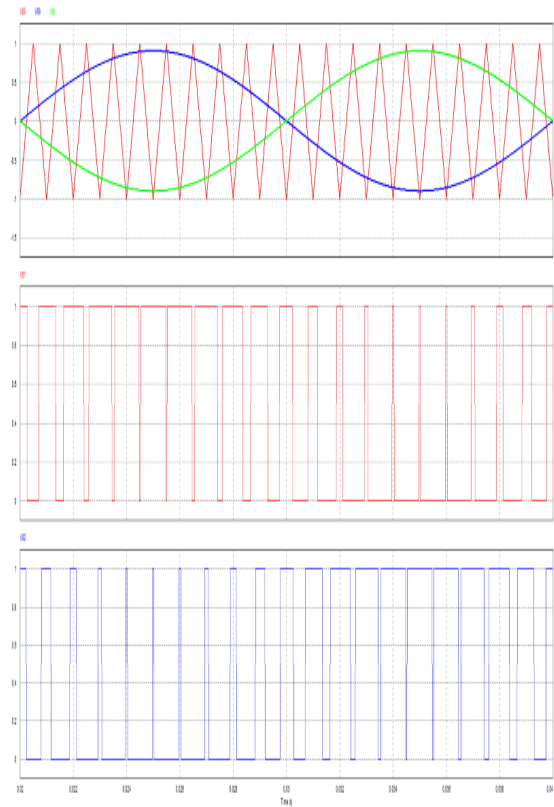
Бүтэн гүүрэн түлхүүрэн горимт инвертерийн хөл тус бүр дээр газартай харьцангуй хүчдэл болон хоёр хөлний потенциалын зөрөө нь:



Гаралтын хувьсах хүчдэл V_{AC} :



Удирдлагын дохио болон гурвалжин дохионы харьцуулалтаар гарсан PWM



VIII. Дүгнэлт

Сүлжээнд холболттой НЦҮ-ийн инвертерийн технологийг судалж виртуал загварчлал болон бодит төхөөрөмж хийж туршиж үзлээ.

Лабораторын туршилтад зориулагдсан инвертерийг цаашид үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэхийн тулд илүү сайжруулж овор хэмжээ, үнэ өртөгийг бууруулах шаардлагатай.

Судалгааны үр дүнг эмхэтгэж үйлдвэрлэлд нэвтрүүлснээр Монгол орны нөхцөл тохирсон сүлжээнд холбогдон ажиллах инвертер бүтээх боломжтой.

Төвийн эрчим хүчний сүлжээнд холбогдсон нарны фото цахилгаан үүсгүүр системийн хувьд :

Нарны эрчим байхгүй бол эрчим хүч үйлдвэрлэл нь зогсдог. Энэхүү бэрхшээлийг Төвийн эрчим хүчинд холбогдсон систем нь бүрэн дүүрэн үгүй болгож чаддаг.

Жижиг том ямар ч систем байсан анхны өртөгөө 10-20 жилийн хооронд нөхөж байвал ашигтай ба үнэ тарифын хувьд боломжийн гэж үзлээ.

Ашилсан бүтээлийн жагсаалт

1. Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins "Power Electronics – Converters, Applications and Design".
2. Leon Freris, Leon Freris - Renewable Energy in Power Systems.
3. E. C. Snelling, "Soft Ferrites-Properties and Applications, Bittenvorths".
4. John G. Kassakian, Martin F. Schlecht, and G. Vergassian "Principles of power Electronics".
5. P. I. Dowell "Effects of Eddy Current in Transformer Windings" Bruce Carsten "High Frequency Conductors in Switchmode Magnetics"

ТОХИРУУЛГЫН ПИД ХУУЛИЙН ИНТЕГРАЛЫН ӨСӨЛТӨӨС СЭРГИЙЛЭХ АРГА ЗАМУУДЫН СУДАЛГАА

М.Батдулам*, Ц.Эрдэнэцэцэг*

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

Хураангуй. ПИД хуулийн интегралын өсөлт нь даалгаврын утгын хэт өөрчлөлтөөс ба цочир үйлчлэлээс эсвэл төхөөрөмжийн алдаатай ажиллагаанаас болж үүсдэг ба интеграл хэсгийн өсөлтийн үед их хэмжээний алдаа хуримтлагдаж байдаг тул түүнээс сэргийлэх арга замуудын авч үзэв.

Түлхүүр үг: ПИД удирдлага; интегралын өсөлт; алдааны сигнал; удирдлагын сигнал; буцаж давтан тооцох ба мөрдөх; пропорционалын хэмжээ; нөхцөлт интеграл; пропорционалын хэмжээ;

ПИД контроллёр

ПИД контроллёр нь хамгийн энгийн удирдлагын алгоритм юм. ПИД хуулийг дараах тэгшитгэлээр илэрхийлнэ.

$$u(t) = K(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de(t)}{dt}), \quad (1)$$

u – удирдлагын сигнал, y_{sp} – даалгаврын утга, u – гаралтын утга, e – алдааны сигнал ($e = y_{sp} - y$)

Удирдлагын сигнал нь дараах 3 хэлбэрийн нэгдэл бөгөөд:

P- алдаанд пропорционал хамааралтай

I-алдааны интегралд пропорционал хамааралтай

D-алдааны дифференциалд пропорционал хамааралтай байна.

Контроллёрын параметрууд нь:

K- пропорционалын коэффициент

T_i - интегралын хугацаа

T_d -дифференциалын хугацаа

Интеграл удирдлага

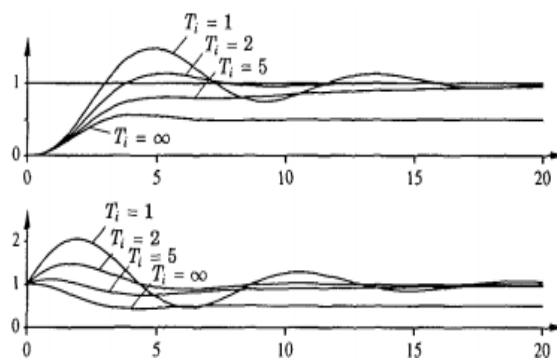
Интеграл удирдлагын гол үүрэг нь тогтворжсон горимд объектын гаралт даалгаврын утгатай тохирч байгаа эсэхийг судалдаг. Эерэг алдаа үүссэн үед удирдлагын сигналыг нэмэгдүүлж, сөрөг алдаа үүссэн үед бууруулдаг.

Тогтворжсон горимд системийн тогтмол удирдлагын сигнал (u_0) ба тогтмол алдаа (e_0) гэж үзээд хамаарлыг харуулья.

$$u_0 = K(e_0 + \frac{1}{T_i} t), \quad (2)$$

Эндээс харахад $e_0 \neq 0$ тул u_0 тогтмол гэсэн ойлголттой зөрчилдөж байна.

ПИ удирдлагын системийн загварыг зураг 1-т үзүүлэв.

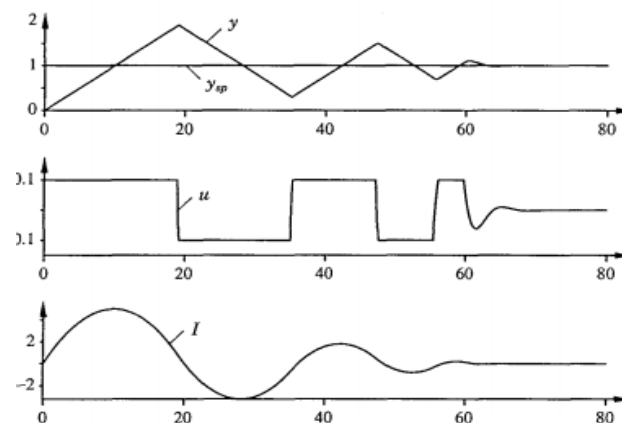


Зураг 1. ПИ удирдлагатай хаалттай системийн загварчлал

Интегралын өсөлт

Бүх гүйцэтгэх механизм ханалтын цэгтэй байдаг. Жишээлбэл хөдөлгүүрийн хурд хязгаартай үед хаалт бүрэн нээгдэж эсвэл хаагдах боломжгүй болдог. Энэ үед интегралын өсөлтийн улмаас хаалттай системийн гэдрэг холбоо тасарч нээлттэй систем шиг ажиллаж эхлэх ба гүйцэтгэх механизм объектын гаралтаас үл хамааран хязгаарын байрлалаа хадгалсаар байна. Хэрэв контроллёрын интеграл хэсэг ажиллаж байхад алгоритмыг зөв тохируулаагүйн улмаас алдаа интегралчлагдсаар байна. Ингэснээр нь интеграл хэсэг маш өндөр болох ба өөрөөр хэлбэл “интеграл өсөлт” болж байгаа юм.

ПИ контроллёрын интегралчлах процессыг зураг 2-т харуулав.



Зураг 2. Интегралын өсөлтийн хэлбэр

Интегралын өсөлт нь даалгаврын утгын хэт өөрчлөлт, цочир үйлчлэл болон төхөөрөмжийн алдаатай ажиллагаанаас болж үүсдэг болохыг дурьдсан.

Үүнээс сэргийлэх аргуудыг нээсэн байдаг. Эдгээр аргуудыг авч үзье.

1. Буцаж давтан тооцох ба мөрдөх

Буцаж давтан тооцох тооцоолол нь гүйцэтгэх механизмын гаралт ханалтын утганд хүрэхэд контроллэрын интеграл хэсгийг дахин давтан тооцоолох ба түүний шинэ утгыг гүйцэтгэх механизмын гаралтын утга болгон өгдөг. Үүний давуу тал нь интеграторыг эгшин зуур дахин ачааллах шаардлагагүй боловч T_i нь хугацаанаас хамаарч өөрчлөгдөнө.

ПИД контроллэрын буцаж давтан тооцох тооцооллыг ашиглан интегралын өсөлтөөс сэргийлэх бүтцийн схемийг зураг 3-т үзүүлэв.

Тус систем нь гүйцэтгэх механизмын бодит гаралтын утга эсвэл түүний ханалтын төлөв дахь математик загвараас сигнал авах нэмэлт гэдрэг холбоотой бөгөөд контроллэрын гаралт болон гүйцэтгэх механизмын гаралтын зөрүүнээс алдааг тодорхойлдог. Интеграторын оролт нь:

$$\frac{1}{T_i} e_s + \frac{K}{T_i} e, \quad (3)$$

е-алдааны сигнал

Тогтворжсон горимд:

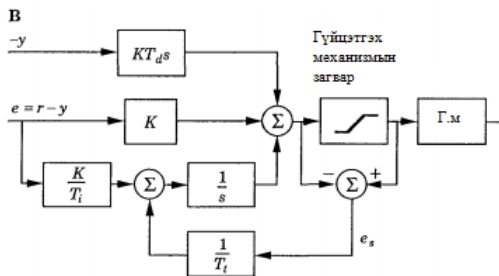
$$e_s = -\frac{KT_i}{T_i} e, \quad (4)$$

$$e_s = u - \nu, \quad (5)$$

$$\nu = u_{lim} + \frac{KT_i}{T_i} e, \quad (6)$$

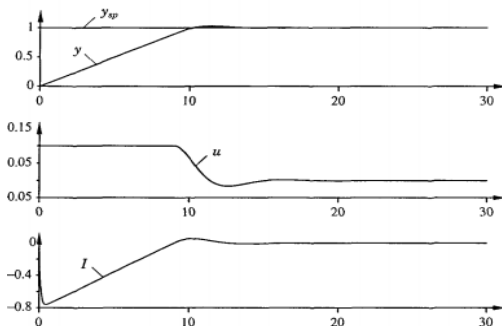
Энд: u_{lim} -удирдлагын хувьсагчийн ханалтын утга.

e болон u_{lim} сигналын тэмдэг ижил болсноос хойш ν нь u_{lim} -ээс үргэлж их утгатай байна.



Зураг 3. Интеграл өсөлтийн эсрэг ПИД алгоритмын бүтцийн схем

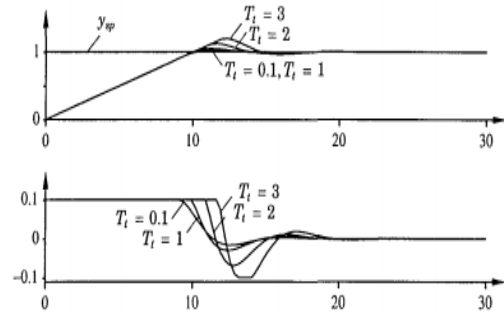
Интегралын өсөлтийн эсрэг ПИД контроллер хэрхэн ажиллаж байгааг зураг 4-т харуулав.



Зураг 4. Объектын гаралт, даалгаврын утга, удирдлагын сигнал болон интегралын өсөлтийн хэсгийг харуулав.

Удирдлагын гаралт шинээр ачааллах үеийн давтамж гэдрэг холбооны дамжуулалтын коэффициент $1/T_t$ -ээр өгөгдөх ба T_t нь хугацааны тогтмол бөгөөд энэ нь хэр хурдан хугацаанд интеграл дахин ачаалагдаж байгааг харуулна. Үүнийг “мөрдөх хугацааны тогтмол” гэж нэрлэдэг. Гүйцэтгэх механизм ханалтын цэгт хүрэхэд интегратор сөрөг утга авах ба өөрийн утгыг маш хурдан дахин шинэчилнэ.

Мөрдөх хугацааны тогтмолыг өөрчилснөөр гарах нөлөөллийг зураг 5-д үзүүлэв.



Зураг 5. Мөрдөх хугацааны тогтмолын өөр өөр утган дахь интеграл өсөлтийн шилжилтийн процесс

Дээрх зургаас харахад мөрдөх хугацааны тогтмолыг маш бага хэмжээтэй сонгосноор интеграторыг дахин ачаалах нь илүү хурдан болох давуу талтай нь боловч хэтэрхий багаар сонговол гаралтын ханалтын хуурамч сигналаас болж интегратор дахин ачааллаж болох юм. Мөрдөх хугацааны тогтмол T_d -ээс их, T_i -ээс бага байх ёстой. Үүнийг сонгох дүрэм:

$$T_t = \sqrt{T_i T_d}, \quad (7)$$

Мөрдөх сигнал гэж нэрлэсний учир нь контроллэрын гаралт тус сигналыг дагадагт байгаа юм. Харин $\omega = \nu$ болоход мөрдөх ажиллагаа зогсоно.

2. Пропорционалын интервалын хэмжээ

Пропорционалын интервалын хэмжээ гэдэг нь гүйцэтгэх механизмын агшин зуурын болон гаралтын утга болон түүний таамаглаж буй гаралтын утга нь гүйцэтгэх механизмын ханалтын цэгт хүргэхгүй байх үеийн интервал юм.

$$u = K(b y_{sp} - y) + I - KT_d \frac{dy}{dt}, \quad (8)$$

Таамаглаж буй гаралтын утгыг гаргахын тулд:

$$y_p = y + T_d \frac{dy}{dt}, \quad (9)$$

y_p –таамаглаж буй гаралтын утга

Пропорционалын хэмжээг (y_l, y_h) өгснөөр:

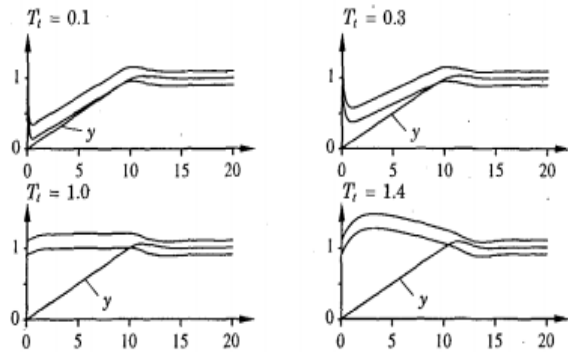
$$y_l = b y_{sp} + \frac{I - u_{max}}{K}$$

$$y_h = b y_{sp} + \frac{I - u_{min}}{K}, \quad (10)$$

b -почир үйлчлэл

u_{max} болон u_{min} нь гүйцэтгэх механизмын хангалтын дээд доод хязгаарын удирдлагын сигнал. Таамаглаж буй гаралтын утга нь пропорционалын интервалын хэмжээнээс хэтэрвэл удирдлагын сигнал хязгаарын цэгтээ хүрнэ. Интеграл хэсгийг өөрчлөх замаар пропорционалын интервалын хэмжээг шилжүүлж болдог.

Зураг 6-д мөрдөх хугацааны тогтмолын өөр өөр утганд ($T_t = 0.1, 0.3, 1.0, 1.4$) харгалзах системийн пропорционалын хэмжээг харуулав.



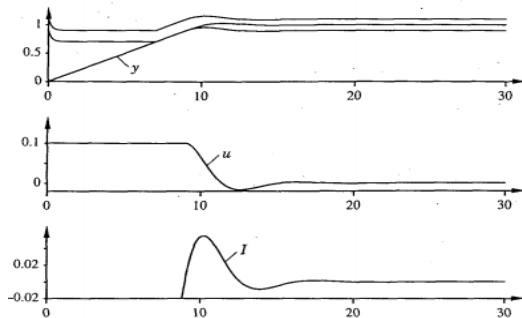
Зураг 6. T_t хугацааны тогтмолын өөр өөр утганд харгалзах нөхцөлт интеграл болон мөрдөх системийн пропорционалын хэмжээ ба гаралтын утга.

Мөрдөх хугацааны тогтмолоос шалтгаалан пропорционалын хэмжээ объектын гаралтын утгатай ойрхон шилжиж байна. Энэ шилжих хурд хэт хурдан байвал хэмжлийн шуугианаас шалтгаалан таамаглаж буй гаралтын утга пропорционалын хэмжээнд хүрэх ба ингэснээр удирдлагын сигналд нөлөө үзүүлэх сул талтай.

3. Нөхцөлт интеграл

Нөхцөлт интеграл нь буцаж давтан тооцох ба мөрдөх аргатай ойролцоо нэг төрөл юм. Энэ арга нь удирдлагын сигнал тогтворжилтын горимоос хазайхад интеграторыг унтраадаг. Иймээс интеграл удирдлагыг тодорхой нөхцөл бүрдсэн үед л ажиллуулах ба бусад тохиолдолд интеграл хэсэг тогтмол хадгалагддаг. Энэ аргыг “интеграторын хязгаарлалт” гэнэ.

Зураг 7-д интеграторын хангалтын үед интеграл хэсэг тогтмол хадгалагдаж буй нөхцөлт интегралтай загварыг харуулав.



Зураг 7. Пропорционалын хэмжээ, объектын гаралт, удирдлагын сигнал болон интеграл хэсэг

Эдгээр аргын сул тал нь хэрвээ интегралчлалыг унтраах үед интеграл хэсгийн утга өндөр байвал контроллер 0 биш үеийн удирдлагын алдаан дээр гацдаг.

ДҮГНЭЛТ

Дээрх 3 аргын дагуу автомат удирдлагыг хэрэгжүүлснээр интегралын өсөлт үүсэхээс сэргийлэх боломжтой боловч мөн сул талуудтай байна. Үүнд:

- Буцаж давтан тооцох ба мөрдөх аргын хувьд мөрдөх хугацааны тогтмолыг хэт бага сонгосноор шаардлагагүй үед интеграл хэсгийг дахин ачаална.

- Пропорционалын интервалын хэмжээний шилжилтийн хурд мөрдөх хугацааны тогтмолтой урвуу хамааралтай ба хурд их байх тусам гадны почир үйлчлэлийн нөлөөллөөс болж шаардлагагүй үед интеграл хэсгийг дахин ачаална.

- Нөхцөлт интегралын аргыг ашиглах үед интегралчлалыг унтраах үед интеграл хэсгийн утга өндөр байвал контроллер 0 биш үеийн удирдлагын алдаан дээр гацдаг.

Эдгээр сул талуудыг арилгахын тулд дээрх аргуудыг хослуулан хэрэглэнэ.

- Мөрдөх болон нөхцөлт интегралчлал хослон ажиллах ба ингэснээр пропорционалын интервалын хэмжээний шилжилтийг маш чадварлаг удирдах боломж олгодог. Үүнийг “таслах цэг” гэж нэрлэдэг. Таслах цэгийн интервалын хэмжээг даалгаврын утгын 2 талаар тогтооно. Таамаглаж буй гаралтын утга таслах цэгийн интервалаас гадуур байвал интеграторын хязгаарлалт хийгдэнэ. Харин тус интервалын хэмжээнд байвал өгөгдсөн мөрдөх хугацааны тогтмолтой интегралчлал хэвийн ажиллагаагаа үргэлжлүүллэнэ.

- Мөн интеграл хэсгийг унтраахаас гадна түүний алдааны утгыг шинэчилдэг тул нөхцөлт интегралын аргыг ашиглах үед гардаг сул талыг арилгасан.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Ц. Эрдэнэцэцэг, Ц. Жамбалсамбуу, Д. Түвшинбаатар, Д. Даваадорж “Технологийн процессын автоматжуулалт” 2006.
2. Д. Түвшинбаатар, Д. Даваадорж, Д. Үлэмж “Олон хүрээт автомат тохируулгын системийн тооцоо”.
3. Ч. Авдай, Д. Энхтуяа “Судалгаа шинжилгээний ажил гүйцэтгэх арга зүй” нэмж засварласан хоёр дахь хэвлэл.
4. Richard C.Dorf “Modern control systems” 12th edition.
5. K.Astrom, T.Hagglund “Advanced PID controller” 2nd edition.
6. T.Hagglund, Chartwell-bratt ltd, Bromley “Process control in practice” 1991.
7. “ТЗНК лабораторын төхөөрөмжийн тайлбар” 2013.

110 КВ-ЫН ЦШС-НИЙ ГОРИМ БА ЭРЧМИЙН АЛДАГЛЫН СУДАЛГАА

Д.Болормаа*, Д.Содномдорж*

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

Хураангуй: Хүчдлийн түвшинг 110-117.5 кВ хүртэлх 16 ширхэг хүчдлийн түвшин тус бүрт нь хоосон явалтын алдагдлыг горимын тооцоонд бодож чадал болон эрчмийн алдагдлын тооцоог илүү нарийвчлан бодит байдалтай уялдуулан гарсан үр дүнг тогтсон номинал буюу хэвийн түвшинд тооцсон үр дүнтэй харьцуулж дүгнэлт хийж энэ өгүүллийн хүрээнд авч үзсэн болно.

Түлхүүр үг: Чадал болон эрчмийн алдагдлын тооцоо.

ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Өндөр хүчдлийн хуваарилах шугам сүлжээ нь ихэвчлэн нэг талын тэжээлтэй, салбарласан бүтэцтэй, хэд хэдэн бууруулах дэд станц агуулсан байна. Зарим тохиолдолд хотын сүлжээнд нийлмэл схемийг гогцоо маягийн нөөц тэжээл бүхий хэлбэрээр ашигладаг.

Дамжуулах шугам буюу систем үүсгэгч шугам нь 110-220 кВ хүчдэлтэй байх бөгөөд цахилгаан эрчим хүчний системийг бүрэлдүүлэх гол үүргийг гүйцэтгэдэг. Их чадлын цахилгаан станцуудыг нэгтгэж тэдгээрийг нэг объект болгон удирдахын зэрэгцээ их чадлын цахилгаан станцуудаас цахилгаан эрчим хүчийг дамжуулах боломжоор хангана. Дамжуулах сүлжээ нь системийг бүрдүүлэгч сүлжээний дэд станцуудаас, хэсэгчлэн цахилгаан станцын 110-220 кВ шинээс тэжээлийн төв хуваарилах сүлжээгээр районы дэд станцуудад цахилгаан эрчим хүчийг дамжуулах зориулалттай.

Цахилгаан систем, шугам сүлжээний горимын тухай товч ойлголт

Цахилгаан шугам сүлжээний хугацааны агшин бүрт харгалзах төлөв байдлыг горим гэнэ. Цахилгаан шугам сүлжээний горим нь олон тооны параметруудээр тодорхойлогддог. Эдгээр параметрийг горимын параметр гэнэ. Цахилгаан шугам сүлжээний төлөв байдал өөрчлөгдөнө гэдэг нь горимын параметруудийн өөрчлөлт юм. Цахилгаан шугам сүлжээний төлөв байдлыг үнэлэхдээ горимын параметрийг олох бөгөөд энэхүү тооцоог горимын тооцоо гэнэ.

Цахилгаан шугам сүлжээ, системийн горимыг дотор нь тогтсон горим, шилжилтийн горим, тогтсон горимыг дотор нь хэвийн тогтсон горим, аваарийн дараах

тогтсон горим гэж ангилна. Эдгээр ангилал нь бүгд харьцангуй ойлголт бөгөөд систем нэг горимоос нөгөө горим руу байнга шилжиж байдаг юм. Цахилгаан системийн төлөв байдал өөрийн дотоод шинж чанар, хүрээлэн буй орчны нөлөөллөөс хамаарч байнга өөрчлөгдөн тасралтгүй хувьсал хөдөлгөөнд байдаг. Ийм системийн төлөв байдлыг бүрэн илэрхийлэх бүх шинж чанар, нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийг тооцсон математик загварыг байгуулах нь боломжгүй юм.

Цахилгаан шугам сүлжээний төсөл байгуулалт, ажлын горимын үнэлгээ, горимын төлөвлөлтийн бүхий л асуудлын үндсэн суурь тооцоо нь тогтсон горимын тооцоо юм. Цахилгаан шугам сүлжээний хэвийн ажиллагааг хугацааны агшин бүрд найдвартай хангахын тулд түүний хэтийн төлвийг урьдчилан маш нарийн тооцсон байх шаардлагатай байдаг. Орчин үед үйлдвэрлэлийн процессыг тооцоолох техник, тоног төхөөрөмж, математик арга дээр тулгуурлахгүйгээр удирдан явуулах, түүний элементүүдийн төлөв байдлын мэдээллийн үндсэн дээр диспетчер зөв оновчтой шийдэл гаргах боломжгүй юм.

Цахилгаан системийн хязгаарын горим, оновчтой горим, статик, динамик тогтворжилтийн судалгааг явуулахын тулд эхлээд урьдчилсан байдлаар хэвийн тогтсон горимын тооцоог гүйцэтгэдэг.

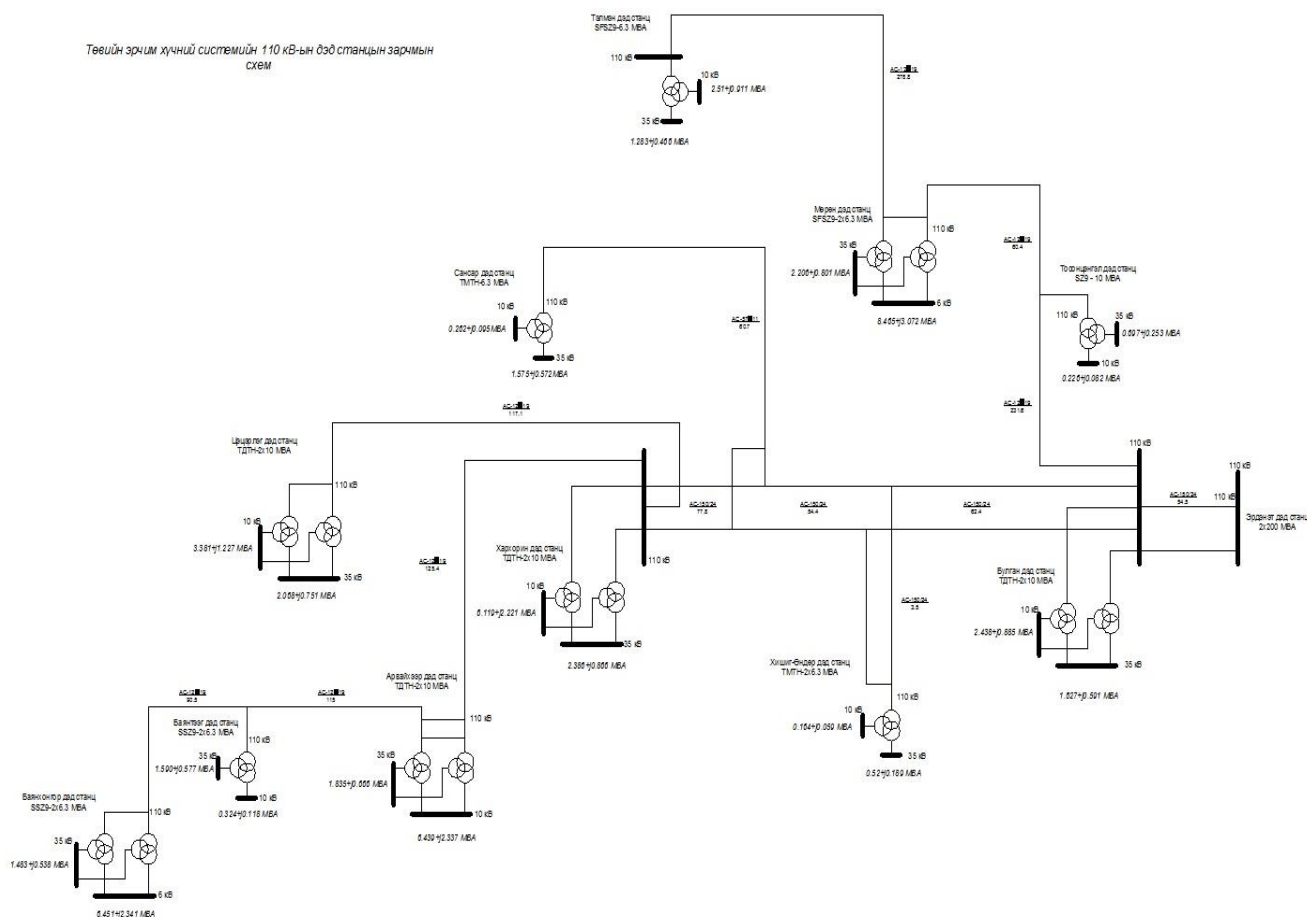
Инженерийн тооцоо, цахилгаан системийн горим, ялангуяа тогтсон горимын тооцоонд нилээд хялбарчилгааг авч үздэг.

Системийн параметрууд тасралтгүй өөрчлөгдөж байдаг боловч өөрчлөлтийн зэргээр нь их, бага өөрчлөлтэй гэж ангилдаг. Бага өөрчлөлтийн үед горимын параметрийг харьцангуй тогтмол гэж үзээд алгебрын тэгшитгэлийн системээр илэрхийлж болдог.

Ерөнхий тохиолдолд горимын тооцоог гүйцэтгэх гэдэг нь анхдагч өгөгдлийг бүрдүүлэх, математик загвар байгуулах, байгуулсан математик загварыг бодох, гарсан үр дүнд үнэлгээ, шинжилгээ хийх гэсэн үе шатуудаас тогтдог.

Судалгааны хэсэг ба зарим үр дүн

Энэхүү судалгааны ажлаар Эрдэнэт-220/110/35 кВ-ын дэд станцаас тэжээгдэх 110 кВ-ын цахилгаан шугам сүлжээний горим, чадал, эрчмийн алдагдалд үнэлэлт дүгнэлтийг авч үзье.



Зураг 1. Хувилбар 1:110 кВ-ын дэд станцын зарчмын схем , анхдагч өгөгдөл, чадал

Хүснэгт 1

Чадлын алдагдлын тооцооны үр дүн

	110 кВ	110.5 кВ	111 кВ	111.5 кВ	112 кВ	112.5 кВ	113 кВ	113.5 кВ
$\Delta P_{ш\Sigma}$	7.395	7.316	7.239	7.166	7.095	7.026	6.960	6.896
$\Delta P_{гр\Sigma}$	0.610	0.604	0.598	0.591	0.585	0.580	0.574	0.568
$\Delta P_{хх\Sigma}$	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148
ΔP_{Σ}	8.152	8.067	7.985	7.905	7.828	7.754	7.681	7.612
$\Delta P_{ш\Sigma}\%$	90.70%	90.68%	90.66%	90.65%	90.63%	90.62%	90.60%	90.59%
$\Delta P_{гр\Sigma}\%$	7.48%	7.48%	7.48%	7.48%	7.48%	7.48%	7.47%	7.46%
$\Delta P_{хх\Sigma}\%$	1.82%	1.83%	1.85%	1.87%	1.89%	1.91%	1.93%	1.94%
$\Delta P_{\Sigma}\%$	13.11%	12.99%	12.87%	12.76%	12.65%	12.55%	12.44%	12.34%
	114 кВ	114.5 кВ	115 кВ	115.5 кВ	116 кВ	116.5 кВ	117 кВ	117.5 кВ
$\Delta P_{ш\Sigma}$	6.834	6.774	6.716	6.661	6.607	6.555	6.505	6.457
$\Delta P_{гр\Sigma}$	0.563	0.557	0.552	0.546	0.541	0.536	0.531	0.526
$\Delta P_{хх\Sigma}$	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148
ΔP_{Σ}	7.544	7.479	7.416	7.355	7.296	7.239	7.184	7.130
$\Delta P_{ш\Sigma}\%$	90.58%	90.57%	90.57%	90.56%	90.56%	90.55%	90.55%	90.55%
$\Delta P_{гр\Sigma}\%$	7.46%	7.45%	7.44%	7.43%	7.42%	7.40%	7.39%	7.37%
$\Delta P_{хх\Sigma}\%$	1.96%	1.98%	2.00%	2.01%	2.03%	2.04%	2.06%	2.08%
$\Delta P_{\Sigma}\%$	12.25%	12.16%	12.07%	11.98%	11.89%	11.81%	11.73%	11.65%

Эрчмийн алдагдлын тооцооны үр дүн

	110 кВ	110.5 кВ	111 кВ	111.5 кВ	112 кВ	112.5 кВ	113 кВ	113.5 кВ
$\Delta W_{ш\Sigma}$	20460.935	20242.473	20031.523	19631.091	19827.815	19441.109	19257.633	19080.444
$\Delta W_{тр\Sigma}$	1687.7211	1670.38	1653.322	1653.322	1636.5406	1603.7822	1587.7931	1572.0563
$\Delta W_{хх\Sigma}$	1296.48	1296.48	1296.48	1296.48	1296.48	1296.48	1296.48	1296.48
ΔW_{Σ}	23445.137	23209.333	22981.325	22580.893	22760.835	22341.371	22141.907	21948.981
$\Delta W_{ш\Sigma}\%$	87.27%	87.22%	87.16%	86.94%	87.11%	87.02%	86.97%	86.93%
$\Delta W_{тр\Sigma}\%$	7.20%	7.20%	7.19%	7.32%	7.19%	7.18%	7.17%	7.16%
$\Delta W_{хх\Sigma}\%$	5.53%	5.59%	5.64%	5.74%	5.70%	5.80%	5.86%	5.91%
$\Delta W_{\Sigma}\%$	7.78%	7.71%	7.65%	7.53%	7.58%	7.46%	7.41%	7.35%
	114 кВ	114.5 кВ	115 кВ	115.5 кВ	116 кВ	116.5 кВ	117 кВ	117.5 кВ
$\Delta W_{ш\Sigma}$	18909.33	18744.089	18584.529	18430.466	18281.727	18138.142	17999.553	17865.806
$\Delta W_{тр\Sigma}$	1556.5661	1541.3171	1526.304	1511.5216	1496.9649	1482.6291	1468.5094	1454.6014
$\Delta W_{хх\Sigma}$	1296.48	1296.48	1296.48	1296.48	1296.48	1296.48	1296.48	1296.48
ΔW_{Σ}	21762.376	21581.886	21407.313	21238.468	21075.172	20917.251	20764.543	20616.888
$\Delta W_{ш\Sigma}\%$	86.89%	86.85%	86.81%	86.78%	86.75%	86.71%	86.68%	86.66%
$\Delta W_{тр\Sigma}\%$	7.15%	7.14%	7.13%	7.12%	7.10%	7.09%	7.07%	7.06%
$\Delta W_{хх\Sigma}\%$	5.96%	6.01%	6.06%	6.10%	6.15%	6.20%	6.24%	6.29%
$\Delta W_{\Sigma}\%$	7.29%	7.24%	7.19%	7.14%	7.09%	7.05%	7.00%	6.96%

Хувилбар 2:

1. Тухайн сүлжээнд байгаа бүх трансформаторуудын хувьд трансформаторын бодит дамжууламж (g_T) ба хуурмаг дамжууламж (b_T)-ийг тодорхойлно.

$$g_T = \frac{\Delta P_{xx}}{U_{ном}^2};$$

$$b_T = \frac{I_{xx\%} * S_{ном}}{100 * U_{ном}^2};$$

Үүнд: ΔP_{xx} -хоосон явалтын алдагдал, кВт (пастортын өгөгдөл)

$I_{xx\%}$ -хоосон явалтын гүйдэл, %(пастортын өгөгдөл)

$S_{ном}$ -трансформаторын номинал чадал, кВа

$U_{ном}$ - трансформаторын номинал хүчдэл, кВ

2. Тогтсон горимын тооцооны үр дүнгээр хувилбар тус бүрийн хувийн хувьд трансформаторуудын холбогдсон цэг дэх хүчдэлийн утгаар трансформаторын хоосон явалтын бодит ($\Delta P_{хх6}$) ба хуурмаг ($\Delta Q_{хх6}$) чадлын алдагдлаар тодорхойлно.

$$\Delta P_{хх6} = g_T * U_{гор}^2;$$

$$\Delta Q_{хх6} = b_T * U_{гор}^2;$$

Үүнд:

$U_{гор}$ -горимын тооцооны үр дүнгээр гарсан тухайн цэгийн хүчдэл

3. Хувилбар тус бүрийн хувьд бүх трансформаторуудын нийлбэр хоосон явалтын алдагдлыг тодорхойлох.

$$\Delta P_{хх6\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Delta P_{хх6i}; \Delta Q_{хх6\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Delta Q_{хх6i};$$

Үүнд: n-трансформаторын тоо

4. Хувилбар тус бүрийн хувьд дараах нийлбэр алдагдлыг тодорхойлно.

$$\Delta P_{ш\Sigma}, \Delta Q_{ш\Sigma}, \Delta P_{Т\Sigma}, \Delta Q_{Т\Sigma},$$

$$\Delta P_{хх6\Sigma}, \Delta Q_{хх6\Sigma}$$

5. Хувилбар тус бүрийн хувьд эрчмийн алдагдлыг тодорхойлно.

$$\Delta W_{ш\Sigma} = \Delta P_{ш\Sigma} * \tau; \Delta W_{Т\Sigma} = \Delta P_{хх6\Sigma} * \tau;$$

$$\Delta W_{хх6\Sigma} = 8760 * \Delta P_{хх6\Sigma};$$

$$\Delta W_{6\Sigma} = \Delta W_{ш\Sigma} + \Delta W_{Т\Sigma} + \Delta W_{хх6\Sigma};$$

$$\Delta W_{ш\Sigma}\% = \frac{\Delta W_{ш\Sigma}}{\Delta W_{6\Sigma}} * 100\%; \Delta W_{Т\Sigma}\% = \frac{\Delta W_{Т\Sigma}}{\Delta W_{6\Sigma}} * 100\%;$$

$$\Delta W_{хх6\Sigma}\% = \frac{\Delta W_{хх6\Sigma}}{\Delta W_{6\Sigma}} * 100\%$$

“ЭРЧИМ ХҮЧ-ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ” БАКАЛАВР, МАГИСТР,
ДОКТОР ОЮУТНЫ ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БАГА ХУРАЛ

Тооцооны үр дүнг хүснэгтэлж үзүүлэв.

Хүснэгт 3

Д/д	Станцыннэр	110 кВ		110.5 кВ		111 кВ		111.5 кВ	
		ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт
1	Булган	12.175	60.873	12.307	61.534	12.440	62.198	12.573	62.864
2	Тосонцэнгэл	17.509	101.367	17.736	102.680	17.963	103.997	18.191	105.316
3	Мөрөн	9.716	39.788	9.813	40.184	9.910	40.582	10.007	40.981
4	Тэлмэн	10.111	41.405	10.211	41.815	10.312	42.226	10.413	42.640
5	Хишиг-Өндөр	10.521	46.109	10.617	46.530	10.713	46.952	10.810	47.376
6	Сансар	10.444	45.771	10.540	46.193	10.637	46.617	10.734	47.043
7	Хархорин	12.073	60.363	12.199	60.994	12.326	61.628	12.453	62.265
8	Цэцэрлэг	12.590	62.950	12.711	63.556	12.833	64.165	12.955	64.777
9	Арвайхээр	11.401	57.005	11.538	57.689	11.675	58.374	11.812	59.061
10	Баянтээг	9.532	39.034	9.632	39.442	9.732	39.852	9.832	40.263
11	Баянхонгор	9.555	39.127	9.650	39.515	9.745	39.905	9.840	40.296
12	НийткВа	125.626	593.790	126.953	600.132	128.284	606.495	129.621	612.881
13	Нийт МВА	0.126	0.594	0.127	0.600	0.128	0.606	0.130	0.613

Д/д	Станцыннэр	112 кВ		112.5 кВ		113 кВ		113.5 кВ	
		ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт
1	Булган	12.706	63.531	12.840	64.201	12.975	64.873	13.109	65.547
2	Тосонцэнгэл	18.420	106.639	18.649	107.966	18.878	109.296	19.109	110.630
3	Мөрөн	10.105	41.381	10.203	41.783	10.302	42.187	10.401	42.592
4	Тэлмэн	10.514	43.055	10.616	43.472	10.718	43.891	10.821	44.312
5	Хишиг-Өндөр	10.907	47.801	11.005	48.229	11.103	48.659	11.201	49.091
6	Сансар	10.832	47.471	10.930	47.901	11.028	48.333	11.127	48.767
7	Хархорин	12.581	62.903	12.709	63.544	12.837	64.187	12.966	64.832
8	Цэцэрлэг	13.078	65.391	13.202	66.008	13.326	66.628	13.450	67.250
9	Арвайхээр	11.950	59.751	12.088	60.442	12.227	61.135	12.366	61.830
10	Баянтээг	9.933	40.675	10.034	41.090	10.136	41.505	10.237	41.922
11	Баянхонгор	9.936	40.689	10.033	41.083	10.129	41.479	10.226	41.877
12	НийткВа	130.962	619.289	132.308	625.720	133.659	632.174	135.015	638.650
13	Нийт МВА	0.131	0.619	0.132	0.626	0.134	0.632	0.135	0.639

Д/д	Станцыннэр	114 кВ		114.5 кВ		115 кВ		115.5 кВ	
		ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт
1	Булган	13.245	66.224	13.380	66.902	13.517	67.583	13.653	68.266
2	Тосонцэнгэл	19.340	111.967	19.571	113.308	19.804	114.652	20.037	116.001
3	Мөрөн	10.500	42.999	10.600	43.408	10.700	43.818	10.801	44.230
4	Тэлмэн	10.924	44.734	11.028	45.158	11.132	45.584	11.236	46.012
5	Хишиг-Өндөр	11.300	49.524	11.399	49.959	11.499	50.397	11.599	50.836
6	Сансар	11.227	49.202	11.327	49.640	11.427	50.079	11.528	50.521
7	Хархорин	13.096	65.480	13.226	66.130	13.356	66.782	13.487	67.437
8	Цэцэрлэг	13.575	67.875	13.701	68.503	13.827	69.133	13.953	69.766
9	Арвайхээр	12.506	62.528	12.645	63.227	12.786	63.929	12.926	64.632
10	Баянтээг	10.340	42.341	10.442	42.761	10.545	43.182	10.648	43.605
11	Баянхонгор	10.324	42.276	10.422	42.677	10.520	43.079	10.619	43.483
12	НийткВа	136.376	645.150	137.742	651.673	139.112	658.219	140.488	664.789
13	Нийт МВА	0.136	0.645	0.138	0.652	0.139	0.658	0.140	0.665

Д/д	Станцыннэр	116 кВ		116.5 кВ		117 кВ		117.5 кВ	
		ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт	ΔРххб, МВт	ΔQххб, МВт
1	Булган	13.790	68.951	13.928	69.638	14.066	70.328	14.204	71.020

“ЭРЧИМ ХҮЧ-ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ” БАКАЛАВР, МАГИСТР,
ДОКТОР ОЮУТНЫ ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БАГА ХУРАЛ

2	Тосонцэнгэл	20.270	117.353	20.504	118.709	20.739	120.070	20.975	121.434
3	Мөрөн	10.902	44.643	11.003	45.058	11.105	45.475	11.207	45.893
4	Тэлмэн	11.341	46.441	11.446	46.873	11.552	47.306	11.658	47.740
5	Хишиг-Өндөр	11.700	51.277	11.801	51.720	11.903	52.165	12.005	52.612
6	Сансар	11.629	50.964	11.730	51.409	11.832	51.856	11.935	52.305
7	Хархорин	13.619	68.094	13.751	68.754	13.883	69.416	14.016	70.080
8	Цэцэрлэг	14.080	70.402	14.208	71.040	14.336	71.681	14.465	72.324
9	Арвайхээр	13.068	65.338	13.209	66.046	13.351	66.756	13.494	67.468
10	Баянтээг	10.752	44.030	10.856	44.456	10.960	44.883	11.065	45.312
11	Баянхонгор	10.718	43.889	10.817	44.296	10.917	44.705	11.017	45.115
12	НийтКВа	141.868	671.382	143.254	677.999	144.645	684.639	146.041	691.304
13	Нийт МВА	0.142	0.671	0.143	0.678	0.145	0.685	0.146	0.691

Хүснэгт 4

Чадлын алдагдлын тооцооны үр дүн / тр-рын хоосон явалт тооцсон/

	110 кВ	110.5 кВ	111 кВ	111.5 кВ	112 кВ	112.5 кВ	113 кВ	113.5 кВ
ΔPшΣ	7.395	7.316	7.239	7.166	7.095	7.026	6.960	6.896
ΔPтрΣ	0.610	0.604	0.598	0.591	0.585	0.580	0.574	0.568
ΔPххΣ	0.126	0.127	0.128	0.130	0.131	0.132	0.134	0.135
ΔPΣ	8.130	8.046	7.965	7.887	7.811	7.738	7.667	7.599
ΔPшΣ%	90.95%	90.92%	90.89%	90.86%	90.83%	90.80%	90.77%	90.75%
ΔPтрΣ%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.49%	7.48%	7.48%
ΔPххΣ%	1.55%	1.58%	1.61%	1.64%	1.68%	1.71%	1.74%	1.78%
ΔPΣ%	13.07%	12.95%	12.84%	12.73%	12.62%	12.52%	12.42%	12.32%
	114 кВ	114.5 кВ	115 кВ	115.5 кВ	116 кВ	116.5 кВ	117 кВ	117.5 кВ
ΔPшΣ	6.834	6.774	6.716	6.661	6.607	6.555	6.505	6.457
ΔPтрΣ	0.563	0.557	0.552	0.546	0.541	0.536	0.531	0.526
ΔPххΣ	0.136	0.138	0.139	0.140	0.142	0.143	0.145	0.146
ΔPΣ	7.533	7.469	7.407	7.347	7.290	7.234	7.180	7.128
ΔPшΣ%	90.72%	90.70%	90.67%	90.65%	90.63%	90.61%	90.59%	90.58%
ΔPтрΣ%	7.47%	7.46%	7.45%	7.43%	7.42%	7.41%	7.39%	7.37%
ΔPххΣ%	1.81%	1.84%	1.88%	1.91%	1.95%	1.98%	2.01%	2.05%
ΔPΣ%	12.23%	12.14%	12.05%	11.97%	11.88%	11.80%	11.73%	11.65%

Хүснэгт 5

Эрчмийн алдагдлын тооцооны үр дүн / тр-рын хоосон явалт тооцсон/

	110 кВ	110.5 кВ	111 кВ	111.5 кВ	112 кВ	112.5 кВ	113 кВ	113.5 кВ
ΔWшΣ	20460.935	20242.473	20031.523	19631.091	19827.815	19441.109	19257.633	19080.444
ΔWтрΣ	1687.7211	1670.38	1653.322	1653.322	1636.5406	1603.7822	1587.7931	1572.0563
ΔWххΣ	1100.4804	1112.1051	1123.7712	1135.479	1147.2287	1159.0207	1170.8551	1182.7323
ΔWΣ	23249.137	23024.958	22808.616	22419.892	22611.584	22203.911	22016.282	21835.233
ΔWшΣ%	88.01%	87.92%	87.82%	87.56%	87.69%	87.56%	87.47%	87.38%
ΔWтрΣ%	7.26%	7.25%	7.25%	7.37%	7.24%	7.22%	7.21%	7.20%
ΔWххΣ%	4.73%	4.83%	4.93%	5.06%	5.07%	5.22%	5.32%	5.42%
ΔWΣ%	7.72%	7.65%	7.59%	7.48%	7.53%	7.42%	7.36%	7.31%
	114 кВ	114.5 кВ	115 кВ	115.5 кВ	116 кВ	116.5 кВ	117 кВ	117.5 кВ
ΔWшΣ	18909.33	18744.089	18584.529	18430.466	18281.727	18138.142	17999.553	17865.806
ΔWтрΣ	1556.5661	1541.3171	1526.304	1511.5216	1496.9649	1482.6291	1468.5094	1454.6014
ΔWххΣ	1194.6524	1206.6157	1218.6225	1230.6729	1242.7672	1254.9055	1267.088	1279.3149
ΔWΣ	21660.548	21492.021	21329.455	21172.661	21021.459	20875.677	20735.151	20599.723
ΔWшΣ%	87.30%	87.21%	87.13%	87.05%	86.97%	86.89%	86.81%	86.73%
ΔWтрΣ%	7.19%	7.17%	7.16%	7.14%	7.12%	7.10%	7.08%	7.06%
ΔWххΣ%	5.52%	5.61%	5.71%	5.81%	5.91%	6.01%	6.11%	6.21%
ΔWΣ%	7.26%	7.21%	7.16%	7.12%	7.07%	7.03%	6.99%	6.95%

Хувилбар 1 аргаар бодсон нийлбэр дүнг авч үзэхэд 110 кВ-ын хувьд чадлын хувьд алдагдлын хэмжээ 13,11 хувиар, эрчмийн алдаглын хэмжээ 7,78 хувиар байсан бол хувилбар 2 аргаар бодоход чадлын алдагдал 13,07 хувь гарч 0,04 буурч, эрчмийн алдагдлын хэмжээ 7,72 хувь болж 0,06 буурч байна. Энэ судалгааны ажлын хүрээнд мөн шугамын эхлэл болон төгсгөл дээрх генерацын утгыг хүчдэл тус бүр дээр бодож шугамын алдагдлын бодит утгыг бас давхар олж тооцоог хийнэ.

ДҮГНЭЛТ

1. Тооцоонд шууд паспортны утга буюу номинал хүчдлийн түвшинг шууд тооцоонд ашиглах нь учир дутагдалтай нь харагдаж байна.

2. Хүчдлийн түвшинг ерөнхий номинал утгаар тооцоонд бодох биш цэг тус бүр дээр гаргаж тооцоонд ашиглах нь илүү бодит алдаглын хэмжээ гарч байна.

3. Чадал болон эрчмийн алдагдлын хувьд хүчдлийн түвшинг бодит цэг дээрхи утгаар авч тооцох нь зүйтэй

4. Мөн 32-39 кВ-ын 11 ширхэг хүчдлийн түвшинд тооцоог хийснээр чадал болон эрчмийн алдагдалд тооцоонд бүх хүчдлийн түвшинд мэдэгдэхүйц нөлөөж байна.

Дээр авч үзсэн хүчин зүйлүүдээс хамааран чадал болон эрчмийн алдаглыг тооцоонд бодоходоо номинал утгаар бус цэг тус бүр дээрхи хүчдлийн утгыг олж тооцоонд ашиглах нь бодит алдагдлын хэмжээ гарч байна.

Ашигласан материал

1. Цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлт. 2002. Д. Содномдорж.
2. Цахилгаан сүлжээ систем. 2002 Р. Лхагвасүрэн.
3. Цахилгаан шугам сүлжээ, систем. 2014. Ш. Гантөмөр.
4. Цахилгаан байгууламжийн дүрэм БД-41-101-03, 2003.

35 КВ-ЫН ЦШС-НИЙ ГОРИМ БА ЭРЧМИЙН АЛДАГЛЫН СУДАЛГАА

Д. Оюунтуул*, Д. Содномдорж*

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

Хураангуй. Хүчдлийн түвшинг 32-39 кВ хүртэлх 11 ширхэг хүчдлийн түвшин тус бүрт нь хоосон явалтын алдагдлыг горимын тооцоонд бодож чадал болон эрчмийн алдагдлын тооцоог илүү нарийвчлан бодит байдалтай уялдуулан гарсан үр дүнг тогтсон номинал буюу хэвийн түвшинд тооцсон үр дүнтэй харьцуулж дүгнэлт хийж энэ өгүүлийн хүрээнд авч үзсэн болно.

Түлхүүр үг: Чадал болон эрчмийн алдагдлын тооцоо.

ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Өндөр хүчдлийн хуваарилах шугам сүлжээ нь ихэвчлэн нэг талын тэжээлтэй, салбарласан бүтэцтэй, хэд хэдэн бууруулах дэд станц агуулсан байна. Зарим тохиолдолд хотын сүлжээнд нийлмэл схемийг гогцоо маягийн нөөц тэжээл бүхий хэлбэрээр ашигладаг.

35 кВ-ын хүчдэлтэй сүлжээг ашиглан 6 ба 10 кВ-ын сүлжээний тэжээлийн төвийг бий болгохын зэрэгцээ нилээд алслагдсан (150 км-ээс их) хэрэглэгчдийг (ихэнх тохиолдолд хөдөөгийн) эрчим хүчээр хангахад ашигладаг. Мөн бага хэмжээний эрчим хүчийг нилээд хол зайд дамжуулах үед 35 кВ-ын хүчдлээр шууд хэрэглэгчдэд нь хүргэдэг тохиолдол байдаг. Энэ тохиолдолд 35 кВ-ын шугам, 35/0,4 кВ-ын дэд станц ашиглан хэрэглэгчдийг тэжээдэг.

Цахилгаан систем, шугам сүлжээний горимын тухай товч ойлголт

Цахилгаан шугам сүлжээний хугацааны агшин бүрт харгалзах төлөв байдлыг горим гэнэ. Цахилгаан шугам сүлжээний горим нь олон тооны параметруудээр тодорхойлогддог. Эдгээр параметрийг горимын параметр гэнэ. Цахилгаан шугам сүлжээний төлөв байдал өөрчлөгдөнө гэдэг нь горимын параметруудийн өөрчлөлт юм. Цахилгаан шугам сүлжээний төлөв байдлыг үнэлэхдээ горимын параметрийг олох бөгөөд энэхүү тооцоог горимын тооцоо гэнэ.

Цахилгаан шугам сүлжээ, системийн горимыг дотор нь тогтсон горим, шилжилтийн горим, тогтсон горимыг дотор нь хэвийн тогтсон горим, аварийн дараах тогтсон горим гэж ангилна. Эдгээр ангилал нь бүгд харьцангуй ойлголт бөгөөд систем нэг горимоос нөгөө горим руу байнга шилжиж байдаг юм. Цахилгаан системийн төлөв байдал өөрийн дотоод шинж чанар, хүрээлэн буй орчны нөлөөллөөс хамаарч байнга өөрчлөгдөн тасралтгүй хувьсал хөдөлгөөнд байдаг. Ийм системийн төлөв байдлыг бүрэн илэрхийлэх бүх шинж чанар, нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийг тооцсон математик загварыг байгуулах нь боломжгүй юм.

Цахилгаан шугам сүлжээний төсөл байгуулалт, ажлын горимын үнэлгээ, горимын төлөвлөлтийн бүхий л асуудлын үндсэн суурь тооцоо нь тогтсон горимын тооцоо юм. Цахилгаан шугам сүлжээний хэвийн ажиллагааг хугацааны агшин бүрд найдвартай хангахын тулд түүний хэтийн төлвийг урьдчилан маш нарийн тооцсон байх шаардлагатай байдаг. Орчин үед

үйлдвэрлэлийн процессыг тооцоолох техник, тоног төхөөрөмж, математик арга дээр тулгуурлахгүйгээр удирдан явуулах, түүний элементүүдийн төлөв байдлын мэдээллийн үндсэн дээр диспетчер зөв оновчтой шийдэл гаргах боломжгүй юм.

Цахилгаан системийн хязгаарын горим, оновчтой горим, статик, динамик тогтворжилтийн судалгааг явуулахын тулд эхлээд урьдчилсан байдлаар хэвийн тогтсон горимын тооцоог гүйцэтгэдэг.

Инженерийн тооцоо, цахилгаан системийн горим, ялангуяа тогтсон горимын тооцоонд нилээд хялбарчилгааг авч үздэг.

Системийн параметрууд тасралтгүй өөрчлөгдөж байдаг боловч өөрчлөлтийн зэргээр нь их, бага өөрчлөлтэй гэж ангилдаг. Бага өөрчлөлтийн үед горимын параметрийг харьцангуй тогтмол гэж үзээд алгебрын тэгшитгэлийн системээр илэрхийлж болдог.

Ерөнхий тохиолдолд горимын тооцоог гүйцэтгэх гэдэг нь анхдагч өгөгдлийг бүрдүүлэх, математик загвар байгуулах, байгуулсан математик загварыг бодох, гарсан үр дүнд үнэлгээ, шинжилгээ хийх гэсэн үе шатуудаас тогтдог.

Судалгааны хэсэг ба зарим үр дүн

Энэхүү судалгааны ажлаар Налайх 110/35/10 кВ-ын дэд станцаас тэжээгдэх 35 кВ-ын Элстэй фидерийн цахилгаан шугам сүлжээний горим, чадал, эрчмийн алдагдалд үнэлэлт дүгнэлтийг авч үзье.

Хувилбар 1:

Элстэй фидерийн анхдагч өгөгдлийг ашиглан горимын тооцоог уламжлалт аргаар хийж гүйцэтгэлээ. Горимын тооцоог 32 кВ-с 39 кВ хүртэл 11 хүчдэлийн түвшинд хийж гүйцэтгэн. Чадалын алдагдал, Эрчмийн алдагдлыг тус тус тооцооло.



Зураг 1. 35 кВ-ын Элстэй фидерийн зарчмын схем

Чадлын алдагдлын тооцооны үр дүн:

Хүчдлийн түвшин	$\Delta P_{ш\Sigma}$ /кВт/	$\Delta P_{тр\Sigma}$ /кВт/	$\Delta P_{хх\Sigma}$ /кВт/	ΔP_{Σ} /кВт/	$\Delta P_{ш\Sigma}\%$	$\Delta P_{тр\Sigma}\%$	$\Delta P_{хх\Sigma}\%$	$\Delta P_{\Sigma}\%$
32.0 кВ	87.083	19.068	37.550	143.702	60.6%	13.3%	26.1%	5.2%
33.0 кВ	81.226	17.781	37.550	136.558	59.5%	13.0%	27.5%	4.9%
34.0 кВ	75.963	16.626	37.550	130.139	58.4%	12.8%	28.9%	4.7%
35.0 кВ	71.214	15.583	37.550	124.347	57.3%	12.5%	30.2%	4.5%
35.5 кВ	69.010	15.100	37.550	121.660	56.7%	12.4%	30.9%	4.4%
36.0 кВ	66.911	14.639	37.550	119.100	56.2%	12.3%	31.5%	4.3%
36.5 кВ	64.909	14.200	37.550	116.659	55.6%	12.2%	32.2%	4.3%
37.0 кВ	62.999	13.781	37.550	114.330	55.1%	12.1%	32.8%	4.2%
37.5 кВ	61.174	13.381	37.550	112.105	54.6%	11.9%	33.5%	4.1%
38.0 кВ	59.430	12.998	37.550	109.978	54.0%	11.8%	34.1%	4.0%
39.0 кВ	56.164	12.282	37.550	105.997	53.0%	11.6%	35.4%	3.9%

Эрчийн алдагдлын тооцооны үр дүн

Хүчдлийн түвшин	$\Delta W_{ш\Sigma}$ /кВт.цаг/	$\Delta W_{тр\Sigma}$ /кВт.цаг/	$\Delta W_{хх\Sigma}$ /кВт.цаг/	ΔW_{Σ} /кВт.цаг/	$\Delta W_{ш\Sigma}\%$	$\Delta W_{тр\Sigma}\%$	$\Delta W_{хх\Sigma}\%$	$\Delta W_{\Sigma}\%$
32.0 кВ	231718.8	50737.9	328938.0	611394.6	37.9%	8.3%	53.8%	4.72%
33.0 кВ	216133.5	47314.2	328938.0	592385.7	36.5%	8.0%	55.5%	4.58%
34.0 кВ	202129.1	44239.1	328938.0	575306.1	35.1%	7.7%	57.2%	4.46%
35.0 кВ	189491.2	41465.0	328938.0	559894.2	33.8%	7.4%	58.8%	4.35%
35.5 кВ	183627.9	40178.3	328938.0	552744.3	33.2%	7.3%	59.5%	4.30%
36.0 кВ	178042.0	38952.7	328938.0	545932.7	32.6%	7.1%	60.3%	4.25%
36.5 кВ	172715.5	37784.2	328938.0	539437.7	32.0%	7.0%	61.0%	4.20%
37.0 кВ	167632.2	36669.2	328938.0	533239.4	31.4%	6.9%	61.7%	4.16%
37.5 кВ	162777.0	35604.5	328938.0	527319.5	30.9%	6.8%	62.4%	4.12%
38.0 кВ	158136.1	34586.9	328938.0	521661.0	30.3%	6.6%	63.1%	4.08%
39.0 кВ	149447.0	32682.0	328938.0	511066.9	29.2%	6.4%	64.4%	4.00%

Хувилбар 2:

1. Тухайн сүлжээнд байгаа бүх трансформаторуудын хувьд трансформаторын бодит дамжууламж (g_T) ба хуурмаг дамжууламж (b_T)-ийг тодорхойлно.

$$g_T = \frac{\Delta P_{хх}}{U_{ном}^2};$$

$$b_T = \frac{I_{хх\%} * S_{ном}}{100 * U_{ном}^2};$$

Үүнд: $\Delta P_{хх}$ -хоосон явалтын алдагдал, кВт (пастортын өгөгдөл)

$I_{хх\%}$ - хоосон явалтын гүйдэл, % (пастортын өгөгдөл)

$S_{ном}$ - трансформаторын номинал чадал, кВа

2. $U_{ном}$ - трансформаторын номинал хүчдэл, кВ
Тогтсон горимын тооцооны үр дүнгээр хувилбар тус бүрийн хувийн хувьд трансформаторуудын холбогдсон цэг дэх хүчдэлийн утгаар трансформаторын хоосон явалтын бодит ($\Delta P_{ххб}$) ба хуурмаг ($\Delta Q_{ххб}$) чадлын алдагдлаар тодорхойлно.

$$\Delta P_{ххб} = g_T * U_{гор}^2;$$

$$\Delta Q_{ххб} = b_T * U_{гор}^2;$$

Үүнд:

$U_{гор}$ -горимын тооцооны үр дүнгээр гарсан тухайн цэгийн хүчдэл

3. Хувилбар тус бүрийн хувьд бүх трансформаторуудын нийлбэр хоосон явалтын алдагдлыг тодорхойлох.

$$\Delta P_{xx\sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Delta P_{xx\sigma i}; \Delta Q_{xx\sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Delta Q_{xx\sigma i};$$

Үүнд: n-трансформаторын тоо

4. Хувилбар тус бүрийн хувьд дараах нийлбэр алдагдлыг тодорхойлно.

$$\Delta P_{w\Sigma}, \Delta Q_{w\Sigma}, \Delta P_{T\Sigma}, \Delta Q_{T\Sigma}, \Delta P_{xx\sigma\Sigma}, \Delta Q_{xx\sigma\Sigma}$$

5. Хувилбар тус бүрийн хувьд эрчмийн алдагдлыг тодорхойлно.

$$\begin{aligned} \Delta W_{w\Sigma} &= \Delta P_{w\Sigma} * \tau; \Delta W_{T\Sigma} = \Delta P_{xx\sigma\Sigma} * \tau; \\ \Delta W_{xx\sigma\Sigma} &= 8760 * \Delta P_{xx\sigma\Sigma}; \\ \Delta W_{\sigma\Sigma} &= \Delta W_{w\Sigma} + \Delta W_{T\Sigma} + \Delta W_{xx\sigma\Sigma}; \\ \Delta W_{w\Sigma}\% &= \frac{\Delta W_{w\Sigma}}{\Delta W_{\sigma\Sigma}} * 100\%; \Delta W_{T\Sigma}\% = \frac{\Delta W_{T\Sigma}}{\Delta W_{\sigma\Sigma}} * 100\%; \\ \Delta W_{xx\sigma\Sigma}\% &= \frac{\Delta W_{xx\sigma\Sigma}}{\Delta W_{\sigma\Sigma}} * 100\% \end{aligned}$$

Тооцооны үр дүнг хүснэгтэлж үзүүлэв.

Хүснэгт 3

Д/д	Станцын нэр	Салаа	Тип марк	S _{ном} , кВА	U _{ном} , кВ	ΔP _{xx} , кВт	I _{xx} ,%	Gт А/кВ	Вт А/кВ
1	Элстэй	1-2.	ТМН	4000	35	6.7	1.0	0.005	0.033
2	Батчулуун нисэх буудал	4-5.	ТМ	160	35	0.7	2.4	0.001	0.003
3	Уян хайрхан	7-8.	ТМ	400	35	1.9	2.0	0.002	0.007
4	Мон элс	10-11.	ТМ	250	35	1.0	2.3	0.001	0.005
5	Баясгалант өргөө	12-13.	ТМ	250	35	1.0	2.3	0.001	0.005
6	Бүги	15-16.	ТМ	250	35	1.0	2.3	0.001	0.005
7	Ай эф соонс	18-19.	ТМ	160	35	0.7	2.4	0.001	0.003
8	Сэрүүн сэлбэ	20-21	ТМ	100	35	0.5	2.6	0.000	0.002
9	Дэнжийн элс	23-24	ТМ	250	35	1.0	2.3	0.001	0.005
10	Түмэн хишигтэн	26-27	ТМ	400	35	1.9	2.0	0.002	0.007
11	Ногоон ази	29-30	ТМ	100	35	0.5	2.6	0.000	0.002
12	Мэргэн бууч	32-33	ТМ	160	35	0.7	2.4	0.001	0.003
13	Авирмэд монгол хаад	35-36	ТМ	100	35	0.5	2.6	0.000	0.002
14	Жи мобилъ	37-38	S11	63	35	0.3	2.0	0.000	0.001
15	Сайхан булган	40-41	ТМ	250	35	1.0	2.3	0.001	0.005
16	Ичонсаворлд	44-45	ТМ	100	35	0.5	2.6	0.000	0.002
17	Оюунбилэг ногооны	47-48	ТМ	250	35	1.0	2.3	0.001	0.005
18	Цэнгэл базз	50-51	ТМ	160	35	0.7	2.4	0.001	0.003
19	Отгонбаяр жимс таригч	53-54	ТМ	100	35	0.5	2.6	0.000	0.002
20	Женко брью тур 2	55-56	ТМ	100	35	0.5	2.6	0.000	0.002
21	Хорстрек	58-59	S11	50	35	0.2	2.0	0.000	0.001
22	Женко брью тур	61-62	ТМ	400	35	1.9	2.0	0.002	0.007
23	Хүннү	64-65	ТМ	250	35	1.0	2.3	0.001	0.005
24	Хайрын билэг 2	67-68	ТМ	160	35	0.7	2.4	0.001	0.003
25	Тулгат гацаа	70-71	ТМ	100	35	0.5	2.6	0.000	0.002
26	Бал тур	73-74	ТМ	100	35	0.5	2.6	0.000	0.002
27	Тэгш мандал	76-77	ТМ	160	35	0.7	2.4	0.001	0.003
28	Харзтай	79-80	ТМ	160	35	0.7	2.4	0.001	0.003
29	Халиун трэвел	82-83	ТМ	100	35	0.5	2.6	0.000	0.002
30	Шохой цагаан булаг	84-85	ТМ	160	35	0.7	2.4	0.001	0.003
31	Морьтон шанкур	87-88	S11	50	35	0.2	2.0	0.000	0.001
32	Иргэн Александр	90-91	ТМ	250	35	1.0	2.3	0.001	0.005
33	Илд бамбай	93-94	S11	63	35	0.3	2.0	0.000	0.001
34	Бамбай	96-97	ТМ	160	35	0.7	2.4	0.001	0.003
35	Жадамба	99-100	ТМ	100	35	0.5	2.6	0.000	0.002
36	Шилийн булаг	102-103	S11	50	35	0.2	2.0	0.000	0.001
37	Эрдэнэ	104-105	ТМ	1600	35	5.1	1.1	0.004	0.014

Чадлын алдагдлын тооцооны үр дүн:

Хүчдлийн түвшин	ΔPшΣ /кВт/	ΔPтрΣ /кВт/	ΔPххΣ /кВт/	ΔPΣ /кВт/	ΔPшΣ%	ΔPтрΣ%	ΔPххΣ%	ΔPΣ%
32.0 кВ	87.083	19.068	29.230	135.381	60.6%	13.3%	21.6%	5.2%
33.0 кВ	81.226	17.781	31.229	130.236	59.5%	13.0%	24.0%	4.9%
34.0 кВ	75.963	16.626	33.289	125.877	58.4%	12.8%	26.4%	4.7%
35.0 кВ	71.214	15.583	35.409	122.206	57.3%	12.5%	29.0%	4.5%
35.5 кВ	69.010	15.100	36.492	120.602	56.7%	12.4%	30.3%	4.4%
36.0 кВ	66.911	14.639	37.590	119.140	56.2%	12.3%	31.6%	4.3%
36.5 кВ	64.909	14.200	38.704	117.813	55.6%	12.2%	32.9%	4.3%
37.0 кВ	62.999	13.781	39.832	116.612	55.1%	12.1%	34.2%	4.2%
37.5 кВ	61.174	13.381	40.976	115.531	54.6%	11.9%	35.5%	4.1%
38.0 кВ	59.430	12.998	42.135	114.564	54.0%	11.8%	36.8%	4.0%
39.0 кВ	56.164	12.282	44.499	112.946	53.0%	11.6%	39.4%	3.9%

Эрчмийн алдагдлын тооцооны үр дүн:

Хүчдлийн түвшин	ΔWшΣ /кВт.цаг/	ΔWтрΣ /кВт.цаг/	ΔWххΣ /кВт.цаг/	ΔWΣ /кВт.цаг/	ΔWшΣ%	ΔWтрΣ%	ΔWххΣ%	ΔWΣ%
32.0 кВ	231718.8	50737.9	251053.5	533510.1	43.4%	9.5%	47.1%	4.12%
33.0 кВ	216133.5	47314.2	268577.4	532025.1	40.6%	8.9%	50.5%	4.12%
34.0 кВ	202129.1	44239.1	286631.2	532999.3	37.9%	8.3%	53.8%	4.13%
35.0 кВ	189491.2	41465.0	305215.8	536172.1	35.3%	7.7%	56.9%	4.17%
35.5 кВ	183627.9	40178.3	314707.5	538513.8	34.1%	7.5%	58.4%	4.19%
36.0 кВ	178042.0	38952.7	324332.2	541326.9	32.9%	7.2%	59.9%	4.22%
36.5 кВ	172715.5	37784.2	334090.0	544589.7	31.7%	6.9%	61.3%	4.24%
37.0 кВ	167632.2	36669.2	343980.9	548282.4	30.6%	6.7%	62.7%	4.28%
37.5 кВ	162777.0	35604.5	354005.1	552386.6	29.5%	6.4%	64.1%	4.31%
38.0 кВ	158136.1	34586.9	364162.6	556885.6	28.4%	6.2%	65.4%	4.35%
39.0 кВ	149447.0	32682.0	384877.6	567006.6	26.4%	5.8%	67.9%	4.44%

35 кВ-ын цахилгаан шугам сүлжээний тооцоонд трансформаторын хоосон явалтыг утгыг лавлахаас номиналь хүчдлийн түвшинд утгуудыг сонгон авч тооцоог хийж гүйцэтгэсээр ирсэн.

Иймд судалгаагаар дээр дурдагдсан 2 хувилбарыг сонгон тооцоог хийлээ. 32 кВ-с 39 кВ хүртэлх хүчдлийн түвшинд **Хувилбар 1** аргаар бодоход трансформаторын хоосон явалтын чадлын алдагдлын хэмжээ тогтмол 37.55 кВт буюу 26.1-35.4 %, эрчмийн алдагдлын хэмжээ тогтмол 328938 кВт.цаг буюу 53.8-64.4% байсан бол **Хувилбар 2** аргаар бодоход трансформаторын хоосон явалтын чадлын алдагдлын хэмжээ 29.23-44.5 кВт буюу 21.6-39.4%, эрчмийн алдагдлын хэмжээ 251053.5-384877.6 кВт.цаг буюу 47.1-67.9% байна.

35 кВ-ын хувьд **Хувилбар 1** аргаар бодоход трансформаторын хоосон явалтын чадлын алдагдлын хэмжээ тогтмол 37.55 кВт буюу 30.2%, эрчмийн алдагдлын хэмжээ тогтмол 328938 кВт.цаг буюу 58.8% байсан бол **Хувилбар 2** аргаар бодоход трансформаторын хоосон явалтын чадлын алдагдлын хэмжээ 35.409 кВт буюу 29.0%, эрчмийн алдагдлын хэмжээ 305215.8 кВт.цаг буюу 56.9% байна. Үүнээс үзэхэд чадлын алдагдал 2.141 кВт буюу 1.2%-иар,

эрчмийн алдагдал 23722.2 кВт.цаг буюу 1.9%-иар буурсан үзүүлэлттэй байна.

Нийт чадлын алдагдлын хэмжээ хүчдлийн түвшин бүрт харгалзан өөрчлөгдөж байгаа нь тооцооноос харагдаж байна. Иймд трансформаторын хоосон явалтын алдагдлыг хүчдэлийн түвшин бүрт бодит хэмжилтийн үр дүнд тулгуурлан тооцох нь зүйтэй юм.

Дүгнэлт

1. Тооцоонд шууд паспортны утга буюу номинал хүчдлийн түшинг шууд тооцоонд ашиглах нь учир дутагдалтай нь харагдаж байна.
2. Хүчдлийн түшинг ерөнхий номинал утгаар тооцоонд бодох биш цэг тус бүр дээр гаргаж тооцоонд ашиглах нь илүү бодит алдагдлын хэмжээ гарч байна.
3. Чадал болон эрчмийн алдагдлын хувьд хүчдлийн түшинг бодит цэг дээрхи утгаар авч тооцох нь зүйтэй.
4. Мөн 32-39 кВ-ын 11 ширхэг хүчдлийн түвшинд тооцоог хийснээр чадал болон эрчмийн алдагдалд

тооцоонд бүх хүчдлийн түвшинд мэдэгдэхүйц нөлөөж байна.

Дээр авч үзсэн хүчин зүйлүүдээс хамааран чадал болон эрчмийн алдаглыг тооцоонд бодохдоо номинал утгаар бус цэг тус бүр дээрхи хүчдлийн утгыг олж тооцоонд ашиглах нь бодит алдагдлын хэмжээ гарч байна.

Ашигласан материал:

1. Цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлт. 2002. Д.Содномдорж.
2. Цахилгаан сүлжээ систем. 2002 Р. Лхагвасүрэн.
3. Цахилгаан шугам сүлжээ, систем. 2014. Ш. Гантөмөр.
4. Цахилгаан байгууламжийн дүрэм БД-43-101-03, 2003

КОНТРОЛЛЕРИЙН ХӨГЛӨЛТИЙН ПАРАМЕТРИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ АГРЫН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Б.Хонгорзул*, Л.Атарцэцэг*, Ц.Эрдэнэцэцэг*

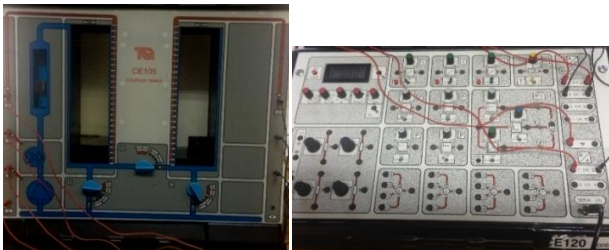
*Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Эрчим Хүчний Сургууль

Хураангуй. Энэхүү илтгэлд CE105 хос савтай шингэний түвшний тохируулгын объектын туршилтын дүнгээр аппроксимаци хийж дамжуулалтын функцийг гаргаж ПИ хуулиар ажиллах аналог дижитал CE120 контроллерын хөглөлтийн параметрийг инженерийн тооцооны арга, Зиглер-Никольсийн хөглөлтийн параметрийг туршилтын үр дүнд тооцон гаргасан тооцооллын арга болон C-H-R –ийн тооцооллын аргуудыг авч үзэн харьцуулалт хийсэн. Нэгж шаталсан үйлчлэл бүхий нэг ижил нөхцөлд харьцуулалтыг гүйцэтгэсэн.

Түлхүүр үг: CE120 аналог дижитал ПИ контроллер, Контроллерын хөглөлтийн параметр, Зиглер-Никольсийн тооцооллын арга, C-H-R –ийн тооцооллын арга.

I. Автомат тохируулгын системийн тооцоо

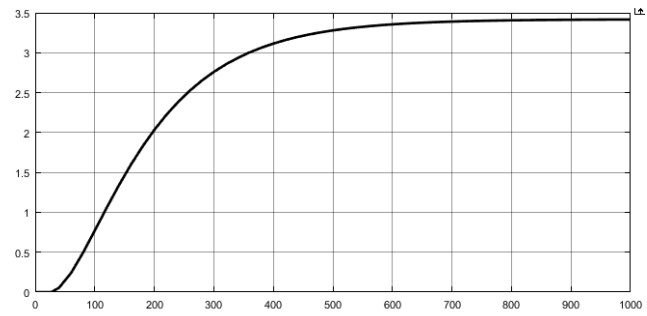
CE105 хос савтай шингэний түвшин тохируулах объектыг CE120 аналог дижитал контроллерт холбож туршилтын аргаар шилжилтийн тодорхойломжийг гарган авсан.



Зураг 1. - CE105 хос савтай шингэний түвшин тохируулах объект болон CE120 аналог дижитал контроллерын холболт

Лабораторийн CE105 хос савтай шингэний түвшин тохируулах объектын туршилтаар гарган авсан шилжилтийн тодорхойломжоос илэрхийллийг аппроксимацилах бодолтоор математик загварын тэгшитгэлийг гаргаж аппроксимациалсан объектын дамжуулалтын функцийг коэффициентүүдийн утгыг

тодорхойлсон. Дараа нь энэ аргаар гарган авсан математик илэрхийлэл буюу дамжуулалтын функцийг ашиглан ПИ контроллерын оновчтой утгыг олох инженерийн тооцоог хийсэн.



Зураг 2. - Лабораторийн CE105 хос савтай шингэний түвшин тохируулах объектын шилжилтийн тодорхойломж

Объектын шилжилтийн тодорхойломжийн графикт шүргэгч татан аппроксимацийн анхны өгөгдлүүдийг тодорхойлбол: Хугацааны тогтмол $T_0 = 240$ сек

Хожимдлын хугацаа $\tau_0 = 24$ сек

Шилжилтийн тодорхойломжид татсан шүргэгчийн хэвтээ тэнхлэгт хамгийн их өнцөг үүсгэх цэгт харгалзах хугацаа $t_n = 103$ сек

Объектын дамжуулалтын коэффициент $h_{\text{тогт}} = 3.42$

Шилжилтийн тодорхойломжид татсан шүргэгчийн хэвтээ тэнхлэгт хамгийн их өнцөг үүсгэх цэгт харгалзах дамжуулалтын коэффициент $h(t_n) = 0.85$

Хэмжигдэхүүн $\epsilon = \frac{0.85}{3.42} = 0.25$ нөхцөлийн үед $n=1$

хоёрдугаар эрэмбийн хоцролтой хэсгийн аппроксимаци биелэгдэнэ. Номограмм ашиглан дараах утгуудыг олно.

$$\frac{T_{a1}}{T_0} = 0.53 \quad \frac{T_{a2}}{T_{a1}} = 0.42 \quad \frac{t_{na}}{T_{a1}} = 0.62$$

Хугацааны тогтмолуудыг тооцож олбол

$$T_{a1} = 0.53 * T_0 = 127.2; T_{a2} = 0.42 * T_{a1} = 53.4;$$

$t_{na} = T_{a1} * 0.62 = 78.9$ болно. Хоцролын хугацааг тооцож үзвэл $\tau_a = t_n - t_{na} = 78.9 - 103 = -24.1$ сек
Үүнээс дамжуулалтын функц нь дараах хэлбэртэй болно.

$$W_{\mu}(p) = \frac{3.42 * e^{-24p}}{(127.2p + 1) * (53.4p + 1)}$$

Хүснэгт 1

Объектын КДТ

w	A	φ
0	0.1949	0
0.001	0.1931	-11.68
0.005	0.1589	-54.28
0.01	0.1063	-93.67
0.015	0.0706	-121.65
0.02	0.0487	-142.92
0.025	0.0351	-160.08
0.03	0.0262	-174.58
0.035	0.0202	-187.31
0.04	0.0159	-198.79
0.045	0.0129	-209.36
0.05	0.0106	-219.28
0.06	0.0075	-237.70
0.07	0.0056	-254.86

Хүснэгт 2

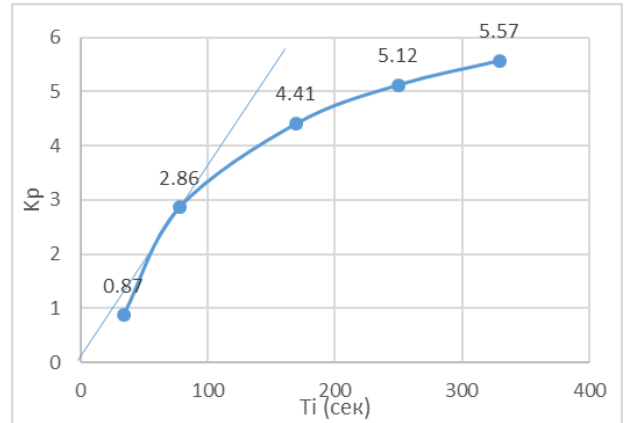
w	T _{i1} = 34	T _{i2} = 100	T _{i3} = 170	T _{i4} = 250	T _{i5} = 330
0.001	5.59	1.9	1.1176	0.76	0.5758
0.005	0.94	0.318	0.1871	0.1272	0.0964
0.010	0.32	0.108	0.0635	0.0432	0.0327
0.020	0.07	0.024	0.0141	0.0096	0.0073
0.035	0.017	0.0057	0.0034	0.0023	0.0017
0.040	0.012	0.004	0.0024	0.0016	0.0012
0.050	0.006	0.002	0.0012	0.0008	0.0006

Контроллерын тогтворжилтын өгөгдсөн нөөцийн муж дахь хөглөлтийн параметруудийн оновчтой оновчтой утгыг тодорхойлохын тулд задгай системийн КДТ –ийн годографыг байгуулах ба M=1.55 харгалзах цацраг татаж нэгэн зэрэг шүргэх тойргийг байгуулна. Байгуулалтын графикаас тойргуудын радиусыг олж харгалзах K_p –ийн утгуудыг тодорхойлно.

Хүснэгт 3

Тогтворжилтийн өгөгдсөн нөөцөд M=1.55
харгалзах K_p ба T_i –ийн утгууд

T _i	34	80	170	250	330
r	1.27	0.38	0.26	0.22	0.19
K _p =M/(M ² -1)*1/r	0.87	2.86	4.41	5.12	5.7

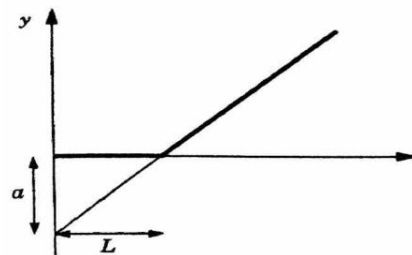


Зураг 3. - Тогтворжилтийн өгөгдсөн нөөцийн хилийн муж

Тооцооны аргаар гарган авсан контроллерын хөглөлтийн параметрийн оновчтой утга K_p= 2.13;
T_i= 34

II. Зиглер-Никольсийн арга

1942 онд Зиглер болон Никольс нар контроллеруудын параметруудийг тодорхойлох сонгодог хоёр аргыг танилцуулсан. Эдгээр аргуудыг анхны хэлбэрээр нь одоо болтол өргөнөөр ашигладаг. Зиглер болон Никольсийн танилцуулсан эхний загварын арга нь шаталсан үйлчлэлийн үеийн процессын мэдээлэл дээр үндэслэдэг. Энэ арга маш энгийн процессын загвар ашигласан удирдлага болон загварчлал дээр суурилсан олон удаагын туршилтын үр дүнд гарган авсан уламжлалт арга юм. Зураг 2 –д үзүүлснээр Зиглер-Никольсийн контроллерын параметрийг тодорхойлох арга нь a болон L гэсэн параметрээр тодорхойлогддог ба эдгээр параметрээс хамаарсан функц хэлбэрээр өгөгдөнө.



Зураг 4. - Зиглер-Никольсийн аргаар Контроллерын хөглөлтийн параметрийг тодорхойлоход ашиглагдах параметрууд

Хүснэгт 4

Зиглер-Никольсийн шаталсан үйлчлэлийн аргаар
контроллерын параметруудийг тодорхойлох

Контроллер	aK	T _i /L	T _d /L	T _p /L
П	1	-	-	4
ПИ	0.9	3	-	5.7
ПИД	1.2	2	L/2	3.4

Туршилтаар гарган авсан шилжилтийн тодорхойломжийг ашиглан ПИ контроллерийн хөглөлтийн параметрийг Зиглер-Никольсийн шаталсан үйлчлэлийн аргаар олъё. Зураг 1 –д үзүүлснээр a болон L параметруудийн утга нь дараах болно.

$a = 0.342$, $L = 24$ болох ба эндээс ПИ Контроллерын хөглөлтийн параметрууд нь $K_p = 2.63$; $T_i = 72$ болно.

III. С-Н-R –ийн арга

Зиглер-Никольсийн аргуудыг сайжруулах олон боломжит нөхцөлүүд байдаг. Эдгээрийн нэг нь Чиен, Хронес болон Ресвикийн (С-Н-R) арга бөгөөд Зиглер-Никольсийн арга шиг шилжилтийн тодорхойломжийн мэдээллийг ашигладаг боловч коэффициентүүд нь өөр байдаг. Үүнийг хүснэгт 5–аас харж болно. Энэ арга нь Зиглер-Никольсийн аргаас тогтворжилт бага зэрэг сайтай битүү хүрээтэй системүүдэд өргөн хэрэглэгддэг.

Хүснэгт 5

С-Н-R –ийн даалгаврын утгын үйлчлэлийн аргаар контроллерын параметруудийг тодорхойлох

Контроллер	Хэт өсөлтгүй			Хэт өсөлт 20%		
	aK	T_i/L	T_d/L	aK	T_i/L	T_d/L
П	0.3	-	-	0.7	-	-
ПИ	0.35	1.2	-	0.6	1.0	-
ПИД	0.6	1.0	0.5	0.95	1.4	0.47

С-Н-R –ийн тооцооллын аргын хувьд “хэт өсөлтгүй хурдан үйлчлэл” эсвэл “20 хувийн хэт өсөлттэй хурдан үйлчлэл” байх нөхцөлийг ашигладаг. Процессын загварын a болон L параметрууд нь Зиглер-Никольсийн аргатай ижил замаар тодорхойлогдсон.

Туршилтаар гарган авсан шилжилтийн тодорхойломжийг ашиглан ПИ контроллерийн хөглөлтийн параметрийг С-Н-R –ийн тооцооллын аргаар тодорхойлбол: $a = 0.342$, $L = 24$ болох ба эндээс ПИ контроллерын хөглөлтийн параметрууд нь хэт өсөлтгүй үед $K_p = 1.02$; $T_i = 28.8$ харин 20% -ийн хэт өсөлттэй үед $K_p = 1.75$; $T_i = 24$ болно.

IV. Харьцуулсан судалгааны дүгнэлт

CE120 аналог дижитал ПИ контроллерын хөглөлтийн K_p болон T_i параметруудийг инженерийн тооцооллын арга, Зиглер-Никольсийн хөглөлтийн параметрийг туршилтын үр дүнд тооцон гаргасан тооцооллын арга болон С-Н-R –ийн тооцооллын аргуудаар тодорхойлсон. Эдгээрийн үр дүнг хүснэгт 7 – д үзүүлсэн.

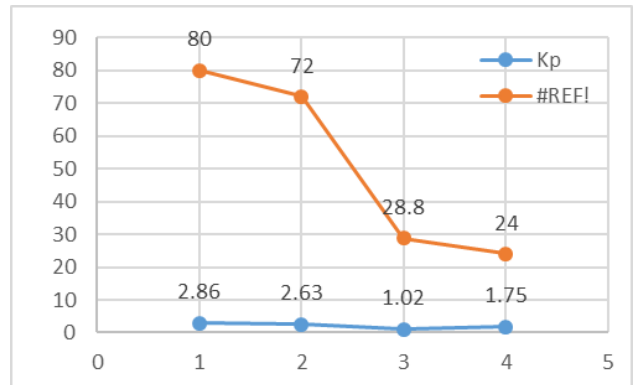
Хүснэгт 7

Тооцооллын аргуудаар гарган авсан CE120 аналог дижитал ПИ Контроллерын хөглөлтийн параметрууд

Контроллерын хөглөлтийн параметрийг тодорхойлох аргууд	K_p	T_i
Инженерийн тооцооллын арга	2.86	80
Зиглер-Никольсийн арга	2.63	72
С-Н-R –ийн тооцооллын арга: хэт өсөлтгүй	1.02	28.8
С-Н-R –ийн тооцооллын арга: Хэт өсөлт 20%	1.75	24

Хүснэгт 7 –д үзүүлсэн контроллерийн хөглөлтийн параметруудийг тодорхойлох арга тус бүрээр гаргасан

параметрууд нь инженерийн тооцооны аргаар гаргасан $33.3 > T_i > 333$ хязгаарт хамаарагдаж байна.



Зураг 5. ПИ контроллерийн хөглөлтийн параметруудийн харьцуулалт

Алдааны үнэмлэхүй утгын интегралийг харьцуулалтын шалгуур болгон ашигласан. Зураг 5 -д үзүүлсэнээр С-Н-R –ийн тооцооллын аргаар гарган авсан T_i –ийн утга хамгийн бага болох нь харагдаж байна. Зиглер-Никольсийн тооцооллын аргаар гарсан Контроллерын параметрууд нь инженерийн тооцооллын аргыг бодвол тооцооллын үйлдлүүд цөөн хийгддэг, хялбар зэрэг давуу талуудтай мөн үр дүнгийн хувьд тохируулгын хугацаа бага байна. Харин С-Н-R –ийн тооцооллын аргаас тохируулгын хугацаа нь их байна. Иймд Контроллерын параметрийг тодорхойлох дээрх аргуудаас С-Н-R –ийн тооцооллын арга нь хамгийн боломжийн үр дүнг үзүүлсэн.

Ашигласан ном

1. Astrom J.K, T.Hugglund; “PID controllers theory, design and tuning”, Instrument Society of America, 1994.
2. Hanglund C.C., J.K. Astrom, W.K. Ho; ”Refinements of Ziegler Nichols Tuning formula”, IEE Proceedings, 138(2), 111 (1991).
3. Chen C.L., ”A Simple Method for Online Identification and Controller Tuning”, AIChE J, 35, 2037 (1989).
4. Mohammad Shahrokhi, Alireza Zomorodi “Comparison of PID Controller Tuning Methods”, 2013.
5. Д.Түвшинбаатар, Д.Даваадорж, Д.Үлэмж “Олон хүрээт автомат тохируулгын системийн тооцоо”, Улаанбаатар хот, 2009 он.
6. Ц.Эрдэнэцэцэг, Ц.Жамбалсамбуу, Д.Түвшинбаатар, Д.Даваадорж “Технологийн процессын автоматжуулалт”, Улаанбаатар хот, 2006.
7. “Дулааны эрчим хүчний техник технологийн шинэчлэлийн асуудлууд” эрдэм шинжилгээний бүтээлүүдийн эмхэтгэл, Улаанбаатар 2015 он.

ДУЛААНЫ ТОДОРХОЙЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

Г.Маралмаа*, Д.Цэрэндолгор*

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

Хураангуй. Барилгын дулаацуулгын ачаалал уг барилгын дулаан алдагдал ямар байгаагаас хамаарна. Ийм учраас барилгыг дулааны алдагдал багатай барих, нэгэнт баригдсан барилгын дулааны алдагдлыг бууруулах нь нийгмийн эрүүл мэнд, эдийн засаг, байгаль орчны олон талын ач холбогдолтой асуудал болж байна.

Түлхүүр үг: Орон сууц, хашлага хийц, дулааны алдагдал.

I. Оршил

Улаанбаатар хотын орон сууцны барилгууд нь том хавтгайлжин угсармал ханатай бөгөөд дулааны алдагдал ихтэй, халаах хэрэгслийн тоо хэмжээ ихтэй байдаг. Иймээс дулаан техникийн тооцоог нарийвчлан хийж, барилгын дулааны алдагдлыг бууруулсанаар эрчим хүчийг хэмнэх боломжтой болж байгаа юм. Улаанбаатар хотын орон сууц, түүний дулааны алдагдалд урьд өмнө хийгдэж байсан судалгаануудаас [4] харахад нийслэлд 1950-2010 оны хооронд баригдсан:

- Тоосгон хаших хийцтэй барилга – 489
- Угсармал хаших хийцтэй барилга – 467
- Төмөр бетон цутгамал хийцтэй барилга – 176 ширхэг байгаа ба нийт хотын хэмжээнд 1123 ширхэг орон сууцыг улсын өмчит 21 орон сууцны контор эрчим хүч, цэвэр бохир усны хэрэглээгээр хангаж хариуцан ажиллаж байна.

Барилгуудыг насжилтаар нь авч үзвэл:

1. 1950-1960 оны хооронд баригдсан 135 ш
2. 1960-1970 оны хооронд баригдсан 164 ш
3. 1970-1980 оны хооронд баригдсан 203 ш
4. 1980-1990 оны хооронд баригдсан 304 ш
5. 1990-2000 оны хооронд баригдсан 114 ш
6. 2000-2010 оны хооронд баригдсан 203 ш орон сууц байна.

Эдгээр орон сууцнуудыг давхарын ангилалаар нь авч үзвэл:

- 1-3 давхар 179 ширхэг
- 4-8 давхар 659 ширхэг
- 9-12 давхар 269 ширхэг байна.

II. Судалгааны арга зүй

Орон сууц, нийгэм ахуйн болон үйлдвэрийн барилгыг дулаацуулж, өрөө тасалгааны дотор агаарын температурыг цаг уурын нөхцөлөөс хамааруулахгүй тогтмол хэмжээнд байлгахад дулаацуулгын ачааллын гол зорилго оршино.

$$Q_0 = q_0 \cdot V_0 \cdot (t_e - t_n) \quad (1)$$

Энд: q_0 - барилгын дулааны тодорхойломж буюу дулааны хувийн алдагдал, Вт/м³ °С;

V_0 - барилгын гадна эзэлхүүн, м³;

t_e - тасалгааны агаарын дундаж температур, °С;

t_n - гадна агаарын температур, °С.

q_0 , V_0 , t_e хэмжигдэхүүнүүд тухайн барилгын хувьд өөрчлөгдөхгүй тогтмол байх учир дулаацуулгын дулааны ачаалал ганц гадна агаарын температураас хамаарах нь (1) томъёоноос харагдаж байна.

Барилгын дулааны тодорхойломж буюу дулааны хувийн зарцуулалтыг 2009 онд шинэчлэн батлагдсан БНБД 23-02-09-д заасны дагуу орон сууцны барилгад 6,9-8,6 Вт.ц/м³°С·хон-р барьж байгаа. Гэвч Улаанбаатар хотын хувьд үүнийг тодотгон авч үзэх шаардлага байна. Учир нь гадна агаарын температур дэлхийн дулаарлын нөлөөгөөр сүүлийн он жилүүдэд харьцангуй нэмэгдэж, тооцооны нөхцөлд өөрчлөлт оруулж байгаатай холбоотой.

Барилгын 1м³ эзэлхүүнээс нэгж хугацаанд гадна ба дотор агаарын температурын зөрүү 1 °С байх тохиолдолд алдах дулааныг уг барилгын дулааны тодорхойломж буюу хувийн алдагдал гэх ба барилгын халаалтын системийн дулааны хувийн зарцуулалтаар тодорхойлогдоно.

q_0 буюу дулааны тодорхойломжийг тодорхойлох аргачлалын хувьд авч үзвэл дараах аргачлалууд байна.

Дурын зориулалттай барилгын хувьд:

$$q_0 = \frac{P}{S} [\kappa_y + \beta \cdot (\kappa_y - \kappa_x)] + \frac{1}{V} \cdot (\psi_1 \cdot \kappa_m + \psi_2 \cdot \kappa_w); \quad (2)$$

Энд: β - цонхны нийт талбайг ханын талбайд харьцуулсан утгаар илэрхийлэх шиллэгийн коэффициент;

ψ_1, ψ_2 - тааз ба шалны орчны температур, дотор агаарын тооцоот температур хоёрын зөрүүг тооцох коэффициент, тэдгээрийн утгыг $\psi_1 = 0.75-0.9$, $\psi_2 = 0.5-0.7$ авна.

Барилгын дулаацуулгын ачааллаас нь хамааруулаад:

$$q_0 = \frac{Q_0}{V_0 \cdot (t_e - t_n)} \quad (3)$$

Барилгын хувийн дулааны ачааллыг мөн дараах байдлаар тодорхойлж болно:

$$q_0 = \frac{1}{R_0 \cdot V} \cdot [F_x \cdot \eta_y + F_0 \cdot (\eta_{xy} + \eta_w)] \quad (4)$$

Энд: R_0 - барилгын гадна ханын дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэл,

F_x - гадна ханын нийт талбай,

F_0 - барилгын нийт талбай,

η_{xy}, η_w - барилгын хучилт болон шалаар алдагдах дулаан алдагдал нь гадна ханын дулаан алдагдлаас хир зэрэг бага байгааг тооцсон коэффициент,

η_y - барилгын цонхоор алдагдах дулаан алдагдлыг гадна ханаар алдагдах дулаан алдагдлаас хир зэрэг их байгааг тооцсон коэффициент.

Дээр дурдсан барилгын насжилтаар ангилсан 6 ангилалаас 4-р ангилал буюу 1980-1990 онд баригдсан барилгуудаас 6777,6 м³ эзэлхүүнтэй, 1 орцтой, 5 давхар тоосгон барилга, мөн 6-р ангилал буюу 2000-2010 онд баригдсан барилгуудаас 4761 м³ эзэлхүүнтэй, 1 орцтой, 5 давхар тоосгон барилгуудыг жишээ болгон сонгон авч дулааны тооцоо, судалгааг нарийвчлан хийж үзье.

III. Тооцоо

Жишээ1: Чингэлтэй дүүрэг, Бөмбөгөр худалдааны төвийн баруун урд байрлалтай БХ-30 айлын орон сууц.



Зураг 1. БХ-30-р байр /баруун хойноос харагдах байдал /

Энэ барилгын хувьд урд ба хойд зүгт харсан тус бүр 15ш цонх, баруун зүгт харсан 24ш, зүүн зүгт харсан 45ш цонхтой. Ингээд тооцоог БНБД 23-02-09 Хавсралт Г-ын дагуу хийж гүйцэтгэхэд:

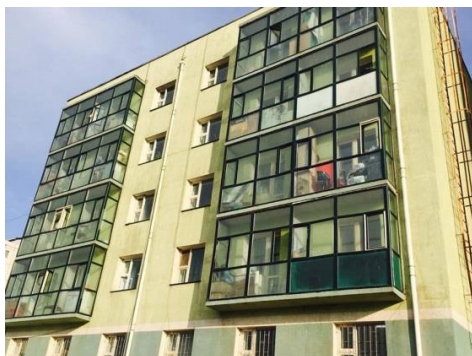
Халаалтын улирлын туршид барилгын халаалтын дулааны эрчим хүчний зарцуулалт:

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{int} + Q_s) \cdot v \cdot \xi] \cdot \beta_h = 714734 \text{ кВт.ц} \quad (4)$$

Барилгын халаалтын дулааны эрчим хүчний хувийн зарцуулалт:

$$q_h^{des} = \frac{10^3 \cdot Q_h^y}{(V_h \cdot D_d)} = \frac{714734 \cdot 10^3}{6777,6 \cdot 7374,5} = 14,3 \text{ Вт.ц/м}^3\text{C} \cdot \text{хон}$$

Жишээ2: Баянгол дүүрэг, 18-р хороонд байрлах 2008 онд ашиглалтанд орсон ХД-45-р байр.



Зураг 2. ХД-45-р байр /зүүн урдаас харагдах байдал /

Тус барилга нь урд зүгт харсан 34ш цонх, хойд талдаа 29 ш цонхтой. Баруун зүүн талдаа цонхгүй.

Тооцоог өмнөх жишээтэй адилаар хийж гүйцэтгэхэд:

Халаалтын улирлын туршид барилгын халаалтын дулааны эрчим хүчний зарцуулалт:

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{int} + Q_s) \cdot v \cdot \xi] \cdot \beta_h = 277369 \text{ кВт.ц}$$

Барилгын халаалтын дулааны эрчим хүчний хувийн зарцуулалт:

$$q_h^{des} = \frac{10^3 \cdot Q_h^y}{(V_h \cdot D_d)} = \frac{277369 \cdot 10^3}{4761 \cdot 7374,5} = 7,9 \text{ Вт.ц/м}^3\text{C} \cdot \text{хон}$$

IV. ДҮГНЭЛТ

Манай орны хувьд төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд холбогдсон хэрэглэгчдийг дулаанаар найдвартай хангах асуудал барилгажилт, их бүтээн байгуулалттай холбоотойгоор сүүлийн жилүүдэд улам хурцадмал болж байна. Учир нь Улаанбаатар хотын хэмжээнд байгаа 1200-аад орон сууцны барилгын 80%-ийг 2000 оноос өмнө баригдсан, одоо мөрдөж буй стандарт утгаас 2-3 дахин их дулааны алдагдалтай хуучны барилгууд эзэлж байна. Иймээс барилгын дулааны хувийн зарцуулалтыг тодорхойлсоноор тухайн барилгын дулааны алдагдлыг байж болох хамгийн бага утганд хүртэл бууруулж чадах юм. Ингэсэнээр эрчим хүчний хэмнэлт үүсэх бөгөөд шинээр хэрэглэгч холбогдох бүрэн боломж гарч ирж байна.

V. Ашигласан ном зүй, материал

1. Б.Намхайням. “Дулаан хангамжийн систем”, УБ хот, 2006 он.
2. Д.Цэрэндолгор, П.Бямбацогт. “Улаанбаатар хотын нийтийн эзэмшлийн угсармал орон сууцны барилгын дулаан алдагдлыг тогтоож, дулаалгын материал сонгох судалгааны ажил”, УБ хот, 2013 он.
3. Б.Намхайням. Манай эрдэмтэд “Дулаан хангамжийн шинжлэх ухаан, технологи, хүрээлэн буй орчны асуудлууд”, УБ хот 2009 он.
4. БНБД 23-02-09 Барилгын дулаан хамгаалалт.
5. БНБД 23-01-09 Барилгад хэрэглэх уур амьсгал ба геофизикийн үзүүлэлт.
6. БД 23-103-10 Барилгын дулаан хамгаалалтын төлөвлөлт.
7. http://ubds.energy.mn/?page_id=50
8. <http://www.abok.ru/>
9. <http://www.osnaaug.ub.gov.mn/>
10. Руководство по расчету теплотребления эксплуатируемых жилых зданий, Москва. 2005г.
11. Б.Баяраа “Барилгын дулааны алдагдал, түүний сүлжээний горимд үзүүлэх нөлөөллийн судалгаа”, магистрын зэрэг горилсон бүтээл, УБ хот 2016 он.
12. МИЛЛЕР Юлия Владимировна “Исследование теплотребления здания в суточном и годовом циклах методом математического моделирования”, Диссертация, Москва-2015.
13. Үндэсний Төв Архивын газар, УБ хот, Буянт Ухаа 2 хороолол.

ЗУУХНЫ ХАЛАХ ГАДАРГУУГ АЖИЛЛАГААНЫ ҮЕД ЦЭВЭРЛЭЖ НАЙДВАРТАЙ АЖИЛЛАГАА ХАНГАХ ТЕХНОЛОГИ

А.Эрдэнэбаатар*, Д.Балдандорж*

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

Хураангуй. БКЗ-220-100 зуухны ашиглалтын үед халах гадаргууд тогтсон үнсний бохирдолт нь утааны хийн температурыг ихэсгэж АҮК-ийг бууруулах ба бохирдол ихэссэнээр халах гадаргуу хэт халалтанд орж найдвартай ажиллагаа алдагддаг. БКЗ-220-100 зуухны хувьд Шарын голын нүүрсээр ажиллахаар төсөл хийгдсэн боловч төслийн бус үнслэг, чийглэг, элэгдүүлэх шинж чанар ихтэй Багануурын уурхайн нүүрс түлж байгаагаас зуухны халах гадаргуугийн бохирдол ихэсч зуухны АҮК-д сөрөг нөлөө үзүүлж байна. Иймд энэхүү илтгэлээр зуухны халах гадаргууг ажиллагааны үед цэвэрлэх цаашлаад зуухны ажиллах цагийг уртасгах, ТЭЗҮ-ийг дээшлүүлэх боломж бололцоог судалсан болно.

Түлхүүр үг: Халах гадаргуугийн бохирдол, АҮК, Acoustic Cleaner.

ОРШИЛ

“ДЦС-3” ТӨХК-ийн Өндөр даралтын зуухан цех нь БКЗ-220-100 маркын нийт 7 зуухтай ба эдгээрээс 4 нь шууд үлээлгийн, 3 нь завсарын бункертэй тоосон системтэй. Өнөө үед зуухны халах гадаргуугийн цэвэрлэгээг зуухны эхний халах гадаргуу уур халаагч болон экран хоолойн утааны хий явах замын хөндлөн хэсэгт буюу уур халаагчуудад уур халаагчийн 2-р үеэс авсан халсан уураар гүний үлээлэг хийх замаар цэвэрлэдэг. Харин зуухны конвектив хэсгийн (экономайзерийн 1, 2-р үеүүд, агаар халаагчийн 1, 2-р үеүүд) халах гадаргуун цэвэрлэгээг анхны проектоор үрлэн цэвэрлэгээний төхөөрөмжөөр хийдэг байсан боловч ашиглахад хүндрэлтэй, өөрийн өртөг зардал их байснаас ашиглалтаас хассан байна.

Одоо ашиглаж байгаа уурын үлээлэг нь технологийн хувьд зуухны халах гадаргууг элэгдүүлж гэмтэл гарах нөхцөл бүрдүүлж байна. Харин сүүлийн хэсгийн халах гадаргууг цэвэрлэх ямар нэгэн төхөөрөмж байхгүй тул экномайзер, агаар халаагчийн бохирдол ихэссэнээр дулаан солилцоо муудаж хэвийн найдвартай ажиллагаа алдагдаж байна.

Иймд зуухны сүүлийн хэсгийн халах гадаргууг ажиллагааны явцад цэвэрлэх нөхцөл бололцоо, олон улсад халах гадаргуугийн цэвэрлэгээг хэрхэн хийдэг талаарх арга технологиудыг судалж манай станцад хэрэглэх боломжийг судлав.

ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

1990-ээд оноос Шарын голын уурхайн нүүрсийг тогтмол нийлүүлэх боломжгүй болсноос зуухнуудад төслийн бус Багануурын уурхайн үнслэг, чийглэг

ихтэй, дулаан гаргах чадвар багатай хүрэн нүүрс түлэх болсон. Үүнээс шалтгаалан зуухны АҮК нь ажилласан цагаас хамааран буурч байна. ДЦС-ын үндсэн тоноглол болох зуухны АҮК-ийг дээшлүүлэх, түүний үр ашгийг нэмэгдүүлэх, зуухны явалт, зогсолтыг бууруулах, техникийн найдвартай ажиллагааг хангах, саатал зөрчлөөс урьдчилан сэргийлэх болон засварын зардлыг бууруулах зорилгоор дараах техникийн зохион байгуулалтын арга хэмжээг хэрэгжүүлэх шаардлагатай гэж үзэж байна.

Зуухны эдийн засгийн төлөв байдлыг тодорхойлогч гол параметрууд бол зуухны АҮК, утааны хийн температур байдаг.

СУДАЛГААНЫ ҮЗҮҮЛЭЛТ

2015 оны 2, 3, 4-р саруудад тасралтгүй ажилласан зуух № 9, 11-н үзүүлэлт:

Д/д	Үзүүлэлт	2-р сар	3-р сар	4-р сар
Зуух №9	Ажилласан цаг	441	744	720
	Утааны хийн температур	144	153	161
	АҮК, %	91,6	91,1	91
Зуух №11	Ажилласан цаг	651	744	720
	Утааны хийн температур	171	172	179
	АҮК, %	89,7	89,6	89,57

Зуухны эдийн засгийн төлөвбайдлыг тодорхойлогч гол параметрууд бол зууны АҮК, утааны хийн температур байдаг.



Дээрх графикуудаас харахад утааны хийн температур ажилласан цагаасаа хамааран нэмэгдэж байна. Энэ нь конвектив хэсгийн халах гадаргуугийн дулаан шингээлттэй холбоотой.

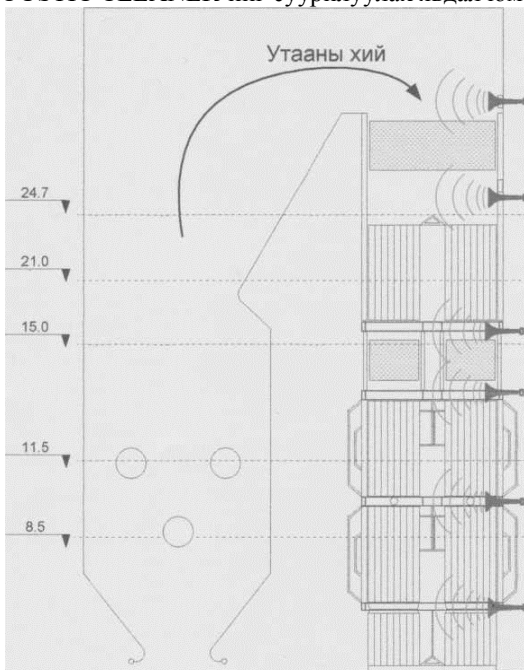


Судалгаанаас харахад:

- ✓ Эдийн засгийн үр ашгийн үзүүлэлтүүдээс илүү мэдрэмтгий нь утааны хийн температур.
- ✓ АҮК нь утааны хийн температураас хамаарч байгаа нь харагдаж байна.
- ✓ Зуухны халах гадаргуугийн гадна талын цэвэрлэгээ хийхгүй удаан хугацаагаар ажиллуулахаар зуухны утааны хий агаарын зам дагуу болон утааны хийн температур 8-17°C-аар өссөн ба зуухны АҮК- 0,13-0,6 % буурч байна.
- ✓ БКЗ-220-100 зуухыг зогссон үед гар аргаар цэвэрлэгээ хийж байгаа ба цаашид зуухыг ажиллагааны үед халах гадаргууг цэвэрлэх, зуухны ажиллах хугацааг уртасгах, АҮК-г тогтмол хэмжээнд барьж ажиллах аргыг боловсруулж үйл ажиллагаанд нэвтрүүлэх шаардлага гарч байна.

ЦААШИД ХЭРЭГЖҮҮЛЭХ АРГА ХЭМЖЭЭ

ACOUSTIC CLEANER энэ нь дууны давтамжийн хүчийг ашиглан зуухны халах гадаргуугийн шугам хоолойг ажиллагааны явцад цэвэрлэх төхөөрөмж юм. Зуухны галын хотлын шаталтаас үүссэн үнслэгийн зарим хэсэг нь шлак болж шнек ванн руу унадаг, үлдсэн хэсэг нь утааны хийтэй хамт тэвэрлэгдэн конвектив хэсгийн халах гадаргууг дайран өнгөрөхдөө агаар халаагч болон экономайзер дээр зарим хэсэг нь тогтон дагдаршиж дулаан солилцооны эрчмийг бууруулж байдаг. Халах гадаргуу дээр тогтсон үнс нь дулаан тусгаарлагчийн үүрэг гүйцэтгэдэг бөгөөд ашиглалтын үед зуухны утааны хий болон АҮК-д ихээр нөлөөлдөг. Дээрх цэвэрлэгээний төхөөрөмжийг ашигласнаар агаар халаагч болон экономайзер дээр тогтсон үнсний тодорхой хэсгийг цэвэрлэж дулаан солилцоог сайжруулснаар зуухны ТЭЗҮ болон найдвартай ажиллагаанд эерэг нөлөө үзүүлнэ. Шийдвэрлэх арга хэмжээ нь БКЗ-220-100 зуухны сүүлийн хэсгийн халах гадаргуугийн завсар хооронд (ВЭ-II үе болон ВП-II үеийн дунд, ВЭ-I үе болон ВП-I үеийн дунд, ВГМ үеийн секцүүд) энэхүү цэвэрлэгээний төхөөрөмж болох ACOUSTIC CLEANER-ийг суурилуулах явдал юм.



ДҮГНЭЛТ

Дээр хийгдсэн судалгааны үр дүн нь манай зуухнуудын ашиглалтын явцад гарч байгаа зуухны конвектив хэсгийн халаагчуудын бохирдлоос шалтгаалан зуухны техник эдийн засгийн үзүүлэлт ТЭЗҮ, АҮК буурч байна.

Дээрхи шинэ техник технологийг судалж нэвтрүүлэн ашигласнаар:

1. Зуухны халах гадаргуугийн гадна элэгдэл буурч халах гадаргуун хэвийн ачаалал хангагдана.
2. Халах гадаргуу сүүлийн хэсгийн бохирдол үлэмж хэмжээгээр багасч дулаан солилцоо тогтмол хэвийн явагдаж АҮК-ийг нормт хэмжээнд барина.
3. Зуух зогссоны дараах засварын зардал, цэвэрлэгээний хугацаа богиносож ажиллах хүчний зардал буурна,
4. Тоноглолын найдвартай ажиллагаа хангагдаж, ажиллах цаг уртсах ба ТЭЗҮ-үүд дээшлэх зэрэг сайн талуудтай,

Иймд дээрхи технологи, тоног төхөөрөмжийг судалж үйл ажиллагаандаа нэвтрүүлэх шаардлагатай гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. ДЦС-3 ТӨХК ТЭЗҮ тайлан
2. Cost saving acoustic cleaner
3. Acoustic cleaning systems
4. ВНА® Powerwave® Acoustic Cleaning Systems
5. Nirafon Cleaning Sound Device
6. Non-Destructive Dust Removal
7. www.primasonics.com
8. www.nirafon.com

QXF116 – 1.6/130/70 – АП МАРКЫН ЭРГЭЛДЭГЧ БУЦАЛГАГЧ ДАВХАРГАТ ЗУУХТАЙ АМГАЛАН ДУЛААНЫ СТАНЦЫН ГОРИМ АЖИЛЛАГАА

Т.Цэнгэл*, Д.Балдандорж*

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

Хураангуй: Манай улсын эрчим хүчний үндсэн эх үүсгэвэр болсон ДЦС, дулааны станцуудын зуухнуудын эдийн засаг, экологийн үр ашгийг дээшлүүлэх асуудал тулгарч байна. Үүнтэй уялдан сүүлийн жилүүдэд шаталтын шинэ технологитой төрөл бүрийн хүчин чадалтай дулааны станцууд баригдаж байна. Үүний нэг нь Амгалан дулааны станц юм. Тус дулааны станц нь дулаан хангамжийн системийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх, “ДЦС-4” ТӨХК – ийн дулааны ачааллыг хөнгөлөн өсөн нэмэгдэж байгаа дулааны ачааллын зарим хэсгийг дулааны эрчим хүчээр хангах зорилгоор байгуулагдсан.

Түлхүүр үг: Экологийн үр ашиг, шаталтын шинэ технологи, дулааны ачаалал, эргэх буцлах давхаргатай усан халаалтын зуух.

ОРШИЛ

Улаанбаатар хотын баруун талаас зүүн талын хамгийн холын хэрэглэгч хүртэл 25 км шугамаар дулааны эрчим хүчийг дамжуулж байсан. Энэ нь Улаанбаатар хотын Дулааны шугам сүлжээний горим тохируулга хийхэд ихээхэн хүндрэл үүсгэж байв. Энэ хүндрэлийг арилгах болон өсөн нэмэгдэж буй дулааны эрчим хүчний хэрэглээг хангахад шинээр байгуулагдсан Амгалан дулааны станц өндөр ач холбогдолтой юм.

Улаанбаатар хотыг 2020-2030 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөө, хөгжлийн чиг хандлагыг хэрэгжүүлэх нөхцөлийг уг бүтээн байгуулалтын ажил нь бүрдүүлж, дулаан хангамжийн хүндрэлтэй цэг болон 12, 13, 15, 16 дугаар хорооллын дулаан хангамж эрс сайжирч, хотын агаарын бохирдол буурч иргэдийн эрүүл, аюулгүй, тав тухтай амьдрах орчинг бүрдүүлэн ажиллаж байна.

Амгалан дулааны станц ашиглалтанд орсноор хотын дулаан хангамжийн систем найдвартай болохоос гадна ДЦС-3 дунд даралтын дулааны ачааллыг авч цаашдаа хот баруун тийш хөгжих боломжтой болно.

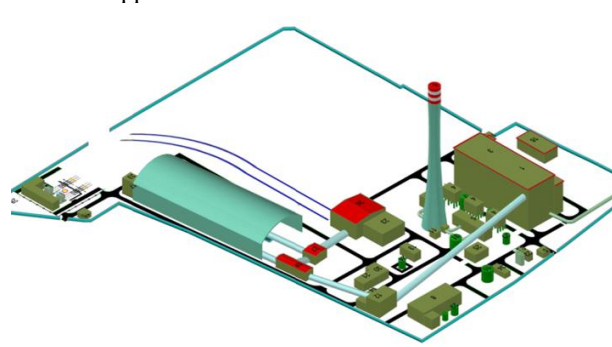
Үндсэн хэсэг

1. Судалгааны объект: Улаанбаатар хотын зүүн хэсэгт орших УС-15 дулааны эх үүсвэрийн байрлалд шинээр 348 МВт-ын хүчин чадалтай эх үүсвэр барьж хотын дулаан хангамжийн системийг дээшлүүлснээр одоогийн “ДЦС-4” ТӨХК-ийн ачааллыг хөнгөлөн, өсөн нэмэгдэж байгаа дулааны ачааллын зарим хэсгийг дулааны эрчим хүчээр хаах боломжтой болсон. Шаталтын шинэ технологи бүхий эргэлдэгч буцалгагч давхаргатай усан халаалтын 116 МВт –ын 3 зуухтай

бөгөөд хоёр нь ажилд, нэг нь бэлтгэлд байхаар төлөвлөсөн. Үйлдэрлэлийн алба нь 3 үндсэн цехээс бүрдэж байгаа. Үүнд:

- Зуухан цех
- Нэгдсэн цех
- Түлш дамжуулах цех

Эрчим хүчний яамны ажлын хэсгийн хурлын шийдвэрээр 2015 оны 9 дүгээр сарын 27 ны өдрийн 15 цагт зуухны хүлээлгэн өгөх туршилт тохируулгын ажлыг эхлүүлсэн.



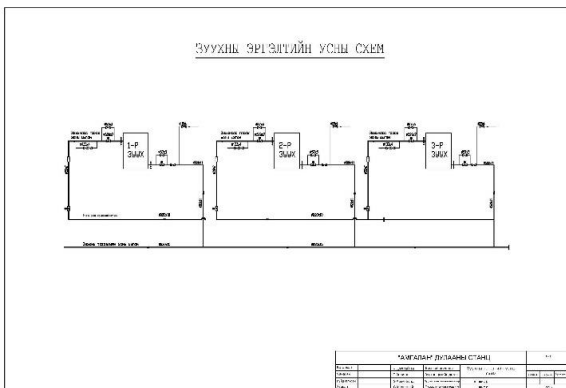
Зураг 1. Амгалан дулааны станцын ерөнхий барилга төлөвлөлт. 1. Үндсэн барилга, 2. Түлш дамжлагын бункерын хэсэг, 3. Зуухны барилга, 4. Уутат шүүлтүүр, 5. Утаа сорогч, 6. Яндан, 7. Шаарганы бункерын барилга, 8. Хими ус цэвэрлэгээний цех, 9. Сүлжээний усны насос болон дозлогч өрөө, 10. Нэгдсэн насосны өрөө, 11. Утааны хийн хяналтын өрөө, 12. Бутлуур, 13. Тосны насос, 14. Түлш дамжлагын удирдлагын өрөө, 15. Харуулын байр, 16. Захиргааны байр 17. Нүүрсний талбай, 18. Шилжүүлэх станц 2, 19. Нүүрс дамжлага, 20. Шохойн чулууны аж ахуй, 21. Нүүрсгэй ус цэвэршүүлэх өрөө, 22. Хөргөлтийн цамхаг, 23. Вагон хөмрөгч, 24. Тосны танк, 25. Компрессор аж ахуй, 26. Вагон хөмрөгчийн удирдлагын өрөө, 27. Шилжүүлэх станц 1, 28. 110/10 кв-ын дэд станц, 29. Усны танк, 30. Тостой ус цэвэршүүлэх өрөө, 31. Нарийн үнсний бункер, 32. Газар доорхи нүүрсний бункер, 33. Төгсгөлийн өрөө, 34. Насосны барилга.

Хүснэгт 1

Амгалан дулааны станцын техник эдийн засгийн үзүүлэлт

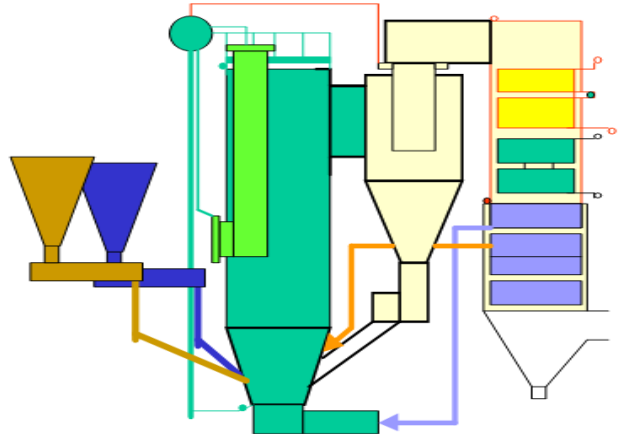
№	Станцын үзүүлэлт	Тоон утгаар
1	Станцын суурилагдсан хүчин чадал	348 (3x116) МВт буюу 300 Гкал/ц
2	Зуухны марк	QXF116-1.6/130/70 - АП

3	Бүрэн хүчин чадлаараа ажиллах үеийн сүлжээний усны зарцуулалт	4000 тн/цаг	
3	Станцын АҮК	90,1%	
4	Сүлжээний усны насос	3700 тн/цаг KOSN600-M 8/870-F маркын / 2 ш насос /	
		1850 тн/цаг KOSN400-M 6/620-F маркын / 1 ш насос /	
6	Нүүрс тээвэрлэх системийн чадал	380 тн/цаг	
7	Хими ус бэлтгэлийн ус боловсруулах чадал	100 тн/цаг	
8	Түүхий ус хангамжийн систем, эх үүсвэр	100 тн/цаг	
10	Сүлжээний усны зарцуулалт /жилийн хамгийн их/	240000 тн	
11	Сүлжээний өгөх усны температур	130 °C	
12	Сүлжээний буцах усны температур	70 °C	
13	Хаягдах утааны хийн температур	135 °C	
14	1 зуухны цагийн нүүрсний хэрэглээ	30.3 тн/ц	
15	3 зуухны жилийн нүүрсний хэрэглээ	351462 тн	
16	1 тн нүүрс шатаахад ялгарах	шаарга	8 кг
		үнс	130 кг
17	Нүүрсний агуулах байгууламж	20000 м ³	
18	Эзэмшил талбай	10,8 га	



Зураг 2. Зууцны эргэлтийн усны схем

1.1 Зууц



Зураг 4. Зууцны тойм зураг

Энэ зууцны галын хотлын хийц нь бүхэлдээ дүүжин мембран экран хоолойнууд бүхий эргэх буцлах давхаргад шатаах усан халаалтын зууц юм. Галын хотлын гарах хэсэгт дөрвөлжин хэлбэрийн усан хөргөлтөт ялгах төхөөрөмж, агаар халаагуурын 1,2 үе, хоолойн гадна талаар агаарын урсгал, хоолойн дотор талаар утааны хийн урсгал явдаг.

Галын хотол дотор утааны хийн урсгалын хурд харьцангуй өндөр бөгөөд ийм учраас дахин шатаж буй эргэлдэх материалын хэмжээ их, галын хотол доторхи материалын нягт харьцангуй өндөр байдаг. Өндөр температуртай материалыг ангилдаг, зууцны галын хотол болоод сүүлийн хэсгийн утааны хийн замын хооронд байрласан усан хөргөлтөт салхин хуйлруулагчтай ангилагч нь хатуу материалыг ангилна.

Амгалан дулааны станцын төслийн нүүрс нь багануурын нүүрс юм.

Зууцны онцлог давуу тал:

- Бүрэн автоматчилагдсан
- Утааны хийг бүрэн шүүхболомжтой
- J циклонтой
- Өндөр температуртай материалыг ангилдаг
- Нэг кг нүүрсийг шатаахад дахин эргэх тоо өндөр бөгөөд 20-с их.
- Шохойн чулууны системтэй

Хүснэгт 2.

Зуухны үзүүлэлт

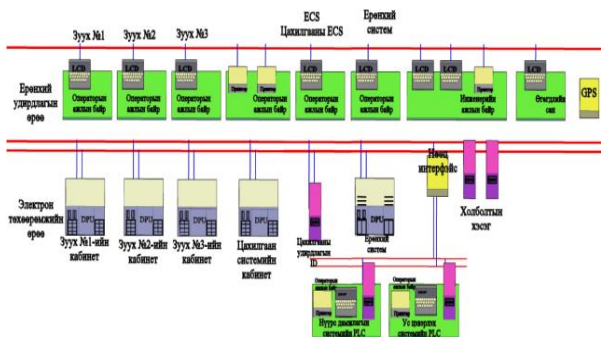
№	Үзүүлэлт	Тоон утга
1	Зуухны төрөл	QXF116 – 1.6/130/70-АП
2	Хүчин чадал	116 МВт
3	Зуухны АҮК	90,93%
4	Нүүрсний хэрэглээ	30330 кг/ц
5	Сүлжээний өгөх усны температур	150(130)°C
6	Сүлжээний буцах усны температур	90(70)°C
7	Хаягдах утааны хийн температур	135°С
8	Усны даралт	1.6 Мпа
9	Нийт үнсний гаралт	4.5 тн/ц
10	Шаарга гаралт	1.4 тн/ц
11	Нарийн үнсний гаралт	3.1 тн/ц

1.3 Зуухны удирдлагын DCS систем

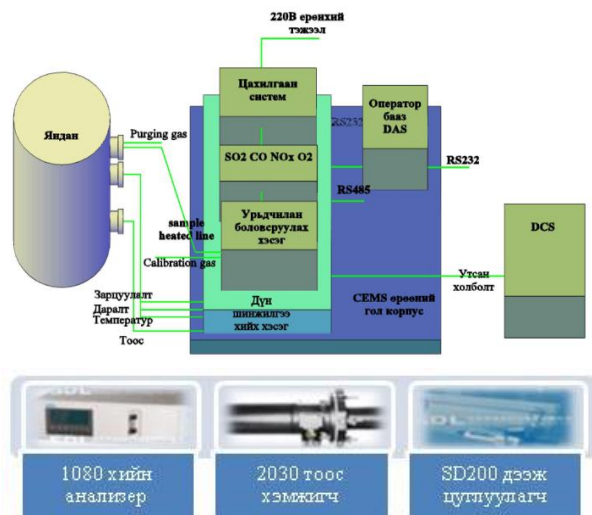
Олон тооны дата сервертэй. Нэгдсэн систем нь олон тооны домойнд хуваагдаж болно. Домайн бүр дата сервертэй байх ба нэгдсэн өгөгдлийн санд өөр өөр login-оор зэрэг хандах боломжтой. Удирдлагын системийн схемийг зураг 5-д харуулав.

1. Инженерийн хэсэг: системийн тохиргоо, бүх хэсгийн удирдлагын тохиргоог хийнэ.
2. Операторын хэсэг: системийн хяналт, MMI төхөөрөмжүүд, системийн бүх үйл явцыг хянана.
3. Системийн сервер: өгөгдлийн санд хандалт, зохицуулалт, өгөгдлийн боловсруулалт хийнэ.
4. Удирдлагын хэсэг: контроллер, I/O модуль, холболтын функцүүдийг зохицуулна.
5. Холболтууд: SNET: IEEE802.3u стандарт хангана, 10Mbps,

RJ45 интерфэйс CNET: GB/T 20540-2006 стандарт хангана.



Зураг 3. Удирдлагын системийн схем



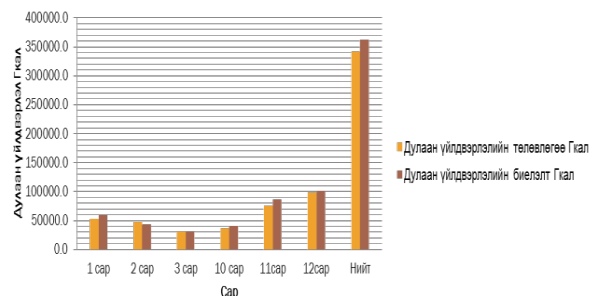
Зураг 4. Утааны хийн байнгын хяналтын систем

2. Туршилт судалгаа

Хүснэгт 3

2016 оны дулаан үйлдвэрлэлийн төлөвлөгөө, гүйцэтгэл

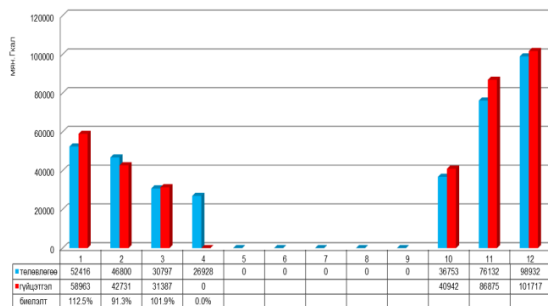
		1 сар	2 сар	3 сар	10 сар	11 сар	12 сар	Нийт
Гкал	Дулаан үйлдвэрлэлт төлөвлөгөө	55615.0	49437.0	32655.0	38253.0	79032.0	102132.0	357124.0
Гкал	Дулаан үйлдвэрлэлт гүйцэтгэл	61856.00	44976.20	33147.00	42334.7	91020.30	104410.00	37744.2



Зураг 5. 2016 оны дулаан үйлдвэрлэлийн төлөвлөгөө, биелэлт

2016 онд 357124 Гкал дулаан үйлдвэрлэх төлөвлөгөөнөөс 37744,2 Гкал дулаан үйлдвэрлэж 20620 Гкал дулаан илүү үйлдвэрлэсэн байна.

Амгалан ДС-ын сар тутмын дулаан түгээлтийн төлөвлөгөө, биелэлт



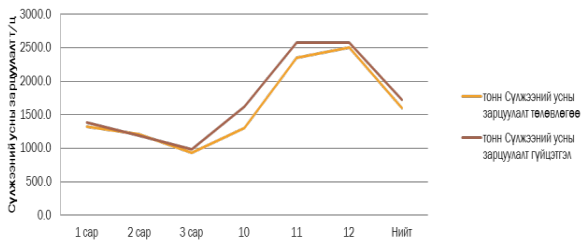
Зураг 6. Дулаан түгээлт төлөвлөгөө, гүйцэтгэл

Хүснэгт 4

2016 оны сүлжээний усны зарцуулалт

	1 сар	2 сар	3 сар	10 сар	11 сар	12 сар	Нийт
ТОНН Сүлжээний усны зарцуулалт төлөвлөгөө	1320.0	1215.0	930.0	1300.0	2350.0	2500.0	1600.0
ТОНН Сүлжээний усны зарцуулалт гүйцэтгэл	1380.0	1188.0	980.0	1616.0	2580.0	2580.0	1720.0

Сүлжээний усны зарцуулалт



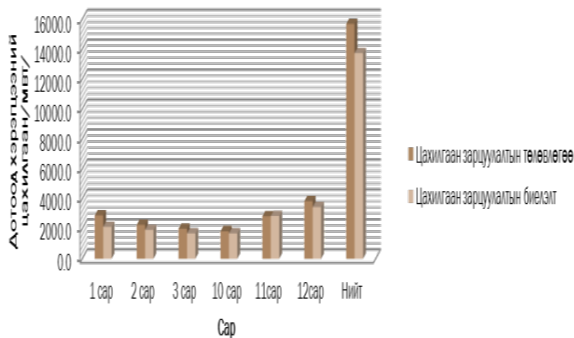
Зураг 7. 2016 оны сүлжээний усны зарцуулалт

2016 онд сүлжээний усны цагийн дундаж зарцуулалтын горимыг 1600 т/ц-р өгснөөс 1720т/ц-н зарцуулалттай ажилласан ба 10 сараас эхлэн ачааллыг нэмж сүлжээний усны зарцуулалтыг нэмсэн.

Хүснэгт 5

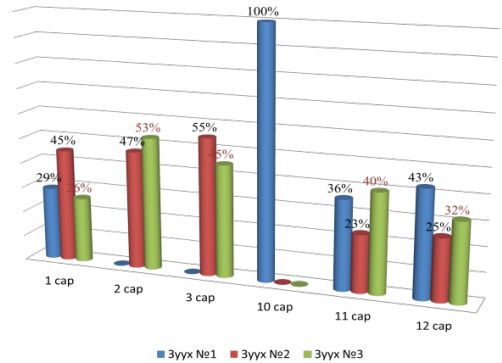
2016 оны цахилгааны зарцуулалт

Сар	Төлөвлөгөө /мян.квт/	Гүйцэтгэл /мян.квт/	Цахилгааны төлбөр /төг-өөр/	Хэмнэлт /хувь/
1	2424.4	2426.63	352,814,147	
2	1999.3	1999.36	308,967,004	
3	1773.6	1773.64	264,169,519	
4	85.8	85.8	157,571,062	
5	88.0	88.0	15,672,625	
6	61.16	61.16	10,090,210	
07	56.76	56.76	10,043,404.0	
8	65.0	56.32	9,598,223.0	
9	224.4	224.82	39,329,55	
10	2131.18	1757.36	304,834,623	
11	2840.0	3058.56	526,864,438	
12	3866.0	3449.4	563,505,490	
Дүн	15,615.59	13,280.0	2,547,331,323	15%

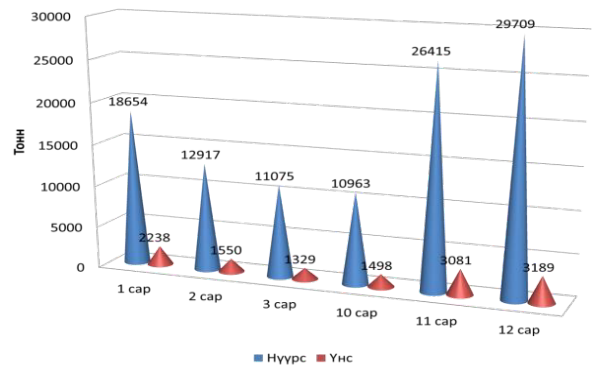


Зураг 8. 2016 оны цахилгааны зарцуулалт

2016 оны байдлаар 4 сараас 10 сар хүртэл зуух болон тоноглолууд сул зогсож энэ хугацаанд засварын ажил хийгддэг тул цахилгааны зарцуулалт багасдаг.



Зураг 9. Зуухнуудын ажилласан цаг, сар тус бүр



Зураг 10. 2016 онд зуухнуудын зарцуулсан нүүрс, гарсан үнсний хэмжээ

Хүснэгт 6

Нүүрсний татан авалт

Сар	Уурхайн нэрс	Вагоны тоо	Татан авсан нүүрс /тонн	Татан авсан нүүрсний үнэ /төг/	Үйлдвэрт зарцуулсан нүүрс /тонн/
1-р сар	Багануур ХК	264	17478.75	549,786,496.25	18654
	Чингисийн хар алт ХХК	56	3686.9	81,111,800.00	
2-р сар	Багануур ХК	136	8764.95	272,355,290.13	12917
	Чингисийн хар алт ХХК	24	1565.3	34,436,600.00	
3-р сар	Багануур ХК	24	1553.7	48,407,521.80	11075
9-р сар	Шивээ овоо ХК	114	7425	188,342,550.00	
	Шивээ овоо ХК	157	9750	258,783,932.00	
10-р сар	Багануур ХК	22	1412.6	48,883,270.00	10963
	Штайнколе ХХК	59	3772.1	86,758,300.00	
	Шивээ овоо ХК	289	18789.0	476,601,774.00	
11-р сар	Багануур ХК	30	1898.9	58,378,235.00	26415
	Штайнколе ХХК	69	4352.6	100,109,800.00	
	Шивээ овоо ХК	184	12007.0	317,457,712.00	
12-р сар	Багануур ХК	124	7957.4	258,217,630.00	29709
	Штайнколе	28	1788.1	41,126,300.00	
	ТЭЗУ ХХК	92	5996.4	164,899,625.00	
	Дүн	1672	108,198.7	2,985,656,836.18	

ДҮГНЭЛТ

1. Амгалан дулааны станц ашиглалтанд орсоноор Улаабаатар хотын зүүн хэсгийн дулаан хангамж сайжирч хотын ДШС-ний горим найдвартай ажиллагаа сайжирсан.

2. Дулаан хангамжийн хүндрэлтэй 12, 13,15,16 хорооллын хэрэглэгчдийн дулаан хангамж эрс сайжирч хотын агаарын бохирдол буурч иргэдийн эрүүл, аюулгүй, тав тухтай амьдрах орчинг бүрдүүлэн ажиллаж байна.
3. 2016 оны ажилласан зуухны цагийн тооцоог харахад зуухны төлөвлөгөөг бус зогсолт их байсан болохоор зуухны горимын картгыг шинээр боловсруулан сайжруулах шаардлагатай.

Ашигласан материалын жагсаалт

1. Зуухны төхөөрөмжийн туршилт зүгшрүлэлт – Ж.Цэен-ойдов 2015 он.
2. Уурын генератор – Д.Мандал 2012 он.
3. Амгалан дулааны станц– хувийн архив.
4. О.М Рабинович. Котельные агрегаты. М.Л: ГНТИМЛ, 1963, 65 с.
5. Амгалан дулааны станцын горим тооцооны тайлан

ТУРБИНЫ ЖИГД БИШИЙН ЗЭРГЭЭР ЗЭРЭГЦЭЭ АЖИЛЛАЖ БАЙГАА ТУРБИНЫ ЦАХИЛГААН АЧААЛЛЫГ ХУВААРИЛАХ МАТЕМАТИК ЗАГВАР, ТҮҮНИЙ ҮР ДҮН

М.Баярцэцэг*, Д.Балдандорж*

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

Хураангуй: Цахилгаан эрчим хүчний нэгдсэн системд ажиллаж байгаа турбогенераторуудын тохируулгын системүүдийн ажиллагаа нь өөр хоорондоо харилцан холбоотой байдаг.

Эрчим хүчний систем нь харилцан адилгүй хүчин чадалтай, өндөр ба нам параметртэй усны уураар ажилладаг янз бүрийн хийц, маягийн олон төрлийн тоног төхөөрөмж бүхий үйлдвэрүүдээс бүрдсэн нарийн нийлмэл объект юм.

Турбогенераторуудын ажиллагааны горим нь хэрэглэгчдийн цахилгаан, дулааны ачааллаас хамааран цаг ямагт хувьсан өөрчлөгдөж байдаг онцлогтой. Турбины төхөөрөмж болон станцын техник эдийн засгийн үзүүлэлтүүд нь турбогенераторуудын ачааллыг хэрхэн хувиарилж ямар горимоор ажиллуулж байгаагаас ихээхэн хэмжээгээр хамаардаг.

Түлхүүр үг: Уурын турбины хооронд цахилгаан ачааллыг ашигтайгаар хувиарлах.

Үндсэн хэсэг: “ДДЦС” ТӨХК-ийн ПТ-12-35/10 маркийн цагт 12 МВт цахилгаан эрчим үйлдвэрлэх хүчин чадалтай 4 турбогенераторуудын болон тэдгээрийн тохируулгын системийн жигд бишийн зэргүүдийг тодорхойлж ачааллыг “matlab” програм ашиглан хувиарлах.

Тоноглолыг тухайн үед авах ачааллаас нь хамааруулан техникийн зөвшөөрөгдөх хамгийн багаас эхлэн хамгийн их хүчин чадал хүртэл ачааллах боломжтой. Гэвч эдгээр горимуудад нэгж эрчим хүч үйлдвэрлэхэд зарцуулах түлш, уур, усны хэмжээ харилцан адилгүй байдаг. Ийм учраас турбоагрегатуудын хооронд ачааллыг аль болохуйц үр ашигтайгаар хувиарлах арга, дэс дарааллыг тогтоох нь тоноглолын ашиглалтын үр ашигтай ажиллагааг хангах үндэс болно. Ашиглалтын ажилтнуудын нэн тэргүүний үүрэг нь төхөөрөмжийг гэмтэл доголдолгүйгээр хэвийн

найдвартай ажиллах нөхцөлийг хангахад орших боловч эрхэм зорилгын нэг нь тоноглолуудын хооронд ачааллыг зохистойгоор хуваарилж, эдийн засгийн үр ашигтай ажиллуулах ажиллагаа юм. Дулааны цахилгаан станцаас хэрэглэгчдэд түгээж байгаа цахилгаан, дулааны эрчим хүчний тоо, чанарын үзүүлэлтийг зохих хэмжээнд барьж ажиллахад уурын турбины автомат тохируулгын системийн ажиллагаа онцгой үүрэгтэй байдаг.

Турбины тохируулгын системийн үндсэн үзүүлэлтүүдийн нэг нь түүний статик тодорхойломж юм. Статик тодорхойломж гэдэг нь турбогенераторын гаргаж байгаа чадал ба роторын эргэлтийн давтамжийн хооронд хамаарлыг харуулсан график илэрхийллийг хэлдэг.

Турбогенераторын хоосон явалтын роторын эргэлтийн тоо ($n_{хя}$)-ноос бүрэн ачаалалтай үеийн эргэлтийн тоо ($n_{\sigma a}$)-г хассан зөрүү (Δn)-г турбогенераторын жигд бишийн хэмжээ гэж нэрлэдэг. Өөрөөр хэлбэл $\Delta n = n_{хя} - n_{\sigma a}$ болно.

Турбогенераторын хэвийн ажиллагааны үед эргэлтийн давтамж 50 Гц буюу 3000 мин^{-1} байх ёстой бөгөөд энэ нь хэрэглэгчдийн ачааллаас хамаарч өөрчлөгдөх боловч хэлбэлзэл нь 49.5...50.5 Гц хязгаарт байна. Роторын эргэлтийн тооны зөвшөөрөгдөх өөрчлөлтийн хэмжээг түүний хэвийн эргэлт (n_0)-д харьцуулсан харьцааг хурдны тохируулгын жигд бишийн зэрэг ($\delta = \frac{\Delta n}{n_0}$) гэнэ. Энэ үзүүлэлт нь турбоагрегатын тохируулгын системийн хэвийн ажиллагааг илэрхийлэх шалгуур юм. Турбин бүрийн хийц онцлогуудаас хамааран жигд бишийн зэрэг нь өөр өөр байдаг.

Одоо энэ хэмжигдэхүүнийг ашиглан турбогенераторуудын хооронд цахилгаан ачааллыг ашигтайгаар хувиарлах аргыг авч үзье.

Үүний тулд эрчим хүчний системд ашиглаж байгаа дулааны цахилгаан станцын ачааллыг ΔN -ээр өөрчилсөн гэе. Энэ үед турбогенераторуудын ачаалал $N_1, N_2 \dots N_n$ байхад роторын эргэлтийн тоо n байв.

Цахилгаан ачаалал өөрчлөгдөхөд турбинд орж байгаа уур нь эхний үед өөрчлөгдөхгүй тул түүний хөдөлгөх хүчний момент хэвийн байх бөгөөд харин хэрэглэгчдийн цахилгаан ачаалал нэмэгдсэний улмаас генераторын эсэргүүцлийн момент ихэссэнээс роторын эргэлтийн тоо буурна. Эргэлтийн тооны өөрчлөлт турбогенераторуудад ижилхэн байна.

$$\Delta N = \sum_{i=1}^n N_i \Delta n = \Delta n_1 = \Delta n_2 = \dots = \Delta n_n, \quad (1)$$

Эргэлтийн тооны өөрчлөлт нь турбинуудын тохируулгын системийн элементүүдэд нөлөөлөн тохируулах хаалтуудад үйлчилж, уурын зарцуулалтыг өөрчилснөөр турбинуудын хөдөлгөх хүчний моментуудыг ихэсгэнэ. Турбогенераторууд системийн цахилгаан ачааллын өөрчлөлтийг хүлээж авсны дараа шинэ тогтвортой горимд орж, роторын эргэлтийн тоо нь анхныхаасаа Δn -ээр буурна. Энэ тохиолдолд турбогенераторуудын ачаалал $\Delta N_1, \Delta N_2, \Delta N_3 \dots$ гэх мэтчилэн өөрчлөгдөж системийн цахилгаан ачааллын нийт өөрчлөлт ($\Delta N = \sum_{i=1}^n \Delta N_i$) - тэй тэнцүү болно.

Одоо турбинуудын статик тодорхойломжийг ашиглан цахилгаан ачааллыг турбогенераторуудад хэрхэн хуваарилж болохыг авч үзье. Үүний тулд турбин тус бүрийн статик тодорхойломжийн графикаас чадлын ба эргэлтийн давтамжийн харьцааг бичье.

$$\frac{\Delta N_1}{\Delta n} = \frac{\Delta N_1^{max}}{\Delta n_1^{max}}, \quad (2)$$

Гэх мэтчилэн “ n ” турбины хувьд бичиж турбогенератор тус бүрийн ачааллын өөрчлөлтийг тодорхойлбол,

$$\Delta N_i = \Delta n \frac{\Delta N_i^{max}}{\Delta n_i^{max}}, \quad (3)$$

$\Delta N_1, \Delta N_2, \Delta N_3 \dots \Delta N_n$ хүртэлх чадлын өөрчлөлт (ΔN) - ийн хоорондох холбоог тогтооё.

$$\Delta N = \sum_{i=1}^n N_i \Delta n = \Delta n \frac{\Delta N_1^{max}}{\Delta n_1^{max}} + \Delta n \frac{\Delta N_2^{max}}{\Delta n_2^{max}} + \dots + \Delta n \frac{\Delta N_n^{max}}{\Delta n_n^{max}} \quad (4)$$

(4) тэгшитгэлээс Δn -ын утгыг олж (3) тэгшитгэлд орлуулбал,

$$\Delta N_1 = \frac{N_1^{max}}{\Delta n_1^{max}} \left(\frac{\Delta N}{\frac{N_1^{max}}{\Delta n_1^{max}} + \frac{N_2^{max}}{\Delta n_2^{max}} + \dots + \frac{N_n^{max}}{\Delta n_n^{max}}} \right), \quad (5)$$

$$\Delta N_2 = \frac{N_2^{max}}{\Delta n_2^{max}} \left(\frac{\Delta N}{\frac{N_1^{max}}{\Delta n_1^{max}} + \frac{N_2^{max}}{\Delta n_2^{max}} + \dots + \frac{N_n^{max}}{\Delta n_n^{max}}} \right), \quad (6)$$

$$\frac{\Delta N_i}{\Delta N} = \left(\frac{\frac{N_i^{max}}{\Delta n_i^{max}}}{\frac{N_1^{max}}{\Delta n_1^{max}} + \frac{N_2^{max}}{\Delta n_2^{max}} + \dots + \frac{N_n^{max}}{\Delta n_n^{max}}} \right), \quad (7)$$

Турбины роторын эргэлтийн тооны өөрчлөлтүүдийг тохируулгын системүүдийн жигд бишийн зэргээр илэрхийлэхийн тулд (7) тэгшитгэлээс баруун талын хуваарь, хүртвэрүүдийг (n_0)-ээр үржүүлье.

$$\frac{\Delta N_i}{\Delta N} = \frac{\frac{N_i^{max}}{\delta_i}}{\frac{N_1^{max}}{\delta_1} + \frac{N_2^{max}}{\delta_2} + \dots + \frac{N_n^{max}}{\delta_n}}, \quad (8)$$

(8) тэгшитгэлийг дурын n турбины хувьд бичвэл,

$$\Delta N_i = \frac{\frac{N_i^{max}}{\delta_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{N_i^{max}}{\delta_i}}, \quad (9)$$

(9) тэгшитгэлээс үзэхэд системд зэрэгцээ ажиллаж байгаа турбогенераторуудын цахилгаан ачаалал хүлээж авах хэмжээ нь тухайн турбины максимум чадалтай шууд пропорционал, харин тохируулгын системийн жигд бишийн зэрэгтэй урвуу хамааралтай байна.

(4) тэгшитгэлээс турбогенераторуудын роторын эргэлтийн тооны өөрчлөлтийг олбол,

$$\Delta n = \Delta N \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{N_i^{max}}{\Delta n_i^{max}}}, \quad (10)$$

болно.

Хэрэв системийн ачааллын өөрчлөлт хамгийн их буюу турбогенератор тус бүрийн максимум чадлын нийлбэртэй тэнцүү хэмжээгээр өөрчлөгдвөл системийн давтамжийн хамгийн их өөрчлөлтийг дараах тэгшитгэлээр тодорхойлно.

$$\Delta n_c^{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{N_i^{max}}{\Delta n_i^{max}}}{\sum_{i=1}^n \frac{N_i^{max}}{\Delta n_i^{max}}}, \quad (11)$$

(11) тэгшитгэлийн хоёр талыг n_0 -д хуваавал

$$\frac{\Delta n_c^{max}}{n_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{N_i^{max}}{\Delta n_i^{max}}}{\sum_{i=1}^n \frac{N_i^{max}}{\delta_i}}, \quad (12)$$

болно.

$\delta_c = \frac{\Delta n_c^{max}}{n_0}$ - системийн жигд бишийн зэрэг,

$\delta_i = \frac{\Delta n_i^{max}}{n_0}$ -р турбины тохируулгын системийн жигд бишийн зэрэг,

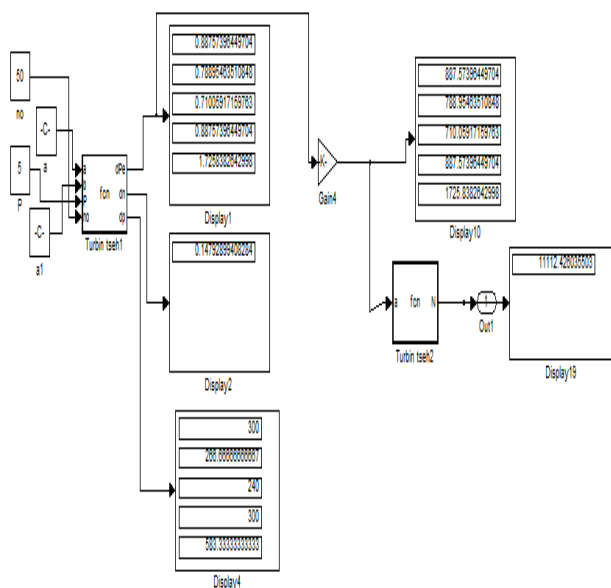
Одоо системийн ачааллын өөрчлөлтийг турбин тус бүрийн тохируулгын системийн жигд бишийн зэрэг болон максимум чадлаас хамааруулан хэрхэн хуваарилж болохыг авч үзье.

$$\frac{\Delta N_i}{\Delta N} = \frac{\frac{N_i^{max}}{\delta_i}}{\frac{N_1^{max}}{\delta_1} + \frac{N_2^{max}}{\delta_2} + \dots + \frac{N_n^{max}}{\delta_n}} = \frac{\frac{N_i^{max}}{\delta_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{N_i^{max}}{\delta_i}} = \frac{\delta_c}{\delta_i} \cdot \frac{N_i^{max}}{\sum_{i=1}^n N_i^{max}}, \quad (13)$$

13-р тэгшитгэлээс үзэхэд турбогенераторын цахилгаан ачаалал хүлээж авах боломж нь тухайн турбины максимум чадлыг системийн ачааллын өөрчлөлтөнд харьцуулсан илэрхийлэлд шууд пропорциональ, харин системийн жигд бишийн зэргийг тухайн турбины тохируулгын системийн жигд бишийн зэрэгт харьцуулсан харьцаанд урвуу хамааралтай байна.

Турбогенераторуудын авч болох максимум чадал ба турбинуудын тохируулгын системийн жигд бишийн зэргүүдийг ашиглан эрчим хүчний системд зэрэгцээ ажиллаж байгаа турбогенераторуудын хооронд ачааллыг “matlab” програм ашиглан хуваарилъя. Системд ажиллаж байгаа турбинууд болон тэдгээрийн

тохируулгын системийн жигд бишийн зэргүүдийг дараах хүснэгтэнд үзүүлэв.



1-р Зураг: Тохируулгын блок цахилгаан ачааллыг хуваарилах

Тухайн тохиолдолд системийн цахилгаан ачаалал 3 МВт-аар өөрчлөгдсөн гэж үзье.

1-р хүснэгт

Турбины маяг	ТГ-1	ТГ-2	ТГ-3	ТГ-4
		ПТ-12-35/10	ПТ-12-35/10	ПТ-12-35/10
Жигд бишийн зэрэг	0.04	0.045	0.04	0.06

Үүнд:

Display 4 турбины тохируулгын системийн жигд бишийн зэрэг,

а-турбогенераторын цахилгаан чадал,

Р-эрчим хүчний системийн цахилгаан ачааллын нийт өөрчлөлт,

Display-10-турбогенераторуудын цахилгаан ачаалуудын өөрчлөлт,

Тооцоогоор турбинуудын ачаалал

$0.89 + 0.79 + 0.71 + 0.89 = 3$ МВт болсон байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Турбины тохируулгын системийн жигд бишийн зэргийг ашиглан конденсацын болон дулаанжуулалтын горимоор зэрэгцээ ажиллаж байгаа турбоагертатуудын хооронд цахилгаан ачааллыг хэрхэн хувиарлах аргачлалыг боловсруулсан
2. Энэ аргачлалыг хэрэглэн эрчим хүчний системд ажиллаж байгаа турбогенераторуудын хооронд ачаалалыг ашигтайгаар хувиарлах боломжтой болохыг тооцоогоор харуулав.

3. Ингэснээр тухайн цахилгаан өөрчлөлтөнд харгалзах станцын ажиллагааны загвар боловсруулах боломж бий болж байна.

Ашигласан материал

1. Ч.Дашпунцаг “Уурын турбины ашиглалт”, Улаанбаатар, 2002.
2. “Дулааны цахилгаан станцын салбарын эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл”. Улаанбаатар. 2004.
3. Б.Цагаан “Уурын турбины төхөөрөмжийн ашиглалтын үндэс” УБ 1998 он.
4. Ж.Цэен-Ойдов, Ч.Дашпунцаг, А.Түмэнбаяр Б.Баттөр. “Ус ба усны уурын термодинамикийн шинж чанарын үзүүлэлт” УБ 2005 он.
5. Ц.Шагдарсүрэн, Ж.Цэен-Ойдов, Б.Батцэнд, Ч.Дашпунцаг, Ч.Ноовой. “Дулааны цахилгаан станц”. УБ. 2003 он.
6. ДДЦС ТӨХК-ийн ТЭЗҮ-ийн тайлангууд.

“ДЦС-3” ТӨХК ӨНДӨР ДАРАЛТЫН ЗУУХАН ЦЕХИЙН ЗУУХ №9-ИЙН ТБС-Д ЗАРЦУУЛЖ БАЙГАА ДХЦЭХ-ИЙГ БУУРУУЛАХ САНАЛ, ХУВИЛБАРУУД

Ц.Баттөгс*, А.Түмэнбаяр*

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

1. Зуух №9-ийн Тоос бэлтгэх системд зарцуулж байгаа ДХЦЭХ-ний хэтрэлтийн судалгаа, харьцуулалт

1.1. БКЗ 220-100 4С маягийн Зуух №9-ийн өнөөгийн байдал

Өндөр даралтын зуухан цехэд тоос бэлтгэлийн системийн хувьд шууд үлээлгийн тоосон систем, завсрын бункертэй тоос бэлтгэх системгэсэн хоёр өөр төрлийн тоосон системтэй зуухыг ашиглаж байна.

Зуух №9-ийн хувьд завсрын бункертэй тоос бэлтгэлийн системтэй зуух юм.

2014-2015 онд сэргээн засварлах шинэчлэлийн ажил хийгдэж зуухыг ашиглалтанд хүлээн авснаас хойш хэвийн горимоор ажиллаж эхэлсэн. Сэргээн засварлах явцад утаа сорогч (ДС), үлээх салхилуурт (ДВ^{АВ}) хувьсах зарцуулалтын өндөр чадлын цахилгаан хөдөлгүүрүүд тавьсан боловч ашиглалтанд орсноос хойш өнөөг хүртэл цахилгаан хөдөлгүүрүүдэд инвертер тавьж ашиглаагүй. Үүнээс шалтгааланүлээлт, соролтонд болон тоос бэлтгэлдзарцуулахцахилгаан эрчим хүчний (ЦЭХ) хэмжээ өндөр гарч тухайн зуухны цэвэршигт үйлийн коэффициент(АҮК) болоод өндөр даралтын зуухан цехийн техник-эдийн засгийн зүүүлээлт(ТЭЗҮ)-д сөргөөр нөлөөлж байна [1].

1.2. Судалгаа хийсэн байдал.

Цехийн өдөр тутмын дотоод тооцооны журнал, зуух №9-ийн горим параметрууд дээр үндэслэн судалгаа хийж үзэхэд ДХЦЭХ ихсэх дараах хэд хэдэн шалтгаанууд гарч ирсэн.

Үүнд:

1. ТБЗЦЭХ, ҮСЗЦЭХ -ны тооцоог дараах томъёогоор бодож гаргаж байна[1].

$$\mathcal{E}_{\text{ТБ}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ШБМ}} + 0,7(\mathcal{E}_{\text{ДВ}} + \mathcal{E}_{\text{МВ}})}{B_{\text{НУУРС}}}; \quad (1)$$

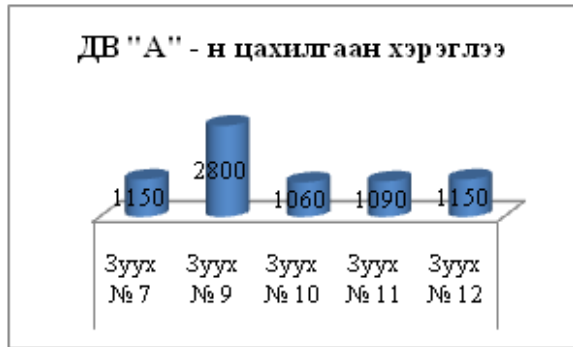
$$B_{\text{НУУРС}} = \frac{D_{\text{III}}(I_{\text{III}} - I_{\text{IV}})}{Q_p^H * 0,905}; \quad (2)$$

Үлээлт соролтонд зарцуулагдах цахилгаан эрчим хүчийг дараах томъёогоор олно:

$$\mathcal{E}_{\text{УС}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ДС}} + 0,3(\mathcal{E}_{\text{ДВ}} + \mathcal{E}_{\text{МВ}})}{D_{\text{III}}}; \quad (3)$$

Дээрх томъёонуудаас харахад ДВ^{АВ}, МВ^{АВ} -н цахилгааны хэрэглээ ҮСЗЦЭХ, ТБЗЦЭХ аль алинд орж байна.

2. Зуух №9-ийг их засвар хийж сэргээн засварлах, шинэчлэлийн явцад тоос бэлтгэх системийн хоучин шугам хоолой, агаарын корба зэрэг эд ангиуд нь бүрэн солигдоогүй үлдсэн. Иймээс ашиглалтын үед шугамууддотроосоо элэгдэн цоорч, дулаалганы завсараар их хэмжээний хий соролттой явж байна.
3. 2016 оны 1-р сараас 2016 оны 4-р сар хүртэлх хугацаанд ДВ^{АВ}-ийн шахах талын агаарын короб ханзарч, зууханд өгч байгаа агаарын хэмжээ дугагдсанаас ДВ-ийн шибериин онгойлтыг нэмж онгойлгож явсан.
4. Горёлка № 3, 4, 5, 6 -гийн хоёрдогч агаарын шибериийг 20-30% -ийн онгойлттой буюу 70-80 %-ийн хаалттай явуулдаг байсан [2].
5. Горёлкуудын хоёрдогч агаарын шиберүүд бага зэргийн хаалттай явсан учраас ДВ^{АВ} -р шахагдаж байгаа агаарын багахан хэсэг нь горёлкуудын хоёрдогч агаар хэлбэрээр галын хотолд өгөгдөж, харин ихэнх хэсэг нь зууханд анхдагч агаар болон ордог. Ингэснээр тээрэм-салхилуур (МВ^{АВ})-ын дотоод хэрэгцээний цахилгаан эрчим хүч (ДХЦЭХ)-ийг нэмэгдүүлэх нэг шалтгаан болж байна.
6. Үрлэн тээрэм “Б” (ШБМ^Б) -ийн гарах хоолой, бусад шугам хоолой хий соролт их байгаагаас холимогийн температур бага (буурдаг) ба үүнийг хэвийн хэмжээнд барихын тулд тоосон систем “Б”-ийн анхдагч агаарын зарцуулалтыг зохиомлоор өндөр явуулж ирсэн. Энэ нь МВ -н ДХЦЭХ -г бас нэмэгдүүлэх нөхцөл болж байна.
7. ДС, ДВ^{АВ}-д инвертэртэй хослон ажиллах өндөр чадлын хөдөлгүүрийг инвертэргүй ашиглаж байгаа нь ДХЦЭХ-ийг нэмэгдүүлэх үндсэн шалтгаан болж байна.
8. Бусад зуухтай харьцуулахад зуух № 9-н утаа сорогчийн (ДС)-н цахилгаан хэрэглээ ээлжиндээ (12 цагийн хугацаанд) 1300-2700 кВт, ДВ^А 1650-1740 кВт буюу бусад зуухны утаа сорогчийн хэрэглээтэй 2.4-2.6 дахин, ДВ^Б 1590-2040 кВт буюу 2.3-3.72 дахин их цахилгаан хэрэглэж байна [2].



Зураг 1. Үлээх салхилуур "А" ба "Б"-гийн цахилгаан хэрэглээний харьцуулсан судалгаа.

9. Зуух № 9 -н тоноглолуудын 2016 оны 1 -р сараас 5 -р сар хүртэл цахилгаан хэрэглээний харьцуулалт (кВт, 12 цагаар)-ын судалгааг дараах хүснэгтээр үзүүлэв [2].

Хүснэгт 1

Зуух №9-ийн туслах тоноглолын цахилгаан хэрэглээний судалгаа

Сар	Тоноглол /кВт, 12 цагаар/						
	ДС	ДВ "А"	ДВ "Б"	МВ "А"	МВ "Б"	ШБМ "А"	ШБМ "Б"
I сар	5900	3000	2950	3100	3050	4500	4900
II сар	6100	2900	3100	3000	2900	4400	4800
III сар	6000	3050	2800	3020	2920	4430	4790
IV сар	6200	2720	2750	2800	2900	4520	4680
V сар	5600	2500	2400	2800	3100	4500	4400

2. Зуухны туслах тоноглолуудын ДХЦЭХ-ийн харьцуулалт

2016 оны 1 -р сарын 26-27 -нд ДВ^{АБ} -н шахах талын корба ханзарч ойролцоогоор 2700 кВт (12 цагийн хугацаанд) орчим цахилгааны хэрэглээтэй байсан бол үүнээс шалтгаалан ойролцоогоор 3000 кВт орчим цахилгаан хэрэглээтэй болж ТБЗЦЭХ, ҮСЗЦЭХ –ийн ихэссэн байна. Энэ байдал 2016 оны 4 -р сарын 8 -нд түр зогсох хүртэл үргэлжилсэн [2].

Зууханд өгч байгаа түүхий эд(нүүрсний тоос, агаар), түүнээс үүсч байгаа шаталтын бүтээгдэхүүний хэмжээнээс шалтгаалан ДС-н цахилгаан хэрэглээ

тодорхойлогдоно. Ийм учраас ДВ^{АБ} -р дамжин өнгөрч байгаа агаарын хэмжээ, МВ^{АБ} -р дайран өнгөрч байгаа холимогийн хэмжээ зэрэгт өөрчлөлт, тохируулга хийх замаар ДВ^{АБ}, МВ^{АБ} -с гадна ДС -н цахилгаан хэрэглээг багасгах боломжтой юм.

ШБМ^{АБ} -н цахилгаан хэрэглээ шаарны дүүргэлтийн хэмжээ, зуухны ачааллаас хамаарна.

Дээрх графикуудаас харахад 2016 оны 5 -р сард зуух №9 -н ДВ^{АБ} -н шахах талын корбыг засварлаж галласнаас хойш ДВ^{АБ} -н цахилгаан хэрэглээ багассан байна [2].

2.1. Тооцоо судалгаанд үндэслэн хийгдсэн туршилт тохируулга, хийгдсэн ажил

ДВ^{АБ} -нь ТБЗЦЭХ, ҮСЗЦЭХ хоёрт зэрэг орж байгаа учраас ДВ^{АБ}-н цахилгаан зарцуулалтыг бууруулбал нийт ДХЦЭХ багасах боломжтой харагдаж байгаа юм. Ингээд ДВ -н шибрийн онгойлтын хувьд судалгаа хийхэд ДВ^А-н шибрийн (Кр42) онгойлтын хувь 48-58%, ДВ^Б-н шибрийн (Кр43) онгойлтын хувь 40-45% явдаг байсан [2].

Иймд ДВ-н шибрийн онгойлтыг багасгавал ДХЦЭХ буурах боломжтой байсан тул ДВ-н шибрийг онгойлтыг багасгах ажлыг хийсэн. Энэ ажлын хүрээнд горёлка № 3, 4, 5, 6 -ийн хоёрдогч агаарын шибөрүүдийг буюу дээд 4 горёлка дээр 20-30% онгорхой явж байгааг нэмж онгойлгон ерөнхий агаарын зарцуулалтыг ихэсгэх үед ДВ^{АБ}-н шибер дээр хааж, агаарын тохируулга хийсэн. ДВ^А -н шибер 51% -иас 32% хүртэл, ДВ^Б -н шибер 47% -иас 21% хүртэл хаагдсан.

Халуун агаарын шибер "Б" буюу Кр50 48%-иас 32%, МВ^Б -н шибер буюу Кр89 -н онгойлтын хувь 46 % -иас 34 % болж хаагдсан, анхдагч агаарын зарцуулалт "Б" буюу КП-58 450-398 мм.у.б болж буурсан. Энэхүү горимыг баталгаажуулан туршиж үзсэний эцэст одоогоор:

Хүснэгт 2

Шибөрүүдийн онгойлтын хувь

Шибрийндугаар	Өмнө (онгойлтын хувь)	Дараа (онгойлтын хувь)
Кр 42	54%	29%
Кр 43	42%	23%
Кр 49	38%	34%
Кр 50	48%	32%
Кр 88	56%	50%
Кр 89	46%	36%
КП 57	350	313
КП 58	465	420

гэсэн үзүүлэлттэй явж байна.

2.2. Өөрчлөлтийн үр дүн

Дээрх тоноглолуудын шибөрүүдэд хийсэн өөрчлөлтийг хийсний дараа гарсан үр дүнг дараах хүснэгтэнд харьцуулан үзүүлэв [2].

Хүснэгт 3

Зуух №9-ийн ДХЦЭХ-ийн харьцуулалт
(кВт, 12 цагаар)

Он, сар	ДС	ДВ "А"	ДВ "Б"
2015.5	5850	2051	3120
2016.5	5814	2574	2400

Хүснэгтээс харахад ДС - н цахилгаан хэрэглээ 36 кВт, ДВ^{АБ} -н хэрэглээ нийлбэр дүнгээрээ 197 кВт-ыг цахилгаан эрчим хүч хэмнэсэн байна.

Дүгнэлт

- Солигдоогүй хуучин шугам хоолойнууд цоорсноосдулаан тусгаарлагчийн цаанаас маш их хий соролттой байгаа нь зуухны ТБЗЦЭХ, ҮСЗЦЭХ, зуухны АҮК-д сөргөөр нөлөөлж байгаа учраас өргөтгөсөн урсгал засвараар эдгээр шугам хоолойнуудыг нэг бүрчлэн солих шаардлагатай.
- Зуух №9-ийн ДХЦЭХ-ний зарцуулалтыг бууруулахын тулд зуухыг өндөр ачаалалтай явуулж бууруулах боломжтой боловч 180 т/ц-с

дээш ачаалалтай тогтмол явахад тоосны хэмжээ буурч ачаалал буурах байдал үүсдэг. Иймд тоосон системийн хий соролтыг багасгаж, шаарны хэмжээг тогтмол байлгаж бүтээмжийг сайжруулах шаардлагатай байна.

- Зуухны туслах тоноглолуудын шибөрүүдэд тохируулга хийх замаар ДХЦЭХ -г хэмнэж байгаа боловч энэ нь зөвхөн зуух №9-ийнхувьд өмнөх ашиглалтын үетэй харьцуулахад хэмнэсэн мэт харагдаж байгаа боловч бусад зуухтай харьцуулахад ДХЦЭХ-ний хэрэглээ 1.5 – 2.5 дахин өндөр байна. Тиймээс энэ арга нь харьцангуйгаар үр дүн багатай байна. Иймд цаашдаа ДС, ДВ^{АБ}—ийн цахилгаан хөдөлгүүрүүдэд инвертэр тавьж ашиглах нь илүү ач холбогдолтой юм.

Ашигласан материал

1. Өндөр даралтын зуухан цехийн “БКЗ-220-100-4С зуухны техник ашиглалтын заавар”.
2. “ДЦС-3” ТӨХК Өндөр даралтын зуухан цехийн ДХЗЦЭХ-ийг тооцох журнал (2015, 2016 он).

“ТЭЦ-3” ТӨХК –ИЙН ДУНД ДАРАЛТЫН ХЭСГИЙН СҮЛЖЭЭНИЙ ХАЛААГУУРЫН СХЕМИЙГ ӨӨРЧИЛЖ, ГОРИМЫГ САЙЖРУУЛАН НАЙДВАРТАЙ АЖИЛЛАГААГ ДЭЭШЛҮҮЛЭХ СУДАЛГАА, ТООЦОО

Ж.Баяржаргал*, Ч.Дашпунцаг*

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

Хураангуй. Энэхүү өгүүлэлд ДЦС-3 ХК-ийн дунд даралтын хэсгийн сүлжээний халаагуурын схемийг өөрчлөх тооцоо судалгааны талаар товч авч үзлээ.

Түлхүүр үг: ДЦС-3, сүлжээний халаагуур, халаагуурын схем.

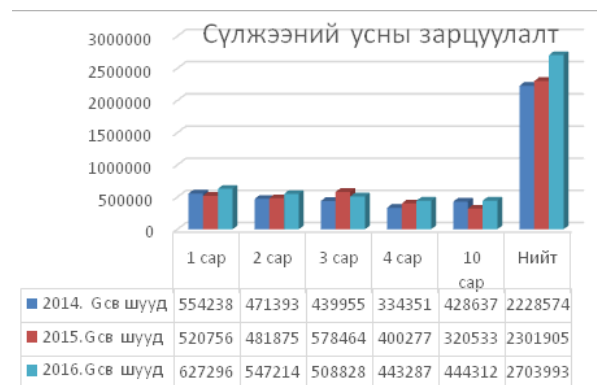
ОРШИЛ

Сүүлийн жилүүдэд Улаанбаатар хотын хүн амын шилжилт хөдөлгөөн, барилга орон сууц шинээр ашиглалтанд орохын хэрээр дулааны хэрэглээ шууд хамааралтайгаар өсөн нэмэгдэж байгаа билээ. Үүнтэй холбоотойгоор ДЦС-уудад дулааны ачаалал жил бүр өссөн үзүүлэлттэй байна.

“ТЭЦ-3” ТӨХКУлаанбаатар хотын дулааны ачаалалын 30%-ийг хангадаг ба үүнээс Өндөр даралтын хэсэг 54%, дунд даралтын хэсэг 46%-ийг тус тус боловруулдаг.

СУДАЛГАА, ТООЦОО

Дунд даралтын хэсгийн хувьд сүлжээний усны зарцуулалт сүүлийн 3 жилийн үзүүлэлтийг зураг1-д харуулав.



Зураг 1. Сүлжээний усны зарцуулалт, сараар

2016 оны байдлаар сүлжээний усны зарцуулалт $G_{св}$ өмнөх оноос 17,4% өссөн нь судалгаа, тооцооноос харагдаж байна.

Сүлжээний усны зарцуулалтын өсөлт нь тоноглолуудын техникийн үзүүлэлтээс хамааран температурын горим барьж ажиллах мөн цаашлаад аюулгүй найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөхөд хүрээд байгаа юм. ДДХ-ийн хувьд ПВС-500-3-23 маягийн үндсэн бойлер 4ш (ажлын даралт 1,2 ата), ПВС-500-14-23 маягийн туслах бойлер 2ш (ажлын даралт 8/13 ата) - тэйгээр дулаан үйлдвэрлэдэг.

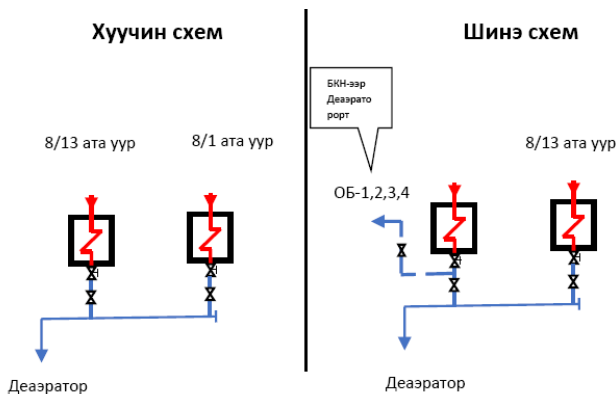
Сүлжээний усны зарцуулалт нэмэгдсэнээс дараах асуудлууд урган гарсан:

Нэгдүгээрт: Туслах бойлер нь ажиллагааны үед дангаараа ажиллах схемтэй бөгөөд 2 ш туслах бойлер зэрэг залгах боломжгүй учраастехникийн үзүүлэлтээс хамаарч туслах бойлер нь цагт 1500 тонн ус халааж,үлдсэн хэсгийг тойруугаар явуулж байна.

Хоёрдугаарт: Ажиллагаанд байгаа туслах бойлерийн конденсатын шугамд аливаа гэмтэл доголдол гарсан үед зайлшгүй тухайн туслах бойлерыг ажиллагаанаас таслан гэмтэлийг устгах шаардлага гардаг. Энэ нь температурын горим алдагдах,цахилгаан ачаалал хэлбэлзэх зэрэг сөрөг үр дагаварт хүргэдэг. Иймд дулаан хангамжийн системийн температурын горим, найдвартай ажиллагааг хангахын тулд дээрх дурьдсан асуудлыг зайлшгүй шийдвэрлэх шаардлага гарч байгаа юм.

ШИЙДВЭРЛЭХ АРГА ЗАМ

Туслах бойлерын конденсатын схемийг үндсэн бойлероор дайруулан шинэ шугам холбосон.



Зураг 2. Сүлжээний халаагуурын шинэ ба хуучин схемийн ялгаа

Схемийг шинэчлэн өөрчилснөөр дээрх бэрхшээлүүдийг бүрэн шийдэж чадсан.

1. Сүлжээний усыг тойруугаар явуулахгүйгээр, бүрэн халаах боломжтой болж туслах бойлер -1, 2-г зэрэг ажиллуулж горим сайжирсан.

2. Ажиллагааны үед конденсатын шугамын гэмтэл доголдлын үед бойлерийг ажиллагаанаас таслахгүйгээр зөвхөн конденсатын схем өөрчлөөд засвар үйлчилгээ хийх боломжтой болсон.

ДҮГНЭЛТ

Эрчим хүчний систем тэр дундаа Дулааны цахилгаан станцуудын ашигт ажиллагаа чанарын болон тоон үзүүлэлтээр илэрхийлэгддэг. Дээрх схем ажиллагааг өөрчилснөөр станцын дулааны үйлдвэрлэлийн чанар дээшилж, хэрэглэгчээ дээдэлсэн, ашиглалтын үеийн ажиллагааг сайжруулсан оновчтой шийдэл болж чадлаа.

Ашигласан материал

1. Дулаанжуулалтын тоноглолын ашиглалтын заавар./Дунд даралтын турбин цех/.
2. Г.Г. Шкловер, О.О. Мильман “ Исследование и расчёт конденсационных устройств паровых турбин”, М, Энергоатомиздат, 1985, 240 с.
3. Л.С.Стерман, В.М.Лавыгин, С.Г.Тишин. “Тепловые и атомные электрические станции” М, Издательство, МЭИ, 2000, -536 с.

SHF14-1.25/150/70-AI МАЯГИЙН ЗУУХНЫ ХАЛУУН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮНГЭЭС

Б.Рагчаабазар*, Ч.Ганзориг*, А.Түмэнбаяр*, Ж.Цэен-Ойдов*

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

Хураангуй. Хөшигтийн хөндийн Олон улсын Нисэх онгоцны буудлын ДС-д суурилагдсан SHF14-1.25/150/70-AI маягийн ус халаах зуухнуудад халуун туршилтыг гүйцэтгэж, түүний дулааны хүчин чадал, АҮК, түлшний зарцуулалт, бохирдуулагч бодисуудын гаралтыг хэмжиж, тэдгээрийн хоорондын хамаарлыг тооцоолон дүгнэлт хийв.

Түлхүүр үг: Ус халаах зуух, АҮК, дулааны ачаалал, боловсруулсан дулаан, түлшний зарцуулалт, утааны хий.

I. SHF14-1.25/150/70-AI МАЯГИЙН ЗУУХНУУДЫН ХАЛУУН ТУРШИЛТ

Хөшигтийн хөндийн ДС-ын SHF14-1.25/150/70-AI маягийн К-1, К-2, К-3 зуухнуудын халуун туршилтыг 2016 оны 10 сарын 25, 11 сарын 5, 11 сарын 28 -нд тухайн үеийн ачааллаар нь туршсан. Туршилтын үед зуухнууд хэт бага ачааллаар ажиллаж байсан бөгөөд энэ нь дулааны хэрэглэгч бага байсантай холбоотойгоор ачаалал авахуулах боломжгүй байлаа. Туршилтын үед зуухны удирдлагын компьютерын заалтыг авч, мөн зөврийн хэмжүүрээр утааны хийг зуухны сүүлийн хэсэг буюу экономайзерийн дараа болон утаа сорогчийн сорох талд тус тус хэмжсэн. Туршилтын тооцооны үр дүнг 1-р хүснэгтэнд үзүүлэв.

ХҮСНЭГТ 1

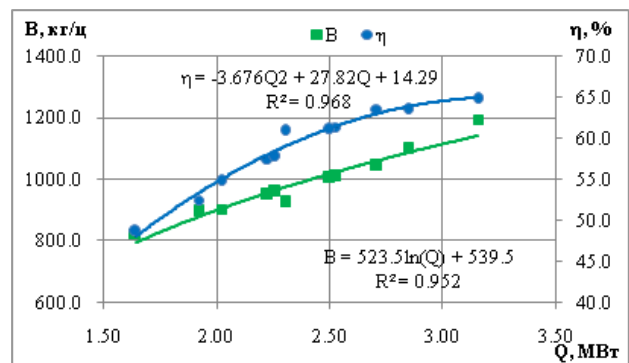
SHF14-1.25/150/70-AI МАЯГИЙН ЗУУХНЫ ХАЛУУН ТУРШИЛТЫН ТООЦООНЫ ҮР ДҮН

Тооцооны үзүүлэлт	Тэмдэг лэгээ	Тооцооны дундаж үтгүүд		
		К-1	К-2	К-3
1	Сүлжээний усны зарцуулалт, м ³ /ц	225.0	225.3	217.17
2	Сүлжээний өгөх усны температура, °C	93.6	100.2	87.33
3	Сүлжээний буцах усны температура, °C	84.6	89.7	74.71
4	Зууханд боловсруулсан дулаан, Гкал/ц	2.0	2.4	2.73
5	Зуухны боловсруулсан дулаан, МВт	2.3	2.8	3.18
6	Түлшний зарцуулалт, кг/ц	975.6	1097.5	1136.5
7	Зуухны ашигт үйлийн коэффициент, %	59.1	61.7	68.5

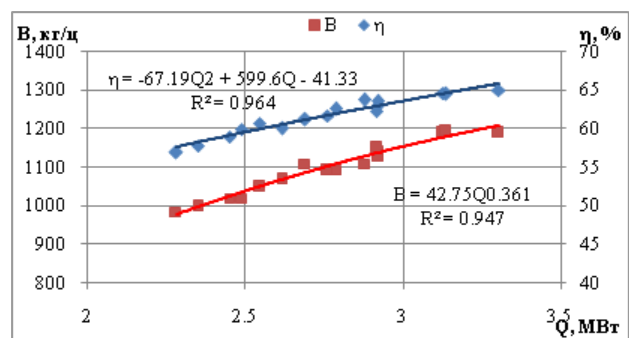
Дээрх хүснэгтээс харахад ус халаах зуухнуудад орох сүлжээний усны зарцуулалт 217.17...225.3 м³/ц байхад сүлжээний усны температурын зөрөө 9...12.62°C байна. Зуухны дулааны хүчин чадал дулааны ачаалал 2...2.73МВт, түлшний зарцуулалт 975.6...1136.5 кг/ц, зуухны ашигт үйлийн коэффициент 59.1...68.5 % хооронд тус тус хэлбэлзэж байна.

Энэ зуухны нэрлэсэн хүчин чадал нь 14 МВт боловч одоогийн байдлаар Хөшигтийн хөндийн олон улсын нисэх онгоцны буудлын дулааны хэрэглээ бага байгаатай холбоотойгоор дундажаар хэвийн хүчин чадлын 14.28...19.5 % -ийг ашиглаж байна. Иймээс зуух хэт бага ачаалалтай явж байгаагаас хамааран зуухны ашигт үйлийн коэффициент бага гарч байна. Иймд цаашдаа зуухны дулааны ачааллыг нэмэгдүүлж, аль болох хэвийн хүчин чадлаар нь ажиллуулахад анхаарах шаардлагатай байна.

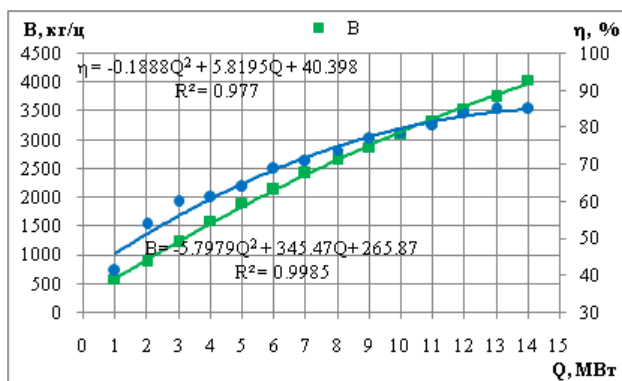
Туршилтын үеийн зуухны үзүүлэлтүүд болон дулааны чадлын хоорондын хамаарлаас харахад ашиглалтын үеийн үзүүлэлтүүд дээшлэх боломжтой нь харагдаж байгаа юм (зураг 1...3).



Зураг 1. К-1 зуухны АҮК болон түлшний зарцуулалт дулааны чадлын хоорондын хамаарал



Зураг 2. К-2 зуухны АҮК болон түлшний зарцуулалт дулааны чадлын хоорондын хамаарал



Зураг 3. К-3 зуухны АҮК болон түлшний зарцуулалт дулааны чадлын хоорондын хамаарал

II. ЗУУХНЫ УТААНЫ ХИЙН ХЭМЖИЛТ.

Дулааны станцын К-1 ба К-2 зуухны галын хотол дахь түлшний шаталтаас үүсэх утааны хийг халуун туршилтын үед Testo 350 зөөврийн хэмжүүрээр хэмжсэн хэмжилтийн үр дүнг дараах 2-р хүснэгтэнд харуулав.

ХҮСНЭГТ 2

ХАЛУУН ТУРШИЛТЫН УТААНЫ ХИЙН ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮН

Үзүүлэлтийн нэр	Хэмжих нэгж	Хэмжилтийн дундаж утга	
		К-1	К-2
Хүчилтөрөгч, O ₂	%	13.04	12.7
Нүүрстөрөгчийн дутуусал, CO	мг/м ³	48.3	52.7
Азотын дутуусал, NO _x	мг/м ³	599.6	577.8
Азотын данисал, NO	мг/м ³	402.6	414.6
Азотын давхарисал, NO ₂	мг/м ³	7.5	8
Нүүрстөрөгчийн давхарисал, CO ₂	%	6.974	7.09
Хүхрийн давхарисал, SO ₂	мг/м ³	170.9	166.4
Илүүдэлагаар, α	-	2.65	2.54
Утааны хийн температур, t _{ух}	°C	97.89	104.6

2-р хүснэгтээс үзэхэд К-1 зуухны хувьд халуун туршилтын үед экономайзерийн дараах хүчилтөрөгчийн хэмжээ O₂=13.04%, гарах утааны хий дэх нүүрстөрөгчийн дутуу исэл CO=48.3мг/м³, азотын давхар исэл NO_x=599.6мг/м³, хүхрийн давхар исэл SO₂=170.9 мг/м³, илүүдэл агаарын коэффициент α=2.65 тус тус байв.

Харин К-2 зуухны хувьд халуун туршилтын үед экономайзерийн дараах хүчилтөрөгчийн хэмжээ O₂=12.7%, гарах утааны хий дэх нүүрстөрөгчийн дутуу исэл CO=52.7мг/м³, азотын давхар исэл NO_x=577.8мг/м³, хүхрийн давхар исэл SO₂=166.4мг/м³, илүүдэл агаарын коэффициент α=2.54 тус тус байлаа.

Утааны хий дэх бохирдуулах бодисуудын хэмжилтийн дундаж утгуудыг хэвийн нөхцөлд шилжүүлэн стандарт утгуудтай харьцуулан дараах хүснэгтүүдээр харууллаа.

ХҮСНЭГТ 3

SHF14-1.25/150/70-AI МАЯГИЙН К-1 ЗУУХНЫ УТААНЫ ХИЙ ДЭХ БОХИРДУУЛАХ БОДИСУУД

Бохир дуулах бодисууд	Хэвийн нөхцөлд шилжүүлсэн утга, мг/м ³	Монголын үндэсний стандартын утга, мг/м ³	Харьцуулалт	Европын холбооны 2010/75/EU, мг/м ³	Харьцуулалт
CO	86.9	180	2.07 дахин бага	-	-
NO _x	1079.5	450	2.4 дахин их	300	3.6 дахин их
SO ₂	307.7	400	1.3 дахин бага	400	1.3 дахин бага

SHF14-1.25/150/70-AI маягийн ус халаах 1-р зуух ажиллаж байхад дулааны станцын яндангаар хаягдах утааны хий дэх бохирдуулах бодисуудын дундаж агууламжийг “MNS 6298:2011” стандарт утгатай харьцуулахад нүүрстөрөгчийн дутуу исэл (CO) 2.07 дахин, хүхрийн исэл (SO₂) 1.3 дахин бага, харин азотын давхар исэл (NO_x) 2.07 дахин их байна.

Европын холбооны 2010/75/EU стандартын утгатай харьцуулахад хүхрийн исэл (SO₂) 1.3 дахин бага, харин азотын давхар исэл (NO_x) 3.6 дахин их байна.

Гэвч зуухны ачаалал маш бага нэрлэсэн чадлын 11.7...22.5 % байгаа тул илүүдэл агаарын коэффициент өндөр α=2.49...2.8 дундаж нь 2.65 байгаа нь ачаалал нэмэгдэхэд буурснаар бохирдуулах бодисуудын агууламж буурах боломжтой юм.

ХҮСНЭГТ 4

ДС-ЫН SHF14-1.25/150/70-AI МАЯГИЙН К-2 ЗУУХНЫ УТААНЫ ХИЙ ДЭХ БОХИРДУУЛАХ БОДИСУУД

Бохир дуулах бодисууд	Хэвийн нөхцөлд шилжүүлсэн утга, мг/м ³	Монголын үндэсний стандартын утга, мг/м ³	Харьцуулалт	Европын холбооны 2010/75/EU, мг/м ³	Харьцуулалт
CO	93.5	180	1.92 дахин бага	-	-
NO _x	1025.2	450	2.28 дахин их	300	3.42 дахин их
SO ₂	295.26	400	1.355 дахин бага	400	1.355 дахин бага

SHF14-1.25/150/70-AI маягийн ус халаах 2-р зуух ажиллаж байхад дулааны станцын яндангаар хаягдах утааны хий дэх бохирдуулах бодисуудын дундаж агууламжийг “MNS 6298: 2011” стандарт утгатай харьцуулахад нүүрстөрөгчийн дутуу исэл (CO) 1.92 дахин, хүхрийн исэл (SO₂) 1.355 дахин бага, харин азотын давхар исэл (NO_x) 2.07 дахин их байна.

Европын холбооны 2010/75/EU стандартын утгатай харьцуулахад хүхрийн исэл (SO₂) 1.355 дахин бага, харин азотын давхар исэл (NO_x) 3.42 дахин их байна.

III. Агаар, утааны хийн зарцуулалт, хий соролт

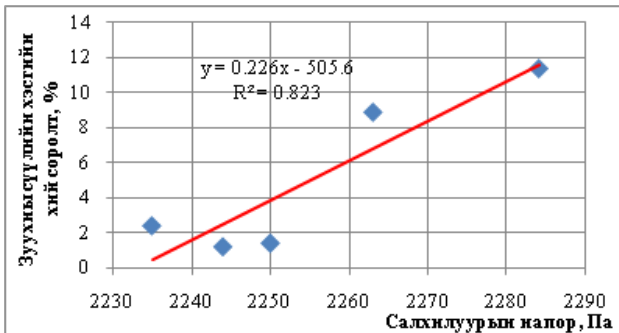
К-1 зуухны халуун байдлын туршилтын үед үлээх салхилуурын шахах талын суваг дээрх агаарын зарцуулалт Q=11420.6...15202.8 м³/ц, зуухны сүүлийн хэсгийн экономайзерийн дараа агаарын зарцуулалт Q=11476.1... 19570.3 м³/ц, утаа сорогчийн сорох талын суваг дээрх агаарын зарцуулалт Q=12363.1...20862.9 м³/ц тус тус байлаа. Мөн

туршилтын үед үлээх салхилуурын гүйдлийн давтамж $Nz=41...41.7$ Гц, гүйдэл нь $I=39...42$ А, чадал нь дундажаар $N=15.6$ кВт байхад утаа сорогчийн гүйдлийн давтамж $Nz=35$ Гц, гүйдэл нь $I=42$ А, чадал нь дундажаар $N=16.8$ кВт тус тус байв. Мөн К-1 зуухны сүүлийн хэсгийн хий соролтыг экономайзерын дараахаас утаа сорогчийн сорох тал хүртэлх хэсгээр илүүдэл агаарын коэффициентоор тооцож дараах хүснэгтээр харуулав.

ХҮСНЭГТ 5
К-1 ЗУУХНЫ СҮҮЛИЙН ХЭСГИЙН ХИЙ
СОРОЛТЫН ҮР ДҮН

Хэмжилтийн дугаар	1		2		3		
Үзүүлэлтийн нэр	Хэмжих нэгж	ЭК дараа	ДС сорох	ЭК дараа	ДС сорох	ЭК дараа	ДС сорох
Илүүдэл агаар, α	-	2.48	2.54	2.47	2.71	2.48	2.8
Утааны хийн температур, $t_{ух}$	°С	99.3	95.3	99.5	96.7	100.7	97.2
Экономайзераас ДС-ын сорох тал хүртэлх хий соролт	%	2.4		8.9		11.4	

Дээрх хүснэгтээс үзэхэд К-1 зуухны сүүлийн хэсгийн хий соролт 2.4 ... 11.4 % тус тус байна. Эрчим хүчний зуухны сүүлийн хэсгийн хий соролт 20 % байхад хэвийн гэж үздэг. Иймд К-1 зуухны сүүлийн хэсгийн хий соролт нормт хэмжээнд байгаа нь сүүлийн хэсгийн битүүмжлэл сайн болсон нь харагдаж байна.



Зураг 4. Үлээх салхилуурын напороос зуухны сүүлийн хэсгийн хий соролт хамаарсан график

К-2 зуухны халуун байдлын туршилтын үед үлээх салхилуурын шахах талын суваг дээрх агаарын зарцуулалт $Q=11680.2...16407.9$ м³/ц, зуухны сүүлийн хэсгийн экономайзерийн дараа утааны хийн зарцуулалт $Q=14842.3...18073.4$ м³/ц, утаа сорогчийн сорох талын суваг дээрх утааны хийн зарцуулалт $Q=16216.2...21621.6$ м³/ц тус тус байлаа. Мөн туршилтын үед үлээх салхилуурын гүйдлийн давтамж $Nz=30.04...30.5$ Гц, гүйдэл нь $I=77.4...77.9$ А, чадал нь дундажаар $N=31$ кВт байхад Утаа сорогчийн гүйдлийн давтамж $Nz=21.1...23.15$ Гц, гүйдэл нь $I=76$ А, чадал нь дундажаар $N=29.4...30.1$ кВт тус тус байв.

ХҮСНЭГТ 6
К-2 ЗУУХНЫ СҮҮЛИЙН ХЭСГИЙН ХИЙ
СОРОЛТЫН ҮР ДҮН

Хэмжил - тийндуг аар	Зарцуулалт, м ³ /ц			Хий соролт, %		
	ДВ шахах	ЭК дараа	ДС сорох	ДВ-аас ЭК-н дараах	ЭК-аас ДС-н шахаххэсэг	Дундажхийсоролт
1	1168 0.2	1454 2.3	1677 0.6	19.7	13.3	16.5
2	1216 2.2	1471 9.3	1621 6.2	17.4	9.2	13.3
3	1346 0.0	1599 4.4	1932 0.8	15.8	17.2	16.5
4	1640 7.9	1807 3.4	2162 1.6	9.2	16.4	12.8
5	1414 6.0	1715 8.7	1993 0.7	17.6	13.9	15.7

6-р хүснэгтээс үзэхэд К-2 зуухны сүүлийн хэсгийн хий соролт үлээх салхилуурын шахах талаас экономайзерын дараах хүртэлх хэсэгт 9.2...19.7 %, экономайзерын дараахаас утаа сорогчийн сорох хүртэлх хэсэгт 9.2...17.2 % тус тус байна. Эрчим хүчний зуухны сүүлийн хэсгийн хий соролт 20 % байхад хэвийн гэж үздэг. Иймд К-2 зуухны сүүлийн хэсгийн хий соролт нормт хэмжээнд байгаа нь сүүлийн хэсгийн битүүмжлэл сайн болсныг харуулж байна.



Зураг 5. Зуухны сүүлийн хэсгийн хий соролт



Зураг 6. Үлээх салхилуурын напор

Галын хотлын буцлах даврагын температур баруун талдаа 907...925 °С, дунд хэсэгтээ 919...934 °С, зүүн талдаа 910...923 °С тус тус байна. Хэмжилтийн үед зуухны сүүлийн хэсгийн хүчилтөрөгчийн хэмжүүрийн заалтаар хүчилтөрөгч $O_2=12.4...13.1$ % тус тус байлаа.



Зураг 8. Галын хотлын буцлах даврагын температур хэмжих термпарын байрлал

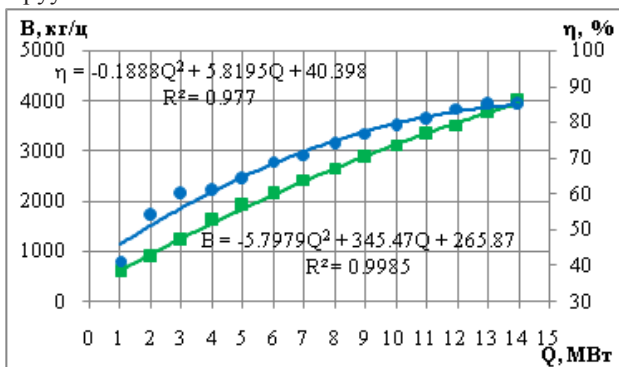
1, 2, 3-р зуухны туршилтын үед галын хотлын буцлах давхаргын температурын суурин хэмжүүрүүдийн заалт 640...725 °C байв. Үүнийг зөөврийн лазерийн пирометрийн заалттай харьцуулахад 150...200 °C- ээр бага байгаа ба энэ нь суурин хэмжүүрийн анхдагчийн байрлалаас хамаарч байгаа юм. Иймд цаашид ачаалал нэмэгдэхэд суурин хэмжүүрийн заалтыг 830 °C-аас хэтрүүлэхгүй барихад шааргдахгүй ажиллах боломжтой.

IV. SHF14-1.25/150/70-AI МАЯГИЙН ЗУУХНЫ АҮК БОЛОН ТҮЛШНИЙ ЗАРЦУУЛАЛТ ДУЛААНЫ ЧАДЛЫН ХООРОНДЫН ХАМААРЛЫН ТООЦОО

Одоогийн байдлаар ашиглалтанд орсон барилгуудын гадна агаарын тооцоот температурын үеийн дулааны нийлбэр ачаалал 12.75 МВт бөгөөд агааржуулалтын тоноглолууд цахилгаан тэжээлд холбогдоогүй байна. Гэвч одоогийн байдлаар бодит нөхцөлд авч буй ачаалал нь 1.64...3.3 МВт байгаа юм.

Иймд хүйтэрч гадна агаарын температур буурах тусам хэрэглэгчдийн дулааны хэрэглээ өсөн нэмэгдэх болно. Жишээлбэл гадна агаарын температур -20 °C болох үед 8.33 МВт хүрэх боломжтой юм.

SHF14-1.25/150/70-AI маягийн зуухны янз бүрийн ачаалын үед ойролцоо тооцоо хийж түлшний зарцуулалт ба АҮК-ийг тодорхойлон дараах зургаар харуулав.



Зураг 4. SHF14-1.25/150/70-AI маягийн зуухны АҮК болон түлшний зарцуулалт дулааны чадлын хоорондын хамаарал

Эндээс зуухны ачаалал нэрлэсэн чадалдаа ойртоход АҮК нь төслийн утгандаа хүрэх боломжтой байгаа нь харгагдаж байна.

V. ДҮГНЭЛТ

1. Тус дулааны станцын зуухны хүйтэн туршилтыг хэд хэд дахин хийж, зарим хэсгийн агаар соролт, үлээлт их байсныг гүйцэтгэгч компаний ажиллагсад тэдгээр хэсгүүдийн нягтруулгыг сайжруулсны үр дүнд доголдлыг арилган хэвийн ажиллах нөхцлийг бүрдүүлсэн.

2. Тус дулааны станцын 1 ба 2-р зуухны халуун туршилт хийхэд эдгээр зуухны дулааны ачаалал хэт бага 1.64...3.3 МВт буюу нэрлэсэн чадлын 11.7...23.57 % байсан бөгөөд хэрэглэгчдийн ачааллаас хамаараад ачааллыг нэмэгдүүлэх боломжгүй байсан.

3. Галын хотлын буцлах давхаргын температурыг лазерийн пирометрээр хэмжихэд баруун талдаа 907...925

°C, дунд хэсэгтээ 919...934 °C, зүүн талдаа 910...923 °C тус тус байсан. Харин суурин хэмжүүрийн заалт 640...725 °C байв. Үүнийг зөөврийн лазерийн пирометрийн заалттай харьцуулахад 150...200 °C- ээр бага байна. Буцлах давхаргын температурын энэхүү зөрөө суурин хэмжүүрийн анхдагчийн байрлалаас хамаарч байгаа юм. Иймд цаашид ачаалал нэмэгдэхэд суурин хэмжүүрийн заалтыг 830 °C-аас хэтрүүлэхгүй барихад шааргдахгүй ажиллах боломжтой.

4. Зуухнуудын ачаалал хэт бага байгаа учраас тэдгээрээс гарах утааны хийн температур нам 96...105 °C байв. Ачаалал нэмэгдэх үед утааны хийн температур мөн нэмэгдэх болно.

5. Эдгээр зуухны хэт бага ачааллаар ажиллах үеийн утаатай хамт хаягдаж байгаа хийн төлөвтэй бохирдуулах бодисуудын агууламжийг тодорхойлон стандарт нөхцөлд шилжүүлэн үндэсний “MNS 6298: 2011” стандарт болон Европын холбооны 2010/75/EU стандартын утгатай харьцуулахад нүүрстөрөгчийн дутуу исэл, хүхрийн исэл (SO₂)бага, харин азотын давхар исэл (NOx) их байгаа боловч ачаалал нэмэгдэж нэрлэсэн утганд ойртох үед хэд, хэдэн ачааллын үед тодорхойлж гаргах болно.

Ашигласан ном зүй.

1. Хөшигтийн хөндийн Олон улсын Нисэх онгоцны буудлын ДС-д суурилагдсан SHF14-1.25/150/70-AI маягийн ус халаах зуухнуудад туршилт тохируулга хийж, горимын карт боловсруулах гэрээт ажлын урьдчилсан тайлан. 2016 он.

САЛААЛСАН УДИРДЛАГЫГ ОЛОН ХУВЬСАГЧТАЙ СИСТЕМД АШИГЛАХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

М.Даваажаргал*, Ц.Эрдэнэцэцэг*

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

Хураангуй. Олон хувьсагчтай салаалсан удирдлагатай систем нь үйлдвэрлэлийн процесс мөн станцад өргөн хэрэглэгддэг. Энэхүү илтгэлд дулааны цахилгаан станцын эсрэг осмосын системийн автомат удирдлагыг салаалсан удирдлагын системээр удирдах боломжийг судалсан.

Дэлхий нийтээр усыг цэвэршүүлэх мембрант технологи болох эсрэг осмосын аргыг өргөнөөр хэрэглэж байна. Учир нь энэхүү системийг нэвтрүүлснээр станцын ус боловсруулах процесс, усны чанарын үзүүлэлтүүдийг автоматаар хянах бүрэн боломжтой бөгөөд газрын гүний, гадаргуугийн болон далайн уснаас үйлдвэрлэлийн процессд тохирсон найрлага бүхий усыг гарган авах бүрэн боломжтойгоос гадна зөвхөн давстай ус хаягдах экологийн хувьд хорт хаягдалгүй систем юм.

Энэхүү илтгэлд эсрэг осмосын системд салаалсан удирдлагын системийг удирдлага болгон авч үзлээ.

Түлхүүр үг: Салаалсан удирдлагын систем, олон хувьсагчтай систем, эсрэг осмосын систем, ПИД контроллер.

I. Оршил

Салаалсан удирдлагын систем нь удирдлагын хүрэнүүдийн хоорондын харилцан үйлчлэлийн нөлөөллүүдийг багасгах загварчлал юм. Олон хувьсагчтай объектод салаалах удирдлагыг хэрэглэснээр оролт ба гаралтын хоорондох шаардлагагүй холбоог арилгадаг. Салаалсан удирдлагын оролтын даалгаврын утгаар тэжээлийн усны даралт (P) болон pH-ийг, гаралтаар усны нэвтрүүлэх чадвар (F) болон цахилгаан дамжуулах чадвар (C) тохируулагдахаар загварчилсан.

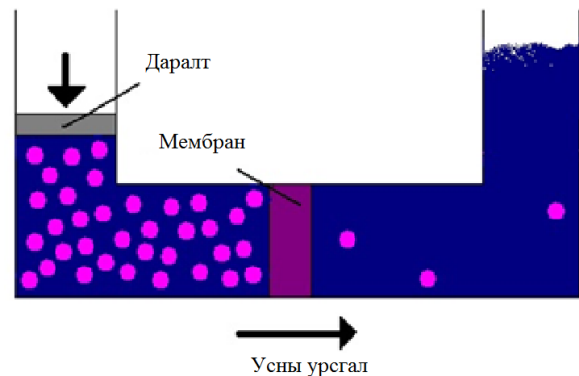
Зуухны нэмэлт усыг цэвэршүүлэх удирдлагын системтөрөл бүрийн технологи бүхий хөндлөн шүүлтүүрийн систем, ультра шүүлтүүр, эсрэг осмос, бодис нэмэх зэрэгсистемүүдээс бүрдэнэ. Эдгээр систем нь хоорондоо нягт уялдаа холбоотой байдаг. Систем олон оролт, олон гаралттай нийлмэлзүүлэлтээр илэрхийлэгдэнэ. Системийн аюулгүй ажиллагаа, тогтвортой байдал, найдвартай ажиллагааны шаардлагыг байршил дээрх хэмжих хэрэгслийн ба тоо нь бүрэн хангасан байх ёстой.

Эсрэг осмосын (ЭО) систем нь усыг давс болон бусад хольцоос хэсэгчлэн задлах процесс юм. ЭО процесс нь станцын гаралтад дүн шинжилгээ хийх, тухайлбал: даралт, pH, нэвтрүүлэх чадвар болон цахилгаан дамжуулах чадвар зэрэг гол параметруудийг удирдахад хэрэглэдэг олон хувьсагчтай систем юм.

II. Эсрэг осмосын систем

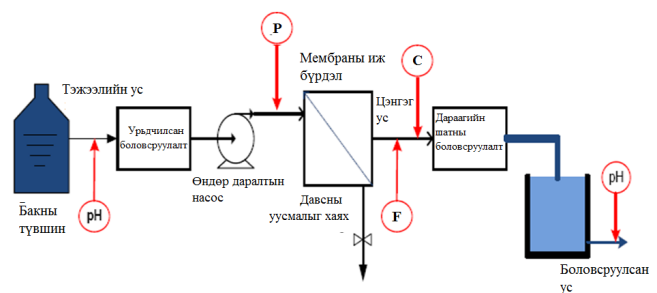
Эсрэг осмосын мембран нь зөвхөн устөрөгчийн молекулын хэмжээтэй элементийг нэвтрүүлэх чадвартай хагас нэвчих мембран юм.

Ус нь гадна орчны даралтаар мембраны давхрагаар нэвчихэд нягтаршил ихтэй давхрагын гадаргуу дээр ионы тоо нь 150-200 ширхэгээс их байх органик нэгдэл болон 0.0001μм ширхэглэг бүхий бохирдол барьцалдаж үлдэнэ. Давсгүйжүүлэх ажиллагааны АҮК нь 98%-иас их, ажиллах үеийн даралт 1.1-2.0 МПа байна.



Зураг 1. Эсрэг осмосын мембран

Мембраны нэг талд туйлын цэвэр ус, нөгөө талд нь тухайн усанд агуулагдаж байсан бүх төрлийн давслагийг агуулсан бохирдсон ус ялгардаг.



Зураг 2. Эсрэг осмосын мембран

Эсрэг осмосын системийн гол бүрэлдэхүүн хэсэгт урьдчилсан боловсруулалт, өндөр даралтын насос, мембраны иж бүрдэл болон дараагийн шатны боловсруулалт орно. ЭО системийн гол зорилго нь үйлдвэрлэлийн түвшинд харгалзах бэлтгэн гаргаж байгаа усны чанарыг дээд түвшинд барих юм. Усны нэвтрүүлэх чадвар болон цахилгаан дамжуулах чадварын нэвтрүүлэлтэд pH, даралт, температур нөлөөлнө.

Технологийн хаягдал усны хэмжээг оновчлох ба шүлт, хүчлийн хэмжээг хязгаараас ихсэх болон багасахаас урьдчилан сэргийлэхийн тулд урьдчилан боловсруулах процессын рН-ийн хэмжээг тохируулах нь чухал юм. Мембраны ус нэвтрүүлэх чадвар нь даралтын уналттай шууд хамааралтай байна.

Нэг ба түүнээс дээш тохируулагдах хувьсагчууд удирдлагын гаралтанд нөлөөлдөг. Энэ асуудлыг шийдвэрлэх нэг аргыг салаалсан удирдлагын системийг ашиглан хэрэгжүүлсэн болно.

III. Эсрэг осмосын системийн олон хэмжээт загварчлал (MIMO загварчлал)

Эсрэг осмосын системийн дамжуулалтын функцийг (1) - (5) тэгшитгэл илэрхийлж чадна. Эсрэг осмосын системд хэрэглэсэн тэгшитгэлийн дараах загвар нь жишиг загвар болно [5].

$$\begin{pmatrix} F \\ C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{21} & G_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P \\ pH \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$G_{11} = \frac{F}{P} = \frac{0.002(0.056s+1)}{0.003s^2+0.1s+1} \quad (2)$$

$$G_{12} = \frac{F}{pH} = 0 \quad (3)$$

$$G_{21} = \frac{C}{P} = \frac{-0.51(0.36s+1)}{0.213s^2+0.7s+1} \quad (4)$$

$$G_{22} = \frac{C}{pH} = \frac{-57(0.32s+1)}{0.6s^2+1.8s+1} \quad (5)$$

Энд,

P-Даралт, кПа, рН-Н ионы нягт, F-нэвтрүүлэх чадвар, m³/s, C-цахилгаан дамжуулах чадвар, μs/cm.

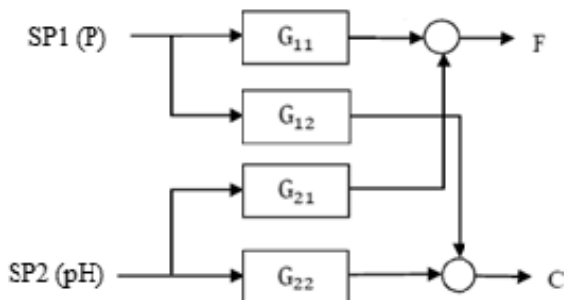
Хүснэгт 1-д үзүүлсний дагуу шугаман ойролцоогоор хэлбэлзэж байна.

Хүснэгт 1

Шугаман ойролцоогоор тогтоосон хязгаар

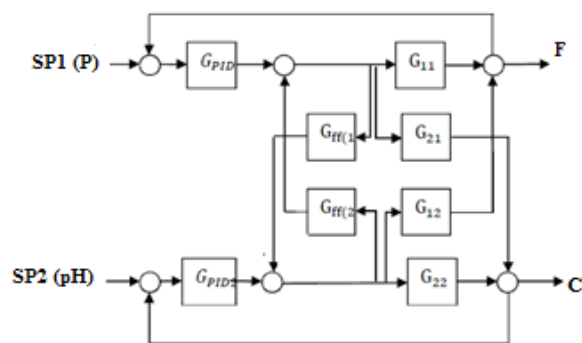
Хувьсагч	Шугаман хязгаар
Нэвтрүүлэх чадвар	0.85-1.25 (0.2-0.3)
Даралт	800-1000 (5500-7000)
Цахилгаан дамжуулах чадвар	400-500
рН	6-7

Эсрэг осмосын мембраны объектын загварчлалын утгуудадаралт болон рН түүнтэй хамааралтай гаралтад усны нэвтрүүлэх чадвар болон цахилгаан дамжуулах чадварыг авч үзсэнийг зураг 3-т үзүүлсэн.



Зураг 3. Эсрэг осмосын мембраны объектын загварчлал

Энэхүү загварчлалд хянах ёстой хоёр параметрийг авч үзэх ба цахилгаан дамжуулалтын чадвар (C) болон цэвэр усны урсгалын оролтын зарцуулалт (F) юм. Системийн онцлог шинж чанарт тулгуурлан температурын нөлөөг оруулж болох ба үйлдвэрийн түвшинд даралт нь температураас илүү системийн шинж чанарт нөлөөлдөг [1].



Зураг 4. Салаалсан удирдлагын системийн бүтцийн схем

Зураг 4-т харуулсан бүтцийн схемээс үзэхэд салаалсан удирдлагын системийн бүтцийн схемээс дамжуулалтын функц (6) болон (7) олъё.

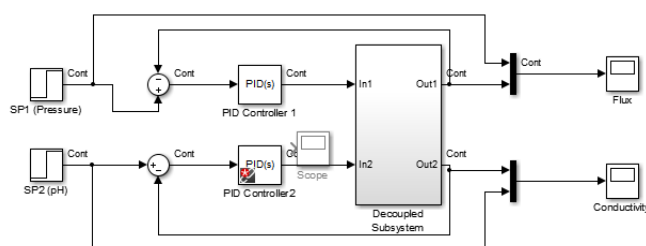
Энд,

$$G_{ff(1)} = -\frac{G_{21}}{G_{22}} \quad (6)$$

$$G_{ff(2)} = -\frac{G_{12}}{G_{11}} \quad (7)$$

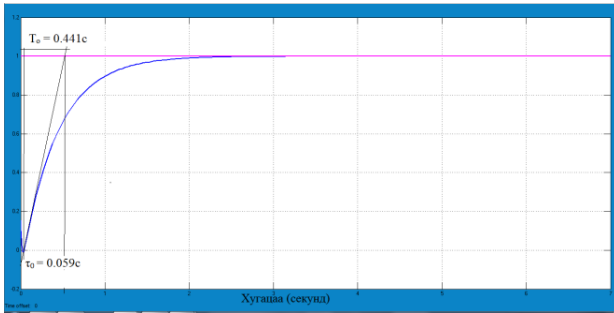
Дамжуулалтын функц бүр сөрөг бодит утгатай учир объектын блокийн дэд систем бүр нээлттэй хүрээтэй байх ба нээлттэй хүрээ нь тогтвортой байх учир эсрэг осмосын систем тогтвортой байна.

Уламжлалт PID контроллертой салаалсан удирдлагын системийг ашиглан MATLAB дээр бүтцийн схемийг загварчилсан.

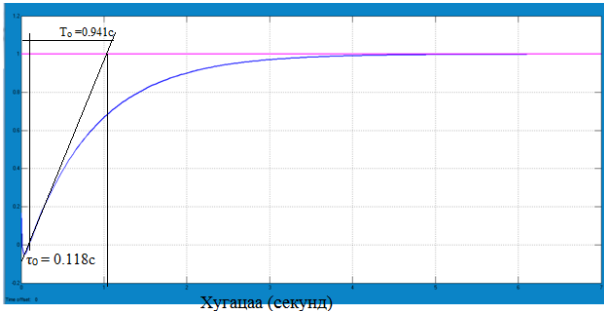


Зураг 5. Эсрэг осмосын системийн MATLAB дээрх загварчлал

Энэ илтгэлийн хүрээнд MATLAB программ хангамж дээр цахилгаан дамжуулах чадварын шилжилтийн муруйг байгуулах зорилт тавьсан. Өөрөөр хэлбэл усны хатуулаг болон даралтаас хамаарч цахилгаан дамжуулах чадвар хэрхэн хамаарахыг харуулсан. Шилжилтийн тодорхойломжийн муруйг зураг 7 болон зураг 8 үзүүлэв.



Зураг 6. Салаалсан удирдлагатай цахилгаан дамжуулах чадварын (C) шилжилтийн муруй



Зураг 7. Салаалсан удирдлагагүй цахилгаан дамжуулах чадварын (C) шилжилтийн муруй

Салаалсан удирдлагатай болон салаалсан удирдлагагүй шилжилтийн муруйг харьцуулахад салаалсан удирдлагатай үеийн цахилгаан дамжуулах чадвар (C)-ын тогтворжилтын хугацаа (T_0) 0.5 секунд, хоцролын хугацаа (τ_0) 0.059 секундээр бага байна.

IV. ДҮГНЭЛТ

1. Ус цэвэршүүлэх эсрэг осмосын системд үндсэн параметруудийг тохируулах асуудалд олон хувьсагчтай салаалсан удирдлагын системийг хэрэглэх нь тохиромжтой байна.
2. Салаалсан удирдлагын системийг жишиг эсрэг осмосын системд тулгуурлан судалсан.
3. Олон хэмжээст объектод салаалсан удирдлагын системийг хэрэглэх нь олон хувьсагчаас хамаарах үр дүнгилүү оновчтой тодорхойлж байна.

Ашигласан материал

1. C. Riverol, V. Pilipovik, “Mathematical Modeling of Perfect Decoupled Control System and Its Application: A Reverse Osmosis Desalination Industrial-Scale Unit”, *Journal of Automated Methods & Management in Chemistry*, 2005, no. 2, 50–54, Hindawi Publishing Corporation.
2. Pontus Nordfeldt, “Licentiate thesis”, Department of Automatic Control Lund Institute of Technology, Box 118, SE-221 00 Lund Sweden, 2005.
3. Adrian Gambier, *Senior Member, IEEE*, “Control of a Reverse Osmosis Plant by Using a Robust PID Design Based on Multi-objective Optimization”, 2011 50th IEEE Conference on Decision and Control and European Control Conference (CDC-ECC) Orlando, FL, USA, December 12-15, 2011.

4. Sayan Saha, Saptarshi Das, Anindya Pakhira, Sumit Mukherjee, and Indranil Pan, “Comparative Studies on Decentralized Multiloop PID Controller Design Using Evolutionary Algorithms”, 2013, ISSN: 2333-9721.
5. K.Chithra, Dr.Andy Srinivasan, V.Vijayalakshmi, A.Asuntha, “PID Controller Tuning in Reverse Osmosis System based on Particle Swarm Optimization”, *Volume 3 Issue III, March 2015 IC Value: 13.98 ISSN: 2321-9653*.
6. Darryll Randy Bachoo, Musti K.S. Sastry, “Tensor Product Model for a Reverse Osmosis System”, 978-1-5090-2532-9/16/\$31.00, 2016 IEEE.

35/10 КВ-ЫН ДЭД СТАНЦЫН ГҮНИЙ ГАЗАРДУУЛГЫН ТООЦОО-ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Б.Уянга*, Ж.Намдагсамба*

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

Хураангуй. Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн газардуулга нь тэнд ажиллаж буй хүмүүсийн аюулгүй ажиллагааг хангах, тоног төхөөрөмжийн хамгаалалтыг найдвартай ажиллуулах, электрон төхөөрөмжүүдийн цахилгаан болон соронзон нийцлийг хэвийн хэмжээнд барих маш чухал үүрэгтэй байдаг. Ийм учраас олон улсын практикт хэрэглэдэг гүний газардуулгын системийг Монгол орны нөхцөлд туршсан үр дүнг энэ өгүүлэлд үзүүлсэн болно.

Судалгааны ажлын зорилго

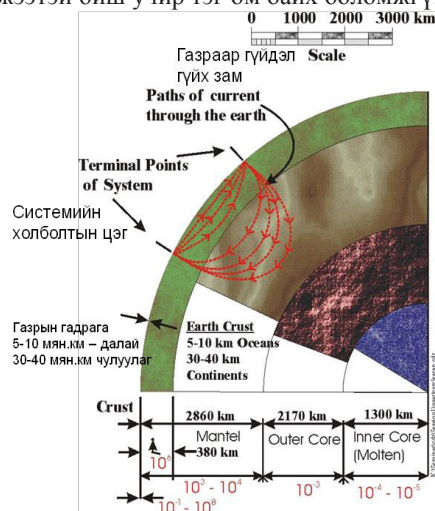
Гүний газардуулгын хөрсний эсэргүүцлийг хэмжиж, түүнд тохирсон газардуулгын иж бүрдлийг сонгож, олон улсын практикт хэрэглэж буй онол-туршилт-программ хангамж ашиглан газардуулгын системийн нэг маягийн зураг төслийг боловсруулан ашиглалтын практикт нэвтрүүлэх зорилготой юм.

Судалгааны ажлын зорилт

- Гүний хөрсний эсэргүүцлийн хэмжилтийн судалгаа хийх
- Гүний газардуулгын системийн тооцооны аргачлалыг судлах
- Гүний газардуулгын иж бүрдлийг судлах
- Гүний газардуулгын угсралтын нэг маягийн зураг төсөл боловсруулах

Онолын хэсэг

Газар бол дамжуулагч юм. Газрын эсэргүүцэл ер нь тэг ом байна. Газардуулгын хүрээ нь газартай цахилгаан холбоо үүсгэдэг. Газардуулгын хүрээний хэмжээ нь газартай холбоотой боловч түүнтэй ижил том хэмжээтэй биш учир тэг ом байх боломжгүй юм.



Зураг-1. Дэлхийн газрын хөрсний эсэргүүцэл

Газар нь нэг талаас хамгийн сайн дамжуулагч болдог. Газрын эсэргүүцэл ер нь тэг ом байдаг. Учир нь:

- Тэр маш их хэмжээний хөндлөн огтлолтой
- Түүний цөм нь өндөр дамжуулах чанартай хайлмаг шингэн метал байдаг
- Газрын гадрагын өнгөн давхарга нь өөр өөр эсэргүүцэл бүхий олон төрлийн хөрс шорооноос бүрддэг.

Хөрсний хувийн эсэргүүцэлд нөлөөлөх хүчин зүйлс:

- Бүтэц (Шавар, Элс, Хад чулуу...)
- Чийгшил
- Температур*
- Эрдэс бодис (давс) холимог * Хөрс хөлдөхөд Шаварлаг 30, элсэрхэг 10 дахин хувийн эсэргүүцэл нь өсдөг

Хөрсний хувийн эсэргүүцэл металаас арай бага дамжуулах чадвартай ба зэс болон хөнгөн цагаантай харьцуулбал:

- Зэс 1.6×10^{-8} Ом м
- Хөнгөн цагаан 2.5×10^{-8} Ом м
- хөрсний хувийн эсэргүүцэл хэмждэг орчин үеийн программ хангамжтай Syscal R1 Plus маягийн багажний техникийн үзүүлэлтүүд:

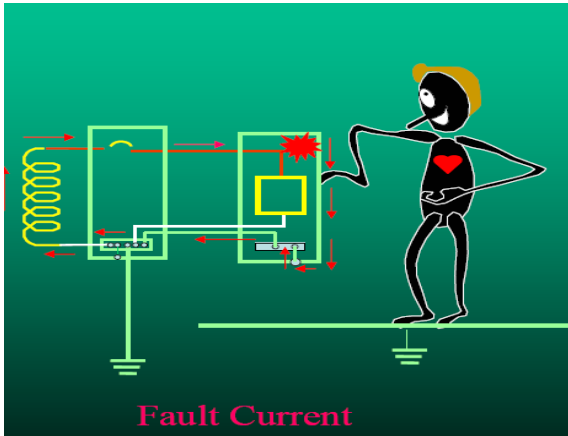
- Зөөврийн багаж
- 200 Вт
- 600 В (Тогтмол)
- 2,5 А

Энэ багажийн ашиглан тодорхой цэгүүдэд хөрсний хувийн эсэргүүцлийг хэмжсэн болно.

Цахилгаан тоног төхөөрөмжинд найдвартай газардуулга хийх үндсэн шаардлага нь

Хүний аюулгүй байдал

- Тоног төхөөрөмжийн гэмтлээс үүдэн төхөөрөмжийн гадаргуугаар гүйх гүйдлийг хүнд аюулгүйгээр газардуулах бага эсэргүүцэлтэй замыг үүсгэх.
- Гэмтсэн тоног төхөөрөмжид ойр буй хүнд аюул учруулахгүй байх.
- Тоног төхөөрөмж дээр аюултай хүчдэл үүсгэхгүй байх.



- Хамгаалалтын төхөөрөмжүүдийн зөв ажиллагаа
- Хамгаалалтын төхөөрөмжүүд гэмтлийг зөв тодорхойлж хамгаалах
- Тоног төхөөрөмжийн хэвийн ажиллагааг хангах

2. Цахилгааны аюулгүй ажиллагаа

- Гүйдэл (хүчдэл биш) амь насанд аюултай .
- Хүний биеээр гүйх гүйдэл ба биеийн жингийн хамаарал нь дараах томъёогоор илэрхийлэгдэнэ:

$$I_B = \frac{K}{\sqrt{t_s}}$$

Үүнд:

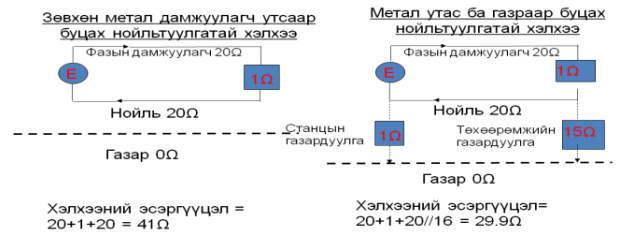
- I_B = Биеэр гүйх хүлцэх гүйдэл (мА)
- t_s = Цохилтын хугацаа сек
- k = Тогтмол (50кг-д 116 байна.)

Газардуулгыг сайн хийх нь маш чухал юм. Үүний тулд газардуулгын иж бүрдлийг холболтуудыг шилжилтийн эсэргүүцлүүд маш бага байхаар холбож өгөх нь зүйтэй юм.

Дараах зурагт Экзотермик холбогчийн тусламжтайгаар холболтыг маш сайн хийж байна.



Газардуулсан системийн нөлөөлөл

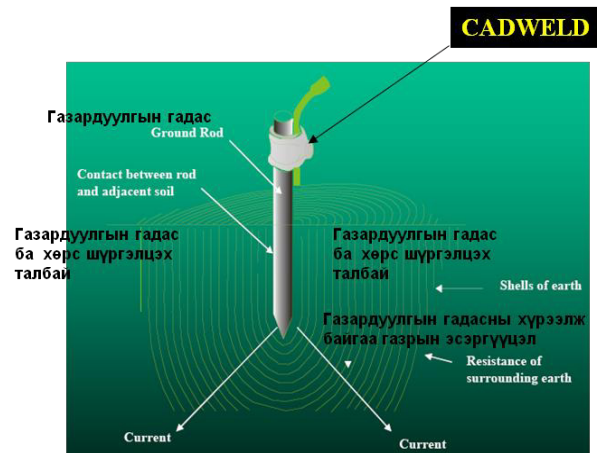


Газардуулгын эсэргүүцлийг тодорхойлдог хүчин зүйлс

- Газардуулгын гадасны эсэргүүцэл – Газардуулгын гадсаар дамжин газраар гүйх гүйдэл үзүүлэх эсэргүүцэл юм.



- Газардуулгын байгууламжийн эсэргүүцлийн хэмжилт нь үндсэн 3-н бүрэлдэхүүнтэй
 - Газардуулгын сүлжээний эсэргүүцэл (ган/зэс маш бага)
 - Газрын хөрстэй шүргэлцэх хэсгийн контактын эсэргүүцэл (ихэвчлэн маш бага)
 - Хөрсний эсэргүүцэл (янз бүр)
 Эдгээр 3-н бүрэлдэхүүн нь цуваа ба 3 дахь нь маш чухал бүрэлдэхүүн юм.



Цахилгааны аюулгүй байдал

- Газардуулагдсан бүхий л объектуудад хүрэхэд аюулгүй гэж хүмүүс боддог.

- Энэ төөрөгдөл нь станцын газардуулга хангалттай сайн хийгдээгүйгээс болж осолд хүргэдэг байж болзошгүй.
- Газардуулгын системийн эсэргүүцэл ба хүний бие хүрэх цохилтын гүйдлийн хооронд ямар ч энгийн хамаарал байхгүй.
- Бага газардуулгын эсэргүүцэлтэй дэд станц эсрэгээрээ аюултай байж болно.
- Юу осолд хүргэж болох вэ?
 - Богино залгааны цэг дэх богино залгааны харьцангуй их гүйдэл.
 - Газардуулгын их эсэргүүцэл ба гүйдлээс шалтгаалах их потенциал.
 - Хүн өөрөө өндөр потенциалын зөрүүтэй нөхцөл орох.
 - Газардуулгын контактын эсэргүүцэл муудах.
 - Ослын үргэлжлэх хугацаа.

Хужирбулан 35/10 кВ-ийн дэд станцын хөрсний эсэргүүцлийн хэмжилтийн үр дүнг үзүүлэв.

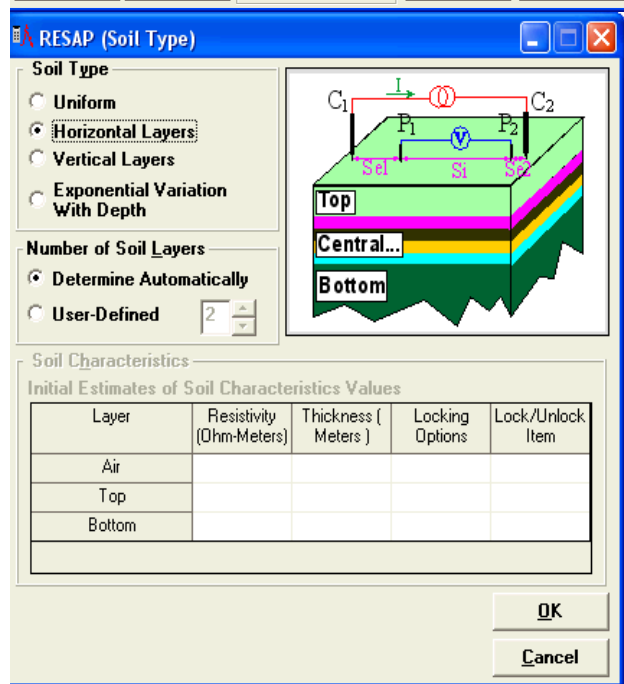
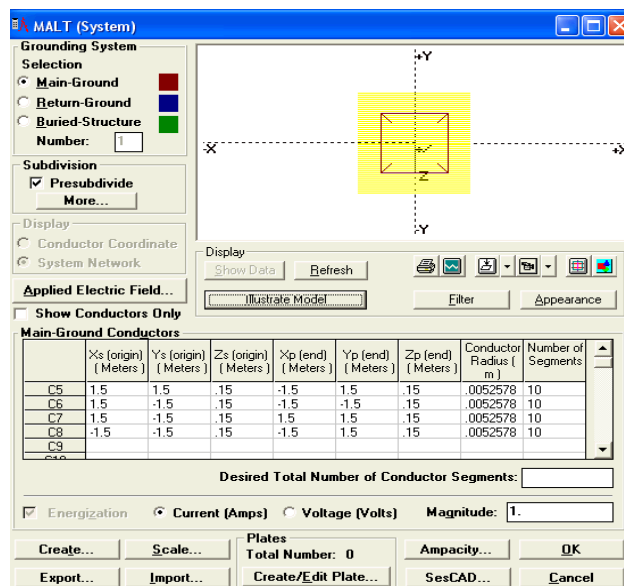
ХУЖИРБУЛАН ДЭД СТАНЦЫН ХӨРСНИЙ ЭСЭРГҮҮЦЛИЙН ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮН

урд-хойт	2014.11.20		
хөрсний гүн, м	хөрсний эсэргүүцэл, кОм.м	хөрсний эсэргүүцэл, кОм.м	хөрсний эсэргүүцэл, Ом.м
3	58.67	59.14	<u>1971.33</u>
	59.06		
	59.69		
6	49	49.11	<u>1636.89</u>
	49.32		
	49		
9	60.63	61.05	<u>2034.89</u>
	60.94		
	61.57		
10	30.47	30.57	<u>1019.11</u>
	30.78		
	30.47		
15	25.13	25.86	<u>862.00</u>
	26.07		
	26.38		
	AVERGE		1504.84
	MIN		862.00
	MAX		2034.89

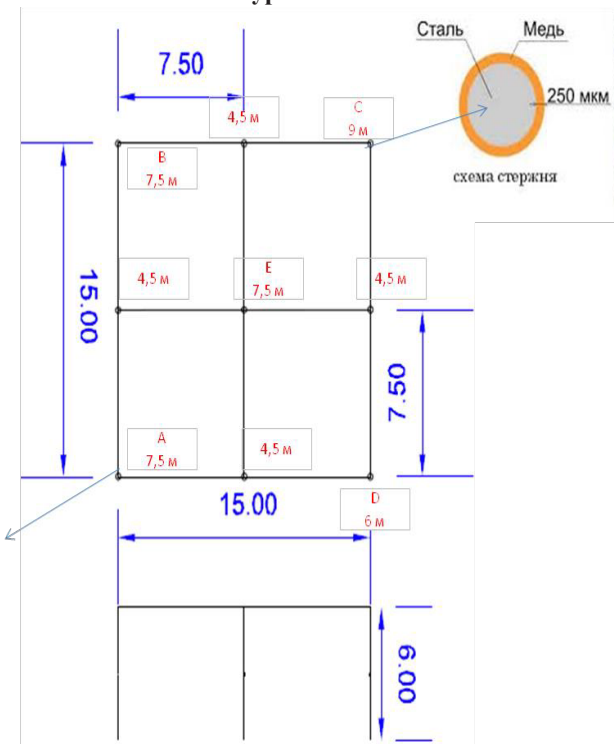
ХУЖИРБУЛАН ДЭД СТАНЦЫН ХӨРСНИЙ ЭСЭРГҮҮЦЛИЙН ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮН

БАРУУН-ЗҮҮН	2014.11.20		
хөрсний гүн, м	хөрсний эсэргүүцэл, кОм.м	хөрсний эсэргүүцэл, кОм.м	хөрсний эсэргүүцэл, Ом.м
3	34.55	36.54	<u>1218.11</u>
	37.07		
	38.01		
6	31.73	32.67	<u>1089.00</u>
	32.98		
	33.3		
9	155.1	157.03	<u>5234.44</u>
	157.7		
	158.3		
10	39.26	38.95	<u>1298.33</u>
	38.64		
	38.95		
15	176.2	175.03	<u>5834.44</u>
	174		
	174.9		
	AVERGE		2934.87
	MIN		1089.00
	MAX		5834.44

Газардуулгын загвар боловсруулсан программ хангамж



**Хужирбулан дэд станцын газардуулгын нэг маягийн
зураг төсөл**



- Хамгийн их Газардуулгын Потенциалын Өсөлтийг энэ гадсанд дараах байдлаар тооцов.

$$R_{\text{хүрээ}} (\text{Өвөл}) = 3.12 \text{ Ом}, I_{\text{Газ}} = 30 \text{ А}, GPR = I * R_{\text{хүрээ}},$$
$$GPR = (3.12) * (30)$$

$$GPR = 90.36 \text{ В}$$

Судалгааны ажлын үр дүн

- Гүний хөрсний эсэргүүцлийн хэмжилт тооцооны анхдагч өгөгдлүүдийг зөв тодорхойлсон
- Газардуулах байгууламжийн загварыг боловсруулж, угсралтын зураг төслийг боловсруулсан
- Зөвшөөрөгдөх хүрэх, алхамын хүчдэл болон газардлагын потенциалар газардуулгын найдвартай ажиллагааг шалгасан

Газардуулганд ган голтой зэс бүрхүүлтэй электродын систем иж бүрдүүлүүдийг ашиглана.

ДҮГНЭЛТ

Хөрсний эсэргүүцлийн хэмжилтийн үр дүнгээр гүний газардуулагчийн уртыг тодорхойлж, газардуулах байгууламжийн хүрээний нэг маягийн зураг төслийг боловсруулсан. Эндээс дүгнэхэд хөрсний эсэргүүцлийн утгаас хамааран газардуулагчийн урт, газардуулах байгууламжийн хүрээний урт өөр өөр байх нь тодорхой байна.

Газардуулах байгууламжинд орчин үед ашиглаж буй ган голтой зэс бүрхүүлтэй электродын систем иж бүрдлүүдийг цаашид ашиглах нь зүйтэй. Энэ нь богино залгаа болон аяндын гүйдлийн үед дамжуулах чадвар сайтай байхаас гадна, газардуулах байгууламжийн

насжилт төмөр электродын системтэй харьцуулахад олон жилийн насжилттай байна.

Гүний газардуулгын системийг ашигласнаар ашиглалтын практикт дараах давуу талууд бий болж байна. Үүнд:

Тоног төхөөрөмжийн гэмтлээс үүдэн төхөөрөмжийн гадаргуугаар гүйх гүйдлийг хүнд аюулгүйгээр газардуулах бага эсэргүүцэлтэй замыг найдвартай үүсгэх боломж бүрдэнэ.

Гэмтсэн тоног төхөөрөмжид ойр буй хүнд аюул учруулахгүй.

Тоног төхөөрөмж дээр аюултай хүчдэл үүсгэхгүй

Хамгаалалтын төхөөрөмжүүдийн зөв найдвартай ажиллана.

Хамгаалалтын төхөөрөмжүүд гэмтлийг зөв тодорхойлж, хамгаалах таслалт найдвартай ажиллана

Тоног төхөөрөмжийн хэвийн ажиллагаа бүрэн хангагдана.

НОМ ЗҮЙ

1. Ж.Намдагсамба “Цахилгаан тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагаа” 2013 он сурах бичиг.
2. Ж.Намдагсамба “Буцах газардуулагатай нэг фазын системийн ашиглалт, аюулгүй ажиллагаа” 2014 ашиглалтын заавар.
3. Эрчим хүч инженеринг сэтгүүл 2013-5 /111/

ГЭРИЙН ЗУУХНЫ ТУРШИЛТЫН ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС

Б.Батсүх-Очир*, Ж.Цэен-Ойдов*

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

Хураангуй. Агаарын бохирдлын үндсэн эх үүсвэр нь гэрийн зуух юм. Гэрийн зуухны шаталтаас ялгарч буй тоосонцор $PM_{2.5}$, нүүрсөрөгчийн дутуу ислүүд нь агаарыг бохирдуулж байна. Турк, Хятад, Монгол зуухнуудыг лабораторын туршилтын зарим үр дүнг энд авч үзье.

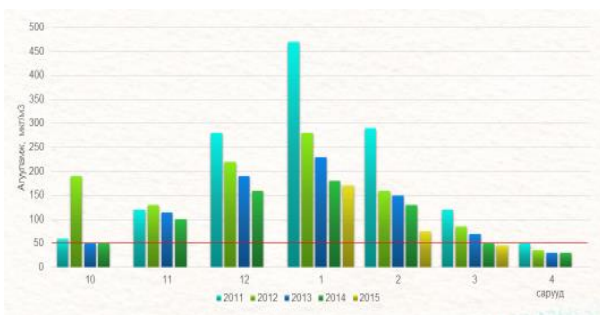
Түлхүүр үг: Гэрийн зуух; тоосонцор $PM_{2.5}$; утааны хийн найрлага; нүүрсөрөгчийн дутуу ислэл.

I. ОРШИЛ

Улаанбаатар хотын агаар түлшний шаталтаас ялгарах бүтээгдэхүүнээр бохирдоход дараах утаа гаргадаг эх үүсвэрүүд нөлөө үзүүлж байна. Агаарын бохирдлын гол эх үүсвэрт гэр хорооллын 197094 айл өрхийн хэрэглэж буй хатуу түлшээр ажилладаг гэрийн зуух (50%), 321159 авто тээврийн хэрэгсэл (20%) [1], төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд холбогдоогүй нийгэм ахуйн болон орон сууцны барилгыг халаадаг 1400 орчим бага болон дунд оврын халаалтын зуух (10%) хамаарагдаж байна [2]. Эдгээрт жилдээ 5706.7 орчим тонн түүхий нүүрс, 240 мянга гаруй куб метр мод, 90000 мянган тонн 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 [2].

Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын үндсэн эх үүсвэр нь 100 кВт-аас бага хүчин чадалтай 136000 зууханд нийт 672,9 мянган тонн түүхий нүүрс, мод, 5117 тонн боловсруулсан түлш, 100 кВт-аас их хүчин чадалтай усан халаалтын 255 зуух нь 4354 мянган тонн түүхий нүүрс хэрэглэсэн байна. Нийт 677270 тонн орчим нүүрс хэрэглэж. Өдөрт дунджаар 12 тонн тоосонцор яндангаар хаягддаг байна.



Улаанбаатар хотын агаар дахь нарийн ширхэгт тоосонцор ($PM_{2.5}$)-ын сарын дундаж хэмжээ (2011-2015 онуудад сараар)



Агаарын чанарын хоногийн дундаж үзүүлэлтийг 2017 оны 1-р сарын байдлаар харуулвал (агаарын чанарын албаны мэдээгээр):

Иймд агаар бохирдуулагч гол эх үүсвэр болох гэрийн зуухны бохирдуулагчийн талаар энэ судалгааны ажилдаа авч үзье.

II. ГЭРИЙН ЗУУХНЫ ТУРШИЛТ

2013 оноос 2016 онд зуухны туршилт хийсэн. Үүнд: “Бурханы гал” ХХК-ийн Дулаан зуух, “Эм Си Жи Би” ХХК-ийн Тулга зуух, “Эм Си Жи Би” ХХК-ийн Сабах зуух, “Роял Өүшн” ХХК-ийн Голомт зуух, “Хан баян” ХХК-ийн Номин зуух, “Сэлэнгэ констракшн” ХХК-ийн Хас зуух, Дугуй зуух, “Экоресурс” ХХК-ийн Нүүдэлчин-1, Нүүдэлчин-2, Нүүдэлчин-3, Нүүдэлчин-4, Нүүдэлчин- зуух, “Сүлжээ” ХХК-ийн Оч-2 зуух, “Том хорол” ХХК-ийн ТХ-1, Чин-1, ХЗ-14 зуух, “Их тэнгэрийн хүч” ХХК-ийн Векас-801, Векас-137, Векас-903, Векас-310 зуух, “Арвайн Илч” ХХК-ийн YS-3303, YS-3001, YS-2002 зуухнуудад туршилт хийж гүйцэтгэсэн болно.

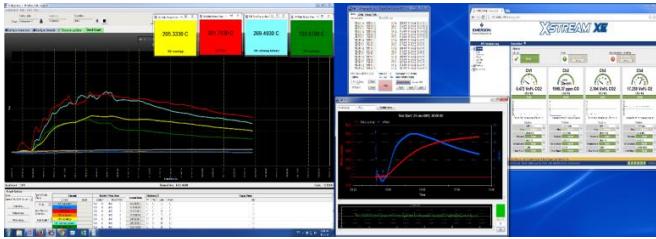
Гэрийн зуухны туршилтаар:

- Зуухны дулааны ашигт үйлийн коэффициент
- Түлшний зарцуулалт
- Түлшний химийн дутуу шаталт
- Утааны хий дэх тоосонцорын хэмжээ
- Утааны хий дэх бохирдуулагч нэгдлүүд
- Түлшний ноцолт, шаталтын хугацаа

Зуухны галын хотол, хүхээг, ширэм, утааны хий, гадна дотор агаар зэрэг 7 цэгийн температурыг тодорхойлно.



Зураг 1. Зуухыг туршихаар байршуулсан байдал



Зураг 2. Зуухны туршилтын үеийн хэмжилтийн харагдах байдал

2-р зурагт эхний хар дэвсгэр дээр туршилтын үеийн температурын хэмжилтийн термографийг харуулсан ба дараагийн зургуудад утааны хийн найрлага, чийглэг, түлшний шаталтын жингүүдийн утгууд харуулав.

2.1. Туршилтанд ашигласан хэмжих хэрэгслүүд:

Температурын хэмжилт. Температурын хэмжилтэнд 1-1000 секундын интервалтай хэмжих, бичих чадвартай “Agilent 34972A” маягийн 20-120 сувагтай 8 төрлийн параметр (термопар, эсэргүүцлийн термометр, термистораар температурыг, тогтмол ба хувьсах гүйдэл, хүчдэл, эсэргүүцэл, давтамж) хэмжих зориулалттай багажийг ашиглаж байна.



Зураг 4. Температур хэмжигч Agilent datalogger 34972a.

Суурин хийн шинжилгээний хэмжүүр. X-Stream XEGR маягийн хийн шинжлүүр нь 0-50 °C орчинд ажиллах боломжтой 8 холболтоор 2000 мл/мин зарцуулалттай, 0-1000 ppm орчим хязгаарт 60 гаруй төрлийн хийг шинжлэн бүртгэх чадвартай хэт улаан, ягаан, үзэгдэх гэрлийн спектрофотометр, парамагнет, цахилгаан химийн, дулаан дамжуулалт, чийгшлийн мэдрэгч зэрэг аргаар тасралтгүй явцыг хэмжиж шинжилгээ хийдэг багаж юм.



Зураг 5. Хийн шинжлүүр X-stream

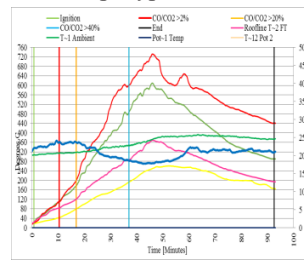
Утааны хийн тоосонцорын хэмжүүр: Утааны хий дэх тоосонцорын агууламжийг TSIDustTrak 8533 маягийн хэмжүүр нь жин ба ширхэгийн хэмжээг оптик аргаар хэмжих хос хэмжилттэй утаан дахь PM1, 2.5, 10 ба нийт тоосонцорыг 6-40 дахин өсгөж хэмжих боломжтой шингэрүүлэгчээр 0.001-400 мг/м³ концентрацыг тасралтгүй бичиж хадгалдаг.



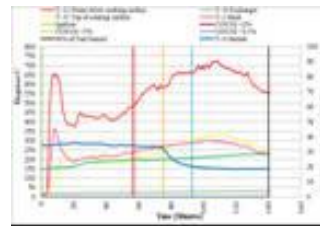
Зураг 6. Тоосонцор хэмжигч TSIDustTrak

2.2 ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Уламжлалт, хятад, турк, сайжруулсан зуухнуудын температур болон тоосонцорын харьцуулалт.

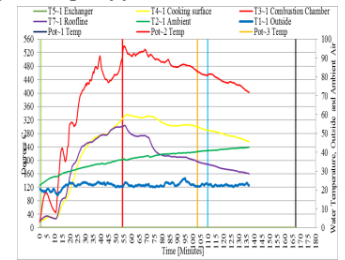


Уламжлалт зуух

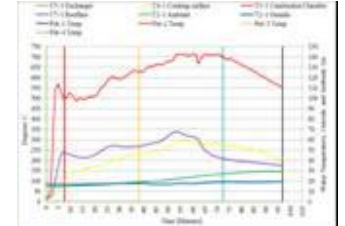


Өлзий зуух

Зураг 7. Туршилтын үеийн температурын өөрчлөлт

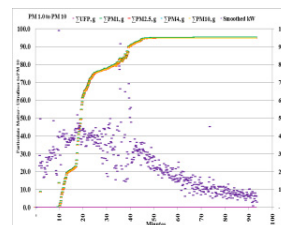


Мини дөл зуух

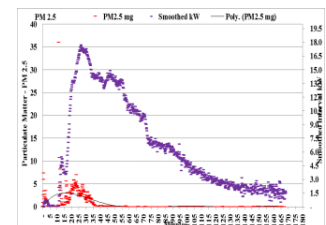


ЗХТ-1 зуух

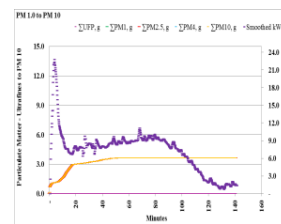
Модны асалтаас нүүрсний асалт жигдрэх үеийн хугацаа уламжлалт зуухны хувьд удаашралтай нүүрсний дутуу шаталт ихтэй. Бусад зуухны хувьд модны шаталт дууссаны дараагаар нүүрсэнд шилжих хугацаа бага байна. Мөн температурын уналт бага 400°C градусаас доош унахгүй байна. Нийт түлшний зарцуулалт асалтын хугацаа уламжлалт зуухнаас урт хугацаанд шатаж байна.



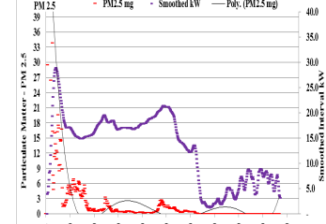
Уламжлалт зуух



Мини дөл зуух



Өлзий зуух



ЗХТ-1 зуух

Зураг 8. Туршилтын үеийн тоосонцорын өөрчлөлт

Уламжлалт зуухны галлах явцад тоосонцорын ялгаралт ихсэж шаталтын явцад хамгийн их бөгөөд бараг тогтвортой байна. Бусад зуухны хувьд асалтын эхэн үе буюу модны шаталтаас нүүрсний бүрэн шаталтруу орны дараагаар тоосонцорын ялгаралт буурч байгаа нь харагдаж байна.

Зуухны туршилтын лабораторт 2013 оноос 2016 онуудад туршигдсан зуухнуудаас жишээ болгон авч туршилтын үр дүнг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Хүснэгт 1

Гэрийн зуухнуудын туршилтын үр дүн

№	Зуухны загвар	АҮК, %	PM 2.5 мг/МДж	СО г/МДж	Дулааны чадал кВт
183	Уламжлалт	76.25	1,124.80	13.96	13.72
180	Өлзий	76.1	64	3.69	7.27
291	Голомт	76	54.6	3.4	6.6
292	Оч-2	73.6	24.6	4.5	4.9
294	Хас	77	1470.8	13.1	2.9
295	Векас-107	66.4	231.1	5.9	3.9
334	Векас-801	75.5	295.4	3.3	4.3
297	ТХ-1	64.9	52.2	17.7	3.2
333	Чин-1	72.7	64.2	4.3	6.3
307	Нүүдэлчин-2	69.8	188.5	2.7	2.7
308	Мини дөл	74.3	7.3	3.9	3.5
309	Тулга	69.4	212.4	15.6	3.5
310	МД30К	73.1	4326	19.9	2.5
312	Векас-310	78.7	5683.3	9.8	5.1
313	Нүүдэлчин-5	75.6	622.1	9.1	7.1
314	Нүүдэлчин-4	79	782.7	6.8	8.6
315	Нүүдэлчин-3	75.9	2543.2	16.8	11.9
320	Векас-903	75.7	97.5	2.8	8.7
335	Дугуй өлзий	79	266.5	6.5	4.7
328	Номин	85.6	29.7	2.7	6
330	Дулаан	65.8	413	11.6	4.3
461	ЗХТ-1	77.3	27.1	2.1	10.0

ДҮГНЭЛТ

1. Туршилтын үр дүнгээс харахад Өлзий, голомт, Оч-2, ТХ-1, Чин-1, Мини дөл, Номин, ЗХТ-1 зэрэг зуухны түлшний шаталтаас үүсч утаатай хаягдах тоосонцорын

(PM2.5) агууламж төслийн шалгуур үзүүлэлтийн (70 мг/МДж) шаардлагыг хангаж, бусад зуухных хангахгүй байна.

2. Туршилтын явцад уламжлалт, Хас, ТХ-1, Тулга, МД30К, Нүүдэлчин-3, Дулаан зэрэг зуухны түлшний шаталтаас үүсч утаатай хаягдах нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн агууламж төслийн шалгуур үзүүлэлтийн (7 г/МДж) шаардлагыг хангахгүй, бусад зуухных хангаж байна

3. Уламжлалт зуухтай харьцуулахад өлзий, жижиг дөл, векас-107, ЗХТ-1, Чин-1 зуухнуудыг багануурын нүүрсээр галлахад тоосонцор 93.9-99.7%, үндэсний стандартаас 98.6 - 80.5% тус тус бага, жижиг дөл, векас-107, өлзий зуухнуудын дулааны АҮК 0.15-10.02 %-иар бага байна.

4. Иймд үндэсний үйлдвэрлэгчдийн зуухны хийцийг сайжруулан боловсргуй болгож түлшний шаталтаас үүсч утаатай хаягдах тоосонцор болон нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн хэмжээг бууруулж төслийн шалгуур үзүүлэлт болон үндэсний стандартын шаардлага хангах нөхцлийг бүрдүүлэх шаардлагатай байна.

НОМ ЗҮЙ

1. Зуух туршилтын лабораторын тайлангууд 2013, 2014, 2015, 2016 он
2. Одонхишиг Б. Барилгын халаалтанд ашиглах хувьсах эх үүсгүүртэй хоршин ажиллах дулааны аккумуляторын судалгаа. 2015 он.
3. Агаарын чанарын албаны мэдээ <http://www.agaar.mn>

ДЦС-3 ТӨХК-НЫ ДОТООД ХЭРЭГЦЭЭНИЙ БАЙГУУЛАМЖИЙН СХЕМИЙН ӨӨРЧЛӨЛТИЙН ТООЦОО

Л.Булгантамир*, Э.Цэвээндорж*, Д.Чимэдсүрэн*

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

Хураангуй: Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн системийн үр ашгийг дээшлүүлэх төслийн хүрээнд хэрэглэгчдийг өөрийн сүлжээний ашиглалтыг бие даан явуулах нөхцөл бололцоог бүрдүүлэх, сүлжээний усны алдагдлыг хянах зорилгоор ДЦС-ын дулааны дотоод хэрэгцээг хотын дулаан хангамжийн системээс тусгаарлан үл хамаарах схемээр ажиллах дулааны тооцоог хийж гүйцэтгэлээ.

Түлхүүр үг: Дулаан хангамж, даралтын өөрчлөлт.

I. Онолын үндэс

Дулаанжуулалтын системүүдээс хамгийн том нь Улаанбаатар хотынх юм. 1998 оны байдлаар ТЭХС-ийн цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн 88 хувь, дулаан эрчим хүч түгээлтийн 78 хувь Улаанбаатар хотын системд ногдож байна.

Дулааны цахилгаан станц нь цахилгаан энергийн зэрэгцээ үйлдвэрлэсэн дулааныхаа нэг хэсгийг өөрийн

дотоод хэрэгцээнд зарцуулдаг. Станцын дулааны үндсэн хэрэглэгч нь:

1. Тэжээлийн усны болон тосны турбинт насосууд болон мазут шахах поршент насос.
2. Турбины конденсаторын, үндсэн конденсатын ба сүлжээний нэмэлт усны вакуум деаэраторын уурын эжекторууд.
3. Зуухны халах гадаргууг цэвэрлэх уурын үлээлгэ.
4. Мазутын аж ахуй.
5. Агаар халаах калорифер.
6. Станцын үндсэн ба туслах барилга байгууламжийн дулаацуулга.

Станцын дотоод хэрэгцээний байгууламжийн бойлорт үйлдвэрийн 8-13ата-тай уур ашигладаг байсныг дулаацуулгын 1,2ата уур ашиглах тооцоо судалгаа хийж гүйцэтгэсэн.

Азийн хөгжлийн банкны санхүүжилтээр хэрэгжсэн Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн системийн үр

Хүснэгт-2

Үзүүлэлт	Нэгж	2014	2015	2014	2015	Дундаж	
		5-рсар		9-рсар		5 сар	9 сар
G_{cb}	т/ц	259	295	260	256	277	258
t_1	$^{\circ}C$	60	60	60	50	60	55
t_2	$^{\circ}C$	66.5	67	65.6	55	66.7	60.3
Δt	$^{\circ}C$	6.5	7	5.6	5	6.7	5.3
P_{τ}	кгс/см ²	0.7	0.66	1.1	0.72	0.68	0.91
$D_{уур}$	т/ц	3.8	4.7	3.3	2.9	4.3	3.1

ашгийг дээшлүүлэх төслийн хүрээнд хэрэглэгчдийг өөрийн сүлжээний ашиглалтыг бие даан явуулах нөхцөл бололцоог бүрдүүлэх, сүлжээний усны алдагдлыг хянах зорилгоор ДЦС-ын дулааны дотоод хэрэгцээг хотын дулаан хангамжийн системээс тусгаарлан ДЦС бүр дээр үл хамаарах схемээр ажиллах дотоод хэрэгцээний халаалтын станцыг шинээр барьж ашиглалтанд 2003 онд оруулсан. ДЦС-3 ТӨХК-ны дунд даралтын хэсэг нь халаалтын улирал дуусахад зогсдог тул дулаанжуулагын өглөгийн ачаалал багасдаг тул энэ үед станцын дотоод хэрэгцээний дулааныг үйлдвэрийн өглөгийн уураар бус дулаанжуулалтын уураар хангах схемийн өөрчлөлтийн тооцоог хийлээ.

Дотоод хэрэгцээний халаалтын станцын тоноглолын тухай:

1. Уур усны ган хоолойтой босоо байрлалтай халаагуур-3ш
 Хэв маяг JP620
 Халах гадаргуу 615м²
 Хоолойн диаметр Ø19*2мм
 Хоолойн тоо 1586ш
 Халаах уурын даралт 8-13ата
 Халаах уурын температур 300⁰C
 Халаагдах усны даралт 12ата
 Халаах усны температур 70-120⁰C

2. Эргэлтийн усны насос-3ш
 Хэв маяг IFV125TL
 Зарцуулалт 400м³/ц
 Эргэлтийн тоо 2981эрг/мин

3. Конденсат насос-3ш
 Хэв маяг CR64-4-2
 Зарцуулалт 64м³/ц
 Эргэлтийн тоо 2940эрг/мин

4. Нэмэлт усны насос-3ш
 Хэв маяг CR8-100
 Зарцуулалт 9.5м³/ц
 Эргэлтийн тоо 2900эрг/мин

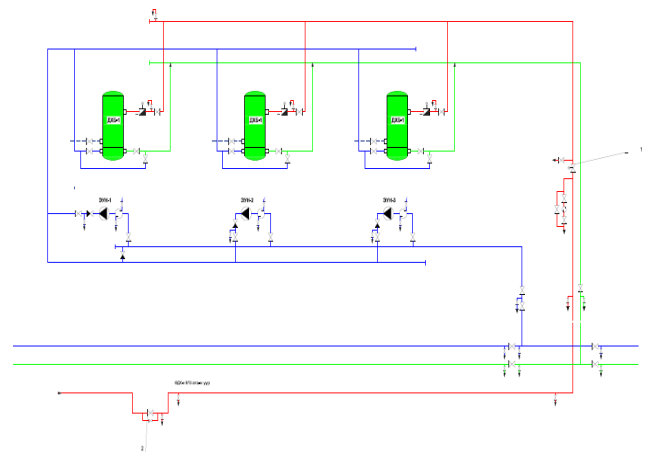
13ата уураар халаагдаж байх үеийн параметрын судалгааг сүүлийн 2 жилээр харуулав.

Хүснэгт-1

Үзүүлэлт	Нэгж	2014	2015	2014	2015	Дундаж	
		5-рсар		9-рсар		5 сар	9 сар
G_{cb}	т/ц	259	295	260	256	277	258
t_1	$^{\circ}C$	60	60	60	50	60	55
t_2	$^{\circ}C$	66.5	67	65.6	55	66.7	60.3
Δt	$^{\circ}C$	6.5	7	5.6	5	6.7	5.3
P_{τ}	кгс/с м ²	0.7	0.66	1.1	0.72	0.68	0.91
$D_{уур}$	т/ц	3.8	4.7	3.3	2.9	4.3	3.1

1.2ата уураар халаагдаж байх үеийн параметрын судалгааг сүүлийн 2 жилээр харуулав.

ДХХС-Н УУР, УС, КОНДЕНСАТЫН СХЕМ



Зураг 1

Үйлдвэрийн өглөгөөс дотоод хэрэгцээний бойлерт өгөх уурын зарцуулалт:

$$D_{уур} = \frac{G_{cb} \times \Delta t}{h' - h''}$$

G_{cb} - сүлжээний усны зарцуулалт т/ц

Δt – усны орох гарах температурын зөрүү⁰C

h' - уурын энтальпи ккал/кг

h'' - конденсатын энтальпи ккал/кг

Дулаацуулгын өглөгөөр халаагдаж байх үеийн судалгаа:

Тооцооны хэсэг дээрхи уурын даралтын уналтыг ойролцоогоор олбол:

$$P_i = R_{и} \times L_i = \frac{\Delta P}{\sum L_i (1 + \alpha_{и})} = \frac{0.9}{10(1 + 0.47)}$$

$R_{и}$ – даралтын хувийн шугаман уналт

$\alpha_{и}$ – байрны даралт алдагдлын дундаж коэф

Шугамын алдагдлыг олбол:

$$R_{и} = \frac{P_n - P_k}{\sum L(1 + \alpha_m)} = \frac{1.2 - 0.3}{10(1 + 0.47)} = 0.06 \text{ Па/м}$$

P_n, P_k - уурын шугмын эхлэл ба төгсгөл дээрхи даралт

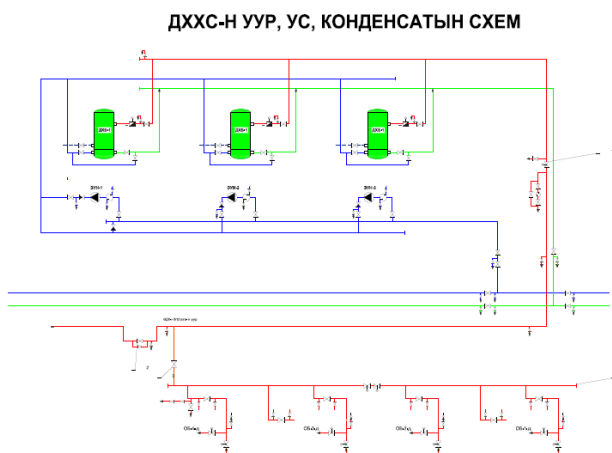
$$\alpha_{и} = \frac{\sum \alpha_i \times L_i}{\sum L_i} = \frac{1.58 \times 3}{10} = 0.47$$

L_i - уурын шугамын хэсгийн урт м α_i - уурын шугамын хэсэг дэх байрны даралтын алдагдлын коэф

$$\alpha_i = z \times \sqrt{G_i} = 0.1 \times \sqrt{250} = 1.58$$

G_i - тухайн хэсгийн уурын зарцуулалт т/ц
 $z = 0.05 \dots 0.1$

Дотоод хэрэгцээний халаалтыг дулаанжуулалтын өглөгөөр өгөх тохиолдолд схемд дараах өөрчлөлт орно.



Зураг 2. Дотоод хэрэгцээний уурын ерөнхий хаалтын дараа 1.2ата уурын коллектороос шинээр холбох шинэчилсэн схем

ДҮГНЭЛТ

Дунд даралтын станц нь хавар намрын улиралд сүлжээний тоноглол залгаагүй байдаг тул 1,2 ата-гын уурын хэрэглээ бага байдаг. Үүний улмаас турбогенераторын вакуум барилтад муугаар нөлөөлж станцын ТЭЗҮ-д сөргөөр нөлөөлөх гол шалтгаан болдог. Иймд 1,2-ата-гын уурыг дотоод хэрэгцээнд ашигласнаар турбогенераторын вакуум дээшилж эдийн засгийн хувьд хэмнэлт гарч байгаа нь харагдаж байна. Мөн Дунд даралтын станцын бүрэн зогсолтын үед Өндөр даралтын станцын 1,2 ата-гын уурыг ашиглах боломжтой.

Ашигласан материал

1. С.Батмөнх, Ч.Даваасамбуу, Ч.Мангалжалав. “ШИНГЭН БА ХИЙН МЕХАНИК” УБ.2014 он.
2. Ц.Шагдарсүрэн Ж.Цэен-Ойдов, Б.Батцэнд, Ч.Дашпунцаг, Ч.Ноовой. “ДУЛААНЫ ЦАХИЛГААН СТАНЦ”. УБ.2003 он.
3. Б.Намхайням. “ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМ”. УБ. 2006 он.

ХУРЦ УУРЫН ШУГАМ ДАХЬ УУРЫН ДАРАЛТЫН УНАЛТЫН ГИДРАВЛИК ТООЦОО

Э.Цэвээндорж*, Л.Булгантамир*, Д.Чимэдсүрэн*

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

Хураангуй: Хурц уурын шугам хоолой, түүний хаалт арматурт алдах уурын даралтын уналтыг бууруулж ДЦС-ийн үр ашгийг дээшлүүлэх онолын болоод практик аргыг туршилт тооцоогоор боловсруулж тодорхойлоход оршино.

Түлхүүр үг: байрлалын эсэргүйцэл, энергийн алдагдал.

1. Тооцооны аргачлал

ДЦС-ын дулаан болон цахилгааны эрчим хүчийг үйлдвэрлэх технологид уурын зуух болон турбин нь голлох үүрэг гүйцэтгэдэг бөгөөд тэдгээрийн хэвийн үйл ажиллагааг хангах, мөн бүрэн хүчин чадлаар ажиллахад анхдагч уурын параметр чухал нөлөөтэй.

Дунд даралтын зуухан цех нь одоогийн байдлаар анхны параметрийг барихийн тулд зуух тоноглолыг бүрэн хүчин чадлаар нь ажиллуулж байгаа ба хурц уурын зарцуулалтыг $D_k=65-75$ тн, хурц уурын даралтыг $P_6 / \text{пп}-39/37$ ата, хурц уурын температурыг $t_{\text{тн}}=435-440^\circ\text{C}$ -р барьж ажиллаж байна. Гэвч турбины өмнөх хурц уурын зарцуулалт, хурц уурын температурын зөрүү бага байгаа боловч уурын даралт 7-8 ата-р буурч даралтын уналт их байна. Даралтын уналт нь хэвийн горимд ажиллаж байгаа турбины үйлдвэрлэх цахилгаан эрчим хүчний хэмжээг бууруулж нэгж кВт цахилгааны хувийн зарцуулалтыг ихэсгэж байна. Энэхүү алдагдлыг

нөхөхийн тулд турбинд орох уурын зарцуулалтыг нэмэгдүүлхийн тулд зуухыг хэт ачаалалын горимонд шахаж ажиллуулж байгаа дутуу шаталтыг ихэсгэж зуухны АҮК-г бууруулж дулаан цахилгааны өөрийн өртгийг өндөрсгөж байна. Анхдагч параметрийн даралтын уналт их байгаагаас жишмэл түлшний зарцуулалт ихэсэж үргүй зардалыг буй болгож байна.

-Шугам дахь шулуун хэсэгт унах даралт

$$\Delta P_{\text{тр}} = \lambda \cdot d \cdot \omega / 2 \cdot \rho$$

λ - үрэлтийн эсэргүүцлийн коэффициент (ган хоолойд $\lambda=0,02-0,035$ сонгоно)

l =шугам хоолойн нийт урт

ω =ажлын биеийн дундаж хурд (таблиц 8-3с сонгоно)

v - ажлын биеийн хувийн эзэлхүүн (ус ба уурын таблиц)

$v=0,08\text{м}^3/\text{кг}$, ρ -ажлын биеийн хувийн нягт
 $\rho=1v \cdot 10.08=12.5\text{кг}/\text{м}^3$

Булан тохойд алдах даралтын уналт:

$$\Delta P_{\text{мс}} = \Sigma \xi \cdot \omega^2 \cdot \rho$$

ξ -таблица 8-5с $Rd=(3-7)$ бол $\xi=0.12-0,08$ сонгож авна

$\xi=0.12$ байрны эсэргүүцлийн коэф $n=9$ ш нийт булангийн тоо.

Хаалт арматурт алдах даралтын уналт:

$$\Delta P_{mc} = \Sigma \xi \cdot \omega / 2 \cdot \rho$$

Ажлын биеийн урсгал шугам хоолойноос хаалт руу шилжихэд хөндлөн огтлолын талбай багасах бөгөөд энэ үед зарцуулалт тогтмол байх учир ажлын биеийн хурд өснө.

$v=0.08 \text{ м}^3/\text{кг}$ ажлын биеийн хувийн эзэлхүүн (ус ба уурын таблиц) G - шугам хоолойн ажлын биеийн зарцуулалт:

$$G = \pi \cdot d \cdot 24 \cdot \omega = 1.58 \text{ м}^3$$

ω =ажлын биеийн дундаж хурдыг олье $\omega = 4 \cdot G / \pi d^2 = 63 \text{ м/с}$
 $\rho = 12.5 \text{ кг/м}^3$ ажлын биеийн хувийн нягт
 $\rho = 1 \cdot v \cdot 10.08 = 12.5 \text{ кг/м}^3$

$\xi = 0.12$ байрны эсэргүүцлийн коэф 2 седлотой тохируулах клапантай хаалтанд (4-6 р сонгоно таблица 8-5с) тогтмол байх учир ажлын биеийн хурд өснө.

G - шугам хоолойн ажлын биеийн зарцуулалт:

$$G = \pi \cdot d / 4 \cdot \omega^2 = 1.58 \text{ м}^3$$

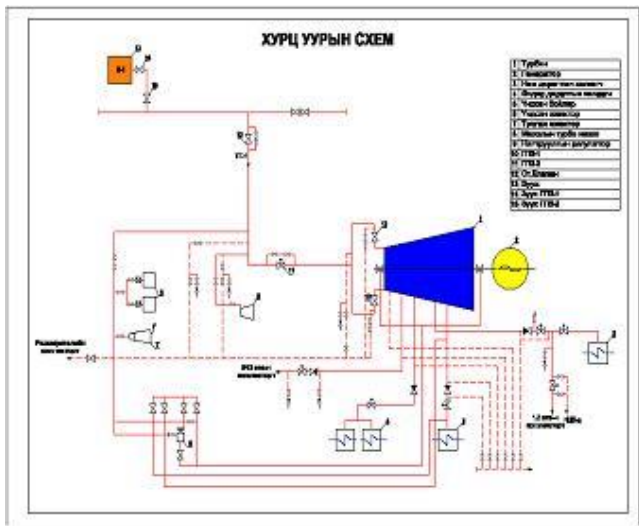
ω ажлын биеийн дундаж хурдыг олье.

$$\omega = 4 \cdot G / \pi d^2 = 92.3 \text{ м/с}$$

$v=0.08 \text{ м}^3/\text{кг}$ /кг ажлын биеийн хувийн эзэлхүүн (ус ба уурын таблиц) $v=0.08 \text{ м}^3/\text{кг}$.

$\rho = 12.5 \text{ кг/м}^3$ ажлын биеийн хувийн нягт
 $\rho = 1 \cdot v \cdot 10.08 = 12.5 \text{ кг/м}^3$

$\xi = 0.12$ байрны эсэргүүцлийн коэф 2 седлотой тохируулах клапантай хаалтанд (4-6 р сонгоно таблица 8-5с) тогтмол байх учир ажлын биеийн хурд өснө.



Зураг 1.

Шугам дахь шулуун хэсэгт унах даралт	
$\Delta P_{тр} = \lambda / d \cdot \omega / 2 \cdot \rho$	$\Delta P_{тр} = 0.024 \cdot 70.201 \cdot 4022 \cdot 12.5 = 46766 [\text{па}] = 0.46 \text{ ата}$
Булан тохойд алдах даралтын уналт $R = 1.25 \text{ м } d = 201 \text{ D} = 219$	
$\Delta P_{mc} = \Sigma \xi \cdot \omega / 2 \cdot \rho$	$\Delta P_{mc} = \Sigma \Delta P_{mc} = 0,124022 \cdot 12,5 = 1200 \text{ Па}$ $\Sigma \Delta P_{mc} = 0,012$
Хаалт арматурт алдах даралтын уналт:	
ГПЗ-1 Ду-225, Ру100	$\Delta P_{mc} = 99225 [\text{па}] \Delta P_{mc} = 0.99 \text{ ата}$
ГПЗ-2 Ду-200, Ру-64	$\Delta P_{mc} = 6389.4 [\text{па}] \Delta P_{mc} = 0.63 \text{ ата}$
Уурын таслах хаалт Ду-250, Ру-64	$\Delta P_{mc} = 9680 [\text{па}] \Delta P_{mc} = 0.09 \text{ ата}$
Зуухнаас коллектор хүртлэх нийт даралтын уналт $\Sigma \Delta P_3 = 0.46 + (0.012 \cdot 9) + 0.99 + (0.63 \cdot 2) + 0.09 = 2.9 \text{ ата}$	
40 ата коллектороос ТГ-1 ийн стопорны клапан хүртэл даралтын уналтын тооцоо	
Коллектороо с ГПЗ-2 хаалт хүртэл	$\Delta P_{тр} = 0.02 \cdot 58 / 0.233 \cdot 40^2 / 2 \cdot 12.5 = 49780 [\text{па}] = 0.049 \text{ ата}$
-ГПЗ-2 оос стопорны клапан хүртэл	$\Delta P_{тр} = \lambda L / d \omega / 2 \cdot \rho = 0.02 \cdot 16,5 / 0.219 \cdot 40^2 / 2 \cdot 12.5 = 15068,4 [\text{па}] \Delta P_{тр} = 0.015 \text{ ата}$
Булангийн даралтын уналтын тооцоо	
ГПЗ-1-ээс ГПЗ-2 хүртэл (7 ш)	$\Delta P_{mc} = \Sigma \Delta P_{mc} = 0,12 \cdot 40 / 2 \cdot 12,5 = 1200 \text{ Па}$ $\Sigma \Delta P_{mc} = 0.012 \cdot 7 = 0.084 \text{ ата}$
ГПЗ 2-оос стопорны клапан хүртэл (5 ш)	$\Delta P_{mc} = \Sigma \Delta P_{mc} = 0,12 \cdot 40 / 2 \cdot 12,5 = 1200 \text{ Па}$ $\Sigma \Delta P_{mc} = 0.012 \cdot 5 = 0.06 \text{ ата}$
ГПЗ-1-н даралтын уналт Ду-250, Ру-64	$\Delta P_{mc} = 9680 [\text{па}] \Delta P_{mc} = 0.9 \text{ ата}$
Ст.хаалтны даралтын уналт	$\Delta P_{mc} = \Sigma \xi \cdot \omega^2 / 2 \rho = 6389.4 [\text{па}] \Delta P_{mc} = 0.63$
ГПЗ-1-ээс стопорны клапан хүртэлх нийт даралтын уналт $\Sigma \Delta P = 0,049 + 0,015 + 0,084 + 0,06 + 0,9 + 0,9 + 0,63 = 2.63 \text{ ата}$	
Зуухны ГПЗ №1-с турбины стопорны клапан хүртэлх нийт даралтын уналт $\Sigma \Delta P = \Sigma \Delta P_3 + \Sigma \Delta P_1 = 2.9 + 2.63 = 5.53 \text{ ата}$	

ДҮГНЭЛТ

Анхдагч параметрийн даралтын уналтыг гидравлик тооцоогоор хийхэд даралтын нийт уналт 5,53 ата, уналтын хамгийн их уналт нь уурын ерөнхий таслах хаалт №1 дээр $P=0,99$ ата харин хаалт №2 дээр $P=0,63$ ата унаж байна. Уурын шугамын нийт уртын дагуух булан укалон дээрхи даралтын уналт харьцангуй бага байгаа, хийцийн хувьд шууд өөрчлөх боломжгүй зэргийг тооцож энэ хэсгүүдэд өөрчлөлт оруулалгүй үлдээх саналтай байна.

Манай станцын хувьд зуухнуудын уурын ерөнхий хаалт № 1, 3, 6ш таслах хаалтыг турбины өмнөх уурын ерөнхий хаалт № 1, 2 хаалтуудыг даралтын уналт багатай бөмбөлгөн хаалтаар сольж сайжруулвал

турбины өмнөх даралтыг 35 ата-р барих боломж бүрдэж байна.

Ашигласан ном

1. Ж.Цэен-Ойдов Ч. Дашдунцаг А. Түмэнбаяр Б. Баттөр. “Ус ба усны уурын термодинамикийн шинэ чанарын үзүүлэлт” УБ 2005 он.
2. Э.Х.Одельский “Гидравлический расчет трубопроводов разного назначения” Минск 1961 г.
3. Ц. Батмагнай “Техникийн ухааны магистрийн зэрэг горилох бүтээл” УБ 2010 он.
4. С.Батмөнх, Ч.Даваасамбуу, Ч.Мангалжалав ‘Шингэн ба хийн механик’. Гидроаэромеханик. УБ 2014 он.

НҮҮРС ТЭЖЭЭГҮҮРИЙН ТУРШИЛТ, ПРАКТИКТ АВАХ АРГУУД

С.Баярмагнай*, Ж.Цэен-Ойдов*

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

Хураангуй. DG загварын мушгиа голтой нүүрс тэжээгч нь хатуу түлшээр ажилладаг бөгөөд дулааны станцуудыг нүүрсээр тэжээх үүрэгтэй. Уг тоног төхөөрөмж нь эзлэх талбай бага, найдвартай ажиллагаа, засвар үйлчилгээ хийхэд хялбар зэрэг давуу тал ихтэй.

Түлхүүр үгс: Нүүрс тэжээгч, найдвартай ажиллагаа.



Зураг 1. Нүүрс тэжээгч

I. ҮНДСЭН ХЭСЭГ

Ажиллах зарчим

- ✓ Уг төхөөрөмж нь цахилгаан хөдөлгүүрийн эргэлтээр ажиллаж цахилгаан соронзон давтамж хувиргагчийн үйлчлэлээр эргэлтийн хурд, давтамж зэргийг тохиржуулна.
- ✓ Уг төхөөрөмж цахилгаан хөдөлгүүр, редуктор, холхивчийн их бие гадна бүрхүүл, мушгиа гол зэргээс бүрдэнэ.

Явуулах дараалал

- ✓ Нүүрс тэжээгчийг явуулна.
- ✓ Эргэлтийн хурдыг дунд хурд дээр тохируулна.
- ✓ Нүүрс орох шиберийг аажмаар нээнэ.
- ✓ Нүүрс тэжээгч хэвийн ажиллах эхлэхийг хүлээнэ.
- ✓ Нүүрс орох шиберийг тохируулж, эргэлтийн хурдыг тохируулна.

Зогсоох дараалал

- ✓ Нүүрс орох шиберийг хаана.
- ✓ Нүүрс тэжээгч доторх нүүрс дуусч хоосон явж эхлэхийг хүлээнэ.
- ✓ Цахилгаан тэжээлийг таслана.

II. НҮҮРС ТЭЖЭЭГЧ АЛДАА ЗААЖ ЗОГССОН ТОХИОЛДОЛД:

Шинж тэмдэг:

- ✓ Зуухны галын хотлын температур огцом унана.
- ✓ Галын хотлын температурын доод утгаас хамаарсан анхааруулах дуут дохио дуугарна.
- ✓ Мөн утааны хийн хүчилтөрөгчийн хэмжүүрийн заалт огцом өснө.

Авах арга хэмжээ:

- ✓ Зуухны оператор галын хотлын шилэн шагайвраар шаталтын процесс болон нүүрс орж байгаа эсэхийг нягталж шалгана.
- ✓ Галын хотолд нүүрс орохгүй байвал богино долгионы станцаар удирдлагын өрөөнд мэдэгдэж нэн даруй ээлжийн цахилгаанчидыг дуудаж нүүрс тэжээгчийг очиж шалгана.
- ✓ Хэрэв цахилгаан хөдөлгүүр VFD алдаа зааж нүүрс тэжээгч ажиллахгүй байгаа тохиолдолд VFD-ийн ESC товчлуурыг удаан дарж алдааг арилгана.
- ✓ Нүүрс тэжээгчийн цахилгаан хөдөлгүүрийг байран дээрх удирдлагын самбар дээрээс START товчлуурыг дарж, VFD-ын потенциометрээр давтамжийг бага багаар нэмж хөдөлгүүрийг ачаалуулан шалгаж алдаа заасан шалтгааныг тодорхойлно.

- ✓ Нүүрс тэжээгч хэвийн ажиллаж байвал галын хоглын температурыг хурдан хугацаанд тогтворжуулж зуухны ажиллагааг хэвийн горимд оруулна.
- ✓ Хэрэв нүүрс тэжээгчийн шураг бөглөрсөн байвал механикийг дуудаж нүүрс тэжээгчийн шурагны тагийг тайлж бөглөрсөн шалтгааныг тодорхойлж арга хэмжээ авсаны дараа ажиллуулж шалгана.

III. НҮҮРС ТЭЖЭЭГЧ ТУРШИЛТ

2-р зуухны түлш тэжээгүүрийн (А) туршилтын үр дүн:

f, Гц	2	2	2	2	2	2	2	2.1
τ, с	68	64	63	60	60	60	60	61
b, кг	6.8	6.4	6.2	5.7	5.8	5.8	5.7	5.6
B, кг/ц	360	360	351	342	348	348	345	330

f, Гц	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3
τ, с	55	60	60	60	61	61	60	61
b, кг	5.25	5.3	6.7	6.2	6.05	7.4	6.4	6.25
B, кг/ц	343.6	321	402	372	357	436.7	387	368.8

f, Гц	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
τ, с	60	60	61	60	61	60	62	61
b, кг	7.5	6.85	6.05	7.9	7.2	6.6	7.75	8.05
B, кг/ц	450	411	357	474	424.9	396	450	475.1

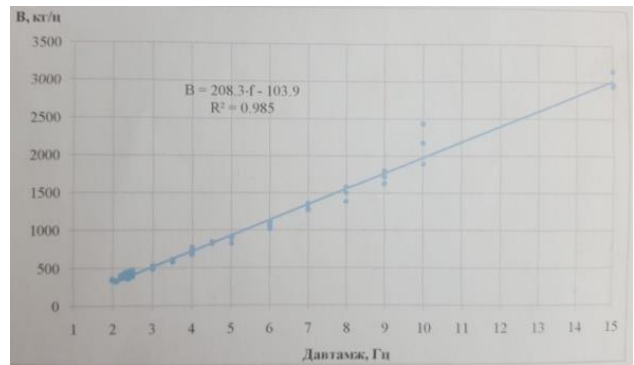
f, Гц	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	4	4
τ, с	61	68	62	64	62	61	62	62	61
b, кг	8.95	9.85	8.35	9.15	10.2	9.75	10.5	12.7	11.5
B, кг/ц	528.2	521.5	484.8	515	598.4	575.4	610	737.4	675.4

f, Гц	4	4	4.5	4.5	4.5	5	5
τ, с	63	61	61	61	61	61	61
b, кг	13.6	12.1	14.2	14.4	13.9	15.2	13.75
B, кг/ц	780	714	835	850	820.3	900	811.5

f, Гц	5	5	6	6	6	7	7
τ, с	61	61	60	60	60	31	33
b, кг	15.2	16.5	17	17.8	18.5	10.7	12.45
B, кг/ц	900	974	1020	1071	1113	1248	1358

f, Гц	7	8	8	8	9	9	9
τ, с	30	31	31	31	30	31	31
b, кг	10.6	12	13.6	13	14.3	14.05	15.55
B, кг/ц	1278	1394	1585	1510	1716	1632	1806

f, Гц	10	10	10	15	15	15
τ, с	31	30	30	11	12	10
b, кг	21.6	15.8	18.15	9	10.5	8.2
B, кг/ц	2508	1896	2178	2945	3150	2952



Зураг 2. А тэжээгүүрийн нүүрс өгөлт ба давтамжийн хоорондын хамаарал

2-р зуухны түлш тэжээгүүрийн (В) туршилтын үр дүн

f, Гц	2	2	2	2	2	2	2.1
τ, с	65	64	63	60	60	60	60
b, кг	6.21	6.08	5.81	5.63	5.63	5.75	5.6
B, кг/ц	344	342	332	338	338	345	336

f, Гц	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3
τ, с	61	55	60	60	60	61	61	60
b, кг	5.65	4.60	6.53	6.03	5.88	7.23	6.51	6.0
B, кг/ц	333.6	301	392	362	353	426.7	384	360

f, Гц	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5
τ, с	61	60	60	61	60	61	60
b, кг	7.46	6.68	5.83	7.69	7.08	6.52	7.17
B, кг/ц	440	401	350	454	425	385	430

f, Гц	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5
τ, с	61	61	68	62	64	62	61
b, кг	8.78	8.68	8.95	8.70	9.78	9.74	10.34
B, кг/ц	518	512	474	505	550	565.4	610

f, Гц	4	4	4	4.5	4.5	4.5	5
τ, с	62	62	61	61	61	61	61
b, кг	12.18	11.46	12.88	14.06	14.06	13.98	15.08
B, кг/ц	440	401	350	454	425	385	430

f, Гц	5	5	5	6	6	6	7
τ, с	61	61	61	61	60	60	60
b, кг	13.98	15.25	15.39	17.11	17.52	18.17	21
B, кг/ц	450	518	512	474	505	550	565.4

f, Гц	7	7	8	8	8	9	9
τ, с	31	33	30	31	31	31	30
b, кг	11.44	11.62	11.36	13.30	12.96	14.73	13.76
B, кг/ц	1328	1268	1363.5	1545	1505	1710	1651

f, Гц	9	10	10	10	15	15	15
τ, с	31	31	33	30	30	10	12
b, кг	15.20	19.20	17.29	17.98	23.71	7.92	9.83
B, кг/ц	1765	2230	1886	2158	2845	2850	2950

Нүүрс тэжээгч ажиллагаагүй болох шалтгаан:

- ✓ Цахилгаан хөдөлгүүр хэт ачаалласнаас халж дулааны реле хаях.
- ✓ Цахилгаан хөдөлгүүрийн хөргөлтийн сэнсний хэвийн ажиллагаа алдагдах.
- ✓ Нүүрс тэжээгчийн цахилгаан хөдөлгүүр шатах.

- ✓ Нүүрс тэжээгчийн удирдлагын самбарт цахилгааны гэмтэл гарах.
- ✓ Нүүрсний бункерт гадны биет орсноос нүүрсний бункерийн буух хоолой, нүүрс тэжээгчийн шурагыг бөглөж гацаах.
- ✓ Нүүрс тэжээгчийн шурагт механик гэмтэл гарах.
- ✓ Нүүрс тэжээгчийн аваарын товчлуурыг хэн нэгэн санаатай болон санамсаргүй байдлаар дарах.



Зураг 3. Хөшгийн хөндийн дулааны станцын нүүрс тэжээгч

4. <http://www.thomasnet.com/profile/10013637/eriez.html?cov=NA&what=Coal+Handling+Equipment&heading=15591803&cid=10013637>
5. <http://www.thomasnet.com/profile/10098248/puritan-magnetics-inc.html?what=Coal+Handling+Equipment&cov=NA&heading=15591803&cid=10098248>
6. <http://www.thomasnet.com/profile/10010926/control-concepts-inc.html?what=Coal+Handling+Equipment&cov=NA&heading=15591803&cid=10010926>

ДҮГНЭЛТ

Нүүрс тэжээгчийн судалгаа 2013 оноос эхэлсэн бөгөөд өнөөдөр хүртэл дуусаагүй учир нь гэвэл SHF14-1.25/150/70AI загварын буцламтгай үет шаталттай ус халаагуурын зуух нь маш бага ачаалалтай байгаатай холбоотой. Тиймээс ажлын талбараас практикт тулгуурлан эвдрэл гэмтэл гарсан тохиолдолд авах арга хэмжээг цаашид сайн судалгаа үргэлжлүүлэн хийнэ. Хэрэв нүүрсний чийгийн агууламж 13, 15 хувиас их байвал тэжээгчийн тагийг байнга онгойлгож байх шаардлагатай. Далбанг дээш хавируулахгүйн тулд их биений доод давхаргад нүүрс дагтаршсан эсэхийг тогтмол хугацаанд шалгаж байх хэрэгтэй. Нүүрс тэжээгчийн гэмтээхгүйн үүднээс дээрх байдал ажиглагдсан тохиолдолд түргэн хугацаанд царилар зөөлөн цохиж барьцалдсан нүүрсийг унагаана. Ашиглалтын үед нүүрс буух хоолой болон зуухруу нүүрс өгөх хоолой бөглөрхөөс сэргийлэх ёстой ба уг хоолойнууд бөглөрхөөс биш нүүрс тэжээгч нь өөртөө бөглөрнө гэсэн ойлголт байхгүй. Бункерээс нүүрс буух хоолой бөглөрснөөр нүүрс тэжээгч хоосон ажиллана. Зуухруу нүүрс өгөх хоолой бөглөрснөөс нүүрс тэжээгчийн холболтонд ноцтой гэмтэл учруулна. Нүүрс тэжээгчийн цахилгаан гүйдлийн огцом ихсэлт нь зуухруу нүүрс өгөх хоолой бөглөрсөнг илтгэж байгаа тул төхөөрөмжийг нэн даруй зогсоох шаардлагатай. Гэмтлийг арилгаж сүүл хэсэгт бөөгнөрсөн нүүрсийг цэвэрлэсний дараа хэвийн ажиллуулж эхэлнэ.

Ашигласан ном

1. Уурын генератор. Д. Мандал 2012 он.
2. SHF 14-1.25/150/70-AI зуухны нүүрс тэжээгч туршилт 2016 он.
3. <http://www.thomasnet.com/profile/10027932/noltec-systems-inc.html?what=Coal+Handling+Equipment&cov=NA&heading=15591803&cid=10027932>

ЦЭЦЭРЛЭГ ХОТЫН АГААРЫН БОХИРДЛЫН СУДАЛГАА

Ж.Отгонтамир*, Ц.Бат-Өлзий*

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

Хураангуй. Архангай аймагт тулгамдаж байгаа асуудлын нэг нь төв суурин газрын агаарын бохирдол юм. Цэцэрлэг хотын агаарын бохирдлыг суурин болон хөдөлгөөнт цэгүүдээр хэмжин, олон жилийн дундажтай харьцуулан үүсэх үр дагавар, түүнийг шийдвэрлэх арга замыг тодорхойлов.

Түлхүүр үг: Агаарын бохирдол, NO₂, SO₂, тоосонцор.

I. ОРШИЛ

Архангай аймгийн төв болох Эрдэнэбулган сум (Цэцэрлэг хот) нь нийт 21499 хүн амтай (2016 оны жилийн эцэс), засаг захиргааны 7 багт хуваагдан, түүх соёлын дурсгалт газар болох Булган уулын өвөрт, хойд, урд Тамирын голын дунд далайн түвшнээс дээш 1695 метрийн өндөрт Булган, Ихтамир, Батцэнгэл, Цэнхэр сумдтай хиллэж, нийслэл Улаанбаатар хотоос өрнө зүгт 480 километрын зайд оршино.

Сүүлийн жилүүдэд аймгийн хэмжээнд анхаарал татаж байгаа асуудлын нэг нь аймгийн төвийн агаарын бохирдол бөгөөд бохирдлын эх үүсвэрүүд нь энгийн ахуйн хэрэглээний зуух, аж ахуй, байгууллагуудын жижиг усан халаалтын зуухнууд голлох нөлөө үзүүлж байна.

Тус аймагт агаар бохирдуулагчийн тооллого судалгаагаар гэрийн зуух 5495, усан халаалтын зуух 69 байгаагаас дийлэнх нь уламжлалт гэрийн зуухнууд эзлэж байна. Хөдөлгөөнт эх үүсвэр болох авто машин 3931 байгаа нь урьд оны авто машины тооноос 132-оор нэмэгджээ.

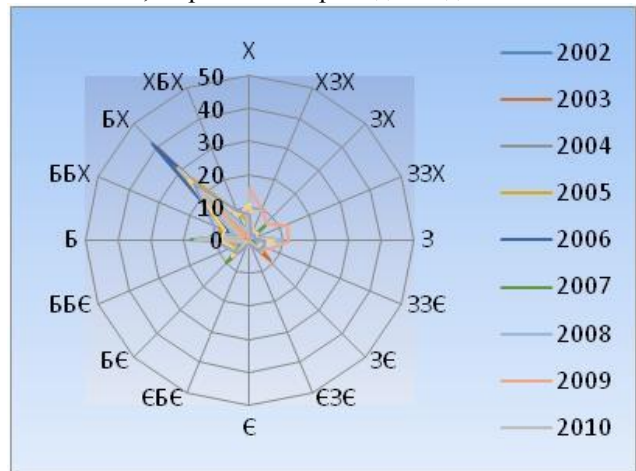
Агаарын төлөв байдлын хянан баталгаа, бохирдлын түвшинг Ус цаг уур, орчны шинжигээний алба (УЦУОША) Цэцэрлэг-1 өртөөнд хүхэрлэг хий (SO₂), азотын давхар исэл (NO₂) үзүүлэлтээр өдөр бүр 3 удаа 08⁰⁰, 14⁰⁰, 20⁰⁰ цагуудад сорьцлон дээжилж шинжилгээ хийж гүйцэтгэж байна.

II. СУДАЛГАА

Цэцэрлэг хотын газар зүйн байрлалын хувд уулсын дунд, Тамирын голын хөндийн салхинаас шалтгаалж орон нутгийн салхины нөлөөнд агаарын шилжилт хөдөлгөөн бага, харьцангуй тогтуун бичил уур амьсгалыг үүсгэдэг онцлогтой. Энэ нь нэг талаар хүйтний улирлыг өнтэй дулаан давах нөхцлийг бүрдүүлэх боловч айл өрх, аж ахуйн нэгжүүдийн зуухнаас гарч буй утаа тортог агаарт удаан хугацаагаар тогтдог.

Архангай аймгийн нутаг дэвсгэрт баруун хойд зүгийн салхи зонхилно. Гэхдээ тухайн орон нутгийн ландшафтын онцлогоос хамааран салхины чиглэлийн

давтагдал харилцан адилгүй байдаг. Өвөл зуны салхины чиглэлийн давтагдал харилцан адилгүй байдаг. Өвлийн улиралд Цэцэрлэг хотод БХ-д 54%, Ө-нөөс 24% гэх мэт байдаг бол зундаа БХ-д 32%, БӨ, ЗӨ-нөөс 12-14%, З зүгээс 12% бүхий давтагдалтай.



Зураг 1. Салхины зүгийн давтагдал

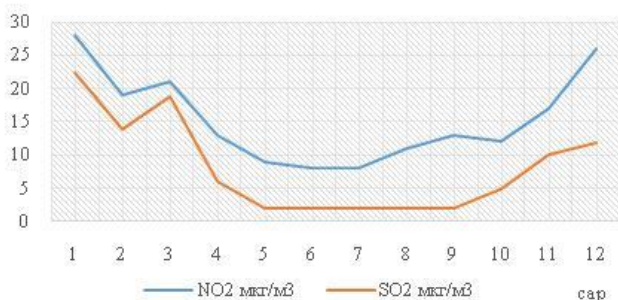
Салхины зүгийн роза диаграммаас харахад салхины зүгийн давтагдал олон жилийн дунджаас сүүлийн 10 жилд зүгийн давтагдал онц ихээр өөрчлөгдөөгүй. Аймгийн төвийн айл өрхийн 35 хувь нь Арслан цохио, Цагаан даваа, Халзан зэрэг хороололуудад амьдардаг бөгөөд энэ хороололуудын байршил нь аймгийн төвийн салхины дээд талд байрлалтай агаарын бохирдолд голлох нөлөөлөл үзүүлж байна.



Зураг 2. Агаар бохирдуулагчийн байршлын тойм зураг

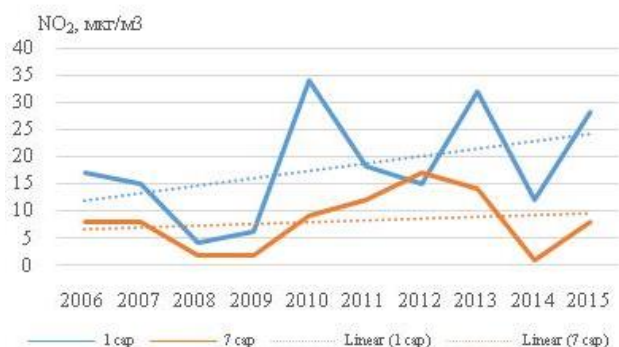
Аймгийн төвд 11-р сараас 3-р сарын хооронд агаар дахь түгээмэл тархацтай бохирдуулагчийн хэмжээ

ихэсдэг ба үүнийг зураг 3-д 2016 оны хэмжилтийн дүнгээр үзүүлэв.

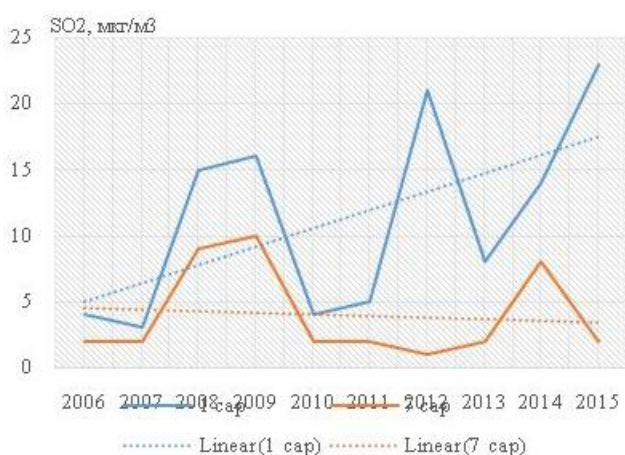


Зураг 3.Эрдэнэбулган сумын2016 оны агаар дахьтүгээмэл тархацтайбохирдуулагчийн хэмжилт

Эндээс харахад 1-р сард хамгийн их бохирдолтой, 7-р сарын дундаж үзүүлэлт хамгийн бага бохирдолтой байна. Сүүлийн 10 жилд хийгдсэн агаарын чанарын хяналт шинжилгээний дүнгээс агаарын чанарын бохирдлын явцыг 1 ба 7 сарын мөн үеийнхтэй харьцуулжзураг 4, 5-д үзүүлэв.



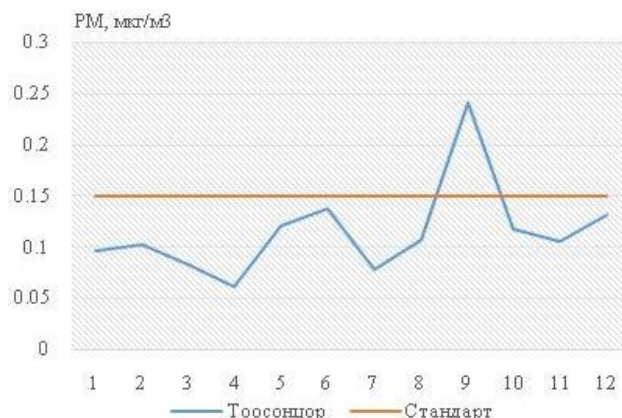
Зураг 4. Азотын давхар ислийн 1, 7-р сарын хэмжилтийг харьцуулсан судалгаа



Зураг 5. Хүхэрлэг хийн 1, 7-р сарын харьцуулсан судалгаа

Хэдийгээр шинжилгээний дүн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс давсан тохиолдол илрээгүй боловч Цэцэрлэг хотын агаарын чанар жилээс жилд доройтож байгааг 4, 5-р зургаас харж болох юм. Харин агаар дахь тоосонцорын хэмжээ 2015 онд нэг удаа давсан

тохиолдол илэрсэн ба ерөнхийдөө хүлцэх агууламжинд дөхсөн үзүүлэлтэй байдаг.



Зураг 6. Агаар дахь тоосонцорын стандарттай харьцуулсан үзүүлэлт (Агаарын чанар-Техникийн ерөнхий шаардлага MNS-4585:2015)

Мөн явуулынхэмжилтийн судалгааг Цэцэрлэг хотын гэр хороолол, хот төв болон гудамж талбайд нийт 19 цэгт хийж гүйцэтгэсэн ба хэмжилтийн үр дүнг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

ХҮСНЭГТ 1

Цэцэрлэг сумын агаарын бохирдолын явуулын хэмжилтийн үр дүн

№	Байршил	NO ₂ , мкг/м ₃	SO ₂ , мкг/м ₃
1	Цагаан давааны пост	16	1
2	Арслан цохионы 7 гудамж	18	3
3	Халзан	5	3
4	Замчингийн урд	9	6
5	Захын урд	36	40
6	Булган МСҮТ-ийн байрны ард	4	4
7	Захиргааны урд зогсоол	7	23
8	Цогт уул худагтай гудамж	13	3
9	Арслан цохио	24	6
10	Сансарын дэлгүүрийн ард	20	11
11	Стандартын зүүн талд	50	15
12	Цаг уурын гудамж	57	17
13	Цэвэрлэх байгууламж	30	10
14	Ундрага ард	23	36
15	Ирээдүй сургууль	36	14
16	Гоцын дэргэд	35	31
17	Хангай хороолол	37	22
18	Цаад наран	29	14
19	Нисэхийн толгой	51	5

Хэмжилтийн дүнгээр төвдөө хамгийн их бохирдол илэрч байна.



Зураг 6. Хөдөлгөөнт цэгээс авсан бохирдлын график

Дулааны улиралд явуулын станцын хэмжилтийг шатахуун түгээх станцуудад хийхэд шатахууны ууршилт, автомашины түлшний дутуу шаталтаас үүссэн нүүрстөрөгчийн дутуу ислээс шалтгаалан агаар бохирдуулагч бодисын хэмжээ хүлцэх агууламжаас давах тохиолдолууд байдаг.

Ш. ДҮГНЭЛТ

Сүүлийн жилүүдэд аймгийн төвийн айл өрх, аж ахуйн нэгж, байгууллагууд галлагаандаа мод хэрэглэхээс татгалзаж нүүрс хэрэглэх болсон. Энэ нь ч өөрөө амьдралаас урган гарч байгаа шаардлага бөгөөд Цэцэрлэг хотын дээр дурьдсан онцлог байдлаас шалтгаалж агаарын чанар доройтох сөрөг үзэгдэл нэмэгдсээр байна.

Архангай аймагт төвлөрсөн халаалтын дулааны үнэ, тариф хэт өндөр учир хэрэглэгчид нэгдсэн халаалтын системд холбогдох сонирхолгүй, өөрсдийн жижиг усан халаалтын зуухнуудыг ашиглаж хяналтгүйгээр агаар бохирдуулж байна. ААН, байгууллагуудын нийгмийн хариуцлагыг дээшлүүлэх, барилгын дулаан алдагдал,

энгийн галлагаатай зуухыг бүрэн шаталттай сайжруулсан зуухаар солих зэрэг мэдээ, мэдээллийг иргэдэд сурталчилан хүргэх, эко-барилгыг архангай аймагт нэвтрүүлэхийг бодлогоор дэмжих шаардлагатай байгаа юм.

Агаарын бохирдол буурахгүй тогтвортой өсөж байгаа нь ирээдүйд агаарын бохирдлын хэмжээ аюулын түвшинд хүрч Улаанбаатар хотод үүсээд байгаатай ижил нөхцөл байдал үүсхийг үгүйсгэх аргагүй юм.

Иймээс эхний ээлжинд салхины дээд талд байрлалтай айл, өрхүүдэд сайжруулсан зуух ашиглуулах, мөн зөв ашиглуулах, төсвийн хөрөнгөөр баригдах барилга байгууламжинд ногоон барилгын стандартыг мөрдүүлэх, шинжлэх ухааны үндэслэлтэй зөв тооцоо судалгаанд суурилгдсан менежментийг хэрэгжүүлэх, жижиг усан халаалтын зуухнуудыг нэгтгэж шинээр төлөвлөсөн дулааны станцын барилгын ажлыг яаравчлах зэрэг шийдвэрлэх арга хэжээнүүд байсаар байна.

Гэрийн зуухны хувьд уламжлалт зуухыг халж сайжруулсан зуух цэцэрлэг хотод худалдаалах эрхийг олгох зэргээр иж бүрэн төлөвлөх шаардлагатай.

Мөн нөгөө талаас аймаг өөрийн халаалтанд зарцуулагдаж байгаа нүүрсний хэрэглээг хянах шаардлагатай.

Иймд суурин газрын халаалтын системийг бүрэн шаталтын технологитой, утааны хийн шүүлтүүртэй байгальд халгүй техник технологийг нэвтрүүлэх, стандартын шаардлага хангахуйц автомашин оруулж ирэх зэрэг наад захын арга хэмээнүүдийг авах шаардлагатай байна.

Ашигласан материал

1. Архангай аймгийн УЦУОША-ны 2002 оноос 2016 хүртэлх ажиглалт судалгааны материал.
2. Архангай аймгийн Статистикийн бюллетень 2016 оны 12 сар.
3. Архангай аймгийн атлас

3-р хэсэг.
ДОКТОР ОЮУТНУУДЫН
ИЛТГЭЛҮҮД

ТАЯННУУР УУРХАЙН ЧАДЛЫН ИТГЭЛЦҮҮРИЙГ ДЭЭШЛҮҮЛЖ, ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХЭМНЭСЭН ҮР ДҮН

Ж. Нандагсамба*, Б.Бат-Ундрал*

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

Хураангуй. Төмрийн хүдрийн Таян нуур уурхайн чадлын итгэлцүүрийг туршилт хэмжилтийн аргаар зөв тодорхойлж, олон улсын практикийг судласнаар, тухайн уурхайн эрчим хүчний хэмнэлттэй ажиллах тухай энэ өгүүлэлд бичсэн болно.

Түлхүүр үг: бодит чадал, хуурмаг чадал, чадлын итгэлцүүр.

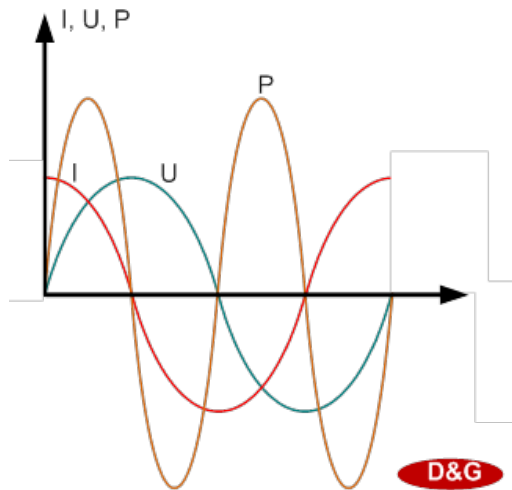
ОРШИЛ

Таян нуурын уурхай нь нийт 5 үйлдвэртэй. Эдгээр үйлдвэрээс хамгийн их хүчин чадалтай үйлдвэрүүд болох 5 болон 6 үйлдвэр цагт 650-750 т төмрийн хүдэр үйлдвэрлэх хүчин чадалтай ажилладаг. Тус үйлдвэрт их чадлын цахилгаан хөдөлгүүрүүд 2 ээлжээр тасралтгүй ажилладаг учраас хуурмаг чадлын хэрэглээ маш их байна. Мөн тус үйлдвэрт хуурмаг чадлыг тэгшитгэх төхөөрөмж суурилуулаагүй нь чадлын итгэлцүүрийг 0,7 хүртэл бууруулж тухайн үйлдвэр нь эрчим хүчний хувьд маш их алдагдалтай ажиллаж байна.

ХУУРМАГ ЧАДЛЫН ОНОЛЫН ҮНДЭСЛЭЛ

Цахилгаан хангамжийн болон эрчим хүчний системийн үйл ажиллагаа чадлын өөрчлөлтөөр тодорхойлогддог. Хуурмаг чадал нь эрчим хүчийг өөр энергид хувиргахгүй, түүнчлэн түүнийг үйлдвэрлэхэд өөр төрлийн эрчим хүч шаардахгүй, тэгээд ажил хийдэггүй. Харин бодит чадал нь ажил хийж түүнийг механик дулааны болон химийн энергид хувиргадаг билээ.

Хувьсах гүйдлийн хэлхээн дэх чадал, гүйдэл, хүчдлийн утгын үржвэрийг тэдний фазаар давхцах үеийн үржвэрээр тодорхойлогдоно.



Хуурмаг чадал гэдэг нь хувьсах гүйдлийн эх үүсгэвэрээс дөрөвний нэг үед нь хуурмаг эсэргүүцэл бүхий гадаад хэлхээнд өгөгдөж, дараагийн дөрөвний нэг үед нь эргүүлэн авах зарчим бүхий “солилцооны” чадал юм. Гадаад хэлхээнд нэгэнт хэрэглэгдээгүй энергийн хувьд тэр нь гадаад хэлхээ буюу эх үүсгэвэрийн хооронд шилжин хэлбэлзэх ба өөрөөр хэлбэл, түр зуурт хуримтлагдах багтаамж /үйлдвэрлэгдэх/-ийн ба нөлөөмж /хэрэглэгдэх/-ийн эрчим хүч болох бөгөөд дараа нь өөр эх үүсгэвэрт өгөгдөж болох юм.

Нөгөөтэйгүүр цахилгаан техникийн ихэнх хэрэгслэл /хөдөлгүүр, трансформатор, кондиционер, статик хувиргуур, туузан дамжлага, люминесцийн ламп г.м/ нь бодит чадал хэрэглэхийн зэрэгцээ нөлөөмжийн эсэргүүцэл бүхий ороомогтой байдаг тул хуурмаг чадлыг зайлшгүй хэрэглэдэг байна.

Хуурмаг чадлын ойлголтыг зургаар дүрсэлбэл:

$$\cos \varphi = \frac{\text{бодит чадал}}{\text{бүрэн чадал}} = \frac{kW}{KVA}$$

КОМПЕНСАЦИ ХИЙХ ТӨХӨӨРӨМЖИЙГ ХЭРХЭН ОНОВЧТОЙ СОНГОХ ВЭ?

Тухайн хэрэглэгчийн хүчин чадалд зохицсон компенсацилах төхөөрөмж сонгох нь техник эдийн засгийн өндөр ач холбогдолтой. Иймд тоноглолын өгөгдөл, бодит бодит хэмжилтийн үр дүнгээс хамаарч хэдий хэмжээний хуурмаг үүсгэвэр сонгохыг доорхи тооцоололын хүснэгтийг ашиглан тайлбарлаж үзүүлье.

Хүснэгт-1.

Компенсац хийхийн өмнө	1 кВт бодит чадалд ногдох конденсаторын батарея сонго													
	0.75	0.59	0.48	0.46	0.43	0.4	0.36	0.33	0.29	0.25	0.2	0.14	0	
tanφ	0.8	0.86	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1	
2.29	0.4	1.56	1.69	1.81	1.83	1.86	1.9	1.92	1.96	2	2.04	2.09	2.15	2.29
2.22	0.41	1.47	1.63	1.74	1.77	1.8	1.83	1.84	1.9	1.94	1.97	2.02	2.08	2.23
2.16	0.42	1.41	1.56	1.68	1.71	1.74	1.77	1.8	1.84	1.87	1.91	1.96	2.02	2.16
2.1	0.43	1.36	1.5	1.62	1.65	1.68	1.71	1.74	1.78	1.82	1.86	1.9	1.96	2.11
2.04	0.44	1.29	1.44	1.56	1.59	1.61	1.65	1.68	1.71	1.75	1.79	1.84	1.9	2.04
1.98	0.45	1.23	1.38	1.5	1.53	1.56	1.59	1.63	1.66	1.7	1.74	1.78	1.85	1.99
1.93	0.46	1.18	1.33	1.45	1.47	1.5	1.53	1.57	1.6	1.64	1.68	1.73	1.79	1.93
1.88	0.47	1.13	1.28	1.4	1.43	1.45	1.49	1.52	1.55	1.59	1.63	1.68	1.76	1.88
1.83	0.48	1.08	1.23	1.34	1.37	1.4	1.43	1.46	1.5	1.53	1.58	1.62	1.68	1.83
1.78	0.49	1.03	1.18	1.3	1.33	1.36	1.39	1.42	1.45	1.49	1.53	1.58	1.64	1.78
1.73	0.5	0.98	1.23	1.25	1.28	1.3	1.34	1.37	1.4	1.44	1.48	1.53	1.59	1.73
1.69	0.51	0.94	1.09	1.2	1.23	1.26	1.29	1.32	1.36	1.4	1.44	1.48	1.54	1.69
1.64	0.52	0.89	1.04	1.16	1.19	1.22	1.25	1.28	1.32	1.35	1.39	1.44	1.5	1.64
1.6	0.53	0.85	1	1.12	1.14	1.17	1.21	1.24	1.27	1.31	1.35	1.4	1.46	1.6
1.56	0.54	0.81	0.96	1.08	1.1	1.13	1.16	1.2	1.23	1.27	1.31	1.36	1.42	1.56
1.52	0.55	0.77	0.92	1.04	1.06	1.09	1.12	1.16	1.19	1.23	1.27	1.32	1.38	1.52
1.48	0.56	0.73	0.88	1	1.02	1.05	1.09	1.12	1.15	1.12	1.23	1.28	1.34	1.48
1.44	0.57	0.69	0.84	0.96	0.99	1.01	1.05	1.08	1.11	1.12	1.19	1.24	1.3	1.44
1.4	0.58	0.67	0.81	0.92	0.95	0.98	1.01	1.04	1.08	1.11	1.15	1.2	1.26	1.41
1.37	0.59	0.62	0.77	0.88	0.91	0.94	0.97	1.01	1.04	1.08	1.12	1.17	1.23	1.37
1.33	0.6	0.58	0.73	0.85	0.88	0.91	0.94	0.97	1.01	1.04	1.08	1.13	1.19	1.33
1.3	0.61	0.55	0.7	0.82	0.84	0.87	0.9	0.94	0.97	1.01	1.05	1.1	1.16	1.3
1.27	0.62	0.52	0.67	0.78	0.81	0.84	0.87	0.9	0.94	0.97	1.01	1.06	1.12	1.27

Таяннуур үйлдвэрт компенсацилах төхөөрөмж сонгосон тооцооны үр дүн

Тухайлбал 4-р үйлдвэрт компенсаци хийхийн өмнөх чадлын итгэлцүүр 0,82 гэж тооцон түүнийг 0,97 хүртэл нэмэгдүүлснээр хуурмаг энергийн төлбөрөөс

зайлсхийхийн зэрэгцээ алдагдал бууруулах, хүчдлийн уналтыг багасгана гэж тооцвол дээрхи хүснэгтээс 1 кВт бодит ачаалалд 0,45 кВар шаардлагатайг олж болно. 2652 кВА хүчин чадалтай чадлын итгэлцүүр нь 0,82 хэрэглэгчийн чадлын итгэлцүүрийг 0,97 болгож нэмэгдүүлнэ гэж тооцвол: эндээс бодит чадалд $P=2652*0.82=2175$ кВт болно. Дээрх хүснэгтээс чадлын итгэлцүүр 0,82 компенсац хийхийн өмнө ба 0,97 компенсац хийсний дараа эгнээ болон мөрний огтлолцол дээр 1 кВт бодит ачаалалд 0,45 кВар шаардлагатайг олно. Тэгвэл бидэнд шаардлагатай 2175 кВт-ийн ачаалалд $2175*0.45=978$ кВар багтаамжтай конденсаторын батарей хэрэгтэйг тооцоо. Үйлдвэр-5, 6 тооцооны үр дүн хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт-5.

	S1	cosp1	P1	Q2			
4-р үйлдвэр	2652.439	0.82	2175	1518.159	Qкр	cos1	0.82
4-р үйлдвэр	2240.89	0.97	2175	539.4093	978.75	cos2	0.97
5-р үйлдвэр	4717.308	0.78	3679.5	2951.995	Qкр	cos1	0.78
5-р үйлдвэр	3813.455	0.97	3679.5	1001.86	1950.135	cos2	0.96
6-р үйлдвэр	4717.308	0.78	3679.5	2951.995	Qкр	cos1	0.78
6-р үйлдвэр	3813.455	0.97	3679.5	1001.86	1950.135	cos2	0.96

S1-үйлдвэрийн тооцооны бүрэн чадал, кВА

P1- үйлдвэрийн тооцооны бодит чадал, кВт

Q2- үйлдвэрийн тооцооны хуурмаг чадал, кВА

Qкр-компенсацлах төхөөрөмжийн тооцооны чадал, кВар

Үйлдвэрүүдэд хуурмаг чадлыг тэгшитгэх төхөөрөмж суурилуулснаар цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлтийн тооцоог дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт-6.

	сэрд ЦЭХ, кВт.ц	жилд ЦЭХ, кВт.ц	1 кВт.ц, төг	ЦЭХ-ний төлбөр	хэмнэлт
4-р үйлдвэр	10513	126156	850	107,232,600.00	16,084,890.00
5-р үйлдвэр	21067	252804	850	214,883,400.00	38,679,012.00
6-р үйлдвэр	21067	252804	850	214,883,400.00	38,679,012.00
	52647	631764		536,999,400.00	93,442,914.00

Мөн нэгдсэн дизель генераторын түлшний хэмнэлтийн тооцоог дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт-7

хуурмаг чадал тэгшитгэгүй үед	хуурмаг чадал тэгшитгэсэн үед	бүрэн чадал, гүйдлийн ихсэлт, %	түлшний хэрэглээний ихсэлт, %	ЦЭХ-ний хэмнэлт	түлшний хэмнэлт
0.82	0.97	22	39	23,591,172.00	468000000
0.78	0.96	30	51	64,465,020.00	612000000
0.78	0.96	30	51	64,465,020.00	612000000
				152,521,212.00	16,920,000,000.00

ДҮГНЭЛТ

- ✓ Нийт 5 үйлдвэрийн хэрэглэгчид өөрийн хүчин чадалд тохирсон компенсацлах төхөөрөмж суурилуулснаар техник, эдийн засгийн тооцоондоо хэмнэлт бий болно. Чадлын итгэлцүүрээ 0,86 буюу түүнээс дээш хувьд хүргэж сайжруулснаар хуурмаг энергийн төлбөрөөс чөлөөлөгдөхөөс гадна сарын төлбөрт 30 хүртэл хувийн хэмнэлт гаргах боломжтой юм.
- ✓ Үйлдвэрт хүчин чадалдаа зохицсон конденсаторын төхөөрөмж суурилуулснаар хөрөнгө оруулалтын зардлаа маш богино хугацаанд 5-18 сарын дотор нөхдөг байна.
- ✓ **Чадлын итгэлцүүрийг сайжруулснаар**
 - Шугамын алдагдал багасна. Дамжуулагчийн ачаалал 10 % багасахад шугамын алдагдал 20 % буурна.
 - Хүчдлийн уналт багасна. 20 хүртэл хувь

- Боломжит хүчин чадал нэмэгдэнэ. Практикт чадлын итгэлцүүрийг сайжруулах нь трансформаторын хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх зардлаас бага байдаг.
- Сүлжээний ачаалал багасна
 - Шугамын алдагдал буурна
 - Хуваарилах байгууламжийн хүчин чадал бага
 - Кабель шинийн хөндлөн огтлол бага
- ✓ Бүрэн чадлын хэрэгцээ багасна.

АШИГЛАСАН НОМ, МАТЕРИАЛ

- ❖ “Хэрэглэгчийн чадлын итгэлцүүрээс хамаарч төлбөр тооцох журам” ЭХЗГ-ын зохицуулагчдын зөвлөлийн 2010 оны 109 дүгээр тогтоол
- ❖ Док.Ч.Зундуйсүрэн “реактив цахилгаан эрчмийг худалдан борлуулах асуудалд” Эрчим хүч инженеринг 2007 /50/
- ❖ Improve your power factor, reduce your reactive-power costs
- ❖ Power factor correction www.eco-en-ergy.com
- ❖ Schneider electric-electrical installation guide 2010
- ❖ A preliminary analysis of the economics of using distributed energy as a source of reactive power supply-Overseas reactive power compensation practices
- ❖ Markets for reactive power and reliability: a white paper
- ❖ How to calculate your savings and payback period-Con edison, U.S.A

ГЭРЛИЙН БОХИРДЛЫГ БАГАСГАХ ЗАМААР НҮҮРСХҮЧЛИЙН ХИЙГ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА

С.Оргилболд*, Х.Энхжаргал*

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

Хураангуй. Гэрлийн бохирдол нь дуу шугианы бохирдолтой төсөөтэй бөгөөд орчинд саадгүйгээр хаягдсан илүүдэл, зохиомол гэрэл юм. Зохиомол гэрэлтүүлгийн олон эх үүсвэр байдгаас хамгийн түгээмэл, цогц аргаар хянаж, удирдах боломжтой нь гудамж, зам талбайн гэрэлтүүлэг юм. Бохирдлын хяналтгүй, түүнд тавигдах хоцрогдсон стандарттай манай улсад анхдагч мэдээллийг цуглуулах, мониторингийн системтэй болох нь зайлшгүй. Гэрлийн гялбаа нь физик бохирдол боловч нөгөө талаар Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлыг бий болгогч хүчин зүйл. Иймд гэрэлтүүлгийн оновчтой шийдлийг олсноор цахилгаан хэрэглээг багасгаж, шаталтын процессоос гарах нүүрсхүчлийн хийг бууруулах давхар ач холбогдолтой. Өнөөгийн түвшинг тогтоон, хэтийн төлөвийг тодорхойлж, эко гэрлийг нэвтрүүлснээр нийгэм болон байгалийн тааламжтай тогтолцоог бүрдүүлж чадна.

Түлхүүр үг: Зохиомол гэрэл, автозамын гэрэлтүүлэг, физик хиймийн бохирдол.

I. АВТО ЗАМЫН ГЭРЭЛТҮҮЛГИЙН ЕРӨНХИЙ ОЙЛГОЛТ

Гэрэлтүүлэг нь биеийн дүрсийг ялгаж таних, тэнд зорчих боломжтой нөхцлийг бүрдүүлэхэд оршино. Нийслэл Улаанбаатар хотын хүн ам сүүлийн жилүүдэд огцом өсч, гэр хороолол, гудамж, авто замын урт эрс нэмэгдэж авто замын дагуу гэрлийн шон 24700 гаруйд хүрээд байна. Шонгийн гэрэлтүүлэх талбайн хэмжээ бага байвал орчноос ялгарах ялгаа, гэрэлтүүлж байгаа талбайн ойлтын коэффициент нэмэгдэж гэрэлтүүлгийн түвшин ихэсдэг. Авто замын гэрэлтүүлгийг хийхдээ байрлуулах газрын онцлог, замын зэрэглэл зэргээс хамааруулж чийдэнгийн төрөл, марк, чадал, суурилуулах өндөр, суурийн хийц, гэрэлтүүлгийн төхөөрөмж зэргийг сонгоно.

Хот суурингийн тээврийн хэрэгслийн байнгын хөдөлгөөнтэй гудамж, зам, талбайн гэрэлтүүлгийн дундаж тодролын нормыг хүснэгт I-д заасан нормыг үндэслэн төлөвлөнө.

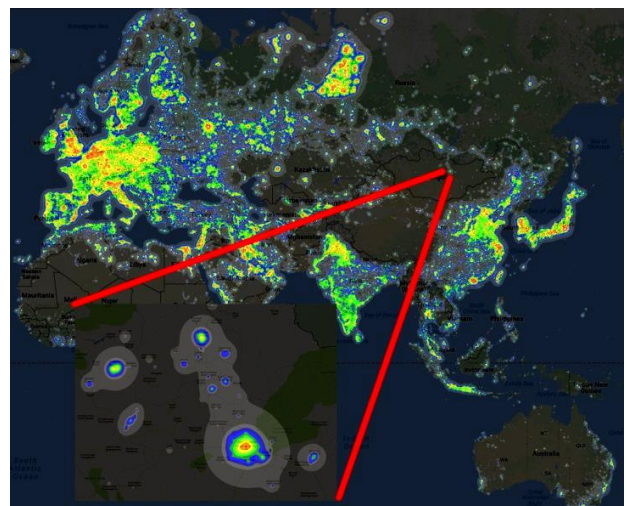
Хүснэгт I. ГУДАМЖ, ЗАМ, ТАЛБАЙН ГЭРЭЛТҮҮЛГИЙН ДУНДАЖ ТОДРОЛЫН НОРМ

Гэрэлтэлтээр объектийн зэрэглэл	Гудамж, зам, талбай	Хоёр чиглэлд тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөний хамгийн их эрчимжилт, нэгж/цаг	Хучилтын хэвтээ дундаж гэрэлтэлт, лк
1	2	3	4
1	2	3	4

А	Хотын ерөнхий зориулалтын гол зам, гол гудамжууд	3000-с их	20
		1000-с 3000-хүртэл	20
		500-с 1000-хүртэл	15
Б	Хорооллын зориулалттай гол гудамжууд	2000-с их	15
		1000-с 2000 хүртэл	15
		500-с 1000 хүртэл	10
		500-с бага	10
В	Орон нутгийн зориулалттай гудамж, замууд	500 ба	6
		түүнээс их	4
		500-с бага	4
		Ганц нэг машин явах	4

Эх сурвалж: “Байгалийн ба зохиомол гэрэлтүүлэг” БНБД 23-02-08

Авто замын гэрэлтүүлгийг Оросын эрдэмтэн К. Д. Памфиловын “Гудамж, замын гэрэлтүүлгийг сонгох ерөнхий зарчим /ГЗГСЗ/”-г үндэслэн техник эдийн засгийн тооцооны үзүүлэлт, архитектор төлөвлөлтийг хийснээр инженерийн шийдлийг гаргадаг. Замын зорчих хэсгийн өргөнөөс хамаарсан гэрлийн шонгийн өндөр, гэрэлтүүлгийн алхамаас хамаарсан гэрэлтүүлэх төхөөрөмжийн тоо, алхам зэргийг чанд баримталсан ч гэрлийн бохирдлын үүсгүүр болсоор байна.



Эх сурвалж: <https://www.lightpollutionmap.info/>

Зураг I. Евро-ази тивийн гэрлийн бохирдлын газрын зураг

**II. АВТОЗАМ ДАГУУХ ГЭРЛИЙН БОХИРДЛЫН
СУДАЛГАА**

Улаанбаатар хот нь Монголын бараг төв хэсэг, хойд өргөрөгийн 48 хэм, зүүн уртрагийн 107 хэм, далайн түвшнээс дээш 1350 метрийн өндөрт оршдог. Байрлал зүйн хувьд жилийн туршид шөнийн үргэлжлэх хугацаа харилцан адилгүй ба жил бүрийн 6 сарын 22-нд хамгийн богино /6 цаг 37 мин/, 12 сарын 22-нд хамгийн урт /14 цаг 26 мин/, 3 сарын 22 болон 9 сарын 22-нд өдөр шөнө тэнцэж /10 цаг 44...48 мин/. Иймд өдрийн 24 цагт харгалзах дундаж утгаар тооцвол: Өдөр – 12 цаг 12 мин 15 сек, Бүрэнхий – 00 цаг 59 мин 00 сек, Шөнө 10 цаг 38 мин 45 сек тус тус үргэлжилнэ.

Энхтайваны өргөн чөлөөн дэх авто зам дагуух гэрлийн бохирдлын үүсгүүрийн судалгаагаар ГГБ-12 стандартын шон 156 ширхэг, ГГБ-10 стандартын шон 65 ширхэг нийт 221 ширхэг шон, асалтын хувь 86,87% буюу 192 ширхэг байв. “Байгалийн ба зохиомол гэрэлтүүлэг” БНБД 23-02-08 зааснаар хэвтээ тэнхлэгийн дагуу гэрэлтүүлэг хамгийн ихдээ 20 лк байна. Энхтайваны өргөн чөлөөний авто замын шонгоос гарах гэрэлтүүлгийн тархалт нь математик горьдлогоор $7.1 \text{ лк} \leq \mu \leq 54.2 \text{ лк}$ гарсан. Гэрлийн бохирдол стандартад зааснаас 75...104.35 хувиар их байна. Гэрлийн бохирдлын эдийн засгийн өртөг нь 1 жилийн 116184,5 кВт/цаг буюу 8957825 төгрөгөөр үнэлэгдэж байна.

**III. НҮҮРСХҮЧЛИЙН ХИЙГ БУУРУУЛАХ
СУДАЛГАА**

Дулааны цахилгаан станц 2, 3, 4-ын нүүрсний хэрэглээ жилд 5.1 сая тонн ба ДЦС-4 3.2 сая тонн /64.3%/, ДЦС-3 1.6 сая тонн /31.8%/, ДЦС-2 0.2 сая тонн /3.9%/, нүүрсийг тус тус хэрэглэж байна. ДЦС-4-ийн нүүрсний хэрэглээ, эрчим хүч үйлдвэрлэл, АҮК зэргийг харгалзан үзэж сонгож авав. Тооцоололоос харахад 1кВт цаг эрчим хүчийг 2 кг нүүрсээр гаргаж байна. Гэрлийн бохирдлын эрчим хүчний 1 жилийн 116184,5 кВт/цаг илүүдэл хэрэглээнд 58092 кг нүүрс шатааж байна. ДЦС-4 нь Багануур, Шивээ-Овоогийн нүүрсийг 49:51 харьцаатай хэрэглэдэг. Багануур, Шивээ-Овоогийн нүүрсний дулаан техникийн үзүүлэлтийг хүснэгт 2-т үзүүлэв.

Хүснэгт II.

НҮҮРСНИЙ ДУЛААН ТЕХНИКИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТ

Нүүрсний орд	$W_{аж}$	$A_{аж}$	$S_{Д,аж}$	$C_{аж}$	$H_{аж}$	$N_{аж}$	$O_{аж}$
Багануур	33	12	0.33	39.8	3.11	0.57	12.1
Шивээ-Овоо	35	15	0.45	34,2	2,75	0,35	12,3

Эх сурвалж: Мандал.Д “Уурын генератор” УБ, 2012

Хэмнэгдсэн нүүрсний ажлын масс /58092 кг/ дахь нүүрстөрөгчийн /C/ хэмжээ 21446,7 кг ба шаталтаас үүсэх нүүрсхүчлийн хий 78637,9 кг ялгарна.

ДҮГНЭЛТ.

1. Гудамж талбайн гэрэлтүүлгийн тоо, хэмжээ өсөн нэмэгдэж буй өнөө үед эдийн засгийн ач холбогдлыг авч үзэхийн сацуу бохирдлын үүсгүүр хэмээн авч үзэх хэрэгтэй. 2008 онд зам талбайн гэрлийн асалт 70...80% байсныг 2016 оны байдлаар 98% хүргэж чадсан нь нийгмийн шаардлагыг хангаж байгаа ч экологийн асуудал үүсэх үндэс болжээ.
2. Энхтайвны өргөн чөлөөн дэх гэрлийн бохирдлын эдийн засгийн өртөг нь 1 жилийн 116184,5 кВт/цаг буюу 8957825 төгрөгөөр үнэлэгдэж байна. Илүүдэл эрчим хүчийг хэмнэснээр нүүрсний хэрэглээ, байгальд хаягдах нүүрсхүчлийн хий багасаж, дэлхийн дулааралыг хязгаарлах ухамсарт үйлдэл болно. Ингэж хүүрсхүчлийн хийг бууруулснаар Хамтарсан кредитийн механизм /Joint Credit Mechanism/-аар - 78.6 нэгж буюу 3,54 сая төгрөгийн нэмэлт орлого олох боломжтой байна.
3. Байгаль цаг уур, ашиглалтын өөрийн нөхцөл байдалд тохирсон гэрэлтүүлгийн системийг сонгох, хотын гэрэлтүүлгийн системд сүүлийн үеийн шинэ технологийн төхөөрөмж, удирдлага-хяналтын систем нэвтрүүлэх асуудал туйлын чухал болоод байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ.

1. “KhurelTogoot-2016” Proceedings of international conference of technology and innovation, UB, Mongolia, 2016.
2. Түмэннаст. Б, нар “Байгалийн ба зохиомол гэрэлтүүлэг” БНБД 23-02-08,УБ, 2008.
3. Dark Sky Association official web page <https://www.lightpollutionmap.info/>
4. “Эрчим хүчний яам” албан ёсны хуудас <http://energy.gov.mn/c/676>
5. Мандал.Д “Уурын генератор” УБ, 2012.

УРВАЛЫН ТЭНЦВЭРИЙН ТОГТМОЛ БА ТЕМПЕРАТУРЫГ АШИГЛАН ХИЙН НАЙРЛАГЫГ ТОДОРХОЙЛОХ АРГА ЗҮЙН СУДАЛГАА

А.Түмэнбаяр*, Ч.Дашпунцаг*

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

Хураангуй. Энэхүү өгүүлэлт, нүүрсийг хийжүүлэх процесс дахь шатах хийн бүтэц, түүний найрлага нь хийжүүлэлтийн температураас хэрхэн хамаарч байгааг хийжүүлэх процессын урвалын тэнцвэрийн тогтмолтой холбон тайлбарласан болно. Ялангуяа атмосферын даралтан дор, агаарын үлээлгэтэй хийжүүлэлт явуулах үеийн хийн найрлага, урвалын тэнцвэрийн тогтмолыг температураас хамааруулан тооцох аргачлалыг судалсан ба судалгаанаас харахад температур ба тэнцвэрийн тогтмол нь хоорондоо логарфим хамааралтай байна.

Түлхүүр үг: Хийжүүлэлт, хийн генератор, хийн найрлага, температур, тэнцвэрийн тогтмол.

1. УРВАЛЫН ТЭНЦВЭРИЙН ТОГТМОЛ ТЕМПЕРАТУРААС ХАМААРУУЛАН ТОДОРХОЙЛОХ АРГА ЗҮЙ

Урвалын тэнцвэрийн тогтмолыг тодорхойлсноор хийн найрлагыг тооцох боломжтой бөгөөд тэнцвэрийн тогтмолыг динамик ба статистик гэсэн үндсэн аргуудаар тооцож болдог. Динамик арга нь урвал тэнцвэрийн төлөвд хүрсэн эсэхээс үл хамааран тооцдог сул талтай бол харин статистик аргын хувьд хийн урвалын оролцож байгаа хатуу төлөв (хэрэв шаардлагатай бол дахин явуулах) тогтмол байх нөхцөлд хийн найрлага өөрчлөгдөхгүй, түүний хувиралд цаг хугацаа ихээхэн шаардлагатай болдог [1-2].

Үүнийг хангахын тулд урвал явагдаж байхад тодорхой дулааныг гаднаас нэмж өгснөөр дулаан шингээж, эсвэл тийм хэмжээний дулааныг гадагшлуулснаар урвалын температурыг тогтмол барих боломжтой юм. Гэхдээ бодит нөхцөлд температурын зөрүү байнга гарч байх тул температурын градиент их тохиолдолд түүний багасгасан хувилбар буюу жижиг дулаан солилцуурын тусламжтайгаар температурын өөрчлөлтийг судлаж болох боловч энэ нь цаг хугацаа их шаарддаг. Иймд нэгэн төрлийн бус урвалыг судлахдаа термозлемент бүхий хийн урвалын хоолойн хэсэг бүрд температурыг шууд хэмжих замаар хатуу төлвөөс хийн төлөв рүү шилжих температурыг тодорхойлох боловч үүнийг төдийлэн өргөн ашигладаггүй.

Мөн тэнцвэрийн тогтмолыг термодинамикийн үндсэн сурах бичиг, гарын авлагуудыг ашиглан

термодинамикийн аргаар тодорхойлж болох бөгөөд химийн урвалын хүчийг зөв жолоодохын тулд урвалын ажлыг хэмжиж, урвалын хамгийн их ажлыг тодорхойлдог. Энэ нь урвалын үр дүнд бий болсон энергээр хамгийн их ажил хийх ойлголтыг термодинамикийн хоёрдугаар хуулиар тайлбарлаж болно. Энэ хамгийн их ажил нь зөвхөн даралт, температур тогтмол байх нөхцөлд биелнэ. Үүнийг дараах байдлаар тодорхойлно [1-2].

$$\Delta F = \Delta H - T\Delta S' \quad (1)$$

Энд: Н-Дулаан агуулалт, S'- даралт тогтмол үеийн энтропи.

Масс үйлчлэлийн хуулийн термодинамикийн гаргалгааг хийвэл:

$$\Delta F = -RT \ln K_p \quad (2)$$

Бодисын урвалын энтропи ба дулаан агуулалтын өөрчлөлт болон тэнцвэрийн тогтмолын өөрчлөлтийн хооронд дээрх тэгшитгэлүүдийг хэрэглэж болно. Үүний тулд спектроскопийн аргын тусламжтайгаар энтропийн тодорхой утганд харгалзсан даралт тогтмол үеийн дулаан багтаамжийн утгаас тэнцвэрийн тогтмолыг тодорхойлбол энэ нь бодит, үнэн зөв илэрхийлэгдэх боломжтой юм. Энэ талаарх анхны судалгааны өгүүлэгийг 1634 онд бичиж байсныг Үндэсний Стандартын Товчоонд өгүүлсэн байна [1].

Тэнцвэрийн тогтмолыг хийн генераторт үүссэн хийн нийт даралтаас хамааруулан хий тус бүрийн хэсгийн даралтын харьцаагаар илэрхийлэх боломжтой байдаг бөгөөд үүнийг генераторт явагдах урвал тус бүрээр тооцсон байдаг. Үүнээс хамааруулан тэдгээр даралтын утгуудын харьцаа бүр дээр температурын логарфим хамаарлыг тооцсон тэгшитгэлийг гаргасан байдаг [2]. Жишээлбэл: тэнцвэрийн тогтмолыг Будуардын урвалын тэгшитгэлийн хүрээнд дараах байдлаар тодорхойлно.

$$\log K_{PB} = 3.26730 - \frac{8820.690}{T} - 0.001208714T + 0.153734 \cdot 10^{-6} T^2 + 2.295483 \cdot \log T \quad (3)$$

700-1500 °К температурын зайцад хийжүүлэлтийн процессын үеийн тэнцвэрийн тогтмолыг 3-р томъёог ашиглан тооцоход хамгийн их утга нь $\log K_{PB} = 0.007$ буюу K_p -гийн хазайлт нь 0.16% гарчээ. Тооцооллын дэлгэрэнгүй үр дүнг 1-р хүснэгтэнд харуулав.

Тэнцвэрийн тогтмолыг нэгэн төрлийн бус ус-хийн урвалын хувьд тодорхойлбол:

$$\log K_{PW} = -33.45778 - \frac{4525.986}{T} - 0.005671122T + 0.8255484 \cdot 10^{-6} T^2 + 14.515760 \cdot \log T \quad (4)$$

700-1500 °К температурын зайцад 4-р томъёог ашиглан тооцоход хамгийн их утга нь $\log K_{PB}=0.019$ буюу K_{PW} -гийн харгалзах утгын хазайлт 0.37 % гарчээ. Үүнийг хүлээн зөвшөөрч Стандартын Товчоонд оруулсныг мөн 1-р хүснэгтэнд үзүүлэв [1].

ХҮСНЭГТ 1

**СТАНДАРТЫН ТОВЧОО БОЛОН ЗБА 4-Р
ТОМЪЁОГООР ТООЦСОНТЭНЦВЭРИЙН
ТОГТМОЛЫН ХАРЬЦУУЛСАН УТГА**

Температур, Т, °К	Log K_{PB} (3-р томъёо)	Log K_{PB} (Стандартын Товчоо)	Log K_{PB} (4-р томъёо)	Log K_{PB} (Стандартын Товчоо)
300	-20.79759	-20.81089	-15.21416	-15.85786
400	-13.27034	-13.28281	-9.88823	-10.11277
500	-8.74457	-8.75242	-6.56132	-6.65217
600	-5.72654	-5.72851	-4.27960	-4.29593
700	-3.57358	-3.57358	-2.61853	-2.61852
800	-1.96315	-1.96284	-1.35825	-1.35664
900	-0.71568	-0.71538	-0.37227	-0.37226
1000	+0.27808	+0.27865	+0.41694	+0.41665
1100	+1.08638	+1.08638	+1.06373	+1.06373
1200	+1.75585	+1.75658	+1.60064	+1.59959
1300	+2.31863	+2.31863	+2.05385	+2.05385
1400	+2.79782	+2.79835	+2.44206	+2.44243
1500	+3.21033	+3.21033	+2.77903	+2.77906

2. ШАТАХ ХИЙН ОНОЛЫН ТООЦООЛОЛ

Атмосферийн даралттай, агаарын үлээлгэтэй хийжүүлэлтийн үед урвалын тэнцвэрийн тогтмолыг тооцоходоо Будуардын урвалын хүрээнд дараах байдлаар тодорхойлно.

$$v_{CO} + v_{CO_2} = 1 \quad (5)$$

Даралт тогтмол үеийн тэнцвэрийн тэгшитгэлийг ашиглан нүүрсхүчлийн дан ислийн эзэлхүүний хэмжээг дараах байдлаар тодорхойлно.

$$K_{PB} P^{-1} = \frac{(v_{CO})^2}{v_{CO_2}} \Rightarrow K_{PB} P^{-1} = \frac{(v_{CO})^2}{1 - v_{CO}} \quad (6)$$

$$(v_{CO})^2 + K_{PB} P^{-1} - v_{CO} - K_{PB} P^{-1} = 0$$

$$v_{CO} = -\frac{K_{PB} P^{-1}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{K_{PB} P^{-1}}{2}\right)^2 + K_{PB} P^{-1}} \quad (7)$$

$$v_{CO_2} = 1 - v_{CO} \quad (8)$$

Агаарын үлээлгэтэй нүүрсний хийн найрлага нь хүчилтөрөгч, азотоос бүрэлдсэн агаараар үлээлгэж байгаа гэж тооцвол хийжүүлэлтийн найрлагыг 6-р томъёог ашиглан дараах байдлаар олно [9].

$$v_{CO} + v_{CO_2} + v_{N_2} = 1 \quad (9)$$

Үүнийг цааш нь бодвол:

$$\begin{aligned} \frac{0.21}{0.79} &= \frac{0.5v_{CO} + v_{CO_2}}{v_{N_2}} \Rightarrow v_{CO_2} = \\ &= 1 - v_{CO} - \frac{0.21}{0.79} 0.5v_{CO} - \frac{0.79}{0.21} v_{CO_2} = \\ &= \frac{1 - v_{CO} \left[1 + \left(\frac{0.79}{0.21} \right) 0.5 \right] K_{PB} P^{-1}}{1 + \frac{0.79}{0.21}} \\ (v_{CO_2})^2 &= \frac{1 - v_{CO} \left[1 + \left(\frac{0.79}{0.21} \right) 0.5 \right] K_{PB} P^{-1}}{1 + \frac{0.79}{0.21}} = \\ &= \frac{K_{PB} P^{-1}}{1 + \frac{0.79}{0.21}} - v_{CO} K_{PB} P^{-1} \frac{1 + \frac{0.79}{0.21} 0.5}{1 + \frac{0.79}{0.21}} = \end{aligned} \quad (10)$$

$$= 0.21 K_{PB} P^{-1} - 0.605 v_{CO} K_{PB} P^{-1} \quad (10)$$

$$(v_{CO_2})^2 + 0.605 v_{CO} K_{PB} P^{-1} - 0.21 K_{PB} P^{-1} = 0 \quad (11)$$

Эндээс v_{CO} -г олбол:

$$v_{CO} = -0.3025 v_{CO} K_{PB} P^{-1} \pm \sqrt{\left(-0.3025 v_{CO} K_{PB} P^{-1}\right)^2 + 0.21 K_{PB} P^{-1}} \quad (12)$$

$$v_{CO_2} = 0.21 - 0.605 v_{CO} \quad (13)$$

$$v_{N_2} = 1 - v_{CO} - v_{CO_2} \quad (14)$$

Дээрх тооцооллын аргыг ашиглан тооцоход атмосферын даралт болон түүнтэй ойролцоо даралтын үед нүүрсийг агаараар үлээж хийжүүлэхэд гарах шатах хийн найрлагыг тооцон үзснийг дараах хүснэгтээр харуулав [1-3].

**ХҮСНЭГТ 2
ХУУРАЙГААРЫН ҮЛЭЭЛГЭТЭЙ ШАТАХ
ХИЙН ОНОЛЫН НАЙРЛАГА**

Т, оС	Агууламж, %			Харьцаа	
	CO	CO2	N2	CO/CO+CO2	CO/CO2
350	0.12%	20.93%	78.95%	0.01	0.01
400	0.41%	20.75%	78.84%	0.02	0.02
450	1.18%	20.29%	78.53%	0.05	0.06
500	2.91%	19.24%	77.85%	0.13	0.15
550	6.22%	17.24%	76.54%	0.27	0.36
600	11.53%	14.03%	74.45%	0.45	0.82
650	18.36%	9.89%	71.75%	0.65	1.86
700	25.05%	5.85%	69.11%	0.81	4.28
750	29.82%	2.96%	67.22%	0.91	10.09
800	32.44%	1.38%	66.19%	0.96	23.57
850	33.66%	0.64%	65.70%	0.98	52.99
900	34.21%	0.30%	65.49%	0.99	112.88
950	34.46%	0.15%	65.39%	1.00	227.23
1000	34.58%	0.08%	65.34%	1.00	433.46
1100	34.67%	0.03%	65.31%	1.00	1366.73
1500	34.71%	0.00%	65.29%	-	-

**3. ОНОЛЫН БА БОДИТ ТУРШИЛТЫН ҮР
ДҮНГИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ**

Дээрх 3-р хүснэгтэнд үзүүлсэн шатах хийн онолын найрлагыг бодит туршилтын үр дүнтэй харьцуулсныг 3-р хүснэгтэнд үзүүлэв.

ХҮСНЭГТ 3

**ОНОЛЫН БА БОДИТ ТУРШИЛТЫН ҮР
ДҮНГИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ**

Т, оС		350	400	450	500	550
Хийнагууламж, %	Онол, СО	0.0012	0.0041	0.0118	0.0291	0.0622
	Бодит, СО	0.0002	0.0032	0.0083	0.0172	0.0546
	Онол, СО₂	0.2093	0.2075	0.2029	0.1924	0.1724
	Бодит, СО ₂	0.2099	0.2081	0.2050	0.1996	0.1770
	Онол, N₂	0.7895	0.7884	0.7853	0.7785	0.7654
	Бодит, N ₂	0.7899	0.7887	0.7867	0.7832	0.7684

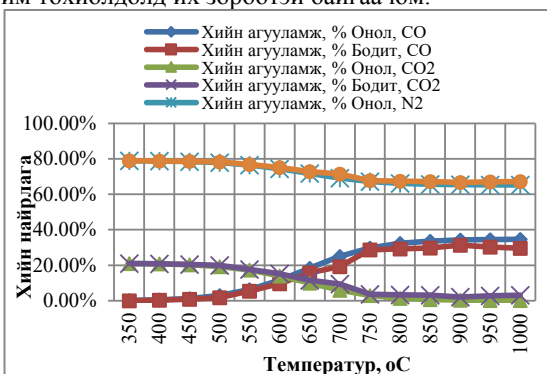
ҮРГЭЛЖЛЭЛ

Т, оС		600	650	700	750	800
Хийнагууламж, %	Онол, СО	0.1153	0.1836	0.2505	0.2982	0.3244
	Бодит, СО	0.0965	0.1574	0.1982	0.2867	0.2918
	Онол, СО₂	0.1403	0.0989	0.0585	0.0296	0.0138
	Бодит, СО ₂	0.1516	0.1148	0.0934	0.0365	0.0335
	Онол, N₂	0.7445	0.7175	0.6911	0.6722	0.6619
	Бодит, N ₂	0.7519	0.7278	0.7138	0.6768	0.6747

ҮРГЭЛЖЛЭЛ

Т, оС		850	900	950	1000
Хийнагууламж, %	Онол, СО	0,3366	0,3421	0,3446	0,3458
	Бодит, СО	0,2972	0,3129	0,3024	0,296
	Онол, СО₂	0,0064	0,0030	0,0015	0,0008
	Бодит, СО ₂	0,0302	0,0207	0,027	0,0309
	Онол, N₂	0,657	0,6549	0,6539	0,6534
	Бодит, N ₂	0,6726	0,6664	0,6706	0,6731

Бодит туршилтыг онолын 1500 °С хүртэл температурт явуулах техникийн нөхцөл боломж байгаагүй тул бид 1000 °С хүртэл явуулсан бөгөөд туршилтын стендийн хийц, үлээлгийн агент болох агаарын температур, түүний зарцуулалт, буцлах давхаргын инертийн материал, нүүрсний ширхэгжилт, лабораторт онолын нөхцөлийг бүрэн хангаж чадахгүй зэргээс хамааран туршилтын болон онолын утгууд зарим тохиолдолд их зөрөөтэй байгаа юм.



Зураг 1. Хийжүүлэх процессын туршилтын бодит ба онолын хийн найрлага температураас хамаарах нь

Дээрх зургаас харахад нүүрсхүчлийн дан исэл (СО) температур нэмэгдэх тутам нэмэгдэж байхад нүүрсхүчлийн давхар исэл (СО₂) болон азот (N₂) буурч байна.

Туршилтаас авсан бодит утгыг онолын процессынхтой харьцуулахад нүүрсхүчлийн дан исэл (СО), нүүрсхүчлийн давхар исэл (СО₂) онолын хэмжээнээс бага үүсэж байгаа ба харин азот (N₂) их үүсэж байгаа нь хийжүүлэх процесс төдийлэн сайн яваагүйг харуулж байна. Энэ нь бодит нөхцөлд температурыг тодорхой утгууд дээр тогтвортой бариагүй, үлээлгийн агентын температур бага байсантай холбоотой гэж үзэж байна.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаанаас үзэхэд хийжүүлэх процессыг удирдах, хийн найрлагыг онолын нөхцөлд үнэн зөв тооцоход түүний урвалын тогтмол чухал нөлөөтэй байгаа нь харагдаж байна.

Өөрөөр хэлбэл урвалын тэнцвэрийн тогтмолыг онолын үндэслэлтэйгээр бодит нөхцөлд ойртуулан судласнаар бид хийжүүлэлтийн процессын үр дүнд гарган авч буй шатах хийн найрлагыг тодорхойлж, улмаар түүнийг ямар хэмжээний дулаан гаргах чадвартай байхыг урьдчилан тооцоолж хийжүүлэлтийг явуулах ач холбогдолтой болно.

В.Гумз, Г.И.Дешалит, Н.Г.Юдушкин, Б.В.Кантрович нарын бүтээлийг судлаж байхад температураас хамаарсан логарифм тэгшитгэлээр ихэвчлэн тэнцвэрийн тогтмолыг илэрхийлсэн байгаагаас үзэхэд *хийжүүлэлтийн процесст хамгийн голлох хэмжигдэхүүн бол температур* гэдэг нь тод харагдаж байгаа юм.

Бидний туршилтын хувьд ч энэ байдал илэрхий харагдаж байсан бөгөөд ялангуяа ихэвчлэн үлээлгийн агентын даралтаас хамаарч хийжүүлэх процесс даралт тогтмол үед явагддаг тул түүний температур болоод бусад хүчин зүйлс болох үлээлгийн агентын төрөл, хэмжээ, температур, нүүрсний ширхэгжилт зэргээс хамаарсан хамаарлыг нарийвчлан судлах шаардлагатай байгаа юм.

Мөн хэсгийн даралт болон моль массаас нь хамааруулсан тэнцвэрийн тогтмолыг тодорхойлох аргачлалуудыг нарийн судлах нь чухал юм.

Ашигласан ном зүй

1. Wilhelm Gumz. Gas producers and Blast furnace. 1950.
2. Г.И.Дешалит. Расчеты процессов газификаций топлива. Харьковского ордена Трудового красного знамени государственного университета им А.М. Горького. Харьков. 1959.
3. Н.Г.Юдушкин. Газогенераторные тракторы. Москва. 1955.

ХИЙН ТУРБИНЫ ШАТАЛТЫН КАМЕРЫН ЗАГВАР БА ДУЛААН ГАРГАХ ЧАДВАР БАГАТАЙ ХИЙН ШАТАЛТЫН ҮР ДҮН

Б.Баттөр*, Ч.Даваасамбуу*, С.Батмөнх*

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

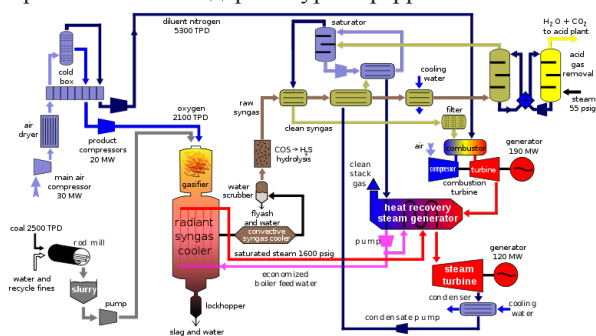
Хураангуй. Өнөөдөр дэлхий нийтийн хэмжээгээр агаарын бохирдлыг бууруулах, цаг уурын дулаарлаас сэргийлэх зорилгоор түүхий нүүрсний хэрэглээнээс татгалзах, хэрэглээг бууруулах, түүнийг эрчим хүчний зориулалтаар боловсруулан ашиглах чиглэлийн судалгааны ажил тэргүүлэх чиглэл болон тавигдаж байна. Энэ үйл явцтай уялдан Монгол орны нөхцөлд хүрэн нүүрсийг эрчим хүчний зориулалтаар боловсруулан хий гарган авсанаар, хийн турбины шаталтын камерийн хийцийг тухайн хийд тохируулан өөрчилж, улмаар Уур-хий хосолсон ДЦС-ын ажиллагааны схем боловсруулан ашиглах боломж бүрдэх юм. Ингэснээр хосолсон циклээр эрчим хүч үйлдвэрлэж, экологи, байгаль орчинд ээлтэй технологи ашиглах боломж бүрдэх чухал ач холбогдолтой.

Түлхүүр үг: Хийн турбин, шаталтын камер, азотын исэл, адиабат температур, дулаан гаргах чадвар.

I. ОРШИЛ

Дотоод циклдээ хийжүүлэлттэй уур-хийн төхөөрөмжийн ашигт үйлийн коэффициентыг дээшлэх арга нь агаар болон шаталтын цэвэр хийг ашиглаж хийн турбинд орох ажлын биеийн температурыг нэмэгдүүлэх явдал юм.

Өнөөгийн байдлаар Япон, Герман, ОХУ зэрэг улс орнуудад дотоодоо хийжүүлэлттэй уур хийн төхөөрөмжийн циклийн ажиллагааны үед хийн турбины өмнөх хийн температурыг 1500-1700 °C хүртэл нэмэгдүүлэх талаар хийн турбины үйлдвэрлэлд идэвхтэй судалгаа, шинжилгээний нэн тэргүүний чиглэл болгон ажиллаж байна. Дотоодоо хийжүүлэлттэй ДЦС-ын ажиллагааны циклийн зарчмын схемийг дараах зурагт үзүүлэв.



1.1-р зураг. Дотооддоо хийжүүлэлттэй Уур-хий хосолсон ДЦС-ын ажиллагааны схем. (IGCC)

Энэхүү схемийн давуу тал нь дотоодоо хийн генератор ашиглах замаар түүхий нүүрсийг

хийжүүлэн гарган авсан дулаан гаргах чадвар багатай хийн шаталтаас үүссэн шаталтын бүтээгдэхүүн буюу утааны хийгээр хийн турбин ажиллуулан цахилгаан энерги үйлдвэрлэх, мөн дулаан гаргах чадвар багатай хийн шаталтын онолын температур багатай учраас шаталтаас үүсэх азотын исэл бага үүсдэг, ингэснээр утааны хийтэй хаягдах азотын ислийг бууруулснаар байгаль орчинд ээлтэй технологи болдогдоо давуу талтай юм. Энхүү судалгааны ажлаар дотооддоо хийжүүлэлттэй Уур-хий хосолсон ДЦС-ын хийн генераторт гарган авсан дулаан гаргах чадвар багатай хийг шатаах хийн турбины шаталтын камерийн загварчлал, хийцийн өөрчлөлт, шаталтын бүтээгдэхүүнүүдийг голлон авч үзлээ.

II. ХИЙН ТУРБИНЫ ШАТАЛТЫН КАМЕРИЙН ЗАГВАРЧЛАЛ

Орчин үед хийн турбины шаталтын камерт түүхий нүүрснээс гарган авсан дулаан гарах чадавхар багатай хийг шатаахад зориулан хоёр үет технологийг ашиглаж байна. Энэ технологior дулаан гаргах чадавхар багатай хийн шаталтаас үүссэн цэвэр хийн параметрууд $Q_n^p > 4.8 - 5 \frac{MДж}{кг}$, $CH_4 < 1\%$, $NH_3 < 100 \text{ сая}^{-1}$ байдаг [2, 3]. Энэхүү технологийн шаталтын камер нь дараах үзүүлэлттэй. Үүнд:

1. дулааны болон массын балансаар хийн турбины өмнөх хийн температур 1500 °C-ээс багагүй

2. шаталтын камерийн шаталтын процессыг тогтворжуулахын тулд нисэх онгоцны хийн турбины шаталтын камерийн асаагуур ашиглах

3. түлшний шаалтаас үүсэх азотын исэл (NO_x) түлшинд 60 сая⁻¹ -аас бага, дулаанд 8 сая⁻¹ бага

Шаталтын камерийн хийцийг оновчтой сонгоход дараах шаардлагуудыг хангасан байна.

- агаар болон хийн хольцыг шаардлагатай хэмжээнд өгөх;

- температурын жигд орон үүсгэх;

- түлшний бүрэн шаталт,

- тогтвортой шаталт;

- шаталтаас үүсэх азотын исэлийг бууруулах.

Загварчлал хийх дараалал

1. Хийн турбин сонгох

2. Хийн турбины шаталтын камерийн хийцийн тооцоо хийх

3. Хийцийн тооцооны үр дүнд гарсан геометр хэмжээсүүдээр шаталтын камерыг инженерийн програм дээр загвараа гарган авах

4. Гаргасан загвараа ANSYS програм дээр загварчилж, хийн түлшний дулаан техникийн тодорхойломжуудыг өгөх замаар шаталтын эффектийг судлах

Дулаан гаргах чадвар багатай хийд тохирсон хийн турбины шаталтын камерын хийцийн загварчлал гаргахдаа тодорхой нэг хийн турбиныг урьдчилан сонгох хэрэгтэй байдаг. Сонгосон хийн турбины техникийн үзүүлэлтүүдийг дараах хүснэгтээр үзүүлэв.

SGT-400 маягийн хийн турбин турбины
техникийн үзүүлэлт

2.1-р хүснэгт

Цахилгаан чадал	12,90 МВт
Түлш	Шингэн болон хий
Эргэлтийн давтамж	50/60 Гц
АҮК	34,8%
Дулааны хувийн зарцуулалт	10 355 кДж/кВт-ч
Турбины эргэлтийн тоо	9 500 об/мин
Компрессорын шахалтын зэрэг	16,8:1
Турбинаас гарах хийн зарцуулалт	39,4 кг/с
Температур	555°C



2.1-р зураг. SGT-400 маркийн хийн турбин

Дээрх 2.1-р хүснэгтэнд үзүүлсэн SGT-400 маягийн хийн турбины техникийн үзүүлэлтүүдийг ашиглан түүхий нүүрсийг хийжүүлэн гарган авсан дулаан гаргах чадвар багатай хийн үзүүлэлтүүдэд тулгуурлан шаталтын камерийн хийцийн тооцоог хийж, хийцийг боловсруулав. Тооцоонд ашигласан хийн үзүүлэлтүүдийг 2.2-р хүснэгт, хийцийн тооцооны зарим үр дүнг 2.3-р хүснэгтээр тус тус харуулав.

Хийцийн тооцоонд ашигласан
хийн үзүүлэлтүүд

2.2-р хүснэгт

№	Нэр	Тэмдэг лэгээ	Нэг ж	Байгалийн хий	Генераторын хий
0	1	2	3	4	5
1	Шаталтын камерт орох агаарын даралт	P _в	кгс/м ²	1646	1646

2	Шаталтын камерт орох агаарын температур	T _в	К	690	690
3	Хийн турбинээс гарах хийн температур	T _г	К	828	828
4	Агаарын зарцуулалт	G _в	кг/с	6.48	6.48
5	Нүрс хүчлийн давхар исэл	CO ₂	%	0.1	12
6	Метан	CH ₄	%	98	1.8
7	Азот	N ₂	%	1.2	51.2
8	Этен	CnHm	%	0.7	-
9	Нүүрс хүчлийн дутуу исэл	CO	%	-	27
10	Устөрөгч	H ₂	%	-	8
12	Дулаан гаргах чадвар	Q _н ^р	ккал/м ³	8470	1170

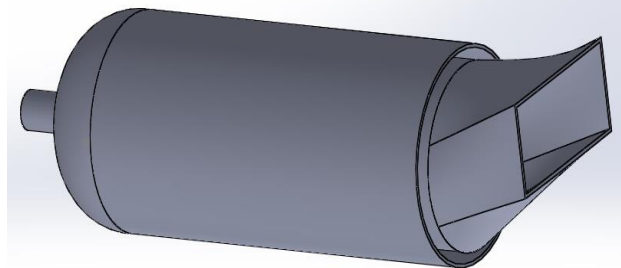
Хийн турбины шаталтын камерийн хийцийн тооцоог байгалийн хий болон түүхий нүүрсийг боловсруулан гарган авсан дулаан гаргах чадвар багатай хийн үзүүлэлтүүдэд тохируулан хийсэн бөгөөд тооцооны зарим үзүүлэлтүүдийг дараахь 2.3-р хүснэгтээр харуулав.

Шаталтын камерийн хийцийн
тооцооны үр дүн

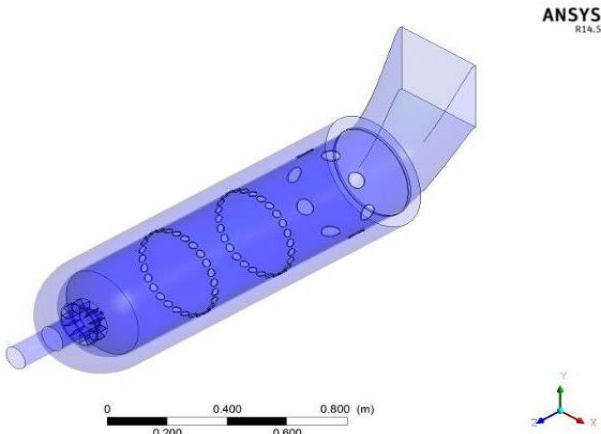
2.3-р хүснэгт

1	Шаталтын камерын чадал	N _{кг}	МВт	2,6	
2	Илүүдэл агаарын коэффициент	α _{общ}	-	1,88	2,6
3	Түлшний зарцуулалт	B _{общ}	м ³ /с	0.303	3.19
4	Шаталтын камерын диаметр	D _{пл}	м	0,35	0,35
5	Шаталтын камерын урт	L _{пл}	м	0.90	1.05

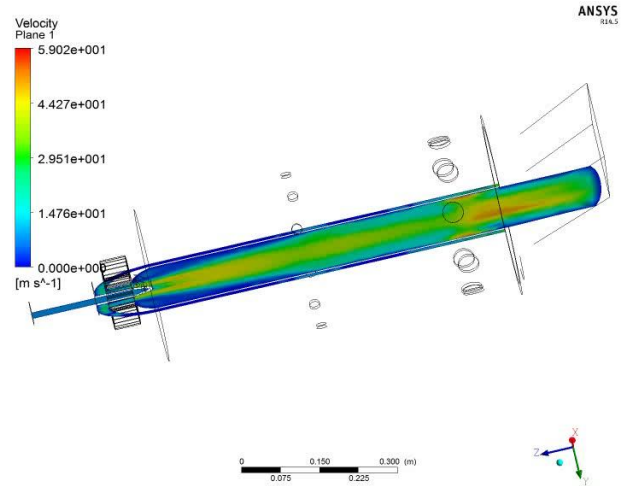
Дээрх хийцийн тооцооны үзүүлэлтүүдийг ашиглан хийн турбины шаталтын камерийг Solidwoks програм ашиглан 3D загварыг хийсэн бөгөөд энэ загвараа орчин үеийн инженерийн өндөр нарийвчлал бүхий ANSYS програм дээр импортлон оруулж, хийцийн гадаргуугийн оронд торны бүтэц үүсгэн мешлэнэ.



2.2-р зураг. Хийн турбины шаталтын камерийн 3D загвар



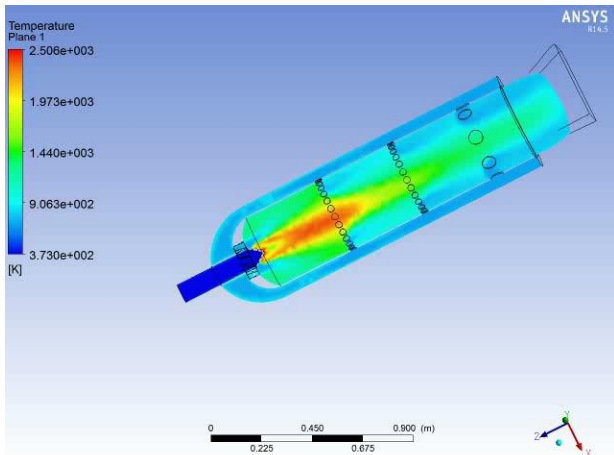
2.3-р зураг. Байгалийн хийд зориулан гаргасан шаталтын камерийн хийц



3.3-р зураг. Байгалийн хийд зориулсан шаталтын камер дахь хийн шаталт

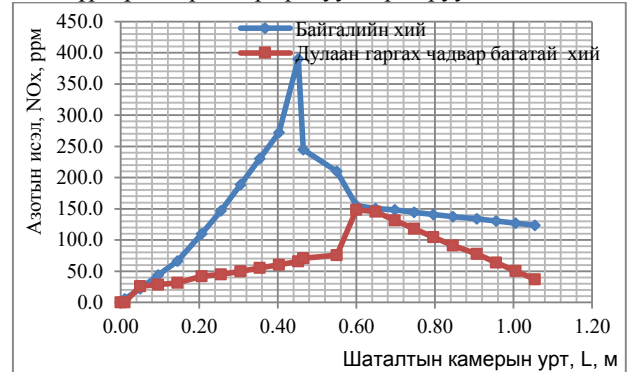
III. ЗАГВАРЧЛАЛЫН УРЬДЧИЛСАН ҮР ДҮН

Хийцийн тооцооны үр дүнгээр гарган авсан шаталтын камерийн загварыг ANSYS програмын тусламжтайгаар байгалийн хий болон генераторын хийн үзүүлэлтүүдэд тулгуурлан зарим үр дүнг гарган авав.

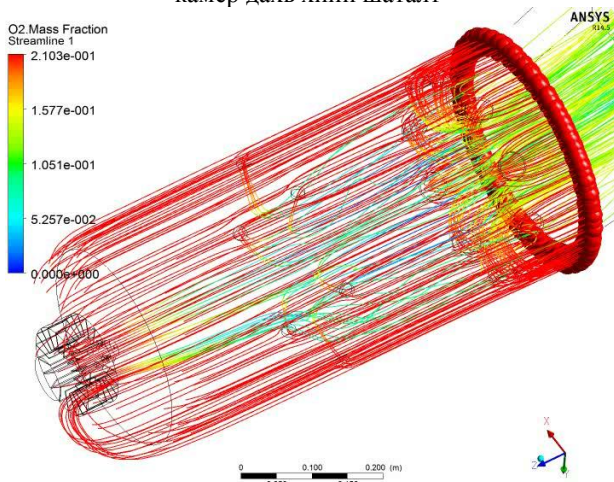


3.1-р зураг. Генераторын хийд зориулсан шаталтын камер дахь хийн шаталт

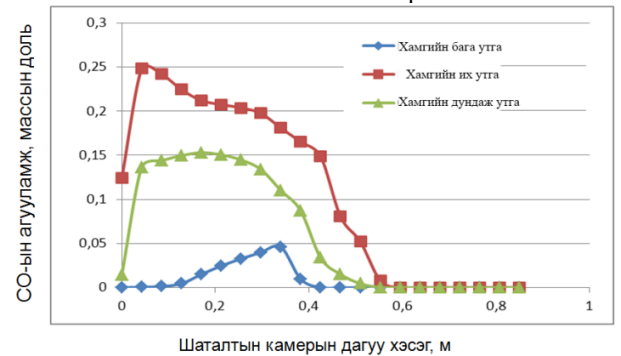
Дээрх зургуудад хийн турбины шаталтын камерт явагдах байгалийн хийн ба генераторын хийн шаталтын процессыг ANSYS програмын тусламжтайгаар явуулж, зарим шаталтын бүтээгдэхүүнээс үүсэх бохирдуулагч бодисууд шаталтын камерийн уртын дагуу хэрхэн үүсч байгааг судлаж гаргав. Програмын тусламжтайгаар гарган авсан үр дүнг дараах графикуудаар харуулав.



3.4-р зураг. Шаталтын камерийн уртын дагуу үүсч байгаа азотын ислийн тархалт

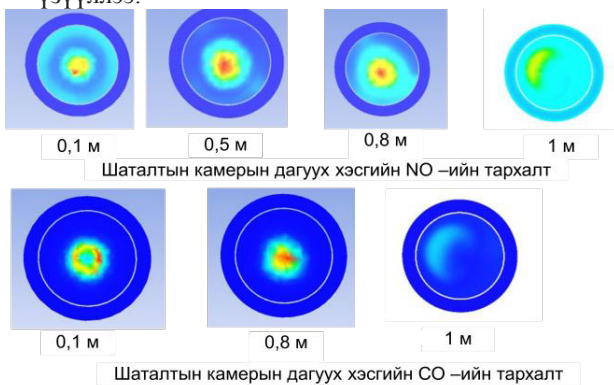


3.2-р зураг. Шаталтын камерт өгөх агаарын хөдөлгөөн



3.5-р зураг. Шаталтын камерийн уртын дагуу үүсч байгаа нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн тархалт

Загварчлалын үр дүнгээс үзэхэд шаталтын камерийн эхний хэсгүүдэд нүүрстөрөгчийн дутуу исэл ихээр үүсч байсанаа төгсгөл хэсэгрүүгээ буурч байна. Энэ нь шаталтын камерийн шаталтын зоны эхний үеүүдэд өгч байгаа агаарын хэмжээ ихссэн байна. Мөн азотын исэл байгалийн хийн шаталтын үед ихээр үүсч, харин генераторын хий буюу дулаан гаргах чадвар багатай хийн хувьд харьцангуй бага үүсч байна. Эндээс үзэхэд байгалийн хий нь дулаан гаргах чадвар ихтэй байдаг учир шаталтын онолын температур өндөр байдагтай холбоотойгоор азотын исэл өндөр үүсч байна. Шаталтын камерийн уртын дагуух азотын исэл болон нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн үүсэлтийн шаталтын камерийн янз бүрийн хөндлөн огтлолд тархалтийг нь гаргаж дараах зургуудад үзүүллээ.



3.6-р зураг. Шаталтын камерийн дагуух хэсгийн зарим бодисуудын тархалтын загвар

4. ДҮГНЭЛТ

Шаталтын камерыг ANSYS програм дээр загварчилж зарим үзүүлэлтүүдийг эхний байдлаар гарган авсан бөгөөд энэ үр дүнгээс дараах дүгнэлтийг хийж байна.

1. Түлшний шаталтаас үүсэж байгаа азотын исэл шаталтын камерийн уртын дагуу 400 орчим ppm байгаа бөгөөд хамгийн багадаа 10 орчим ppm байна.
2. Түлшний шаталтаас үүсэж байгаа нүүрчтөрөгчийн исэл (CO) шаталтын камерын эхний хэсэгт их үүсэж байгаа бөгөөд сүүлийн хэсэгрүүгээ бага үүсэж байна.
3. Цаашид дээрх загвараа улам сайжруулж, ANSYS программ дээр хийсэн загвараар лабораторын стенд хийж туршихаар зорин ажиллаж байна.

5. АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). – СПб.: НПО ЦКТИ, 1998.
2. Газотурбинные энергетические установки : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Теплоэнергетика" / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. С. Земцов, А. С. Осыка ; под ред. С. В. Цанева ., М.: МЭИ, 2011.
3. Takeharu Hasegawa. Developments of Gas Turbine Combustors for Air-Blown and Oxygen-Blown IGCC. / Advances in Gas Turbine Technology. Edited by Ernesto Benini, InTech, 2011.

