

Anyagtechnológia

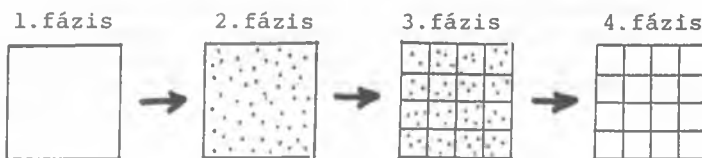
BÉRCZI SZANISZLÓ – CECH VILMOS – HEGYI SÁNDOR

Olyan ismerettartományt javasolunk a középiskolai technika tantárgy egyik megújított részének, amely közismereti, tevékenységközpontú és változatos. A diákság élménykincsére támaszkodik, és azt szándékozik továbbfejleszteni. Témája az anyagátalakító tevékenységek rendezettségé, a fő anyagátalakító folyamatok. Ezek a folyamatok ember által irányítottak és kerek egészt képeznek. Mi ez a kerek egész? Maga az anyagátalakító folyamat, a kiindulási anyagtól a célul kitűzött anyagig.

A környezetére figyelő ember tapasztalhatja, hogy az anyagok átalakulnak. Ezek az anyagátalakulások rendkívül változatosak, mégis vannak jól fölismerhető törvényszerűségek bennük. A természet élő anyagainak állapotváltozásai a természet nagy ciklusaival együtt zajlanak: a fű tavasszal kizöldül, nyáron megsárgul, a birkák lelegelik, majd újra hajt. Azt tudjuk, hogy az állapotváltozások nem függenek jelenlétünkől, tehát távollétünkben is folynak. Leírni csak bizonyos időpontokban végzett észlelések alapján tudjuk őket. Az anyagok állapotváltozásainak leírására ezért bevezethetünk rögtön egy elvet. Ez az elv éppen ezt az állandóan jelen nem levést építi be az állapotváltozás leírásába: állapotváltozásokat csak fázisaiknak megfigyelésével tudunk leírni. Ezért ezt az elvet az *állapotváltozást fázisaival* elvnek nevezzük. A fázisokból – mint pillanatfelvételek sorozatából – rekonstruálhatjuk az állapotváltozás folyamatát.

Azért fontos ez az elv, mert *a céllal végzett állapotváltoztatási folyamat (vagyis az anyagtechnológia)* éppen ilyen *állapotok sorozatából áll* majd össze (1. ábra). Lesz

Állapotsor ábrázolása a VÁLTOZÁST FÁZISAIVAL elv alapján.



1. ábra

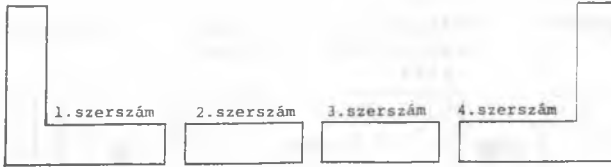
azonban egy lényeges különbség egy fázisaival leírt természeti folyamat és az anyagtechnológiákban bemutatott folyamatok között. Ez abból adódik, hogy míg a természeti állapotváltozások az anyagok szabad, kényszer nélküli átalakulásainak tekinthetők, addig *a technológiákban lezajló állapotváltozások kényszer hatására következnek be*. Ezt a kényszert szerszámok (vagy összetett eszközök, gépek) fejtik ki, előbb emberi, később már a gépekbe épített irányítással (2. ábra). Az anyagtech-

nológiák bemutatásának első lépése tehát az, amikor kényszer hatására elvégzett állapotváltozási folyamatként vizsgáljuk meg őket.

Az anyagtechnológiáknak állapotváltoztatási kényszerfolyamatként való tárgyalása kiemeli a beavatkozásokat, mint az anyagok spontán átalakulásait módosító *műveleteket*. Kiemeli e beavatkozásokat azért, mert az állapotváltozásokból ezek a kritikus pontok, másrészt e beavatkozások az állapotváltozási folyamat *természetes tagolását is kínálják*. Valójában jól ismert dolgokról van szó. Elég ennek belátásához sorra venni a kenyérsütés műveleteit (3. ábra).

Az alapanyagok (liszt, víz, só, kovász) *összekeverése* után a *dagasztás* és a kelesztés műveletei következnek, esetleg többször, ciklusban ismételve, végül a

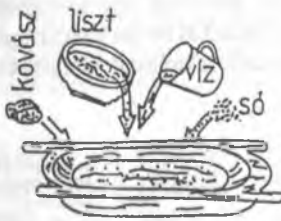
Az eszközök, szerszámok, majd gépek által létrejövő kényszerpálya, amely az anyagtechnológiákban az állapotváltozásokat létrehozza.



2. ábra

kenyérsütés hozza létre a fogyasztásra alkalmas végterméket. A négy művelethez nemcsak a változó anyagot (összekevert tésztaanyag, dagasztott tészta, kelt kenyértészta, megsült kenyér) tudjuk kapcsolni, hanem a műveletekben használt eszközöket (dagasztóteknő, kelesztőszakajtó, sütőkemence) is. A technológia áttekintéséhez világos tagolást kapunk, ha a három, minden művelethez hozzárendelhető fogalmat:

a kenyér alkotóinak összehozása



dagasztó teknő

szakajtó-kelesztés

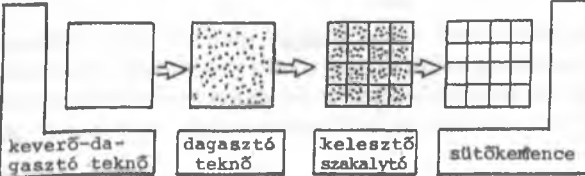
kenyérsütő kemence

MŰVELETEK

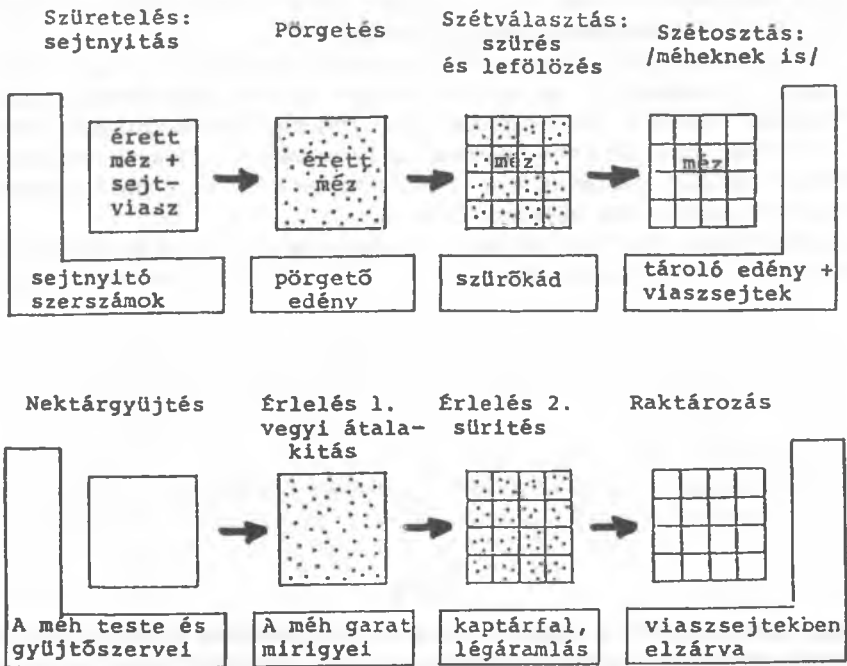
összekeverés dagasztás kelesztés kenyérsütés

ÁLLAPOTOK

SZERSZÁMOK,
ESZKÖZÖK
/GÉPEK/

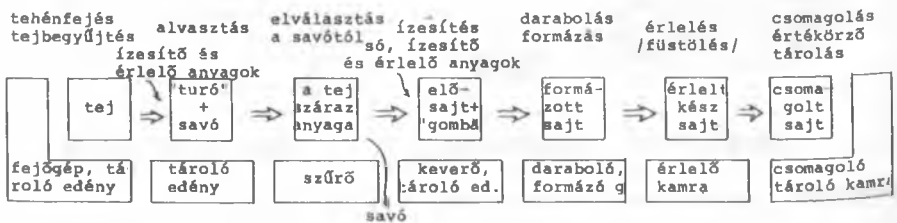


3. ábra



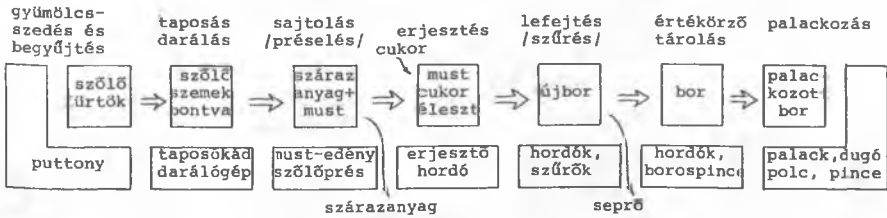
4. ábra

a művelet névét, ami az eseményre, cselekvésre, kölcsönhatásra utal, a művelet anyagát és a művelet kényszerfeltételeit rendre felsoroljuk. A technológiát mindhárom sorozat, a műveletek sora, az állapotváltozás sora és az eszközök sora egyértelműen jellemzi, de más és más oldalról. Mivel kényszerpályán végzett állapotváltoztatásról van szó, azt fázisaival (azaz műveleteivel) és a kényszerítő eszközzel együtt kell mindig bemutatni. Ez tehát az a minimum, amellyel egy technológiát jellemezni tudunk. Programunk első lépése az, hogy a diákokkal minél hétköznapibb, sokak által ismert, de jellemző, kerek egész gyártási technológiákat ismertetünk meg a bemutatott formában.



5. ábra

Az általunk "tíz kicsi indián"-nak nevezett közismereti technológiák felölelik a méz (4. ábra), a sajt (5. ábra), a kenyér (3. ábra), a bor (6. ábra) készítését, a bőrkikészítést, a téglá, a porcelán, a papír, az acél és az alumínium gyártását, és még néhány többszörösen összetett technológiát. Ezek leírása során egyre összetettebb folyamatként látatjuk a műveletsorokat azáltal, hogy *egyre több részfolyammal egészítjük ki azt a technológialeírási "csontvázat",* amelyet a kényérsütésnél röviden bemu-



6. ábra

tattunk. Egy összetettebb technológia bemutatására álljon itt példaként az alumíniumgyártás technológiájának rövid leírása (7. ábra), amit már nemcsak műveleti lépésenként, berendezések és állapotváltozások sorozataként mutatunk be, hanem mellé írva a művelethez tartozó kémiai folyamatot is; továbbá kiemeljük az egyik segédanyagkört (lúgkörzés). (8. ábra)

1. **Örlés és oldás.** Durva méretre zúzás és aprítás után a bauxit golyósmalomba kerül, ahol a finomszemcsésre őrléssel párhuzamosan a hozzá adagolt NaOH lúg segítségével megkezdődik az őrlemény oldása is.

2. **Föltárás.** Autoklávokban (acélfalú hengeres tartályokban) 220°C hőmérsékleten és 6 bar nyomáson a nátronlúg hatékonyan oldja ki a bauxit alumíniumoxid-tartalmát és nátrium-aluminát oldat keletkezik:



A bauxit Fe_2O_3 és SiO_2 tartalma nem oldódik, hanem csapadékot képez. Ennek egy része alumino-hidroszilikát komplex ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), amely képződése során alumíniumot is elvon az oldatból, ezért a nyersanyagul fölhasznált bauxitra fontos követelmény, hogy benne az Al_2O_3 : SiO_2 arány (szaknyelven a modulusz) 8-nál nagyobb legyen.

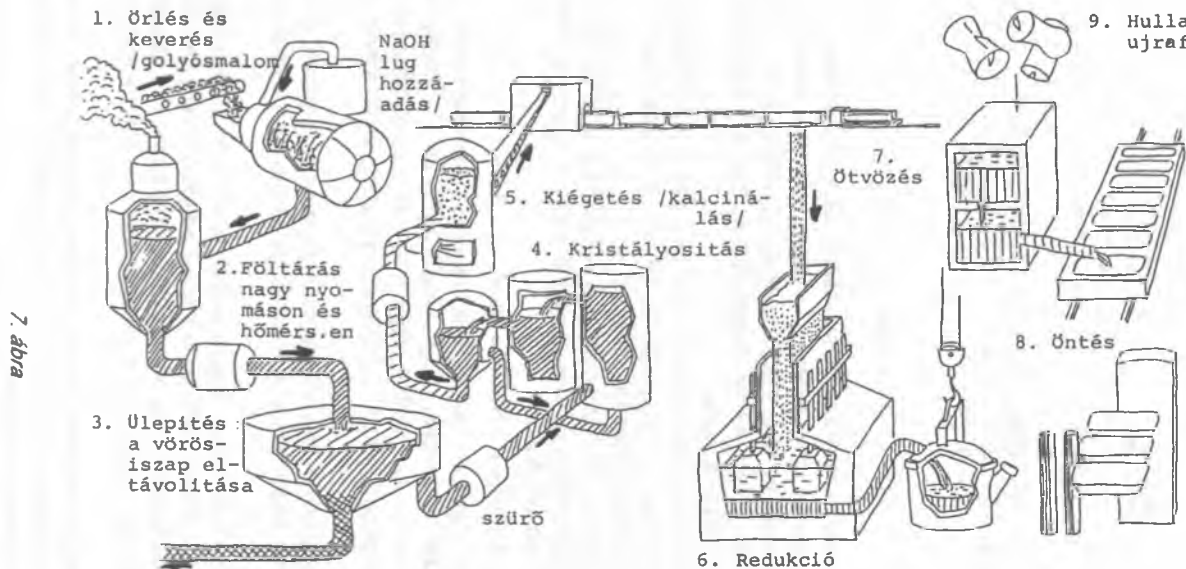
3. **Ülepítés.** Az autoklávokból kikerülő oldatot hígítják és nagyméretű (6000 m³-es) Dorr-ülepítőtartályokban választják el a vörösiszapnak nevezett oldhatatlan csapadéktól.

4. **Kristályosítás.** Az aluminátlúg oldatból lassan alumíniumhidroxid válik ki. Ezt a folyamatot beoltással, alumíniumhidroxid kristályok adagolásával gyorsítják.

5. **Szűrés.** A kivált kristályokat tartalmazó sűrű oldatba tárcsa- és dobszűrő-felületek merülnek, melyekre az egyik oldalon létesített alacsonyabb nyomás szívja föl a kristályokat.

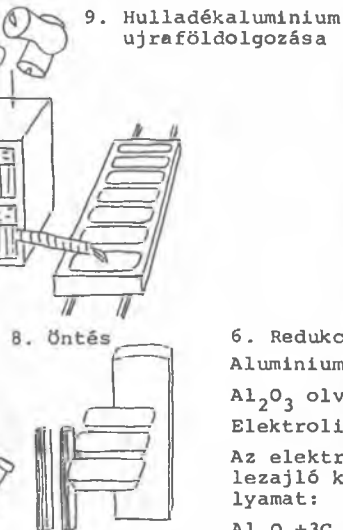
6. **Kiégetés (kalcinálás).** A nedves alumíniumhidroxidot forgódobos kemencében fokozatosan 1200°C-ra hevítik. E folyamatban az alumíniumhidroxid fokozatosan tímöldnek nevezett alumíniumoxidá válik ki:

A TIMFÜLDGYÁRTÁS ÉS AZ ALUMINIUMKOHÁSZAT
LEGFONTOSABB TECHNOLÓGIAI LÉPÉSEI



2. $Al(OH)_3 + 3 NaOH = Na_3AlO_3 + 3 H_2O$
A bauxit Fe_2O_3 és SiO_2 tartalma nem oldódik, de alumino-hidro-szilikát $/Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O/$ képződése von el alumíniumot is. Ezért fontos követelmény az, hogy a bauxitban az $Al_2O_3:SiO_2$ arány - a modulusz - 8-nál nagyobb legyen.

4. A föltárásnál ismertetett kémiai reakciót ellentétes irányban működtetve az oldatból kiválasztják az alumíniumhidroxidot.
5. A vákuumboszűrőn szűrt és mosott $Al(OH)_3$ -t forgódobos kemencében, fokozatosan $1200^\circ C$ fokra hevtik:
- $$Al_2O_3 \cdot 3H_2O \xrightarrow{265^\circ C} Al_2O_3 \cdot H_2O \xrightarrow{455^\circ C} \gamma Al_2O_3 \xrightarrow{1200^\circ C} \alpha Al_2O_3$$

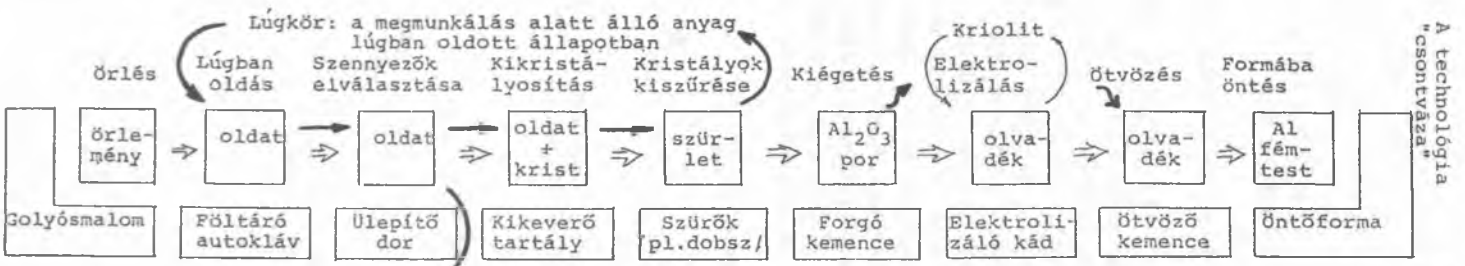


6. Redukció =
Alumínumelektrolízis
 Al_2O_3 olv.p. $2045^\circ C$
Elektrolízis $960^\circ C$
Az elektrolízisben lezajló kémiai folyamat:



Az elektrolit-folya a kriolit $/Na_3AlF_6/$ olvadéka.

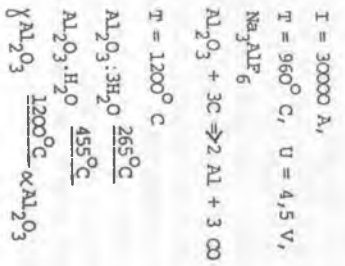
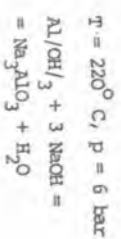
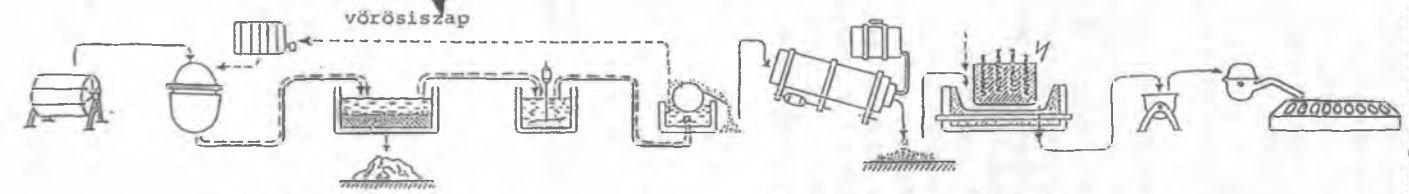
1 tonna alumínium elektrolíziséhez 15 MWóra energia szükséges.



A technológia "csontváza"

Az anyag utja a műveleti helyeken át

Kémiai folyamatok az egyes műveleti helyeken



8. ábra



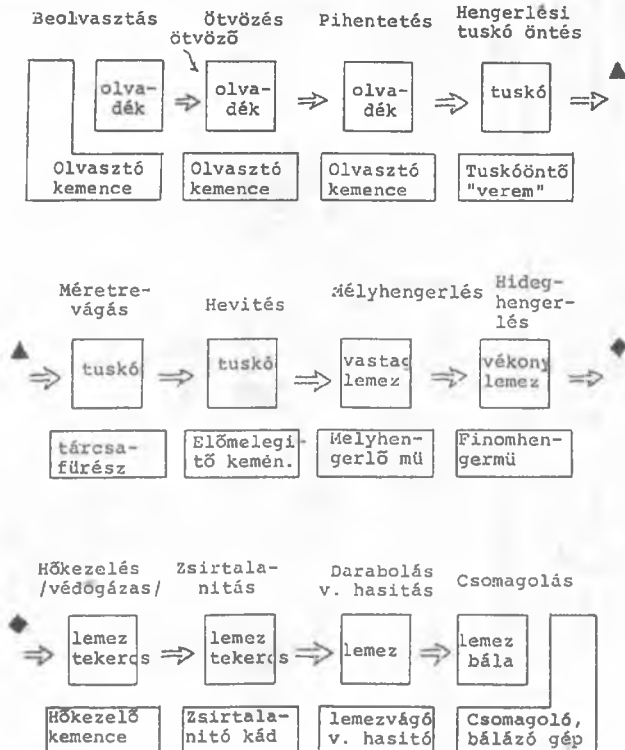
7. *Redukció*, az alumínium elektrolízise. Az alumínium olvadáspontja 2045°C; a kriolitnak, a Na_3AlF_6 vegyületnek csak 960°C. Ezért az alumíniumoxidot kriolitban főloldva, elektrolízissel alakítják át fémalumíniummá. Az alumínium a katódon válik ki, az anódon pedig oxigén fejlődik. A folyamathoz tehát nem ötvöződő katódra és nem oldódó anódra van szükség. Mindkét feltételnek eleget tesz a szénelektród. Az elektrolízis 4,5 V feszültségen, 30000 A áramerősségei történik: egy tonna alumínium kiválasztásához mintegy 15 MW óra energia szükséges.

8. *Ötvözés*. A különféle fém-végtermékek összetételét ötvözőfémek hozzáadásával állítják be.

9. *Öntés*. Az olvadt fémet kezelhető egységekben félkésztermékké alakítják; kis-mélységű hűtött keretbe vezetik, amelynek alját egy lassan süllyedő tálca képezi. A beömlő új rétegek folyamatosan szilárdulnak rá erre az alapra. Ilyen öntési technológiával több méter hosszú, hengeres vagy hasáb keresztmetszetű tömbök önthetők.

Az alumínium további földolgozása hengerműben, présműben (sajtolóműben), húzóműben vagy formaöntődobában történhet. A félkész termékek előállításai művelet-sorát tekintjük át a gyártás technológiájának második részében (9. ábra).

Az alumíniumgyártás technológiája több példaértékű mozzanattal rendelkezik, ezért is választottuk az ismertetésre kerülő technológiák sorába. Timföldgyártási szakaszában (7. ábra) a Bayer-eljárásnál fölismerhető egy állandóan cirkuláló részrendszer, az *oldóanyag áramkör*, amely a veszteségek pótlása után zárul. Hasonló szerepet játszik, de hordozóanyag szerepkörrel bővítve, a víz a kerámia- vagy papíripari technológiában. Ajkán a lúgkörből egy melléktermék-hasznosító kör ágazik



9. ábra

le: a gallium-előállító üzem. Típusértékű ebben az, hogy az oldókör más technológiákban is forrása lehet a melléktermékeknek.

Az alumíniumgyártási technológia kényszerpályája több olyan műveleti helyet tartalmaz, amely megjelenik más (itt bemutatásra nem kerülő) technológiában is. A timföldgyártási szakaszban ilyen a golyósmalom, a Door-ülepítő, a dobszűrő és a kalcináló-kemence. A fémmegmunkálási szakaszban például az ötvözőkemence, a meleg és hideg hengerson, a hőkezelő kemence. Ezek a fémtermékeket gyártó technológiákban mind közös fémmegmunkáló kényszerpálya-elemek.

Az oktatásban nagyobb szerepet kaphatna a technikai műveltség, ha a technikát a gondolkodási rendszer fejlesztése eszközének tekintenék. Ebben az értelemben a *technika tárgya* a természetvizsgálat tárgyaihoz hasonló: *hétköznapi, elérhető jelenségek csoportja, melyek tanulmányozása során rendező elveket ismerhetünk meg, s ezekre gondolkodási rendszert építhetünk*. Más tantárgyakban a közismereti anyag megtanításán túlmenően a gondolkodási rendszer fejlesztése is cél. Sajnos, a technika oktatásában e rendező elvek igényes kimunkálása helyett bizonyos rutincselekvések bemutatása ma még az iskolai gyakorlat. Holott az egyetemes gondolkodási, cselekvési formák, életszervezési, rendszerépítési és működési-működtetési egyetemes törvények megtanítására van szükség. Ez a célunk fejlesztési programunkban.