Варіант №12

**Мета роботи :** навчитись будувати математичні моделі нелінійних об’єктів та використовувати засоби MatLab для іх дослідження .

**Завдання:** Побудувати та дослідити математичну модель відкритої гідравлічної ємності зображеної на малюнку нижче .

 h

 P1 P2

 *l1*  *l2*

Задані значення вхідних та керуючих величин : P1=30кПа ,P2=0.6кПа ,Kв=.005м2, l1=0.1 ,l2=0.9.

Значення стрибкоподібно змінюваних величин , які приводять систему до нового стану рівноваги : .3, .6, .9.

**Побудова математичної моделі :**

Приймемо, що масообмін на границі розподілу фаз рідина-повітря відсутній .

Запишемо рівняння збереження маси для даного об’єкту

$\frac{dm}{dt}$ =$Q\_{1}^{m}$-$Q\_{2}^{m}$ (1)

Де $Q\_{1}^{m}$ –масова витрата рідини ,кг/с.

Маса рідини в ємності m=$ρ$Sh ,

Де S=πd2/4 –площа дна ємності ,м2

h-рівень рідини в ємності

протікання рідини відбувається при сталій температурі , тому густина є незмінною ($ ρ$=const) . Це дозволяє спростити рівняння (1) і матиме воно наступний вигляд

 S$\frac{dh}{dt}$=Q1-Q2 (2)

Одержане рівняння є рівнянням збереження кількості речовини

На основі рівння витрати речовини у трубопроводі , на якому встановлено вентиль або РО , запишемо вирази витрати рідини у першому та другому трубопроводах

*Q1=Kвl1*$\sqrt{\frac{P\_{1}-ρgh}{ρ}}$ (3)

Q2= *Kвl2*$\sqrt{\frac{ρgh-P\_{2}}{ρ}}$ . (4)

Де g=9.81 м/с2 –прискорення вільного падіння .

Підставивши (3) та (4) у рівняння (1) одержимо

 S$\frac{dh}{dt}$= *Kвl1*$\sqrt{\frac{P\_{1}-ρgh}{ρ}}$- *Kвl2*$\sqrt{\frac{ρgh-P\_{2}}{ρ}}$(5)

Рівняння (5) є математичною моделлю об’єкта .

При t=0 об’єкт перебуває у стані рівноваги ,тобто Q1=Q2 , і рівень в ємності не змінюється . Тоді (5) набуває вигляду ;

*0=Kв*$l\_{10}\sqrt{\frac{P\_{10}-ρgh\_{0}}{ρ}}$ *- Kв*$l\_{20}\sqrt{\frac{ρgh\_{0}-P\_{20}}{ρ}}$

Де $l\_{10}$ *,*$l\_{20}$ *,*$P\_{10}$ *,*$P\_{20}$, *h0*- значення ступенів відкриття РО,тисків,рівня при t=0 в стані рівноваги .

Значення параметра *h0* можемо знайти з попереднього виразу .

*h0*=$\frac{1}{ρg}$($\frac{l\_{1}^{2}P\_{1}+l\_{2}^{2}P\_{2}}{l\_{2}^{2}+l\_{1}^{2}}$) (6)

Остаточно математична модель матиме вигляд

$$\left\{\begin{array}{c} S\frac{dh}{dt}= Kвl\_{1}\sqrt{\frac{P\_{1}-ρgh}{ρ}} - Kвl\_{2}\sqrt{\frac{ρgh-P\_{2}}{ρ}}\\h\left(0\right)=\frac{1}{ρg}(\frac{l\_{1}^{2}P\_{1}+l\_{2}^{2}P\_{2}}{l\_{2}^{2}+l\_{1}^{2}})\end{array}\right.$$

**Дослідження математичної моделі**

Дослідження моделі розпочнемо із розрахунку номанільного значення *h0* за формулою (6) у середовищі MATLAB :

h0=((l1^2\*P1+l2^2\*P2)/(l1^2+l2^2))/ro/g

h0= 0.09771015141344

Решта номінальних значень вхідних та керуючих величин відома.

**Знаходження реакції нелінійної моделі на стрибкоподібне збурення.**

Маючи початкове значення рівня *h(0)* та використовуючи функцію ODE23 знаходимо реакцію об’єкта на стрибкоподібну зміну ступеня відкриття регулюючого органу *l1* від 0.1 до 0.2 .Програма у MatLab для отримання векторів значень t,h показано нижче *.*

Файл MatLab із даними вхідних та керуючих величин. Цей файл записаний на диску під іменем dani1.

ro=1000; g=9.81;

kv=0.005;

P1=30000;

P2=600;

l2=0.9;

s=pi/4;

файл-функція математичної моделі записаний на диску під іменем lab1

function y=lab1(t,x)

dani1;

l1=0.2;

h=x(1)

%-----------

Q1=kv\*l1\*sqrt((P1-ro\*g\*h)/ro);

Q2=kv\*l2\*sqrt((ro\*g\*h-P2)/ro);

%-----------

y=[1/s\*(Q1-Q2)];

програма для формування векторів t,h

t0=0; tk=300;

h0= 0.09771015141344;

[t,h]=ode23('lab1',[t0 tk],h0);

figure(1); plot(t,h,'r-'); grid; xlabel('t,c'); ylabel('h,M');

графік зміни рівня в часі спричинений зміною відкриття регулюючого органу *l1*



З графіка видно що збільшення ступеня відкриття регулюючого органу *l1* призводить до збільшення рівня рідини в ємності . У новому стані рівноваги рівень прямує до значення h($\infty $)=0.201.

Побудова графіку залежності значень вхідної величини об’єкту *h*  у стані рівноваги від значень вхідної величини *l1* :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  *l1* |  0.1 |  0.3 |  0.6 |  0.9 |
|  *h,m* |  0.0977 |  0.3609 |  0.9833 |  1.5596 |

l=[0.1, 0.3, 0.6, 0.9];

h=[0.0977, 0.3609, 0.9833, 1.5596];

plot(l,h,'r-');

grid;

xlabel('l'); ylabel('h,m');

Графік залежності значень вхідної величини об’єкту *h*  у стані рівноваги від значень вхідної величини *l1*



З графіка видно, що збільшення ступеня відкриття РО *l1*призводить до збільшення рівня рідини в ємності .

**Висновки :**

///////////////////////////////////////////////////////

t0=0; tk=300;

h0= 0.09771016152793;

 [t,h]=ode23('lab1',[t0 tk],h0);

figure(1); plot(t,h,'r-'); grid; xlabel('t,c'); ylabel('h,M');

function y=lab1(t,x)

dani1;

l1=0.2;

%-----------

Q1=kv\*l1\*sqrt((P1-ro\*g\*x)/ro);

Q2=kv\*l2\*sqrt((ro\*g\*x-P2)/ro);

%-----------

y=[1/s\*(Q1-Q2)];

ro=1000; g=9.81;

kv=0.005;

P1=30000;

P2=600;

l1=0.1; l2=0.9;

s=pi/4;

h0=((l1^2\*P1+l2^2\*P2)/(l1^2+l2^2))/ro/g

h0= 0.09771015141344

