

Kőolajföldtani újdonságok a 9. Kőolaj Világkongresszus előadásából

DR. SOMFAI ATTILA

A 9. Kőolaj Világkongresszust Tokióban 1975. május 11—16. között rendezték meg.

A szakmai előadások május 12—16. között három szekcióban folytak.

A kőolaj és földgáz kutatásával, a kutak mélyítésével, kiképzésével kapcsolatban mintegy 60 előadás hangzott el.*

Ezeknek az előadásoknak a főbb témakörei az alábbiak voltak:

- A kőolaj eredete
- Szénhidrogénkutatás az Északi-sarkon
- A globáltektonika és a kőolajelőfordulások
- Nagy üledékes medencék kritikai vizsgálata
- Az idő és a hőmérséklet szerepe a CH keletkezésében, vándorlásában
- A deltaüledékek és a kőolajelőfordulások kapcsolata
- A kőolajkutatás kilátásai a kontinentális self mögötti mély óceán területeken
- A világ kőolaj- és földgázvagyona
- Szénhidrogénkutatás a Távols-Keleten
- Új kőolaj- és földgáztároló övezetek a Távols-Keleten kívül
- A szeizmikus adatok feldolgozásának és értelmezésének fejlődése
- A mély vízben történő fúrás problémái
- Ultramélységű (6000 m alatti) fúrások mélyítése

Az időben párhuzamosos folyó események korlátozták egy-egy személy általános részvételi lehetőségét az előadásokon, így csak néhány témakörrel szeretnék rövid ismertetőt adni.

A cikkben bemutatott ábrák a kongresszus kiadványaiból átvett fotókópiák.

A világ kőolaj- és földgázkészletei

A kutatást elsősorban érdeklő kérdés az, hogy mennyi egy adott terület, vagy a világ még felfedezhető kőolaj- és földgázkészlete?

Néhány adat, Moody J. D. (USA) „A világ kőolajvagyonának becslése” című előadásából:

A világ megismerhető készlete $273 \cdot 10^9$ tonna. Ebből felfedeztek 141, $5 \cdot 10^9$ tonnát. Ebből kitermeltek $40,5 \cdot 10^9$ tonnát.

Az eddig felfedezett és még kitermelhető olajkészlet tehát $101,1 \cdot 10^9$ tonna, felfedezhető még $131,5 \cdot 10^9$ tonna.

Az egyes országokban kitermelt kőolaj mennyiségét vizsgálva a sorrend:

- USA
- Középkelet
- SZU
- Latin-Amerika

A felfedezett, de még ki nem termelt készletek szerinti sorrend:

- Középkelet (kimagasló)
- SZU
- USA

Felfedezetlen potenciális készlet szerinti sorrend:

- SZU
- Középkelet
- USA
- Latin-Amerika

Az eddig megtalált 141,5 milliárd tonna olaj $71,8\%$ -a 101,6 milliárd tonna, mindössze 264 óriás szerkezetben helyezkedik el! Ez azt jelenti, hogy az óriásmezők átlagos olajkészlete 385 millió tonna.

Moody szerint is újra kell értékelni a Föld felfedezetlen kőolajkészletét, mivel a nagymélységű vízzel borított óceáni területeken jelentős tárolók lehetnek, és ezt a múltban rosszul értelmezték.

A tengereken mintegy 5700 m-ig mélyfúrásokat mélyítettek a Föld különböző térségeiben és megállapították, hogy a tengeri üledékek sokkal gazdagabbak CH-ban, mint ahogy azt eredetileg remélték.

„A világ gázkészleteinek becslése” címmel Adams T. D.—Kirkby, M. A. (Nagy-Britannia) tartott előadást. Szerintük a világ jelenleg ismert gázkészlete $65 \cdot 10^{12}$ m³.

Az óriási kőolaj- földgáz-előfordulások

Az utóbbi időben mind több szó esik a globál-tektonika vagy a tektonika és a kőolaj-előfordulások kapcsolatáról. A kongresszus behatóan foglalkozott ezzel a témával is, 5 előadás hangzott el ebben a tárgykörben. „Az óriási kőolaj- és földgáz-előfordulások szerkezeti viszonyai” címmel Holmpren D. A. és társai (USA) tartott előadást.

Néhány adat az előadásból:

A világ ismert CH forrásainak 70—75%-át 430 óriási méretű gáz- és olajmező foglalja magában. A CH forrásokra nagymértékben hat a földkéreg deformációja, így a regionális és helyi szerkezeti tulajdonságok tanulmányozása megkönnyítheti a jövőbeni felfedezéseket. Ez az előadás az óriási szerkezeteknek az orogenezissel, a diszkordanciákkal, a tárolóközetek korával, a csapdaképző szerkezetek korával, a migrációval, a produktív szerkezetek belső felépítésével, valamint a lemeztektonikával és az elnyíródott (egész világra kiterjedő regionális és helyi) szerkezetek együttesével fennálló kapcsolatát tárgyalta.

Az 1. és 2. számú ábra a világ produktív óriás olaj- és gáztárolóinak korát vizsgálja. Sok tárolónak a korát már eléggé ismerik ahhoz,

* A Kőolaj és Földgáz 1975. évi száma részletesen felsorolta a Világkongresszuson elhangzott előadásokat.

hogy emelet intervallumban ábrázolják.

Ezeket az egységeket diszkordanciához kötött rétegsorozatoknak, megafázisoknak, vagy synthemeknek nevezték el.

Az ábrán csak azok a szénhidrogén tárolók vannak feltüntetve, amelyek az erózió pusztításától mentesek maradtak. Természetesen ismeretlen annak a szénhidrogénnek a tömege, amely erózió, migrálás, biológiai bomlás, hőtani bomlás révén eltávolodott.

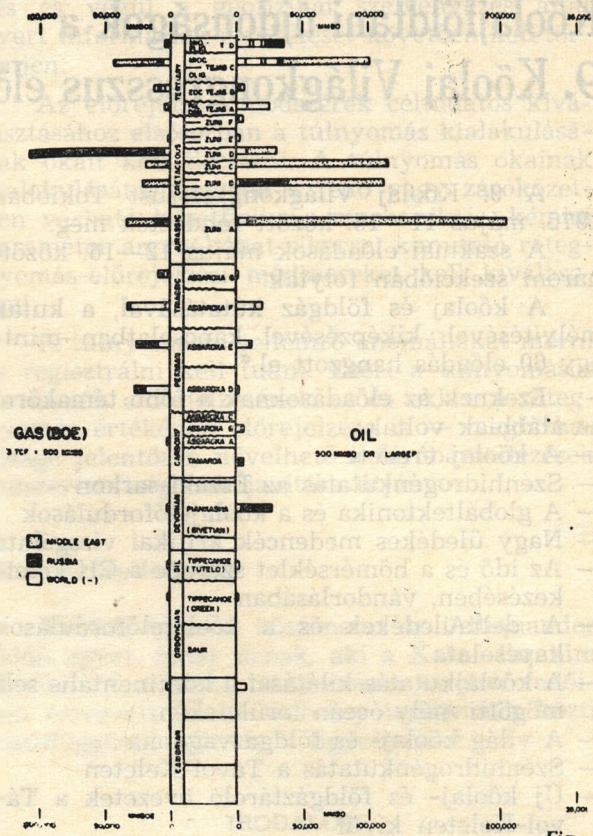
Az ábrákon látható világméretben történő analizisből kitűnik, hogy a szénhidrogénképződés zöme a középső-jurától napjainkig megy végbe. Az alsó-jura utáni kőzetek tartalmazták az összes óriási gázmező számának 78%-át és az óriás mezők össz szénhidrogén tömegének 80–85%-át.

Az ábrából az is kitűnik, hogy a harmadkor és főleg neogén a legfontosabb.

Az ábrán az olaj függőleges irányú szelvénye a harmadkor végéig tart, amíg a gáz metazete a perm és triász végéig. A modellek arra a következtetésre vezetnek, hogy a világ harmadkori és mezozoós üledékes területei képezik az elsődleges kutatási célt.

A fentiek megerősítésére Moody kijelentette, hogy ezt a fontos kapcsolatot egyedül a világméretű herciniai tektonizmussal lehet magyarázni.

A széles körben elterjedt perm és triász korú evaporitok és vörös homokkövek nyilvánvalóvá teszik, hogy a herciniai orogenezisek nyomán világméretű hőmaximumnak kellett következnie.



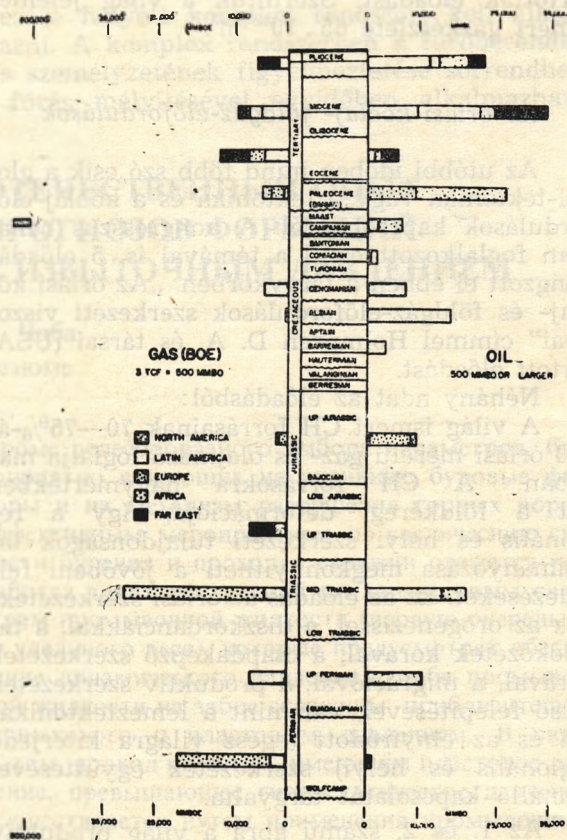
2. ábra

Ilyen orogenezis utáni hőmaximum hullám segítette elő az akkori anyakőzetből keletkező szénhidrogén kialakulását, elmozdította a már előzőleg létező felhalmozódásokat és újramigrálásra kényszerítette azokat. Tönkretette a már előzőleg létező felhalmozódásokat elősegítette a közvetlenül egymásután következő, jura és alsó kréta anyakőzetekben a bio-környezet kialakulását, az orogenezis utáni anyakőzetek megszaporodását.

A Föld hőtörténetének egy másik, de kevésbé megértett jelenségét képezi a bazaltömlések és a késő mezozoós, valamint a harmadkori szénhidrogén-tömegek közötti kapcsolat. Paleozoós bazaltömlések nincsenek, Prekambriumi bazaltömlések sem lehetségesek a Keweenawavavák kivételével. Talán a legidősebb lehet a középső jura korú délafrikai Drakensberg, de a nagymértékben előforduló késő triász dolerit és bazalt jelentéseket is figyelembe kell venni. A legrégebbi óceáni bazalt késő triász korú lehet, de még valószínűbb, hogy jura korú. A bazaltömlések köztetani és szerkezeti helyzete, az óceáni kéreg kora és a megegyező idejű szénhidrogén-tömegek együttesen tükrözik a Föld hőtörténetében bekövetkezett változást.

Az óriási olaj- és gázmezők szerkezeti felépítése fontos, mert az előfordulásokat nagymértékben befolyásolja.

A földkéreg deformációjának eredetét mindig sokat vitatták, de az elmúlt években ezt az óceáni fenék terjedésének, a kontinensek vándorlásának és a lemeztektonikának tulajdonítják.

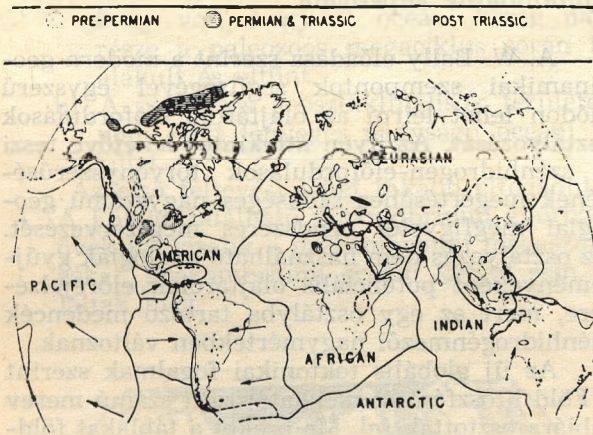


1. ábra

Az óriási mezők tároló közetekének korát 3 kategóriába osztják:

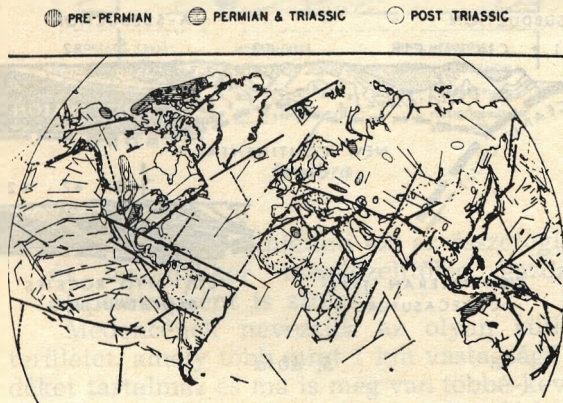
- permi
- permi és triász
- triász utáni

A 3. számú ábrán látható, hogy a perm előtti óriási mezők közül csak kevés helyezkedik el a jelenlegi kontinentális szegélyeken vagy táblahatárokon.



3. ábra

Ezzel ellentétben a mezozoós és harmadkori óriási mezőket tartalmazó medencék sokszor található kontinentális szegélyen vagy annak közelében, de előfordul táblák kontinensekre eső belsejében is. Általánosságban szólva látható, hogy a kontinentális szegélyekkel szorosabb kapcsolatban állnak, mint a tábla peremeivel.



4. ábra

A 4. sz. ábrán a csavarás útján keletekező tektonika látható. Ennek alapelveit Moody és Hill, Wilcox és társai, valamint Harding dolgozták ki. Az olajelőfordulások és a hajlítás útján képződött tektonizmus közötti kapcsolat Harding és Moody írta le.

Az ábrán látható tektonikai szerkezet vagy nyírás modell elsőrendű nyírás vonalából tevődik össze, amelyek folytonos sötét vonallal jelölt meridiánmenti nyomásrendszerből és szaggatott vonallal jelölt egyenlítő menti nyomásmezőből származnak. A mindkét nyomászó-

nából származó járulékos tektonikai vonal vékony vonallal van jelölve.

Az ábrán vázolt nyírás modell szerint két teljesen átható vízszintes nyomásrendszer van, amely létrehozta az elsőrendű nyomásos antiklinálist, valamint a másod- és harmadrendű nyomásos vonszolással járó gyűrődéseket.

Ez megegyezik azzal a megfigyeléssel, hogy az óriási tartalékok 95%-a szemmel láthatólag szerkezettel kapcsolatos csapdákból található, amelyeknek 75%-a antiklinális.

1869-ben Lartet bejelentette, hogy a XVIII. század végén Dolomieu jött rá először arra, hogy a Vörös-tenger szemközti partjai úgy összehasszolódnak, mint az összerakós türelemjáték és feltételezte, hogy a Vörös-tenger és a Holt-tengeri árok mentén horizontális mozgásoknak kellett hatnia, hogy szétváljon. Wegener 1924-ben feltételezte, hogy a kontinensek úsznak az óceáni kéreg felett, amely nagy horizontális mozgásokat igényel, de az elméletet erősen ellemeztek. Kennedy 1939-ben felolvasott egy cikket a Londoni Royal Society ülésén, amelyben feltételezte, hogy 65 mérföld hosszan mozgások voltak a skóciai Great Glen hasadék mentén. Az ő elgondolása olyan nagy ellenzékre talált, hogy a cikket csak 1946-ban közölték.

1952-ben Wellmann feltételezte, hogy az Új Zélandi Alpin hasadék 300 mérföld mentén csúszott. 1953-ban Hill és Diblee feltételezték munkájukban, hogy a Kaliforniai San Andreas hasadék mentén a miocén elejétől 175 mérföldes és a jura óta 350 mérföldes jobb oldali elmozdulás zajlott le.

Ez volt az az idő, amikor Hill és Moody megfogalmazták elgondolásaikat a nyírásos tektonikáról. 1955-ben Menardék felismerték a Csendes-óceáni törés zónák nagyfokú linearitását és a hasadékok menti függőleges eltérést, de Menard, Vacquier, Mosan 1958-ig nem ismerte, hogy a korrelálható óceáni mágneses anomáliák között 96 mérföldes elcsúszás van. Carey 1958-ban újra felfedezte Dolomieunak a Vörös-tenger szétnyílására vonatkozó elméletét és bevezette a rombuszos elválás fogalmát.

1961-ben Vacquier és társai a Mendocino és Pioneer hasadékokon keresztül húzódó 882 mérföldes bal oldali elmozdulást tételeztek fel. Wilson 1965-ben elvetette a vízszintes elmozdulások egy részének szükségességét, azáltal, hogy feltételezte, hogy az óceáni mágneses anomália eltérések eredetileg alakultak ki és hogy a valódi mozgásirány ellentétes volt. Végül 1970-ben Atwater feltette, hogy több ezer mérföld hosszúságú óceáni tábla mozdult el Brit Kolumbiához viszonyítva csapás irányba és morzsolódott szét Alaszka alatt. Úgy tűnik, hogy a tábla feszültségi állapota a nagyméretű vízszintes orientáltságú nyomásrendszerekből áll. Ennek a szemléltetése szeizmikus anyagból és a kéregből fúrások útján vett mintákkal történhet.

Holmes szerint a tektonikai rendszerek problémájának a megoldásában különösen jelentős eredményt ért a kanadai A. E. Scheiddegger és az indonéziai A. R. Ritsema. Az eredmények egy váratlan felfedezéshez vezettek. Kitűnt,

hogy a fő földrengések kétharmada különösen nyírásos vonalak mentén végbemenő mozgásokból származik. Pl. a vetők mentén csapás irányú csúszás esetén a mozgás vízszintes irányú komponense jóval nagyobb, mint a lejtő irányú csúszás esetén a függőleges komponens.

A világ minden tájáról származó bizonyítékokat figyelembe véve Scheidegger kimutatta, hogy a fő nyomások megoszlása olyan, hogy a maximális és minimális nyomások horizontálisak vagy közel horizontálisak. Ez az a nyomásmező, amely nyírásos tektonikai vonalak képződéséhez szükséges.

Fúrási adatokra hivatkozva Hart kijelentette, hogy laboratóriumuk 1969-ig 2000 abszolút nyomásvizsgálatot végzett a földkéregre vonatkozóan (kb. 50 mérést végeztek minden fúrólukban). A Földi tágulással és összehúzó-dással kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy ezen mérési adatok közül nem egy rámutatott a hajlító erők jelenlétére. Mindegyik mérés vízszintes irányú nyomófeszültséget mutatott ki a kéregben és néhány esetben a feszültségek nagysága a takaró súlyától függ. Horizontális irányban csak nyílt töréseket tartalmazó alapközetben található O nyomás, vagy azon kevés számú helyen, ahol a húzó feszültségek rendkívül nagyok. Az abszolút nyomásmezőnek fúrásokból történő meghatározása néhány fontos vonatkozással szolgált, pl. a földrengések előrejelzése, valamint a nyírásos tektonikai rendszer első, másod és harmadrendű jelenségeinek értelmezéséhez. A világ több olajelőfordulásának szerkezeti felépítése közvetlen kapcsolatban van a 4. számú ábrán sematikusán vázolt és a fentiekben leírt, az egész világot átható horizontális nyomásrendszerrel.

A 3. és 4. számú ábrán látható alsó jura utáni szénhidrogén tömeg azt tükrözi, hogy a telepek leginkább az eróziótól, valamint az elszivárgástól, biológiai bomlástól a hőhatásra történő bomlástól vannak megvédve. Ezt a védelmi rendszert leginkább befolyásoló tényező lehet például a Herciniái (perm és triász alatti) orogenezis, amely a földkéreg energia és hőegyensúlyában bekövetkező nagy változásokkal járt együtt. Kimutatták, hogy a főleg alsó jura utáni kőzetekben található 14 legnagyobb kátvány-előfordulás becslések szerint mintegy $2600 \cdot 10^9$ barell szénhidrogént tartalmaz.

A Ghawar olajmező és a Cold Lake, a legnagyobb olajtároló a világon. De bizonyára van a Földön valahol egy kiemelkedően produktív óriás mező, amely nagyobb, mint a Ghawar ($11,3 \cdot 10^9$ tonna). Ismeretlen az is, hogy mennyi kiemelkedően nagy óriás mező tűnt el csak a pliocén-pleisztocén erózió hatására, nem is említve az azt megelőző időszakot, amelyet a horizontális és vertikális kőzettani szelvények összetöredezett jellege bizonyít. A jövőben felfedezésre kerülő óriási olaj és gázelőfordulások még tovább fogják növelni az alsó jura utáni szénhidrogén-tömeget, mivel a még fel nem fedezett területek kontinentális szegélyen vannak, ahol az üledékek zöme mezozoós és harmadkorú.

Az óriási gáz és olajmezők szerkezeti felépítését az egész földet átható meridionális és equatorális vízszintes irányú nyomásrendszerek szabályozzák. Ez a tény kell hogy képezze minden hangoztatott tektonikai modell gerincét, amely választ tud adni mind az óceáni, mind a kontinentális nyírásos modellekre.

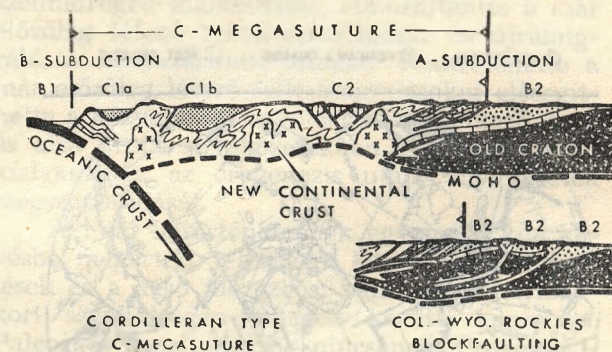
A globális tektonika és a szénhidrogén-előfordulások kapcsolata

A. W. Bally előadása szerint a modern geodinamikai szempontok segítségével egyszerű módon lehet leírni az olajtároló előfordulások osztályozását. Az ilyen áttekintés lehetővé teszi a szénhidrogén-előfordulások törvényszerűségének megértéséhez szükséges nagyszámú geológiai megfigyelés rendszeres megszervezését. Az osztályozás nem használható analógiák gyűjteményeként potenciális olajtárolók előrejelzésére, mert az egy osztályba tartozó medencék szénhidrogénmezői nagymértékben változnak.

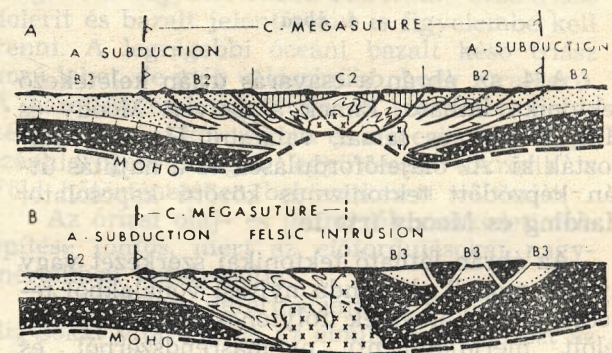
Az új globális tektonikai fogalmak szerint a Föld litoszféráját meghatározott számú merev táblára osztották fel. Ma ezeket a táblákat földrengési övek veszik körül.

A Föld felszíne globális tektonikai szempontból az alábbiak szerint osztható fel:

1. Az óceánok területén fekvő cenozoós-mezozoós térbeli varratok.
2. A nyomás hatására keletkező megfelelőik; a világ cenozoós-mezozoós C-megaszaturái. (5. 6. sz. ábra)



5. ábra



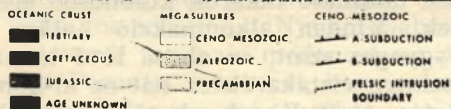
6. ábra

3. Az összetett paleozoós gyűrődési övek képviselik a paleozoós C-megaszaturát, amelyet két oldalon — gyakran A-szubdukciós zónákkal kísért — szialikus kéreg kísér. Paleozoós B-szubdukció csak feltételezhető, mert a paleozoós óceáni kéreg nem maradt meg előző formájában és csak viszonylag kis mennyiségű bontott ofiolit maradt meg. Ez két alapvető lehetőséget sugall:

- A B-szubdukciós folyamat olyan hatékony volt, hogy az óceáni kéreg nagy része a paleozoós megaciklus során kialakult és eltűnt.
- A paleozoós geoszinklinálisok területére nem esett lényeges nagyságú óceáni terület.

Az első feltevést lehet inkább elfogadni.

4. A Földön található prekambriumi gyűrődési övek képviselik a prekambriumi megaszaturákat. Prekambriumi óceáni kérget sem találtak még.



7. ábra

A 7. sz. ábra szemlélteti ezt az összefoglalást és ugyanakkor megközelítőleg gazdasági alaptrépként is szolgál.

Medencének nevezzük az olyan süllyedő területet, amely több mint 1 km vastagságú üledéket tartalmaz és ma is meg van többé-kevésbé összefüggő formában. Az ilyen definíció kizárja a vékony és gyakran teljesen deformált üledékeket tartalmazó gyűrődési öveket.

A. W. Belly által javasolt medence osztályozás különbözik a korábbiaktól, mert ez teljes egészében az új, globális tektonikán alapszik és jelentős hangsúlyt helyez A- és B-szubdukció közötti különbségre. Ez szükségesnek tűnik, ha esetenként a medencék kezdeti kialakulását és süllyedését a litoszféra kifejlődéséhez tudják kapcsolni, amely felelős azért a regionális rendszerért, amely alatt az anyaközetek megérnek.

A különböző medencefajták gazdasági jelentőségét a tipikus medencék hozamrangsora segítségével osztályozza:

I. több mint 10^8 barrel/ 10^3 km²

II. 10^8 — 10^7 barrel/ 10^3 km²

III. 10^7 — 10^6 barrel/ 10^3 km²

IV. 10^8 — 10^7 barrel/ 10^3 km²

V. kevesebb mint 10^6 barrel/ 10^3 km²

A medencék hozamának nagyságát a fenti beosztás szerint a medence neve után zárójelben feltüntetett római szám jelzi.

A medencék beosztása:

A) A merev litoszférán belül elhelyezkedő medencék

1. Óceáni térbeli varratok képződéséhez kapcsolódó:

a) Felrepedt tektonikus árok

b) Atlanti típusú passzív partszegélyek, amelyek a kontinentális és óceáni kérget foglalják magukba.

2. Mezozoikum előtti képződményeken települt, összevont C-megaszaturák:

a) kraton medencék: tengeri és kontinentális fennsíki üledékek

B) Merev litoszférán települt nyomásos vagy C-megaszatura képződésével kapcsolatos Periszaturális medencék

1. Mélytengeri vályú vagy B-szubdukciós partszegély közelében az óceáni kérgen elhelyezkedő árok.

2. Előmélyégi és fennsík alatti üledékek vagy másképpen A-szubdukciós partszegély közelében a kontinentális kérgen levő árok blokk töréses kiemelkedésekkel együtt vagy anélkül.

3. Kínai típusú medencék — peremi blokk törésekkel, C-megaszaturához kapcsolódva és A-szubdukciós szegély nélkül.

C) Episzaturális: nyomás hatására képződő vagy C-megaszaturában elhelyezkedő medencék.

1. B-szubdukciós zónához kapcsolódó:

a) előíves medencék

b) Circum-Pacifikus belső ív medencék; a B-szubdukció ív homorú részén:

c) hátságmélységű medencék: kontinentális és átmeneti kéreg

i) i. Az óceáni kérgen levő, partszegélyi medencék.

2. Az A-szubdukciós ív konkáv oldalával kapcsolatban levő és azon létrejött Pannóniai típusú medencék.

3. Californiai-medencék, egymást keresztező árokátalakítással kapcsolatos rendszerhez kötött.

Az ajánlott osztályozás részletes tárgyalását mellőzve, csak a C 2/pannóniai típusú medencékről elhangzottakat ismertetem.

A pannóniai típusú medencék bizonyos értelemben a tengerparti és hátság-mélységű medencékhez hasonlóak, az A-szubdukciós zónák konkáv oldalán helyezkednek el. Jelentős kéregvékonyodással és magas hőárammal találkozunk, valamint térbeli szabályos vetőkkel és bazalt vulkanizmussal. Ezt a geotektonikai felépítést a Great Basin-re, a pannóniai medencéért és a Nyugat Mediterrán medencére már leírták. Ezeknek a medencéknek az üledékekkel történő feltöltődése lehet uralkodóan szárazföld-

di (Great Basin) tengeri és szárazföldi (Bécsi medence, Pannóniai medence).

A Pannóniai és Bécsi medencében az ezen osztályba tartozó harmadkori medencék fekjűt az idősebb üledékes képződmények bonyolult kibukkanás-rendszere képezi, amely csapda és anyakőzet-képződési lehetőségekkel rendelkezik. A Kelet-Kanadában található Cumberland medence tavi eredetű mississippi-korú Albert agyagpalái és ÉK-Nevada tavi eredetű eocén olajos agyagpalái szolgáltatnak példát ebben az elrendezkedésben található anyakőzetekre. A Mexikói-öböl perm-triász sorozata valószínűleg ilyen típusú medencében ülepedett le.

Tipikus termelő medencék a Bécsi medence (II.), Pannóniai medence (III.), Transylvániai medence (IV.), Cumberland medence (IV.).

Az üledékes medencék hidrodinamikai osztályozása

A nagy üledékes medencék kritikai vizsgálatai témakörben hazai vonatkozásaiban is érdekes előadás hangzott el Couster H. és társai (Franciaország) „Az üledékes medencék hidrodinamikai osztályozása a szénhidrogén-kutatás szempontjából” címmel.

A rétegtartalom a tároló közettől függetlenül időben gyorsan mozog. Pl. az olyan medencékben, amelyek tektonikai mozgások következtében hidrodinamikailag aktivakká váltak a légköri víz több méter évi sebességgel kimoshatja a tárolót és kiszoríthatja az eredeti képződmények vizét. Ami pedig a szerves anyagokat és szénhidrogéneket illeti, ezek sokkal érzékenyebbek a hőmérséklet- és nyomásváltozásokra mint a tároló kőzet.

„Minden mechanikai rendszer mindig olyan állapot felé törekszik — hőcsere révén — hogy potenciális és kinetikus energiájának összege a legkisebb legyen. Olyan nyugalmi állapot felé tart, hogy kinetikus energiája nulla és potenciális energiája minimum legyen”.

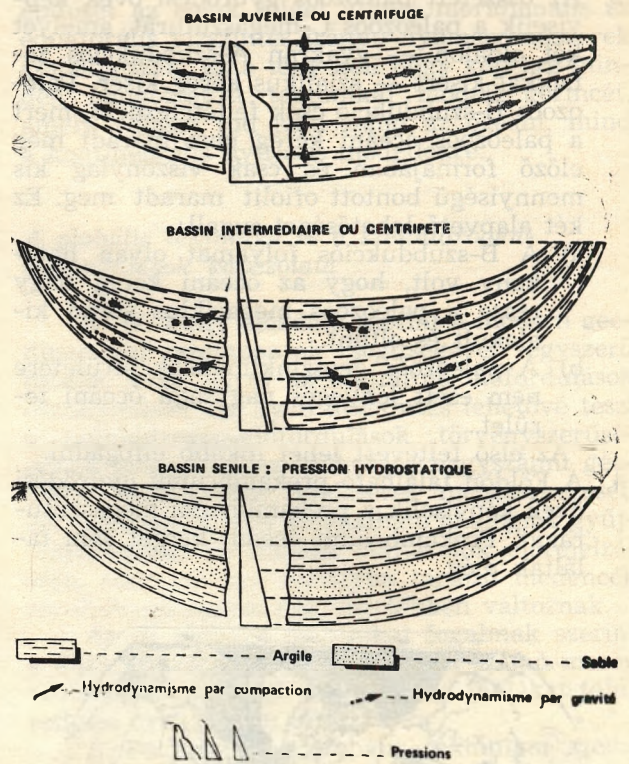
A hidrodinamikai osztályozás a rétegtartalomban jelentkező különböző tulajdonságok alapján történik. Egy medencét hidrodinamikai rendszerbe sorolni annyit jelent, mint meghatározni, hogy fejlődésének milyen szakaszában van.

A nyomásadatok és a földtani formációkban található folyadékok alapján a medencéknek 3 fő típusát különböztetik meg (8. sz. ábra).

1. Juvenilis vagy centrifugális nyomásgradiens következtében kialakult medencék.

Ez a típus az ülepedés és a kompaktió kezdeti szakaszának felel meg, mely révén az egész medence folyadékeinak története szükségszerűen elkezdődik.

Ez a típus leggyakrabban harmadkori medencékben található, amelynek időtartama nagyon változó lehet. Az ülepedés során a kompaktió hatására a tárolószakaszba víz kerül, amely az azokat körülvevő agyagból származik és ennek az előrenyomulási sebessége eléri az évi néhány milliméter nagyságrendet. A kompaktió hatására meginduló



8. ábra

vízáramlásnak a medence legjobban lesüllyedt részén van szerepe a tárolókban az oldalirányú centrifugális nyomás kialakulásában, amely a jobban megsüllyedt részek felől a kevésbé megsüllyedt részek felé irányul. Kőolaj szempontjából az ilyen típusú medencékben található takarók különösen eredményesek. Minden alkompaktió hatása alatt álló agyagos szint, az alatta lévő homokkőves szintre víztakaróként hat az al-kompaktió hatása alatt. Ennek a hatásnak annál több időre van szüksége, hogy megszűnjön, minél nagyobb a sorozatban lévő permeabilis tárolók aránya. Később a süllyedés üledékképződés után ez a hidrodinamikai rendszer a kompaktió következtében létrejövő gyenge áramlás miatt igyekszik fennmaradni. Ez a rendszer annál tovább marad fenn, amíg a tárolók és a permeabilitás kisebbek nem lesznek főleg, akkor ha semmiféle tektonikai mozgás nem könnyíti meg a légköri víz előrenyomulását és nem fordítja meg a nyomásgradiensek irányát. Másrészt ezeknek a medencéknek meg van minden lehetősége arra, hogy olyan szénhidrogént tároljanak, amely ott képződött. A szerkezeti kialakulás teljes megkezdődése és a permeabilitás teljes megváltozása kedvező helyet jelent a szénhidrogén felhalmozódás kialakulására.

a) Az üledékképződés és kompaktió folyamatához még közeli állapotban lévő medencék.

Ezeket a medencéket rendellenes nyomások a mélységgel növekedő sótartalom jellemzi. A hasznosítható telepek jelenléte

egyrészt függ a tárolók fejlődési fokától, vagyis a fokozatosan hidrosztatikussá váló zónákban a rendellenes nyomásfront közelségétől, de még a centrifugális gradienstől is. Másrészt a hasznosítható telepek jelenléte függ a megfelelő érési fok eléréséhez szükséges szervesanyag-átalakulás és kompakciós jelenségek időrendjétől. Korai gázos rétegeket különösen gyakran találhatunk ilyen tengerparti üledékképződésű medencékben, ahol a csapadékképződés meggyorsul az al-kompakciót szenvedett takarók gyors kialakulása révén. Ami pedig az ezen kategóriában lévő újabb medencéket illeti, még gazdagabbak lesznek szénhidrogénben amint a hőmérséklet felemelkedik.

A tengerparti vagy delta típusú medencéket, mint amilyenek a nigériai Rio del Rey és a kameruni Duanala, valamint a kratogénekben belüli süllyedéseket (Gulf Coast) is ebbe a kategóriába sorolják. A tenger alatt húzódó medencék, amelyek a kontinentális táblán túlra is elnyúlnak, ebbe a hidrodinamikai típusba sorolhatók, mint a megelőző orogenezis mio- és eugeozinklinálisai.

- b) Az üledékképződés és a kompakció kezdeti fázisától már elég távoli szakaszban lévő medencét az jellemzi, hogy a nyomásgradiensek nagyon gyengék, de még mindig centrifugális jellegűek, jelentős sótartalmú vizeket, nagy számú klórtartalmú alkáli vegyületeket tartalmaz, rendellenes nyomások csak helyenként vannak jelen. Ezek azok, amelyek alkompakciók és más jelenségek miatt a szerves anyagok átalakulásának, szénhidrogének hőbontásának előíezői lehetnek. Ebbe az osztályba sorolják a Nyugat-Gabon partvidékénél található medencét, az Aquitániai Parentis medencét, bizonyos süllyedő beső kraton medencéket, mint amilyen az Északi-tenger, a Szahara ÉNY-i részén lévő alsó sótartalmú medence.

- c) Azok a medencék (vagy al-medencék), amelyek a kompakció kezdeti fázisától nagyon messze vannak és a fő tektonikai mozgások hatása alatt álltak, ugyanazokkal a jellemvonásokkal rendelkeznek, mint az előző két csoport.

A tektonikai mozgások együtt jártak a permeabilitás határának kialakításával. A rátolódási síkok, a fontosabb rétegváltozások, diszkordanciák, újítást állják a légköri víz behatolásának, és résztvettek a centrifugális rendszer kialakításában és fenntartásában a szénhidrogének keletkezése előtt, illetve alatt. Az Aquitániai Lacq-saint-Marcet almedence és más medencék, amelyek hegyláncok szegélyén találhatóak, példát szolgáltatnak a mély medencék fejlődésére a diszkordanciákra és rátolódásokra, amelyek elszigetelik a tárolókat a magas potenciállal rendelkező kibúvásoktól és megakadályozzák a légköri víz behatolását az egész hegylánc

mentén. A feltöltési fázis, valamint az orogenezis alatt és után létrejött mio- és eugeozinklinális redőket is ebbe a csoportba sorolják: egyrészt a tömött „flis” sorozatokat, másrészt a rátolódásokat, amelyek a tárolókat oldalról és vertikálisan megvédik és a medencéknek továbbra is juvenilis jelleget biztosítanak.

2. Az intermedier vagy a tömörödés állapotában lévő hidrodinamikailag aktív medencék. Itt a fejlődés második szakaszáról van szó, vagyis arról a folyamatról, amikor a légköri víz a medencébe benyomul. Például tektonikai mozgások érik a medence szélét, miközben a medence többi részét egyáltalán nem, vagy csak kevésbé érik hatások, így a légköri víz összegyűlik, hogy behatoljon a medencébe, amelynek a következményei a következők:

- A szénhidrogének tönkretétele biológiai elpusztulás, felbomlás, eloszlás révén.
- A gyenge tárolóképeséggel rendelkező szerkezetekben a szénhidrogének oldalirányú kimosása történik meg.

- A szénhidrogének függőleges irányú elmigrálása, amely a felszíni kibúvások és a tárolók közötti nyomások miatt jön létre mindaddig, míg a nyomások között kicsi az eltérés.

Tektonikai mozgások következtében törések és rétegváltozások keletkeznek, amelyekben törési jelenségek mennek végbe, és ezek miatt az új hidrodinamikai rendszer fokozatosan elveszti tárolóképeségét.

A légköri víz benyomulásának mértéke szerint e medencefajtán belül három típust különböztetnek meg.

„A”-típusú intermedier medence: Ezen típus esetében csak kis mélységben lévő magas permeabilitású és hidrosztatikus nyomású réteggel jut el a légköri víz, miközben a mélyebb sós szintek még mindig magas nyomású „centrifugális” rendszerbe tartoznak. A nyomásban és sótartalomban mutatkozó különbségek miatt a sótartalmú rétegek egyensúlya megbomlik, a csapadék hatékonysága elromlik, a szénhidrogének eltűnnek, majd aztán a víz is a mélyebb rétegekből a magasabb rétegek felé áramlik. Ezeket nevezik függőleges irányban hidrodinamikailag aktív medencéknek. A Sirte-medence ebbe a típusba tartozik, ahol az oligocén és paleogén tárolók összegyűjtötték a krétakori szénhidrogéneket.

„B”-típusú intermedier-medence: Ezek a medencék hidrodinamikailag mind oldalsó, mind függőleges irányban aktívak és a nyomásgradiensek a medence nagy részében centripetálisak válnak. A szénhidrogén-felhalmozódások tönkremehetnek, vagy csak aszfaltnyomok formájában vannak jelen, de az is előfordul, hogy éppen most van az elmigrálás. Ez utóbbi esetben a telepek erős hajlást szenvedtek. Ilyen a Szahara nyugati részén lévő Tyn Fouye mező.

A még nem kimosott zónák határain a víz sótartalmának anomáliái figyelhetők meg. Jellemző még az erős változás, a keveredés, a nagy

pórusokban lévő édesvíz és a még el nem árasztott finomabb pórusokban lévő sósvíz együttes jelenléte. Ebbe a típusba sorolják az egyszerű felszíni belső kraton medencéket: Párizsi-medence, Williston-medence, vagy a Nyugat-Szaharai komplexum. A Perzsa-öböl körüli medence a „B”-típusú medencéknél jóval korábbi szakaszt képvisel, ahol a nyomásgradiensek már centripetálissá váltak, de a légköri víz még nem hatolt be a tároló rendkívül gyenge permeabilitása következtében kialakult áramlási sebesség miatt.

„C”-típusú intermedier-medence: A légköri víz benyomulása még előrehaladottabb állapotban van, de még korántsem teljes, mivel a medence heterogenitása miatt kisebb „szigetek” még ellenállnak a kimosásnak, jobban zárt jobban eltemetett lencsejellegű tárolók esetén. Igen ritkák azok a telepek, amelyekben az olajhoz társulva viszonylag magas sótartalmú víz is van jelen, amelyben viszont az olajjal kimosás útján kapcsolatba került víz édes. Az ilyen olaj a biokémiai átalakulás bizonyos fokát mutatja. A Tunézia északi központi részén található kréta-medence ennek a típusnak jellegzetes példáját szolgáltatja. Ha a benyomulás még nagyobb, akkor az édesvíz elöntheti az egész tárolót. A közetsúly hatására létrejövő új nyomásrendszer a medence egészében kialakul és különbözik a kompaktációs áramlás által kezdetben létrehozott nyomástól. A kevésbé permeabilis tárolók gyengébb potenciálúak mint a nagyobb permeabilitással rendelkezők. Ez végül azt eredményezi, hogy a tárolók között új nyomáskülönbségek lépnek fel, amely aktív ártézi rendszert képez. Erre a „C”-típusú intermedier-medencére jó példa a Nagy-Ausztrál ártézi medence, amely átmenetet képez „hidrodinamikailag kiöregedett” medencék felé.

3. A megközelítőleg O nyomásgradiensű, vagy hidrodinamikailag „kiöregedett medencék”. Egy medence hidrodinamikai és hidrokémiai fejlődésének akkor érkezik legvégső szakaszába (hidrosztatikus állapot), amikor a gradiensek közel O-vá és a vizek a légköri vízhez közeli állapotba kerülnek, a tárolók elvesztették teljes hatékonyságukat.

Hidrodinamikailag a vizek mindenütt ugyanolyan tulajdonságúak, és a szénhidrogének, migráció vagy biokémiai bomlás következtében eltűntek.

Csak a szénhidrogének bomlásából visszamaradt aszfalt, vagy vízben feloldódott gyenge szénhidrogén-nyomok maradhatnak. Egy medencén belül egyidejűleg több típus létezhet, mind oldalirányban, mind függőleges irányban.

Minden típus egy almedencét hoz létre, amit egyes szerzők ugyanabba a hidrodinamikai fáciesbe sorolnak.

A kőolaj és földgáz keletkezése

A tokiói Olajipari Világkongresszus a kőolaj és földgáz keletkezésével is foglalkozott.

A kőolaj eredetéről Lumbach, G. W. M.

Rijswijk, Shell laboratórium (Hollandia) tartott összefoglaló jelentőségű előadást.

A kőolaj-keletkezésre vonatkozó múltbeli elméletek a szerves és a szerves keletkezés feltételezésén alapultak. Századunk elején a szerves keletkezésnek elég széles tábora volt, azonban később számos földtani és kémiai ellenérvet hoztak fel. Ezek között a legfontosabb, hogy a szerves eredet feltételezésével nem magyarázható az optikailag aktív alkotók és az ún. biológiai markerek (porfirinek, isoprenoidok stb.) jelenléte a kőolajokban, ellenkezőleg, ezek nyilvánvalóan mutatják a kőolaj szerves eredetét. A szerves eredetet újabban Philippi bizonyította, aki korrelációt tudott bizonyítani a kőolajok szénhidrogén összetétele és a velük kapcsolatos anyagok között kivont szénhidrogének között. Hoering és Abelson, valamint mások kísérletileg bizonyították az eltemetett szervesanyag kőolajjává való átalakulását.

Allóvízben, redukáló környezetben az üledéken belül nincs aerob és anerob zóna, ez a vízben feljebb helyezkedik el. Az a szerves anyag, amely elkerülte a baktériumos lebontást az aerob zónában, az anerob zónában bontódik le, főleg a talpon. Végül is a szerves anyagnak csak egy kis része ülepedik le. Az algák és aerob baktériumok is nagy mennyiségben ülepednek le a fenéken, ahol az anerob baktériumok részben lebontják (CO_2 , H_2O), részben saját maguk felhasználják őket. Ily módon az eredeti szerves anyag újrafeldolgozódik és az elpusztult „újrafeldolgozó” baktériumokat is tartalmazó biomasszává alakul át, keveredve a mikrobiológiai ellenálló plankton és egyéb szerves anyag (pollen, spóra, viasz, gyanta stb.) részekkel. Mivel az anerob lebontás viszonylag lassú, és a baktériumok, valamint algák biológiai lebontása ilyen körülmények között nagyon tökéletlen, szerves anyagban gazdag (3–20% C) üledékek képződhetnek.

Ez a szerves anyag csak kis mennyiségben tartalmaz ként és nitrogént, minthogy a szaprofél baktériumok H_2S és NH_3 formában eltávolították azokat.

A kőolaj kiindulási anyagára vonatkozó új elképzelés azon alapul, hogy a természetben a szerves anyagok többsége újratermelődik. Ebben a szerves anyagot újrafeldolgozó és átalakító folyamatban a szervesanyagnak csak a mikrobiológiai ellenálló része ülepedik le. Az „újrafeldolgozó” anerob baktériumok és algák maradványai jelentős mértékben lesznek alkotói a folyamatnak.

Erdman J. G. az Egyesült Államok geológusának megállapításai a következők voltak a CH-képződést meghatározó legfontosabb tényezőkkel kapcsolatban:

1. A szerves anyagnak a kőzetmatrixra vonatkoztatott aránya.

A kőzet térfogategységében képződött CH-mennyisége közvetlenül arányos a szerves anyag kezdeti koncentrációjával. Ennek értéke nulla és néhány % között mozog. Szervesanyag-maradványoknak a kőzetben való későbbi jelenléte arra utal, hogy a szénhidrogénkeletkezés folyamata lassú és nem tö-

kéletes. A tapasztalatok szerint a CH-vagyony majdnem mindig kevesebb, mint az összeszerves anyag alapján számítható mennyiség 20%-a.

2. A katalizis

A kőzetanyag ásványi összetevői befolyásolják a genesis sebességét és a képződő CH-ek minőségi összetételét.

3. Az idő és a termikus állapotváltozások.

Numerikus összefüggést állapítottak meg a képződő CH-mennyiség és azt befolyásoló tényezők között. Ez az egyenlet felhívja a figyelmünket arra, hogy nincs kitüntetett CH-képződési hőmérséklet. Az induló hőmérsékletre a mollusca héjak „O” izotóp összetételének vizsgálatából lehet következtetni.

4. A szerves anyag abigoén oxidációjának hatása.

A szerves anyag biogén oxidációja a fotoszintézistől a tengeri üledékbe való beépülésig tart. Ezután a körülményektől függően abigoén oxidáció következhet.

A szerves anyagok mindhárom alapvető építőköve a fehérjék; szénhidrátok; zsírok; oxidációs bomlással két alapvető módon alakulnak át CH-ekké. Egyik esetben a reakció mellékterméke víz, a másik esetben CO₂. Az energia-feltételek azt mutatják, hogy a két folyamat a zsírok esetén egyidejűleg, egymástól függetlenül is végbemehet bizonyos arány szerint és különböző mennyiségű CH-t eredményez. A sztöchiometriai megfontolások alapján végig elemezhető, hogy melyik folyamat stabil, a fehérjék és szénhidrátok esetén. Kimutatható, hogy bizonyos reakciók hidrogén-felesleget, mások C felesleget eredményeznek.

Ezekben az esetekben a reakciók kölcsönhatással játszódnak le, és stöchiometriailag tanulmányozható, hogy az egyes alapvető anyagtipusok esetén milyen termékek keletkezését és azok milyen arányát engedik meg az egyensúlyi feltételek.

Végeredményben a zsírsav esetén a legkedvezőbbek a feltételek CH-képződéshez.

Szembetűnő, hogy a szénhidrogén-képződés során jelentős mennyiségű CO₂ és víz képződik. A kerogén melléktermék mennyisége az abiogén oxidáció fokozódásával nem feltétlen nő.

Adams és Kirkby angol kutatók szerint a gáznak szervesanyagból való keletkezése általánosan elfogadott és a nem szerves eredet kevésbé jöhet szóba. Minden CH-nek elsődleges forrása a Kerogén. A gyakorlati és természeti megfigyelések azt mutatják, hogy megfelelő körülmények között a növényi maradványban gazdag kőzetek gáz, míg a lipidokban gazdag kőzetek olaj képződésére alkalmasak. A CH keletkezésének milyenségét a tároló hőmérsékleti viszonyok határozzák meg. Statisztikai adatok mutatják, hogy a Pre-kambrium alacsony hőmérsékletű, a Kratogén területeken átlagos, míg a legtöbb Mezozoós Harmadkori területen

magas hőmérsékletű geotermikus áramlás volt jellemző. A folyékony CH-ek és az olaj keletkezése 150 F°-nál megy végbe, míg a cseppfolyós CH-ek pusztulása 300 F°-nál következik be.

Kb. 2000 db lényeges olajtároló szerkezetet fedeztek fel 2000 m és 3300 m között. 4000 méter alatt a gáz kezd uralkodóvá válni az olajjal szemben.

A gáz genetikájának tárgyalásánál utalni kell Lutz, MB (Hollandia) szerzőre, aki érdekes adatokat közölt „A közép-európai perm időszaki felső-Rotliegend képződmények és gáztelepeik” című előadásában.

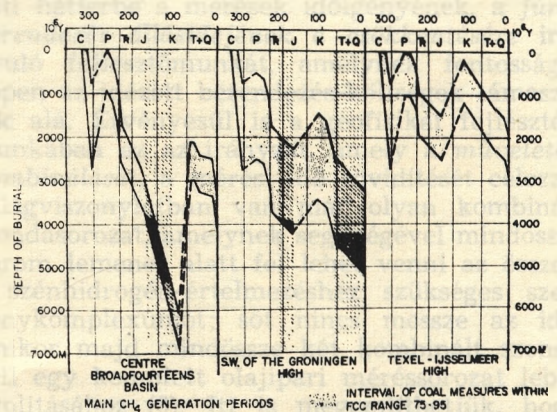
- Hollandiai példák azt mutatják, hogy nagy metántárolókat ott találtak, ahol a következő kedvező paraméterek együttesen fordulnak elő:
- 2500 m vastagságig a felső karbon szénrétegek jelenléte,
 - az anyakőzetek elfedése 4000—6000 m-ig, ami nagymértékű metánképződéshez vezet,
 - a rotliegendi alluviális homokok porozitásának és permeabilitásának megmaradása,
 - a vastag permi Zechstein záró sőrétégek jelenléte,
 - a szerkezeti csapdák kialakulása a fő gázképződési periódus előtt vagy alatt.

Geológiai és geokémiai adatok alapján a felső karbon (alapvetően westfáliai) szénrétegeket a rotliegendi földgáz fő forrásának tekintik. Ezt a C-izotóp vizsgálatok igazolták.

A szenesedést és a gázképződést befolyásoló tényezők közül a hőmérséklet az elsődleges fontosságú, míg a geológiai idő kisebb, mégis jelentős hatást gyakorol. A szenesedés fokát a „fix karbon-tartalom”-mal, azaz az FCC-vel fejezik ki, ahol az FCC = 100 mínusz az illóanyag %-a.

A szenesedés korábbi fázisában uralkodóan a víz és a CO₂ távozik, azonban FCC71 felett a metán felszabadulása játszik fontos szerepet. FCC95 felett bármely további elfedési mélység-növekedés mellett a távozó illóanyag mennyisége nagyobb lesz. A közép-európai medencén belül az FCC75—95 közötti intervallumot tekinthetjük a metán fő forrásának. Ez az intervallum („gázablak”) 1000—1500 m mélység-intervallumnak felel meg.

A képződött gáz N₂ %-a a fő metánképződési fázis alatt jelentéktelen, de FCC95 felett,



9. ábra

amikor már a metánképződés lecsökken, az N₂-tartalom növekszik. Ezt bizonyítja a jól szene-
sedett rétegek magas N₂ %-a is.

A hőmérsékletet az elfedési mélység, a hő-
áram és a formációk hővezetőképessége befo-
lyásolja. Az elfedési mélységet a terület szerke-
zeti alakulása határozza meg. Helyenként a hő-
áramokat magmás tevékenység növeli.

A fő gázképződési fázisok kezdetét és le-
folyását az ún. elfedési grafikonokból származ-
tatják (9. sz. ábra). Ezek a grafikonok a szénré-
tegek rekonstruált elfedési viszonyain és egy
feltételezett paleogeotermikus gradiensen ala-
pulnak. A németalföldi példákra a geotermikus
gradiens 3,2 °C/100 m.

A fő gázképződési intervallum megközeli-
tőleg 4000—6000 m közé tehető.

НОВОСТИ ПО ГЕОЛОГИИ НЕФТИ В СВЕТЕ ДОКЛАДОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА 9-ОМ ВСЕМИРНОМ КОНГРЕССЕ ПО НЕФТИ

Д-р А. Шомфай
Резюме

9 Всемирный Конгресс по нефти был организован
с 11 мая по 16 мая 1975 г. в г. Токио.

На Конгрессе было оглашено около 60 докладов,
посвященных поискам и разведке нефти и газа,
бурению скважин, их оформлению и т. д.

Автор статьи докладывает о новостях геологии
нефтегазовых месторождений, в свете докладов,
оглашенных на Конгрессе.

