

Folyamatirányítás

Számítási gyakorlatok

Gyakorlaton megoldandó feladatok

Készítette: Dr. Farkas Tivadar

2010

I.-II. RENDŰ TAGOK

1. feladat

Egy tökéletesen kevert, nyitott tartályban folyamatosan meleg vizet gyártunk közvetlen gőzbefűvéssel. A kezdeti stacionárius állapotban $t_1(0) = 20^\circ\text{C}$ -ról $t_2(0) = 60^\circ\text{C}$ -ra melegítjük a vízáramot. A gőzáramot ugrásszerűen 25 kg/h -val megnövelve a kilépő víz hőmérséklet növekedni kezd az alábbi időfüggvény szerint.

$i \text{ [min]}$	0	1	2	4	6	8	10	15	20	∞
$t_2 \text{ [}^\circ\text{C]}$	60	61,7	63,7	67,0	69,9	72,4	74,6	79,0	82,1	90

- a) A fenti átmeneti függvényt linearizálva bizonyítsa be, hogy a hőcserélő $G(s) = \frac{t_2(s)}{\dot{m}_{\text{gőz}}(s)}$ átviteli függvénye $\frac{A}{T \cdot s + 1}$ alakú!
- b) Adja meg az A és T konstansokat!
- c) Hogyan változik a kilépő áram hőmérséklete időben, ha az eredeti stacionárius állapotban elhanyagolhatóan rövid idő alatt 10 kg gőz kerül a rendszerbe?
- d) Hogyan változik a kilépő áram hőmérséklete időben, ha az eredeti stacionárius állapotban a gőzáramot pillanatszerűen elzárjuk?
- e) A d) pontbeli zavarást követően mennyi idő alatt csökken a hőmérséklet 50°C -ra?
- f) Hogyan kell megváltoztatni a hőcserélő paramétereit, ha azt akarjuk, hogy a d) pont szerinti zavarás után legalább 6 percig ne csökkenjen a hőmérséklet 50°C alá?

2. feladat

Egy 55 literes tökéletesen kevert izoterm reaktorban egy bruttó $1,15$ rendű reakció megy végbe. A kezdeti stacionárius állapotban a bemenő áram koncentrációja $4,15 \text{ kmol/m}^3$, a kimenő áram koncentrációja $0,6 \text{ kmol/m}^3$, a térfogatáram 75 l/h .

- a) Írja fel a bemenő és kimenő koncentrációk közötti átviteli függvényt!
- b) Írja fel a kimenő koncentráció időbeli változását, ha a bemenő koncentráció ugrásszerűen $4,5 \text{ kmol/m}^3$ -re nő?
- c) Mekkora eltérés engedhető meg a bemenő koncentrációban, ha a kimenő koncentrációnak $0,5 \text{ kmol/m}^3$ és $0,8 \text{ kmol/m}^3$ között kell maradnia?

3. feladat

Egy tökéletesen kevert, 120 m^3 -es nyitott tartályban folyamatosan $600 \text{ m}^3/\text{h}$ meleg vizet gyártunk. A kezdeti stacionárius állapotban 10°C -ról 50°C -ra melegítjük a vízáramot, a gőzáram 42 kg/h . A fémrészek hőkapacitása elhanyagolható. A tartályban levő víz hőmérsékletét egy hőmérővel mérjük, aminek időállandója $1,5$ perc.

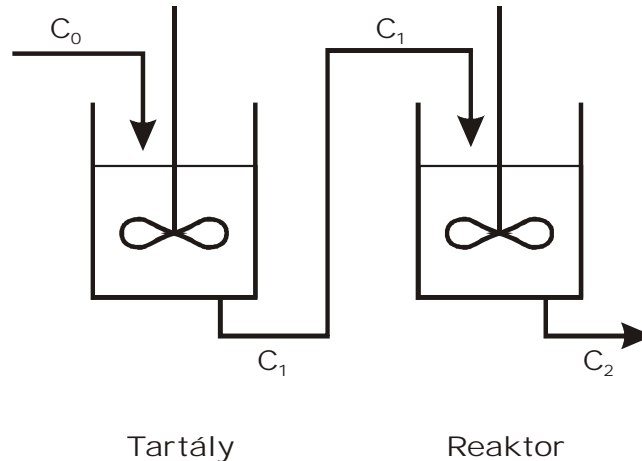
A gőzadagolás hibája miatt elhanyagolhatóan rövid idő alatt 7 kg gőz kerül a rendszerbe.

- a) Írja fel a kimenő áram hőmérsékletének időfüggvényét!
- b) Írja fel a hőmérőről leolvasható hőmérséklet időfüggvényét!
- c) Mennyi a hőmérő által mutatott legmagasabb hőmérséklet?

Számoljon úgy, hogy 1 kg gőz mindig 2400 kJ hőt ad át a víznek! A víz fajhője $4,18 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{C})$.

4. feladat

Egy 7 literes, tökéletesen kevert tartályban 0,05 kmol/h 'A' anyagból és oldószerből 12 l/h oldatot állítunk elő. Az oldatot egy megfelelő hőmérsékletű, 5 literes tökéletesen kevert izoterm reaktorba vezetjük, ahol a kezdeti stacionárius állapotban az 'A' anyag 18 %-a elreagál egy bruttó 1,5 rendű reakcióban.



- Az 'A' anyag árama ugrásszerűen 0,06 kmol/h-ra változik. Írja fel a kimenő áram koncentrációjának időbeli változását!
- Az a) pont zavarása után 1 órával mekkora lesz a kimenő áram koncentrációja?
- Az oldatkészítő tartályba elhanyagolhatóan rövid idő alatt 0,03 kmol 'A' anyag kerül. Hogyan változik ezután a reaktorból kilépő oldat koncentrációja?

SZELEPEK

5. feladat

Egy hőcserélőben vízzel hűtünk. Az áramot állandó 5 bar nyomáskülönbség tartja fent. 50 m³/h áram esetén a hőcserélő áramlási ellenállása 3 bar.

- Milyen áteresztőképességű szelepet kell beépíteni, ha legfeljebb 50 m³/h áramot akarunk biztosítani?
- Az áram szabályozására egy $k_{v,max} = 50$ m³/h áteresztőképességű, exponenciális üzemi átfolyási karakterisztikájú ($n=3$) szelepet építünk be. Hány százalékban lesz nyitva a szelep
 - 50 m³/h,
 - 30 m³/h,
 - 60 m³/h térfogatáram esetén?
- Mekkora vízáram folyik át a hőcserélőn teljesen nyitott szelep esetén?

6. feladat

Egy technológiai vezeték eleje és vége között 1,6 bar állandó nyomáskülönbség van. Ekkora nyomáskülönbség hatására a vezetékben 40 m³/h folyadékáram jön létre a vezetékben. A folyadék sűrűsége 1150 kg/m³. A vezetékbe beépítünk egy $k_{v,max} = 35$ m³/h áteresztőképességű szabályozószelepet (exponenciális üzemi átfolyási karakterisztika, $n = 3$).

Milyen térfogatáram folyik át 60 %-os szelepnyitás mellett?

SZABÁLYOZÓKÖRÖK

7. feladat

Egy 1,5 m átmérőjű, 3 m magas álló tartályt áramláskiegyenlítésre használunk. A kimenő áramot szivattyú szállítja, amely az áram nagyságától függetlenül 0,75 bar nyomást biztosít. A folyadék víz.

A távadó méréshatára 2,5 m. Úgy van beállítva, hogy 0,25 m és 2,75 m között mér.

A szabályozó P szabályozó, melynek erősítése $A_P = 1,5$.

A kifolyó áramot lineáris alap átfolyási karakterisztikájú szabályozószeleppel változtatjuk, $k_{v,max} = 50 \text{ m}^3/\text{h}$. A csővezeték ellenállása elhanyagolható.

Egy stacionárius állapotban $30 \text{ m}^3/\text{h}$ átfolyás esetén a szint 1,75 m.

- a) Írja fel a szabályozókör $G(s) = \frac{h(s)}{W_{be}(s)}$ átviteli függvényét!
- b) Milyen intervallumban változhat a kimenő áram?
- c) Milyen intervallumban változhat a bemenő áram?
- d) A bemenő áram változásának hatására milyen tartományban mozoghat a folyadékszint?
- e) A kezdeti stacionárius állapotban a bemenő áram ugrásszerűen $35 \text{ m}^3/\text{h}$ -ra nő. Írja fel a kimenő térfogatáram időbeli változását!

8. feladat

Egy fekvő hengeres tartályban szoros szintszabályozást végzünk. A tartály átmérője 2 m, hossza 3 m. A tartály zárt, a folyadék feletti térben 0,5 bar állandó túlnyomás van. A távadó méréshatára 0,5 m, a szintet a tartályban 1,3 m és 1,8 m között méri. A kimenő vezetékben egy $k_{v,max} = 50 \text{ m}^3/\text{h}$ áteresztőképességű szelep van, amelynek üzemi átfolyási karakterisztikája közel lineáris a 20 % – 80 % bemenő jel tartományban. A csővezeték ellenállása elhanyagolható. A folyadék víz. Az alapjel úgy van beállítva, hogy 150 cm folyadékszint esetén a szelep 20%-ban nyitva van.

Azt akarjuk, hogy a 150 cm – 155 cm közötti szintváltozás a szelepállást 20 % és 80 % között változtassa.

- a) Milyen erősítést állítsunk be ehhez a P szabályozón?
- b) A kezdeti stacionárius állapotban a bemenő áram ugrásszerűen $20 \text{ m}^3/\text{h}$ -ra nő. Mikor lesz a folyadékszint 152 cm?

FREKVENCIAVIZSGÁLAT

9. feladat

Egy szabályozókörben a szabályozott szakasz átviteli függvénye

$$G(s) = \frac{0,75 \cdot e^{-5 \text{ min} \cdot s} (6 \text{ min} \cdot s + 0,5)}{(13 \text{ min} \cdot s + 1)^4 \cdot (18 \text{ min} \cdot s + 1,5)}$$

- a) Számítsa ki a szakasz frekvenciafüggvényét, és ábrázolja Bode diagramon!
- b) Számítsa ki a kör kritikus paramétereit!
- c) Számítsa ki a fenti szakaszhoz Ziegler-Nichols szerint illesztett P szabályozó erősítési tényezőjét!
- d) Számítsa ki a P szabályozót tartalmazó kör fázistartalékát!
- e) Számítsa ki a P szabályozót tartalmazó kör erősítési tartalékát!
- f) Számítsa ki egy PID szabályozó paramétereit, amelyet a Ziegler-Nichols táblázat szerint illesztett a szakaszhoz!
- g) Számítsa ki a PID szabályozót tartalmazó felnyitott kör frekvenciafüggvényének egy pontját (amplitúdóviszony és fáziskésés), ha $\omega = 0,1$ 1/min!