

K I N C S E S T Á R



A SZÉN

ÍRTA

Ifj. ERDÉLY SÁNDOR



BUDAPEST, 1935

KIADJA A MAGYAR SZEMLE TÁRSASÁG

I. A SZÉN TÖRTÉNETE

A technika fejlődésében három korszakot különböztethetünk meg: a *fakorszakot*, amelyben primitív gépeket fából kezdtek konstruálni, a *vaskorszakot*, amelyben már a nehezebben megmunkálható, de sokkal nagyobb értékű vas volt a gépek legfontosabb anyaga és a mai kort, az *ötvözötek korszakát*, amelyben a fokozottabb igényeket nemes acélfajtákkal, alumíniumötvözetekkel és más fémkombinációkkal elégítik ki.

A fakorszak legfőbb energiaforrásai a víz és a szél voltak. A primitív technikus azért használta a fát, mert nem kellett külön előállítani, mert készen volt és ezer nagyságban és minőségben kínálkozott a farigcsáló gépszerkesztőnek. Ugyanígy kínálkozott a víz és a szél ereje mint energiaforrás: egy jóra való malomkerék éjjel-napal mozgásban tartotta az egyszerű gépeket.

A vaskorszak embere nem érte be a maguktól kínálkozó anyagokkal és erőforrásokkal, hanem a föld mélyéből hozta fel az érceket, amelyekből kémiai ismeretek segítségével vasat lehet nyerni. A föld mélyében találta meg azt az energiaforrást is, amely a vasnak méltó társa lett ebben a korszakban: a *szenet*.

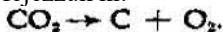
Az ötvözötek korszaka, a mai kor, megtartotta alapanyagul a vasat és a szenet, de mint ahogy a vasat nemesebb formáiban, acélok alakjában használja, úgy a szenet is nemesíti. A nyersszén mellett mind nagyobb szerephez jut-

nak a kocsz, a gáz, a szénolajok és a legneme-
sebb energiaforma: az elektromosság.

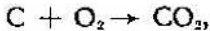
Minél fejlettebb a technika, annál bonyolul-
tabb gépekkel igyekszik az energiaforrásokat
lehetőleg tökéletesen hasznosítani. De a leg-
nagyobb energiaforrás, a nap, a legújabb időkig
ellenállt az ember hódító génuszának. A nap
csak önként segít az embernek: melegít, vilá-
gít, életet ad, de senkinek sem sikerült a nap-
fényt éjszakára, vagy a nap melegét a téli
hónapokra közvetlenül elraktározni.

De ha ez közvetlenül nem sikerül is, a nap-
energiáját — ha útját nyomon követjük —
megtaláljuk a szélben, a vízben, az élők világá-
ban, sőt megtaláljuk bűvőhelyén: a föld mélyé-
ben is. Mert azok a hatalmas szénkészletek,
amelyeket a bányából kiaknázunk és amelyek-
ből meleget, fényt és erőt termelünk, nem má-
sok, mint a nap energiájának hatalmas raktárai,
amelyek évezredek alatt, növények életével és
pusztulásával halmozódtak fel.

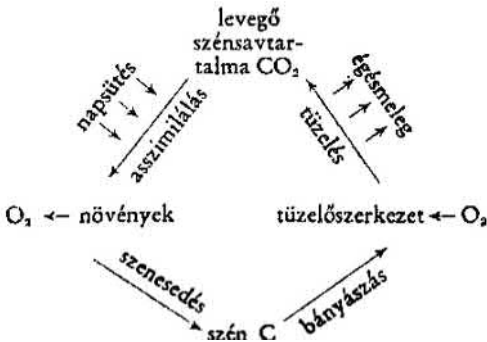
A szén sokmillió év előtti növények anyagá-
ból keletkezett és karboniumtartalma organikus
életre: a szénsav asszimilálására vezethető
vissza. A növények a napfény hatására fel-
veszik a levegőben lévő szénsavat (CO_2) és
bonyolult vegyi folyamatok útján leválasztják
annak oxigénjét (O_2), míg a karboniumot (C)
saját szervezetük, testük felépítésére használ-
ják. A növények elpusztulása és elszenesedése
után ugyanez a karbonium jelentkezik, mint az
ásványi szenek főalkotórésze. Kémiailag ezt a
folyamatot így fejezzük ki:



Amikor pedig a szénét elégetjük, visszafelé vezetjük ezt a folyamatot



vagyis a karboniumot ismét egyesítjük az oxigénnel. Égéstermékünk a szénsav, amely vissza-kerül a levegőbe és az élő növények felépítésére szolgál. Minthogy ez a két folyamat egymásnak tükörképe, ezért az az energiamennyiség is, amely a napból származott és a növény felépítésére szolgált, a szén elégetésénél ismét felszabadul és hasznosítható.



Ennek a körfolyamatnak segítségével tehát — közvetve — sikerült a nap energiáját is a technika szolgálatába állítani. Szénnel fűtünk, szénből termeljük a gőzt, a villamosáramot, a gázt, tehát szénnel világítunk is és így, közvetett úton a természet gondoskodása folytán mégis sikerült a nap melegét a téli hideg hónapokra, a napfényt éjszakára elraktározni.

A növények elszenesedése sokféle módon történhetik aszerint, hogy a folyamat milyen külső körülmények között folyik le és hogy milyen volt az eredeti növény alapanyaga. Levegő és nedvesség hatására a növények nagyrészt *elkorhadnak* és alapanyaguknak csak kis része halmozódhatik fel tüzelőanyag formájában. Ha levegőtől elzárva, csupán nedvesség hatására alakulnak át, akkor *tőzegesedés* áll elő. Ugyanezt a jelenséget vízi szervezeteknél *rothadásnak* nevezzük.

Az elszenesedés geológiai időszakok alatt folyik le. Aszerint, amint az eredeti szervezetek korábbi vagy későbbi földkorszakban éltek, „öregebb“ vagy „fiatalabb“ szeneket eredményez. Az antracit és a „fekete“ szenek általában régibb geológiai formációkhoz tartoznak, a „barna“ szenek és lignitek újabb eredetűek. Legfiatalabbak ebben a sorban a tőzegek, amelyeknél az elszenesedési folyamat még alig indult meg.

A szentelepek keletkezését tehát úgy kell képzelnünk, hogy azokban a geológiai korszakokban, amelyeket tőlünk sokmillió év választ el, hatalmas erdők éltek és pusztultak el és ennek a növényvilágnak az anyaga alakult át szénné. A szénképződés korszakainak erdei azonban egészen másfélék voltak, mint a mi mai erdőségeink. A tengerek visszahúzódásánál előállott medencékben óriási mocsarak keletkeztek, amelyekben gazdag növényzet fejlődött. A növények többnyire virágtalanok voltak: harasztok, zsúrlók, korpafüvek, amelyek méreteikben messze túlhaladták mai leszármazóikat. A korpafüvek őse, a *Sigillaria* például 25—30

méter magas, 2 méter átmérőjű fa, amelynek maradványai sok feketeszen telepben világosan felismerhetők. A magyarországi barnaszének képződésének idején, a harmadkorban délszaki meleg volt Európában és ennek megfelelően pálmák, fügefák és kámforfák alkották az erdőségeket.

Ez a buja növényzet pusztulása után a mocsarakba süllyedt és iszap alá került. így levegőtől elzárva, de víz jelenlétében megindulhatott a tőzegesedés. Azokat a széntelepeket, amelyek ugyanazon a helyen keletkeztek, ahol az erdő volt, autochton-telepeknek nevezzük. Előfordult azonban az is, hogy az elsüllyedt növényzetet a víz más helyre sodorta. Ezek az allochton-széntelepek. Könnyen megkülönböztethetjük ezt a kétféle típust egymástól, mert míg az autochton-telepeknél a fák törzsét gyökerestül együtt sokszor függőleges helyzetben találjuk, addig az allochton-képződményeknél a fatörzsek, gyökerek kusza összevisszaságban fordulnak elő. Az allochton-széntelepek kisebb kiterjedésűek, a telepek vastagsága változó és jobban át van szőve meddő anyaggal.

Az elszenesedésnél nagy szerepe volt a hőmérsékletnek és a nyomásnak is. A legtöbb szén képződésénél valószínűleg nemcsak az anyagok bomlási hője éreztette hatását, hanem fontos tényezők voltak a vulkáni kitörések, a gyűrődések és süllyedések is. Általában azt mondhatjuk, hogy nagyobb hőmérséklet és nyomás gyorsítja az elszenesedést és jobb szénminőségre vezet.

Ezek után természetes az is, hogy a kísérőkőzeteknek nagy szerepük volt a szénkeletke-

zésben. Ha például porózus a fedőkőzet, akkor a széntelep nincs légmentesen elzárva, az elszenesedésnél keletkező gázok könnyen kiszabadulhatnak. Ha a fedőkőzet vastag, akkor már súlyánál fogva is növeli a nyomást és gyorsítja az elszenesedést. Látjuk tehát, hogy a szén végső minőségére hatással van az, hogy milyen korban nőttek azok az erdők, amelyekből keletkezett, hogy az évmilliók során milyen helyváltozásnak, milyen hő és nyomás hatásának voltak kitéve és végül, hogy milyen kőzet alá került. Nem csoda, hogy a ma kitermelt szenek olyan különbözőek egymástól és hogy gyakran ugyanabból a bányából is különböző tulajdonságú szeneket hoznak a föld felszínére.

A szén története sokmillió évvel régebbi, mint az emberé. A karbonkorszakban például nemcsak emberrel nem találkozunk, hanem még madaraknak vagy a ma ismert erdei állatoknak sincs semmi nyoma. Csak szitakötők, őshalak, őskétéltűek éltek ebben a korszakban és a föld történetében jóval tovább kell lapoznunk, míg az ember megjelenik. Vájjon mikor találkozott először az ember a szénnel? Erre a kérdésre aligha fogunk választ kapni. Valószínű, hogy már az ősember ismerte a külszínen is előforduló szenet s valószínűleg azt is tudta, hogy a szén égethető, de tüzelésre mégis a sűrűbben előforduló, mindenütt hozzáférhető fát és a növényi hulladékokat használta.

Érdekes, hogy a fából mesterségesen előállított faszenet korábban használták, mint az ásványi szenet. Az első feljegyzés, amely Theophrastustól, a Kr. előtti IV. századból származik, az „égő követ“ a faszénnel hason-

lítja össze. Középkori mondák szerint hegyi manók, egy belgiumi monda szerint angyal mutatta meg a szegény faszénégetőnek a könnyen található kész szenet. A mondákban szereplő faszénégetőt Hullos-nak hívták, innen származik a kőszén francia neve: la houille.

Valószínű, hogy a tőzeget korábban használták, mint a szenet, mert több helyen fordult elő a föld felszínén. Kínában — Marco Polo szerint — már a XIII. században szívesebben tüzeltek szénnel, mint fával. Körülbelül ugyanabban az időben kezdődött a szén bányászása Németországban, Belgiumban és Angliában, ezek ma is a legfontosabb európai széntermelő országok. 1500 körül már ellenzéke is volt a szénnek és öt évszázadon keresztül nem szűntek meg harcolni a füstölő széntüzelés ellen.

Amikor a londoni sörfőzők először használtak kőszén, a város közönsége azonnal tiltakozott ez ellen. A királyhoz intézett feliratban kérik, hogy a londoni kertek, a kilátás és a fehérség tisztasága érdekében tiltsa el ennek a bűzös és piszkos tüzelőanyag a használatát, amely a londoniakat megfulladással fenyegeti. II. Edward el is rendelte, hogy alattvalói tartózkodjanak ennek a „kellemetlen és egészségtelen” anyagnak használatától. Később súlyos pénzbüntetéssel és a tűzhelyek lerombolásával igyekeztek elriasztani az iparosokat a kőszéntüzeléstől, a nők pedig bojkottálták azokat a házakat, ahol kőszénnel fűtöttek vagy főztek. Ennek az erőszakos mozgalomnak ellenére a kőszén mind Angliában, mind más országokban egyre jobban elterjedt és csakhamar nélkülözhetetlen lett az iparban. A múlt század elején,

valószínűleg a gőzgép feltalálása által előállott új helyzet hatása alatt, általánosan elismerték, hogy a kőszéntüzelés nem káros és majdnem minden országban megszüntették a kőszén forgalombahozatalának korlátozását.

A múlt század második felében a világ széntermelése az ötszörösére emelkedett. Azóta csak mintegy 20% gyarapodást mutat a statisztika napjainkig. A szén terjedésének fénykora tehát a háborúelőtti 50—60 év volt, amikor a gőzgép, a vasút és a hajózás szállítási lehetőségei és végül az elektrifikálás hihetetlenül fellendítették a szén termelését. De amint az ipar fejlődése sokszorosára emelte a szén fogyasztását, úgy másrészt a szén — és csak a szén — tette lehetővé az ipar szédületes fejlődését is. Szén nélkül a XIX. század képe bizonyára egészen más lett volna. Ha nem állott volna rendelkezésre ez a látszólag korlátlan energiaforrás, akkor aligha öltöttek volna a vasgyártás és a nyomában fejlődő iparok olyan méreteket, mint amilyenekkel Európa nyugati országaiban és Amerikában találkozunk.

2. A SZÉN GEOLÓGIÁJA

Ha meggondoljuk, hogy a földön át 12.000 kilométer hosszú alagutat kellene fúrunk ahhoz, hogy a másik oldalra jussunk és hogy ezzel szemben alig több mint 3 kilométer az a mélység, amelyet eddig átkutattunk, indokolatlannak fogjuk tartani azt a kifejezést, hogy a „föld belsejéből“ bányásszuk ki ásványainkat.

A széngeológia szempontjából is csak a földkéreg külső része érdekel bennünket. Ebben

találjuk meg azokat a kőzeteket, amelyeknek történetébe a szén geológiai múltja beilleszkedik.

Sokat vitatott kérdés az, hogy a szén múltja hány évre, helyesebben hány millió évre terjed. A legrégebb kőzetek koráról rendkívül különböző véleményeket olvashatunk. A becslések között 25 millió évvel és 1600 millió évvel is találkozunk. Csak az egyes korszakok *viszonylagos* tartamára vannak valamivel biztosabb adataink. Ha az ember történetét 300.000—500.000 évre tesszük, akkor a szén geológiai történetét 40—80 millió évre tehetjük. A szén keletkezése előtti korszakokat pedig még ennél is jóval hosszabbaknak kell tartanunk.

A földtörténeti táblázat áttekintésénél láthatjuk, hogy a szén a geológiai ókortól kezdve a harmadkorig minden korban előfordul.

Az előforduló szén mennyisége azonban nemcsak a különböző korok szerint, hanem az egyes korokon belül, vidékenként is változik. Magyarországon például a szénképződésnek két kulminációs pontját ismerjük: a liaszkorszakot és a harmadkort, amely utóbbinak minden korszakában előfordul barnaszén vagy lignit.

Németországban teljesen hiányoznak a liaszszenek, a kulminációs pontok ott a karbonban és a harmadkorban léptek fel. Angliában és Franciaországban a harmadkorban csak jelentéktelen mennyiségű szén fordul elő, az észak-amerikai barnaszének pedig a krétaformációban található. A kínai feketeszen az alsókarbontól a felsőpermig fordul elő.

Általában a legtöbb feketeszen karbonkorú, rehat mai becslésünk szerint 40—80 millió éves,

I. Földtörténeti táblázat

Idő	Kör	Korszak	Magyarországi szerék	Külföldi szerék
Újkor 4—15 millió év	Harmadkor (Tertiar)	Homocén	Balaton-Ferdőházi térségek, Sárvai tószeg	
		Miocén	Leányfői ligetek a Nagybajkon, pontvált ligetek a Cserh. Mirta-, Bükki-alján	Mezosi medence
		Óligocén	Származa: ligetek Párvói környékén, első mediterrán baranzonák; Borsod, Várpalota, alsó mediterrán; Berezni- béri; Sajóváriai, Egerecsi;	Rajsvölgye, Csehország
		Eocén	Dorog, Tokod, Sajóvár, Feresztóly Mór, Kengyel, Pilisvörösvár, Dorog, Tokod, Tatabánya, Németegyháza	Halle-aherbergi, csehországi baranzonák Schramburg-lippei medence, U. S. A., Szerbia, Bulgária, Spanyolország
Középkor 10—15 millió év	Kritás	Malm	Alta	
		Jura	Mecseki térségben, (Pécs, Komló, Mirta- Szárvai, Nagymányok.) Anaua	Ausztrália, Hínterholz, Szerbia, Kaukázus
		Triász		Svédország, Virginia, Carolina (U. S. A.), Kína
		Perma		Dyrdia völgye, Csehország, Dshlenni medence, Kína, Franciaország
Ókor 25—60 millió év	Kambrium	Karbon	Turaljai-bányák, Kemencevárak (Kassai-Sárolyi megye)	Mozzsvai medence, Urál, Fekete-tenger medellje, Lengyelország, Csehország, Német- ország, Belgium, Hollandia, Fennindonorszag, Anglia, U. S. A., Kína
		Devon		
		Szabur		
		Oxidári		
Ókor előbb szélesülős év	Etiennikuli			

míg a barnaszén és lignitek a 4—5 millió év előtt kezdődő harmadkorban keletkeztek.

Kor szerint az ásványi szeneket a következő sorozatba állíthatjuk:

tőzeg,
lignit,
barnaszén,
feketeszén (vagy kőszén),
antracit,
grafit.

Ez az úgynevezett genetikai sorozat, amelynek nagyon fontos szerepe van a szének értékelésénél. Majdnem az összes széntulajdonságok fokozatosan változnak a genetikai sorozat legfiatalabb tagjától, a tőzegtől kezdve a legöregebbig, az antracitig. A tőzeg a legvilágosabb színű, a lignit sötétebb, a barnaszén, nevét meghazudtolóan, gyakran egészen fekete, az antracit pedig már kékes árnyalatú fekete színt mutat. Hasonlóképpen a tőzeg és a lignit könnyűek, a barnaszén nehezebb, a legnagyobb fajsúlyt pedig a feketeszeneknél és az antracitnál találjuk.

Minél öregebb a szén, annál nagyobb a fajsúlya, az elszenesedés folyamán tehát a szénanyag tömörödik. 3 méter vastag tőzegtelepből i—2 méter vastag barnaszén-, vagy 1 méter vastag feketeszéntelep keletkezhetett.

Az egyes széntelepek mocsarokból vagy tengermenti lagúnákból származnak. A karbonbeli öregebb széntelepek túlnyomóan tengermenti eredetűeknek bizonyultak, míg a fiatalabb korszakokban a mocsári szénképződés a gyakoribb.

A szénterületek általában több egymás fölé

helyezett széntelepet tartalmaznak. Ezt úgy magyarázhatjuk, hogy az egyes tőzegtelepek kialakulása közben süllyedések következtek be, amelyeknek során meddő rétegek rakódtak le a tőzegtelepekre. Erre a meddőre halmozódtak fel az újabb tőzegtelepek, amelyek ismét iszap- vagy törmelékréteggel váltakoztak.

A kialakult tőzeg- vagy széntelepeket később a földkéreg mozgása bolygatta meg. Ezek a mozgások sokszor földarabolták és ráncokba gyűrték a széntelepet, úgyhogy néha alig lehet rekonstruálni az eredeti elhelyezkedést.

A széntartalmú rétegek vastagsága és száma nagyon különböző lehet. A feketeszenek általában több, vékonyabb telepet képeznek, míg a barnaszének kisebbszámú, vastagabb rétegekben fordulnak elő. A kitermelhető feketeszéntelepek vastagsága 0.3—2 méter között van, néha ennél vastagabb telepekkel is találkozunk (Észak-Amerika 34 méter!). A barnaszéntelepeknél 10—100 méter vastagság sem ritka. Geológiaiilag a vastag szénrétegeket hosszantartó, lassú süllyedéssel magyarázhatjuk, míg az egymás fölött elhelyezett vékonyabb rétegeket a gyors süllyedés következményének tekintjük.

A süllyedés, a beiszapolódás és a későbbi geológiai átalakulások folytán a széntelepek nagyon különböző mélységekben helyezkedtek el. Ismerünk úgynevezett kibúvásokat, amelyeknél a szén a föld felszínét is eléri, de ismerünk 2000 méter mélységben is előforduló széntelepeket.

Ha a széntelepet csak vékony fedőréteg takarja el, úgynevezett külfejtésnek van helye.

Ennél a fedőréteget egyszerűen eltakarítják és a szenet kotrókkal vagy más, hasonló eszközökkel a föld felszínén termelik. Ilyen termelés folyt a bányaművelés kezdetén Tatabányán és Várpalotán is, a csehországi és németországi barnaszénvidékeken pedig még ma is gyakran megtaláljuk.

Az idősebb szeneket, különösen a karbonkori feketeszeneket azonban így nem lehet bányászni. Vannak ugyan feketeszenek is, amelyeket alig 100 méterrel a föld felszíne alatt fejtenek, a legmodernebb bányák munkahelyei azonban az 1000 métert is meghaladó mélységben fekszenek. A mélyenfekvő szeneket a bánya telepítése előtt fel kell kutatni, a telepek elhelyezkedését és nagyságát lehetőleg pontosan meg kell állapítani és a kibányászható szén mennyiségét fel kell becsülni.

A szén felkeresésére irányuló geológiai elővizsgálatok egyszerűbbek azoknál, amelyek más ásványok felkutatásához szükségesek, mert a szén bizonyos korú réteghez van kötve. Ha például karbonkorú telepek után kutatunk, akkor céltalan volna olyan helyeken keresni, ahol a föld felszínén devon terül el, vagyis az a réteg, amely mindig a karbon alatt fordul elő. Másrészt azok a vidékek sem jöhetnek szénkutatás szempontjából számításba, ahol a keresett telepek biztosan vagy valószínűleg előfordulnak ugyan, de olyan magas fedőkőzet takarja el őket, amely a gyakorlati bányászt eleve kizárja.

Gyakorlati földtani kutatásoknál újabban mindinkább terjednek a geofizikai módszerek. A telepek mágneses és elektromos viselkedésé-

bői, a hang és a mesterséges rázkódások, melyeket földalatti robbantásokkal idéznek elő, vezetéséből, a radioaktív sugárzásból és méginkább a nehézségerő méréséből értékes útmutatást lehet meríteni a földkéreg kutatásánál.

A nehézségerő változásai a földkéreg anyagainak sűrűségéről és elhelyezkedéséről adnak felvilágosítást. Kisebb fajsúlyú anyagok közelében a nehézségerő kisebb, nagyobb fajsúlyú anyagok közelében nagyobb. Minthogy a nehézségerőnek ezek a változásai nagyon kicsinyek, az Eötvös-féle torziós inga segítségével milliomodrész pontossággal kell itt mérnünk. A műszer érzékenységét a legcsekélyebb rázkódás, hőmérsékletváltozás vagy légáramlás is befolyásolhatja, ezért a mérések meglehetősen körülményesek, az eszköz bonyolult és nehézkes, a megfigyelések pedig sokszor nagyon hosszadalmasak.

Meg keli említeni a varázsvesszős kutatást is, Ha tudományos alapjai nincsenek is tisztázva, egyszerűsége folytán sokszor vezethet eredményre. A varázsvessző többnyire hajlékony, kétágú pálca. Egyes egyéneknél, ha ezzel a pálcával kezükben szemet takaró földfelületre érnek, különleges reflektomotorikus idegmozgások mutatkoznak. A varázsvesszős kutatásnak ma már nagy irodalma van és míg régebben a varázsvessző inkább meseszerű, vagy csalásra felhasznált eszköz hírében állott, újabban sokan vannak, akik ennek az eljárásnak használhatóságát elismerik. Különösen Németországban komoly vizsgálatok és kutatások indultak meg a varázsvessző működésére vonatkozóan. Ha sikerülne ennek a jelenségnek tudományos magyarázatát

adni, akkor talán biztosabb eredménnyel lehetne tudományos kutatásra is felhasználni.

A geofizikai kutatások, dacára az elért jelentékeny eredményeknek, még sok kérdést hagynak tisztázatlanul. A nehézség főként a kapott eredmények magyarázatában rejlik, mert nemcsak a településeket lehet könnyen összetéveszteni vízvezető rétegekkel, hanem maguk a telepek is annyira különböző alakúak és mélységűek lehetnek, hogy legtöbbször csak több módszernek párhuzamos használata nyújthat kellő felvilágosítást.

Ha a geofizikai vizsgálatok a településre vonatkozóan kedvezőek voltak, vagy ha valamely vidéken már folyamatban lévő bányászás valószínűvé teszi további széntelepek találását, akkor kutató fúrásokkal kell az elhelyezkedés, kiterjedés és minőség részleteit tisztázni, más szóval: meg kell állapítani a szénvagyont.

A teljes szénvagyon nem felel meg a kitermelhető szénmennyiségeknek. A várható földmozgásokra való tekintettel ugyanis szénpilléreket kell a bányában hagyni és számolni kell azzal is, hogy a telep egyes helyeken bányatechnikai okokból hozzáférhetetlen. Ezenkívül a széntelep sem fejthető le maradék nélkül és így jelentős szénmennyiségek maradnak vissza a kibányászott területen. A modern bányatechnika igyekszik ugyan minél több szenet kihozni a feltárt mennyiségekből, a bányászás veszteségei azonban így is 10—30% között mozognak.

A szénvagyon és a bányászati lehetőségek megállapítása után megindulhat a széntelepek

feltárása, hozzáférhetővé tétele és végül maga a termelés.

Kevés ipar van, amely annyira rászorulna az emberi munkára, mint a szénbányászás. Noha mindenfelé igyekeznek a bányászást mechanizálni, a szén termelési költségének 60—70%-a még a technikailag roppant fejlett Ruhrvidéken is munkabérré esik. Pedig a technika fejlődésével a mechanikai munka ára csökkent, az emberi munka ára növekedett. Németországban például 1 lóerőóra költsége elektromos árammal 3—5 Pfennig, sűrített levegővel 15—20 Pfennig, míg ugyanez emberi munkával végezve, 10—12 Márkába kerül.

Ez az oka annak, hogy a földalatti anyag-fejtéshez szükséges réselési munkát kézi csákányozás helyett mindinkább gépekkel végzik, amelyeket sűrített levegővel, vagy elektromos árammal hajtanak.

Sokat használják a bányászatban a robbantást is. A megbontandó kőzetbe lyukakat fúrnak vagy vésnek, ezeket megtöltik robbanóanyaggal, amelyet aztán lefojtanak és meggyujtanak. A robbanás ereje szétveti, lefejtí az anyagot, s ezt aztán csak el kell szállítani. Robbantással természetesen csak ott lehet dolgozni, ahol sem bányalég, sem szénpor robbanásából származó veszély nincs.

A széntelepek megnyitására, feltárására aknák és tárók szolgálnak. Aknák a föld felszínéről lehatoló függélyes vagy erősen lejtős nyílások, tárók a föld felszínéről behatoló, közel vízszintes vájatok. Ezeken át történik a szén és a meddő anyagok kiszállítása, a bányában szükséges anyagok beszállítása, személyek köz-

lekedése, a bányának friss levegővel való ellátása és a bányák vízmentesítése. Az aknákból és tárókból kiágazó függőleges, lejtős vagy vízszintes vájatokat dőlésirányuk és rendeltetésük szerint alapvájatoknak, légvájatoknak, feltörésnek, gurítónak nevezik. Nagyterjedelmű bányáknál ezeknek hossza 100 kilométert is elérhet.

A munkahelyeken lefejtett szenet csillékbe rakják és kiszállítják a külszínre. Szintes és gyengén lejtős vájatokban vasúti pályán, függőleges aknában pedig szállítókasokban történik a szállítás. A bányavasutakon kézierővel, lóvontatással vagy gépekkel továbbítják a csilléket. Érdekes adat a technika történetében az, hogy az első vaspályát a XVIII. század végén bányában alkalmazták.

A külszínre hozott anyagot rendszerint keskenyvágányú vasúton szállítják a bányától a feldolgozási helyre.

A szén feldolgozása kétirányú: mechanikai és kémiai. Mechanikai feldolgozás az osztályozás, az aknaszén szétválasztása meghatározott szemnagyságú fajtákra, továbbá a meddő közet eltávolítása kézi válogatással és az úgynevezett szénmosással és végül az apró szénnek darabossá való formázása: a brikettezés.

A kémiai feldolgozás körébe tartozik a szén-szárítás és a szénleparlás. Ez utóbbi már messzemenően átalakítja a szén anyagát, kokszot, gázt és kátrányt termel és a modern tüzeléstechnikának, a gázgyártásnak, a vaskohászatnak és számtalan vegyészeti iparágnak, festékek, gyógyszerek és illatszerek előállításának szolgál alapjául.

Végül kémiai feldolgozásnak tekintjük a benzin gyártását szénből, amely a hidrogénező és szintetikus eljárások révén újabban nagyon fontos szerephez jutott.

3. A SZÉN ÖSSZETÉTELE

A szén szónak két jelentősége van. Jelenti a tüzelőanyagot, az ásványi szenet, de jelenti ennek legfontosabb alkotórészét, a karboniumot is.

A karbonium, a kémiai értelemben vett tiszta szén három alakban ismert: mint korom, mint grafit és mint gyémánt. Bármily hihetetlennek tűnik is fel, a mesterségesen előállított korom, vagy az irónok betétének alapanyaga, a grafit, ugyanaz, mint a csillogó, kristálytiszta gyémánt. Különbség köztük csak a kristályforma, a megjelenési alak. Ha akár kormot, vagy grafitot, akár gyémántot oxigénben elégetünk, ugyanazt az égésterméket kapjuk: a szénsavat. Az elégés az előbb már említett $C + O_2 = CO_2$ egyenlet szerint folyik le.

Ha viszont ásványi szenet, például barnaszenet vagy feketeszenet égetünk el, akkor a szénsavon kívül még több más égésterméket is kapunk. Mindenekelőtt vizet, azután kénsavat és kis mértékben kénsavat, salétomsavat és foszforsavat is, amelyek mind a szén többi alkotórészeinek elégéséből származnak. Végül pedig visszamarad a hamu, jeléül annak, hogy a szén éghetetlen alkotórészeket is tartalmazott.

Az ásványi szenek legfontosabb építőköve a karbonium, a kémiai értelemben vett tiszta

szén. Elsősorban ennek mennyiségétől függ a fűtőérték.

Fűtőérték az a melegmennyiség, amely 1 kg szén elégetésénél elméletileg hasznosítható. A fűtőérték megállapításánál feltételezzük, hogy a szén elégetésével keletkező víz gőz alakjában távozik. Ha a víz lecsapódhatik, akkor nagyobb melegmennyiség szabadul fel, amelyet égésmelegnek nevezünk.

A fűtőértéket kalóriákban fejezzük ki. Egy kalória az a melegmennyiség, amely egy kilogramm víz hőmérsékletének egy Celsius-fokkal való emeléséhez szükséges. Ha tehát valamely szén fűtőértéke 5000 kalória, akkor elméletileg egy kilogramm ilyen szénnel 5000 kilogramm vizet egy Celsius-fokkal vagy 50 kilogramm vizet 100 Celsius-fokkal tudunk felmelegíteni.

A fűtőérték meghatározása számítással vagy kísérleti úton történhetik. A számításra képletek szolgálnak, amelyekbe a szén alkotóelemeinek (C, H, S, O) százalékszámait helyettesítve, adódik a fűtőérték. Kísérleti meghatározásnál pedig lemért szénmennyiséget ($C+O_2=CO_2$) égetünk el zárt térben és megmérjük a környezet hőmérsékletének emelkedését.

A szén elégetésénél főleg a karbonium és a hidrogén fejlesztenek meleget. Minél nagyobb tehát ezeknek a mennyisége, annál nagyobb a szén fűtőértéke. A hamuanyagok, mint meddők, nem vesznek részt az égésben, a víztartalom pedig káros is, mert elgőzölögtetésénél meleget fogyaszt.

Minél öregebb a szén, annál kisebb a víztartalma és többnyire a hamutartalma is. Az öregebb szenek éghető része is kevesebb oxigént,

tehát több melegfejlesztő elemet tartalmaz, mint a fiatalabb szeneké. Ennek következtében az öregebb szenek nagyobb fűtőértékűek, tüzelés-technikailag értékesebbek, mint a fiatalabbak.

2. számú táblázat

Szenek összetétele és fűtőértéke

	C	H	O	Nedvesség	Hamu	Fűtőérték
Lignit	28'0	1'7	11'0	49'0	9'6	2200
Fiatalabb barnaszén	46'9	3'4	11'5	17'2	19'7	4250
Öregebb barnaszén	55'7	4'3	14'2	13'5	8'3	5300
Feketeszén	72'4	4'9	8'0	6'3	6'4	6890
Anthracit	86'0	3'5	2'0	1'3	4'6	8040

A táblázatban szereplő, példaképpen kiragadott adatok természetesen csak tájékoztató jellegűek. Nemcsak a megadott értékek között található számtalan átmeneti minőségű szén, hanem az egyes szénfajták, gyakran ugyanazon széntelepnél is, nagy ingadozásokat mutatnak.

A felsorakoztatott értékek csak azt szemléltetik, hogy a legfiatalabb lignittől a legöregebb anthracitig milyen nagy a minőségbeli különbség: a fűtőérték ez utóbbinál majdnem négyszerese az előbbinek.

Az ásványi szeneket általában két csoportra szokták osztani: a gyengébb minőségű, kevesebb karboniumot tartalmazó barnaszén csoportjára, amelyhez a fiatalabb lignitek is tartoznak, és a nagyobb fűtőértékű, nagy karboniumtartalmú „kőszén” csoportjára. A „kőszén” a „Steinkohle” szószerinti fordítása és tulajdonképpen csak a németországi földes vagy föld-

szerű barnaszennel szemben használható a keményebb feketeszenek jelölésére. Nálunk, ahol a barnaszén is többnyire mélyről bányászott, többé-kevésbé kemény anyag, helyesebb a barnaszénnel a „feketeszen“ elnevezést szembeállítani. A továbbiakban tehát a hazai szenek legnagyobb részét barnaszénnek, a pécsi, tolna—baranyai szeneket pedig a sziléziai, ruhrvidéki, angliai stb. fajtákkal együtt feketeszeneknek fogjuk nevezni.

Régebben azt hitték, hogy a szénben, különösen a feketeszenben a karbonium „szabad szén“ alakjában fordul elő, vagyis ugyanolyan formában, mint például a koromban. Ma már tudjuk, hogy „szabad“ szén az ásványi szenekben alig van. A szenek éghető részét bonyolult vegyületek alkotják, amelyeket még alig ismerünk. Ezek a vegyületek a karboniumon kívül főleg hidrogént és oxigént tartalmaznak, vannak olyanok, amelyekben kén és nitrogén is van, sőt némelyikben foszfor is kimutatható.

A második fejezetben említett genetikai sorozat a szenek összetételére és viselkedésére vonatkozóan érdekes törvényszerűségeket mutat: így például az elemi alkotórészek közül annál több karboniumot és annál kevesebb oxigént találunk, minél öregebb a szén, minél mélyebb helyet foglal el a genetikai sorrendben.

A 3. számú táblázat mutatja, hogy míg a legfiatalabb tőzeg éghető részének (hamu- és nedvességmentes anyagának karboniumtartalma 60% körül mozog, addig az öregebb feketeszen 87%-ot, az anthracit pedig 96%-ot is tartalmaz. Az oxigéntartalom viszont ugyanabban a sorrendben 33%-ról 1,5%-ra csökken.

3. számú táblázat

Különböző szenek éghető részének összetétele	Karbonium	Hidrogén	Oxigén	Nitrogén
	C%	H%	O%	N%
Tőzeg	60	6	33	1
Barnaszén	73	5	20	1
Feketeszén	87	5	7	1
Anthracit	96	2	1,5	0,5

Évmilliók során tehát a szén olyan átalakuláson megy át, amelynél a szénanyag összetétele is megváltozik. Ezt a folyamatot az első fejezetben elszenesedés néven ismertük meg. Az elszenesedés folyamán főleg víz (H_2O) és szén-sav (CO_2) szabadulnak fel. Ezáltal az oxigéntartalom csökken, a karboniumtartalom növekszik: az anyag széntartalma mintegy koncentráldik, fűtőértéke pedig emelkedik.

A kén mennyisége az éghető részben rendszerint 1—3% között van. Magyarországon ismerünk 6% ként tartalmazó szenet is. Míg a karbonium, a hidrogén és az oxigén származása nem kétséges, mert a növények nagyrészt ezekből az elemekből épülnek fel, addig a nitrogén és a kén származása meglehetősen tisztázatlan. Csak sejtjük, hogy a növényekkel egyidejűleg lerakodott állati anyagok fehérjéinek bomlásából, esetleg a környező kőzetek átalakulásából származtak.

Az elemi összetételből azonban nem lehet biztosan következtetni a szén tulajdonságaira. A fűtőértéket ugyan közelítőleg kiszámíthatjuk az alkotórészek százalékos összetételéből, de a kokszoláznál, gázgyártásnál, raktározásnál fontos tulajdonságok gyakran azonos elemi összetételű szeneknél is egészen különbözők. Is-

merünk viszont azonos viselkedésű szeneket, amelyeknek elemi összetétele merőben eltér egymástól.

Ahhoz, hogy a szenek jellemét közelebről megismerjük és viselkedésüket laboratóriumi vizsgálatok alapján megjósolhassuk, tanulmányoznunk kell azokat a vegyületeket, amelyeket az elemek a szénben alkotnak. Ezek a tanulmányok többnyire az oldhatóságra és a hevítésnél tanúsított viselkedésre irányulnak.

Oldhatóság szempontjából három vegyületcsoportot különböztetünk meg:

1. *bitument*, amely benzolban, piridinben és egyéb szerves oldószerben oldható,

2. *huminsavakat*, amelyeket szódaoldattal lehet kioldani és

3. *maradékszenet*, amely ezen oldószerrek egyikében sem oldódik.

A maradékszenet még tovább oszthatjuk huminokra, amelyek tömény lúgban, hosszú főzéssel oldhatók és humuszszenre, amelyet teljesen oldhatatlannak tekintünk.

A genetikai sorrend egyes tagjainál ezek az alkatrészek szintén bizonyos törvényszerűséget mutatnak: minél öregebb valamely szén, annál kevesebb oldható részt tartalmaz, tehát az elszénesezés folyamán az oldható alkatrészek átalakulnak oldhatatlanokká.

4. számú táblázat

	Bitumen	Huminsavak	Humuszok	Maradékszén
Tőzeg	1·5-13%	40-60%	0-10%	—
Barnaszén.	3-25%	1·8-98%	2-70%	0-43%
Feketeszén	0·1-7%	—	2-3%	86-97%
Anthracit	—	—	—	98-99%

A tőzeg és a barnaszének túlnyomóan humin-savakból és huminokból állanak, tehát szóda-oldatban vagy forró lúgban nagyrészüik oldható. Az idősebb barnaszéneknél már jelentős mennyiségű oldhatatlan maradékszenet találunk, az anthracit és a feketeszenek pedig majdnem kizárólag ilyen anyagból állanak. Ezek a számok, úgy mint a 3. számú táblázat adatai, természetesen csak az éghető részre, a hamu- és nedvességmentes anyagra vonatkoznak.

Az oldhatóság szerinti megkülönböztetésnél fontosabb a gyakorlat szempontjából a szénalkatrészeknek a hevítésnél való viselkedésük alapján való megkülönböztetése.

Ha a szenet levegőtől elzárva, 500 vagy 1000 fokig izzítjuk, másszóval kis vagy nagy hőfokú lepárlásnak vetjük alá, akkor a szén minősége szerint több-kevesebb *illórész* távozik. Ez az illórész vízgőzön kívül gázokat és kátrányt is tartalmaz. Ezek mennyiségének meghatározása a gázgyártás és kokszolás szempontjából egyike a legfontosabb laboratóriumi vizsgálatoknak.

Az illórészek meghatározásának módja az, hogy néhány gramm szenet földött platinatégelyben, gázlágon hevítenek. Az illórészek a tégelyfedél kis nyílásán távoznak, a tégelyben pedig visszamarad a koks. Ez a laboratóriumi eljárás miniatűr mása a gázgyárak és kokszolók üzemének. Platinatégely helyett itt hatalmas kemencéket találunk, amelyekben több ezer kilogramm szenet hevítenek, levegőtől elzárva, tehát „szárazon“. Az illórészeket csöveken át vezetik a kátrányleválasztókhoz és gáztisztítóberendezéseken át a gáztartókba. A kemencék-

ben visszamaradt lepárolt szenet: a kokszot „kitolják“, lehűtik és osztályozzák.

A kokszban természetesen visszamarad a szén hamutartalma is. A laboratóriumi vizsgálatnál a kokszhozamot jelentő százalékszámából levonjuk az előzőleg meghatározott hamutartalmat jelentő százalékszámot és a kapott különbséget „fix karbonium“ néven soroljuk az elemzés adatai közé. Ez a „fix karbonium“ az éghető vegyületeknek olyan maradéka, amely a száraz lepárlásnál nem illan el, hanem a hamuval együtt többé-kevésbé összesülve vagy teljesen laza állapotban visszamarad.

Gázgyártás szempontjából annál értékesebb a szén, minél több nagy fűtőértékű illórészt tartalmaz. Kokszolás szempontjából a visszamaradó koksz mennyisége és minősége a fontos.

Ha a szén nem ad összesült, darabos kokszot, azt szoktuk mondani, hogy nem kokszolható. A tőzeg, a lignitek és a barnaszének általában nem kokszolhatók. Az idősebb feketeszenek legnagyobb része összesült kokszot ad (a tolna—baranyai liászszének is), míg az anthracit és a hozzá közelálló „sovány“ feketeszenek alig vagy egyáltalán nem kokszolhatók.

A genetikai sorrend szerint a szenek éghető alkatrészei annál kevésbé illannak, minél öregebb a szén. Hamu- és nedvességmentes anyagra számítva, általában a túloldali adatokat kapjuk.

A szenek összetételéből tehát megállapítható, hogy az elszenesedés folyamán olyan átalakuláson mennek át, amelynek következtében a szénanyag nemcsak oldhatóságából, hanem illékonyságából is veszít.

5. számú táblázat

	Fix karbonium	Illó részek
tőzeg	40% alatt	60% fölött
lignit	40—60% „	40—60% „
barnaszén	50—70% „	30—50% „
feketeszén	65—95% „	5—35% „
anthracit	95% fölött	5% alatt

Az eddigiekben főleg a szén éghető részével foglalkoztunk. Ezekben az értékes anyagokon kívül minden szén tartalmaz nedvességet és meddő alkatrészeket is, amelyek az égésben nem vesznek részt. A nedvesség vízgőz alakjában távozik a tüzelésnél, elpárologtatásához meleget fogyaszt, tehát csökkenti a szén hasznos melegfejtképességét. A meddő anyag mint hamu vagy salak marad vissza, meleget ugyan nem fogyaszt, de az égést gyakran károsan befolyásolja és a szén értékét mindenesetre csökkenti.

A szén víztartalmában mindenekelőtt a bányanedvességet különböztetjük meg, amely a szén felületére csapódik le és melegítés nélkül, levegőn is elpárologhat. Ez a látható vagy érezhető nedvesség. A látszólag teljesen száraz szénnek azonban még mindig van úgynevezett higroszkópikus nedvességtartalma, amelyet már csak melegítéssel lehet eltávolítani. Végül a szén egyes vegyületeiből magasabb hőmérsékletre való hevítésnél kémiai bomlás folytán víz keletkezik, amely a szénből vízgőz alakjában távozik. Ez a bomlásvíz.

A genetikai sorozat még a nedvességtartalom szempontjából is mutat törvényszerűséget. Mi-

nél öregebb a szén, általában annál kisebb a nedvessége.

6. számú táblázat

	Bányanedvesen	Légszárazon
tőzeg	75—90%	20—50%
lignit és barnaszén . .	15—60%	10—30%
feketeszén	2—20%	1—6%
anthracit	0—3%	0—2%

A hamutartalomnál ilyen törvényszerűséget nem találunk, habár az öregebb szenek ebből a szempontból is általában „tisztábbak“, mint a fiatalabbak. A hamuanyagok mennyisége azonban inkább a helyi viszonyoktól függ, azoktól a lerakódásoktól és beszűrődésektől, amelyek a széntelep alakulása közben léptek fel és a bányászástól, amelynél sohasem lehet a meddő kőzetet tökéletesen elválasztani a széntől. Vékony telepek fejtésénél különösen sok meddő anyag kerül a szénbe. Bizonyos szerepe a szén alkotó növényzet eredeti hamutartalmának is van, de mint ahogy a tűzifa is aránylag kevés hamut hagy hátra, úgy a növényi eredetű szénhamu is aránylag kismennyiségű.

A hamualkotórészek közül legfontosabb a kovasav (SiO_2), az alumíniumoxid (Al_2O_3) és a kalciumoxid (CaO), továbbá a vasoxid, a kálium- és nátriumoxid, a foszforoxid és a különböző kénvegyületek. A ritkább elemek közül jódot, brómot, arzént, ólmot, rezet, nikkelt, sőt ezüstöt és aranyat is találunk némely szén hamujában, természetesen csak igen kis mennyiségben.

Aszerint, hogy a fontosabb alkotórészek milyen mennyiségben és kombinációban vannak a

hamuban képviselve, változik annak olvadáspontja is. Azt a hamut, amelynek olvadáspontja 1200° alatt van, könnyen olvadó, salakosodó hamunak nevezzük. 1400 — 1600° között nehezen olvadónak, 1600° fölött már tűzállónak nevezzük a hamut. Tüzeléstechnikai szempontból annál előnyösebb a hamu, minél kevésbé salakosodik, tehát minél magasabb az olvadáspontja.

*

Most már, hogy a szén alkatrészeit közelebről megismertük, ennek alapján jobban megkülönböztethetjük az egyes szénfajtákat is és tulajdonságaik, viselkedésük szerint bizonyos rendszerbe csoportosíthatjuk őket.

Szénnek csak az olyan anyagot nevezzük, amelynek hamutartalma 40% alatt van. Ennél több hamu esetében égő paláról beszélünk. A 40% -nál kevesebb hamut tartalmazó anyagoknál megkülönböztettünk lignitet, barnaszén, feketeszenet és anthracitot. Ezt a besorozást a genetikai sorrend alapján állítottuk fel, az egyes csoportokat tehát korkülönbség szerint választottuk el egymástól.

Amilyen egyszerűnek és áttekinthetőnek látszik ez a rendszer, olyan hiányokat is mutat részletesebb vizsgálat esetében. Átmenetek — mint a természetben mindenütt — itt is akadnak. A szén geológiájában olvasható általános megállapítás, mely szerint a feketeszenek karbonkorúak, a barnaszének harmadkorúak, sok esetben nem állhatja meg a helyét, mert nemcsak átmeneti korú, például liászszén is ismerünk, hanem tudjuk, hogy különleges geológiai hatások alatt karbonkorú szének is maradhat-

tak barnaszén állapotban, s másrészt harmadkorú szeneink között is találunk olyanokat, amelyek a tipikus feketeszenek tulajdonságait mutatják.

*

Ezért újabban nem is a geológiai kor alapján, hanem kémiai tulajdonságaik szerint különböztetik meg a barna- és feketeszeneket.

Ilyen tulajdonság például a nedvszívóképesség, amely feketeszeneknél nagyon csekély, barnaszeneknél nagy. Vagy a kokszolhatóság, amelyet többnyire csak feketeszeneknél találunk meg, barnaszeneknél nagyon ritkán. A lepárlásnál keletkező kátrány kémiai tekintetben szintén egészen más a feketeszeneknél, mint a barnaszeneknél.

A legjellemzőbb különbséget azonban oldáskor mutatják a szenek. Forró lúgokkal való kezelésnél a barnaszenek a lúgot barnára festik — oldódnak —, míg feketeszeneknél a lúg színtelen marad. Híg salétromsavval 70 C° -on kezelve, a barnaszenek élénk gázfejlődés mellett pirosra festik a folyadékot, míg ez a jelenség feketeszeneknél csak 100 C° felett mutatkozik. Forró benzolban való oldáskor viszont a feketeszenek adnak fluoreszkáló extrák tót, míg barnaszeneknél ennek nincs nyoma.

A lúgban való oldhatóság a huminsavak és huminok tulajdonsága. Ezeknek jelenléje vagy hiánya okozza a barnaszenek és feketeszenek oldódásában mutatkozó különbséget. Ezért tudományos meghatározás szerint barnaszenek az olyanok, amelyek még jelentős mennyiségű huminsavakat és huminokat tartalmaznak, míg a feketeszenekben ilyen anyagokat jelentős mennyiségben nem találunk.

A barnaszének csoportján belül még több alcsoportot kell megkülönböztetnünk. Így elsősorban a ligniteket, amelyeknél az elszenesedés a legtökéletlenebb, úgyhogy majdnem érintetlen fastruktúrájú darabokat is találunk bennük. A lignitek könnyűek, többnyire világosszínűek és sok vizet tartalmaznak.

Másik csoportot alkot a közönséges barnaszén, amely sötétebb barna, fénytelen, törése egyenes vagy síma kagylós. Ennél a fastruktúra már alig ismerhető fel.

Németországban elterjedt a földszerű barnaszén is, amely az előbbivel ellentétben, könnyen szétmorzsolható és teljesen texturamentes. Egyébként azonos a közönséges barnaszénnel.

Végül ismerünk fényes vagy szurkos barnaszénket. Ilyen a magyarországi eocén- és oligocénszének nagyrésze. Ezek kemény, rideg, fekete vagy nagyon sötétbarna, kagylós törésű anyagok. Víz-tartalmuk kicsi, fűtőértékük nagy, növényi struktúrát már alig mutatnak: a szurkos barnaszének hasonlítanak leginkább a feketeszénhez.

Míg a barnaszénket külsejük szerint csoportosítják, addig a feketeszénket többnyire a koksizálásnál, illetve a gázgyártásnál való viselkedésük szerint szokták a gyakorlat szempontjából megkülönböztetni.

A sok gázt adó szének (25—45% illórészsel) a gázszének. Kevesebb gázt (15—20% illórész), de tömör, jól összesült kokszt adnak a kokszzének. A 10—15% illórészt tartalmazó szénket sovány széneknek nevezzük, míg a 10% illórésznél kevesebbet tartalmazó, általában nem kokszosodó szén az anthracit.

A szenek összesülőképességének oka nincsen teljesen tisztázva. Az elemi összetétel semilyen következtetést sem enged ebben az irányban és így mindazok az igyekezetek, amelyek az összesülés a szén elemi összetételével próbálták magyarázni, meddők maradtak.

Újabban a szén bitumentartalmával magyarázzák az összesülőképességet. Ha például kokszszenet 55 atm. nyomás és 275 C° mellett benzollal kezelünk és így bitumentartalmát kivonjuk, elveszti összesülőképességét és csak laza, zsugorodott kokszt ad. Ha pedig a benzollal extrahált bitument nem sülő szénhez keverjük, akkor az összesülővé lesz és szilárd, tömör kokszt ad.

Ilyen kísérletek segítségével ismerhetjük meg legjobban a szén tulajdonságait és gyakorlati viselkedését. Tudományos laboratóriumokban szakadatlanul folyik ez irányban a munka és ennek köszönhető, hogy ma már sokkal többet tudunk a szén kémiájáról, mint 20 vagy 30 év előtt. De rengeteg munkát kell még végezni addig, amíg oda jutunk, hogy laboratóriumi vizsgálatok alapján pontosan előre megmondhatjuk, miképen fog valamely szén a tüzelésnél, a kokszolásnál vagy a gázgyártásnál viselkedni.

4. A SZÉN FELDOLGOZÁSA

Amikor a szén bevonult a technikába, nem kellett még nagy igényeket kielégíteni. Égjen, meleget adjon és olcsóbb legyen, mint a fa vagy a faszén — mindössze ezek voltak azok a kívánságok, amelyekkel a fogyasztók felléptek. Idők folyamán azonban kezdtek figyelni a szén

minőségére is. Ne kormozzon, szállítás és raktározás közben ne hulljon szét, nagy halomban ne gyulladjon meg magától és — sok meleget adjon. Minél több szén került forgalomba, annál jobban megismerték. Rájöttek, hogy kályhatüzelésnél a rövid lánggal égő, sovány szenek jobbak, kazánok alatt a hosszúlángú szeneket lehet jobb hatásfokkal eltüzelni. A gőzkazánok előretörésével párhuzamos tüzeléstechnikai fejlődés csakhamar olyan igényeket támasztott, amelyeket az úgynevezett aknaszén, a nyersanyag már nem tudott kielégíteni. Ekkor kezdődött a szén feldolgozása.

Eleinte csak szemnagyság szerint kellett a szenet osztályozni. Ez a legegyszerűbb feladat. Az aknaszenet nagy rostákra vezetik és rázásal elkülönítik az áthulló és a fennmaradó szemeket. Ha az utóbbiakat kisebb nyílású rostára vezetjük, további elkülönítést érhetünk el és végeredményben annyi és olyan szemnagyságú szenet állíthatunk elő, amennyit és amilyent akarunk.

A tüzeléstechnika mai igényeinek megfelelően többnyire a következő szemnagyságú részekre szokták az aknaszenet feldolgozni:

por 0—1 mm-ig,
 dara 5—20 mm-ig,
 dió 20—40 mm-ig,
 kocka 40—80 mm-ig,
 darabos 80 mm fölött.

A dara és dió közötti szemnagyságú szenet mogyoró vagy dió II. néven is szokták forgalomba hozni.

A legtöbb aknaszén, különösen a magyar bányák szenei, nem olyan arányban tartalmazzák az egyes szemnagyságokat, amilyen arányban a piac keresi őket. A mi szeneinknek több mint a fele por és dara, ezeket pedig csak az ipari tüzelésben lehet gazdaságosan felhasználni. A házi tüzelőberendezések inkább dió- és kockaszemet kívánnak és minthogy ebből a fajtából nem áll elég rendelkezésre, mesterségesen kell azokat előállítani. Ezt a célt szolgálja a brikettezés.

A brikettezés lényege az, hogy az apró szemet nagyobb darabokká sajtoljuk. A németországi barnaszemek kötőanyag nélkül is könnyen brikettezhetők, más szemeknél azonban ezt csak igen nagy nyomással lehet elérni. Ezért úgy nálunk, mint a külföldön általában szurkot szoktak kötőanyagként használni. 6—12% szurok nagyban fokozza a szén brikettezhetőségét, szilárd, raktározható brikettet ad, sőt nagyobb fűtőértéke folytán még javítja is a szén eredeti kalórikus értékét.

A brikettezés többnyire úgy történik, hogy a kátrányból vagy petróleumból származó szurkot finomra őrölve vagy megolvasztva hozzákeverik az apró szénhez, a keveréket gőzzel felmelegítik és 100—200 atmoszféra nyomással sajtolják. Nálunk általában tojásalakú brikettet hoznak forgalomba, de lehet téglá-, kocka- vagy golyóalakút is gyártani.

A brikettezés azonban csak a szemnagyság növelésére alkalmas, de a gyengébb minőségű, fiatalabb szemek versenyképessége ezzel még nincsen megoldva. A szénfeldolgozás legnagyobb feladata a fűtőérték javítása.

A tüzelőberendezések a szén elégetésénél keletkező meleget nem hasznosítják tökéletesen. Sok kalória távozik a meleg füstgázokkal, sok vész el sugárzó hő alakjában és nem jelentéktelen a hamuba jutó elégetlen szén okozta veszteség sem. Minél tökéletesebb a tüzelőberendezés, annál kisebbek a veszteségek, annál jobb a tüzelés hatásfoka. De minél nagyobb a szén fűtőértéke, általában annál jobb hatásfokot is tudunk elérni. A fiatalabb szenek tehát nemcsak szegényebbek kalóriákban, hanem ezenfelül rosszabb hatásfokkal is égethetők el, mint az öregebbek.

Érthető ezután, hogy a szenek értékelésénél nagy különbségek mutatkoznak és érthető az is, hogy a gyengébb minőségű szeneket termelő bányák igyekeznek szeneiket javítani, értékesébbé tenni. Különösen Magyarországon fontos a szén ilyen irányú feldolgozása, mert csonka hazánk szénminőség tekintetében messze elmarad Szilézia, Nyugat-Németország és Anglia mögött.

A szén fűtőértékét legegyszerűbben úgy növelhetjük, ha káros és meddő alkatrészeit, a nedvességet és a hamuanyagokat eltávolítjuk.

Ha 50% nedvességet tartalmazó lignitet 20%-ig szárítunk, a fűtőérték megkétszereződik: 2100-ról 4200-ra emelkedik. Sajnos, a szárítás folyamán a legtöbb szén széthull, aprózódik és ezáltal értékéből sokat veszít. Az aprózódást lényegesen csökkenthetjük azzal, hogy nyomás mellett, például gőzzel szárítunk.

A fűtőérték növelésének másik módja a hamutartalom csökkentése. Azokat az ásványi alkatrészeket, amelyek a szénnel össze vannak nőve, amelyek mintegy átszövik az éghető anya-

got, mechanikai úton csak úgy távolíthatnánk el, ha a szenet egészen finomra őrölnék. Ez rendszerint nem gazdaságos. De a bányászás közben a szénhez keveredő köves, palás, agyagos darabokat akár pusztá kézzel is kiválogathatjuk és ezzel is csökkenthetjük a szén hamutartalmát, növelhetjük fűtőértékét.

A kézzel való válogatás még ma is sok helyen folyik, s egyes esetekben, amikor például darabos szénből aránylag kevés nagyobb követ kell kiszedni, ez a legjobb módszer. Finomabb szemcsésű szeneknél, különösen ott, ahol sok a meddő szennyeződés, előnyösebb az úgynevezett *szénmosás* vagy általában a mechanikai széntisztítás.

A hamualkatrészek eltávolításánál segítségére jön a technikusnak az a fajsúlykülönbség, amely a szén és a meddő anyag között van. Míg a tiszta szén fajsúlya 1,0—1.3, addig a hamualkotórészeké 2.2—5.2. Ha mármost olyan folyadékba öntjük a szenet, amelynek fajsúlya a kettő között van, például 1.7, akkor a tisztább darabok a folyadék felső részében, a hamudúsabbak pedig alul fognak elhelyezkedni.

De közönséges vízzel is elérhetjük ezt a szétválasztást, ha a szenet lüktetésszerű mozgásban tartjuk. A lüktetés folytán a könnyebb, tisztább szemek felülkerülnek, a nehezebbek alul maradnak és könnyen elválaszthatók amazoktól.

Újabban víz helyett levegővel is szokták a szenet „mosni“. Ennek nagy előnye, hogy a szén száraz marad és semmiféle utókezelést nem kíván.

A levegővel történő széntisztítást *szerelesnek* nevezik, mert elvben ez az eljárás ugyanaz,

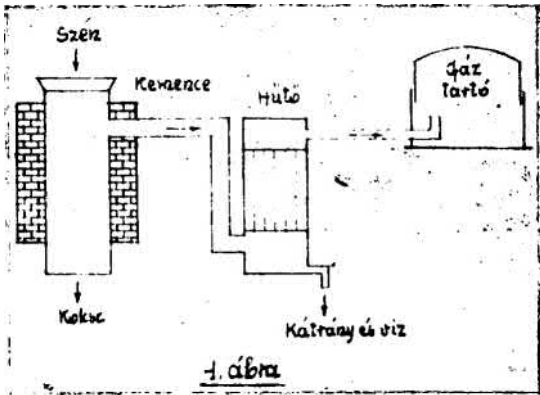
mint amelyet a gabona tisztításánál követnek. Míg azonban a levegőbe dobott gabonából a szél a könnyű, értéktelen szemeket fújja ki és a nehezebb, értékes szem esik vissza, addig a széntisztításnál a lüktető légáram okozta mozgás következtében a könnyebb, tisztább szemek felülkerülnek és a nehezebb, meddő rész alul marad.

A nedvesség és hamutartalom csökkentése azonban csak az első lépés a szén feldolgozásának útján. A vasipar, különösen a nagy olvasztók, olyan követelményeket támasztanak, amelyeket a nyers szén nem tud kielégíteni. Ezért korán megszületett a szén kémiai feldolgozása.

Kémiai feldolgozásnak azért nevezzük ezeket az eljárásokat, mert a szénanyag összetételének gyökeres megváltoztatásával járnak. Módszereik pedig túlnyomóan termikusak, tehát azt a jelenséget hasznosítják, hogy a szén zárt térben történő hevítésnél bomlik: az időrészek (gáz, kátrány stb.) eltávoznak és kokszt marad vissza. Nagyjából mindezeket az eljárásokat az i. ábra alapján érthetjük meg.

A nyers szenet a kemencében külső tüzeléssel hevítik és gondoskodnak arról, hogy levegő ne juthasson az izzó szénhez. A kemencében végbemenő bomlás illó termékei, a kátrány és a bomlásvíz csővezetéken át hűtőbe kerülnek, ahol a kátrány és a víz lecsapódnak, a gáz pedig gáztartóba kerül. A kemencéből leeresztett kokszt vízzel le kell hűteni, esetleg törni és osztályozni. A kátrány lepárlás útján dolgozható fel szurokra és olajokra, a vízből pedig többnyire kinyerik a műtrágyagyártás szempontjából értékes ammóniát.

A gyakorlatban persze sokkal bonyolultabb ez az eljárás. A szén és a termékek minősége szerint sokféle szerkezetű kemencét találunk az iparban. Van olyan, amelynél alul eresztik le a kokszot, van amelyiknél oldalt húzzák vagy tolják ki. Némely kemence folytonos üzemű, tehát állandó mozgásban halad rajta át a szén,



de van szakaszos üzemű kemence is, amelybe néhány száz vagy több ezer kilogramm szenet egyszerre töltenek és meghatározott idő muíva a kokszot egyszerre veszik ki.

A gáztisztítás sem olyan egyszerű, mint azt a vázlaton látjuk. Nem egy hűtő, hanem a hűtőknek egész sora szolgál a cseppfolyós termékek kinyerésére. Külön berendezéssel vonják ki gázból a benzolt, amely a gázgyártás és kokszolás egyik legfontosabb mellékterméke, külön berendezés szolgál a naftalin, a cián kiterme-

lésére és végül még a kénvegyületektől is meg kell tisztítani a gázt, mielőtt a fogyasztókhöz juttatnák.

Aszerint, hogy a kokszot, a gázt vagy a kátrányt tekintjük-e főterméknek, megkülönböztünk kokszolókat, gázgyárakat és kátránytermelő (Schwel) üzemeket.

A kokszolás eredeti célja csupán a szén kén-tartalmának csökkentése volt. Később azonban kitűnt, hogy a kokszolás más előnyökkel is jár. A koksz nem lágyul meg a hevítésnél, nagyon kemény és így nagyobb nyomást bír el, mint a szén, ami különösen a vasiparban használt nagyolvasztóknál elsőrangú fontosságú. A szén elégetésénél kellemetlen szagú gázok, füst és korom keletkeznek, a koksz füst- és korommentesen ég el. Végül fontos előny az is, hogy a koksz elégetésénél nagyobb hőfokot lehet elérni, mint a szénnél.

Ezek az előnyök már a XVII. században szükségessé tették a szén kokszolását. Eleinte egyszerű bogsa kemencékben végezték a kokszolást, úgy, mint a faszénégetést. Ennél a primitív módszernél a gáz és vele együtt a kátrány is a szabadba áramlott, ami csakhamar tűrhetetlenné vált a környékre. A XVIII. században, amikor már erősen terjedt a kokszolás, teljesen zárt, úgynevezett méhkaskemencékre kellett áttérni. Ezekből fejlődtek ki a nagy befogadóképességű, gazdaságosan fűthető kamrakemencék, amelyek hatalmas tömbjeikkel jellegzetes képet adnak a vasipar közelében elterülő szénfeldolgozó vidékeknek.

A kokszolás melléktermékeit, a gázt, a kátrányt, a benzolt és az ammóniát ma már a leg-

több helyen hasznosítják. A sziléziai szénterületeken ugyan láthatunk még éjszakánként nagy világító fáklyákat, jeléül annak, hogy a kokszolók a gáznak egy részét még veszni hagyják, elégetik, a Ruhrvidék kokszművei azonban majdnem kivétel nélkül gyűjtő hálózatba vezetik le fölös gázukat, amelyet több száz kilométeres vezetékeken át városok ellátására használnak.

Az úgynevezett világítógáz ugyanis majdnem teljesen azonos összetételű a kokszolók gázával. Városi gázgyáraink ugyanúgy dolgoznak, mint a kokszolók, csak a kemencéik más szerkezetűek és a különösen sok, kemény kokszot adó kokszszenek helyett a gázdúsabb „gázszeneket“ használják. Melléktermékként a koksz mellett ugyancsak kátrányt, benzolt és ammóniát nyernek, tehát csak rendeltetésük folytán tekinthetők különbözőeknek a városi gázgyáraktól.

Egyedül a gazdaságosság kérdése az, hogy előnyösebb-e a szenet a bánya közelében kokszolni és a gázt távvezetékeken át a városokba juttatni, vagy pedig a szenet szállítani a városi gázműhöz és az ott melléktermékként keletkező kokszot mint tüzelőanyagot értékesíteni.

Meg kell azonban említeni, hogy a gázt nemcsak az eddig leírt kigázosító módszerrel lehet a szénből nyerni. Vannak eljárások, amelyeknél a szénanyagot maradék nélkül elgázosítják, tehát koksz helyett salakot kapnak és ennek megfelelően sokkal több, de kisebb fűtőértékű gázt termelnek, mint a kigázosításnál. A mai gázgyárak majdnem kivétel nélkül használják ezeket a generátor- és vízgáz eljárásokat és a különböző fűtőértékű gázok elegyítéséből szár-

mazó 4000—4500 kalóriás városi gázt szolgáltatják fogyasztóiknak.

Generátorgáz akkor keletkezik, ha szenet, vagy kokszot kevés levegővel, tökéletlenül égetünk el. ($2C + O_2 = 2CO$). Főalkotórésze a szénmonoxid (CO), amely erősen mérgező hatása miatt bizonyos mértéken túl nem kívánatos a világítógázban. Hasonló a vízgáz is, amely szénmonoxidot és hidrogént tartalmaz majdnem egyenlő mennyiségben. Ezt a gázt akkor kapjuk, ha izzó kokszot vízgőzzel hozunk érintkezésbe. ($C + H_2O = CO + H_2$).

De nemcsak a kokszot és a gázt, hanem egyes esetekben a kátrányt is tekinthetjük a szénlepárlás főtermékének. Így például a közép-németországi barnaszénlepárlás (Schwelung) célja főleg a paraffindús barnaszénkátrány előállítása volt. A petróleum előretörése évtizedekig megbénította ezt az ipart, amely csak újabban kezd ismét lábrakapni. A petróleumkészletek fenyegető kimerülése és egyes országok elszigeteltsége szükségessé teszik azt, hogy a szénből folyékony tüzelőanyagokat, elsősorban benzint és olajokat állítsanak elő. Ennek egyszerű és régóta ismert módja az alacsony hőfokú lepárlás.

Lényegében ez sem különbözik a kokszolók és gázgyárak módszerétől. Itt is zárt kemencékben hevítik a szenet, itt is kokszot, gázt és kátrányt nyernek, minthogy azonban alapanyagul feketeszen helyett kátránydús barnaszén használják, amelyet 1000° helyett csak 600 — 800° -ig hevítenek, lényegesen több és kémiaileg más kátrányt termelnek, mint a kokszolók és gázgyárak.

A barnaszénkátrány közelebb áll a petróleumhoz, mint a „kőszénkátrány“, mert paraffint és olyan olajokat tartalmaz, amelyek közvetlenül felhasználhatók Diesel-motorok hajtására. Nagy fontossága van a barnaszénleparlásnak a szénbenzinelőállítás szempontjából is, amire később fogunk visszatérni.

Az alacsonyhőfokú barnaszénleparlásnál keletkező gáz eddig csak alárendelt szerepet játszott, a barnaszénkocsz azonban fontos mellékterméke ennek az iparnak. Ellentétben az összesülő feketeszenek kocszával, a barnaszénkocsz aprószemű, gyorsanégő tüzelőanyag, amely speciális tüzelőberendezésekben, vagy megőrölve porszéntüzelésekben jól használható.

Magyarországon kevés olyan kocszolható szenünk van, amely kigázosításra alkalmas. Ezért nagy érdekünk fűződik ahhoz, hogy barnaszeneinkből egyrészt világítógázt, másrészt füstmentes darabos tüzelőanyagot tudjunk előállítani. A barnaszén-világítógáz előállítása hosszas tanulmányok és kísérletek után műszakilag már megoldottnak tekinthető, de az eredmény, sajnos, gazdaságosság tekintetében még többnyire elmarad a külföldi szénből való gázgyártás mögött. A füstmentes házitüzelőanyag előállítása, brikettezéssel egybekötött leparlás útján, szintén sikerült és ma már fejlődőképes barnaszénleparlóipar alapját láthatjuk Magyarországon.

Világítógázon és brikettkocszon kívül természetesen kátrányt is termelhetünk a magyar barnaszeneinkből. Ez a kátrány azonban — eddigi ismereteink szerint —, csak a folyékony tüzelőanyagok iparában és a fatelítőiparban he-

lyettesítheti a kokszolók és gázgyárak „kőszénkátrányát“. A vegyészeti ipar számtalan ágának majdnem kizárólagos alapanyaga még mindig a kőszénkátrány.

A szénfeldolgozás ágai majdnem minden iparba benyúlnak és megszámlálhatatlan azoknak az anyagoknak a sokasága, amelyek közvetve szénből származnak. A szénfeldolgozással kapcsolatos iparok sorában találjuk a kohászatot, az útburkolóipart és az építőipar különböző ágait. Legcsodálatosabb azonban az, hogy szénből, illetve a fekete, roszzszagú kátrányból származnak a legszebb festékeink, illatszereink és gyógyszereink. Szénből származnak a robbanóanyagok és a háborús vegyiipar többi alapanyagai, de szénből állítják elő a műtrágyákat is és a békés gazdálkodás sok olyan termékét, amely az emberiség kényelmét, jólétét és boldogulását szolgálja.

5. FOLYÉKONY TÜZELŐANYAGOK SZÉNBŐL

A szénfeldolgozás legújabb, sokat emlegetett területe a szénbenzin gyártása, amely iránt minden oldalról nagy érdeklődés mutatkozik. Valószínűleg azért, mert műszaki vonatkozásain kívül nagy gazdasági és főleg politikai jelentősége van.

A benzint ma általában petróleumból termelik. A földből feltörő nyersolajat desztilláció útján különböző párlatokra lehet bontani, amelyek fajsúly és forrási hőmérséklet szerint rendezve a következők:

benzin,
világítóolaj,
Diesel-olaj,
kenőolajok,
fűtőolajok,
petróleumszurok,
petróleumkocsz.

Az automobil- és a repülőtechnika oly nagy benzinszükségletet teremtettek, hogy azt a földi olajból egyszerű lepárlással nyerhető benzinnel már régóta nem lehet fedezni. Ezért elsősorban a földi olaj többi, kevésbé értékes alkatrészeit kezdték benzinné átalakítani, ami az úgynevezett krakkolóeljárásokkal sikerült is. Ha az olajat erősen felhevítjük, esetleg nyomást is alkalmazunk, akkor a szénlepárláshoz hasonlóan, bomlás lép fel, amelynek eredményeképpen gázok, könnyű olajok (benzin) és nehezebb maradékolaj vagy kocsz keletkeznek. Ezt az eljárást többnyire úgy irányítják, hogy túlnyomóan benzin keletkezzék, tehát a nagyobb olajmolekulákat mintegy széttördelik benzinnmolekulákká. Az angol „cracking“ (tördelés) nyomán ezt olajkrakkolásnak nevezik. Ma már az autóbenzinnek nagy része, különösen a nyugati államokban és Amerikában nehézőolajokból, főképen a kisértékű fűtőolajból előállított „krakkbenzin“.

De a benzintermelésnek ilymódon való fokozása csak a pillanatnyi gazdasági kérdéseket oldotta meg. A jövő fejlődésére és politikai szempontokra való tekintettel további benzinpótlás vált szükségessé, amelyet a földi olajtól függetlenül, más nyersanyag felhasználásával kell előteremteni.

Különösen fontos ez azért, mert a petróleum fölött nem rendelkező országok háború esetére függetleníteni kívánják magukat a külföldtől.

A „mesterséges“ benzin nyersanyaga nem lehetett más, mint a szén. Régóta tudták azt, hogy gázgyárakban és kokszolókban, tehát a szén magas hőmérsékletű lepárlásánál benzol keletkezik, amely a benzinhez nemcsak külsőleg, hanem égési tulajdonságok tekintetében is nagyon hasonló anyag. Benzollal pótolhatjuk is a benzint, sőt azt is tudjuk, hogy például a repülőgépmotorokban legkívánatosabb hajtóanyag a benzin-benzol elegye.

A háború alatt megkezdődött kutatások azt is bebizonyították, hogy a szén alacsony hőfokon történő lepárlásánál nem benzol, hanem a petróleumból nyert benzinhez hasonló anyag keletkezik, amely megfelelően finomítva, tökéletesen pótolhatja a „természetes“ benzint.

Csak hogy a szénlepárlás útján nyert benzin termelése szűk keretek közé van szorítva. A gázgyárak termelése a gázszükségletéhez, a kokszolóké a vasipar szükségletéhez igazodik, a barnaszénlepárlóipar fejlődése pedig különösen nagy akadályokba ütközik a barnaszén kokszi piacának korlátolt volta miatt.

A feladat tehát az volt, hogy a szenet lehetőleg maradék nélkül benzinné alakítsuk át, hogy olyan ipar keletkezzék, amelynek a benzin nemcsak főterméke, hanem lehetőleg egyetlen terméke is.

Ezt a feladatot a tudományos kutatók két különböző úton oldották meg. Az egyik a szén hidrogénezése, amelynek megindulása Bergius nevéhez fűződik, a másik a szénmonoxid-hidro-

génelegyből való szintézis, amelyet Franz Fischer talált fel.

Mind a két módszer megismeréséhez vissza kell tekintenünk a szén összetételére. Láttuk, hogy az éghető anyag főbb építőkövei a karbonium, a hidrogén és az oxigén. Láttuk azt is, hogy míg a karboniumtartalom 60—97% között változik, addig a hidrogén alig 2—6%. Tudjuk ezzel szemben azt, hogy a benzin nem tartalmaz oxigént, hidrogéntartalma pedig közel 15%. Közelfekvő tehát a gondolat, hogyha a szén oxigéntartalmát el tudjuk távolítani és a szénanyag hidrogéntartalmát fokozni tudjuk, akkor a szenet átalakíthatjuk benzinné.

Bergius a problémát úgy oldotta meg, hogy a szenet nagy nyomás és nagy hőmérséklet mellett hidrogénnel kezelte. Úgy számított, hogy az 500°-ra hevített szén molekulái bomlás folytán könnyen megtámadhatókká válnak és a nagynyomású hidrogén nemcsak a szén oxigéntartalmával vegyülhet vízzé, hanem be is léphet a szénmolekulákba és ily módon növelheti azok hidrogéntartalmát. Várakozása szerint ez tényleg bekövetkezett: a szén nagy része átalakult folyékony anyaggá, amelyből — úgy mint a petróleumból — benzint lehetett ledesztillálni. Bergius alapvető kísérleteit 1913-ban végezte, de csak egy évtized múlva sikerült az eljárást nagyüzemben megvalósítani és majdnem két évtized telt el a háború előtti kísérletek óta odáig, amíg a Bergius által indítványozott eljárás minden tekintetben megoldottnak volt nevezhető.

Két évtized alatt sok változáson ment át az eljárás. Az I. G. Farben-Industrie, a legnagyobb

vegyészeti koncern érdeme, hogy a szén hidrogénezését hihetetlen anyagi áldozatok árán sikerült nagyiparrá fejleszteni. A kísérletek eredményéhez tartozik az is, hogy nemcsak szenet, hanem kátrányt és olajat is lehet ezen az úton benzinné átalakítani. Sőt, az olajnál könnyebb, egyszerűbb az eljárás. Ezért időrendben először az olaj hidrogénezése sikerült nagyüzemben, csak ezután következett a kátrány és csak végül a szén közvetlen átalakítása benzinné. Ma már 350.000 tonna benzint gyártanak évente a Halle közelében lévő Leunawerke-ben, részben barnaszénből, részben barnaszénkátrányból, Angliában és Nyugat-Németországban pedig hasonló terjedelmű gyárak feketeszenből állítják elő a benzint.

Nálunk magyar mérnök eljárása szerint indult meg a szénbenzinyártás. Varga József műegyetemi tanár volt az, akinek szabadalmi alapján a kincstár kísérleti telepet létesített. Ez barnaszénolajból hidrogénezés útján többszáz vágón benzint állít elő évenként.

Bergiusnak csak részben sikerült a szénanyag átalakítása benzinné. Az ő kísérleteinél mindig jelentős mennyiségű nehezebb olaj keletkezett, sőt, fel nem tárt szénanyag is maradt vissza. A mai hidrogénezőeljárások a szenet majdnem kizárólag víztiszta könnyű, közvetlenül felhasználható benzinné alakítják át. Ezt az úgynevezett katalizátorok alkalmazásával érték el.

A kémiai gyakorlatban katalizátoroknak nevezük az olyan anyagokat, amelyek anélkül, hogy az átalakulásban részt vennének, pusztán jelenlétükkel elősegítik a kívánt anyag keletkezését. A hidrogénezésnél többnyire fémek oxi-

gén-, vagy kénvegyületeit használják katalizátorként.

Bergius nagy hőmérsékleteket, 400—500-ot alkalmazott, hogy a szénanyagot megbontsa, leépítse és a hidrogén számára hozzáférhetővé tegye. Eljárását ezért romboló, destruktív hidrogénezésnek is nevezik. Fischer ezzel szemben a felépítő, a szintetikus utat választotta. Ő kis-molekulájú gázokból, szénmonoxidból és hidrogénből indult ki és ezeknek ugyancsak katalizátorok jelenlétében való egymásra hatásával mesterségesen állította elő a petróleum alkatrészeit, elsősorban a benzint.

Fischer eljárásának megvalósításához előzőleg szintén részeire kell bontani a szénanyagot. Ezt elgázosítás útján érhetjük el. Minthogy az elgázosítás folyamán gondoskodnunk kell fölös hidrogén keletkezéséről is, mert végeredményben a szénanyag hidrogéntartalmának a növelése a cél, legelőnyösebb a vízgázjeljárást venni igénybe, amellyel a szintézishez szükséges két gázt: a hidrogént és a szénmonoxidot akár szénből, akár kokszból előállíthatjuk.

A benzinszintézis gyakorlati kivitele tehát az, hogy a szenet (vagy kokszt) vízgőzzel, magas hőmérsékleten elgázosítjuk. A $C + H_2O = CO + H_2$ egyenlet szerint így szénmonoxidot és hidrogént nyerünk, amelyeket a szintézishez szükséges 1:2 mennyiségi arányban megfelelő tisztítás után túlnyomás nélkül és kisebb hőmérséklet mellett katalizátorokon bocsátunk át. A2 oxigén ennél az eljárásnál is víz (H_2O) vagy szénsav (CO_2) alakjában válik ki. A felszabaduló karbonium pedig a hidrogénnel úgynevezett szénhidrogéneket alkot, amelyeknek nagy

része kémiaailag azonos a földi olajból nyert „természetes“ benzinnel, másrésze pedig a többi petróleumtermékekkel, különösen az értékes kenőolajokkal azonos.

A szintetikus eljárás előnye a destruktív hidrogénezéssel szemben egyrészt az, hogy egyszerűbb készülékekben, nagy nyomás és magas hőmérséklet alkalmazása nélkül is megvalósítható és hogy ezen az úton nemcsak a benzint, hanem a többi petróleumterméket is pótolhatjuk szénből.

Hátránya, hogy még nincs annyira kidolgozva, mint a destruktív hidrogénezés, Fischer szintetikus kísérletei még alig tízévesek. Az a fejlődés tehát, amelyen Bergius eljárása a második évtized alatt, a nagyüzemi megvalósítás folyamán keresztülment, Fischer eljárásánál csak most kezdődik. A jövő fogja eldönteni, hogy melyik eljárás gazdaságosabb és melyik van inkább hivatva a petróleumtermékek pótlására. De lehetséges az is, hogy a kutatók még újabb eljárásokkal fogják megajándékozni a technikát és mielőtt a világ petróleumkészletei kimerülnének, olyan utakon fogják megoldani a motorhajtóanyagok problémáját, amelyeket ma még sejteni sem lehet.

6. A SZÉN MINT TÜZELŐANYAG

Bármily fontos szerepe van a szénnek, mint nyersanyagnak, legfontosabb rendeltetése mégis a melegfejlesztés. Amikor lakásunkban a tél hidege ellen védekezünk, amikor ételünket megfőzzük, amikor ipari gépeink hajtásához gőzt fejlesztünk, vagy kemencéinket izzásig hevít-

jük, majdnem mindig szenet használunk tüzelőanyagként.

Mai energiaellátásunk 80%-át a szén fedezi. Mert a szén elégetésével nemcsak meleget fejlesztünk, hanem az így nyert hőenergiát a gőzfeszítőerejének felhasználásával mozgási energiává is átalakíthatjuk. A mozgási energiát pedig a gőzgépekről átvihetjük elektromos áramfejlesztőgépekre és így az évmilliók folyamán felhalmozódott napenergiát végül mint elektromos energiát látjuk viszont. Ennek a bonyolult folyamatnak alapja a szén elégetése, a tüzelés-technika.

A legegyszerűbb tüzelőberendezés a nyílt tűzhely. Ennél a halombarakott tüzelőanyagot minden oldalról éri az égést tápláló levegő. A következő fejlődési fokozat a bekerített tűzhely. Itt levegő már csak egy oldalról juthat a tűzhöz és így bizonyos fokig szabályozásnak van helye. Még jobb tüzelést érhetünk el, ha a tüzelőanyagot hézagos alapra helyezzük és így lehetővé tesszük azt, hogy a levegő alulról jusson a tűzhöz, a hamu pedig lehulljon a tűztérből. Ha végül a tűzhely fölé kürtőt szerelünk fel, amely a füstgázokat elvezeti, akkor a tüzelőberendezések összes elemeit alkalmaztuk.

A gyakorlatban ezeknek az elemeknek a részletes kialakítása és kombinálása a tüzelőberendezések végeláthatatlan sorához vezetett. Nemcsak a tüzelés rendeltetése szerint kell más és más szerkezetet alkalmaznunk, hanem aszerint is, hogy milyen szenet akarunk eltüzelni.

Míg az előzőkben ismertetett szénfeldolgozó-eljárások a szenek minőségének javítását célozzák, addig a tüzelőberendezéseknek az a fel-

adata, hogy minden szén, még a legsilányabb is, tökéletesen, gazdaságosan, könnyen és rendeltetésének megfelelően legyen eltüzelhető.

Minden égéshez egyidőben két tényező szükséges: meleg és levegő (helyesebben a levegő egyik alkotórésze, az oxigén). Ennek a két tényezőnek a szabályozása, a felhasznált szénhez és a melegítendő anyaghoz való alkalmazása a jó tüzelőberendezés legfőbb feladata.

Tüzelés szempontjából megkülönböztetünk hosszú lánggal és rövid lánggal elégő szeneket. A láng a szén illó alkotórészeinek égéséből származik, a fix karbonium elégeése pedig izzásban jelentkezik. Minél több illóanyag van a szénben, annál hosszabb világító lánggal ég és annál inkább hajlik kormozásra. Minél kevesebb illóanyagot tartalmaz a szén, tehát minél közelebb áll a kokszhoz, annál tisztábban ég el, lángja annál rövidebb és szintelenebb, s a meleget főleg izzása révén adja át környezetének.

A rostélyra vitt szén először nedvességét veszíti el. Ez a folyamat különösen a nagy nedvességtartalmú szeneknél fontos, mert a víz elpárolgása meleget fogyaszt és a tüztér hőmérsékletét néha észrevehetően csökkenti.

A nedvesség elpárolgása még be sem fejeződött, amikor a szén már eléri azt a hőmérsékletet, amelynél a bomlás megindul. A bomlás következménye a gázfejlődés, tüztérben a lángolás. Barnaszenekeknél már 300—500 C° között heves gázfejlődés következik be, míg a fekete-szenek éghető gázainak nagy része csak 500—1000 C° között távozik.

A bomlásnál keletkező gázok a szén eredeti fűtőértékének egy részét, különösen gázdús sze-

neknél, igen jelentékeny hányadát tartalmazzák. Ha nem gondoskodunk kellő hőmérsékletről és levegőről, akkor a gázok tökéletlenül égnek el és füst alakjában kihasználatlanul távoznak.

A kigázosodás után a rostélyon marad az izzó koksz. Ez már a bomlás teljes befejezése előtt szintén résztvesz az égésben. A tüztérbe bocsátott levegő oxigénje az izzó koksz éghető alkotórészeivel egyesül és mindaddig meleget fejleszt, amíg elegendő éghető anyag van a rostélyon. Amikor az éghető mennyisége már nagyon lecsökkent, vagy elfogyott, az égés és ezzel a hőfejlődés megszűnik. A rostélyon, vagy a rostély alatt csak éghetetlen hamu marad vissza.

Az előzőekben láttuk, hogy a szén éghető anyagának építőkövei a karbonium (C), a hidrogén (H) és a kén (S). Ezek tökéletes elégés esetén a levegő oxigénjével egyesülve, szénsavat (CO_2), vízgőzt (H_2O) és kéndioxidot (SO_2), vagy kétrioxidot (SO_3) adnak. Az égéstermékek gázneműek és nagy hőmérsékletük folytán ritkábbak, könnyebbek a levegőnél.

Tökéletlen elégés esetén a karbonium nem szénsavvá, hanem szénmonoxiddá (CO) ég el. A füstgázban szénmonoxid akkor jelentkezik, ha vagy nincsen elég levegő, mely a tüzet táplálja, vagy a tüztérben nincs olyan magas hőmérséklet, melynél a szénmonoxid elégni képes. Helyesen irányított tüzeléseknél szénmonoxid vagy egyáltalán nem, vagy csak nyomokban keletkezik. Rosszul irányított tüzeléseknél nagyobb mennyiségben léphet fel. A szénmonoxid, amely a városi gáznak, a generátorgáznak és a vízgáznak is alkotórésze, nagyon veszedelmes, mér-

gező anyag. Kis mennyiségben belélegezve is súlyos rosszullétet, nagyobb mennyiségben pedig könnyen halált is okozhat.

Kályhatüzelésnél szénmonoxid főképp akkor keletkezhetik, ha nincs elég levegő, amely a tüzet táplálja, ha például az ajtót idő előtt becsukjuk, vagy a füstcsőben, avagy a kéményben elfojtjuk a huzatot. Ilyenkor előfordulhat az is, hogy a füstgázok és velük a szénmonoxid a kályha nyílásain át a szobába jutnak és súlyos kellemetlenségeket, esetleg halálos szerencsétlenséget is idéznek elő. A tökéletlen elégésnél szénmonoxidon kívül más szennyeződések, különösen korom és kátránygőzök is vannak a füstgázban. Minél jobb a tüzelés, annál kevesebb korom jut a kéménybe, annál színtelenebb a füst. A szén tökéletes elégéséből származó füstgázokban csak felhőszerű, fehér vízgőz látható. Koksztüzelésnél nem keletkezhetik korom, mert a koksznak nincsen illórésze, a tökéletlen elégést itt csak a szénmonoxid jelzi.

A meleg füstgázok azokban a magasan fekvő légrétegekben igyekeznek elhelyezkedni, amelyeknek a sűrűsége azonos az övéikkel. Ez a gázáramlás idézi elő a kéményhuzatot és teszi lehetővé az égést azáltal, hogy mindig újabb levegőmennyiségeket szív maga után a tűzhöz. Ha a huzat nem elegendő, mesterségesen kell fokozni, és pedig vagy úgy, hogy a rostély alá levegőt fűvünk, vagy pedig úgy, hogy a füstgázokat ventilátorral elszívjuk. Az eltávolítandó füstgázok mennyisége igen nagy. 1 kg tiszta szén (karbonium), amely körülbelül 9 cm élhosszúságú kockának felel meg, elméletileg 9 köbméter, gyakorlatilag 15 köbméter, néha

még ennél is nagyobb, normál térfogatú* füstgázzá ég el. A füstgázok valóságos térfogata függ a hőmérséklettől is; ha például történetesen a távozó füstgáz hőmérséklete a kémény alján $273\text{ }^{\circ}\text{C}$, ez esetben a füstgáz tényleges térfogata e helyen éppen kétszerese a fentebb megadott úgynevezett normál térfogatnak.

Az égés elején, különösen a bomlás következtében fellépő nagy gázfejlődés tartama alatt több levegőre van szükség, s ezért több füstgáz keletkezik, mint akkor, amikor már csak az izzó kokszt elégését kell táplálni. A tüzelés helyes irányításának első és legfőbb célja ennek a különbségnek a kiküszöbölése, az égés egyenletessé tétele és annak az elvnek az érvényesítése, hogy a bomlásnál fellépő gázok csak a tűztér legmelegebb részén át jussanak a kéménybe. Képzeljünk el egy közönséges szobakályhát, amelybe a szokásos módon fával és szénrel befűtöttünk. Ha a „rarakásnál“ az izzó tűztérbe sok friss szenet teszünk, és a meglevő tüzet lefedjük, akkor a friss szén gyorsan felmelegszik, nedvességét elveszti és a bomlás, különösen a barnaszénél vagy brikettnél, hirtelen megindul. A nedvesség elpárologtatása és a bomlás melegget fogyaszt, tehát a tűzteret lehűti, s mivel a rostély erősen meg van rakva, csak kevés levegő juthat a tűzhöz. Ennek az a következménye, hogy a bomlás folytán felszabaduló illórések, megfelelő hőmérséklet és levegő hiányában, tökéletlenül égnek el, korom és bűzös égéstermékek keletkeznek, a tüzelés hatásfoka rossz és a lakás kellemetlen szaggal telik meg.

* Normál térfogatú gáz alatt 0°C hőmérsékletű és 760 mm higanyoszlop nyomású gázt értik.

Helyesen akkor tüzelünk, ha a szén gyors felmelegedését, a hirtelen bomlást lehetőleg elkerüljük és gondoskodunk kellő hőmérséklet-ről és levegőről avégből, hogy a bomlásnál keletkező gázok tökéletesen elégjenek. Közönséges szobakályhákknál ezt úgy érhetjük el, hogy „rárakás“ előtt a parazsat hátratuljuk és a friss szenet a rostély szabaddá tett mellső részére tesszük.

A szénnek, mint tüzelőanyagnak fontosabb felhasználási helyeit négy csoportba oszthatjuk:

1. szobafűtés (tágabb értelemben mindenféle helyiségfűtés) kályhával,

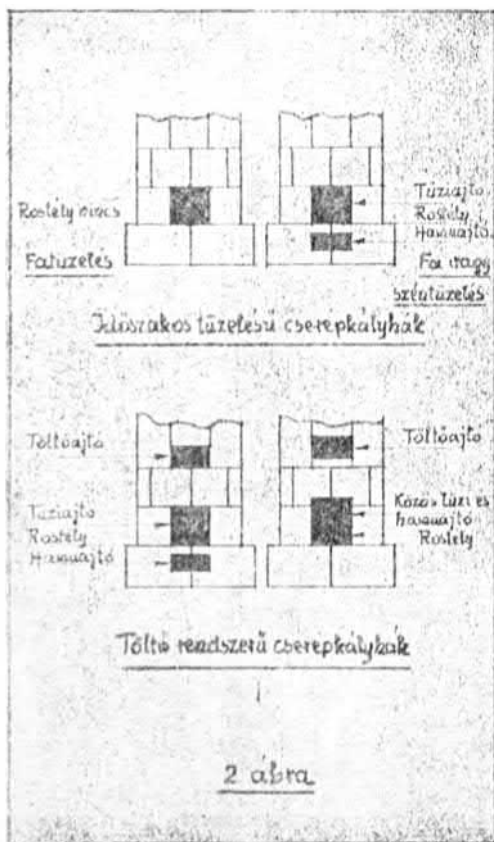
2. tűzhelyek (takaréktűzhelyek, üstök, szárítók stb.),

kemencék, ipariak és háztartásiak egyaránt,

4. gőzt, vagy melegvizet termelő kazánok.

Szobafűtésnél a *cserépkályhák* a leghasználatosabbak. A jól megépített és jól kezelt cserépkályha legfőbb előnye, hogy a meleget egyenletesen osztja el. Minél több anyag van a cserépkályhába beépítve, annál több meleget képes magában felhalmozni és környezetének a tűz megszűnése után is átadni. A cserépkályhák nem sugároznak olyan hevesen, mint az egyszerű vaskályhák, hanem egyenletesen melegszenek fel s ennek folytán a levegőt is egyenletesen melegítik és a port nem pörkölik. A cserépkályhák tüzelési rendszerét az ajtók elrendezéséből állapíthatjuk meg.

A széntüzelésű cserépkályhákat két csoportra oszthatjuk, úgymint a közönséges (akna nélküli) és a töltőaknás cserépkályhák csoportjára.



A közönséges széntüzelésű cserépkályhának két ajtaja van, a felső tüzelőajtó és az alsó hamuajtó. A tüzelőajtó alsó széle vagy egy-szintűen van a rostéllyal, vagy csak igen kevés-sel efölött.

A töltőaknás cserépkályháknak rendszerint három ajtajuk van. Legfelül a töltőajtó, közép-en a tüzelőajtó és alul a hamuajtó. Ez utóbbi kettőt néha egy darabból is készítik (2. ábra).

A szobafűtést szolgáló másik igen elterjedt tüzelőberendezés a *vaskályha*. A vaskályhák külső tetszetőség tekintetében és néhány fűtés-technikai szempontból hátrányban vannak a cserépkályhákkal, viszont beszerzésük és fenntartásuk olcsóbb, könnyebben tisztíthatók s a helyiség gyorsabb befűtésére alkalmasabbak. A közönséges vaskályha, amelyhez az úgyneve-zett karikás főzőkályha néven ismert is tarto-zik, tüzelőtér tekintetében lényegileg megegye-zik a közönséges cserépkályhával. Ezek a kály-hák a begyújtás után hevesen sugározzák a me-leget, a tűz megszűnése után azonban nem ad-nak meleget, és a hőmérsékletet csak a már felmelegedett szoba falai által visszasugárzott meleg tartja fenn valamennyire.

A töltőrendszerű vaskályháknál két jellegze-tes típus van forgalomban: az egyaknás és a kétaknás vaskályhák típusa.

Ez utóbbiakat gázdús magyar szeneknek füst-mentes eltüzelésére az teszi alkalmassá, hogy a tűztértől elkülönített töltőakna útján a bomlás és a gázfejlődés fokozatosan következik be és hogy a bomlási gázok elégetéséhez a tűztérbe előre megmelegített pótlevegőt vezetnek be.

Újabban olyan kétaknás folytonégőkályhákat is gyártanak, amelyek olcsóbb darazénnel fűthetők. Ezeknél a szén vékony rétegben jut a megkisebbitett tűztérbe és megfelelő levegőadagolás mellett tökéletesen elég.

Bármennyire tökéletesítik is a kályhákat, bármennyire bebizonyítottnak tekinthető is az, hogy még a leggázdúsabb barnaszén is lehet füstmentesen eltüzelni, házitüzelésekhez mégis szívesebben alkalmazzák azokat az anyagokat, amelyek minden szakértelem, minden speciális szerkezet nélkül simán használhatók. Ennek a követelménynek csak a szén lepárlása útján nyert füstmentes tüzelőanyagok felelnek meg.

Láttuk, hogy a korom és füst okozói az illórészek, amelyek nyers szénnél 30—40, sőt néha még ennél nagyobb százalékot is elérhetnek, de tudjuk azt is, hogy ha túlkeves illórészt tartalmaz a tüzelőanyag, például 1—3%-ot, mint a koks, akkor közönséges kályhában nehezen gyullad meg. Ezért az ideális házitüzelőanyag-nak 1—10% illórészt kell tartalmaznia, tehát csak éppen annyit, amennyi a könnyű gyulladást a kályhában lehetővé teszi, de emellett füstmentesen ég el.

Ennek a követelménynek a természetes tüzelőanyagok közül legjobban az antracit, a mesterséges tüzelőanyagok közül pedig az alacsony hőfokon (500—800°-on) lepárolt úgynevezett fél- és háromnegyedkoksok és a barnaszénből előállított brikettkoks (sajtolt koks) felelnek meg.

A nagyvárosok sokat emlegetett füstkérdésének végleges megoldása a szénlepárlás, a füstmentes tüzelőanyagok gyártása. A szénlepárlás

megvalósítása azonban nagy tőkét igényel, ami a fejlődést ebben az irányban gyakran megnehezíti és valószínűleg bizonyos fokig korlátozni is fogja. Az ipari tüzelésekben felhasznált szenet például — ellentétben a háztüzelőanyagokkal — csak a melléktermékek miatt érdemes egyes helyeken lepárolni, mert a mai tökéletes, automatikus ipari tüzeléseknél bármely nyerszenet nagyon gazdaságosan lehet eltüzelni.

A nyers, aprószemű barnaszének tökéletes elégetését igyeksenek elérni az újabb központi fűtési kazánok is, amelyek mintegy közbenső helyet foglalnak el a háztüzelőberendezések és az ipari tüzelések között.

Míg régebben majdnem kizárólag koksztüzelésű központi fűtési kazánokat ismertek, addig újabban erősen terjednek a barnaszénttüzelésű kis kazántípusok. Ezen a téren magyar mérnökök és a magyar ipar külföldön is elismert, úttörő munkát végeztek.

A központi fűtési kazánok egy részénél az ipari tüzelések körében jól bevált automatikus lánc-, illetve vándorrostélyokat ültették át.

A meglévő koksztüzelési kazánoknak barnaszénttüzelésre való alkalmassátételére előtéttüzeléseket is szerkesztettek, amelyeknek működése a kétaknás kályhák elvén alapszik. Ugyanezen az elven épültek fel azok a barnaszénre alkalmas állórostélyú központi fűtési kazánok, amelyek csekély átalakítással koksztüzelésre is használhatók.

A központi fűtési kazánokban vizet melegítenek, vagy gőzt termelnek és ezt juttatják a szobákban elhelyezett fűtőtestekbe. A melegvízfűtés egészségesebb, mint a gőzfűtés, mert kisebb-

hőmérsékletű fűtőtesteivel kevésbé pörköli a port és nem kelti a szobában a „száraz levegő” érzetét.

A házitüzelőberendezésekhez hasonlóan az ipari tüzelések is abban az irányban fejlődnek, hogy könnyen hozzáférhető, vagy olcsó tüzelőanyagokat minél jobb hatásfokkal és minél egyszerűbben tudják felhasználni. Ezen fejlődés eredményeképpen a különböző tüzelési rendszereknek végeláthatatlan sora fejlődött ki, amelyeknek részletezése itt túlmessze vezetne.

Elég az ipari tüzeléseknek három főcsoportját megkülönböztetnünk: i. a kézi tüzelést, állórostélyon, 2. az automatikus tüzelést álló- és mozgórostélyon és 3. a szénporttüzelést, melynél nem alkalmaznak rostélyt.

A közönséges szobakályhához legközelebb áll az *ipari kézitüzelés*, amelynél többnyire egyszerű álló, síkrostélyra időszakosan ráiapátolják a szenet. Ennél a tüzelésnél a hőfok- és huzatviszonyok állandóan változnak aszerint, hogy rárakás előtt, közben, vagy utána figyeljük a tüzelésr. Ha olyan gyári kéményt látunk, amely időközönként erősen füstöl, tudhatjuk, hogy kézitüzeléssel dolgoznak. Valahányszor a fűtőszenet dob a rostélyra, hirtelen gáz fejlődik, amely nem tud mind elégni, hanem egy része kormos, fekete füst alakjában távozik.

Az *automatikus tüzeléseknél* a szén állandóan egyenletesen jut a rostélyra, hirtelen gázfejlődés nem léphet fel és így a tüzelés helyes beállítás mellett, füstmentes. Az automatikus ipari tüzelések közül az európai kontinensen legelterjedtebbek a lánc- és vándorrostélyok. Ezek lényegében nem mások, mint a széngarat alatt

elvonuló, végtelen lánc módjára kiképzett mozgó síkrostélyok.

A friss szén, a garatban elhelyezett rétegszabályozóval beállított vastagságban, folytonosan és egyenletesen jut a rostély csupasz elejére. A rostély mozgása folytán a tűz, az izzó szén állandóan hátratólódik, míg a hamu, vagy salak a rostély hátsó végén a hamutérbe hull. Hirtelesen bomlás itt sem léphet fel, s ha gondoskodunk kellő bőséggű lángtérről, hogy a folytonosan és egyenletesen keletkező gázok a levegővel jól keverődjenek, akkor ezek az izzó szén felett és a magas hőmérsékletű tűztéren át vonulva tökéletesen és füstmentesen éghetnek el.

Angliában és főképp Amerikában igen elterjedtek az úgynevezett alulról táplált tüzelések (Unterschub Feuerungen). Ezek a szenet mechanikailag alulról tolják a tűz alá és az a felette lévő paráztól gyullad meg. A friss szénből a felmelegedés következtében keletkező bomlási gázok, az éghető illó alkatrészek kénytelenek az izzásban lévő szénrétegen áthaladni és a rostély nyílásain bevezetett levegővel hatásosan keveredve tökéletesen elégni. A tűz tetején képződő hamut és salakot az utánatolt friss szén letereli.

Ezek a tüzelések csak nagyobb fűtőértékű és nem erősen tapadó szenekre alkalmasak.

A kisebb fűtőértékű lignitek tüzelésénél a ferde, a lépcsős és a teknős rostélyok felelnek meg legjobban. Ezeknek szénrel való kiszolgálása történhet kézzel, vagy gépi berendezéssel, a rostélyok maguk lehetnek állók (fixek), vagy mechanizmussal mozgatottak.

Az ipari tüzelések harmadik csoportját a

szénportüzelések alkotják. Ezeknek a működése azon a megismerésen alapszik, hogy a tüzelőanyagot annál tökéletesebben lehet elégetni, minél finomabb szemcsézésű. A gázt egészen apró, molekuláris részecskékből álló anyagnak tekinthetjük, amely a levegő ugyancsak molekuláris részecskéivel tökéletesen elegyedik és tökéletesen elég. A folyékony tüzelőanyagok: az olajok részecskéi nagyság szerint a gáz és a szilárd szén közé sorozhatók és eléghetőség szempontjából is e kettő között foglalnak helyet. De magát a szenet is annál tökéletesebben égethetjük el, minél apróbbak a szemcséi. Bizonyos szemnagyság alatt azonban már nem tüzelhetünk rostélyon, mert az apróbb szemcsék elállják a levegő útját és egyáltalán nem égnek el. Ha azonban a szénport úgy kezeljük, mint a folyékony tüzelőanyagokat, tehát levegővel elkeverve befűjtatjuk a tüztérbe, akkor tökéletesebb elégetést biztosíthatunk, mint a rostélytüzeléseknél. Ez az elv érvényesül a szénportüzeléseknél, amelyek az ipari tüzelések legújabb fejlődésében igen nagy szerephez jutottak. A szénportüzelés nagy előnye nemcsak az, hogy jó hatásfokkal tökéletes elégetést biztosít, hanem az is, hogy módot ad a többnyire kisértékű aprószénnek finomra őrölt alakban való értékesítésére.

A szénportüzelések fejlődése serkentőleg hatott a rostélyszerkezetek tökéletesítésére is és ez a versengés nagyban hozzájárult a tüzelés-technika állandó fejlődéséhez. A fejlődés iránya pedig: minél gazdaságosabban és minél kevesebb füst képződésével égetni el bármely tüzelőanyagot, a legjobbat is és a legsilányabbat is.

7. GAZDASÁGI VONATKOZÁSOK

Régebben, még 100—150 évvel ezelőtt is, csak azon a vidéken volt a szénnek igazi jelentősége, amelyen bányászták. Nagy távolságokra való fuvarozás nem volt lehetséges, mert nem állottak rendelkezésre megfelelő szállító eszközök. A szén érvényesüléséhez először meg kellett teremteni a vasutat és gőzhajót, hogy azután ezekkel legyőzhessen minden távolságot és meghódíthassa a távoli, tengerentúli országokat is.

A vasút és a gőzhajó térhódítása előtt a világkereskedelem sem vett tudomást a szénről. A XIX. század derekáig főként luxusárúk tettek ki a tengerentúli kereskedelem anyagát, a mindennapi élet szükségleteit kielégítő tömegárúk közül csak a Földközi-tenger keleti partvidékeinek gabonája, később pedig az amerikai gyapot tettek szert nagyobb jelentőségre a nemzetközi kereskedelemben.

A múlt század második felében lassan megindul Angliából az európai partvidékeket behálózó szénkereskedelem, s néhány évtized alatt a tengerhajózás legfontosabb tényezője lett. Európa tudvalévően tengerentúlról szerzi be nyeranyagainak és élelmiszereinek nagy részét. Ezekkel a nagy tömegekkel szemben aránylag kissúlyú késztermékeket küld vissza és a hajók jóformán kihasználatlanul futnának ki Európából, ha a nagy széntermelő országok, elsősorban Anglia nem használná ki ezt az olcsó szállítási módot a tengerentúli szénkereskedelem kiépítésére. Ha például egy hajó Ausztráliából cink- vagy ólomércet hoz valamely európai kikötőbe, legközelebb pedig mondjuk, gyapotot

akar hozni Amerikából, akkor közben többnyire felkeresi valamelyik angol szénrakodó kikötőt és csak onnan indul új útjára. De nemcsak az üres járatok kihasználása útján, hanem a gőzhajóknak kedvező tüzelőanyaggal való ellátása által is nagy befolyása van a szénnek a tengerentúli tarifák alakulására és ha a gazdasági krízis idején autarchikus törekvések megzavarják is ezt az állapotot, nagy vonalaiban mégsem képzelhetjük el a világkereskedelmet a szén domináló részvétele nélkül.

Természetesen nemcsak a tengerentúli forgalom, hanem az egyes országok belföldi forgalma is erősen függ a széntől. A meglévő berendezések kihasználása, az állandó költségek csökkentése annál könnyebb, minél nagyobb a vasút tömegforgalma. A tarifapolitika ezért többnyire arra irányul, hogy minél nagyobb távolságokra lehetővé tegye a szénszállítást, ami nemcsak a szén termelése, hanem a vasutak gazdaságossága szempontjából is döntő jelentőségű.

Mindezek ellenére még ma sem tudta a szén teljesen legyőzni a távolságokat és ipari szempontból változatlanul megtartotta helyi jelentőségét. A nagy iparközpontok mindig a szén közelében keletkeztek. Nemcsak a vas- és gépipar keresi a szenet és kokszot, hanem a nagy vegyészeti gyárak is igyekeznek szénbánya közelében letelepedni, hogy olcsó energiához és nyersanyaghoz jussanak. Így keletkezett a felsősziléziai szénmedence fölött, a mai lengyel-német határon elterülő iparvidék, a közép-német barnaszéntelepek mellett a legnagyobb vegyipari telep, így keletkeztek a Ruhr-vidék egymást érintő hatalmas gyárvárosai, a francia-belga határra

mindkét oldalról koncentrált nehézipar, az angol „Midland“ és a pittsburgi „black-contry“, mindmennyi túlnépesedett, az utolsó holdig beépített terület. A turistának bizony nem nyújtanak semmi szépet, de az egyes országok gazdasági életének legjelentősebb tényezői és a civilizált ember szükségleteinek, kényelmének legbővebb forrásai.

Ha ezeken a nagy iparvidékeken utazunk, önkénytelenül felmerül az a kérdés, hogy meddig fogja a föld szénrel táplálhatni ezeket az örökösnek látszó gyárat, meddig tarthat a szén vándorlása a bányából a gyárak kéményein át a levegőbe, s mi lesz, ha egyszer a szénkészletek kifogynak?

Ezeket a kérdéseket a közgazdák is gyakran felvetették és a világ szénkészletéről, szénfogyasztásáról rengeteg adat áll rendelkezésre.

A szénkészletek megállapításánál különbséget kell tennünk biztos és valószínű mennyiségek között. Európában az összes feketeszénkészletek $\frac{1}{3}$ -át, a barnaszénkészletek $\frac{2}{3}$ -át tekinthetjük biztosan megállapítottak. A többi világrészben a valószínű szénkészleteknek alig néhány százalékát ismerjük biztosan.

A föld valószínű barnaszénkészlete közel 3000 milliárd tonna, amiből körülbelül 400 milliárdot, tehát 13%-ot tekinthetünk biztosnak, feltéve, hogy az oroszánrészt kitevő északamerikai készletek becslése megbízható. A körülbelül 4400 milliárd tonnát kitevő feketeszénkészletből 300 milliárdot biztosan ismerünk. Ennek a mennyiségnek közel 90%-a a jól átkutatott Európában fekszik.

7. számú táblázat
Szénkészletek*

	Barnaszén millió	Feketeszén tonna
Németország	13.581	249.488
Anglia	—	189.533
Lengyelország	—	175.012
Oroszország (Európa) .	1.658	55.923
Csehszlovákia	12.000	25.000**
Belgium	—	11.000
Franciaország	1.330	16.000
Spanyolország	768	8.000
Spitzbergák	—	8.750
Hollandia	—	4.402
Jugoszlávia	4.000	45
Magyarország***	855	268
Többi európai ország .	—	—
Európa összesen	36.829	734.579
Északamerikai E. Á. .	1.863.452	1.975.205
Kanada	948.450	276.319
Délamerika	—	32.097
Kína	600	995.000
Ázsiai Oroszország . . .	107.844	66.035
India és Indokína . . .	2.600	96.400
Perzsia	—	1.858
Ausztrália	36.459	134.140
Afrika	1.054	56.785
A föld valószínű szén- készlete	2,998.095	4,386.870

* Borchardt—Bonikowsky: Handbuch der Kohlenwirtschaft.

** Koehly: Die wirtschaftliche Bedeutung der Kohle.

*** Vadász: A szén és petroleum rth.

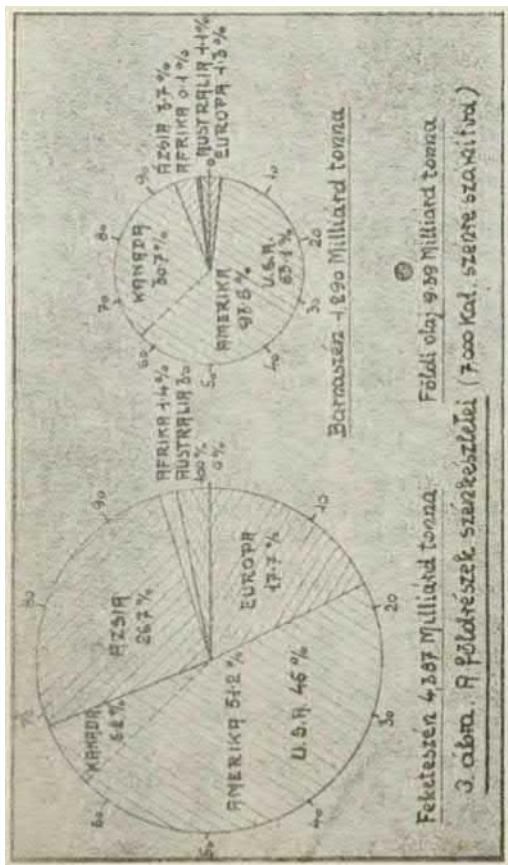
A 7. számú táblázat a föld valószínű szénkészleteinek eloszlását mutatja országok, illetve földrészek szerint. Ausztrália és Afrika szénvagyona világviszonylatban jelentéktelen, Ázsiában különösen Kína rendelkezik hatalmas feketeszénkészletekkel, a legnagyobb szénmenyiségek azonban Amerikára és Európára esnek. Különösen az Egyesült Államok és Kanada hallatlanul gazdag szénben. A föld barnaszénvagonának több mint 90%-a, a feketeszénvagyó ónnak pedig több mint 50%-a esik erre a két országra.

Az európai országok közül szénkészletek tekintetében még ma is Németországé a vezetőszerep, jóllehet feketeszénének jelentős része a békekötések óta Lengyelországhoz került. Nagy feketeszénkészletei vannak Angliának is, barnaszénben pedig Németország és Csehszlovákia vezetnek. Az aránylag nagy széntermelésű Franciaország és Belgium szénvagon tekintetében messze elmaradnak a vezető országok mögött.

Magyarország szénkészleteit 1910-ben Papp Károly becsülte meg. Az ő adatai az ország megcsonkítása és az újabb kutatások folytán lényegesen módosultak. Vadász Elemér szerint a magyar szénvagon 1122 millió tonnára becsülhető, amelyből

feketeszén	267,650.500 tonna
jobb barnaszén	290,000.000 „
fiatalabb barnaszének	
(lignit)	564,501.918
összesen:	1122,152.418 tonna.

A nagyobb mélységekben fekvő széntelepek, valamint az utóbbi 10 évben felkutatott dunán-



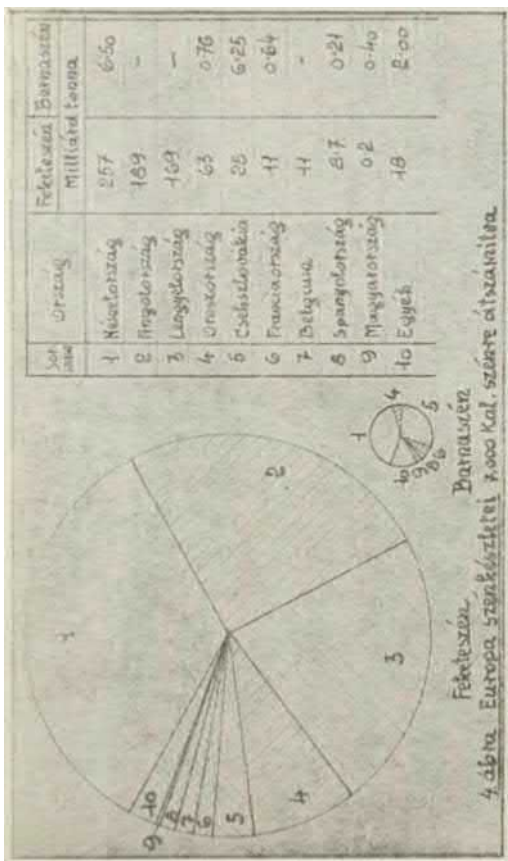
túli fiatalabb szenek (lignitek) figyelembevételével ez a mennyiség még lényegesen fokozódik.

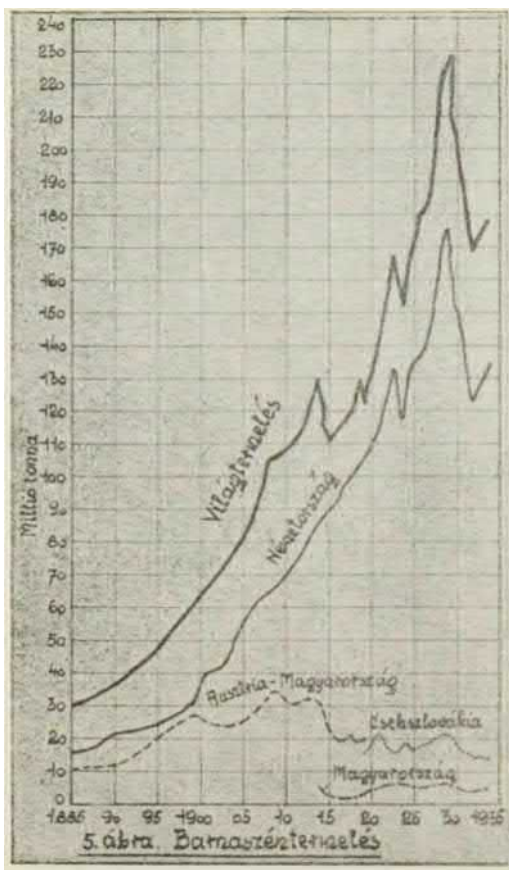
Energiagazdasági szempontból a barnaszén- és feketeszénmennyiségeket nem lehet közvetlenül összehasonlítani, mert a kisebb fűtőértékű barnaszének természetesen kisebb energiamentisíget képviselnek, mint a nagyobb fűtőértékű feketeszének. Az egész földre számított 4387 milliárd tonna feketeszén mennyiségével szemben ezért nem 2998 milliárd tonna barnaszén kell állítanunk, hanem átszámítva, csupán 1290 milliárd tonnát. A föld szénenergiakészleteiben tehát a feketeszén 77%-kal, a barnaszén 23%-kal részesedik. Az így átszámított mennyiségek eloszlását földrészek szerint a 3. ábra szemlélteti. Az európai országok átszámított szénkészleteit pedig a 4. ábra mutatja.

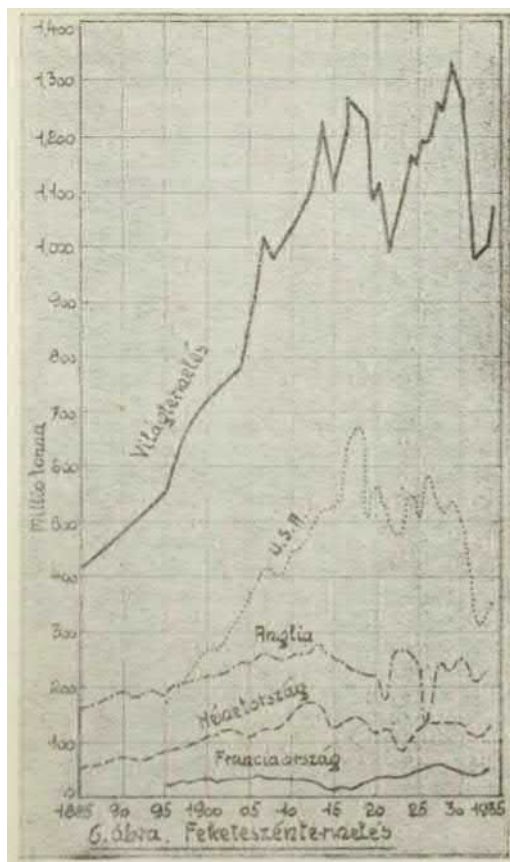
Annak megítéléséhez, meddig elegendők a szénkészletek, ismernünk kell a termelési és fogyasztási adatokat is.

Európa széntermelése közel két évszázadon át lassan fejlődött és a világháború előtti évekig vezetőszerepet töltött be. Az alig több mint százéves amerikai szénbányászat viszont roppant gyorsan növekedett és a világháború alatt túlszárnyalva az európaiat, első helyre került.

A világ széntermelésének adatait az 5. és 6. ábrák mutatják. Az 1914-ig egyenletesen emelkedő vonalak húsz év óta sok törést szenvedtek. Különösen feltűnő az 1932. évi mélypont. Ebben az évben mind a feketeszén, mind a barnaszén világtermelése a háború előtti évek adatai alá süllyedt. 1932 óta megint emelkedés észlelhető.







A 8. táblázat földrészek szerint mutatja a föld szénvagyonát és az 1429. évi szénfogyasztást 7000 kalóriás szénre átszámítva.

8. számú táblázat

	szénvagyon millió tonna	7000 kalóriás szénre évi termelés 1929-ben millió tonna	élettartam az 1929. évi termelés alapján
Európa	790.650	605	kb. 1300 év
Amerika	3,449.717	533	„ 6500 „
Ázsia	1,216.000	69	„ 17400 „
Afrika	57.230	12	„ 4800 „
Ausztrália	148.893	19	„ 7800 „
Összesen:	5,662.490	1238	kb. 4600 év

Ha a szénkészletek kimerülésének számításánál az 1929. évi fogyasztást vesszük alapul, akkor azt az eredményt kapjuk, hogy Európában 1300 év alatt, Amerikában 6500 év alatt, Ázsiában pedig csak 17.400 év alatt fogyna el a szénvagyon. Ha azonban feltételezzük, hogy a feketeszénfogyasztás évi 5%-kal, a barnaszénfogyasztás pedig évi 10%-kal emelkedik (mint az elmúlt három évtized alatt), akkor a föld szénvagyona már 700 év múlva elfogyna.

De ki tudná megmondani, hogy évszázadok alatt mennyit fog fejlődni a technika és mekkora lesz a szénfogyasztás? Már néhány évtizedes jóvendölések is bizonytalan tapogatódzásokká válnak, ha akár az energiagazdálkodás új technikai lehetőségeit, akár a fellendülés és a nyomottság kiszámíthatatlan hatásait figyelembe vesszük. A szénvagyonokra vonatkozó adatokat sem tekinthetjük biztos alapnak, hi-

szén tudjuk, hogy legnagyobbbrészt csak a valószínű vagy „lehetséges“ mennyiségekről beszélhetünk, amelyek a részletesebb feltárásnál nagy eltolódásokat mutathatnak. De annyit mégis megállapíthatunk, hogy a föld szénvagyonra jelenlegi ismeretünk szerint több száz évre elegendő és kimerülésének veszélye nem olyan közeli, mint a petróleumforrások kiapadása, amely egyes becslések szerint már néhány évtized múlva bekövetkezhetik. Ma még csak egyes országok érzik a petróleum hiányát, különösen Németország, de bizonyos fokig az összes nyugateurópai országok, egy fél évszázad múlva azonban már esetleg az egész világgazdaság kénytelen lesz nélkülözni a természetes földi olajat. Ha nem gondoskodunk kellő időben pótlásról, akkor megállanak a benzinmotorok, sőt mindazok a gépek, amelyeket olajjal kenünk. Ezért nemcsak Németországnak és a többi olajimportáló országnak, hanem még az Egyesült Államoknak és a többi gazdaságilag fejlett államnak is fontos érdeke, hogy a petróleumtermékek pótlásáról gondoskodják. Ez pedig elsősorban a szén útján történhetik, mert mai ismereteink alapján legkönnyebben szénből állíthatunk elő motorhajtó- és kenőanyagokat.

Magyarország petróleum tekintetében teljes behozatalra szorul. Ha egész benzinszükségletünket hidrogénezés vagy benzinszintézis útján fedeznénk, akkor is csak néhány százalékkal emelkedne a szénfogyasztásunk. A szénkészletek kimerülését tehát ez az ipar nem befolyásolná lényegesen.

Láttuk, hogy valószínű szénvagyonunk 1122 millió tonnára becsülhető. A jelenlegi termelés

pedig évi 7 millió tonna körül mozog s ilyen termelés mellett a fenti készletek 160 évig fedezhetik a szükségletet. Számolnunk kell azonban azzal, hogy szénfogyasztásunk növekedni fog és ezt a szükségletet elsősorban a hazai termeléssel kell fedezni. Másrészt azonban számíthatunk arra is, hogy különösen gyengébb minőségű barnaszénkészleteink nagyobbak, mint amekkoráknak azokat felvettük. Barnaszeneink mély művelésével feltétlenül hozzáférhetővé tehetünk még olyan széntelepeket, amelyeket eddig nem vehettünk reálisan számításba. A Dunántúlon és Nógrád—Heves—Borsod megyékben még sok fiatalabb barnaszén van és ha jó minőségű, könnyen hozzáférhető barnaszeneink egy évszázadon belül ki is fogynának, szénbányászatunk — technikai fejlődése folytán — bizonyára még tovább is képes lesz az ország energiaszükségletét szénből fedezni. Unokáink vagy dédunokáink valószínűleg már érezni fogják a szénkészletek kimerülését, de azért nem kell aggódnunk, hogy „majd egyszer“ ki fognak aludni a villanyégők, meg fognak állni a vonatok és gyárok, mert kifogyott a szén a földben. A technika fejlődése minden bizonnyal idejében fog módot találni arra, hogy ellensúlyozza a szénvagyonok megcsappanását, amely nem jelentkezik máról holnapra, hanem a termelés megnehezülése és ennek folytán a szén megdrágulása útján jóval előre fogja vetni az árnyékát. Amilyen mértékben a szén termelése drágulni fog, olyan mértékben fokozódnak majd a konkurrens energiaforrások gazdasági lehetőségei.

Mint ahogyan a benzinnek és az olajnak más nyersanyagból való termelése már ma megindult, amikor a petróleumkészletek kimerülése még egyáltalán nem érezhető, úgy biztosra vehetjük, hogy a mérnöki találékonyság jóval a szénkészletek érezhető megcsappanása előtt olyan új energiaforrásokat fog felfedezni, amelyek átvehetik a szén szerepét az emberi kultúra fejlődésében.

Már ma is erősen foglalkoztatja a technikusokat a szénnek más energiaforrásokkal való pótlása. Elsősorban a „fehér szén“, a vízierő felé fordul a figyelmünk, amelynek egyes országok energiaellátásában máris nagy szerepe van. A 9. számú táblázat azonban meggyőzhet arról, hogy még a világgazdaság mai energiaszükségletét sem fedezhetik a kiépíthető vízierők. Milyen kevésbé jöhetnek tehát a jövő nagy energiaproblémáinál számításba!

Az európai országok közül csak Oroszország, Svéd- és Norvégországok fedezhetnék energiaszükségletüket vízierő útján, de már Svájc csak 95 %> egész Európa pedig csak 17% erejéig térhetne át jelenlegi energiagazdálkodásában a „fehér szénre“. Hasonló a helyzet Amerikában és Ausztráliában is, ahol az összes energiaszükségletnek 20, illetve 59%-át lehetne vízierővel fedezni. A nagyos kis energiaszükségletű Ázsiának ma még elegendő vízierő állana rendelkezésre, de már aránylag kis szükségletnövekedés is túlnőne a vízierők teljesítőképességén. Az egyetlen földrész Afrika, amely kis energiaszükséglete mellett hatalmas vízeséseiben több mint ötször annyi energia fölött rendelkezik, mint a mai fogyasztása.

9. számú táblázat

Egy lélekre esik az 1924. évi adatok szerint

	energia- szükséglet t. normál- szén	kiépített vízierőművek	kiépíthető LE	a kiépíthető vízierőművekkel fedezhető energia- szükségletes %-a
Németország . . .	2·6	0·015	0·095	27
Anglia	4·0	0·005	0·019	0·3
Franciaország . .	1·8	0·028	0·139	5·8
Oroszország . . .	0·15	0·007	0·516	263
Olaszország . . .	0·37	0·05	0·219	44
Lengyelország . .	0·78	0·005	0·129	12
Csehszlovákia . .	1·57	0·011	0·126	6
Belg. és Luxemb.	4·0	—	—	—
Spanyolország . .	0·4	0·057	0·277	51
Svéd és Norvég- ország	0·94	0·296	2·690	215
Svájc	0·85	0·215	1·079	95
Egyéb Európa . .	0·27	0·03	0·294	86
Európa összesen	1·43	0·026	0·329	17
Amerika	3·64	0·066	0·975	20
Ázsia	0·09	0·004	0·162	129
Afrika	0·09	—	0·666	540
Ausztrália . . .	2·38	0·033	1·875	59
Összesen	0·867	0·017	0·409	35

A vízierő olcsósága és kényelmi előnyei a jövőben bizonyára még nagy szerepet fognak ennek az energiaforrásnak juttatni. De a technika haladásával növekvő energiaszükséglet fedezésére a vízierő mindenkor csak kis részben lesz elegendő. Más erőforrások után kell tehát kutatni, ha a szén pótlására gondolunk. A nap és a világűr sugárzó energiájában, a szél, továbbá az

apály és dagály mozgási energiájában és a legújabb kutatások szerint az atómrombolásnál felszabaduló hihetetlen nagy energiamennyiségekben olyan lehetőségek rejlenek még, amelyek a mérnökök, a fizikusok és a kémikusok feltaláló géniuszának beláthatatlan teret adnak.

De ma még korán volna a szemet elbúcsúztatni. A jövő technikájának éltető ereje, a mesterséges fénynek, melegnek és mozgásnak alapja még sokáig a szén marad s a haladni vágyó emberiség mind nagyobb nehézségek árán, mind nagyobb felkészültséggel fog érte a föld mélyére hatolva küzdeni.

I R O D A L O M

- Vadász Elemér:* A szén és petróleum múltja és jövője. 1924.
Stutzer: Lagerstätte der Nichterze II. Kohle 1914.
Pap Károly: A magyar birodalom vasérx és kőszén' készlete 1915.
Heise-Herbst: Bergbaukunde 1929. — Entstehung, Veredung und Verwertung der Kohle. Vorlesungen T. H. Prag 1930.
Donatb: Unterscheidung, Einteilung und Charakteristik der Mineralkohlen 1924.
Schwac-Wójer: Die Kohlén 1928.
Borchardt—Bonikowshy: Hand'ouch der Kohlenwirtschaft.
Herberg: Feuerungstechnik 1928.
Gyulay: III. Házi tüzelőberendezések kiáll, katalógusa 1934-

T A R T A L O M

	Oldal
1. A szén története	3
2. A szén geológiája	10
3. A szén összetétele.....	20
4. A szén feldolgozása.....	33
5. Folyékony tüzelőanyagok szénből	44
6. A szén mint tüzelőanyag	50
7. Gazdasági vonatkozások	64