

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

Ж.Ванчинхүү

**АГААРЫН БОХИРДОЛ, АГААР БОХИРДУУЛАГЧ
АГЕНТУУД, ТҮҮНД НӨЛӨӨЛӨХ ПРОЦЕССУУД**

“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. ЭНЕРГИЙН ХЭРЭГЦЭЭ, НӨӨЦ, ЭНЕРГИЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ БА АГААРЫН БОХИРДОЛ	4
1.1 Хүлэмжийн үзэгдэл ба агаарын бохирдол	6
1.2 Ахуйн хэрэглээний энерги, түүнийг үйлдвэрлэхэд ялгарах бохирдуулагч агентууд	8
2. АГААР, АГААРЫН БОХИРДОЛ	9
2.1 Агаарын найрлага	9
2.2 Агаарын бохирдол ба аэрозоль	11
2.3 Хот суурин газрын агаарын бохирдол	12
2.4 Агаарын бохирдлын өнөөгийн төлөв байдал, хэрэгжүүлж буй арга хэмжээ	13
3. АГААР БОХИРДУУЛАГЧ АГЕНТУУДЫГ ҮҮСГЭГЧИД, ТЭДГЭЭРИЙН АНГИЛАЛ	14
3.1 Агаарын бохирдлын цэгэн үүсгүүрүүд	15
3.2 Байнгын үүсгүүрүүд	16
4. ТҮЛШ, ТҮҮНИЙ ТӨРӨЛ, ЯЛГАРАХ ДУЛААН	16
4.1 Модон түлш	16
4.2 Нүүрс	18
4.3 Голлон хэрэглэгдэж байгаа түлшний судалгаа	19
5. ШАТАЛТЫН ПРОЦЕСС	22
5.1 Агаар дахь элементүүдийн шаталтад гүйцэтгэх үүрэг	24
5.2 Хатуу түлшний шаталт	25
6. АГААР БОХИРДУУЛАГЧ АГЕНТУУД, ТЭДГЭЭРИЙН АНГИЛАЛ, ҮҮСЭХ ПРОЦЕССИЙН СУДАЛГАА	28
6.1 Аэрозоль төрлийн бохирдуулагч агентууд	29
6.1.1 Утаа	30
6.1.2 Хөө	31
6.1.3 Үнс	33
6.2 Хийн хэлбэртэй бохирдуулагчууд	34
6.2.1 Нүүрстөрөгчийн дутуу ба давхар исэл	35
6.2.3 Хүхэрт исэл, нэгдлүүд	35
6.2.4 Хүлэмжийн хийнүүд	36
ЕРӨНХИЙ ЗӨВЛӨМЖ	37

ОРШИЛ

Байгаль дээр явагдах төрөл бүрийн процессууд түүнчлэн хүний үйл ажиллагаатай холбоотойгоор элдэв элемент нэгдлүүд хий юмуу эсвэл шингэн, хатуу төлөвт орших тоосонцор, бөөмцөр хэлбэрээр агаар мандал руу их хэмжээтэйгээр орсноос болж агаарын хэвийн найрлага, шинж чанар нь өөрчлөгддөх процессийг агаарын бохирдол гэдэг. Агаар мандал руу шууд орж түүний найрлага, шинж чанарыг өөрчилж байгаа эдгээр элемент нэгдлүүдийг анхдагч агаар бохирдуулагч агентууд гэдэг. Агаар мандалд орсон бохирдуулагч агентууд аажмаар тунаж, устаж багасах боловч агаарт оршин байх үедээ гэрэл, бодисын харилцан үйлчлэл, тэдгээр дээр явагдах физик процессууд болон химийн урвалын дүнд огт өөр бодисууд үүсгэдэг. Эдгээр нь хоёрдогч бохирдуулагчид юм. Бохирдуулагч агентууд агаар мандалд их хэмжээтэй орсон үед хортой, утаан мананцар үүсгэж хот суурин газрын дотор (тухайн мужид) үзэгдэх орчныг хязгаарлаж таагүй байдал үүсгэх төдийгүй түүгээр амьсгалж байгаа амьд организмд хортой нөлөө үзүүлж төрөл бүрийн өвчлөлийн шалтгаан болж байдаг. Цаашилбал бохирдуулагч агентууд ихэвчлэн гэрэл шингээх чанартай учраас агаар мандалд хуримтлагдан агаар мандлын хөдөлгөөний явцад их хэмжээний мужийг бүрхэн тодорхой зузаантайгаар тархсанаар нарны гэрлийг шингээж газрын гадаргуу дээр хүлэмж үүсгэн дулаарлыг нэмэгдүүлнэ. Энэ нь цаг уур, уур амьсгалд нөлөөлөн Дэлхийн доройтол, экологийн сүйрэл зэрэг глобал асуудлууд үүсэх шалтгаан болж байдаг.

Агаар бохирдлыг бууруулахын тулд эдгээр бохирдуулагч агентуудыг үүсгэгчид, бохирдуулагч агентууд үүсэхэд хүргэдэг процессуудын мөн чанарыг судалж тогтоох нь чухал юм. Ингэснээр агаарын бохирдуулагчийн ялгарлыг хянах багасгах арга замыг тогтоох боломжтой болох төдийгүй үүнийг иргэн бүрд хүргэх боломж бүрдэх юм.

1. ЭНЕРГИЙН ХЭРЭГЦЭЭ, НӨӨЦ, ЭНЕРГИЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ БА АГААРЫН БОХИРДОЛ

Дэлхий даяар нэг жилд $1.05 \cdot 10^{21}$ ж¹ энерги хэрэглэдэг. Харин энэ хэрэглээ жилд 5%-иар өсөж байдаг. Энэ энерги нь 4 их наяд куб метр ($4 \cdot 10^{12}$ м³) усыг ууршуулах хэмжээний дулаантай тэнцэнэ. Дэлхий жилд ойролцоогоор $1.57 \cdot 10^{25}$ ж Нарны энергийг шингээж авдаг. Дэлхийн шингээж авч буй энергийн хэмжээ 0.1%-иар нэмэгдвэл Дэлхийн цаг уур, уур амьсгалд эрс өөрчлөлт гарна гэсэн тооцоо бас бий. Энэ нь Дэлхийн нэг жилд хэрэглэж байгаа энергийн хэмжээ $15 \cdot 10^{21}$ ж-аас хэтэрч болохгүй гэсэн үг. Гэтэл жил бүрийн энергийн хэрэгцээний өсөлтийг дэлхийн хэмжээнд тооцвол энэ хэмжээний энергийг бид ердөө 20-иодхон жилийн дараа л хэрэглэдэг болох юм.

Дэлхийд хэрэглэгдэж байгаа нийт энергийн 85%-ийг байгалийн хий, нефть, нүүрс зэрэг нүүрстөрөгч, устөрөгч агуулсан ашигт малтмалыг шатаах замаар гарган авдаг. Энэ хувь манай орны хувьд бүр өндөр, 90% гаруй байдаг. Энергийн зориулалтаар нүүрстөрөгч агуулсан түлшийг шатаах явцад их хэмжээний бохирдуулагч агентууд агаар мандал руу орж байдаг. Жишээ нь 500 МВт чадалтай нүүрс шатаах дулааны цахилгаан станцаас 500 м³/с хий ялгарах ба тоосонцрын агууламж нь 20 г/м³ байна. Ийм станц шүүлтүүргүй бол тасралтгүй ажиллах 1 цагийн хугацаандаа 36 тн тоосонцор агаарт хаяна. Эдгээр агентууд агаар мандалд орсноор агаарын бохирдол нэмэгдэж энэ нь жилээс жилд өсөн хуримтлагдаж даяар дулааралд хүргэж байна. Эдгээр бодисуудын агаарын дотор эзлэх хувь нь нэмэгдэх хоёр үндсэн загвар байж болох юм. Нэгдүгээрт агаар мандал руу жил бүр орж байгаа агентуудын хэмжээ тогтмол боловч эдгээр агентууд агаар мандал дотор тодор-

¹ 1 ж = 1 жоуль. Энэ нь энергийг хэмжих нэгж бөгөөд 1кг ачааг ойролцоогоор 10 см өндөрт өргөхөд зарцуулах энерги юм.

хой хугацаанд оршин байснаас болж хуримтлал үүсэн агаарын дотор эзлэх хувь нь нэмэгдэж болно. Ингэж үзвэл бохирдуулагч агентын агаар дотор оршин байх τ хугацаа өнгөрсний дараа агаарын бохирдлын хэмжээ тогтворжих бөгөөд үүнтэй уялдан Дэлхийн агаар мандлын дундаж температур ч бас тогтворжих ёстой. Гэвч ийм төлөв сүүлийн жилүүдэд ажиглагдсангүй.

Хоёрдугаарт нэгж хугацаанд агаар мандал руу орж байгаа болон түүн дотор үүсэн бий болж байгаа агаар бохирдуулагч агентууд жилээс жилд нэмэгдсэнээс агаарын доторхи бохирдуулагч агентын хэмжээ хугацаанаас хамааран жил бүр нэмэгдэж болно. Агаарын бохирдлын өсөлт ийм загвараар явагддаг бол агаар мандал дахь даяар дулаарлын шалтгаан болдог бодисуудын агууламж хугацаа өнгөрөх тусам нэмэгдсээр байх бөгөөд энэ нь даяар дулаарлын явцыг улам нэмэгүүлэх ёстой. Даяар дулаарлын талаархи судалгааны тайландад дурдагдсан мэдээнүүд дулаарлын энэ загварыг тодорхой хэмжээгээр баталгаажуулж байдаг.

Дэлхийн цаг уур, уур амьсгалын өөрчлөлтөд хүргэх өөр нэг хүчин зүйл нь ахуйн хэрэглээний шаталтаас үүсэх бохирдол юм. Хүний ахуйн хэрэгцээ болон үйлдвэрлэлд шаардлагатай энергийн ихэнхийг шаталтаас гарган авдаг. Дэлхийн сэрүүн бүсэд орших улсууд болон хөгжиж байгаа орны ард иргэд ахуйн хэрэгцээндээ галыг өргөнөөр хэрэглэж байдаг. Ахуйн хэрэглээний энэ галд нүүрс, мод болон нүүрстөрөгчийн давхар исэл ялгаруулах бусад түлшийг хэрэглэдэг. Иймээс хүн амын өсөлт болон хөгжлийн түвшинтэй уялдан ахуйн хэрэглээний шаталтаас их хэмжээний бохирдуулагч агентууд түүний дотроос даяар дулааралд нөлөөлөх бодисууд зайлшгүй үүсэн бий болж байдаг. Шаталтын зайлшгүй хэрэгцээ нь хорт хаягдал дагуулж байдаг учраас цэвэр энергийн өөр эх үүсвэрийг эрж хайх сонголтыг бий болгодог.

Монгол улсын эдийн засгийн болон дэд бүтцийн хөг-

жлийн өнөөгийн түвшин нь иргэд, айл өрх, аж ахуйн нэгжүүд энергийн үндсэн хэрэгцээндээ зайлшгүй гал, шатаалтыг ашиглахад хүргэж байна. Үүнтэй холбоотойгоор иргэд олноор төвлөрсөн хот суурин газруудад шаталтаас үүдэлтэй агаарын бохирдол ихээр бий болж хуримтлагддаг. Ийм учраас ахуйн хэрэглээний энергийн үүсвэрийг цахилгаан энергиэр солих нь агаарын бохирдлыг бууруулахад чухал ач холбогдолтой алхам болох юм. Гэвч энэ нь их хэмжээний санхүүжилт, хөрөнгө оруулалт шаарддаг учраас агаарын бохирдлыг бууруулах чиглэлээр шууд хэрэгжүүлэхэд нэлээд төвөгтэй, цаг хугацаа их шаардагдах ажил, арга хэмжээ юм.

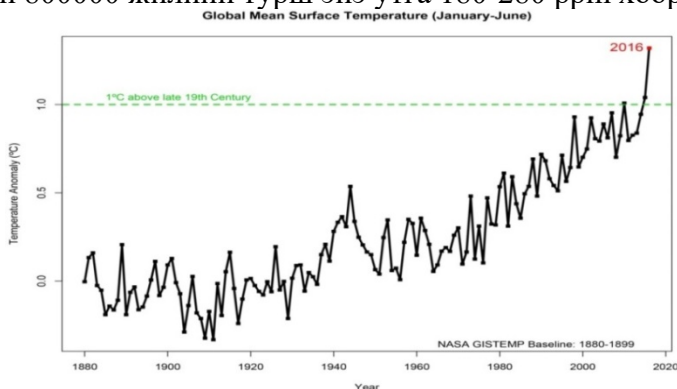
1.1 Хүлэмжийн үзэгдэл ба агаарын бохирдол

Нарнаас ирж байгаа цацраг Дэлхийн атмосфертэй харилцан үйлчилсний дүнд хүлэмжийн үзэгдэл үүсдэг. Энэ үзэгдлийн физик үндсийг С.Аррениус (Svante Arrhenius, 1896) анх гарган тавьжээ. Нарны гэрлийн 30 орчим хувь нь атмосферийн дээд давхаргуудаас ойж сансар луу оддог. Харин 70 орчим хувь нь агаар мандлыг нэвтлэн Дэлхийн гадаргууд тусаад тэндээ шингэж дулааны цацаргалт хэлбэрээр буцаж цацардаг. Дэлхийн атмосфер дэх гэрэл шингээгч хийнүүд энэ дулааны 90 орчим хувийг шингээж авах ба дахин буцааж цацаргана. Энэ энерги атмосферийн доод давхарга болон Дэлхийн гадаргууг халааж Дэлхийн гадаргуу дээр амьдралыг тэтгэх дундаж температур 15°C-ийг үүсгэдэг. Амьдрал үүсэх, хөгжихэд ач тустай энэ процессыг хүлэмжийн үзэгдэл гэдэг.

Агаарын доторхи гэрэл шингээгч бодисын агууламж нэмэгдэхэд хүлэмжийн үзэгдлийн дүнд үүсэх температур нэмэгдэнэ. Хүлэмжийн үзэгдлийг бий болгож байдаг хийнүүдийг хүлэмжийн хий гэдэг. Эдгээрийн гол төлөөлөгчид нь усны уур, нүүрсхүчлийн давхар исэл (CO_2), метан (CH_4) азотлог хүчил (N_2O) бөгөөд хамгийн гол, их агууламжтай нь нүүрсхүчлийн давхар исэл юм.

Агаар мандалд байгаа хүлэмжийн хийн агууламж галт

уулын дэлбэрэлт, түймэр зэрэг байгалийн үзэгдлүүд болон хүний үйл ажиллагаатай холбоотойгоор нэмэгддэг. Үүний дүнд Дэлхийн температур өсөж глобал дулааралд хүргэдэг. Агаар мандалд хуримтлагдсан CO₂-ын зарим хэсэг нь байгалийн гаралтай, Дэлхийн түүхийн туршид оршин байсаар ирсэн. Аж үйлдвэрийн хувьсгалаас өмнө атмосфер дэх CO₂-ийн хэмжээ 280ppm байсан гэсэн тооцоо байдаг. Мөстлөгийн үеэс аж үйлдвэрийн хувьсгал хүртлэх сүүлийн 800000 жилийн турш энэ утга 180-280 ppm хооронд



Зураг 1.1. Сүүлийн 100 гаруй жилд Дэлхийн гадаргуугийн температурт гарсан өөрчлөлт [NASA GISS image]

хэлбэлзэж байсан байна. Аж үйлдвэржилтийн улмаас энэхийн хэмжээ асар хурдтай өсөж өнөөдөр мөстлөгийн сүүлийн мөчлөгийнхтэй харьцуулахад 100 дахин хурдтайгаар өсөж байна. Үүний дүнд 100 гаруй жилд Дэлхийн гадаргуугийн температур -0.4°C -ээс 0.6°C болж өссөн байна (Зураг 1.1)

Агаарын найрлагад буй хийнүүдийн дотроос дулааны цацаргалтыг шингээгч гол байгуулагч болох нүүрсхүчлийн хий нь бүх төрлийн шаталтаас үүсэж агаар мандал руу орж байдаг. Үүнээс гадна модыг тайрах үед түүнд фотосинтезийн процесст орохоор агуулагдаж байсан нүүрсхүчлийн хий чөлөөлөгдөж агаар мандал руу ордог. Дэлхийн хэмжээгээр зөвхөн ойг устгаснаас болж миллиардаар хэмжигдэх тонн нүүрсхүчлийн хий чөлөөлөгдөж байдаг.

Шаталтаас ялгардаг утааны доторхи хөө тортог нь агаар мандалд хэдэн долоо хоног байх чадвартай бөгөөд нүүрсхүчлийн хийнээс олон дахин их гэрэл шингээх чадвартай байдаг. Ийм ч учраас агаар мандалд орж ирсэн хөө, тортог даяар дулааралд илүү хүчтэй нөлөөлдөг. Утааны хөө тортог нь хатуу болон шингэн төлөвт орших жижиг бөөмцрүүдээс тогтдог. Нүүрсний шаталтаас ялгарах бөөмцрийн агууламж шатаах төхөөрөмжийн чанараас ихээхэн хамаардаг. Тухайлбал, сайн шүүлттэй цахилгаан шүүлтүүр бүхий хүрэн нүүрс шатаадаг 180 МВт цахилгаан станцаас ялгарч буй утааны тоосонцор 4.3 мг/м^3 байхад ахуйн хэрэглээний зуухнаас гарах утааны доторхи тоосонцор $147 - 250 \text{ мг/м}^3$ хүрдэг. Тэгвэл харьцангуй цөөн тооны зуухнаас ялгарах агаар бохирдуулагч тоосонцрын хэмжээ бүхэл бүтэн цахилгаан станцын үүсгэх бохирдолтой дүйцэх бөгөөд эндээс галалгаатай зуух бүхий олон мянган айл өрхүүд төвлөрсөн суурин газруудад илүү их агаарын бохирдол ихээр үүсэх нь тодорхой байна.

1.2 Ахуйн хэрэглээний энерги, түүнийг үйлдвэрлэхэд ялгарах бохирдуулагч агентууд

Манай ард түмэн, айл өрх ахуйн хэрэглээндээ шатаалтыг өргөн ашигладаг. Ийм шатаалтыг төрөл бүрийн зууханд явуулж шаталтаас ялгарах энергийг дулааны болон хоол унд боловсруулах ахуйн үндсэн хэрэгцээндээ ашигладаг. Иймд галалгаатай сууц болон монгол гэрт амьдрах айл, өрх бүр өөрийн эрчим хүчний эх үүсгүүртэй гэсэн үг бөгөөд ахуйн үйл ажиллагаанаасаа их хэмжээний агаар бохирдуулагч агентуудыг агаар мандал руу шахаж байдаг.

Бидний хийсэн судалгаанаас үзэхэд өвлийн улиралд Монгол айл ХАС зууханд 4-5 кг нүүрс шатаахад 4-5 цагийн дотор шатаж дуусдаг. 1 кг хүрэн нүүрсний шаталтын хувийн дулаан $3 \cdot 10^7 \text{ ж тул } 4.5 \text{ кг нүүрсний шаталтаас ялгарах нийт дулааны энерги } Q = 13.5 \cdot 10^7 \text{ ж}$. Эндээс зуухны чадал $N = 8 \cdot 10^3 \text{ Вт}$ байна. Энэ тооцоог үндэслэн хүрэн нүүрс шатаадаг гэрийн зуухыг түүний овор хэмжээ-

нээс хамааруулан 5-10 кВт чадалтай энергийн үүсгүүр гэж үзэж болох юм. Хэрэв гэрийн зуухны ашигт үйлийн коэффициент 20-30% байдгийг тооцвол бид энэ чадлын 1-3кВт хэсгийг ахуйд шууд хэрэглэх ба үлдэх хэсэг нь дулаан байдлаар ялгардаг. Дулаан хэлбэрээр ялгарч байгаа энэ энерги хүйтний улиралд гэр, сууцны халаалтад зарцуулагддаг.

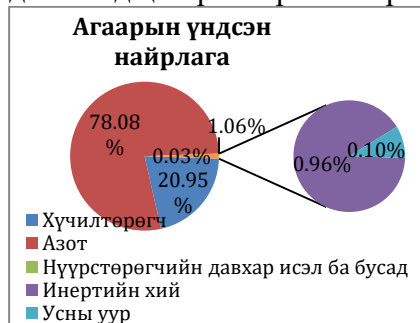
Одоо ийм чадалтай зууханд явагдаж байгаа шаталтаас ялгарах утааны доторхи бөөмцрийн хэмжээг үнэлье. Хэмжилтээс үзвэл яндангаар гадагшлах утааны хурд шаталтын горимоос хамаарч $v \approx 0.7 - 3$ м/с, харин манай улсад хэрэглэгдэж байгаа бүрэн шаталттай зуухнуудад тавигддаг яндан $d \approx 13.5 - 14.5$ см диаметртэй. Тэгвэл нэгж хугацаанд яндангаар гадагшлах утааны эзлэхүүн $V = 0.1\text{м}^3/\text{с}$ байна. Зуухнаас гарч байгаа утааны доторхи тоосонцрын агууламжийг ойролцоогоор $\mu = 150$ мг/м³ гэж авбал зуухан дотор шатаж байгаа нүүрсний галаас нэг цагийн дотор ялгаран гадагшлах тоосонцрын нийт хэмжээ $m = 50$ г байна. Нүүрсний утаа дутуу шаталтын үед ихээр ялгардаг ба энэ хугацаа ойролцоогоор 1 цаг байдаг. Бүрэн шаталтын үед ялгарах утааны тоосонцрын хэмжээ 1 мг/м³ хуртэл буурдаг. Энэ үед утааны хурд 3 м/с хүрдэг. Үүний адилаар айл өрхүүдийн ахуйн хэрэгцээний нэг ажилд ямар энерги үйлдвэрлэж хэр хэмжээний бохирдол ялгаруулахыг бас тооцоолж болно. Ийм зуух хэрэглэдэг нэг өрх 5 л цай чанахдаа $1.7 \cdot 10^6$ ж дулаан зарцуулах ба ийм хэмжээний дулааныг 0.2-0.3кг нүүрсний шаталтаас гарган авна. Энэ үед ойролцоогоор 5 г тоосонцрыг агаар мандал руу оруулдаг. Энд ахуйн хэрэгцээний ажилд зарцуулж байгаа түлшний хэмжээг энергээр нь тооцоолсон учраас илүү хэрэглэж байгаа түлшний хэмжээг тооцоогүйг тэмдэглэе.

2. АГААР, АГААРЫН БОХИРДОЛ

2.1 Агаарын найрлага

Агаарын бохирдлын хэмжээ, түвшинг тогтоохын тулд бодиттойгоор оршин байгаа агаарын найрлагыг цэвэр

агаарынхтай харьцуулдаг. Иймээс агаарын бохирдлын судалгаанд цэвэр агаарын найрлагыг зайлшгүй авч үзэх ёстой



Зураг 2.1. Цэвэр агаарын найрлага

болдог. Агаар нь атомчлагдсан болон молекуляр хэлбэрээр орших олон төрлийн фракц бүхий хий юм. Түүний үндсэн найрлагыг азот, хүчилтөрөгч эзэлдэг боловч инертийн хий, нүүрсхүчлийн хий, усны уураас (Зураг 2.1) гадна бага хэмжээтэй элементүүд (Хүснэгт 1.2.1) бий. Эдгээрээс гадна агаарт ppm (ppm)-ээр хэмжигдэх мөр төдий, хэт

Хүснэгт 1.2.1 Агаарын хийн найрлага

Хий	Агаарын эзлэхүүнд эзлэх хувь, (%)	Агаарын массд эзлэх хувь, (%)	Молекул масс, (г/моль)	Химийн тэмдэглэгээ
Хүчилтөрөгч	20.95	23.20	32.00	O ₂
Азот	78.09	75.47	28.02	N ₂
Нүүрстөрөгчийн давхар исэл	0.03	0.046	44.01	CO ₂
Устөрөгч	0.00005	~0	2.02	H ₂
Аргон	0.933	1.28	39.94	Ar
Неон	0.0018	0.0012	20.18	Ne
Гелий	0.0005	0.00007	4.00	He
Криптон	0.0001	0.0003	83.8	Kr
Ксенон	9 10-6	0.00004	131.29	Xe

бага агууламжтай нэлээд олон элемент байдаг. Үүнд:

Агаарын доторхи хэт бага агууламжтай элементүүд

- Хүхрийн давхар исэл -SO₂- 1.0 parts/million (ppm)
- Метан- CH₄- 2.0 parts/million (ppm)
- Азотын исэл -N₂O - 0.5 parts/million (ppm)
- Озон -O₃- 0 to 0.07 parts/million (ppm)
- Азотын исэл -NO₂- 0.02 parts/million (ppm)
- Иод -I₂- 0.01 parts/million (ppm)
- Нүүрстөрөгчийн дан исэл -CO - 0 to trace (ppm)
- Аммон -NH₃- 0 to trace (ppm)

2.2 Агаарын бохирдол ба аэрозоль

Агаарын үндсэн найрлагад ордоггүй элдэв төрлийн химийн элемент, нэгдэл, материалууд хүний болон байгалийн элдэв процессийн үр дүнд хатуу шингэн, хийн хэлбэрээр агаар мандал руу орсноос болж агаарын бохирдол үүсдэг. Агаарын үндсэн найрлагад гаднаас нэмэгдэн орж байгаа эдгээр бодисуудыг агаар бохирдуулагч агентууд гэж үзэж болно. Эдгээр нь гарал үүслийн хувьд янз бүр байдаг боловч суурин газрын хувьд голлох хэсэг нь шаталтаас үүсдэг.

Орчин үеийн аж үйлдвэржилт, техник технологийн дэвшил нь хүний амьдралыг хялбарчилдаг боловч олон тооны сөрөг үр дагаврыг бий болгож байдаг. Өнөөдөр хүний амьдралд хэрэглэгдэж байгаа бүх машин, техник ихэвчлэн нүүрстөрөгч, устөрөгчөөс тогтох бодисуудыг шатаах үед ялгарах энергийг ашигладаг. Энэ шаталтаас олон төрлийн агаар бохирдуулагч бодис ялгардаг бөгөөд эдгээр нь агаарт орж глобал дулаарлын үндэс болохоос гадна хүн, амьтны эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөөд зогсохгүй цаг уур, уур амьсгалын өөрчлөлтийн гол шалтгаан болж байгалийн тэнцвэртэй байдал алдагдах үндэс болдог.

Байгалийн болон хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэйгээр агаарт дэгдсэн төрөл бүрийн жижиг хэсгүүд болох тоос, тоосонцор агаарыг мөн бохирдуулдаг. Хүн, малын хэт төвлөрөл, хот төлөвлөлт, газар зохион байгуулалтын алдаанууд, эмх замбараагүй шороон замууд, хөрсний талхагдал, ган гачиг, цөлжилтийн дүнд газрын өнгөн хөрс, ургамал эвдрэн газрын гадаргуу орчим жижиг хэмжээтэй тоосны ширхэгүүд үүсдэг. Эдгээр нь газрын гадаргуу орчмын агаарын урсгалын дүнд хөдөлгөөнд орж агаарт дэгдэн орчны агаарыг бохирдуулдаг.

Агаар нь хий ба түүн дотор орших аэрозлиудаас (бөөмцрүүд) тогтох хоёр фазтай систем юм. Агаар дотор оршиж байгаа аэрозолиуд тунаж биеийн гадаргуу дээр суухдаа гадаргуугийн тоос болж харагдахаас гадна зөө-

лөн материал дээр суусан үедээ хир даг болж харагддаг. Эдгээр нь төрөл бүрийн өвчин үүсгэгч нян, бактер үржих таатай нөхцөл болдог.

Амьд организмуудаас дусал хэлбэрээр ялгарч байгаа аэрозолийг биоаэрозоль гэж нэрлэдэг. Хүний амьсгал, амнаас гарч байгаа хий нь тодорхой хэмжээний биоаэрозоль агуулж байх бөгөөд үүнд нян, бактер багтана. Эдгээр нь агаарын бохирдлын нэг хэлбэр бөгөөд агаар, дуслын замаар халдварлах өвчний гол үүсгэгч болдог. Ялангуяа агаарын хэм буурсан сэрүүн улиралд аэрозолиуд газрын гадаргуу орчим тунардаг учир хүйтний улиралд халдварт өвчний дэгдэлт их байдаг байна. Аэрозоль нь мөн хорт бодис агуулсан байж болдог. Эдгээр нь хүний амьсгал болон арьсаар нэвтэрч эд эрхтэн болон эрхтэний системд хорхирол учруулдаг. Үүнээс гадна их хэмжээний амьсгалын бус хий агуулж байгаа агаар нь мөн организмд хортойгоор нөлөөлж халдварын бус өвчлөлийн гол шалтгаан болдог. Ингэж агаарын найрлагад орж байгаа аливаа өөрчлөлт нь эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөдөг. Агаар дотор ийм бохирдуулагч агентуудаас гадна усны эргэлтийн процессээр буй болох жижиг шингэн дуслууд мөн оршин байдаг. Агаар дотор орших бөөмцрүүд буюу агаарын аэрозольд агаарыг бохирдуулагч утаа, униар, тоос, тортог, биоаэрозолиудаас гадна агаар мандал дотор байгалийн жамаар бий болж байдаг үүлс, цан хүүрэг, уур, манан, будан бүгд багтана.

2.3 Хот суурин газрын агаарын бохирдол

Улс орон хөгжиж сууршилт, төвлөрөл өсөхийн хэрээр хүмүүсийн энергийн хэрэглээ нэмэгдэн хүрээлэн буй орчинд хүний үзүүлэх сөрөг нөлөө улам ихэсч, биосфер бохирдож хордолт хүчтэй явагдаж байна. Төв суурин газрын агаарын бохирдол ихсэхэд 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 өөрч-

лөлт ихээхэн нөлөө үзүүлж байдаг. Тухайлбал агаарын температур багасах хүйтний улиралд шаталт харьцангуй бүрэн бус явагддаг нь агаарт их хэмжээний бохирдол орох үндсэн шалтгаан болдог. Хот суурин газрын агаарын бохирдлын гол эх үүсвэр нь элэгдэл эвдрэлд орсон ургамал, нүцгэн хөрснөөс босох тоос шороо, гэр хорооллын яндангаас гарч буй утаа, мөн тээврийн хэрэгсэл, нам даралтын зуух, үйлдвэрийн газрын том оврын уурын зуух зэрэг бөгөөд эдгээр үүсгүүрүүдийн тоо жил бүр өсөж байгаагаас агаарын бохирдол улам бүр ихсэж байна. Агаарт цацагдаж байгаа элдэв хорт хий болон бөөмцрүүд хөрсөнд бууж улмаар ургамлын нөмрөгийг устгахад нөлөөлж, усыг их хэмжээгээр бохирдуулж байгаа учраас агаарын бохирдол нь хөрсний болон усны бохирдолтын нэг гол үүсгэгч болдог.

2.4 Агаарын бохирдлын өнөөгийн төлөв байдал, хэрэгжүүлж буй арга хэмжээ

Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын мэдээнээс үзэхэд агаарын нийт бохирдлын 50% гаруй нь айл өрхийн зуухнаас ялгарч байгаа утаа, 20%-ийг автомашинаас ялгарах утаа байдаг байна. Агаарын бохирдлын энэ 2 гол үүсгүүрийн ялгаруулж байгаа бохирдуулагч агентуудыг багасгаснаар тухайн нутаг дэвсгэрийн агаарын бохирдлыг тодорхой хэмжээгээр бууруулж болно. Улаанбаатар хот нь далайн түвшнээс дээш 1310 м орчим өндөрт дөрвөн уулаар хүрээлүүлэн оршдог, салхины дундаж хурд 1 – 2 м/с байдаг, хийн урсгал хөдөлгөөн харьцангуй тогтуун бүст багтдаг. Салхины чиглэлийн дээд хэсэгт байрлах дулааны цахилгаан станц, үйлдвэрийн газрууд болон дөрвөн уулын бэлээс эхлэн хотын төв хүртлээ тархан байрласан гэр хорооллын айл өрхийн галлагаа болон машин техникээс гарах бохирдуулагч хий, тоос нь Улаанбаатарын төв хэсэгт хөдөлгөөнгүй тогтож хуримтлагддаг.

Агаарын чанарын хувьд 2011-2012 оны галлагаатай үе буюу 10-12 дугаар саруудад хийсэн хэмжилтийн дүнг тог-

тоосон стандарттай харьцуулахад угаарын хий стандартаас 2-3, азотын давхар исэл 4-5, хүхэрлэг хийн агууламж 4, озоны хий 2, том ширхэгт тоосонцор 7-18 дахин илүү байна. Агаарын бохирдлын мэдээ баримтуудаас энэ тоо баримт сүүлийн 3 жилийн турш тогтвортой хадгалагдаж өсөж байгаа нь түгшүүр төрүүлж байна.

Манай улсад агаарын бохирдлын чиглэлээр явагдсан судалгаанууд ихэвчлэн агаарын бохирдлын хэмжээ, найрлагыг тогтоох, анализ хийхэд чиглэсэн бөгөөд үр дүн нь нийтэд сурталчлагдахдаа агаарын бохирдлыг бууруулах сэдлийг үүсгэж чаддаггүй, харин хүн амын дотор түгшүүр, болгоомжлол, сенсаац, дасал хайхрамжгүй байдал гарахад хүргэж байдаг.

Монгол Улсын төр, засгийн газар, төрийн болон төрийн бус байгууллагууд, иргэдийн зүгээс нэн аюултай хэмжээнд хүрсэн агаарын бохирдлыг бууруулах олон тооны арга хэмжээг авч хэрэгжүүлж байна. Агаарын бохирдлыг бууруулах чиглэлээр олон ажлууд хийсний дотор айл өрх бүрийг утаагүй зуухаар хангах, Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын харуулын цэгүүдийг байгуулах, цахилгааны үнийн шөнийн тарифыг тэглэх, Цэвэр агаар сан байгуулж агаарын бохирдлын бууруулах олон талт арга хэмжээг зохион байгуулах, ЛСА, Оюутолгой төсөл зэрэг олон улсын байгууллагуудын дэмжлэгтэйгээр судалгаа явуулах, айл өрхийн хэрэгцээнд дэвшилтэт дулаалга, дулаалгын материал нэвтрүүлэх зэрэг олон ажлыг хийжээ.

3. АГААР БОХИРДУУЛАГЧ АГЕНТУУДЫГ ҮҮСГЭГЧИД, ТЭДГЭЭРИЙН АНГИЛАЛ

Агаар бохирдуулагч агентуудыг үүсгэдэг объектуудыг байгалийн ба антропоген (хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй) гэж хоёр ангилдаг. Түүнчлэн бохирдол үүсгэх хугацаагаар нь байнгын болон түр зуурын, байрлалаас нь хамааруулж хөдөлгөөнт ба хөдөлгөөнгүй цэгэн үүсгүүрүүд гэж ангилж болно. Улаанбаатарын агаар бохирдуу-

лагч агентуудыг үүсгэгч объектуудын талаар явуулсан судалгааны дүнгээс үзэхэд 2016 оны жилийн эцсийн байдлаар 184 мянган гэр хорооллын айл, өрхийн хэрэглэж буй зуух нийт бохирдлын 50%-ийг, 500 гаруй мянган авто тээврийн хэрэгсэл 20%-ыг, бусад эх үүсвэр шороон зам, баригдаж буй барилга байгууламж, хөрсний бохирдол, хог 14%-ыг, мянга гаруй бага болон дунд оврын нам даралтын зуух 14%-ыг, дулааны цахилгаан станцууд нийт бохирдлын 10%-ыг үүсгэж байна.

3.1 Агаарын бохирдлын цэгэн үүсгүүрүүд

Айл гэр, албан байгууллага, зам барилгын ажлын явцад халаах болон шатаах зорилгоор ноцоож байгаа гал бүхэн агаар бохирдуудагч агентууд үүсгэж байдаг бөгөөд эдгээр нь газарзүйн хувьд тодорхой нэг цэг дээр байрлан тодорхой үе давтамжтайгаар агаар мандал руу бохирдуулагч агентуудыг оруулж байдаг. Эдгээр үүсгэгчүүдийн нэг цэгт тогтвортой байрлан бохирдол үүсгэж байдаг гол шинж чанарыг харгалзан хөдөлгөөнгүй цэгэн үүсгэгч гэж нэрлэж болох юм. Монгол гэр, халаалттай сууцанд хэрэглэж байгаа бүх зуух, пийшинг хөдөлгөөнгүй цэгэн үүсгүүрт хамруулж болно. Түүнчлэн дотоод шаталтын хөдөлгүүртэй зам, барилга үйлдвэрлэл, тээврийн зориулалт бүхий машин техник, авто машин, трактор, хүнд машин механизмууд хор нөлөөний хувьд өндөр байр эзлэх хөдөлгөөнт цэгэн үүсгүүр болж байдаг. Эдгээр үүсгүүрийн онцлог нь хөдлөх явцдаа агаарын бохирдлыг хаа сайгүй тарааж байдаг. Автомашинаас бусад цэгэн үүсгүүрүүд цаг уур, уур амьсгалын нөхцөлөөс хамаарч ихэвчлэн 2-6 сарын турш идэвхтэй байдлаар агаарын бохирдлыг бий болгож байдаг. Төрөл бүрийн халаах зуухууд жилийн 10 дугаар сараас дараа жилийн 03 дугаар сарын хооронд, харин зам, барилгын ажилтай холбоотой машин механизмууд дулааны улиралд их хэмжээний бохирдол бий болгодог.

3.2 Байнгын үүсгүүрүүд

Дулааны станцууд, химийн болон боловсруулах үйлдвэрүүд, уул уурхайн олборлолтын үйлдвэрлэл нь агаар бохирдуулагч агентуудыг байнга тасралтгүй бий болгон агаар мандал руу шахаж байдаг. Гэхдээ эдгээр нь ихэвчлэн ашиглаж байгаа технологидоо зохицсон шүүх системтэй тул түүнээс гарч байгаа бохирдолыг хянах, багасгах боломжтой байдаг. Үйлдвэрлэлийн технологийн горим алдагдсан эсвэл шүүх систем эвдэрсэн тохиолдолд үйлдвэрлэлийн процессээс хорт хаягдал их хэмжээгээр ялгардаг.

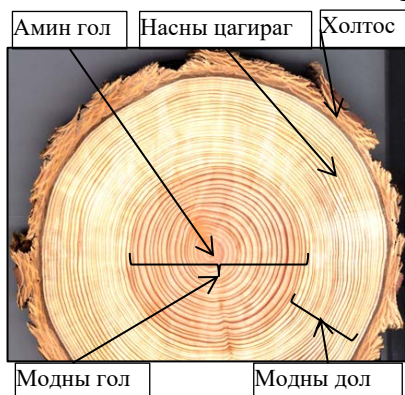
4. ТҮЛШ, ТҮҮНИЙ ТӨРӨЛ, ЯЛГАРАХ ДУЛААН

Түлшний үндсэн ерөнхий шинж нь нүүрстөрөгч, устөрөгч, хүхэр зэрэг шатдаг химийн элементүүдийг агуулж байдагт оршино. Мод болон био түлш голчлон целлюлоз болон лигнинээс тогтдог бол шатдаг хий нь нүүрстөрөгч, устөрөгч, азот, хүхэр болон хүчилтөрөгч агуулдаг. Нефть болон нүүрс нь нүүрстөрөгч, устөрөгч, азот, хүхэр болон хүчилтөрөгчөөс гадна төрөл бүрийн минералууд агуулдаг. Ийм учраас түлшний найрлага нь түүний чанарыг тодорхойлж байдаг. Манай оронд өргөн хэрэглэгддэг түлшний зарим онцлог шинж чанаруудыг авч үзье. Манай улсын ахуйн хэрэгцээнд мод, аргал, хомоол (биотүлш), нүүрсийг хамгийн өргөн хэрэглэдэг.

4.1 Модон түлш

Манай улсын иргэд халаалтын болон ахуйн хэрэгцээт шатаалтанд модыг жилийн дөрвөн улирлын турш өргөн хэрэглэдэг. Модон түлш түргэн шатаж харьцангуй бага дулаан ялгаруулдаг учраас дулааны улиралд халаалтын бус ахуйн хэрэгцээнд өргөн ашиглагддаг. Модны үндсэн найрлагыг целлюоз, хагас целлюоз, лигнин буюу давирхай, ус бүрдүүлж байдаг. Модонд агуулагдаж байгаа ус, чийгийн хэмжээ их байвал шаталтыг удаашруулж утаа ихээр ялгаруулах шалтгаан болдог. Модны төлөөлөл бол

гон нарсны хөндлөн огтлолыг Зураг 4.1-д үзүүлэв. Модны чийгийн ихэнх хэсэг нь түүний дол хэсэгт төвлөрсөн



Зураг 4.1 Модны хөндлөн огтлол

байдаг. Модны огтлолыг томруулж харахад олон жижиг капилляр хоолойнууд харагдах бөгөөд усны ихэнх нь энэ хоолойд байна. Харин эдгээр хоолойн хоорондох зайд модыг барьцалдуулах зорилготой усны жижиг дуслууд байдаг. Модон түлшний чийгийг тодорхойлохдоо түүнд агуулагдах усны масс $m_{\text{чийг}}$ -ыг уг чийгтэй модны масс

$m_{\text{чм}}$ -д харьцуулж процентээр илэрхийлдэг:

$$MC = \frac{m_{\text{чийг}}}{m_{\text{чм}}} 100\%$$

Түлшинд хэрэглэж байгаа модны чийг ойролцоогоор 20-30% байвал тохиромжтой. Үүнээс их байх тохиолдолд модны чийгийг багасгахад их хэмжээний энерги шаардлагатай болж шаталт бүрэн явагдаж чаддаггүй бөгөөд их хэмжээний агаарын бохирдуулагч ялгарахад хүргэдэг. Модны шаталтын явцад хийсэн анализаас үзэхэд түүний ихэнх хэсгийг (75-87%) дэгдэмхий органик нэгдлүүд эзлэдэг. Энэ нь мод хялбархан шатах үндэс болдог. Харин цэвэр нүүрстөрөгчийн эзлэх хувь 13-25%, үнсний хэмжээ маш бага, 5%-иас хэтэрдэггүй. Төрөл бүрийн модны үнсэнд хийсэн нэгдлийн тоон анализаас үзэхэд түүний ихэнх

Хүснэгт 1.4.1 Зарим түлшний элементийн агууламж ба ялгарах дулаан

Түлш	C, %	O, %	H, %	S, %	N, %	Үнс,%	Шаталтын хувийн дулаан, Мж/кг
Хvш	48.8	44.5	6.3			1.2	17.98
Нарс	53.4	37.9	5.6	0.1	0.1	2.9	21
Шинэс	52.3	40.4	6.3		0.1	2.0	21.5

хэсгийг SiO_2 (15-39%) ба CaO (10-65%) эзэлж байдаг. Бусад элемент, нэгдлүүдийн (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , K_2O) эзлэх хэмжээ тус бүрдээ 10%-иас хэтэрдэггүй. Модны холтосны элементийн бүтэц модны их биеийнхээс төдийлэн ялгаагүй байдаг. Модыг халаах үед түүний дотор нэгдэл хэлбэрээр агуулагдах материалууд задарч нүүрстөрөгч, хүчилтөрөгч, устөрөгч, хүхэр зэрэг шатах элементууд хүчилтөрөгчтэй урвалд орж дулаан ялгардаг. Зарим модны элементийн агууламж болон ялгарах дулааныг Хүснэгт 1.4.1-ээс харж болно.

4.2 Нүүрс

Нүүрс нь олон мянган жилийн турш үргэлжлэн явагдах биологи, биохимийн болон физик-химийн олон янзын процессуудын үр дүнд мод, ургамал, амьтны элдэв органик үлдэгдлээс үүсдэг. Эхний шатанд органик үлдэгдлүүд салж дисперслэгдсэн жижиг хэсгүүд болон салах ба дараа нь түүний орчим явагдах процессуудын үр дүнд эдгээр жижиг хэсгүүдийн анхдагч найрлага өөрчлөгдөн устөрөгч, хүчилтөрөгч зэрэг элементийн агуулга нь буурч нүүрстөрөгчөөр баяжиж байдаг. Нүүрс үүсэх процессийн эхний шатанд хүлэр үүсэх ба энэ нь цааш баяжин төрөл бүрийн чанартай нүүрс болж хувирдаг байна. Нүүрсийг агуулж буй нүүрстөрөгчийн агуулгаар нь лигнит, хагас битумин, битумин, антрацит нүүрс гэсэн үндсэн дөрвөн ангид хуваадаг ба эдгээр нь шаталтын үед өөр өөр дулаан ялгаруулдаг. Энэ ангилал нүүрсжих процессийн хугацаатай холбоотой учраас бага настай нүүрс лигнит чанартай бол урт хугацааны явцад үүссэн нь антрацит байдаг. Нүүрсний дотор агуулагдах чийг, химийн элементүүд болон цэвэр нүүрстөрөгчийн хэмжээ мөн түүний төрлөөс хамаарч өөр өөр байна (Хүснэгт 1.4.2). Нүүрсний зэрэглэл өсөхөд агуулагдах дэгдэмхий органик материалын хэмжээ буурдаг. Антрацит нүүрсний дотор дэгдэмхий органик материалууд 6.5%-ийг, хагас битумин нүүрсний дотор 40 хүртэл хувийг эзэлдэг. Нүүрсний агаарын бохирдолтой холбогдох өөр нэг

чанарын үзүүлэлт нь түүнд агуулагдаж байгаа хүхрийн агууламж юм. Нийслэлд хэрэглэгдэж байгаа Багануурын

Хүснэгт 1.4.2 Нүүрсэн дэх шаталтанд нөлөөтэй материалууд

Нүүрсний төрөл	Чийг	Дэгдэмхий органик нэгдлүүд	Цэвэр нүүрс-төрөгч	С/Н харьцаа	Үнс буюу үл шатах материал	Шаталтын хувийн дулаан, Мж/кг
Лигнит	36.8	27.8	30.2	14.5	5.2	13.260-17.450
Хагас битумин	13.9-25.8	31.1-34	38-41	14.3-14.6	5-11	19.310-23.620
Битумин	2.3-5.9	19.6-43.8	46.5-65.8	14.2-19.2	3.8-12.3	27.910-34.420
Антрацит	4.4	4.8	81-82	23.4-46	9	30.240-33.730

нүүрсний хүхрийн агууламж 0.9%, Налайхынх 0.7%, Шарын голынх 0.6% байдаг. Шаталтаас ялгарах хүхэр агуулсан нэгдлийн хэмжээ түлшин дэх хүхрийн агууламжаас шалтгаалдаг.

4.3 Голлон хэрэглэгдэж байгаа түлшний судалгаа

Улаанбаатар хотод өргөн хэрэглэгдэж байгаа түлшний судалгааг (i) нүүрс, түлээ борлуулах цэгүүдэд зарагдаж байгаа түлшний төрлүүдийг судлах замаар, (ii) айл өрхөөс судалгаа авах гэсэн хоёр үндсэн аргаар судалж үзэхэд дараах үр дүн гардаг. Үүнд:

1. *Голлон хэрэглэдэг түлш, нүүрс:* а) Модон түлш 94%, утаагүй түлш 6%, бусад төрлийн түлш <1% , б) Нүүрс: Багануур 46%, Налайх 28%, Шарын гол 12%,

2. *Зуухны төрөл:* а) Монгол гэрийн 96% нь Өлзий зуух , б) Амины орон сууцны 86% ХАС зуух түүнтэй адилтгах зуух хэрэглэдэг.

3. *Түлшний хэрэглээ:* Нэг өрх хоногт дундажаар 12-20 кг нүүрс, 1-2 кг мод хэрэглэдэг.

4. *Хэрэглэгчийн сонголт:* Төрийн албан хаагчид ба тэтгэврийн насны иргэдийн 62% нь Налайх ба Шарын голын нүүрсийг, хувийн хэвшил ажилладаг болон ажилгүй иргэд Багануурын нүүрсийг сонгодог.

5. *Янз бүрийн шатаалтын процессууд:* Өрх бүрийн гал түлэхээс гадна хийх шатаалтын хувьд нийт өрхийн дотор хог шатаах 0%, хуучин хувцасаа устгахдаа шатаах 89%,

хуучин хуванцар эдлэлүүдийг шатааж устгах 31%, ахуйн бусад зорилгоор шатаалт явуулах 16% эзэлж байна.

Энэ судалгаанаас Улаанбаатарт Багануурын нүүрсийг хэрэглэдэг өрхийн тоо харьцангуй өндөр, амьдралын түвшин гайгүй хэсэг нь Налайхын нүүрсийг, ихэнх албан хаагчид Налайх, Алагтолгойн нүүрсийг илүүд үздэг байна. Харин судалгаанд оролцсон өрхүүдийн тун бага хэсэг нь хуванцар, хаймар түлдэг байна. Энэ үр дүн тухайн үеийн Засгийн газрын хэрэгжүүлж байсан нүүрс хөтөлбөрийн үйл ажиллагаатай холбоотой юм. Харин энд буй нэг сонирхолтой үр дүн бол бараг ихэнх айл (судалгаанд оролцогчдын 80 гаруй хувь) хуучин хувцас, эд хэрэгслээ жилд нэгээс багагүй удаа шатааж устгадаг явдал юм. Ийм шатаалт нь ил задгай ихэвчлэн явагддаг учраас агаарын бохирдол, хүний эрүүл мэндэд тун их сөрөг үр дагавартай байдаг. Эндээс агаар бохирдуулагч агентуудын ялгаруулалтанд иргэдийн амьдралын түвшин, боловсролын түвшин нэлээд нөлөөтэй байдаг гэсэн дүгнэлт хийж болохоор харагдаж байна.

Модон түлш

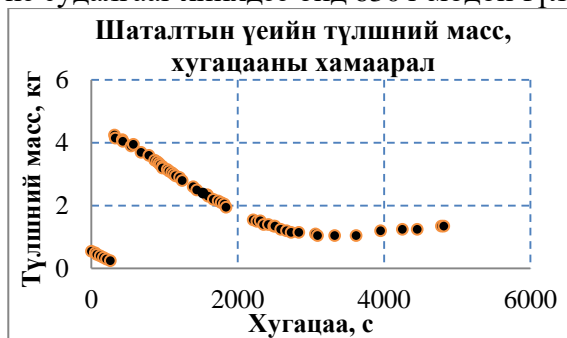
Улаанбаатар хотын өөрийн галалгаатай айл өрхүүд хүйтний улиралд хар мод, нарс, хуш (бага хэмжээгээр аргал болон утаагүй түлш) голлон хэрэглэдэг. Эдгээр түлшийг шууд халаалтын зориулалтаар бус харин нүүрсний шаталтыг өдөөгч (нүүрсний гол гэж хүмүүс хоорондоо ярьдаг) асаагч болгон хэрэглэдэг. Модыг шатаахад түүний 80%-аас илүү хэсэг нь шатаж хий болон тортог болж агаарт дэгддэг. Харин 20-иос бага хувь нь үнс, хөө болон үлддэг. Нүүрсний шаталтыг явуулахад 5-6 кг нүүрсэнд дундажаар 600-800 г мод шатаагддаг. Зуухны төрлөөс хамаарч нүүрсийг шатаахад хэрэглэгдэх модны хэмжээ өөр өөр байна (Хас зууханд мод бага хэрэглэгддэг байхад, Илч илүү их мод хэрэглэх хандлагатай байдаг). Модон түлшийг бага хэрэглэх тусам бүрэн шаталтад шилжих хугацаа удаашрах бөгөөд үүний улмаас агаар мандал руу орох

утааны хэмжээ их хэмжээгээр нэмэгдэж байдаг. Айл өрхүүд хэмнэлт хийх үүднээс өвлийн улиралд гал түлэхдээ модон түлшийг аль болох бага хэрэглэхийг эрмэлзэж байдаг. Учир нь мод үнийн хувьд нүүрстэй бараг адил боловч богино хугацаанд шатаж дуусдаг.

Нүүрс

Улаанбаатар хотод Багануур, Налайх, Шарын гол, Алагтолгой (Хөөт, Тавантолгой бага хэмжээгээр) зэрэг уурхайгаас ирж байгаа түүхий нүүрсийг голчлон хэрэглэдэг ба хотын дүүрэг бүрд хэрэглэгдэж байгаа нүүрсний гарал нь харилцан адилгүй, Баянзүрх, Сүхбаатар дүүрэгт Налайх, Багануурын нүүрсийг, Сонгино хайрхан, Баянгол, Хан Уул дүүрэгт Багануур, Шарын гол нүүрсийг өргөн хэрэглэгдэж байна. Мөн бүх дүүрэгт Алаг толгой болон Тавантолгойн нүүрс бага хэмжээгээр хэрэглэгддэг. Судалгааны үр дүнгээс харахад манай айл өрхүүдийн ахуйн хэрэгцээнд Багануур, Шарын гол зэрэг харьцангуй өндөр хүхрийн агууламжтай нүүрс нэлээд өргөн хэрэглэгддэг учраас агаарын доторхи хүхэрт нэгдлийн агуулга их байдаг гэсэн дүгнэлт гарч байна.

Олон удаа давтан явуулсан хэмжилтийн үр дүнг дундажлан гаргасан шаталтын үеийн түлшний масс ба хугацааны хамаарлыг Зураг 4.2-т үзүүлсэн графикаас харж болно. Энэ судалгааг хийхдээ бид 630 г модон түлшийг 20г



Зураг 4.2 Шатаж буй түлшний масс хугацаанаас хамаарах хамаарал

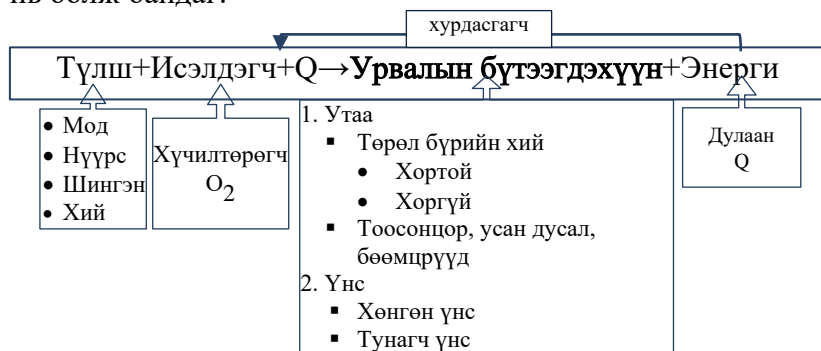
тостой цаасаар асааж анхны шаталт явуулан массыг хэмжив. Ойролцоогоор 8 минутын дараа мод бүрэн шаталтын горимд шилжих үед 4.5 кг нүүрс хийж массыг үргэлжлүүлэн хэмжив. Графикийн эхний 8 минутанд харгалзах хэсэг нь шатаж буй модны масс юм. Хугацааны 8 минут эгшнээс цааш үргэлжлэх хэсэг нь шатаж буй нүүрсний масс бөгөөд эхний 37 минутанд нүүрсний масс бараг шугаман хуулиар буурна. Харин цаашид нүүрсний масс аажмаар буурах ба 46 дахь минутаас эхлэн нүүрсний масс бараг хэвээр өөрчлөгдөхгүй үргэлжилнэ. Харин шаталтын төгсгөлд масс дахин бага зэрэг өсдөг. Энэ нь шаталтаас ялгарах дулаан агаарыг халааснаас хувийн жин нь багасах ба шаталт дуусах үед агаар хөрч эргээд нягт нь ихэссэнтэй холбоотойгоор тайлбарлагдана.

5. ШАТАЛТЫН ПРОЦЕСС

Шаталт нь түлшний материал халалтын улмаас задарч шат дараалсан төвөгтэй физик химийн процессуудаар дамжин хүчилтөрөгчтэй урвалд орох нийлмэл процесс юм. Бүрэн шаталтын үед дулаан гаргагч бодисууд хүчилтөрөгчтэй урвалд орж шаталтаас зөвхөн, энерги (дулаан ба цацаргалт хэлбэрээр), нүүрстөрөгчийн давхар исэл, ус, түлшинд агуулагдаж байгаа үл шатах хөнгөн элемент, нэгдлүүд хий, үнс хэлбэрээр ялгарах ёстой. Гэтэл бүрэн шаталт явагдаагүйгээс болж утааны бөөмцрүүд буюу хөө, ис, тортог үүсдэг. Энэ нь шатаж буй бодис болон нүүрстөрөгч хүчилтөрөгчтэй урвалд ороогүй гэсэн үг бөгөөд энэ нь шаталтын бүс дэх хүчилтөрөгчийн дутагдлаас шалтгаалдаг. Ийм учраас агаар бохирдуулагч агентуудыг багасгахын тулд хамгийн түрүүн шаталтыг бүрэн явуулдаг байх ёстой. Үүний тулд түлшийг түргэн хугацаанд гал авалцуулж бүрэн шаталтын горимд оруулах шаардлагатай. Түлш богино хугацаанд гал авалцаагүйгээс болж гал идэвхжин бүрэн шаталтын горимд ортол их хэмжээний утаа үүсдэг. Утаа болон агаарын бохирдлыг багасгахын тулд шаталтын про-

цесс түүн дотор явагдах физик химийн үзэгдлүүд, шаталтын бүтээгдэхүүний талаар шинжлэх ухааны цэгцтэй мэдлэг шаардлагатай болдог.

Шаталтыг физик химийн процессийнх нь хувьд тодорхойлбол түлш гэж нэрлэгдэж байгаа материал дотор агуулагдаж байгаа бодисууд исэлдүүлэгч бодистой урвалд орж энерги ялгаруулан шаталтын бүтээгдэхүүн болох химийн нэгдэлд шилжих процесс юм. Шаталтын процессийн ерөнхий схемийг Зураг 5.1-д үзүүлэв. Химийн урвалын үед энерги ялгарч байвал ийм урвалыг экзотерм урвал гэдэг. Ийм учраас шаталт нь экзотерм урвал юм. Ямарч төрлийн түлшний шаталтын хувьд агаар нэг урвалж бодис нь болж байдаг.



Зураг 5.1 Шатах урвал, түүнд оролцох материал болон ялгарах бүтээгдэхүүний ерөнхий бүдүүвч

Түлш нь хий, шингэн, хатуу аль хэлбэртэй байж болно. Хийн түлшийг шатаахын тулд уг түлшний асаж эхлэх температур (ignition temperature) хүртэл бага хэмжээгээр халааж оч үүсгэх хэрэгтэй байдаг. Энэ үед үүсгэсэн оч ойр орчимдоо хангалттай хэмжээний дулаан ялгаруулах бөгөөд энэ нь хийг халааж шаталтын процесс цаашид тасралтгүй явагдах нөхцөл бүрддэг. Харин шингэн түлшийг эхлээд халааж ууршуулах хэрэгтэй бөгөөд ингэж хийн төлөвт оруулсны дараа хийн шаталт явагдаж эхэлдэг. Шингэн түлшийг халаахад тэрээр гадаргуугаасаа эхлэн ууршиж тэр ууршсан хэсэг нь шатдаг.

5.1 Агаар дахь элементүүдийн шаталтад гүйцэтгэх үүрэг

Агаарын доторхи хүчилтөрөгч ба азот хоёулаа хоёр атомт молекул хэлбэрээр орших бөгөөд шаталтын хувьд чухал ач холбогдолтой байгуулагчууд юм.

Хүчилтөрөгч Түлш халж түүнээс ялгарсан хөнгөн хийнүүд болон нүүрстөрөгч хүчилтөрөгчтэй түргэн исэлдэх үед их хэмжээний дулаан ялгардаг. Ийм учраас хатуу болон шингэн түлш шатахаасаа өмнө хий болж хувирах ёстой бөгөөд агаар дотор байгаа хүчилтөрөгч шаталтын гол байгуулагч буюу исэлдэгчийн үүрэг гүйцэтгэдэг.

Азот Агаарын 79%-ийг азот эзэлдэг бөгөөд түүнийг шаталтын хувьд шаардлагатай хүчилтөрөгчийг олж авахад заавал байх ёстой, температур бууруулагч шингэрүүлэгч гэж үздэг. Азот нь түлшний шаталтаас ялгарах дулааныг шингээж авснаар шаталтын эффективностейийг бууруулдаг ба флю хийг шингэрүүлж дулаан солилцогч гадаргуугаар зөөгдөх боломжтой дулааныг бууруулдаг. Түүнчлэн тэрээр шаталтын бүтээгдэхүүний эзлэхүүнийг ихэсгэдэг. Үүнээс гадна азот хүчилтөрөгчтэй нэгдэж (дөлийн температур үед) хортой нэгдэл болох азотын ислүүд болон азотлог ислийг үүсгэдэг.

Бусад элементүүд Түлшинд болон агаарт байгаа нүүрстөрөгч, устөрөгч, хүхэр зэрэг элементүүд агаар дахь хүчилтөрөгчтэй нэгдэж нүүрстөрөгчийн давхар исэл, усны уур, хүхрийн давхар исэл үүсгэх ба харгалзан 8,084 ккал/кг, 28,922 ккал/кг and 2,224 ккал/кг дулаан ялгаруулдаг. Тодорхой нөхцөлд нүүрстөрөгч хүчилтөрөгчтэй нэгдэн бага зэргийн 2,430 ккал/кг дулаан ялгаруулж нүүрстөрөгчийн дутуу исэл үүсгэдэг. Ер нь CO_2 хүртэл шатсан нүүрстөрөгч утаа болон CO гаргадаг шаталтынхаас илүү их дулааныг нэгж эзлэхүүн бүрээсээ ялгаруулж байдаг. Иймээс түлшнээс ялгарах дулааныг үр ашигтайгаар бүрэн ашиглахын тулд бүрэн шатаах хэрэгтэй. Энэ нь

түлшний чанар төдийгүй шатаах төхөөрөмжийн чанартай холбоотой.

5.2 Хатуу түлшний шаталт

Өнгөц харахад хатуу түлшний шаталт шингэн түлшнийхтэй төстэй байдаг. Хатуу түлшний шаталтын эхний шатанд түүнийг бүрдүүлж байгаа элемент, нэгдлүүд халж хайлан ууршиж дэгдэмхий хийнүүд үүсгэнэ. Эдгээр хий дуслын орчим байгаа хийн түлштэй адил шатна. Гэхдээ хатуу түлшнээс үүсэх хийн фаз дотор үл уурших хатуу биеийн үлдэгдэл байвал шаталт шингэн түлшний шаталтаас ялгаатай болж ирнэ.

Хатуу түлшний шаталтын процессийн талаар бүрэн ойлголт авахын тулд модны шатах процессийг авч үзье. Энэ процессийг явуулахын тулд модыг тодорхой температур хүртэл халааж шаталтад хүрэлцэх хэмжээний исэлдүүлэгч буюу хүчилтөрөгчөөр хангаж өгөх хэрэгтэй. Хэрэв түлшийг хүчилтөрөгчгүйгээр халаавал түлш задарч (пироллиз) нүүрс, хий, ус, дэгдэмхий органик бодисууд үүсдэг (хүчилтөрөгч үгүй бол халалтын үр дүнд нүүрс үүсэж байгааг анхаар, хөө, тортог гэдэг нь нүүрс гэдгийг бас санах хэрэгтэй). Түлшийг халааж эхлэхэд модноос эхлээд чийг нь ууршиж модыг бүрдүүлж байгаа материалуудын хоорондын холбоос сулран халалтын дараагийн шатанд модыг бүрдүүлэгч хэсгүүд задарна. Модыг бүрдүүлэгч хэсгүүд исэлдсэн байдаг тул тэдгээр нь бага температурт задардаг. Хуурай модны 85% нь 160°C орчим температурт задардаг ба 300°C температурт түргэн уурших бодисууд хамгийн их үүсдэг. Дараагийн шатанд үүссэн анхдагч бүтээгдэхүүнүүд исэлдэлт, ангижралтын процессийн дүнд хийн төлөвт шилжиж хүчилтөрөгчийн молекулуудтай холилдох боломжтой болдог. Хүчилтөрөгч ба модноос ялгарсан материалын холимог хий нь тодорхой нөхцөлд дөл болон хувирах халуун хийн хольц байх бөгөөд модны хувьд дөлших (хүчилтөрөгчэй урвалд орох) температур 250 – 300 °C байдаг. Мөн энэ дөлших явцад хийн төлөвт

байгаа бүтээгдэхүүнүүд дөлний гадаад хэсэгт шатаж байдаг бол харин дотор хэсэгт нь пиролизын хөнгөн бүтээгдэхүүнүүд халж улмаар хийн төлөвт шилжиж байдаг. Дөлний гадаад хэсэг хүчилтөрөгч ихтэй тул нүүрстөрөгч халж улайсан шатаж (хүчилтөрөгчтэй урвалд орж CO_2 үүсэх процесс) эндээс гэрэл гарч байдаг. Харин температур бага, хүчилтөрөгч дутмаг байхад дөл бараан улаан өнгөтэй байх ба нүүрстөрөгч шатаагүйн улмаас энэ үед их хэмжээний хөө тортог үүсэж байдаг. Ийм учраас зуухыг чийгтэй модоор галлах үед эхлээд бараан утаа их гардаг. Шаталт сайн явагдаж байгаа эсэхийг дөлнөөс харж болно. Хэрэв температур өндөр, хүчилтөрөгчийн хангамж сайн байвал шаталт сайн явагдах ба дөл тод (хурц гэрэлтэлттэй) байдаг. Мод, ургамлыг шатаах үедээ бид фотосинтезийн процессийн явцад химийн энергид шилжин тэдгээр мод ургамалд хадгалагдсан (Нарны) энергийг дулаан болон гэрэл хэлбэрээр ялгаруулан гаргаж авдаг гэж ойлгох нь зүйтэй.

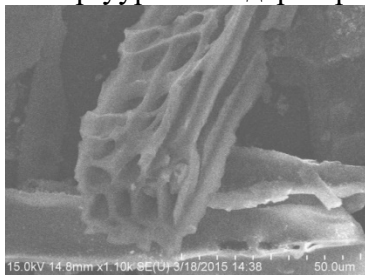
Нүүрсний шаталт

Нүүрс нь нэгэн төрлийн химийн нэгдэл бус, бүтэц нь бүрэн тодорхой бус, олон төрлийн нүүрст устөрөгчийн нэгдлүүдийн хольц байдаг. Нүүрс нь хялбар уурших (дэгдэмхий) болон эс уурших шатдаг нэгдлүүдээс гадна огт шатдаггүй нэгдлүүдийг бас агуулж байдаг. Бие шатсаны дараа эдгээр үл шатах материалууд үнс болж үлддэг. Нүүрс шатах явцад харилцан бие биедээ нөлөөлөх пиролиз (материалын задрал ба дэгдэмхий хийн ууршилт), дэгдэмхий нэгдлүүдийн шаталт, коксын шаталт гурван чухал процесс явагддаг.

Нүүрсний пиролиз Нүүрсний пиролизын үед түүнд агуулагдаж байгаа дэгдэмхий нэгдлүүд ууршин гарч нүүрстөрөгчөөр баялаг хатуу хэсэг болох кокс үүснэ. Нүүрсний пиролиз $600\text{ }^\circ\text{C}$ -аас өндөр температурт явагдана. Дэгдэмхий хийн ууршилт зөвхөн нүүрсний гадаргуугаас төдийгүй түүний нүх сүвээр ч явагдаж байдаг. Нүүрсний бүтэц бүрэн тодорхой биш байдаг учраас түүний

пиролизын механизмыг яг дүрслэх боломжгүй зөвхөн ойролцоо байдлаар гаргаж болно.

Дэгдэмхий нэгдлүүд ба коксын шаталт Түлшний шаталтын эхний хэсэг буюу нүүрс халах явцад эдгээр нь ууршиж түлшний эргэн тойронд хийн орчин үүсгэнэ. Иймээс алдагдсан хэсгийн оронд нүх, сүв үүсэж (Зураг 5.2) түлшний гадаргуу улам ихсэх төдийгүй дэгдэмхий материалын ууршилт түлшний гүнээс явагдана. Дэгдэмхий материалууд дулааны үйлчлэлээр халж хайлан Volatile → хий + tar болж задрах бөгөөд хийн хэсгүүд нь температурын тодорхой утганд шатаж эхэлдэг. Энэ үед түлшний гадаргуу орчим дөлөн бүрхүүл үүснэ. Энд үүсэж буй тар буюу давирхай нь органик болон органик бус нэгдлүүдийн нийлмэл хольц байдаг ба дулааны үйлчлэлээр ууршин задарч органик нэгдлүүд нь шатаж дөлийг



Зураг 5.2 Нүүрсний шатсан үлдэгдлийн SEM зураг (Энэ зурагт шаталтын үед үүссэн нүх сүв тод харагдаж байна)

улам нэмэгдүүлэн түлшийг халааж байдаг. Ингэж дэгдэмхий материалын ууршилт болон шаталтын процесс нь өндөр температур үүсгэн хатуу түлшний доторхи коксын шатах нөхцөлийг бий болгодог.

Кокс нь үндсэндээ цэвэр нүүрстөрөгч бөгөөд харьцангуй бага даралтанд ууршдаг.

Ийм ч учраас ууршилтыг даган хийн фазын исэлдэлт явагддаг шаталтын гол зам энд үйлчилдэггүй. Харин үүний оронд коксын гадаргуу нүүрсхүчлийн хийн эсвэл хүчилтөрөгчийн молекулууд ирж мөргөснөөр гадаргуу дээр нь байгаа нүүрстөрөгчийн атомуудтай урвалд орж нүүрстөрөгчийн дутуу ислүүд үүснэ. Энэ тохиолдолд нүүрстөрөгчийн дутуу ислийн нүүрстөрөгчийн атом нь коксын гадаргууд сул, хүчилтөрөгчид илүү бат бэх, холбогдсон байна. Ө.х. угаарын хийн молекулыг нэг талаас кокс, нөгөө талаас нь агаар чангааж байх

ба агаар нь илүү их хүчээр татдаг гэж төсөөлж болно. Иймд, үүсэж буй угаарын хийн хувьд ууршилт явагдах даралт нь өндөр байна. Ө.х. өндөр даралттай байсан ч угаарын хий нүүрсний гадаргуугаас салж хийн фазад шилжинэ. Угаарын хий орчны агаар дотор хүчилтөрөгчтэй урвалд орж нүүрсхүчлийн хий үүсгэн дөлшиж байдаг. Энэ урвалын хурд их учраас дөлийн бүс дотор угаарын ба хүчилтөрөгчийн хийн концентраци бараг тэг байх ба энэ мужид температур хамгийн их байх нь мэдээж. Энэ урвалаас 10.1 Мж/кг энерги ялгардаг. Иймд коксын гадаргуугийн ойролцоо дөл үүсэх бөгөөд үүний доорхи коксын гадаргуу ба дөлийн бүсийн хооронд угаарын хий үүсэж байдаг. Эндээс нүүрсний шаталт явагдаж байгаа орчны агаарын хангамжийг багасгавал дөлийн бүсэд шатах ёстой угаарын хий шаталгүйгээр орчиндоо тархах нөхцөл үүсдэг нь харагдаж байна. Ийм учраас нүүрс түлж байгаа бол зуух байрлаж байгаа өрөө, гэрийг битүүлж болохгүй, эсрэг тохиолдолд угаартах эрсдэл үүснэ. Энэ нь мөн дотоод ба гадаад орчны агаарын дотор хийн бохирдол үүсэх нэг механизм болдог.

6. АГААР БОХИРДУУЛАГЧ АГЕНТУУД, ТЭДГЭЭРИЙН АНГИЛАЛ, ҮҮСЭХ ПРОЦЕССИЙН СУДАЛГАА

Агаарын үндсэн найрлагад ордоггүй боловч агаарт нэмэгдэн орж байгаа бодис, материалуудыг агаар бохирдуулагч агентууд гэж үзэж болно. Түүнчлэн агаар дотор байдаг зарим бодисын хэмжээ нэмэгдсэнээс болж бохирдол ихэсдэг. Энэ тохиолдолд нэмэгдэж байгаа тэр бодисуудыг бохирдуулагч агент гэж үзнэ. Агаарыг бохирдуулдаг агентуудыг төлөвөөр нь аэрозоль хэлбэртэй, хийн хэлбэртэй гэж хоёр ангилж болно. Аэрозоль төрлийн агентууд хатуу болон шингэн аль ч төлөв байж болдог. Эдгээр бохирдуулагч агентууд нь шууд шаталтаас ялгарахаас гадна агаар дотор үүсэж болно.

6.1 Аэрозоль төрлийн бохирдуулагч агентууд

Тоосонцор (PM) Агаар дотор байгаа голчлон хатуу төлөвт орших микрон болон түүнээс дээш эрэмбийн хэмжээтэй бохирдуулагч агентуудыг тоосонцор гэдэг. Эдгээр нь айл гэрийн зуух болон бага оврын шатаах төхөөрөмжөөс гарах утаа, ой хээрийн түймэр, салхины элэгдэл, уул уурхайн олборлолт, барилгын ажил, шороон замд автомашины үүсгэх тоос, автомашин, нүүрс түлдэг цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрүүд зэргээс ялгаран гардаг. Утааны доторхи хатуу, шингэн төлөвт орших бөөмцөр хэлбэртэй хэсгүүд агаар мандал руу орж, шингэн хэсэг нь ууршсанаар мөн хөө, тоос болж хувирдаг. Мөн төрөл бүрийн материалыг бутлах, зүлгэх, үрэх зэрэг механик задлалтын явцад үүснэ. Ийм бөөмцрийн хэмжээ нь хэдэн зуун нанометрээс хэдэн зуун микрометр хүрдэг ба зөв биш хэлбэртэй байдаг. Тоосонцор амьсгалын замаар амьсгалын системд орж, хуримтлагддаг тул эрүүл мэндэд ноцтой хор хөнөөлтэй. Үүнээс гадна үнс, цемент болон хөрс ургамлын эвдрэлээс үүсэх ширхэгт материалууд агаар дэгдсэнээс их хэмжээний тоосжилт бий болдог.

Хиншүү, хярвас нь шаталт, халалтын явцад үүсэж байгаа хий, уурын конденсацар үүсдэг бөөмцрүүд юм. Эдгээр нь микрометрээс бага хэмжээтэй бөөмцрүүд бөгөөд анхдагч бөөмцрүүд нь гинжин агрегат хэлбэртэй, ихэвчлэн 0.05 мкм-ээс бага хэмжээтэй байна. Атмосфер дэх хорт бохирдлыг мөн ийм нэр томъёогоор тодорхойлдог гэдгийг энд тэмдэглэх нь зүйтэй. Жишээ болгон дооод шаталтат хөдөлгүүрээс үүсэх агаарын бохирдлыг нэрлэж болно.

Утаан униар: Тодорхой газар нутгийн агаарын бохирдлыг илэрхийлдэг ерөнхий нэр томъёо юм. Энэ нь (smog) утаа (smoke), манан (fog) гэсэн үгнүүдээс гаралтай. Фотохимийн утаан униар нь азотын исэл ба дэгдэмхий органик нэгдлүүд буюу гидрокарбон (нүүрст устөрөгч) дээр нарны гэрэл үйлчилсний дүнд үүсэж байгаа аэрозо-

лиуд юм. Эдгээрийн бөөмцрүүд нь 1-2 мкм хэмжээтэй.

Утаа, (хөө, тортог) нь дутуу шаталтаас үүсдэг бөгөөд гэрлийг сарниулж шингээснээр бидэнд харагдах аэрозоль юм. Эдгээр нь хатуу, шингэн аль ч хэлбэрт байж болох ба ойролцоогоор 10 мкм-ээс бага диаметртэй байдаг. Харин хэлбэрийн хувьд зөв биш, хиншүү хярвасны бөөмцрүүдийн адил агрегат хэлбэртэй байдаг. Эдгээр нь биеийн гадаргуу дээр буусан үедээ хөө, тортог, ис болдог. Олонхи тохиолдолд утааны бөөмцрүүд агаарт орсныхоо дараа конденсац дүнд томорч гравитацийн үйлчлэлээр суулт хийж газарт буудаг.

6.1.1 Утаа

Утаа нь шаталтаас ялгарч байгаа хий, шаталтын явцад үүссэн хий болон хатуу төлөвт оршдог бөөмцрүүдийн хольц юм. Эдгээр бөөмцрүүд нь агаар бохирдуулагч нэг гол агент юм. Утааны бөөмцрүүд шаталтын явцад хэрхэн үүсдэгийг ойлгохын тулд эхлээд модны шаталтаас утаа, хөө тортог үүсэх процессийг авч үзье. Тортогт утаа үүсэх үед модны үртэс (модны задарсан хэсгүүд) дулааны задрал ордог бөгөөд энэ нь хэд хэдэн шаттай. Үүнийг нэг үртэсний жишээн дээр авч үзье. Эхний шатанд модны үртэс түүний эргэн тойронд байгаа үртсүүдээс ирэх дулааны цацаргалт болон халуун хий ба уурын үйлчлэлээр 150-160 °C хүртэл халдаг ба иймээс эдгээрийг халсан, том хэмжээтэй бөөмцрүүд гэж үзэж болно. Дараагийн шатанд модны органик хэсгүүдийн задрал болон пиролизийн хийн бүтээгдэхүүний шаталтаас ялгарах дулаанаас болж эдгээр бөөмцрүүдийн температур улам нэмэгдэнэ. Ингэж халснаас түргэн уурших бодисууд (дэгдэмхий хий) нь ууршиж, шатаагүй нүүрсний бөөмүүдтэй (хөө) хамт дээш чиглэн хөдлөх конвекцийн урсгал үүсгэх бөгөөд энэ нь бидний галаас гарч буйг нь хардаг утаа юм. Ингэж халж хөнгөн материалуудаа алдсаны дүнд модны үртэсний хэмжээ мэдэгдэхүйц багасна. Модны үртэсний задралын явцад үүсэж байгаа нүүрс (хатуу нүүрстөрөгч) нь хөнгөн нэгдлүүдийн ша-

талтаас ялгарах дулаанаар халж хүчилтөрөгч болон нүүрс-хүчлийн хийтэй урвалд орж эхэлнэ (Энэ үед галыг харвал нүүрстөрөгчийн ислийн шаталтын дүнд хагас тунгалаг цэнхэр дөл бага зэрэг үүсдэг). Цаашид бөөмцрийн хэмжээ улам багассаар байх бөгөөд төгсгөлийн шатанд золь буюу уусмалын шингэн дусал үүснэ. Энэ нь халж дараагийн нэг шинэ үртэсийг халаана. Хэрэв эдгээр нь ууршиж шатал-гүйгээр дээш хөөрч шаталтын бүсээс гарвал конденсацгийн болон инерцийн суултын үр дүнд гадаргуу дээр бууж хөө, тортгийг бий болгодог.

6.1.2 Хөө

Шаталтын бүтээгдэхүүний талаар хийсэн судалгааны олон эх үүсвэрт хөө гэсэн нэрнээс гадна хар нүүрстөрөгч (black carbon), анхдагч нүүрстөрөгч (elemental carbon) гэсэн нэрээр орсон байдаг. Хөөний эдгээр нэр томьёо хэрэглэгддэг шалтгаан нь судалгааны олон янзын эх сурвалжид нийтээр хүлээн зөвшөөрөгдсөн нэр томьёо дутмаг байдгаас шалтгаалдаг. Эдгээр нэр томьёог судалж ажиглаж байгаа аргатайгаа уялдуулан өгсөн байдаг. Тухайлбал хар нүүрстөрөгч нэр томьёог түүнийг тодорхойлоход оптик арга ашиглаж байгаа тохиолдолд гэрэл шингээгч гэдэг утгаар нь нэрлэсэн байдаг. Харин анхдагч нүүрстөрөгч нэр томьёог химийн болон дулааны тодорхойлолттой уялдуулан хэрэглэдэг. Ер нь эдгээр нэр томьёогоор тэмдэглэгдэх дисперслэгдсэн жижиг хэсэг болох тэрхүү «зүйл» нь хөөний үндсэн бүрэлдэхүүн болдог гэдгийг бүх судалгаа хүлээн зөвшөөрдөг. Өөрөөр хэлбэл хөө эдгээр нэрээр нэрлэгдэх олон тооны жижигхэн хэсгүүдээс тогтоно гэж үздэг.

Шаталтын зайлшгүй нэг үр дагавар буюу дагалдах үзэгдэл бол нүүрстөрөгч агуулсан бөөмцөр үүсэх үзэгдэл юм. Мод, нүүрсний шаталтад ажиглагддаг улаан шаравтар гэрэл нь дөлөн дэх хөөний дулаан цацаргалтаар бий болдог бөгөөд энэ нь хөө шаталтын захын хэсэгт үүсдэгийн нэг том баталгаа болж байдаг.

Хөө үүсэх анхдагч үр хөврөл нь полициклийн үнэрт нүүрс устөрөгчийн нэгдэл байдаг. Хөө нь найрлагын хувьд нэгэн төрлийн биш бөгөөд түүний ихэнх хэсэг нь нүүрс-төрөгч байх ба 10 хүртэл хувийг устөрөгч эзэлж байдаг байна. Хөөнд байгаа C/H буюу нүүрс-төрөгч ба устөрөгчийн атомын харьцаа 1-8 байна. Энэ харьцаа хөөний бөөмцрийн диаметр D өсөхөд шугаман хуулиар өсдөг бөгөөд энэ нь бөөмцөр дэх нүүрс-төрөгчийн атомын тоо D^3 -д, харин устөрөгчийн атомын тоо D^2 -д пропорциональ болохыг үзүүлэх бөгөөд эндээс устөрөгч зөвхөн хөөний гадаргуу дээр суудаг гэсэн дүгнэлт гардаг. Хөөний дундаж нягт 2 г/см^3 байна. Хөөний ширхэгүүдийн хэмжээ бага боловч хувийн гадаргуугийн хэмжээ их байдаг учраас өөр агаар бохирдуулагчыг сайн шингээдэг. Хөөнд хийсэн XRD бүтцийн анализаас үзэхэд хөөний анхдагч бөөмцрүүд нь эмх замбараагүй байрлах олон тооны ширхэгүүдээс тогтодог. Энэ ширхэг бүр нь 5-10 эмх замбараагүй өрөгдсөн параллель хавтгайнуудаас тогтоно. Уе бүр хэмжээгээрээ 1-2 нм хэмжээтэй бөгөөд 50 орчим нүүрс-төрөгчийн атом агуулдаг.

Шаталтын явцад явагдах физик химийн процессуудын дүнд полициклийн үнэрт нүүрст устөрөгч нэгдэл (ПҮНУН)-үүд хөөнд шингэж улам урган томорч байдаг. Түүнчлэн ПҮНУН-үүд хөөний гадаргуу дээр конденсацладаг нь хөөний ургаж томрох бас нэг механизм болдог. Эдгээрээс гадна хөө ба ацетилин маягийн хийн хооронд гадаргуугийн химийн урвал явагдаж энэ нь хөөг ургаж томроход хүргэдэг. Ахуйн хэрэглээний зууханд явагдах шаталтын явцад хөө нь гидроксид суурь буюу устөрөгч ба хүчилтөрөгчийн нэгдэл, хүчилтөрөгчийн атом, усны молекултой исэлддэг. Хөө үүсэх анхдагч үр хөврөл нь ПҮНУН байдаг. Ийм ч учраас хөө үүсэх механизмыг судлахын тулд эхлээд ПҮНУН-ийг судлах хэрэгтэй юм. Хөөний үүсэлд нөлөөлдөг хамгийн гол параметр нь температур юм. Температур өндөр байх үед хөө задарч шатаж алга

болдог. Энэ чанарыг бид шүүлтүүрийг цэвэрлэхэд ашиглаж болно.

Дэгдэмхий органик нэгдлүүд (ДОН) ба ПҮНУН Байгаль дээр оршин байдаг дэгдэмхий нэгдлүүдийн бүл юм. Үүнд параффин, алдегидүүд (жишээ нь формалдегид), кетонууд (жишээ нь ацетон), ароматууд (бензин, тулиен, фенол), аромат гидросарбонууд (218°C-д буцалдаг) багтана. Заримдаа ПҮНУН-үүдийг мөн ДОН гэж үздэг. Шаталтын эхний шатанд түлш халж түүний дотор байгаа дэгдэмхий материалууд халж хайлан ууршина. Шаталтын үед температур 500-800°C болоход ПҮНУН үүсч эхэлдэг. Энэ үед хүчилтөрөгч дутагдвал ДОН-үүдийн доторхи устөрөгч нүүрстөрөгчтэй холбогдон ПҮНУН-үүд үүснэ. Харин 800°C-аас өндөр температурт исэлддэг. Ийм учраас шаталтын бага температуртай бүсэд нүүрст устөрөгч нэгдэл (НУН) голчлон үүсдэг. Нөгөө талаас эдгээр нь халаалтын зориулалтаар ашиглаж байгаа бүх зууханд үүснэ. Мөн автомашины утаанд их хэмжээгээр илэрч байдаг. Жишээ нь дизель авто машин 100 мкг/км НУН гаргадаг байна. Эдгээр бүтэц цаашид хөөний анхдагч суурь нэгдэл болдог. Хэрэв шаталтын бүсийн температур бага бөгөөд хүчилтөрөгч хангалттай биш бол полициклийн үнэрт нүүрст устөрөгч нэгдлүүд устөрөгчтэй харилцан үйлчлэх магадлал нь их байна. Үүний зэрэгцээ устөрөгч нүүрстөрөгчтэй нэгдэж болно. ПҮНУН устөрөгчтэй харилцан үйлчлэхдээ устөрөгчийг алдаж оронд нь нүүрст устөрөгчийн нэглүүдийг нэгтгэж томорно. Эдгээр томорсон нэгдлүүд өөртөө молекулууд болон кластеруудыг нэгтгэн томорч хөөний ширхэгийг үүсгэнэ.

6.1.3 Үнс

Нүүрс, мод зэрэг түлшинд шатагч нэгдлүүдтэй холбогдсон эсвэл дангаараа бие даасан бөөмцөр хэлбэрээр орших үл шатах хольц материалууд их хэмжээгээр агуулагдаж байдаг. Үл шатах материалуудаас нь цэвэрлээгүй түлшийг шатаахад эдгээр нь шаталтын явцад хайлж уурших

ба яндангаар дээшлэх үедээ температур буурсны улмаас конденсацладаг. Материалын уур исэлдэж коагуляцаар томорч $PM_{2.5}$ бөөмцрүүдийг үүсгэдэг. Түлшинд байгаа үл шатах минерал болон хатуу нэгдлүүд шаталгүй үлдэж үнсний гол хэсгийг бүрдүүлэх бөгөөд ширхэг нь 10 нм – 100 мкм хэмжээтэй байна. Эдгээр нь аморф болон кристалл хэлбэртэй байна.

6.2 Хийн хэлбэртэй бохирдуулагчууд

Нүүрстөрөгчийн дан исэл (CO) Дулааны цахилгаан станц, бүх төрлийн уурын болон гэрийн зуух, автомашин, ойн түймэр зэргээс нүүрсхүчлийн дутуу исэл ялгаран агаар мандал руу орж байдаг. Хүйтний улиралд шаталт харьцангуй бүрэн бус явагдахаас гадна агаарын температурын урвуу үе тогтох учир газрын гадарга орчимд бохирдсон агаарыг барьж байх нөхцөл бүрдсэн байх бөгөөд энэ нь газрын гадаргуу орчимд байгаа амьд организм бүхэн угаарын хийг өөртөө шингээж авах үндэс болдог. Нүүрстөрөгчийн дутуу исэл нь уушгаар дамжин цусанд орж, хүчилтөрөгч зөөвөрлөгч гемоглобинд нэгдэнэ. Ингэснээр хүний эд эрхтэнд хүрэх хүчилтөрөгчийн хэмжээг багасгаж төрөл бүрийн сөрөг нөлөөллийг үзүүлнэ.

Азотын исэл Автомашин, тийрэлтэт онгоц, үйлдвэр, аж ахуй, эрчим хүчний үйлдвэр, аянга цахилгаан зэрэг өндөр температур үүсгэн шатах процессийн үед үүсдэг, маш хортой, амьсгалын замын эд, эрхтнүүдийг гэмтээдэг хий юм. Энэ хий уушгинд нэвтрэн орж салст бүрхэвчинд наалдах азотлог хүчлийг үүсгэнэ. Мөн гуурсан хоолойн багтраа, амьсгалын замын архаг өвчлөлийг нэмэгдүүлнэ.

Хүхэрт үстөрөгч болон хүхэрт органик нэгдлүүд (*Хүхрийн исэл (SO_x)*) Хүхрийн агууламжтай нүүрсийг айл өрх, аж үйлдвэр, эрчим хүчний үйлдвэрт шатаах, хүдэр боловсруулах, хүхрийн хольцтой галт уулын лавыг хайлах үед ялгардаг. Агаар дахь хүхэрлэг хий ихсэхэд эрүүл хүмүүсийн ч толгой эргэж, цээж давчдан амьсгаадна. Ялангуяа бага насны хүүхэд хүхэрлэг хийн нөлөөнд өртөмтгий

байдаг юм. Хүхэрлэг хий, тоосонцор хоёулаа хавсарч ихээр илрэх үед амьсгалын замын өвчний шалтгаан болж, уушигны хамгаалах механизм алдагдаж, зүрх судасны архаг өвчнийг хурцатгана.

6.2.1 Нүүрстөрөгчийн дутуу ба давхар исэл

Хатуу түлш халах явцдаа хайлж шингэн дуслууд болох бөгөөд төрөл бүрийн шатагч элементийн молекулуудыг агуулсан байна. Дуслууд уурших үед эдгээр элементүүд агаарын хүчилтөрөгч болон хүчилтөрөгч агуулсан нэгдлүүдтэй урвалд орж угаарын хий, ус, нүүрстөрөгчийн давхар исэл үүсгэдэг. Зууханд явагдаж байгаа шаталтын хувьд гол исэлдэгч нь хүчилтөрөгч юм. Нүүрстөрөгчийн давхар исэл нь амьд организмын амьсгалаас ч үүснэ. Энэ хий хүн амьтанд ямарч хоргүй.

Шаарын исэлдэлтээс үүсэх угаарын хий

Шаар буюу хатуу төлөв дэх нүүрстөрөгч нь хүчилтөрөгчтэй, эсвэл нүүрстөрөгчийн давхар исэлтэй урвалд орж угаарын хий буюу нүүрстөрөгчийн дутуу ислийг үүсгэдэг. Ийм ч учраас угаарын хий үүсэх урвалын хувьд исэлдэгч нь дан хүчилтөрөгч төдийгүй нүүрсхүчлийн давхар исэл байх боломжтой бөгөөд эндээс угаарын хий зөвхөн нүүрс түлж байхад төдийгүй утаагүй түлшний шаталтаас ч үүсэж болох юм. Угаарын хий үүсэх урвалын хувьд зөвхөн энэ хоёр молекулаар зогсохгүй гидроксид суурь буюу устөрөгч ба хүчилтөрөгчийн нэгдэл, хүчилтөрөгчийн атом, усны молекул сайн исэлдэгч болж чаддаг. Иймээс энэ хий голчлон хүчилтөрөгчийн дутагдалтай орчинд их хэмжээгээр үүсэж болдог.

6.2.3 Хүхэрт исэл, нэгдлүүд

Бараг бүх төрлийн түлш хүхрийн атом агуулж байдаг. Тухайлбал, чулуун нүүрсэн дэх хүхрийн массын агууламж 0.2-1.5%, модонд 0.1%-аас бага байна. Нүүрсэнд байгаа хүхэр органик (сульфид, бисульфид) ба органик биш (FeS_2 , сульфатууд Na_2SO_4 , CaSO_4 , FeSO_4) аль ч хэлбэрээр

оршин байна. Түлшинд агуулагдах хүхрийн хэмжээ ихсэх тутам шаталтаас ялгарах төрөл бүрийн хүхрийн ислийн хэмжээ ихэсдэг. Хүхрийн исэл (SO_2) голчлон хүхэр болон хүчилтөрөгчийн молекулын нэгдэх урвалаар үүсдэг. Харин хүхрийн хүчлийн ангидрид (SO_3) нь хүхрийн ислийн исэлдэлтээс үүснэ. Түлшинд байгаа хүхэр түлш шатах явцад шаталсан урвалаар хүхэр агуулсан бохирдуулагч агентууд үүсгэдэг. Энэ тохиолдолд эхлээд хүхэрт түлш нь халалтаас пиролизд орж дэгдэмхий хийнүүд ялгаруулна. Үүний дараа хатуу төлөвт байгаа шааран дахь хүхэр гидроксид суурь буюу устөрөгч ба хүчилтөрөгчийн нэгдэл, хүчилтөрөгчийн атомтай урвалд орж исэлдэн хүхэр агуулсан нэгдлүүд үүсгэнэ. Эдгээр урвалын үед үүссэн хийн фазууд цаашид дахин урвалд орж хүхэрлэг нэгдлүүдийг үүсгэж болдог. Хүхрийн ислүүд биед орсныхоо дараа устай урвалд орж хүхрийн хүчил үүсгэж болох ба энэ нь эд эрхтнүүдийг ноцтойгоор гэмтээдэг.

6.2.4 Хүлэмжийн хийнүүд

Хүлэмжийн хийнүүдэд усны уур, нүүрсхүчлийн давхар исэл (CO_2), метан (CH_4) азотлог хүчил (N_2O) багтдагийг бид өмнө үзсэн. Атмосфер усны уураар хамгийн баялаг байдаг бөгөөд хүлэмжийн үзэгдлийн 2/3-ыг бий болгож байдаг. Харин 1/3 нь бусад хүлэмжийн хийнүүдээс үүсдэг. Энэ хэсэгт харгалзах хүлэмжийн үзэгдлийг “нэмэлт хүлэмжийн үзэгдэл” буюу хүнээс үүдэлтэй хүлэмжийн үзэгдэл гэдэг. Хүнээс үүдэлтэй хүлэмжийн үзэгдлийн 3/4-ийг нүүрсхүчлийн давхар исэл бий болгож байдаг. Харин энэ нь голчлон шаталтаас болон амьсгалаас үүсдэг. Дан цэвэр нүүрстөрөгчийн хувьд стехиометр бүрэн шаталт явагдаж байвал нүүрсхүчлийн хий энэ шаталтын процессийн эцсийн бүтээгдэхүүн нь болдог.

Эдгээрээс үзэхэд шаталтаас үүдэлтэй ихэнх агаар бохирдуулагч агентууд түлшний дутуу шаталтаас үүсдэг нь тодорхой байна. Ийм учраас агаарын бохирдлыг бууруу-

лах үйл ажиллагаа дутуу шаталтыг аль болох багасгах, бүрэн шаталт явуулахад чиглэх хэрэгтэй юм.

ЕРӨНХИЙ ЗӨВЛӨМЖ

Манай улсын төв суурин газрын агаарын бохирдлын 70-80 хувийг хөдөлгөөнгүй цэгэн үүсгэгчид буюу айл өрхийн халаалт болон ахуйн хэрэглээний зууханд явагдах шаталт, бага оврын халаалтын зуухнууд түүнчлэн хөдөлгөөнт үүсгэгчид буюу авто техникийн утаа бий болгодог. Утааны доторхи бохирдуулагч агентууд нь ихэвчлэн дутуу шаталтаас шалгаалан бий болдог учир шаталтыг богино хугацаанд бүрэн шаталтанд шилжүүлснээр агаар луу орох бохирдуулагч агентын хэмжээг мэдэгдэхүйц хэмжээгээр бууруулах боломжтой юм.

Агаарын бохирдол түлшний чанартай шууд холбоотой. Түлшний талаар явуулсан судалгааны үр дүнгээс үзэхэд Улаанбаатар хотын айл өрхүүдийн ихэнх хэсэг нь Багануур, Налайх, Шарын голоос ирэх түүхий нүүрсийг хэрэглэдэг. Ийм түүхий нүүрсэнд агуулагдах хүхэр, цайр, кальци зэрэг элдэв төрлийн элемент, минералууд болон хортой нэгдлүүд шаталтын явцад агаар мандал руу орж агаарын бохирдлын хэмжээг аюултай түвшинд хүргэж байна. Ийм учраас хэрэглэгдэж байгаа нүүрсийг угааж цэвэрлэн Улаанбаатар хотод зөвхөн угаасан нүүрсийг оруулж хэрэглэх чиглэлийг төр, засгийн байгууллагууд бодлого үйл ажиллагаандаа тусган хэрэгжүүлэх нь зүйтэй.

Түлшний бус зориулалттай материалуудыг түлж шаатадгаас болж агаарын бохирдол нэмэгддэг. Түлшний мод нь чийг их агуулдгаас дутуу шаталтын хугацаа их байна. Мөн хэрэглэж байгаа түлшний чанар төдийлэн хангалттай биш байдгаас үнс, хөө ихээр ялгарч агаарыг бохирдуулдаг. Ийм учраас агаарын бохирдлыг багасгахын тулд нүүрс төдийгүй бусад түлшний чанарт онцгой анхаарч тодорхой түлшний стандарт боловсруулж мөрдөх нь чухал юм.

Шаталтын процессыг судалсан судалгаа нь дутуу шаталтын хугацаа их байхад ихэнх нэгж үүсгэгчээс агаар бохирдуулагч агент их ялгардгийг үзүүлдэг. Үнсний хэмжээ мөн түлшний чанараас хамаардаг нь туршлагаар тогтоогддог. Энэ нь иргэний эрх, үүрэг хариуцлагатай нягт холбоотой юм. Ийм учраас айл өрх, иргэн бүр нүүрсний галыг аль болох хуурай мод хэрэглэн асааж богино хугацаанд бүрэн шаталтанд хүргэх, бүрэн шаталт явуулах зэргээр агаар бохирдуулагч бага ялгаруулах замыг сонгон иргэний үүргээ биелүүлдэг байх нь чухал. Хэрэв иргэн бүр ахуйдаа агаар бохирдуулагч аль болох бага ялгаруулдаг энергийг хэрэглэж заншвал агаарын бохирдлыг бид хамтдаа мэдэгдэхүйц хэмжээгээр бууруулж чадах юм. Үүний зэрэгцээ төр засгийн газраас агаарын бохирдлыг бууруулах үйл ажиллагаанд аж ахуйн нэгж, иргэдийн оролцох идэвхийг нэмэгдүүлэх, өрнүүлэх ажлыг зохион байгуулж иргэдэд тодорхой дэмжлэг үзүүлэн хариуцлагыг дээшлүүлэх ажлыг өргөн хэмжээгээр гүйцэтгэх хэрэгтэй юм. Энэ ажлыг дан ганц төр, засгийн газар бус орон нутгийн удирдлага ч санаачлан гүйцэтгэвэл зохих ажил бөгөөд ингэснээр илүү үр дүнд хүрэх боломжтой. Энэ талаар тодорхой хууль боловсруулан мөрдүүлэх боломж ч бий.

Шаталтын үеийн температурын түгэлтийг гаргахад зориулан температур хэмжигч автомат төхөөрөмж хийж болох бөгөөд үүнийг ашиглан шаталтын температурыг хэмжихэд ХАС зууханд шатаж буй нүүрсний хувьд температур түлшний гадаргуу дээр 1200°C, зуухны хоолойд 720°C, яндангийн дээд үзүүрт 220°C орчим байдаг. Энэ үр дүнг үндэслэн шаталтын бүс ба яндангийн үзүүр дэх температурын ялгаанаас 2-5В хэмжээний термоцахилгаан хүчдэл гарган авах боломжтой юм. Энэ энерги гэрэлтүүлэг хийхэд хангалттай энерги юм. Мөн шаталтын температурын хэмжилтээс шүүлтүүрийг зуухны хоолойд байрлуулах нь хамгийн тохиромжтой, үр ашигтай байдгийг дурдая.