

# Уул уурхайн тэсрэх бодисын үйлдвэрлэлийн технологийг автоматжуулах асуудалд

Д.Эрдэнэчимэг

Шинжлэх Ухаан, Технологийн Их Сургууль, Компьютерийн Техник, Менежментийн Сургууль  
Компьютерийн Техникийн Профессорын Баг  
chimeg@csms.edu.mn

*Хураангуй*— Сүүлийн жилүүдэд монгол улсад уул уурхайн салбар эрчимтэй хөгжиж байгаа бөгөөд тэр хэрээр техник технологийн ололтууд нэвтэрч үйлдвэрлэлд ашиглагдаж байна. Мөн дагалдах үйлдвэрлэл үйлчилгээнүүдийн тоо ч нэмэгдэж байгаа ба үүний нэг нь уул уурхайн тэсрэх бодисын үйлдвэрлэл, хадгалалт, хамгаалалт, ашиглалт юм. Уул уурхайн олборлолтын хурдыг гүйцэж ажиллахын тулд тэсрэх бодисын үйлдвэрлэлийн процессын хурдан шуурхай найдвартай ажиллагаа маш чухал асуудлуудын нэг болоод байна. Энэхүү ажил нь технологийн горимоор бэлтгэгдсэн уусмалуудыг тодорхой харьцаагаар жигд хольж тэсэлгээний шингэн эмульс үйлдвэрлэх автоматжуулсан системийн загварыг бий болгох судалгаанд чиглэгдсэн болно.

*Түлхүүр үгс*—автомат систем; дамжуулах функц, шингэн эмульс, загварчлах програм, бүтцийн схем

## I. УДИРТГАЛ

Манай улсад уул уурхайн салбар эрчимтэй хөгжиж ашигт малтмалын орд газрыг ил болон далд хэлбэрээр эрчимтэй ашиглаж байна. Уул уурхайн үйлдвэрлэлд өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын зардал нь олборлон гаргах ашигт малтмалын өргийн 40 орчим хувийг эзэлдэг гэсэн судалгаа байдаг нь үйлдвэрлэлийн техник, технологи, эдийн засгийн үзүүлэлтэд өрөмдлөг, тэсэлгээний ажил ямар чухал нөлөөтэй болохыг харуулж байна. Уурхайд тэсэлгээний үйлчилгээг хурдан шуурхай, найдвартай, өртөг багатай, нийлүүлэх нь зардал бууруулах, олборлолтыг хурдан гүйцэтгэх боломжийг уурхайн компанид бий болгодог. Иймд тэсрэх бодисын үйлдвэрлэлийн технологийн процессыг автоматжуулж аюулгүй, найдвартай байдал, нэмэгдүүлж тэсрэх бодисын үйлдвэрлэл, нийлүүлэлтийг хурдан шуурхай болгох нь чухал асуудлуудын нэг болоод байгаа юм.

## II. ТЭСРЭХ БОДИСЫН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ

Гадны үйлчлэлийн нөлөөгөөр эгшин зуурын хугацаанд химийн урвалд орж их хэмжээний хий уур үүсгэн дулаан ялгаруулж чадах механик хольц ба химийн нэгдлийг тэсрэх бодис гэнэ. Уул уурхайн үйлдвэрлэлд тэсэлгээний ажил явуулахад зориулагдан хэрэглэгдэх тэсрэх бодисыг үйлдвэрийн тэсрэх бодис гэнэ. Тэсрэх бодисыг найрлага ба шинжээр нь аммиакийн шүүний, нитроэфирийн, суспензийн, эмульсийн гэх мэтээр ангилдаг ба физик төлөв байдлаар нь практик ач холбогдол бүхий доорх 5 бүлэгт хуваана.

1. Шингэн тэсрэх бодис
2. Хатуу ба шингэн нэгдлийн хольц
3. Хатуу нэгдлийн тэсрэх бодис
4. Шингэн нэгдлийн хольц
5. Хийн холимог

Тэсрэх бодисыг найрлагаар нь тэсрэх химийн нэгдлүүд ба механик хольцууд гэж ялгах ба уул уурхайн үйлдвэрт тэсрэх механик хольцын нэгдэл, шингэн нэгдлийн эмульсийн тэсрэх бодисууд өргөн хэрэглэгдэж байна.

### A. Эмульсийн тэсрэх бодис

Усанд тэсвэртэй тэсрэх бодисын шинэ нэр төрөл, чиглэл нь эмульсийн тэсрэх бодис юм. Энэ нь эмульс доторх шатах шингэн нь аммиакийн шүүний усанд ханасан уусмалын жижиг хэсгүүдийг нимгэн үе үүсгэн бүрхсэн уусмалын ба тосон фазын нэгдэл юм. Энэ тэсрэх бодис нь усанд тэсвэртэй физик тогтонги чанар сайтай, харьцангуй хямд үнэтэй, бэлтгэхэд аюул осолгүй, ямар ч нөхцөлд хэрэглэх боломжтой, тэсрэлтийн шинж чанарын үзүүлэлт өндөр зэрэг давуу сайн талуудтай. Эмульсийн тэсрэх бодисын үндсэн найрлага нь аммиакийн шүүний эмульсийн уусмал, шатах шингэний нэгдэл юм.

## III. АНХДАГЧ МЭДЭЭЛЛИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ

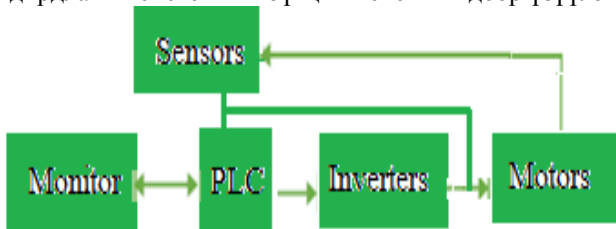
Орчин үеийн мэдрэгч олон багаж хэрэгслийн дамжуулагчийг мэдрэгч элементийн хамт нэг гэрэнд байрлуулсан байдаг. Дамжуулагч нь мөн тусдаа байж болно. Энэ нь суурилуулсан мэдрэгч элементийн онцлог хэв маягаас хамаарна. Удирдлагын хэлхээ нь технологийн параметрийн хэмжилтээр хангадаг мэдрэгчүүдийн нарийвчлалаас хамаарна. Технологийн параметрийг хэмжихэд ашигладаг олон төрлийн мэдрэгч хэрэгсэл байдаг. Тэдгээр мэдрэгч хэрэгслүүд нь технологийн процесед анхдагч мэдээллийг цуглуулах, боловсруулах үүрэгтэй оролцдог тул чухал байр суурь эзэлдэг.

Анхдагч мэдээллийг боловсруулж харьцуулалт хийсний үндсэн дээр удирдлагын төхөөрөмжүүд нь гаралтын талаарх мэдээлэл боловсруулах үүрэг бүхий хянах багажинд дохио илгээдэг. Гаралтын дохио буюу мэдээлэл нь технологийн процесс өөрчлөгдөхөд ямар нэг байдлаар нөлөө үзүүлэх аливаа зүйлийг хянах үүрэг бүхий төхөөрөмжүүдэд зориулагдсан байдаг. Үйлдвэрийн практикт хамгийн нийтлэг хэрэглэдэг удирдлагын төхөөрөмж бол хэдэн төрлийн хавхлага юм. Түүнчлэн хувьсах хурдтай хөдөлгүүр, хянах багаж, соленойд гэх мэт төхөөрөмжүүдийг нэрлэж болно. Соленойдыг ихэвчлэн хавхлагатай холбож суурилуулна

**ҮҮ. ТЭСЭЛГЭЭНИЙ БОДИСЫН ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ТЕХНОЛОГИЙГ АВТОМАТЖУУЛАХ НЬ**

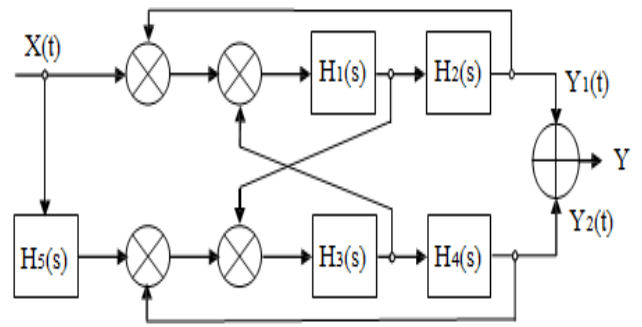
*А. Удирдлагын систем*

Шингэн эмульс үйлдвэрлэх, автомат системийг удирдах хянах ажиллагааг програмчлагддаг логик контроллер болон давтамж хувиргуурын /инвертер/ хослолоор шийдэх боломжтой бөгөөд хэрэглэгчийн програмыг LabVIEW програм дээр гүйцэтгэнэ. Удирдлагын системийн бүтцийн схемийг доор үзүүлэв.



Зураг.1 .Удирдлагын системийн бүтцийн схем

Бэлтгэгдсэн уусмалуудыг тодорхой харьцаагаар хольж хутгах автоматжуулсан системийн загварын бүтцийн схемийг дараах байдлаар гаргаж үүний дагуу тооцоо хийв.



Зураг.2. Автоматжуулсан системийн загварын бүтцийн схем

$H_1(s); H_3(s)$  - уусмал шахах насосны хөдөлгүүрийн дамжуулах функц

$H_2(s); H_4(s)$  - насосны шахуурга буюу редукторуудын дамжуулах функц

$H_5(s)$  - уусмалуудын харьцаа тохируулах өсгөлтийн коэффициент

$$Y(t) = Y_1(t) + Y_2(t); \tag{1}$$

$$Y_1(s) = H_1(s)H_2(s) \left( X(s) - Y_1(s) - \frac{Y_2(s)}{H_4(s)} \right) \tag{2}$$

$$Y_2(s) = H_4(s)H_3(s) \left( X(s)H_5(s) - Y_2(s) - \frac{Y_1(s)}{H_2(s)} \right) \tag{3}$$

Редукторууд нь хөдөлгүүрийн гол дээр бэхлэгдсэн байх ба дамжуулгын тоог нэг гэж авч үзэж болох бөгөөд H2 ; H4 гэсэн дамжуулах функцууд нь нэг болох юм. Системийн дамжуулах функцыг тооцоолвол:

$$Y(s) = X(s) \left( \frac{H_3(s)(H_5(s) + H_1(s)H_3(s) + H_1(s)H_5(s) - H_1^2(s))}{(H_1(s)+1)(H_1(s)+H_3(s)+1)} \right) \tag{4}$$

Одоо хөдөлгүүрүүдийн дамжуулах функцуудыг тус бүрийнх нь өгөгдлүүдийг ашиглан тодорхойлъё.

$$T_m = K_1 E_c - K_2 \frac{d\theta}{dt} \tag{5}$$

$$T_1 = J \frac{d^2\theta}{dt^2} + B \frac{d\theta}{dt} \tag{6}$$

(5) ба (6) тэгшитгэлийг тэнцүүлбэл:

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} + B \frac{d\theta}{dt} = K_1 E_c - K_2 \frac{d\theta}{dt}$$

Лапласын хувиргалт хийснээр:

$$Js^2\theta(s) + Bs\theta(s) = K_1 E_c(s) - K_2 s\theta(s);$$

$$Js^2\theta(s) + Bs\theta(s) + K_2 s\theta(s) = K_1 E_c(s);$$

$$[J2s + Bs + K_2s]\theta(s) = K_1 E_c(s)$$

$$\frac{\theta(s)}{E_c(s)} = \frac{K_1}{s(Js + B + K_2)} = \frac{K_1 / B + K_2}{s \left( \frac{J}{B + K_2} s + 1 \right)} = \frac{K_m}{s(\tau_m s + 1)}$$

Хөдөлгүүрийн өсгөлтийн коэффициент нь:

$$K_m = \frac{K_1}{B + K_2}; \quad (7)$$

Хөдөлгүүрийн хугацааны тогтмол нь:

$$\tau_m = \frac{J}{B + K_2};$$

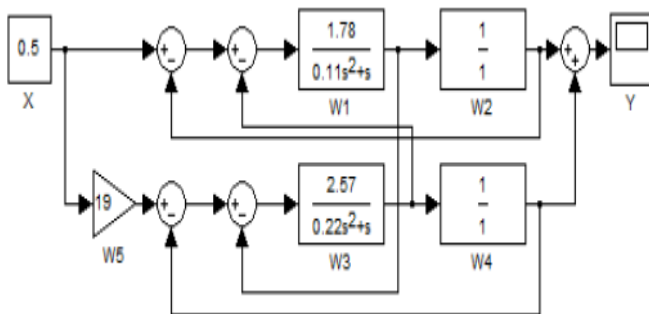
Хөдөлгүүрийн дамжуулах функц нь:

$$H_1(s) = \frac{1.78}{(0.11s^2 + s)}$$

$$H_3(s) = \frac{2.57}{(0.22s^2 + s)}$$

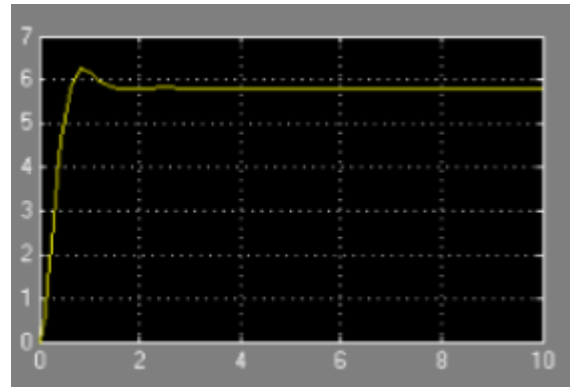
$$H_5(s) = 19;$$

байх бөгөөд эдгээр дамжуулах функцуудыг загварын бүтцийн схемд оруулж гаралтыг тодорхойлов.

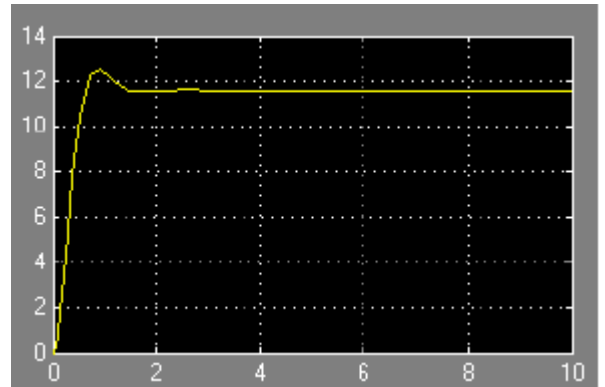


Зураг 3. Хугтах системийн Матлаб програм дээрх бүтцийн схем

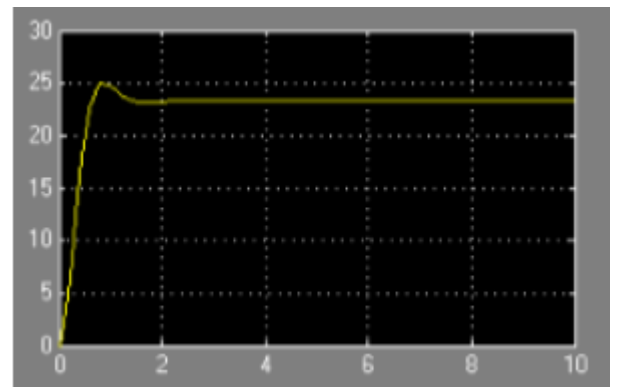
Оролтын тодорхой утгуудад гаралт хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг загварчлах программын тусламжтайгаар ажигласан ба түүний үр дүнг доорх зургуудаар харуулав.



Зураг. 4. Загварчлалын үр дүн, X=0.5

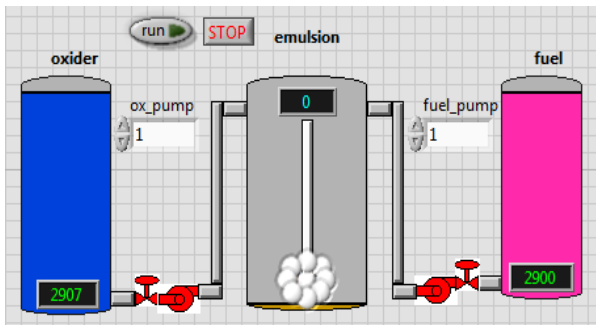


Зураг. 5. Загварчлалын үр дүн, X=1

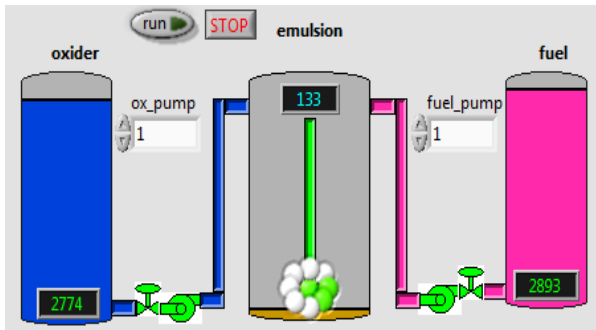


Зураг. 6. Загварчлалын үр дүн, X=2

Энэ загварыг labview програм дээр загварчилж ажиллагааг нь шалгаж үзсэн бөгөөд хэрэглэгчийн програмыг доорх зурагт харуулав.



Зураг.7. Үйлдвэрлэлийн процесс эхлээгүй үед



Зураг.8. Хэрэглэгчийн програм ажиллаж байгаа үед

## Ү. ДҮГНЭЛТ

Бид энэхүү судалгааны ажлыг хийснээр дараах үр дүнд хүрсэн

1. Судалгааны үр дүнд бий болсон загвар нь автоматжуулсан тогтвортой системийн төлөвийг илэрхийлж байгаа учир энэ загварыг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх боломжтой.
2. Энэ системийг нэвтрүүлсэнээр жигд уусмалуудын найрлага бүхий өндөр чанартай бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх боломжтой.
3. Хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл буурна.
4. Бэлэн болсон бүтээгдэхүүнийг тодорхой хугацаагаар хадгалах боломжтой

## НОМ ЗҮЙ

- [1] Б.Лайхансүрэн Ил, далд уурхайн тэсэлгээний ажил Улаанбаатар 2010
- [2] Ц.Эрдэнэцэцэг, Ц.Жамбалсамбуу, Д.Түвшинбаатар, Д.Даваадорж Технологийн процессын автоматжуулалт. Улаанбаатар 2000
- [3] Ж.Дашдорж Системийн загварчлалд матлаб программ хангамжийг ашиглах нь. Улаанбаатар 2009
- [4] Benjamin Kuo, Automatic Control Systems, ISBN -0-13-312174-7, 2006