

**БАЙГАЛЬ, ОРЧИН АЯЛАЛ ЖУУЛЧЛАЛЫН ЯАМ
МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ**

Ж.Ванчинхүү

**АГААРЫН БОХИРДЛЫГ БУУРУУЛАХ АРГА
ЗАМУУД**

“Хот, суурин газрын утааны тоосонцрын концентраци, хорт хийн хэмжээг бууруулах техник, технологийн судалгаа, шийдэл” сэдэвт судалгааны төслөөс гаргасан зөвлөмж

Улаанбаатар
2017

АГУУЛГА

АГУУЛГА	2
ОРШИЛ	3
1. ЦАХИЛГААН СТАТИК ШҮҮЛТҮҮР	5
1.1 Цахилгаан шүүлтүүр, түүн дотор явагдах физик процессууд	6
1.1.1 Титэмт ниргэлэг	7
1.1.2 Ниргэлэг стационар асах нөхцөл	8
1.1.3 Цахилгаан салхи	11
1.1.4 Титэмт ниргэлэг дэх орон ба цэнэгийн түгэлт	11
1.1.5 Титэмт ниргэлэг стримерт шилжих нөхцөл	12
1.2 Титэмт ниргэлгийн дотор бөөмцөр цэнэгжих механизм ..	13
1.3 Титэмт ниргэлгийн үед агаарт озон үүсэх процесс	15
2. ЦАХИЛГААН ШҮҮЛТҮҮРИЙН ШҮҮХ ЧАДВАР БА ТҮҮНИЙ ХЭЛБЭР ХЭМЖЭЭ	16
3. БОДИТ ЦАХИЛГААН ШҮҮЛТҮҮР	20
3.1 Шүүх хэсэг	22
3.2 Цахилгаан шүүлтүүрийн тэжээлийн хэсэг	23
3.2.1 Өндөр хүчдэлийг хэмжих	24
3.3 Цахилгаан шүүлтүүрийн материалын орц	25
3.4 Цахилгаан шүүлтүүрийн байрлуулах	26
4. ХОРТОЙ ХИЙГ ШҮҮХ, ХОРГҮЙЖҮҮЛЭХ	27
5. НЭГЭНТ БИЙ БОЛСОН АГААРЫН БОХИРДЛЫГ БУУРУУЛАХ АРГА ЗАМУУД	29
5.1 Хот суурин газрын агаарын бохирдол	29
5.2 Газрын гадаргуу орчмын агаар дахь бөөмцрүүдийн концентрацийн түгэлт	30
5.2.1 Гадаад орчны агаарын бохирдол	32
5.3 Агаарын бохирдлын туналт	33
5.3.1 Тунадасны бохирдлыг хэмжих нь	35
5.4 Нэгэнт бий болсон агаарын бохирдлыг бууруулах арга ...	36
5.4.1 Орчны агаарыг шүүлтүүрээр цэвэрлэх боломж	36
5.4.2 Агаарын урсгал үүсгэх	37
5.4.3 Тунадасжуулан буулгах арга	37
5.4.4 Агаарын бохирлыг хөөргөж зайлуулах арга	38
ЕРӨНХИЙ ЗӨВЛӨМЖ	38

ОРШИЛ

Хүйтний улиралд манай улсын хүн ам ихээр төвлөрсөн хот суурин газруудад агаарын бохирдол гамшгийн хэмжээнд хүрдэг бөгөөд энэ бохирдлыг бууруулах нь төр засгийн төдийгүй нийт иргэдийн нийтлэг амин чухал асуудал юм. Тухайлбал, Улаанбаатар хот дэлхийн хамгийн их бохирдолтой хотуудын нэг болоод байна. Ийм учраас энэ чиглэлээр дорвитой судалгаа явуулж агаарын бохирдлыг бууруулж багасгах техник, технологийг боловсруулах, агаарын бохирдолтой тэмцэхэд иргэд, аж ахуйн нэгжийн оролцоог нэмэгдүүлэх ажлыг зохион байгуулах, иргэд, олон нийт, төрийн болон төрийн бус байгууллагуудыг агаарын бохирдол, түүнийн багасгах боломжит арга замуудын талаархи мэдлэг мэдээллээр хангах шаардлагатай байгаа юм. Агаарын бохирдлыг бууруулах боломжит хэд хэдэн арга зам бий.

Үүсгүүрүүдийг цөөлөх Агаарыг бохирдуулагч агентуудыг үүсгэн агаар мандал руу оруулж байдаг цэгэн болон байнгын үүсгүүрүүдийг цөөлж, цаашилбал бүр алга болгох нь агаарын бохирдлыг бууруулах зорилгоор хэрэгжүүлэх хамгийн анхдагч алхмуудын нэг юм. Хэрэв ингэж чадвал агаарын бохирдлыг 60-70 орчим хувиар бүрэн бууруулах боломжтой. Үүнийг хэрэгжүүлэхийн тулд агаарын бохирдол үүсгэдэг дулааны эх үүсвэрүүдийг халж хий, цахилгаан, газрын гүний энерги зэрэг эх сурвалжуудыг шинээр байгуулах хэрэгтэй. Энэ нь хамгийн дэвшилттэй төдийгүй эдийн засгийн хувьд хамгийн үр ашигтай, дэлхий нийтээрээ хэрэглэж байгаа гол арга зам боловч хэрэгжүүлэхэд маш том мега хөрөнгө оруулалт шаарддаг.

Үүсгүүрүүдийг орчин үежүүлэх Үүсгүүрүүдийг орчин үежүүлэн өөрчилж шаталт богино хугацаанд идэвхжин бүрэн явагддаг болгосноор агаар бохирдуулагч агентуудыг бага ялгаруулдаг шатаах төхөөрөмжүүдийг гарган амьдралд нэвтрүүлж болно. Энэ нь манай орны нөхцөлд хэрэгжүүлж болох нэлээд шалгарсан арга юм. Энэ замыг бид

ашиглаж шинэ төрлийн зуухыг айл өрхүүд хэрэглэж байгаа билээ.

Түлшний шинж чанарыг өөрчлөн бүрэн шаталттай түлш үйлдвэрлэх Зуухны төрлөөс үл хамааран шаталт бүрэн явагдаж байх эсэх нь түлшний шинж чанараас хамаардаг бөгөөд материалын судалгаа явуулснаар ийм шинэ төрлийн түлшийг гарган авч болох юм. Энэ санааг хэрэгжүүлж утаагүй түлшний үйлдвэрлэлд хөрөнгө оруулж байгаа боловч хараахан үр дүнд хүрээгүй байсаар байна.

Шатаах төхөөрөмжүүдийг шинэчлэх Өнөөдөр өргөн ашиглагдаж байгаа зуухыг өөрчлөн шинэчилж гал өдөөгч болон шүүлтүүрээр нэмж тоногосноор шаталтыг бүрэн явуулж гаргаж байгаа тортгоо хянан шүүдэг ухаалаг зуухыг нэвтрүүлж утаа тортгийг багасгаж болно. Энэ арга нь цаашид утааны эсрэг хэрэгжүүлж болох хамгийн чухал арга юм. Гэвч энэ нь өртөг зардал өндөртэй, хугацаа шаардсан ажил юм.

Иймд агаарын бохирдлыг бууруулах хямд төсөр арга бидэнд хэрэгтэй болж байна. Үүнийг бид дараах хоёр үндсэн шаардлагыг хангасан шатаалтын нэгж үүсгэгчийг бий болгосноор шийдвэрлэж чадах юм. Үүнд:

- Шатаах төхөөрөмжүүдэд бүрэн шаталт явагдах нөхцөлийг хангадаг,
- Шаталтын явцад ялгарах бүтээгдэхүүнийг агаар луу оруулалгүйгээр шүүдэг.

Агаарын бохирдлыг бууруулах чиглэлээр хэрэгжүүлж байгаа төслүүдийн хүрээнд тараагдаж байгаа зуухнууд эхний шаардлагыг зохих хэмжээгээр хангаж байгааг холбогдох байгууллагууд мэдээлж байгаа боловч эдгээр зуухны хувьд бүрэн шаталтад шилжих хугацаа өндөр хэвээр байна. Дутуу шаталтын хугацааг богиносгохын уг зуухнуудад гал өдөөгч нэмж суурилуулж болно. Харин хоёр дахь шаардлагыг хангахын тулд дээрх зуухуудад утааг шүүх нэмэлт төхөөрөмж суурилуулах шаардлагатай. Эдгээрийг цахилгаан шүүлтүүрээр бүрэн шийдвэрлэж болно.

1. ЦАХИЛГААН СТАТИК ШҮҮЛТҮҮР

Шаталтын явцад үүсэн ялгарч байгаа бөөмцрүүд болон хорт хийг шүүх замаар агаар мандал руу орохоос нь өмнө утааны хийнээс салган зайлуулж болно. Бүх төрлийн сүвэрхэг материалууд ийм хийг шүүж цэвэрлэх боломжтой боловч хийн урсгалыг саатуулдаг учраас зуухнаас ялгарч байгаа утааг цэвэрлэхэд тохиромжгүй. Сүвэрхэг материалаар хийсэн шүүлтүүрийг механик шүүлтүүр гэдэг бөгөөд ийм төрлийн шүүлтүүрийг Улаанбаатар хотын суурьшлын зарим бүсэд тухайлбал Гандан орчмын айл өрхүүдэд тавьж туршаад үр муутай болох нь тогтоогдож дахин хэрэглээгүй байна. Ийм учраас утааны урсгалд саад учруулдаггүй тийм шүүлтүүрийг сонгох хэрэгтэй бөгөөд хамгийн энгийн, хялбар, үр ашигтай ийм шүүлтүүрийн төрөл бол цахилгаан статик шүүлтүүр юм.

Цахилгаан статик шүүлтүүр нь утааг шүүхдээ шүүлтүүрээр урсан өнгөрч байгаа хийн урсгал дотор байгаа бөөмцрүүдийг цэнэглэж дараа нь цахилгаан орны үйлчлэлээр хөндлөн чигт хөдөлгөн урсгалаас зайлуулах зарчим дээр тулгуурлаж ажилладаг. Ийм цахилгаан шүүлтүүр дараах хэд хэдэн давуу талтай. Үүнд:

1. Шүүлтийн зэрэг нь маш өндөр байх боломжтой, хамгийн үр ашигтай арга бөгөөд хийн доторхи бөөмцрүүдийг 99.9% хүртэл шүүж болдог,
2. Хийн урсгалд үзүүлэх гидравлик эсэргүүцэл нь хамгийн бага байдаг,
3. Хийн дотор байгаа бөөмцрийн хэмжээ олон янз, хэмжээ нь өргөн мужийг (0.01 мкм-ээс хэдэн зуун мкм) хамарч байсан ч өндөр шүүх чадвартай байдаг,
4. Шүүлтийн процессыг автоматжуулах, хүчдэлээр нь удирдах боломжтой байдаг,
5. Цахилгаан шүүлтүүрт шүүлтийг явуулдаг гол процесс нь болох титэмт ниргэлгийг харьцангуй хялбархан, бага чадлаар үүсгэж болдог.

1.1 Цахилгаан шүүлтүүр, түүн дотор явагдах физик процессууд

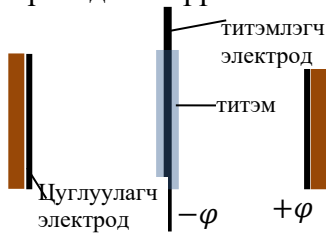
Цэнэгтэй бөөмийг цахилгаан оронд оруулахад түүнд орны зүгээс Кулоны хүч үйлчилдэг. Энэ хүчний үйлчлэлийн үр дүнд цэнэгтэй биеийн хөдөлгөөний анхны чиглэл нь орны чиглэлээс ялгаатай байх тохиолдолд бөөм орны дагууд анхны чиглэлээс хазайн хөдөлдөг. Цахилгаан орон дотор хөдөлж байгаа цэнэгт бөөмийн хөдөлгөөний энэ чанарыг ашиглан дисперслэгдсэн жижиг хэсгүүд агуулсан орчныг жижиг хэсгүүдээс нь шүүж цэвэрлэдэг бөгөөд ийм системийг цахилгаан шүүлтүүр гэдэг. Тоосны ширхэгүүд, микро дуслууд болон бөөмцөр зэргийг агуулсан хий болон дисперстэй системийг шүүж цэвэрлэхэд ийм цахилгаан шүүлтүүрийг өргөн ашигладаг. Шаталтаас ялгарах утаа нь шаталтын явцад үүсэх төрөл бүрийн хий болон хөө тортог буюу харьцангуй том хэмжээтэй бөөмцрүүд (дисперслэгдсэн систем) агуулсан олон фазтай систем байдаг. Ийм учраас утааг хөө тортогос нь цэвэрлэхэд цахилгаан шүүлтүүрийг үр ашигтайгаар ашиглаж болно.

Цахилгаан шүүлтүүрийн шүүх чадвар хийн урсгалын хурд, бөөмцрийн хөндлөн чиглэлд хөдлөх дрейфийн хурднаас хүчтэй хамаардаг. Харин дрейфийн хурдны хэмжээ нь шүүлтүүрийн доторхи цахилгаан орны түгэлт болон бөөмцрийн цэнэгийн хэмжээнээс хамаардаг. Утааны бөөмцрийн цахилгаан статик шүүлтүүр зөвхөн цэнэгтэй бөөмцрийг шүүж чадах учраас бөөмцрийн цэнэг шүүлтийн зэрэгт нөлөөлөх нэг гол хүчин зүйл болж байдаг. Түүнчлэн орон дотор бөөмцрийн олж авах цэнэгийн хэмжээ нь орны утга болон бөөмцрийн шугаман хэмжээнээс төдийгүй материалын шинж чанараас хамаарч байдаг. Бөөмцрийг янз бүрийн аргаар цэнэглэдгийн дотроос утааны шүүлтүүрт хамгийн тохиромжтой, энгийн хямд төсөр цэнэглэх арга нь титэмт ниргэлэг юм. Түүнчлэн титэмт ниргэлгийг үүсгэж буй гаднын орныг бөөмцрийг шүүх процесст давхар ашигладаг.

1.1.1 Титэмт ниргэлэг

Титэмт ниргэлэг орны хүчтэй нэгэн төрөл байдлаас болж үүсдэг. Хоёр электродын хооронд хүчдэл өгөхөд тэдгээрийн хооронд цахилгаан орон үүснэ. Энэ орны түгэлт электродын хэлбэрээс хамаардаг. Тухайлбал тэнхлэгүүд нь давхацсан R_0, r_0 радиустай хоёр цилиндрийн хооронд (Зураг 1.1) V хүчдэл өгөхөд тэдгээрийн хооронд үүсэх орон тэнхлэгээс r зайд $E = (V/r)/\ln\left(\frac{R_0}{r_0}\right)$ байна. Харин орны хамгийн их утга $E_{max} = (V/r_0)/\ln\left(\frac{R_0}{r_0}\right)$ дотоод цилиндрийн гадаргуу дээр үүснэ. Орны энэ утгаар цилиндруудийн хоорондох орны утгыг илэрхийлбэл $E = E_{max}r_0/r$ байна. Орон их муруйлттай хурц электродын (дотоод цилиндр) орчим маш хүчтэй төрөл бус байна.

Хурц электродын орчимд байгаа электрон хүчтэй орны нөлөөгөөр анодын зүг хөдлөхдөө богино зайд их энерги олж авна. Энэ электроны энерги хийн орчны атом, молекулыг иончлох хэмжээнд хүрэх үед нейтраль бөөмтэй мөргөлдвөл түүнийг иончилно. Анхны ба шинээр үүссэн



Зураг 1.1 Тэнхлэг нь давхацсан цилиндруудийн хооронд асах титэмт ниргэлгийг босоо тэнхлэгийн дагуу огтолж харуулав.

электрон орны үйлчлэлээр дахин хурдасч дахиад иончлол явуулна. Ийм байдлаар электронууд үржин олширч эерэг ионууд үлдсэн анод руу чиглэн хөдөлж байдаг. Электроны үржин олширох процесс хурц электродын орчмын өндөр хүчлэгтэй муж дотор явагдах боломжтой, харин хурц электродоос хол сул орны мужид электроны үржин олширох процесс бараг зогсдог. Электрон үржин олширох мужид иончлолоос гадна өдөөлтийн процесс зэрэгцэн явагдаж байдаг учраас сулхан хөх гэрэлтэй байдаг. Иймээс хурц электродыг титэмлэгч электрод, түүнийг бүрхсэн гэр-

лийг титэм гэдэг (Зураг 1.1,3). Энэ мужийн өргөн ниргэлгийн нийт мужийн багахан хэсгийг эзэлнэ. Титэмлэгч электродын радиус бага байх тусам орны нэгэн төрөл биш чанар дээшлэх бөгөөд энэ нь титэмт ниргэлгийг бага энерги хэрэглэн явуулах нэг нөхцөл болдог.

Анхдагч гүйдэл агаар дотор санамсаргүй бий болсон электрон үржин олшрох явцад бий болдог. Дараачийн шатандионуудкатоцыг мөргөсний дүнд үүсэх электронууд анхдагч электронууд нь болдог. Эдгээрийг хоёрдогч эмиссийн электронууд гэдэг. Ийм учраас сөрөг титэмт ниргэлгийн гүйдэл катоцын материалын шинж чанараас хүчтэй хамаардаг. Катоцын материалыг түүний цахилгаан дамжуулал болон электрон гаралтын ажлыг харгалзан сонгож авна.

Шүүлтүүр дотор титэмт ниргэлэг тогтвортой асаж байгаа тохиодолд бөөмцийн шүүлт тасралтгүй явагддаг тул ниргэлэг стационар байх нөхцөл чухал ач холбогдолтой.

1.1.2 Ниргэлэг стационар асах нөхцөл

Анод катоцын хооронд үүсгэсэн цахилгаан оронд байгаа хий дундуур орны дагуу дрейфлэн хөдөлж байгаа нэг электрон 1 см туулахдаа үүсгэх электрон ионы хосын тоог α гэе. Үүнийг Таунсендын иончлолын коэффициент гэдэг. Үржин олширол явагдаж байхын тулд анхдагч электронууд байнга бий болж байх ёстой (Зураг 1.2). Энэ шаардлагыг хоёрдогч электроны эмисс хангана. Энэ электронууд катод дээр үүсч анод хүртэл явах учраас замдаа “замын дунд төрсөн” бусад электронуудаас илүү олон иончлол хийж гүйдлийг өсөхөд нөлөөлдөг. Нэг ионы катодоос сугалах электроны тоог хоёрдогч электроны эмиссийн коэффициент гэдэг ба γ үсгээр тэмдэглэдэг. Катод дээр n_+ ион тусаж n_e электрон сугалдаг гэвэл энэ коэффициент дараах хэлбэртэй байна:

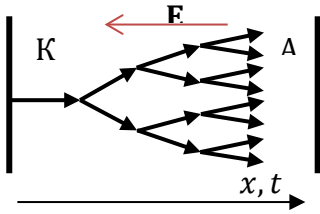
$$\gamma = \frac{n_e}{n_i}$$

Тэгвэл нэгэн төрлийн биш орны тохиолдолд эдгээр

коэффициентийн тусамжтайгаар ниргэлэг стационар асах нөхцөлийг дараах хэлбэртэйгээр илэрхийлж болно:

$$\int_{r_0}^R [\alpha(E(r)) - a] dr = \ln\left(1 + \frac{1}{\gamma}\right) = K.$$

энд: a -аттэчментийн коэффициент Энэ тохиолдолд иончлолоор үүсэх электронууд бүгдээрээ аттэчментээр алга



Зураг 1.2. Электроны үржин олширох схем

болж байвал үржин олширох процесс тасарна. Ийм учраас энэ интегралын дээд хязгаар $\alpha(E(R)) = a$ нөхцөлөөр тодорхойлогдоно. Эффе́ктив иончлолын коэффициентийн хувьд дараах туршлагын функцийг хэрэглэдэг:

$$\alpha(E(r)) - a = 0.14\delta \left(\left(\frac{E}{31\delta} \right)^2 - 1 \right),$$

(энд: $\delta = 0.386p/(273 + t)$ -агаарын харьцангуй нягт, p -агаарын даралт, t -цельсийн температур). Үүнийг ниргэлэг стационар асах нөхцөлд орлуульж коаксиаль цилиндрийн хувьд титэмт ниргэлэг асахын тулд катодын орон ба титэмлэгч электродын радиусын хооронд дараах харьцаа биелэхийг тогтоож болно:

$$E_0 = 31\delta(\sqrt{K/0.14\delta r_0} + 1).$$

Үүнийг Пикийн хууль гэдэг ($K = 0.013$). Энэ нь титэмт ниргэлэгтэй цахилгаан шүүлтүүрийн хувьд чухал хэрэглээ бүхий томьёо юм. Харин ниргэлэг асах хүчдэлийн утга титэмлэгч электродын радиусаас хамаарч дараах байдлаар илэрхийлэгдэнэ:

$$V_0 = 31\delta r_0 \ln\left(\frac{R_0}{r_0}\right) \left(\sqrt{\frac{K}{0.14\delta r_0}} + 1 \right).$$

Хүчдэлийн энэ утгаас бага $V < V_0$ хүчдэлийн утганд титэмт ниргэлэг үүсэхгүй. Харин хүчдэлийн энэ утгаас эхлэн

ниргэлгийн гүйдэл бүртгэгдэж эхлэх бөгөөд асаах хүчдэлийн утганд харгалзах гүйдэл нь титэмт ниргэлгийн гүйдлийн хамгийн бага утга юм. Асаах хүчдэлийн утга титэмлэгч болон цуглуулагч электродын радиусаас голлон хамаардаг (Зураг 1.5).

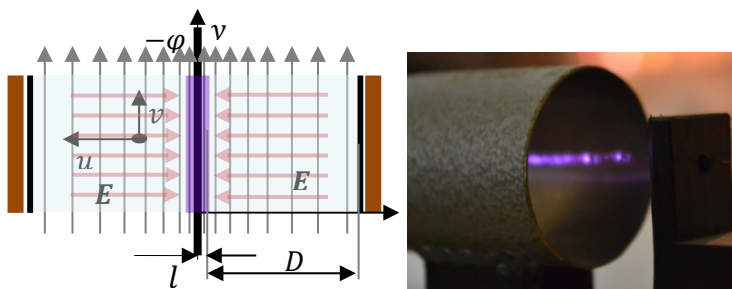
Титэмлэгч үеийн зузаан

$$d = l - r_0 = r_0 \left(\frac{E_k}{31\delta} - 1 \right)$$

байна (Зураг 1.3). Титэмт ниргэлэг явагдаж эхлэх E_k орны утгыг дараах томъёог ашиглан тогтоож болно:

$$E_k = E_{max} = V_0/r_0 \ln \left(\frac{R_0}{r_0} \right).$$

E_k -г олсон тохиолдолд d титэмлэгч үеийн зузааныг мөн туршлагаар тогтоох боломжтой болно. Тэгвэл бөөмцөр цэ-



Зураг 1.3 Титэмт ниргэлгийн харагдах байдал (Титэмлэгч электрод ягаан өнгөөр гэрэлтэн харагдаж байна)

нэглэгдэх мужийн өргөнийг дараах томъёог ашиглан тодорхойлох боломжтой болно:

$$L = R_0 - r_0 - d.$$

Электроны үржилт явагдах хүчтэй орон байгаа мужаас гарсан электронууд мөргөлдөөний дүнд энергиэ алддаг. Агаарыг бүрдүүлэгч хүчилтөрөгч, устөрөгч, нүүрстөрөгч мэтийн цахилгаан сөрөг атомуудад удаан электронуудын наалдах огтлол нь их тул катодоос хол сул орны мужид сөрөг ионууд үүсч хэлхээг битүүрүүлж байдаг. Энэ хэсгээр утаа нэвтрэх үед энэ ионууд утааны бөөмцрүүдийг

цэнэглэдэг учраас титэмт ниргэлэг дундуур утааг нэвтрүүлэх үед утааны бөөмцрүүд бүрэн цэнэглэгддэг.

1.1.3 Цахилгаан салхи

Титэмт ниргэлгийн дотор үржин олширох процессор бий болсон электронууд хангалттай энергитэй бол атомтай мөргөлдөхдөө түүнийг иончилж эерэг ион үүсгэнэ. эдгээр ионууд хөдлөх явцдаа том бөөмцөрт наалдан тэдгээрийг цэнэглэхээс гадна орчны (агаарын) атом молекултай мөргөлдөхдөө энерги, импульсээ дамжуулна. Үүний үр дүнд орчны атом, молекулууд анод руу чиглэсэн хөдөлгөөн хийснээс орчин бүхэлдээ хөдөлнө. Ингэж ниргэлгийн муж дотор хийн гадагшаа чиглэсэн урсгал (салхи) үүснэ. Энэ үзэгдлийг цахилгаан салхи гэдэг. Орчны гадагшаа чиглэсэн урсгал нь цуглуулагч электрод хүрч буцаад титэмлэгч электродуудын хоорондох орон хамгийн бага байх тэр хэсэг рүү чиглэнэ. Энэ нь хуйлрал үүсгэдэг.

Титэмт ниргэлгийн дотор байгаа бөөмцрүүд цахилгаан салхины нөлөөгөөр цуглуулагч электрод руу чиглэсэн хөдөлгөөн хийнэ. Үүний зэрэгцээ энэ салхинаас хоолойн дагуу чиглэсэн агаарын хөдөлгөөн үүсдэг. Иймд цахилгаан салхи бөөмцрийн цуглуулагч электрод руу чиглэсэн хөдөлгөөнийг нэмэгдүүлж шүүлтийн процесст эерэг нөлөө үзүүлдэг. Мөн цахилгаан салхины нөлөөгөөр шаталтын зүг чиглэж байгаа агаарын урсгал галыг идэвхжүүлэхээс гадна, ниргэлгийн бүсэд үүсэж байгаа озоныг гал руу чиглүүлж шаталт богино хугацаанд бүрэн явагдах нөхцөлийг хангах эерэг талтай.

1.1.4 Титэмт ниргэлэг дэх орон ба цэнэгийн түгэлт

Сул орны мужид ионууд гүйдэл зөөж хэлхээг битүүрүүлж байдаг. Энэ мужид ионы түгэлт болон цахилгаан орон харгалзан дараах хэлбэртэй байна:

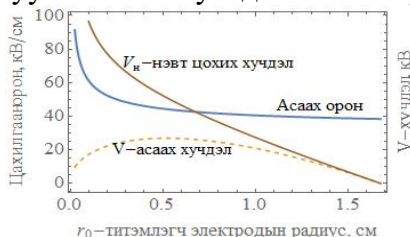
$$\rho = \frac{I}{2\pi\mu E_r} \frac{1}{r}, \quad E_r = \sqrt{\frac{I}{2\pi\mu\epsilon_0} \left(1 - \frac{r_0^2}{r^2}\right) + \left(\frac{r_0 E_0}{r}\right)^2}.$$

тогтмол жигд $E_r = E_k$ утгатай болно. Энэ үед электроны үржин олширох процесс стримерт шилжиж хий нэвт цохигдоно. Стример үүссэнээр титэмт ниргэлэг очит цахилгалтад шилжих ба энэ тохиодолд электродуудын хоорондох хүчдэл буурч шүүлтийн процесс зогсдог. Ийм учраас стример шүүлтийн процессыг дээд талаас нь хязгаарлагч үзэгдэл болдог. Энэ үед ажиглагдах гүйдэл нь титэмт ниргэлэгт ажиглаж болох гүйдлийн хамгийн их утга юм. Иймээс титэмт ниргэлгийн гүйдлийн авч болох хамгийн их утга $I_{max} = 2\pi\mu\epsilon_0 E_0^2$ байна.

Стример үүсэх буюу нэвт цохигдох хүчдэлийн утга:

$$V_H = \varphi_1 - \varphi_2 = \int_{r_0}^R E_r dr = E_0(R - r_0).$$

Энэ томъёоноос үзэхэд титэмт ниргэлгээс стримерт шилжих буюу хий нэвт цохигдох хүчдэлийн утга шугаман хуулиар буурах зүй тогтол харагдаж байна. Цилиндр байгууламжийн хувьд титэмт ниргэлэг асах орон, асаах хүчдэл, нэвт цохигдох хүчдэл титэмлэгч электродын радиусаас хэрхэн хамаархыг Зураг 1.5-д үзүүлэв.



Зураг 1.5 Титэмт ниргэлгийн асаах хүчдэл болон нэвт цохигдох хүчдэл титэмлэгч электродын радиусаас хамаарах нь ($R = 1.675$ см)

Энэ хамаарлаас харахад титэмлэгч электродын радиус нэмэгдэхэд нэвт цохигдох хүчдэлийн утга буурах бөгөөд титэмлэгч электродын радиус гадаад цилиндрийн радиустай жишихүйц

болоход нэвт цохигдох ба асаах хүчдэлийн утга бие бие рүүгээ тэмүүлж эцэстээ тэнцүү болдог.

1.2 Титэмт ниргэлгийн дотор бөөмцөр цэнэгжих механизм

Цахилгаан шүүлтүүр байрлаж байгаа хоолойн доторхи электродуудын хоорондуур утааг нэвтрүүлж өндөр

хүчдэл өгвөл энд титэмт ниргэлэг явагдана. Утааны хий дотор байгаа ионууд анхдагч цэнэг болдог. Үржин олширох процессын явцад эхлээд эерэг ионууд үүсэх боловч эдгээр нь ниргэлгийн бага мужийг эзэлнэ. Харин сөрөг ионууд ниргэлгийн бүсийн ихэнх хэсгийг эзлэх бага орны мужид ихээр үүснэ. Эерэг ба сөрөг ионы хөдлөц харилцан адилгүй бөгөөд агаар дотор сөрөг ионы хөдлөц илүү их байдаг. Түүнчлэн сөрөг ион байх муж маш өргөн. Иймээс утааны бөөмцөр сөрөг ионы орших өргөн мужаар нэвтрэхдээ түүнийг өөртөө суулган (аттэчмент) сөргөөр цэнэглэгдэнэ. Ионууд бөөмцөрт суух хэдэн механизм байдаг. Үүнд:

1. Орны хүчний шугамын зарим нь бөөмцрийн гадаргууг огтлон гарах бөгөөд энэ хүчний шугамын дагуу хөдөлж байгаа ионууд бөөмцөртэй мөргөлдөж толин буулгалтын хүчний нөлөөгөөр гадаргууд урхидагддаг.

2. Гаднын орон дотор байгаа бөөмцрүүд туйлширч туйлшралын орон үүсэх бөгөөд гадны орон ба туйлшралын нийлбэр орны хүчний шугамыг муруйхад хүргэнэ. Ингэж муруйснаас болж бөөмцрийн гадаргууг огтлох хүчний шугамын тоо өснө. Үүний дүнд (туйлшраагүй үеийнхээс олон шугам бөөмийн гадаргууг огтлох учраас) туйлшраагүй үед бөөм рүү чиглэж байснаас олон ионууд бөөмийн гадаргуу хүрч түүн дээр суудаг.

3. Цэнэгжсэн бөөмцөр ионуудыг өөрөөсөө түлхэж байдаг. Энэ түлхэх хүч бөөмцрийн гадаргуу орчим их байна. Ийм учраас түүний ойролцоох ионы концентраци түүнээс алс зайд байгаа ионхоос бага байна. Иймд бөөмцрийн ойролцоо ионы концентрацийн градиент үүсэх бөгөөд энэ градиентийн нөлөөгөөр концентрацийг жигдлэхийг эрмэлзсэн бөөмцөр рүү чиглэх диффуз үүсдэг. Үүний нөлөөгөөр зарим ионууд нь бөөмцрийн гадаргууд сууж болно.

Ниргэлэг дэх бүх хүч ионыг бөөмцрийн гадаргуу руу чиглүүлнэ. Харин бөөмцөр дээр суусан ионууд түүн рүү ирж байгаа ионуудыг түлхэнэ.

Бөөмцрийн гадаргуу орчмын цахилгаан орон (i) Гаднын орон, (ii) Гаднын орны индукцээр бөөмцрийн гадаргуу орчим үүсэх орон (Бөөмцрийн дотор тэг, гадна диполийн орон байна), (iii) Дүрс цэнэгийн орон, (iv) Бөөмс сууснаар үүсэх түлхэгч орон гэсэн дөрвөн орны нийлбэрээр тодорхойлогдоно. Бөөмцрөөс тодорхой зайд байгаа цэг дээрх орон нь гаднын орон ба дамжуулагч бөмбөрцгийн гадаргуу дээр гаднын орны индукцээр үүсэх цэнэгийн орны нийлбэрээр тодорхойлогдох бөгөөд $E = 3E_0 \cos\theta$ (энд: E_0 -гаднын цахилгаан орон, θ -меридианы өнцөг) байна. Энэ орон цэнэгжилтэд гол нөлөөг үзүүлнэ. Иймд цэнэглэгч гүйдэл

$$I = en\mu \int \left[3E \cos\theta - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \right] ds.$$

Бөөмцрийн олж авах цэнэгийн хамгийн их утга $\cos\theta = 1$ үед харгалзана. Эндээс энэ нь

$$Q_m = 12\pi\epsilon_0 r^2 E$$

байна. Тухайлбал, 1 мм диаметртэй металл утас болон 10 мм диаметртэй цилиндрээс тогтох шүүгч үүрэнд $V = 26$ кВ хүчдэл өгсөн тохиолдолд корончлогч электрод орчмоор нэвтэрч байгаа 5 мкм диаметртэй бөөмцөр $5 \cdot 10^{-13}$ Кл буюу $3.12 \cdot 10^6$ электроны цэнэг олж авдаг.

Гаднын орны чиглэл титэм эерэг эсвэл сөрөг байгаагаас хамаарч өөр өөр байна. Гэхдээ бөөмцөр сөрөг титэмийн тохиолдолд сөргөөр цэнэглэгдэнэ. Харин эерэг титэмийн тохиолдолд эхлээд сөргөөр цэнэглэгдэнэ. Харин явцдаа электроны үржлийн явцад үүссэн электроны улмаас эерэгээр цэнэглэгдэж болно. Энэ тохиолдолд бөөм эерэг цэнэгтэй болж байж гадна электрод дээр сууна. Түүнчлэн бөөмцөр ямарч тохиолдолд ионоор цэнэглэгдэнэ. Мөн аль ч тохиолдолд бөөмцөр гадаад электрод руу хөдөлнө.

1.3 Титэмт ниргэлгийн үед агаарт озон үүсэх процесс

Цахилгаан шүүлтүүр ажиллаж байх үед шүүлтүүр дотор титэмт ниргэлэг явагдаж байдаг. Уг ниргэлэг асаж

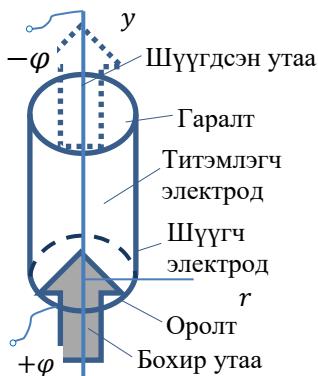
байх явцад озоны молекул буюу озоны хий дагалдан үүсдэг. Үүний улмаас агаар дахь озоны концентраци стандарт түвшингээс ихсэх магадлалтай бөгөөд энэ нь хүний эрүүл мэндэд эерэг болон сөрөг нөлөө үзүүлэх боломжтой байдаг. Эмчийн хяналтан дор озоны хийг тодорхой тунгийн дагуу хэрэглэснээр хүний биед буй гаднын нян, бактер, өвчин үүсгэгчийг устгадаг тул озоныг хорт хавдар, ДОХ, арьс өнгөний өвчний эмчилгээнд дэлхийн олон оронд хэрэглэж байна. Гэвч агаар дахь озоны концентраци хэт ихэсвэл хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлж хүний амьсгалын систем хямрах, уушигны гуурсан хоолой өрөвсөх, астма, бронхид үүсгэх зэрэг сөрөг нөлөө үзүүлдэг.

Цахилгаан шүүлтүүр дотор явагдах титэмт ниргэлгээс шууд болон гуравдагч биеийн оролцоотойгоор озон үүсэх боловч үүссэн озон гэрийн зуухнаас ялгарах утааны өндөр температур, утаанд агуулагдах усны уур, азотын исэл, нүүрст устөрөгчийн нөлөөгөөр тэр даруй задарч хүчилтөрөгчийн молекул ба бусад төрлийн нэгдэл болон хувирна. Иймээс утааны шүүлтүүрийн хувьд цахилгаан шүүлтүүр ажиллах үед үүсэх озоны хэмжээг онцгойлон авч үзэх шаардлагагүй юм.

2. ЦАХИЛГААН ШҮҮЛТҮҮРИЙН ШҮҮХ ЧАДВАР БА ТҮҮНИЙ ХЭЛБЭР ХЭМЖЭЭ

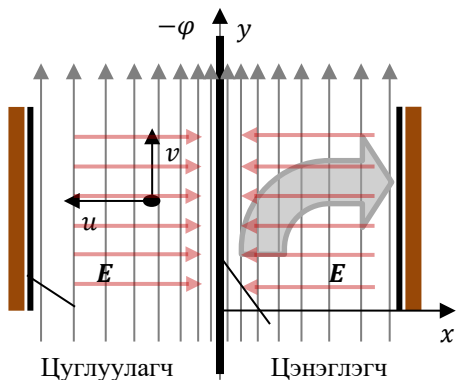
Цахилгаан шүүлтүүрийг айл өрхийн ахуйн хэрэгцээнй зуухнаас яндангаар дамжин гадагшлах утаанд буй бөөмцрүүдийг шүүхэд хэрэглэх боломжтой бөгөөд энэ нь яндангаар гадагшилж байгаа утааны хөдөлгөөнд саад учруулдаггүй, хэрэглэхэд хялбар, овор хэмжээ багатай, найдвартай ажиллагаатай зэрэг олон давуу талтай байх юм.

Шүүлтүүр дотуур хийн урсгал өнгөрөх үед бөөмцрийн концентраци ямар хуулиар буурахыг эхлээд авч үзье. Тэнхлэгүүд нь давхацсан цилиндр хэлбэртэй шүүлтүүрийн хялбар байгууламжийг авч үзье (Зураг 2.1). Энэ байгууламжийн дотор электродуудын хооронд титэмт ниргэлэг яваг-



Зураг 2.1. Цахилгаан шүүлтүүрийн бүдүүвч

хөндлөн чиглэлд орны үйлчлэлээр u хурдтайгаар шүүгч



Зураг 2.2. Шүүлтүүр доторхи утааны хөдөлгөөнийг үзүүлэх бүдүүвч (Утааны хөдөлгөөнийг босоо сумаар орныг хэвтээ сумаар дүрслэв. Харин тахир сум бөөмцрийн хөдөлгөөнийг заана)

электродын зүг хөдөлнө (Зураг 2.2). Хөндлөн чиглэсэн энэ урсгалын нягт $n(y)u$ байна. Шүүлтүүрийн уртын дагуу концентрацийн буурсан утга нь хөндлөн чигт хөдөлсөн бөөмцрийн тоотой тэнцүү байна. Иймээс шүүлтүүрийн өндрийг L гэж үзээд түүнийг туулан гарсан утааны бөөмцрийн концентраци $n_L = n(y = L)$

ямар болсон байхыг олбол:

$$n_L = n_0 \exp\left(-\delta \frac{P u}{S v} L\right). \quad (1)$$

(энд P -хөндлөн огтлолын периметр) Шүүлтүүрийн шүүх

чадвар буюу шүүлтийн коэффициентийг шүүгдсэн бөөмцрийн тоо $n_{ш} = n_0 - n_L$ -ийг анхны n_0 утганд харьцуулсан $\eta = 1 - \frac{n_L}{n_0}$ харьцаагаар үнэлдэг. Энд дээрх илэрхийллийг тооцвол шүүх чадвар

$$\eta = 1 - \frac{n_L}{n_0} = 1 - \exp\left(-\delta \frac{P}{S} \frac{u}{v} L\right).$$

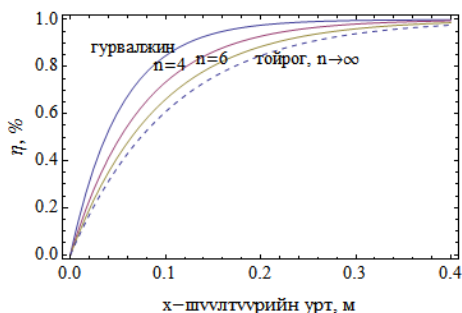
Эндээс үзэхэд шүүлтүүрийн шүүх чадвар түүний хэлбэр буюу $\frac{P}{S} L$ -ийн зохистой харьцаанаас гадна хийн урсгалын хурд v ба бөөмцрийн хөндлөн чиглэлд хөдлөх u хурдны харьцаагаар тодорхойлогдоно. Цаашдын тооцоонд бид $\delta \approx 1$ гэж авах болно.

Гэрийн зуухны яндангаар гадагшилж байгаа утааны урсгалын хурд $\sim 1 - 3$ м/с байдаг Харин шүүлтүүр дотор орны дагуу хөдөлж байгаа бөөмцрийн дрейфийн хурд:

$$u = 0.118 \cdot 10^{-10} E^2 r / \mu, \quad (2)$$

энд: E -шүүгч орны хүчлэг, r -бөөмцрийн радиус, μ -бөөмцрийн хөдлөц.

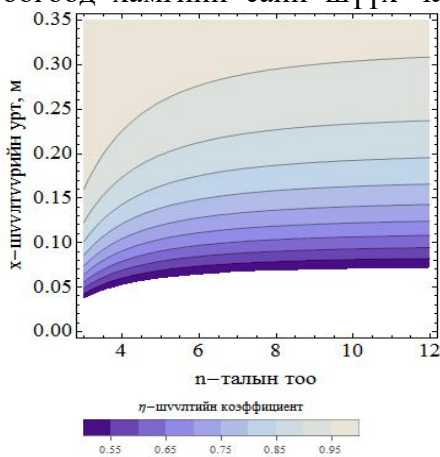
Шүүлтүүрийн хөндлөн огтлол ерөнхий тохиолдолд олон өнцөгт хэлбэртэй байна. Шүүлтийн коэффициентэд шүүлтүүрийн периметр ба талбайн харьцааг тооцож шүүлтийн коэффициент шүүлтүүрийн уртын дагуу ямар байхыг олж болно (Зураг 2.3). Энэ хамаарлыг тооцоолохдоо практикт нийцүүлэн $E = 150$ кВ/м, $\mu = 0.181 \cdot 10^{-4}$, $r = 5$ мкм, $a = 1.61 \cdot 10^{-2}$ утгуудыг ашиглав. Энэ графикаас харахад шүүлтийн коэффициент шүүлтүүрийн хөндлөн огтлолоос хүчтэй хамаарах бөгөөд талын тоо буурахад шүүлтийн коэффициент нэмэгддэг. Онолын хувьд талын тооны хамгийн бага утга 1 бөгөөд энэ үед шүүлтийн коэффициентийн утга хамгийн их байна. Үүнийг практикт нэг утас ба нэг хавтгайгаар үүсгэж болно. Үүнээс гадна шүүлтийн коэффициентийн өгөгдсөн нэг утганд шүүлтүүрийн өөр өөр өндөр харгалзана. Энэ нь шүүлтүүрийн хөндлөн огтлолыг өөрчлөх замаар шүүлтүүрийн өндрийг өгөгдсөн



Зураг 2.3. Шүүлтийн коэффициент ба уртын хамаарал

шаардлагад тохируулан багасгах боломжийг олгодог. Ерөнхий тохиолдолд η -шүүлтийн коэффициент өгөгдсөн утгатай үед шүүлтүүрийн урт нь огтлолын олон өнцөгтийн талын тооноос хэрхэн хамаарахыг Зураг 2.4-т үзүүлэв. Эн-

дээс харахад шүүлтүүрийг хамгийн цөөн тал бүхий олон өнцөгт огтлолтой хийвэл ийм шүүлтүүр хамгийн богино бөгөөд хамгийн сайн шүүх чадвартай байна. Шүүлтүү-

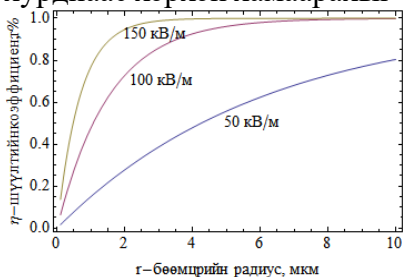


Зураг 2.4. Шүүлтийн урт ба хөндлөн огтлолын олон өнцөгтийн талын тоо

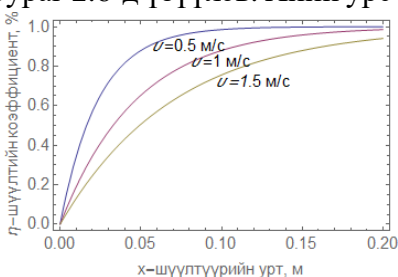
рийн огтлол олон өнцөгт байх тохиолдолд талын урт өндрөөсөө бага болж шүүгч талбайн хэмжээг багасгахаас гадна бөөмцрийн хөндлөн чигт туулах зам ихэсдэг. Эндээс шүүлтүүрийн хөндлөн огтлол $n > 6$ -аас олон байх нь үр ашиггүй гэсэн дүгнэлт хийж болно. Харин шүүлтүүрийг параллель ялтас ($n = 2$), эсвэл утас ба хавтгай ($n = 1$) хэлбэртэй хийвэл шүүх

талбай ихсэж, электрод хоорондын зай багасах боловч шүүгч электродын хоёр зах орчмоор явж байгаа хийн урсгал цахилгаан оронд бараг өртөлгүйгээр явах учраас шүүгдээгүй бөөмцрийн тоо хэмжээ ихэсдэг. Үүнээс зайлсхийхийн тулд титэмлэгч электродын тоог нэмэгдүүлж өгөх хэрэгтэй. Энэ тохиолдолд цахилгаан оронд өртөгдөх хийн

урсгалын шугамын тоо олширч шүүлт илүү нэмэгдэнэ. Утааны доторх олонхи бөөмцрийн хэмжээ $0.1 \text{ мкм} < r < 10 \text{ мкм}$ байдаг. Бөөмцрийн хэмжээ энэ мужид байхад шүүлтийн коэффициент орны өөр утганд харгалзан ямар байхыг Зураг 2.5–д үзүүлэв. Шүүлтийн коэффициент хийн хурднаас хэрхэн хамаарахыг Зураг 2.6-д үзүүлэв. Хийн урс-



Зураг 2.5. Орны янз бүрийн утганд харгалзах шүүлтийн коэффициент ба бөөмцрийн хэмжээний хамаарал



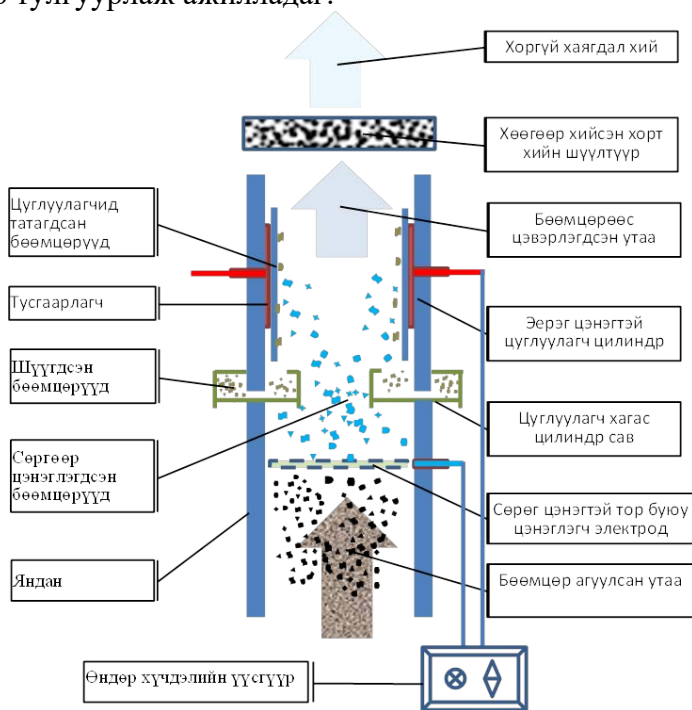
Зураг 2.6. Хийн хурдны янз бүрийн утганд харгалзах шүүлтийн коэффициент (Хийн хурдны харгалзах утгыг график бүрт зааж өгөв. Дрейфийн хурд $u = 0.15 \text{ м/с}$)

галын хурдыг багасгаж дрейфийн хурдыг нэмэгдүүлэх замаар шүүлтийн коэффициентийг нэмэгдүүлэх боломжтой. Хийн хурдыг бууруулахын тулд шүүлтүүрийн байрлах хэсэгт хоолойн диаметрийг нэмэгдүүлэх нь хамгийн тохиромжтой. Ингэснээр хийн хурдыг бууруулаад зогсохгүй өргөн хэсэгт байрлах шүүгч үүрүүдийн тоог нэмэгдүүлэх боломжтой болдог. Шүүлтүүр олон үүртэй тохиолдолд шүүлтийн коэффициентийг үүр бүрийн шүүлтийн коэффициентийн арифметик дундаж $\eta = \sum_i \eta_i$ -аар олно.

3. БОДИТ ЦАХИЛГААН ШҮҮЛТҮҮР

Шаталтын явцад үүсэн ялгарч байгаа бөөмцрүүд болон хорт хийг шүүх замаар зайлуулж болно. Бүх төрлийн сүвэрхэг материалууд ийм хийг шүүж цэвэрлэх боломжтой боловч хийн урсгалыг саатуулдаг учраас зуухнаас ялгарч байгаа утааг цэвэрлэхэд тохиромжгүй байдаг. Ийм уч-

раас утааны урсгалд саад учруулдаггүй тийм шүүлтүүрийг сонгох хэрэгтэй бөгөөд хамгийн энгийн хялбар үр ашигтай шүүлтүүрийн төрөл бол цахилгаан статик шүүлтүүр юм. Цахилгаан статик шүүлтүүр нь утааг бөөмцрөөс нь шүүж цэвэрлэхдээ шүүлтүүр дотор титэмт ниргэлэг үүсгэн түүгээр урсан өнгөрч байгаа хийн урсгал доторхи байгаа бөөмцрүүдийг цэнэглэж дараа нь цахилгаан орны үйлчлэлээр хөндлөн чигт хөдөлгөн урсгалаас зайлуулах зарчим дээр тулгуурлаж ажилладаг.



Зураг 3.1 Утааны цахилгаан шүүлтүүрийн ажиллах схем

Шүүлтүүрийн ажлын зарчмыг тодруулах үүднээс утааны бөөмцрийн цахилгаан шүүлтүүрийн ажиллах схемийг Зураг 3.1-д үзүүлэв. Энэ зурагт янданд байрлуулсан цахилгаан шүүлтүүрийн босоо хавтгай дахь огтлолыг харуулсан. Яндангийн дотор байгаа цуглуулагч ба цэнэглэгч

электродын хооронд титэмт ниргэлэг явагдаж байх ба зуухнаас гарч яндан руу шилжиж байгаа утааны бөөмцрүүд цэнэглэгч электродын улмаас сөрөгөөр цэнэглэгдэнэ. Цэнэглэгдсэн бөөмцрүүд цааш үргэлжлүүлэн хөдлөх явцдаа цахилгаан орны үйлчлэлээр хөндлөн чигт хазайн цуглуулагч электродод очиж наалдана. Шүүлтүүрийг нэвтэрсэн утаа ингэж бөөмцрөөс цэвэрлэгдэх боловч янз бүрийн хорт хий агуулсан хэвээр байна. Энэ хийг яндангаас цааш байрлах механик шүүлтүүрээр цэвэрлэх боломжтой.

Бидний хийсэн цахилгаан шүүлтүүр шүүх хэсэг, тэжээлийн хэсэг гэсэн хоёр үндсэн хэсгээс тогтоно.

3.1 Шүүх хэсэг

Шаталтын бүсээс ялгаран яндангаар гадагшилж байгаа утааны замд шүүх хэсгийг байрлуулна. Энэ хэсгийн гадна бүрхүүлийг цахилгаан дулаан муу дамжуулах материалаар хийж дотор нь титэмт ниргэлэг явуулж утааг шүүх системийг байрлуулна. Шүүх хэсгийн гадаад бүрхүүлийг керамик материалаар хийсэн яндан буюу хоолой гэж ойлгож болно. Харин түүний дотор талын хэсэгт шүүх системийн цуглуулагч ба цэнэглэгч электродуудыг цахилгаан холболт үүсэхгүй байхаар тус тусад нь бэхэлж өгнө. Шүүгч электродыг ердийн төмрөөр хийж болно. Харин цуг-



а) Шүүх хэсгийн дотоод байдал



б) Дээд, доод суурь



в) Их биеийн хэсэг

Зураг 3.2 Бодит цахилгаан шүүлтүүр, түүний бүрдэл хэсгүүд

луулагч электродыг шүүлтүүрийн хэлбэрээс хамааруулан металл утас эсвэл металл тор ашиглан хийж болно. Шүүх

хэсгийг тогтвортой байрлуулахын тулд дээд талд нь залгаас янданг, доод талд нь шүүх хэсгийг өөрийг нь яндан юмуу зуухны хоолойд байрлуулах зориулалт бүхий керамик суурь хийж өгнө (Зураг 3.2-ын б-г үз). Зуухны янданд суурилан ажиллах шүүлтүүрийн их биеийн бүрдэл хэсгүүдийг Зураг 3.2-т үзүүлэв. Энэ шүүлтүүрийг янданд тавьж ажиллуулах үе шүүх чадвар нь 96% хүрдэг. Шүүлтүүрийн аюулгүй найдвартай ажиллагааг хангах үүднээс газардуулах нь зүйтэй.

3.2 Цахилгаан шүүлтүүрийн тэжээлийн хэсэг

Өндөр хүчдэл гаргах тэжээлийн үүсгүүр нь утааны цахилгаан шүүлтүүрийн нэг гол бүрдэл хэсэг юм. Цахилгаан шүүлтүүрийн шүүх чадвар нь түүнийг тэжээж байгаа үүсгүүрийн чадал, гаргах хүчдэлийн утга, хэлбэрээс хүчтэй хамаарч байдаг. Бага оврын цахилгаан шүүлтүүрийг үр ашигтай ажиллуулахын тулд ойролцоогоор 20-30кВ хүчдэлээр тэжээх шаардлагатай байдаг. Гэтэл ийм өндөр хүчдэл гаргах чадалтай, утгыг нь судалгааны шаардлагад нийцүүлэн өөрчлөх боломжтой тэжээлийн бэлэн үүсгүүр байдаггүй. Шүүлтүүрт 28 кВ тогтмол хүчдэл гаргах чадалтай 98% тогтворжилттой үүсгүүрийг бэлтгэж ашиглаж болно. Цахилгаан шүүлтүүрийн шүүх чадварыг дээшлүүлж олон үүртэй хийх тохиолдолд үүсгүүрийн чадлыг нэмэгдүүлэх шаардлагатай бөгөөд энэ тохиолдолд 300 Вт хүртэл чадалтай тэжээлийн ашиглана. Ийм үүсгүүрийг хийхдээ электрон цацрагт хоолойтой телевизор, компьютерын дэлгэцийн өндөр хүчдэлийн трансформатор ашиглана. Энэ трансформаторыг техникт “flyback transformer” буюу гаралтын трансформатор гэдэг бөгөөд маш тогтвортой тогтмол өндөр хүчдэл гаргах боломжтой байдаг. Энэ трансформаторын гаралтын ороомог нь яг үнэндээ нэг бус, хэд хэдэн ороомгоос тогтох бөгөөд тэдгээрийн хүчдэлийг хооронд нь диодоор дамжуулан зэрэгцээ холбон гаралтандаа нийлбэр хүчдэл гаргадаг. Энэ трансформаторыг ашиг-



а)



б)

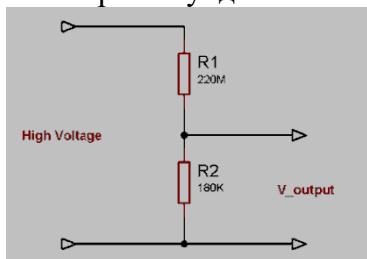
Зураг 3.3 Өндөр хүчдэлийн үүсгүүрүүд а) Оролтын хүчдэл 0-24 В, гаралтын хүчдэл 26кВ б) Оролтын хүчдэл ~220 В, Гаралтын хүчдэл 29кВ

лаж хийсэн тэжээлийн үүсгүүрийг Зураг 3.3-д үзүүлэв.

3.2.1 Өндөр хүчдэлийг хэмжих

Энэ ажилд өндөр хүчдэлтэй ажиллах, түүнийг хэмжих зайлшгүй шаардлага гардаг. Практик өндөр хүчдэлийг вольтметрийг шунтлах замаар хэмжинэ. Шунтлэгч эсэргүүцлийн хэмжээ $R_{ш} = U/U_0 - r$ (энд: U -хэмжих хүчдэл, U_0 -вольтметрийн хэмжих хүчдэлийн дээд хязгаар, r -вольтметрийн дотоод эсэргүүцэл) томъёогоор тодорхойлогдоно. Үүнийг цахилгаан техникт хүчдэл хуваах гэдэг.

Хэмжих зарчим ба хэмжилт: Цуваа холбогдсон хоёр эсэргүүцэл дээр хүчдэл хуваагдаж унана. Хүчдэл хуваагчийн цахилгаан хэлхээний бүдүүвчийг Зураг 3.4-д үзүүлэв. Үүний тулд R1 болон R2 гэсэн эсэргүүцлээс тогтсон



Зураг 3.4 Хүчдэл хуваагч

хэлхээ зохиож R2 эсэргүүцэл дээр унах хүчдэлийг бидний багажийн хэмжих хязгаарт байхаар тооцоолж болно. Хүчдэл хуваагчийн нэвтрүүлэх коэффициент болон гаралтын хүчдэл дараах томъёонуудаар илэрхийлэгдэнэ:

$$K = \frac{V_{output}}{V_{in}} = \frac{R2}{R1+R2} \quad /T1/ \quad V_{high\ voltage} = \frac{V_{output}}{K} \quad /T2/$$

Осциллограф ашиглан V_{output} хүчдэлийг нарийн хэмжиж /T2/ томъёогоор гаралтын хүчдэлийг бодож олно. Мөн гаралтын хүчдэлийн пульсацыг шалгаж болно.

Шүүлтүүрийн ашигтай ажиллагааг үнэлэх өөр нэг параметр нь түүний хэрэглэх чадал юм. Хэрэв их чадал зарцуулж байвал эдийн засгийн хувьд үр ашиггүй болж иргэдийн хэрэгцээнд нэвтрүүлэх боломжгүй. Шүүлтүүрийг тэжээх өндөр хүчдэлийн үүсгүүрийг 10-18 В хүчдэл гаргах үүсгүүрээр тэжээдэг. Энэ тэжээлийн чадал 35 Вт байдаг. Иймд манай шүүлтүүр ажиллах үедээ ойролцоогоор 40 Вт чадал хэрэглэнэ.

3.3 Цахилгаан шүүлтүүрийн материалын орц

Гэрийн зууханд зориулсан цахилгаан шүүлтүүрт шаардагдах материалуудын орц, хэмжээг дор үзүүлэв.

1. Цахилгаан шүүлтүүрийн иж бүрдэл, хэлбэр, орц хэмжээ
 - Шүүлтүүрийн их бие
 - Цахилгаан тусгаарлагч материалаар хийгдсэн яндан
 - Хэмжээ: диаметр:14-20 см, урт-30 см-ээс багагүй
 - Материал: Каулин 2-3 кг
 - Шүүлтүүрийн сууриуд 2 ширхэг
 - Хэмжээ: диаметр:14-20 см, урт-8 см-ээс ихгүй
 - Материал: Каулин: 1 кг
 - Цэнэглэгч электрод
 - Боловсруулж хэлбэржүүлсэн металл тор, бага диаметртэй нарийн утас
 - Шүүгч электрод
 - Цахилгаан тусгаарлагч, шатдаггүй материалууд
 - 2. Тэжээлийн үүсгүүр
 - Өндөр хүчдэлийн трансформатор
 - 8-35 В хүчдэл гаргах хүчдэлийн үүсгүүр
 - 3. Холбогч утас **10 мян.**
 - Дулааны бүрхүүлтэй цахилгаан дамжуулах утас
 - Орны хамгаалалт (экрэн) бүрхүүлтэй утас

3.4 Цахилгаан шүүлтүүрийн байрлуулах

Шүүлтүүр зарчмын хувьд яндангийн аль ч хэсэгт байрлах боломжтой. Гэхдээ шүүлтүүрийн аюулгүй, найдвартай, үр ашигтай ажиллагаа нь түүний яндангийн аль хэсэгт байрлаж байгаатай холбоотой байдаг. Үүнтэй холбоотойгоор шүүлтүүр дотор бий болох зарим онцлог үзэгдлийг авч үзье.

1. Цахилгаан шүүлтүүр сайн тусгаарлагч материалаар бүрэгдсэн боловч түүний дотор цахилгаан дамжуулах ил хэсэг зайлшгүй байдаг. Орчны температур бага байвал цахилгаан шүүлтүүр ажиллаагүй үед эдгээр ил хэсэгт конденсац чийг тогтож болох бөгөөд энэ нь богино холболт үүсгэн шүүлтүүрийн дотор титэмт ниргэлэг үүсэхгүй байх шалтгаан болдог. Мөн өндөр температуртай хий бага температуртай биеийн дэргэдүүд өнгөрөхдөө түүнийг халаахаасаа өмнө конденсац процессын үр дүнд гадаргуу дээр нь сууж шингэн үе үүсгэдэг. Энэ шингэн хэсэг хэлхээнд богино холболт бий болгох боломжтой тул титэм ниргэлэг тасалдаж шүүлтүүрийн ажиллагаанд доголдол учрах эрсдэл бий болно.

2. Цахилгаан шүүлтүүрээр утааг шүүх үед түүний цуглуулагч электрод дээр их хэмжээний хөө тортог, ис суусан байдаг. Цугларсан хөө тортог шүүлтүүрийн ажиллагаанд муугаар нөлөөлдөг учраас түүнийг цэвэрлэх хэрэгтэй. Хүчдэлийг өсгөхөд үе дэх хүчдэл мөн өсөх бөгөөд агаараар дүүргэгдсэн сүвэрхэг энэ үе дотор иончлол явагдаж иончлолын суваг үүснэ. Энэ үед үүссэн эерэг ионууд хийн урсгал руу орж сөрөг электронуудыг хэсэгчлэн саармагжуулах ба үүний дүнд суултын хурд багасаж титэмийн гүйдэл ихэсдэг. Энэ үеийн орны түгэлт нэн нэгэн төрөл бус байх ба үүний улмаас нэвт цохилтын хүчдэл буурна. Энэ үзэгдлийг урвуу титэм гэдэг.

3. Шүүлтүүрийг ажиллуулах үед түүний дотор цахилгаан салхи үүсдэг. Энэ салхиар үүсэх агаарын урсгалыг шаталтын бүс рүү чиглүүлэн түлшний исэлдэлтийг идэвх-

жүүлэн бүрэн шаталтанд шилжих хугацааг богиносгосноор утааны гарцыг багасгах боломжтой.

Шүүлтүүрийг зуухны хоолой дээр яндангийн эхний залгаас болгон байрлуулснаар эдгээрийг эрсдэл, үр дагавруудыг шийдэж цахилгаан салхийг үр ашигтайгаар ашиглаж болно. Зуухны хоолойн хэсэг температур 700 – 800°C хүрдэг учраас суусан хөө тортог энэ температурт шатаж алга болдог. Зууханд ойр байрлах учраас шүүлтүүрийн орчин харьцангуй өндөр температуртай болж энд конденсац үүсэхгүй. Цахилгаан салхинаас бий болох агаарын урсгал шаталтыг хангалттай хүчилтөрөгчөөр хангана.

4. ХОРТОЙ ХИЙГ ШҮҮХ, ХОРГҮЙЖҮҮЛЭХ

Нүүрсийг шатаах явцад бөөмцрөөс гадна түүнд агуулагдаж байгаа болон шаталтын үеийн химийн урвалаар үүсэж байгаа хортой элемент, нэгдлүүд хий хэлбэрээр ялгардаг. Эдгээр хий байгаль орчин, амьд организмд хөнөөлт нөлөө үзүүлдэг учраас тэдгээрийг шүүж агаар мандал руу орохоос сэргийлэх шаардлагатай. Хийг шүүх, шаталтаас гарах хийг хоргүйжүүлэх талаар дэвшүүлж байгаа аргачлалыг танилцуулъя.

Нүүрстөрөгчийн давхар ислийг шүүх цэвэрлэх

Энэ хийг шүүхдээ практикт ус, этанол, метаноламины уусмалууд, цеолит зэрэг материалыг ашиглан шүүдэг. Шингэн төлөвт орших материалуудаар (ус, этанол, метаноламины уусмалууд) шүүхдээ өндөр даралтанд дулааны химийн урвалыг ашигладаг байна. Харин цеолит нь нүүрстөрөгчийн давхар ислийн молекул багтах хэмжээтэй сүвэрхэг материал бөгөөд түүний дундуур CO_2 нэвтрүүлэхэд шүүгдэн үлддэг. Гэхдээ бид энэ хийг шууд шүүх зорилт тавиагүй болно.

Хөө тортог ашиглан шүүх

Материал дотор байгаа нүх сүв дотор хий шингэн орох, урсан өнгөрөх үед түүн дотор байгаа том ширхэгтэй эсвэл зөв бус бүтэцтэй бөөмцрүүд материалд шүүгдэн үлд-

дэг. Иймээс сүвэрхэг материалын доторхи нүх сүв нь хий шингэний доторхи бохирдлыг шүүж үлдээх орон зай болж байдаг. Утааг шүүх үед их хэмжээний хөө хуримтлагддаг. Нүүрсний хөө нь хөндий бүхий сүвэрхэг бүтэц юм. Ийм сүвэрхэг бүтцийг хортой хий болон шингэнийг шүүх технологит өргөн ашиглагддаг. Түүнчлэн энэ санааг үндэслэн шаталтаас ялгарч нэгэнт агаарт агаарт орсон хийн төлөвт орших хорт хий нэгдлүүдийг хөө тортогт шингээж дараа нь хөө тортгийн бөөмцрүүдийг агаараас ялган авах нь агаарыг цэвэрлэх хамгийн үр ашигтай арга болох юм.

Нөгөө талаас зуухан дахь түлшний шаталтаас гарч байгаа утаа нь хий ба бөөмцрийн холимог систем байдаг. Ийм системийн дотор байгаа том хэмжээтэй хатуу шингэн бөөмцрүүдийг бид цахилгаан шүүлтүүрээр шүүнэ. Харин утаан дотор том бөөмцрөөс гадна бага хэмжээтэй (дисперс, < 1мкм) маш жижиг бөөмсүүд байх бөгөөд эдгээр нь шүүлтүүрт шүүгдэлгүйгээр агаар мандал руу орох боломжтой. Үүний зэрэгцээ утаа нь бага концентрацитай хортой хийг агуулж байдаг. Үүнийг сүвэрхэг материал ашиглан шүүх боломжтой. Хөөний сүвэрхэг чанарыг судалсан үр дүнгээс харахад түүнийг ашиглан маш жижиг бөөмцрийг болон хөнгөн хийг шингээх шүүлтүүр болгон ашиглах боломжтой нь харагдаж байна. Хөөний гадаргуу химийн хувьд идэвхтэй байдаг учраас жижиг бөөмцрүүдийг болон радикалуудыг өөрөө шингээх боломжтой.

Хүснэгт 2.6.5 Хөөнд хийсэн BET анализын үр дүн

Дээж	BET specific surface area (m^2/g)	Pore volume (cm^3/g)	Average pore diameter (nm)	Structure
1	52.58	0.41	31.7	Mesoporous
2	46.9	0.417	35.6	Mesoporous
3	50.4	0.41	33.1	Mesoporous
4	46.2	0.62	54.2	Macro porous
5	53.87	0.73	54.2	Macro porous

Хөөний ширхэглэг чанарыг талаар хийсэн судалгааны үр дүнгээс (Хүснэгт 3.1) үзэхэд хөөний ширхэгүүд ойролцоогоор 30 мкм шугаман хэмжээтэй, харин нүүрсний

утааны бөөмцрийн шугаман хэмжээ ойролцоогоор 10 мкм болохыг хоёрдугаар бүлэгт туршлагаар тогтоосон. Эдгээр утгыг харьцуулан хөө нь гадаргуу дээр суусныхаа дараа ч урган томорч байдаг гэж дүгнэж болно. Энэ нь хөөний шүүх чадварыг үзүүлж байгаа нэг баримт болох юм.

5. НЭГЭНТ БИЙ БОЛСОН АГААРЫН БОХИРДЛЫГ БУУРУУЛАХ АРГА ЗАМУУД

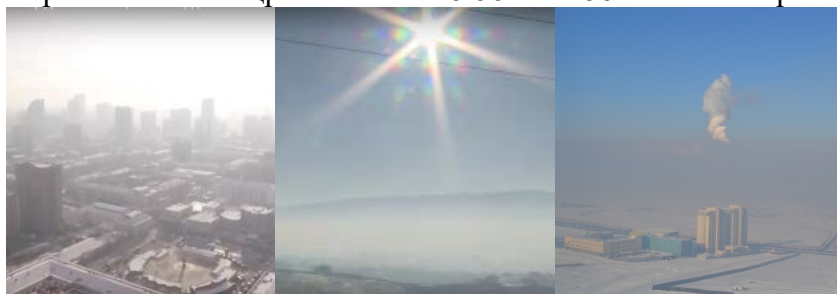
Агаар мандалд нэгэнт бий болсон бохирдол задарч шингээгдэж алга болтлоо эсвэл тунаж газрын гадаргуу дээр буутлаа нэлээд хугацаа зарцуулдаг бөгөөд энэ хугацаанд амьсгалын замаар дамжин организмд хорт нөлөө үзүүлсээр байх төдийгүй хүний биед хуримтлагдаж эхэлдэг. Ийм учраас хүний амьсгалах өндөрт байгаа агаарын доторхи тоосонцрыг цэвэрлэх зайлшгүй шаардлагатай.

5.1 Хот суурин газрын агаарын бохирдол

Манай улсын суурин газрууд дахь агаарын бохирдлын өсөлтөд зөвхөн агаарт орж байгаа болон түүнд дотор явагдах процессуудын дүнд үүсэж байгаа бохирдуулагч агентууд төдийгүй уг суурин газрын газарзүйн байрлал, агаарын хэм, агаарын даралт, урсгал зэрэг физик процессууд болон физик параметруудийн өөрчлөлт ихээхэн нөлөө үзүүлж байдаг. Тухайлбал агаарын температур багасах хүйтний улиралд шаталт харьцангуй бүрэн бус явагддаг нь агаарт их хэмжээний бохирдол орох үндсэн шалтгаан болдог. Хэрэв суурин газар салхины урсгал явагдах боломж нь хязгаарлагдмал, уулсаар хүрээлэгдсэн хонхор хотгор газар байрлаж байвал энэ нь тухайн орон зайд агаарыг бохирдуулагч агентууд ихээр хуримтлагдах нөхцөл болдог. Жишээ болгон агаарын бохирдол хамгийн ихтэй 12 дугаар сард Улаанбаатар хотын газрын гадаргуу орчим тогтсон утаат униарын өглөөний болон үдийн үеийн зургийг Зураг 5.1-д үзүүлэв. Эдгээр зургаас харахад IV цахилгаан станцын 250 м өндөртэй яндангаас дээш агаар бараг тунгалаг байгаа нь тодорхой харагдаж байна.

Агаар дотор байгаа бөөмцрүүд газрын гадаргаас дээш өндрийн дагуу масс болон хэмжээгээрээ түгэх ба харин хэвтээ чиглэлд нэгэн төрлийн биш түгэлттэй бөгөөд энэ нь хугацаанаас хамааран үргэлж өөрчлөгдөж байдаг. Бөөмцрийн агууламжийн гол хэсэг нь тропосферийн доод давхаргад, газрын гадаргуу орчим төвлөрсөн байна.

Агаар дахь бөөмцрүүдийн атмосферийн оптик шинж чанарт хүргэдэг гол параметр нь аэрозолийн хэмжээ юм. Аэрозолийн бөөмцрийн хэмжээ 0.002 – 100 мкм хязгаарт



а)

б)

с)

Зураг 5.1 (а) Өглөөний нар мандах үеийн хотын төв хэсэг дэх агаарын үзэгдэх байдал (б) Нар хөөрсний дараа тунасан бохирдлын үзэгдэх байдал, (с) Хотын дээгүүр тунасан бохирдол ба IV станцын утаа

оршдог. Харин нүүрсний утааны доторхи бөөмцрийн дундаж хэмжээ 5 – 10 мкм. Ийм хэмжээтэй бөөмцрүүд гэрлийг их хэмжээгээр сарниулдаг. Иймээс хот, суурин газрын агаарын бохирдол ихэссэн хүйтний улиралд үзэгдэх орчин их хэмжээгээр хязгаарлагддаг.

5.2 Газрын гадаргуу орчмын агаар дахь бөөмцрүүдийн концентрацийн түгэлт

Агаарын аэрозоль газрын гадарга, үүл ба агаар мандлын дулаан шингээх болон ойлгох чадварт хүчтэй нөлөөлдгөөс гадна конденсацын төв болж үүлс, тунадас бүрэлдэхэд чухал нөлөө үзүүлж байдаг. Газрын гадаргуу орчмын аэрозолийг судлахын тулд хүний өндрийн орчим агаарын тодорхой зузаантай үеийг авч үзье. Энэ үе дотор-

хи бөөмцрийн тоо хэмжээ агаарын дээд давхаргаас бөөмцрийн туналт (доош буух), агаарын урсгалын зөөлт болон газраас хөөрөх процессын дүнд нэмэгдэнэ. Үүнээс гадна энэ



Зураг 5.2 Агаарын үе доторхи бөөмцрүүдийн шилжилтийн бүдүүвч

үе дотор явагдах физик, химийн процессуудын дүнд бөөмцрүүд шинээр үүсэн бий болсноор нэмэгдэж болно. Харин үе дотор байгаа бөөмцрүүд туналтын процессоор хорогдоно. Эдгээрийг хугацаагаар дунджилбал агаарын үе дотор тодорхой концентрацитай бөөмцрүүд заавал оршин байна (Зураг 5.2).

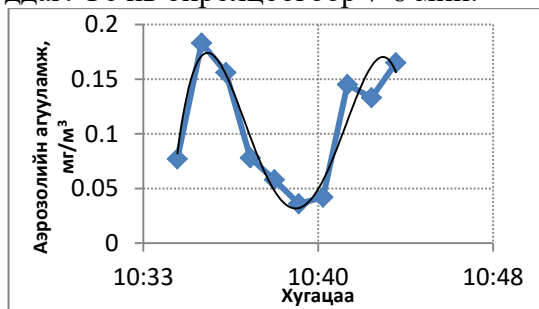
Агаар дахь бөөмцрийн концентрацийн түгэлтийг гаргахын тулд DustTrak багаж ашиглана. Энэ багаж нь агаарыг тодорхой хугацааны интервалтайгаар сорж сорсон агаарын дотор байгаа бөөмцрүүдийн хэмжээг мг/м^3 нэгжээр илэрхийлж гаргадаг. Энэ хэмжилтийг тухайн газрын түвшнээс эхлэн өндрийг 50 м-ээр нэмэгдүүлэн агаарын тоосонцрын концентрацийг хэмжиж авна. Үүний зэрэгцээ хэмжилт хийх үеийн тухайн цэг дээрх даралт, агаарын температур, салхины хурд, цаг уур, уур амьсгалын байдлын тухай тэмдэглэл хөтөлнө. Учир нь хэмжилтийн үр дүн салхины хурд, цаг агаар, уур амьсгалын нөхцөлөөс хамаарах нь тодорхой юм. GPS ашиглан тухайн газрын далайн

түвшнээс дээшхи өндрийг хэмжинэ.

DustTrak багажийг 1 минутанд 10 удаагийн хэмжилтийг бүртгэж тухайн цэг дээрх аэрозолийн хэмжээг энэ утгуудын дундаж байдлаар илэрхийлж байхаар тохируулсан байдаг. Энэ нь тухайн цэг дээрх агаар дахь аэрозолийн локаль хэмжээг ($\text{мг}/\text{м}^3$ нэгжээр илэрхийлнэ) тодорхойлох боломж олгодог төдийгүй аэрозолийн хугацааны өөрчлөлтийг гаргах боломж олгодог.

5.2.1 Гадаад орчны агаарын бохирдол

Хотын төвд (далайн түвшнээс дээш 1356 м өндөр) агаарын даралт 643 муб, салхины хурд 6 – 8 м/с байх үед гадаад орчны аэрозолийн агууламжийг нэг цэг дээр тодорхойлсон хэмжилтийн үр дүнг Зураг 5.3-т үзүүлэв. Энэ графикт интерполяци хийсэн муруй нь үелэх функц байна. Энэ үр дүнг ашиглан агаар доторхи аэрозолийн шилжих хурдыг тодорхойлж болно. Багаж нь минут тутамд агаарыг сорж түүн дотор байгаа аэрозолийн массыг тодорхойлдог учраас агаарыг сорсоны дараа тухайн хэсэг дэх аэрозолийн хэмжээ буурна. Хэсэг хугацааны дараа аэрозолиуд энэ хэсэг рүү шилжиж ирсний улмаас аэрозолийн агууламж дахиад өснө. Энэ дүр зураг Зураг 5.3-аас тодорхой харагддаг. Үе нь ойролцоогоор 7-8 мин.

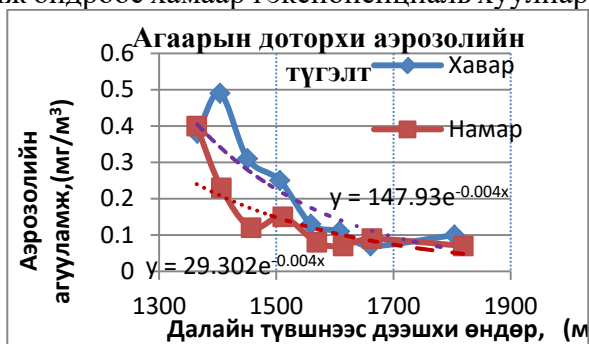


Зураг 5.3 Агаар дахь бөөмцрийн агууламжийн хугацаанаас хамаарах хамаарал

Энэ хэмжилтээс аэрозолийн зөөгдөх хурдыг тодорхойлбол 7-8 $\text{мг}/\text{м}^3/\text{мин}$ байна. Энэ нь агаарын аэрозолийг цэвэрлэ-

вэл тэр хэсэгт 7-8 мин дараа аэрозоль өмнөх нягттай болтлоо хуралдана гэсэн үг юм. Эндээс агаарын бохирдлыг зайлуулахдаа салхийг ашиглах эсвэл газрын гадаргуу орчмоор агаарын урсгалын хоолойнууд үүсгэж болох нь харагдаж байна. Хоолой нь Улаанбаатар хотын бүх огтлолыг хамарсан байх шаардлагагүй, харин тодорхой тооны хоолойнууд байхад л хангалттай.

Хотын захад янз бүрийн өндрүүдэд агаарын тоосонцрыг хэмжиж агаар дахь аэрозолийн агууламжийн өндрөөс хамаарах хамаарлын графикийг Зураг 5.4-д байгуулав. Энэ графикт интерполяц хийсэн үр дүнгээс харвал аэрозолийн агууламж өндрөөс хамаарч экспоненциаль хуулиар буурна.



Зураг 5.4 Агаар дахь бөөмцийн агууламж өндрөөс хамаарах нь

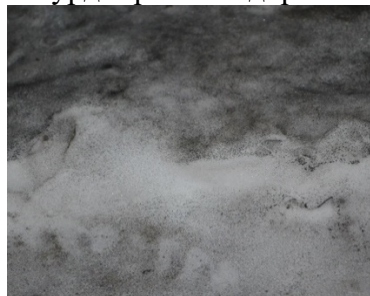
Хавар, намрын улирлыг агаар дахь аэрозолийн агууламжаар нь харьцуулж үзвэл хаврын улиралд агаар дахь тоосонцрын хэмжээ их байгаа нь ажиглагдаж байна. Энэ нь хаврын улиралд хуурайшилт их байдгаар тайлбарлагдана. Хэдийгээр хавар, намар адилхан хуурай боловч температурын хугацааны дундаж өөрчлөлт нь хавар эерэг, намрын улиралд сөрөг байдаг. Ийм учраас хуурайшилт адил боловч хуурайшилтаас үүдэлтэй агаарт орох тоосны хэмжээ энэ хоёр улиралд өөр өөр байна.

5.3 Агаарын бохирдлын туналт

Агаарын бохирдол үүсгэгчдээс гарч буй агаар бохирдуулагчид өвлийн улиралд их хэмжээгээр ялгарч агаар луу

ордог ба газрын гадаргуу орчмын агаар дотор тунарч цугларсан байдаг. Эдгээр нь тодорхой хугацааны дараа газрын гадаргуу дээр бууж тунадаг. Үүнийг хэмжих замаар бохирдуулагч агентуудын туналтын хурдыг тогтоож болно. Туналтын хурдыг тогтоосноор агаар бохирдлыг багасгаж бууруулах талаар тодорхой дүгнэлт гаргах боломжтой.

Газарт буусан цас нь агаарын бохирдлын туналтын хурдыг хамгийн хялбар байдлаар тодорхойлж болох идеал объект юм. Агаарын урсгал харьцангуй тогтвортой байх үед орсон цас газар дээр зөвхөн өөрийн бохирдолтой байдаг гэж үзэж болно. Харин газарт буусан цасан дээр агаарын аэрозолийн бөөмцрүүд тунаж буусны улмаас цасны дээд гадаргуу ихээр бохирддог (Зураг 5.5). Энэ тунасан бохирдлыг хэмжих замаар (i) хүйтний улирлын агаарын бохирдлын туналт, (ii) цасны өөрийн бохирдол, (iii) усны ай савын бохирдлын хурд зэргийг тодорхойлж болно.



Зураг 5.5 Цасан дээр буусан агаарын бохирдол

Цасны дээд үе дээр буусан бохирдол нь цасны гүн рүү тодорхой хэмжээгээр нэвтэрсэн байдаг. Цасны дээд үеэс өгөгдсөн талбайтай хэсгийг сонгон авч тодорхой зузаантай үеийн цасыг цуглуулан авч хайлуулж ууршуулбал зөвхөн цасан дээр буусан бохирдол үлдэнэ. Үүний массыг хэмжиж талбайд харьцуулан нэгж талбайд бууж байгаа агаарын бохирдлын хэмжээг олж болно. Энэ тохиолдолд агаарын бохирдлын туналт $\text{г/см}^2/\text{с}$ эсвэл $\text{кг/м}^2/\text{ц}$ нэгжээр тодорхойлогдоно.

гүний урсгалаар дамжин эсвэл шууд хайлан усны ай сав руу бүгд ордог гэж тооцвол хот орчмын цас хайлан урсахдаа 1 л бүртээ 0.136 мг бохирдлыг тээж усны ай савд хүргэж байдаг.

Агаарын бохирдлын туналтыг судлахдаа бидний хэрэглэж байгаа цасыг цуглуулан судлах аргачлал нь нэлээд энгийн бөгөөд нарийн багаж техник хэрэглэлгүйгээр агаарын бохирдлын судалгааг харьцангуй өндөр нарийвчлалтай хийх боломж олгодог. Өвлийн улиралд газрын хөрс ургамлаас үүдэлтэй тоосжилт хамгийн бага хэмжээтэй байдаг. Иймд цасан дээр бууж байгаа тоос нь машин тэрэгний хөдөлгөөн, тэдгээрийн хөдөлгүүрээс ялгарсан хийн бүтээгдэхүүн, айл өрх, төрөл бүрийн түлш шатаах зориулалттай дулааны зуухнаас ялгарах хаягдлууд байх нь ойлгомжтой.

5.4 Нэгэнт бий болсон агаарын бохирдлыг бууруулах арга

Агаар бохирдуулагч агентууд, тэдгээрийн физик чанар, цахилгаан шүүлтүүрийн зарчим, туршилтын үр дүн, орчны агаарын бохирдлын түгэлт, суултын процесс зэргийг судалсан судалгааны үр дүнгүүдэд суурилан орчны агаар дотор бий болсон бохирдлыг бууруулж багасгах хэд хэдэн арга замыг энд санал болгох юм.

5.4.1 Орчны агаарыг шүүлтүүрээр цэвэрлэх боломж

Дотор болон гадаад орчинд хийсэн агаарын бохирдлын судалгааны үр дүнгээс үзэхэд агаарын бохирдлын хэмжээ хүйтний улиралд хүлцэх агуулгын хэмжээнээс өндөр байгаа нь харагддаг. Манай судалгааны үр дүнд гарган авсан цахилгаан шүүлтүүрийг ашиглан тодорхой хэмжээтэй гадаад орчин болон хязгаарлагдсан орон зайн доторхи агаарын бохирдлыг зайлуулах боломжтой юм. Дотоод орчны агаарыг ажиллах зарчмын хувьд манай цахилгаан шүүлтүүртэй бараг ижил шүүлтүүр хэрэглэн цэвэрлэдэг учраас бид энэ асуудлыг орхье. Харин гадаад орчны агаарыг шүүх асуудлыг авч үзье. Гадны орчны агаарыг цахилгаан шүүл-

түүр дундуур нэвтрүүлж түүн дотор байгаа бөөмцрүүдийг шүүх замаар цэвэрлэж болно. Энэ цэвэрлэгээнд цахилгаан шүүлтүүрийг хэрэглэхийн тулд шүүлтүүрийн хэмжээг томруулж нэмэлт төхөөрөмжөөр хангах хэрэгтэй. Агаар нь утаатай адил урсгал үүсгэхгүй учраас агаарыг соруулан авч шүүлтүүр рүү оруулж цэвэрлэнэ. Энэ нөхцөлийг хангахын тулд өндөр чадалтай соруулах насос ашиглаж болно. Үүний зэрэгцээ цахилгаан шүүлтүүрийн овор хэмжээ том болох учраас түүний тэжээлийн чадлыг нэмэгдүүлэх хэрэгтэй.

5.4.2 Агаарын урсгал үүсгэх

Амьсгалах орчны агаарын үеийн доторхи агаарын хөдөлгөөний зургаас (Зураг 5.3) харахад хүний амьсгалах өндөр орчимд байгаа агаар байнга хөдөлгөөнд оршин солигдож байх бөгөөд энэ хөдөлгөөний явцад тундасжилт, хөөрөлт (левитаци), суулт, хажуугийн урсгалын дүнд бохирдол нэмэгдэж харин хөөрөлт болон суулт түүнчлэн хажуугийн урсгалаар мөн багасаж байдаг. Энэ процесс болон тоосонцрын түгэлт, хэвтээ чиглэл дэх шилжилтийг судалж гаргасан дээрх үр дүнгүүдээс агаарын хүчтэй урсгалыг (аэродинамикийн хоолой, сэнс гэх мэт) ашиглан бохирдуулагч агентуудыг хэвтээ чиглэлд шилжүүлэн амьсгалын орчноос зайлуулах боломжтой болох нь харагдаж байна. Агаарын бохирдлыг суурьшлын бүсээс ингэж зайлуулахдаа салхи үүсгэх эсвэл газрын гадаргуу орчмоор агаарын урсгалын хоолойнууд үүсгэх хэрэгтэй. Хоолой нь Улаанбаатар хотын бүх огтлолыг хамарсан байх шаардлагагүй, харин тодорхой тооны хоолойнууд байхад хангалттай.

5.4.3 Тунадасжуулан буулгах арга

Өндөрт (тропосферийн доод давхаргад) хөөрсөн агаарын дотор байгаа жижиг хэмжээтэй тоосонцрууд нь конденсацгийн төв болдог. Үүний зэрэгцээ тунадас газарт буух явцад агаарын бохирдуулагч агентууд тунадаст наалдан түүнтэй хамт газар бууж агаар цэвэрлэгдэж байдаг. Ийм учраас агаарын дотор бага дулаан багтаамжтай,

амархан хөрөх хийг цацах замаар агаарын бохирдлыг тунадасжуулан газарт буулгаж дараа нь шүүрдэн цэвэрлэж болно. Мөн том хэмжээтэй тоосны ширхэгүүд өөрөө аяндаа аажмаар тунаж газрын гадаргууд буудаг. Газрын гадаргууд тунадасжиж буусан бөөмцрүүд ус ууршсаны дараа агаарын хөдөлгөөний явцад дахин агаарт хөөрч болдог. Харин хүйтний улиралд буусан тунадас газрын гадаргууд харьцангуй сайн бэхлэгддэг учраас энэ аргыг өвлийн цагт хэрэглэх нь илүү зохимжтой. (Үүнтэй төстэй байдлаар цасгүй өвөл цанын баазад хиймэл цас бий болгодгийг дурдая).

5.4.4 Агаарын бохирлыг хөөргөж зайлуулах арга

Газрын гадарга орчмын агаарыг даралт, температурын нэмэлт градиент үүсгэх замаар хэдэн километрын өндөрт гаргаж болох бөгөөд ийм өндөрт гарсан бохирдол агаарын урсгалаар зөөгдөн анхны цэгээсээ хол зайд очих бөгөөд энэ хугацаанд доошлон тунаж байдаг. Үүнийг өндөр яндан босгож агаарыг хөөрөгдөн зайлуулах замаар гүйцэтгэж болно. Энэ арга нь агаар бохирдуулагч агентуудыг суурьшлын бүсээс холдуулж байгаа боловч харин бүрэн цэвэрлэж байгаа хэрэг биш гэдгийг анхаарах хэрэгтэй.

ЕРӨНХИЙ ЗӨВЛӨМЖ

Нэгж үүсгэгчээс гарах утааны доторхи бөөмцрүүдийг цахилгаан шүүлтүүр ашиглан шүүж цэвэрлэж болно. Ийм шүүлтүүрийг Монгол айл өрхүүдэд өргөн хэрэглэгддэг бага чадлын (5-10кВт) халаах зууханд зориулан 95%-иас дээш шүүх чадвартайгаар бүтээж болно. Шүүлтүүр 40-60Вт чадал хэрэглэнэ. Энэ шүүлтүүр нь нөгөө талаас цахилгаан салхийг ашиглан шаталтыг өдөөж нэмэлт хүчилтөрөгчөөр баяжуулан дутуу шаталтын хугацааг багасгадаг.

Шүүлтүүрийн шүүх чадварыг онолын хувьд тогтоож энэ нь шүүлтүүрийн хэлбэр, хэмжээнээс хэрхэн хамаарч байгааг онолоор болон туршлагаар судалсан үр дүнгээс хавтгай шүүгч электродтой, торон титэмлэгчтэй шүүлтүүр

хамгийн сайн шүүх чадвартай, үйлдвэрлэхэд тохиромжтой, хэрэглэж байрлуулахад хялбар болох нь тогтоогддог.

Титэмт ниргэлгийн асаах орон ба хүчдэлийн утга, титэмт ниргэлэг очит цахилалтад шилжих хүчдэлийн утгыг (нэвт цохигдох хүчдэл) титэмлэгч электродын радиустай нь уялдуулан тодорхойлсон (Зураг 1.5) үр дүнгээс үзэхэд титэмлэгч электродын радиус шүүгч электродын радиус руу тэмүүлэхэд нэвт цохигдох хүчдэлийн утга асаах хүчдэлийн утга руу тэмүүлдэг.

Титэмт ниргэлгийн дотор байгаа утааны бөөмцрийн цэнэглэгдэх процесс, механизмаас бөөмцрийн олж авах цэнэгийн хэмжээ хамгийн ихдээ $Q_m = 12\pi\epsilon_0 r^2 E$ ба харгалзах хүчдэлийн утга 26кВ-оос багагүй байх ёстой. Мөн утааны бөөмцрүүд тодорхой цэнэгтэйгээр гадагшилдаг. Дөлийн дотор байгаа бөөмцрүүд нь 200е орчим цэнэгтэй байх бөгөөд эдгээр нь утаатай хамт зөөгдөн гардаг.

Утааны цахилгаан шүүлтүүрийг ажиллуулахад өндөр хүчдэл шаардлагатай бөгөөд үүнийг 20-29 кВ хүчдэл гаргах чадвартай, 20 В хүртэл гаднын хүчдэлээр тэжээгдэх өндөр хүчдэлийн үүсгүүр бүтээх замаар шийдвэрлэж болно. Ийм шүүлтүүрийн аюулгүй байдлыг хангах бүрхүүлийг каулинаар хийх нь хамгийн тохиромжтой.

Агаар мандал дотор нэгэнт буй болсон агаарын бохирдлыг судалсан судалгааны үр дүнгээс үзэхэд агаар дотор байгаа бохирдуулагч агентуудыг цахилгаан шүүлтүүр ашиглан шүүх, тунадасжуулан буулгах, өндөрт хөөрөгдөн зайлуулах, агаарын урсгал, салхи үүсгэн хэвтээ чиглэлд шилжүүлэх зэрэг аргуудаар цэвэрлэх, суурьшлын бүсээс зайлуулах боломжтой юм.