

Дэлхийн нам температурын цацрагийн энергийг дулаанд хувирган ашиглах боломж

Ж.Далхсүрэн*

Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Хэрэглээний Шинжлэх Ухааны Сургууль

Манай дэлхийн гадарга орчимын температур нь нам температурт харгалзах учираас уг гадарга нь урт долгионт цацраг буюу 5 мкм – 100мкм хүртэл долгионы урттай цацрагийг гаргадаг. Богино болон урт долгионт цацрагуудаар тодорхой хэмжээний энерги зөөгддөг. Хийн атом,молекулууд цацрагийн энергийг өөртөө шингээх замаар түүнийг дулааны энергид хувиргадаг онцлогтой. Дэлхийн гадаргаас 6м – 15м гүнд түүний абсолют температур дунджаар 278K –289K байх ба ийм температурын үед түүнээс гарах дулааны цацрагуудын долгионы урт нь 4мкм –80мкм–ийн завсарт харгалзана. Харин энэ завсарын цацрагуудаас хамгийн их энергитэй цацрагийн спектрт харгалзах долгионы урт нь 9мкм– 12мкм –ийн завсарт байдаг. Гэтэл нүүрсхүчлийн хийн молекулууд 13мкм – 17мкм,усны молекулууд 5мкм – 8мкм ба 14мкм –50мкм, озоны молекулууд 8.5мкм – 10.3мкм ба 13мкм –14.5мкм долгионы урттай цацрагуудын энергийг 40%– 99% шингээх чадвартай юм. Иймд эдгээр хийнүүд дунджаар 278K –289K температурт байгаа дэлхийн гадаргаас гарч буй дулааны цацрагуудын нийт энергийн 70 орчим хувийг шингээж авах замаар цацрагийн энергийг дулааны энергид хувиргах боломжтой байна. Ийм учираас дээрхи хийнүүдийг ашиглан дэлхийн гадарга орчимын урт долгионт цацрагийн энергийг дулааны энергид хувирган ахуйн хэрэглээнд ашиглах боломж байна.

PACS numbers: 33.22Ea, 33.20Fb, 33.20N.

ОРШИЛ

Абсолют тэг температураас ялгаатай температурт байгаа ямарч бие өөрөөсөө дулааны буюу температурын цацраг гаргадаг. Энэхүү цацрагийн долгионы урт нь биеийн температураас хамаарч янз бүр байна. Температурын цацрагийг долгионы уртаас нь хамааруулан богино ба урт долгионт цацраг гэж ангилдаг. Нам температурт байгаа биеүүд урт долгионт цацраг гаргадаг. Манай дэлхийн гадарга орчимын температур нам температурт харгалзах учираас уг гадарга нь урт долгионт цацраг буюу 5 мкм – 100мкм хүртэл долгионы урттай цацрагийг гаргадаг. Богино болон урт долгионт цацрагууд нь өөртөө тодорхой хэмжээний энергийг зөөдөг. Цацрагийн энергийг бодисын атом,молекулууд өөртөө шингээх замаар дулааны энергид хувиргадаг.Өөрөөр хэлбэл цацрагийн энергийг шингээсний дүнд хийн молекулуудын атомын хувийн хэлбэлзлийн тоо хэмжээ буюу хувийн хэлбэлзлийн давтамж, далайц нь нэмэгдэнэ. Үүний дүнд хийн молекулуудын эмх цэгцгүй хөдөлгөөний хурд мөн кинетик энерги нь ихсэнэ. Ийм хэлбэрээр цацрагийн энергийг дулааны энергид хувиргадана. Урт долгионт цацрагуудыг маш сайн шингээдэг бодисуудыг

ашиглан дэлхийн гадарга орчимын урт долгионт цацрагийн энергийг дулааны энергид хувиргах боломжтой. Тухайлбал, усны молекулууд 5мкм – 8мкм ба 13мкм–50мкм, озоны молекулууд 8.5мкм – 10.3мкм ба 13мкм–14.5мкм, нүүрсхүчлийн хий молекулууд 13мкм – 17мкм долгионы урттай цацрагуудыг 60% – 98% шингээдэг онцлогтой. Ийм учираас эдгээр хийнүүдийг ашиглан дэлхийн гадарга орчимын урт долгионт цацрагийн энергийг дулааны энергид хувирган ахуйн хэрэглээнд ашиглах боломжтой юм. Дэлхийн гадаргаас 6м – 15м гүнд түүний абсолют температур дунджаар 278K –289K байх ба ийм температурын үед түүнээс гарах дулааны цацрагийн долгионы урт нь 4мкм –80мкм–ийн завсарт харгалзана.Харин энэ муж дахь долгионы урттай цацрагуудаас хамгийн их энергитэй цацрагийн спектрт харгалзах долгионы урт нь 9мкм– 12мкм –ийн завсарт байдаг. Гэтэл нүүрсхүчлийн хийн молекулууд 13мкм – 17мкм,усны молекулууд 5мкм – 8мкм ба 14мкм –50мкм, озоны молекулууд 8.5мкм – 10.3мкм ба 13мкм –14.5мкм долгионы урттай цацрагуудын энергийг 40%– 99% шингээх чадвартай байгаа нь дунджаар 278K–289K температурт байгаа дэлхийн гадаргын дулааны цацрагуудаар зөөгдөж буй энергийн 70 орчим

* Electronic address: jdalkhsuren@yahoo.com

хувийг шингээж түүнийг дулааны энергид хувиргах боломжтой байна.

ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Дэлхийн озоны давхаргыг бүрдүүлдэг O_3 -ын молекулууд Нарнаас ирж байгаа цацрагийн энергийн 12% буюу 168 вт/м^2 цацрагийн эрчимийг шингээсний улмаас озоны давхарга $50-70^\circ\text{C}$ хүртэл температуртай болтлоо халдаг. Тэгвэл Дэлхийн гадаргаас 6м – 15м гүнд түүний абсолют температур дунджаар $278\text{K} - 289\text{K}$ байх тул тэндээс гарах дулааны цацрагийн эрчим дунджаар 328 вт/м^2 байна. Энэ эрчимийн 70%-ийг шингээж авах замаар дулаанд хувиргаж чадвал 230Ж дулааны энергийг секунд тутамд 1м гадаргаас авна. Энэ энергийн 70%-ийг тогтоон барьж чадвал секунд тутамд дунджаар 160 Ж дулааны энергийг үйлдвэрлэх боломжтой байна. Энэ нь ийм хэмжээний энергийг шингээж байгаа хийн холимогийн температур $50^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}$ –д хүрэх боломжтой юм.

Абсолют тэг температураас ялгаатай температурт байгаа ямарч бодит биеийн цацрагийн эрчимийг Стефан –Больцманы хуулиар: $I = \delta\sigma T^4$ гэж тодорхойлно. Тухайн температурт байгаа биеээс гарч буй хамгийн их энергитэй цацрагийн спектрт харгалзах долгионы урт нь Винийн хуулиар:

$$\lambda_m = \frac{b_1}{T}$$

гэж тодорхойлогдоно. Энд b_1 – Винийн тогтмол $b_1 = 0.28978 \cdot 10^{-2} \text{ м}\cdot\text{К}$

Термодинамик тэнцвэрийн төлөвт байгаа абсолют хар биеийн гадаргын 1 м^2 талбайгаас 1с тутамд гарч байгаа цацрагийн энергийн спектр түгэлтийн график нь Планкын

$$B_\lambda d\lambda = \frac{2c^2 h}{\lambda^5} \frac{d\lambda}{e^{\frac{ch}{k\lambda T}} - 1}$$

хууль ёсоор зураг 1–д үзүүлсэн хэлбэртэй байна.



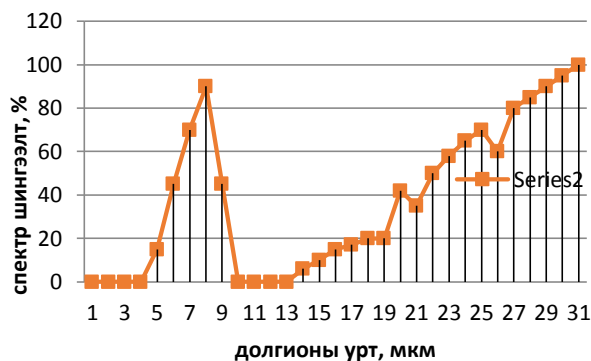
Зураг 1. 283 К температуртай биеийн дулааны цацрагийн энергийн эрчимийн $4 \text{ мкм} - 50 \text{ мкм}$ долгионы уртын завсар дахь түгэлт.

Графикаас харахад хамгийн их энергитэй цацрагийн спектрт цацрагийн харгалзах долгионы урт нь Винийн хууль ёсоор 10.2 мкм байна. Долгионы уртын 10.2 мкм -аас 4 мкм хүртэл интервалд цацрагийн энерги огцом буурч байна. Харин долгионы уртын 10.2 мкм -аас 30 мкм хүртэлх интервалд цацрагийн энерги аажмаар буурч байна. 1–р зургийн муруйгаар хязгаарлагдсан дүрсийн талбайн хэмжээ 283К температурт байгаа биеийн эрчимийн хэмжээтэй тэнцүү. Урт долгионт цацрагийн $4 \text{ мкм} - 50 \text{ мкм}$ долгионы уртын интервал дахь цацрагийн энергийг бүрэн шингээх чадвартай хийн атом молекулуудаар 283К температурт байгаа биеийн цацрагийн энергийг бүрэн шингээх замаар дулааны энерги үйлдвэрлэх юм. Эрдэмтэн судлаачид урт долгионт цацрагийн энергийг шингээх өндөр чадамжтай бодисууд буюу хийнүүдийг судалгаагаар тогтоож улмаар тэдний шингээлтийн хувь хэмжээг нь тодорхойлж чадсан байдаг. Тухайлбал, усны уурын молекулууд, нүүрсхүчлийн хийн молекулууд, озоны молекулууд урт долгионт цацрагийн энергийг спектрийн тодорхой мужуудад сайн шингээдэг байна.

а. Усны уурын молекулуудын цацраг шингээлт, түүний онцлог

Агаар дахь усны уурын молекулууд нарны цацрагийн холын хэт ягаан туяа, үзэгдэх гэрлийн спектрийн мужид сулавтар, ойрын хэт улаан цацрагийн спектрийн мужид идэвхитэй, холын хэт улаан цацрагийн спектр мужид маш сайн шингээдэг **болох** нь олон судлаачдын удаан хугацааны судалгаагаар өндөр нарийвчлалтай тогтоогдсон байдаг.

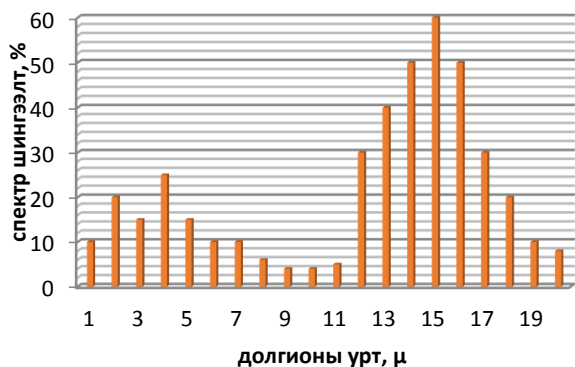
Агаар дахь усны уурын цацраг шингээлт нь агаар дахь усны молекулын концентрациас болон цацрагийн долгионы уртаас ихээхэн хамаардаг болох нь Д.Макдональд, Ф.Фоуля нарын судалгаагаар маш нарийн тогтоосон байна. (1) 1 дүгээр зурагаас (Ч.Д.Уолшоу, Эльзассер нарын судалгаа) (2) хөрсний чийг цацрагийн ойрын хэт улаан, холын хэт улаан мужуудад өндөр шингээлттэй болох нь харагдаж байна.



Зураг 2. Усны молекулуудын холын хэт улаан цацрагийн муж дахь спектр шингээлт.

б. Нүүрс хүчлийн хийн (CO₂) цацраг шингээлт, түүний үр дагавар

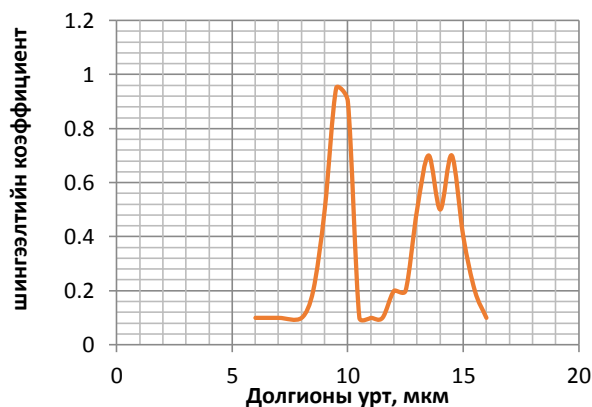
Агаар мандалд өсөн нэмэгдэж буй нүүрс хүчлийн хий нь нарны цацрагийн холын хэт ягаан туяаны 100нм–200нм мужид шингээлттэй нь судлаачдын судалгаагаар нотлогдсон байна. Үүнээс гадна холын хэт улаан туяаны мужид хамгийн их энергитэй спектрийн 12,9мкм–17 мкм–ийн завсарт 15мкм–д төвтэй цацрагийн спектрыг маш сайн шингээдэг нь олон жилийн судалгаагаар батлагдсан байдаг. (1). 3 дугаар зураг. (В.Н.Кондратьев, А.В.Яковлев нарын судалгаа).



Зураг 3. Цацрагийн спектрийн 1мкм–20мкм завсарт нүүрс хүчлийн хийн цацраг шингээлт.

в. Озоны (O₃) цацраг шингээлт, түүний үр дагавар

Озон (O₃) нь ойрын хэт ягаан туяанаас гадна холын хэт улаан туяаг, ялангуяа өндөр энергитэй, 9мкм–10 мкм–ийн интервал дахь цацрагийг бараг 100% шингээдэг болох нь судалгаагаар тогтоогдсон. (3) Ийм учраас Озон дэлхийн гадаргаас болон агаар мандлаас цацаргаж буй холын хэт улаан цацрагийн хувьд хамгийн өндөр энергитэй, спектрийн 9мкм–10мкм завсар дахь цацрагийг бараг 100% шингээдэг онцлогтой.



Зураг 4. Озоны молекулуудын холын хэт улаан цацрагийн муж дахь спектр шингээлт.

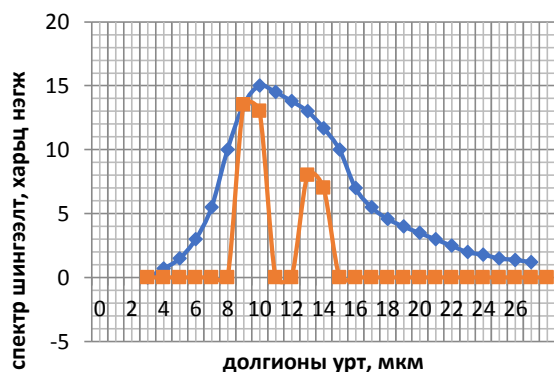
ТООЦООЛОЛ, СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

А. Цацрагийн энергийг шингээж авах арга технологи

Шингээх чадвар нь Онол, практикын хувьд батлагдсан хийнүүдийг ашиглан холын хэт улаан туяаны энергийг шингээж авна. Тодруулбал, 283К температуртай биеийн цацрагийн эрчим Стефана–Больцманы хуулиар: $I = \delta\sigma T^4 = 0.9 \cdot 5.67 \cdot 283^4 = 326.59 \text{ вт/м}^2$ байх тооцоо гарч байна. Үүний 70% – ийг нь дулааны энергид хувиргаж чадвал гадаргын 1м² талбайгаас 1с тутамд 228.6 Ж дулааны энерги гаргаж авна. Винийн хуулиар 283К температурт байгаа биеийн хамгийн их энергитэй цацрагийн спектрт харгалзах долгионы урт нь 10.2 мкм байна. 10.2 мкм долгионы урттай цацрагийн энергийг озоны молекулууд 80% шингээх чадвартай. 283К температурт байгаа бие 5 мкм–100мкм хүртэл долгионы урттай цацрагийг гаргадаг бөгөөд энэ интервалд харгалзах энергийн ихэнх хувь нь 5 мкм–300мкм долгионы уртын завсарт ноогддог учраас энэ

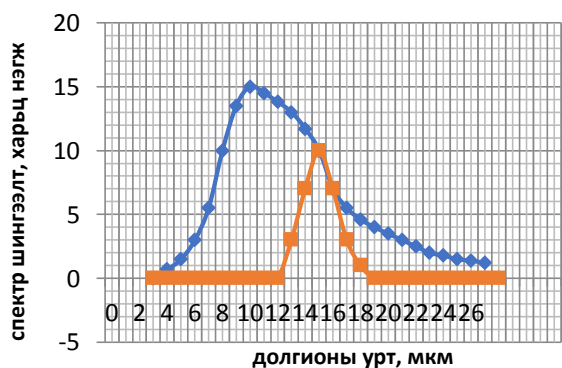
завсарын энергийг шингээж авахад бидний гол зорилго оршино.

1. Озоны молекулуудын шингээлтийн спектрүүдийг 283К температурт байгаа биеийн цацрагийн спектрүүдтэй харгалзуулан /давхцуулан / үзэхэд озоны молекулууд 5 мкм – 300мкм долгионы уртын завсарт ноогдох энергийн 26.4% хувийг шингээх боломжтой болох нь дараах графикаас харагдаж байна. Зураг 4.



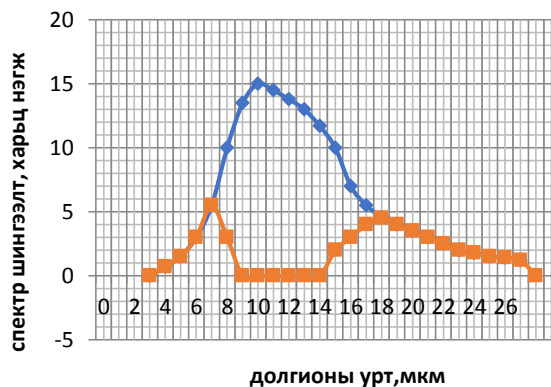
Зураг 4. 4мкм – 30мкм долгионы уртын завсарт озоны /O₃/ спектр шингээлт.

2. Нүүрсхүчлийн /CO₂ / хийн молекулуудын шингээлтийн спектрүүдийг 283К температурт байгаа биеийн цацрагийн спектрүүдтэй харгалзуулан /давхцуулан / үзэхэд 4мкм – 30мкм долгионы уртын завсарт ноогдох энергийн 17,6% хувийг нүүрсхүчлийн /CO₂ / хийн молекулууд шингээхээр байгаа нь дараах графикаас харагдаж байна. Зураг 5.



Зураг 5. 4мкм – 30мкм долгионы уртын завсарт нүүрсхүчлийн /CO₂ / хийн спектр шингээлт.

3. Усны уурын /H₂O / молекулууд 4мкм – 30мкм долгионы уртын завсарт цацрагийн энергийн 29% хувийг өөртөө шингээж авах боломжтойг дараах графикаас харж болно. Зураг 6.



Зураг 6. Хэт улаан туяаны 4мкм – 30мкм долгионы уртын завсарт усны уурын /H₂O/- спектр шингээлт.

Шингээлтийн нийт хувь хэмжээ 26,4% /O₃/ + 17.6 /CO₂/ + 29% /H₂O/ = 73% байна. Энэ гурван хийн молекулууд 283К температуртай биеийн цацрагийн / 326.59вт/м² /эрчимийн 73%–ийг буюу 238.4вт/м² эрчимийг бүрэн шингээж улмаар цацрагийн энергийг дулааны энергид хувиргах боломжтой гэсэн тооцоо гарч байна.

Б. Шингээлтийн дүнд бий болсон дулааны энергийг алдагдал багатайгаар хадгалаж хуримтлуулах арга

Идэвхтэй хийнүүдийн үйлдвэрлэсэн /хувиргасан / дулааны энергийг цацрагийн болон дулаан дамжуулалтын хэлбэрээр гадагш алдах магадлал маш өндөр байдаг тул аль болох алдагдал багатайгаар ашиглах нь бидний гол зорилго билээ. Ийм учираас дулааны энергийн алдагдалыг бага байлгахын тулд толин ойлт болон вакуумжилтын арга технологийг ашиглана. Хий хадгалах савны дотор ханыг толиор доторлож гадна талыг дулаан муу дамжуулагч материалаар бүрж өгнө. Харин дулааны цацраг орох /нэвтрэх / зориулалттай хэсэг буюу савны ёроолыг вакуумжуулсан нимгэн шилэн хавтангаар хийнэ. Ийм технологиор савыг хийсэн тохиолдолд дулаан алдагдал 25–30%–иар буурна гэж тооцоолж байна. Дулаан алдагдалыг ийм хэмжээгээр бууруулахад дунджаар 168вт/м² эрчимтэй дулаан /дулааны энерги / үйлдвэрлэх боломжтой байна. Ийм эрчимтэй энергиэр цаг тутамд 1м² талбайтай гадаргаас 604.8 кЖ дулааныг үйлдвэрлэнэ. Энэ дулаанаар 10 °С температурт байгаа 3.6 л усыг нэг цагт 50°С температуртай болтол халаана.

ДҮГНЭЛТ

1. Озон, нүүрсхүчлийн /CO₂ / хийн болон усны уурын молекулуудын спектр шингээлтгүйг ашиглан Дэлхийн нам температурын цацрагийн энергийн ойролцоогоор 73%–ийг дулааны энергид хувиргах боломжтой байна.
2. Шингээлтээр гаргаж авсан дулааны энергийн 70 орчим хувийг гадагш алдалгүйгээр хадгалаж, хуримтлуулж чадвал нэг цаг тутамд гадаргын 1м² тутмаас 604.8 кЖ дулааны энергийг гарган авч ахуйн хэрэглээндээ ашиглаж болохоор байна.
3. 8мкм –9мкм, 10мкм –14мкм долгионы уртын завсарт 90%–100% спектр шингээлттэй атом,молекулуудыг судалгаагаар олж тогтоож чадвал Дэлхийн нам температурын цацрагийн энергийг 100% дулааны энергид хувирган ашиглах боломж бүрдэхээр байна.

АШИГЛАСАН НОМ

- [1] К.Я.Кондратьев “Актинометрия”. г.Москва. Издательство “Мир” 1965год. стр 111,113, 235-236,296,312
- [2] А.Х.Харгиан “Физика атмосферы”. Г.Ленинград. Издательство “Наука” 1982года. стр 333, 411
- [3] С.П.Хромов, М.А.Петросянц. “Метеорология и климатология” г.Москва. Издательство “Наука” 1985 год.стр 129,258.
- [4] М.С.Эйгенсон “Солнце и Земля”.г.Москва. Издательство” наука” 1947 год.