

BEVEZETÉS A RENDSZERTECHNIKÁBA

Szerkeszti: PALLAI IVÁN

Lapunk 1969. évfolyamában cikksorozatot indítunk „Bevezetés a rendszertechnikába” címmel.

A rendszertechnikának, mint tudományágnak megszületése a rendszerek kezelésének szükségességéből fakadt, és kifejlődését az a technikai haladás tette lehetővé, amely a számológépek kifejlesztéséből adódott. A rendszertechnikai tárgyalás mód különösen a komplex, hierarchikus rendszerek esetén indokolt.

A rendszertechnikában rendszeren értjük egymással és környezetükkel kölcsönhatásban levő elemeknek olyan hálózatát, amelyben az elemeket és a köztük levő kölcsönhatásokat azonos szempontok és elvek szerint értelmezzük. Az elemek és a rendszer fogalmát rekurzív módon értelmezzük úgy, hogy egy rendszer eleme lehet egy hierarchikusan magasabbrendű rendszernek és megfordítva, valamely rendszernek egy-egy eleme önmagában egy-egy hierarchikusan alacsonyabbrendű rendszer lehet.

A komplex termelőberendezések ilyen hierarchikus rendszerek.

A rendszertechnikai tárgyalás feladata az, hogy meghatározza azon feltételeket, amelyek mellett a rendszer célját optimálisan teljesíti.

Egy rendszer adott célszerű optimális viselkedésének feltétele elemeinek külön-külön e célszerű optimális működése és az elemek optimális együttműködése. Ezen feltétel megfordításából következik, hogy egy optimálisan működő rendszer akkor optimális egyúttal a hierarchikus rendszer szempontjából is, ha célja az a cél és korlátai azok a korlátok, amelyeket a hierarchiában közvetlenül fölérendelt rendszer optimumának feltételei határoznak meg.

Ez a gondolat az ismert optimalitási elvnek („principle of optimality”) rendszertechnikai megfogalmazása. Mivel a rendszertechnika feladata a rendszerek optimális viselkedésének biztosítása, a rendszertechnikus munkájában az optimalitás elvének állandó vezérgondolatnak kell lennie.

A vegyipar üzemei és termelő egységei komplex voltuknál és hierarchikus felépítésüknél fogva jellegzetes objektumai a rendszertechnikai tárgyalásnak. A rendszertechnika alkalmazásának konkrét végcélja az üzemek leggazdaságosabb irányítása. A cikksorozat során részletesebben is rámutatunk arra, hogy az optimalizáló irányításnak elsősorban az optimalizáltan tervezett üzemeknél van létjogosultsága. Mindkét optimalizáló tevékenységnek alapja az üzem részeinek és egészének adekvát modellje.

A cikksorozatban vegyipari folyamatok modellezésével, optimális tervezésével és irányításával foglalkozó közleményeket közlünk. Az egyes közleményekben — ahol lehet — igyekezzünk az egyszerű és bonyolult rendszereket valamint a stacionárius és tranzienst folyamatokat külön tárgyalni.

P. I.

A rendszertechnika és a vegyészmérnöki tudomány I.

BENEDEK PÁL*

Minden fiatal tudományág vagy akárcsak érdeklődési terület is fogalmak tisztázásával és nomenklatúrával küszködik. A rendszertechnika mindenestre új érdeklődési terület és fiatal tudomány. Célszerű lesz a rendszertechnika kifejtését a fogalmak tisztázásával kezdeni, vagy legalábbis megkísérelni a fogalmak tisztázását.

Néhány alapfogalom

A rendszer definíciója

Már a kezdet kezdetén a rendszer fogalmába ütközünk. A rendszertechnikában rendszeren elemek olyan hálózatát értjük, amely környezetével kölcsönhatásban van. Ez a fogalom természetesen csak akkor mond valamit, ha a definícióban szereplő fogalmak is egyértelműek és kellőképpen világosak. Vegyük sorra e fogalmakat.

A nomenklatúra

Az elem ebben az összefüggésben a rendszernek egy részét jelenti. Eszerint rendszerről csak akkor érdemes beszélni, ha legalább két része van, de eleve jelezzük, hogy a rendszertechnika sok elemet tartalmazó rendszerekkel foglalkozik. Azonos szempontok vagy szabályok szerint értelmezzük adott rendszer elemeit, s ez az adott rendszer a maga egészében lehet eleme egy másik, magasabb rendű rendszernek. A vegyipari rendszertechnikában gyakran egy-egy termelő folyamatot tekintünk rendszernek. Innen származik a rendszertechnika egyik szinonim elnevezése, amelyet Korach [1] adott: *folyamattan*. A teljes termelő folyamatnak mint rendszernek elemei az egyedi műveletek (desztilláció tányéros oszlopban, hőcserélő, tökéletesen kevert reaktor stb...), de az elemek közé kell sorolni minden egyes szabályozó kört is, sőt az elemek közé tartoznak a termelő folyamat irányításá-

* Magyar Vegyipari Egyesülés Mérnöki Irodája.

ban döntést hozó emberek is (a tervezés stádiumában a tervező mérnökök az üzemeltetés stádiumában az operátor mérnökök). A fentiekből rögtön látható, hogy a teljes termelő folyamat, mint rendszer kielégíti a műveleti egység *Benedek és László* [2] definiálta fogalmát. *Földvári* [3], valamint *Palai* [4] a sok és eltérő jellegű elemből álló teljes termelő folyamatot bonyolult műveleti egységnek neveztek el.

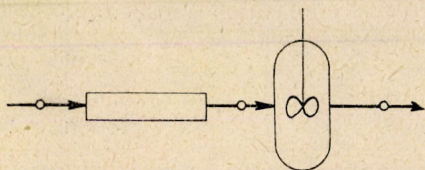
A nomenklatura másodrendű jelentőségű, de a szinonimák mégiscsak mondanak valamit. A görög szisztema a „szün” és a „chisztemi” vagyis az „együtt” és „helyez” szavakból áll össze. A magyar „rendszer” arra utal, hogy az együvé helyezett elemek között összefüggés, szabályos kapcsolat, valamiféle rend van. A Korach-féle „folyamat” az angol „flow” helyett áll és éppen azt fejezi ki, hogy az elemek közötti kapcsolatot anyagi természetű áramlás hozza létre. A „bonyolult műveleti egység” kifejezésben az „egység” az elemek együvéhelyezésére, egységére céloz, s a „bonyolult” az elemek sokaságára, s a köztük levő kapcsolatok jellegére hívja fel a figyelmet. Arra talán, hogy az elemek együttese, összesége, egysége olyasvalami, amelyben az elemek egyéni viselkedése kölcsönös összefüggések révén motiválódik és determinálja az egész, az egység, a rendszer viselkedését.

A Korach-féle „folyamat” elnevezés mond a legtöbbet a kölcsönös kapcsolatok és összefüggések természetéről, mert közvetlenül utal az elemek közti anyagi áramlásra. Szó van azonban egy másfajta áramlásról is; a rendszer elemei között információ is áramlik, mégpedig nemcsak fizikai tulajdonságokra utaló, hanem ökonómiai természetű információ is. A kémiai értelemben vett anyag áramlását éppúgy mint az információkét összeköttetések biztosítják: csövek, huzalok, általános értelemben vett csatornák.

Az elemek és a hálózat

A rendszer viselkedése szempontjából tehát két mozzanatot kell figyelembe venni: az elemek egyedi viselkedését és azt, hogy az elemek közötti áramlást lebonyolító csatornák létezése folytán az elemek egyedi viselkedése motiválódik és ez a motiváció az elemeket összekötő csatornák *hálózata* szerint más és más. Ezt úgy kell érteni, hogy egyébként számban és minőségben megegyező elemeket tartalmazó rendszerek különbözőképpen viselkednek, ha az elemek hálózata eltérő.

Úgy tűnik tehát, hogy egy rendszer működése egyaránt függ elemeinek és az elemeket összekötő hálózat sajátosságaitól. Ezt a kijelentést rögtön illusztrálni lehet a következő nagyon egyszerű példán.



1. ábra

Tekintsünk két olyan rendszert, amelyek mindegyike két elemből, nevezetesen egy tökéletesen kevert reaktorból és egy tökéletes kiszorítású reaktorból áll. Mindkét rendszerben e két elem sorbakapcsolt, s a két rendszer csak az elemek sorrendjében különbözik. Egyébként azonos feltételek mellett e két rendszer nem azonosan viselkedik, nevezetesen a konverzió a két rendszerben — általában — különböző lesz [5]. A részletek tárgyalása nélkül, csak a másodrendű reakció esetét mutatjuk be. Ha az első reaktor tökéletes kiszorítással, a második pedig tökéletes keveréssel működik (1. ábra), a konverzió az alábbi összefüggésből számítható:

$$m = \frac{x_b - x}{2x_b(1-x)} \left[1 + \sqrt{1 + 4 \frac{1+x_b}{x_b-x}} \right] \quad (1)$$

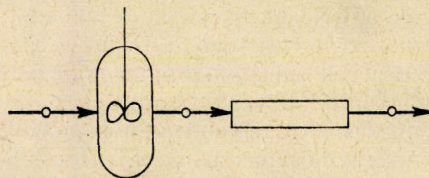
Ha az első reaktor tökéletes keveréssel, a második pedig tökéletes kiszorítással működik (2. ábra) az összefüggés a következő:

$$m = \frac{x_b - x}{x_b(1-x)} + \sqrt{\frac{x_b - x}{x_b(1-x)} \cdot \frac{1-x_b}{x_b}} \quad (2)$$

ahol m a tökéletesen kevert reaktor térfogata a két reaktor V összterfogatának hányadában;
 x a két sorbakapcsolt reaktorban elért összkonverzió;

x_b az a konverzió, amely tökéletes kiszorítással működő egyetlen V térfogatú reaktorban érhető el.

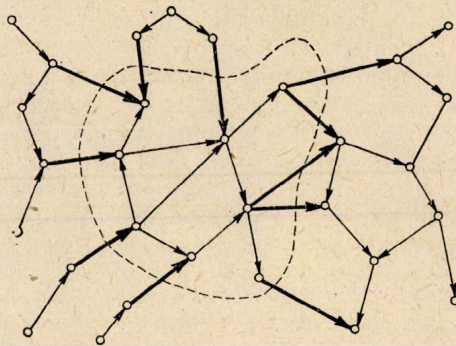
Ezt a példát annak illusztrálására hoztuk fel, hogy valamely rendszer viselkedését nem csupán a rendszer elemei, hanem az elemek hálózata is befolyásolja.



2. ábra

A rendszer viselkedése

A példa elég triviális ahhoz, hogy megértsük mit jelent a „rendszer viselkedése”. Mégis szükségesnek látszik, hogy ezt a fogalmat is behatóan értelmezzük. Azt mondtuk, hogy a rendszer elemek hálózata. Ezt a kijelentést az anyagi világra is kiterjeszthetjük és ebben az anyagi világban elhelyezkedő elemek mindegyikéről eldönthetjük, hogy a kiszemelt rendszerbe tartozik-e vagy sem. Azt is mondhatjuk a rendszerbe nem tartozó elemekről, hogy ezek alkotják a rendszer *környezetét*, de a környezetbe tartozó elemeket a rendszer vizsgálatakor



3. ábra

nem is kell számbavenni. Nem lehet ugyanis olyan elem, amely a rendszernek is meg a környezetének is egyaránt része, és ezért a rendszer és környezete között mindenféle érintkezés, hatás csatornán keresztül valósulhat meg (3. ábra). Az is rögtön kitűnik, hogy nemcsak a környezetbe tartozó elemek, hanem környezetbe tartozó csatornák, a környezeti hálózat jelentősége is elmosódik a rendszer szempontjából. Kitüntetett szerephez jutnak viszont a környezetből a rendszerbe vivő, illetőleg a rendszerből a környezetbe vivő csatornák. Az előbbieket a rendszer *inputját*, az utóbbiak a rendszer *outputját* jelentik.

A rendszer adott inputra meghatározott outputtal reagál. Ebben az értelemben beszélünk a rendszer „viselkedés”-éről.

A rendszerek hierarchiája

E viselkedés szempontjából minden input forrása és minden output nyelője a környezet és egy kiszemelt rendszer viselkedésének tanulmányozásakor ez a műfogás nagyon kényelmes és célravezető. Be kell látnunk azonban, hogy valójában ebben a környezetben létező és hálózattal összekapcsolt további elemek egy másik halmazra egy másik rendszert, harmadik halmazra pedig egy harmadik rendszert alkot, és így tovább, s hogy e rendszerek ismét csak a hálózat révén kapcsolatban vannak egymással. Arról van tehát szó, hogy a most tárgyalt rendszerek tulajdonképpen hálózattal összekapcsolt elemei egy hierarchikusan magasabb rendű rendszernek. Ha rendszernek tartjuk egy kőolajfinomító atmoszférikus és vákuum-lepárló termelő vonalát, amelynek elemei: csökemencék, hőcserélők, lepárló oszlopok, szivattyúk stb.; ha rendszernek tartjuk egy kőolajfinomító benzineformáló termelő vonalát, amelynek elemei: csökemencék, hőcserélők, lepárló oszlopok, szivattyúk, reformáló reaktorok, kompresszorok stb.; ha rendszernek tartjuk egy kőolajfinomító aromás extraháló termelő vonalát, amelynek elemei: hőcserélők, lepárló oszlopok, extrakciós oszlopok, szivattyúk stb. . . . s mindezek és még más rendszerek egyetlen telephelyen léteznek, továbbá anyagi és informatív áramok révén kapcsolatban vannak egymással, akkor nem nehéz arra a belátásra jutni, hogy mindezek a termelő vonalak hálózattal összekapcsolt elemei egy hierarchikusan magasabb rendű rendszernek: egy vertikális felépítésű kőolajfinomító.

A dolog azonban hasonlóképpen érvényes a hierarchiában ellentétes irányban is. Elvégre az a lepárló berendezés, amelyet mondjuk egy benzin reformáló termelő vonalnak, mint rendszernek elemeként tekintettünk az imént, maga is rendelkezik elemekkel (hőcserélők, tányérok, kondenzátor, rebojler, reflux-szivattyú stb.), s ezeket az elemeket csatornák kapcsolják össze, vagyis magá is rendszer. Azt mondhatjuk tehát, hogy ha

egy rendszer környezetében egy hierarchia azonos fokozatán álló rendszerek léteznek, akkor e rendszerek egyszersmind elemei a hierarchia magasabb fokozatán álló rendszernek.

Egy ilyen, a vegyész-mérnöki tudomány szempontjai szerint felépített hierarchia egyes fokozatai a következők:

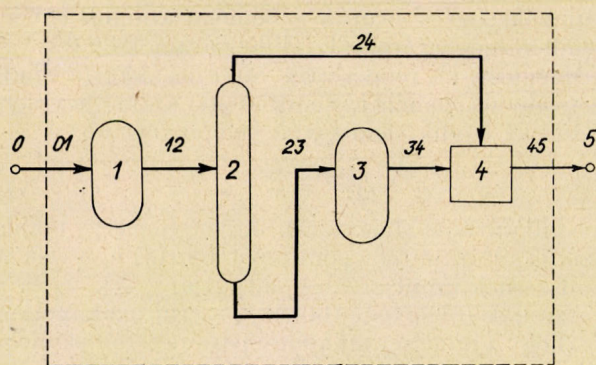
1. egyszerű műveleti egységek,
2. összetett műveleti egységek,
3. bonyolult műveleti egységek (azaz termelő vonalak),
4. vegyi gyár.
5. vegyipar.

A rendszer célja

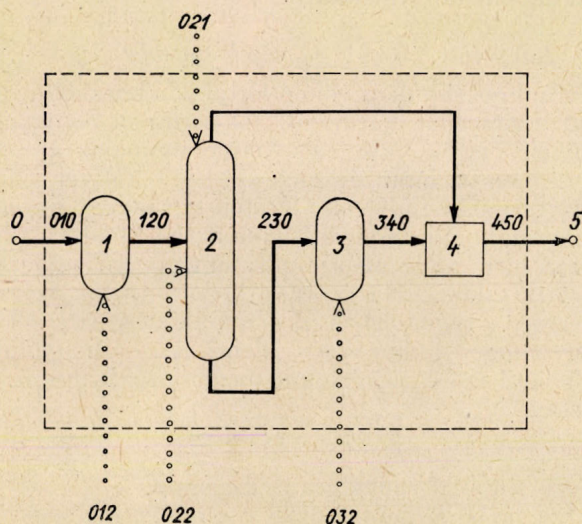
Az a felismerés, hogy a rendszer más rendszerek környezetében és hierarchiájában helyezkedik el, elég lényegesnek tűnik. Elvégre — kőolajfinomító példánknál maradva — egy atmoszférikus vákuum-lepárló termelő vonal nem azért működik, hogy kőolajat párlatokra bontson, hanem azért, hogy e párlatok további feldolgozás munkatárgyai legyenek, s végül e további feldolgozás termékei a fogyasztókhoz eljussanak. A fogyasztói igények azonban mennyiségi és minőségi szempontból ingadoznak, és ez az ingadozás nemcsak a párlatok feldolgozási módjára, technológiai körülményeire hat, hanem visszahat a gyártási vertikum elejére az atmoszférikus és vákuum-lepárló termelő vonal technológiai körülményeire is. Ebből az következik, hogy a termelő vonal, mint rendszer egyedi működési célját csupán környezetében és a hierarchiában elfoglalt helyzetében és az ebből adódó korlátozások figyelembevételével képes elérni. Egy kőolajfinomítóban elhelyezkedő atmoszférikus és vákuum-lepárló termelő vonalnak valami olyasféle célja van, hogy nagy értéktömeget kis ráfordítással hozzon létre, vagyis, hogy az értéktömeg és a ráfordítások különbsége maximális legyen. A környezetben elhelyezkedő további rendszerek mindegyikének egyedi célja is ugyanez. Éppen ez az, ami a rendszerek között konfliktust hoz létre. Gondoljunk például arra, hogy *A* rendszer akkor érhet el maximumot, ha egy adott *P* párlatból a lehető legkevesebbet termeli, *B* rendszer pedig akkor, ha *P* párlatból a lehető legtöbbet használhatja fel. Minthogy e rendszerek elemei egy, a hierarchia magasabb fokán álló rendszernek, vagyis a kőolajfinomító, és kézenfekvő, hogy ennek célja az, hogy a kőolajfinomító kibocsájtott termékek globális értéktömege és a kőolajfinomító össz-ráfordítás különbsége legyen maximális, *P* párlatból *A* rendszer annyit fog előállítani *B* pedig felhasználni, amennyi ennek a maximumnak eléréséhez szükséges. Vagyis *P* párlat mennyiségének a kőolajfinomító célja szempontjából van egy *optimális* értéke. Ebből viszont az következik, hogy a hierarchia alacsonyabb fokán álló *A* rendszernek kötelessége *P* párlatból ezt az optimális mennyiséget megtermelni, még akkor is, ha ez *A* rendszerben a maximum maximum elérését korlátozza.

Ennek a gondolatmenetnek summája tehát az, hogy egy rendszernek a célját úgy kell elérnie, hogy figyelembe veszi azokat az előírásokat és korlátozásokat, amelyek a hierarchiában magasabb fokon levő rendszer céljának elérése érdekében optimálisak.

Az előzőekben a rendszer definíciójából kiindulva kifejtettük azokat a fogalmakat, és felvázoltuk azokat az



4a ábra



4b ábra

A technológiai feladat a következő. Előállítandó az $A \rightarrow B$ izomerizációs reakcióval B anyag úgy, hogy a termék legfeljebb s_A százalék A anyagot tartalmazzon szennyezésként. A folyamatábrán ismertetett megoldás két reaktorra osztja az izomerizációt. Az első reaktorból kilépő anyagáramot desztillációval két részre bontják, a fenéktérmet (amely főlegében A anyag) viszik a második reaktorra. Ez a megoldás abból a megfontolásból fakad, hogy a kellő konverzió elérése egyetlen reaktorban igen nagyméretű reaktort kívánna

összefüggéseket, amelyek a rendszer fogalmának pontosabb megértéséhez vezetnek.

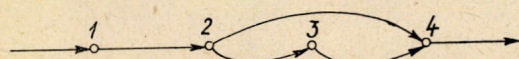
Fejtetésünk mind ez ideig kvalitatív volt. A rendszertechnika, amelynek tárgya a rendszer viselkedése, éppenséggel nem kvalitatív, hanem kvantitatív. A rendszertechnika matematikai eszközökkel kezeli tárgyát: a rendszert. Ezért át kell térnünk a rendszer matematikai leírásának problémakörére.

A rendszer leírása

Egy rendszer leírása két dolgot tartalmaz:

- a rendszer elemeinek definícióját,
- az elemeket összekötő hálózat definícióját.

A vegyipari termelő vonalak (bonyolult rendszerek) illetően leírásának klasszikus módja a folyamatábra.



5. ábra

Folyamatábra és kódolás

Jó gondolatot adott ezzel kapcsolatban Korach és Haskó [6], akik a folyamatábrát, hogy a hálózatok tanulmányozása szempontjából felesleges adatoktól mentesítsék, irányított gráffal reprezentálták. A folyamatábrából könnyű az irányított gráfhoz eljutni, ha a rendszer elemeit ponttal, a csatornákat pedig vonallal ábrázoljuk. A 4a ábra folyamatábrájával leírt rendszer gráf reprezentációja az 5. ábrán látható. A rendszernek négy eleme van és hat csatornája, amelyeken anyagáramok folynak.

Ha a rendszer elemeit sorszámozzuk, akkor a rendszer csatornáit kettős számmal kódolhatjuk, kivéve az 1. elembe vezető inputcsatornát és a 4. elemből kivezető outputcsatornát. Jelöljük az input környezetbeli forrását 0, az output környezetbeli nyelőjét az 5 kódszámmal. E jelölésekkel a rendszer elemei és áramai kvalitatíve egyértelműen leírhatók (a 4a ábra jelöléseivel). Tegyük fel, hogy a most tárgyalt rendszerben a lepárló refluxarányát módunkban van változtatni. Ez azt jelenti, hogy a rendszernek még egy inputja van: annak a beavatkozásnak a forrása, amely a reflux-arányt meghatározza. A 4b folyamatábrán megkülönböztetettül szaggatott vonallal jelöljük azt a csatornát, amelyen ez a beavatkozás rendeltetési helyére eljut. Hasonlóképpen érdemes lesz a csatornák kódjait még egy harmadik jeggyel bővíteni, amely azt jelzi, hogy anyagáramról vagy beavatkozási csatornáról van szó. Jelöljük az anyagáramokat 0-val, a beavatkozási információkat 1-gyel. A kód megfelelően bővül, például a most említett refluxarány kódszáma a következő lesz: 021.

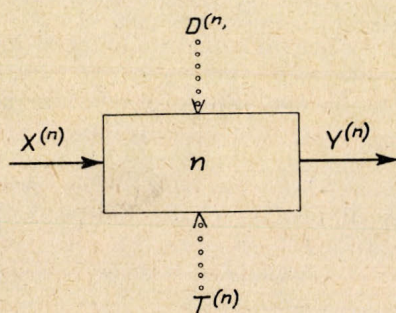
Ha a most vizsgált rendszer tervezési stádiumban van, még további döntésekre is van lehetőség. Ezek a műveleti egységek méretére és működésük egyéb jellemzőire vonatkoznak (pl.: katalizátor szemcsemérete, aktivitása). Ezeket nevezzük működési paramétereknek, mert a tervezési stádium befejeztével, a berendezés működtetésekor e méretek és jellemzők nagyságát már nem lehet változtatni. Ennek megfelelően a folyamatábra és a leírás tovább bővíthető és ha 2 jellel utalunk a harmadik jegyben a működési paraméterekre, írhatjuk például az első reaktor térfogatának kódszámát: 012. Végül is a kódokat az 1. táblázatban foglaljuk össze. A rendszer leírására használt kódolásnak sok más konvencióját is kidolgozták. A konvenció esetről esetre változhat, és alkalmazkodnia kell azokhoz a munkaeszközökhöz is, amelyeket a rendszertechnikai vizsgálatokban felhasználnak (például elektronikus számítógép). A háromjegyű kódot esetleg tovább is kell bővíteni. A rendszer leírására használt kódok halmaza a rendszer „személyi igazolványa” és még semmit sem mond a rendszer viselkedéséről.

Az áram vektorok

Hogy közelebb jussunk a rendszer viselkedéséhez, vizsgáljuk most a rendszer egy kiragadott elemét. Ez a kiragadott elem adott bemenő áramokra, adott működési paraméterek és a beavatkozó változók adott értéke mellett, meghatározott kimenő áramokkal reagál. Legyen ez a kiragadott elem

1. táblázat

Kódok			
Megnevezés	K ó d		
<i>Elemek</i>			
Első reaktor			1
Lepárló torony			2
Második reaktor			3
Keverő			4
<i>Anyagáramok</i>			
Input	0	1	0
Első reaktor és lepárló között ...	1	2	0
Lepárló és második reaktor között	2	3	0
Lepárló és keverő között	2	4	0
Második reaktor és keverő között	3	4	0
Output	4	5	0
<i>Beavatkozási csatornák</i>			
Refluxarány	0	2	1
<i>Működési paraméterek</i>			
Első reaktor térfogat	0	1	2
Tányérszám lepárlóban	0	2	2
Második reaktor térfogat	0	3	2



6. ábra

valamely rendszer n -edik eleme (6. ábra) és jelöljük az i -edik bemenő áram jellemző tulajdonságainak vektorát így: $x_i^{(n)}$. Ha a jellemző tulajdonságok száma m , akkor:

$$x_i^{(n)} = [x_{i1}^{(n)}, x_{i2}^{(n)}, \dots, x_{im}^{(n)}] \quad i = 1, 2, \dots, f \quad (3)$$

Hasonlóképpen a j -edik kimenőáram tulajdonságainak vektora:

$$y_j^{(n)} = [y_{j1}^{(n)}, y_{j2}^{(n)}, \dots, y_{jm}^{(n)}] \quad j = 1, 2, \dots, g \quad (4)$$

Jelöljük a beavatkozó változók vektorát $D^{(n)}$, valamint a működési paraméterek vektorát $T^{(n)}$ szimbólummal. Az n -edik elem stacionárius viselkedését a következő összefüggés írja le:

$$y_j^{(n)} = F_j [X^{(n)}, d^{(n)}, t^{(n)}] \quad (5)$$

ahol az $X^{(n)}$ mátrix a következőt jelenti:

$$X^{(n)} = [x_1^{(n)}, x_2^{(n)}, \dots, x_i^{(n)}, \dots, x_f^{(n)}] \quad (6)$$

Az (5) összefüggés azt mondja, hogy a működési paraméterek megválasztása után és a beavatkozó

változók rögzítése után a bemenő áramok egyértelműen meghatározzák a kilépőáramokat.

Mármost, ha rendszerről van szó, akkor a rendszer m -edik elemének j -edik kilépő árama egyszerűsmind az n -edik elem i -edik belépő árama:

$$y_j^{(m)} \equiv x_i^{(n)} \quad (7)$$

Nyilvánvaló, hogy (7) követelményt csakis azokra az áramokra nem lehet felírni, amelyek a rendszernek inputjai vagy outputjai.

Az (6) és (7) egyenletből ezek szerint az következik, hogy a rendszer működési paramétereinek megválasztása után és a beavatkozó változók rögzítése után az input áramok egyértelműen meghatározzák az output áramokat.

Bonyolult műveleti egységek szabadsági foka

Konkretizáljuk az elmondottakat a korábban vázolt hierarchia harmadik fokozatára: bonyolult műveleti egységekre (azaz termelő vonalakra).

Legyen az input áramok száma: φ . Mivel a kémiai termodinamika első főtétele szerint egy k komponensű homogén fázis állapotát $(k + 2)$ adat határozza meg, az input áramok mátrixa $\varphi(k + 2)$ elemet tartalmaz. Ha a beavatkozó változók száma összesen a rendszerben: d és a működési paraméterek száma: t , akkor ez azt jelenti, hogy a bonyolult műveleti egység egyértelmű meghatározásához összesen

$$F = \varphi(k + 2) + d + t \quad (8)$$

független adat szükséges és elegendő.

Ezt az F számot szokás a rendszer szabadsági fokának nevezni [2, 3, 4 és 7]. Itt fontos megjegyezni, hogy $\varphi(k + 2)$ a komponens, entalpia, illetve impulzus áramokra vonatkozik, d és t azonban nem, ezek olyan információs áramok, amelyek a rendszer megfelelő elemében a komponens, entalpia vagy impulzus forrás nagyságát írják elő.

Ez más szóval azt jelenti, hogy egy rendszer állapotának egyértelmű leírásához F számú adat szükséges és elegendő. Az F számú adat F számú reális fizikai tulajdonság nagyságának megadását, megvalósítását, beállítását jelenti, vagyis ezek a rendszer független változói. Meg kell jegyezni azonban, hogy ezek között akadnak olyanok, amelyeknek nagysága a rendszer környezeti kapcsolódásai miatt elvesztik függetlenségüket, s más olyanok, amelyeknek csupán szekunder jelentősége van. Mindez lehetővé teszi, hogy rendszertechnikai vizsgálódáskor a rendszer mérvadó változóinak számát a szabadsági fok alá csökkentjük. Ezeket a mérvadó változókat szokták nem eléggé szabatos kifejezéssel *vezérparamétereknek* nevezni.

Az előzőekben a rendszer leírásáról volt szó. E leírás matematikai természetű és módszertani szempontból lényeges, hogy a rendszer változóit szabatosan, az adott rendszerhez alkalmazkodóan válasszuk meg. A rendszer matematikai modelljében a változók közötti összefüggéseket konkrét alakjukban kell megfogalmazni. A modell leírása majd ezzel fog befejeződni. A tömörség érdekében ezt a lépést egy más probléma tárgyalásával együtt fogjuk bemutatni.

(A tanulmány folytatását és irodalomjegyzékét a februári számban közöljük.)

РЕЗЮМЕ

Автор рассматривает возможности системотехники в рамках и с точки зрения химической технологии. После определения понятия системы автор пишет о иерархии систем в области химической технологии и обнаруживает пять иерархических степеней. После этого он занимается условиями точного описания систем и указывает на одну возможность кодирования. Он переходит на обсуждение стационарных систем и рассматривает оптимальную технологическую схему. Применяя прием линеаризации он предлагает расчет для определения оптимальной схемы. Переходя на динамические схемы автор обсуждает пример планирования емкостей нефтеперерабатывающего завода. В заключении статьи автор рассматривает историю развития системотехники.

SUMMARY

The author discusses systems engineering within the range and from the point of view of chemical engineering science. Having defined the system he speaks about the hierarchy of systems and within the chemical engineering science identifies five hierarchical grades. Hereupon he deals with the conditions of correct description of the system, and presents a practical possibility of coding. He switches over to the discussion of the steady state systems and treats the optimal network. Using the knack of linearisation he suggests a new procedure to determine the optimal network. Passing over the dynamic systems he analyses as an example the planning of dynamic distribution of products in tank systems of refineries. The closing chapter gives the outlines of the history of systems engineering.

Könyvismertetés

T. Erdey-Grúz: *Grundlagen der Struktur der Materie*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967. (495 old., 117 ábra).

Erdey-Grúz akadémikus könyve átlagos felkészültségű szakemberek számára íródott, tehát olyan mérnökök, kémikusok, agronómusok, biológusok vagy kutató orvosok részére, akiknek munkájában az anyagszerkezet ismerete lényegében nézve segédtudomány. De haszonnal olvassa a könyvet az a szakember is, akinek az anyagszerkezet szűkebb érdeklődési körét jelenti, mert a szerző ért hozzá, hogy olyan rejtettebb összefüggéseket is feltárjon, amelyek csak évtizedeken át folytatott mélyebb analízis eredményeképpen hozzátörtek felszínre.

A könyv foglalkozik az atom- és molekulaszervezettel egyaránt, s a molekulaszervezeten túlmenően az összefüggő makroszkopikus rendszerek egyes problémáit is érinti, így a szilárdtest fizika és polimerek szerkezeti kérdéseit is.

A könyv tulajdonképpen az anyagszerkezeti kutatások bevezető tanulmánya lehetne: ismerteti az anyagszerkezeti törvényeket, a szerkezetvizsgáló berendezések elvi alapjait; fokról fokra viszi előre az olvasót az ismeretek egyre bonyolultabb világába, s mindezt úgy teszi, hogy a nagy összefüggések egyre világosabbá válnak. A magyarázó szöveg mindig visszahivatkozás már elmondott részekre.

Az író olyan munkát végez, amelynek célja a nivelálás: nincsenek az előadást illetően a priori nézetei, nem torkollik sem a matematika sem a fizikai előadásmód túlzásaiba.

Nem utolsó érdeme a könyvnek a nyilván hosszú évek előadói praxisa következtében kicsiszolódott előadásmód. A könnyebb érthetőségnek azonban a név sohasem esik áldozatául, ami minden alaptudománnyal foglalkozó mű sarkalatos problémája, s elsősorban probléma napjainkban is.

Nagy érdeme még az egyes részek közötti arányok helyes megítélése: az előzmények, a klasszikus ismeretanyag és a legkorszerűbb, talán még nem is teljesen elfogadottá vált tézisek között. Ez utóbbiak bevezetését a szerző kellő önmérséklettel oldotta meg, kerüli a hipotéziseket, s a módszertan ma oly divatos túlzásait. De kerüli a felesleges matematikát is. Képletekkel csak nagyon általános érvényű tételeket ad meg, s vigyáz rá, hogy a szimbolizmus mögött ne vesszen el az értelem, nem a magyarázat helyett, hanem annak elősegítésére alkalmazza azt.

A mű két közel egyforma terjedelmű részből áll: atomszerkezeti ismeretekből és molekulaszervezeti, illetve a kondenzált fázisra vonatkozó tárgyalásból.

A mikrofizikai bevezető után röviden tárgyalja a Bohr-féle atommodellét és a többelektronos atomok elektron-burkának vektor modelljét. Ennek alapján értelmezi az elemek periódusos rendszerét. Végül az elektronburok kvantummechanikájának alapjait vázolja. Részletesen tárgyalja az atommagra vonatkozó modern ismereteinket, különös tekintettel az elemi részek terén elért eredményekre. Még az olyan modern módszerek mint pl. a Mössbauer-hatás, melyek a kémiai szerkezetkutatásban a megfelelő magokat tartalmazó vegyületekkel kapcsolatban értékes felvilágosításokat nyújthat, sem maradnak rövid ismertetés nélkül. Az atommag tárgyalása a magreakciókkal fejeződik be. Az atomokkal foglalkozó fejezet logikus lezárását a periódusos rendszer végének kérdése képezi.

Molekulaszervezeti tárgyalás a *molekula-fogalom* sokoldalú analízise után a különböző szerkezetvizsgáló módszerek mint a röntgen-, elektron- és neutrondiffrakció, emissziós és abszorpciós (ultraibolya, — látható, infravörös és Raman) spektroszkópia, mikrohullám-spektroszkópia mágneses tulajdonságok, mágneses rezonancia spektroszkópia stb. ismertetésével folytatódik. Nem hiányoznak a tárgyalásból a lézerek és mázerek sem.

A molekulaszervezet vizsgálata után a kémiai kötés kvantummechanikai bevezető tárgyalása következik. Foglalkozik a közelítő módszerek alkalmazása során kialakult fogalmak, mint az elektronegativitás, indukciós és mezomer, illetve konjugációs hatás, hibridizáció, σ - és π -kötéstípusok, valamint a sztereokémia problémáival.

Külön pontban tárgyalja a hidrogén-hídkötést, továbbá a szendvics-típusú vegyületeket, valamint a „cella”-vegyületeket.

Az utolsó két fejezetben foglalkozik a szilárd, kristályos, valamint a nem kristályos: szerves és szervetlen polimerek és folyadékok szerkezetével. A tárgyalás kiterjed a félvezetők, valamint az anyag szennyezéseinek kérdéseire is. Külön pontban szerepelnek a gázkristályok és a kristályos folyadékok.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a könyv a modern anyagszerkezeti kérdések valamennyi területét röviden érinti. Annyit lehetne csupán megemlíteni, hogy néhány egymástól külön tárgyalt, de alapjaiban összetartozó rész egységesebb szemléletű és együttes tárgyalása célszerűbb lett volna, mint pl. az elektronegativitás és a molekulában történő elektroneltolódások ismertetése valamint a kötések irányítottága és a hibridizáció.

A könyv valamennyi anyagszerkezeti kérdéssel kapcsolatba kerülő kutató, mérnök, technikus, tanár értékes kézikönyvéül szolgál. Dr. Szőke Sándor