

Rétegmegnyitás üreges (jet-) töltetekkel, a rétegmegnyitási feladat leírása

DERES JÁNOS

A rétegmegnyitás feladata a beléscsővezet, cementezett fúrások által harántolt permeábilis rétegek és a beléscsővön belüli tér hidraulikus kapcsolatának megteremtése, a rétegtartalom megismerése, a réteg termelésbe állítása, a rétegkezelés előkészítése, víz- vagy gázvisszanyomó kutak kiképzése stb. céljából. Perforálással oldanak meg több más műszaki feladatot is a kőolajbányászatban. Pények: utólagos kútjavítás (cementezés) előkészítése, termelő vagy fúrócsövek kilyukasztása a cirkuláció helyreállítása céljából.

A dolgozat azt az esetet tárgyalja, amikor a megnyitandó réteg átharántolása után a fúrólyuknál kisebb átmérőjű beléscsővet helyeztek el benne, majd a kőzet és a beléscső közötti teret cementtel töltötték ki. A réteg és a kút hidraulikus kapcsolatát sugárirányú csatornák biztosítják.

A szerző végigtekinti a különböző paraméterként szereplő tényezők (a szereplő közegek sűrűsége, nyomásállósága, áteresztőképessége, mérete, az eltartási távolság stb.) befolyását a perforálási eredményekre, a létrehozott üreges csatorna átmérőjére, mélységére stb. és külön hangsúlyozza a nagymélységű kutak perforálásánál fellépő nehézségeket.

Перфорирование предназначено для создания гидравлической связи между проницаемыми пластами, пройденными цементированными скважинами и пространством внутри обсадной колонны, для изучения содержания пласта, внедрения пласта в эксплуатацию, подготовки обработки пласта, подготовки водо- или газинжекционной скважины и т. д. В нефтяной промышленности перфорирование позволяет решать и ряд других технических задач, как напр. подготовка дополнительной поправки скважины (цементирование), простреливание буровых труб для восстановления циркуляции.

В работе рассматривается случай, когда при проходке простреливаемого пласта устанавливается обсадная труба диаметром, меньшим диаметра скважины, причем затрубное пространство заполняется цементом. Гидравлическая связь пласта и скважины создается при помощи радиальных каналов.

Обсуждается влияние различных параметров (плотность, устойчивость, проницаемость, размеры сред и т. д.) на результаты перфорирования (на диаметр, глубину созданных канав и т. д.) и подчеркиваются затруднения, возникающие при перфорировании скважин больших глубин.

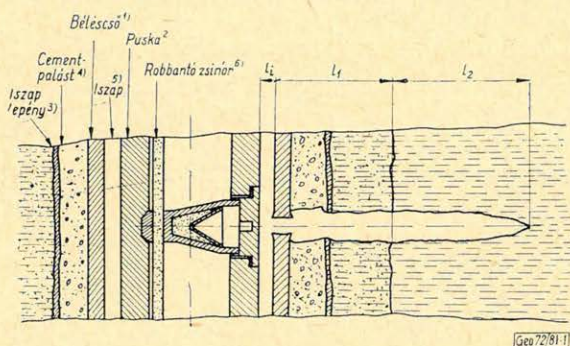
Es ist die Aufgabe der Schichtenaufschliessung, zwischen den, mit verrohrten und zementierten Bohrungen durchquerten permeablen Schichten und dem Raum inmitten des Futterrohrs eine hydraulische Verbindung herzustellen im Interesse der Feststellung des Schichteninhalts, der Inbetriebsetzung der Schichten, der Vorbereitung der Schichtenbehandlung, Ausbildung von Wasser- und Gas-Rücklauf-Brunnen usw. Weitere andere technische Aufgaben werden bei Erdölgruben auch mit Hilfe von Perforatoren gelöst. Solche sind z.B.: Vorbereitung von nachträglichen Bohrloch-Verbesserungen (Zementierung), Durchlöcher von Produktions- oder Bohrröhren zur Herstellung von Zirkulation usw.

Im Aufsatz wird der Fall behandelt, wo nach der Durchquerung der aufzuschliessenden Schicht ein Futterrohr von geringerem Durchmesser im Loch angebracht und der Raum zwischen dem Gestein und dem Futterrohr mit Zement aufgefüllt wurde. Die hydraulische Verbindung der Schicht und des Bohrlochs wird durch radiale Kanäle aufrechterhalten.

Der Verfasser bespricht den Einfluss der als Parameter erscheinenden verschiedenen Faktoren (Dichte und Druckfestigkeit der eine Rolle spielenden Materialien, ihre Abmessungen, die Fernhalledistanz usw.) auf die Ergebnisse der Perforation (Durchmesser und Tiefe des entstehenden Kanals usw.) und betont besonders die Schwierigkeiten, die bei der Perforierung von sehr tiefen Brunnen auftreten.

Az alábbiakban azt az esetet tárgyaljuk, amikor a megnyitandó réteg átharántolása után a fúrólyuknál kisebb átmérőjű beléscsővet helyeztek el benne, majd a kőzet és a beléscső közötti teret cementtel töltötték ki. A réteg és a kút hidraulikus kapcsolatát sugárirányú csatornák biztosítják.

Az 1. ábrán látható a bélés-csővezetett fúrás egy perforációs csatornával megnyitott szakasza. A szemléletesség kedvéért az üreges töltetet robbantás előtt ábrázoltuk.



1. ábra. A perforátor elhelyezkedése a bélés-csővezetett lyukszakaszban és a perforációs csatorna
 Фиг. 1. Положение перфоратора в обсаженном интервале скважины и перфорированная канава. 1 – обсадная колонна; 2 – снаряд; 3 – глинистая корка; 4 – цемент; 5 – глинистый раствор; 6 – детонирующий шнур

1. Futterrohr, 2. Feuerrohr, 3. Bohrschlammfiltrat, 4. Zementmantel, 5. Bohrschlamm, 6. Zündschnur

A L hosszúságú perforációs csatorna két fő szakaszra bontható:

$l_1 + l_i$ – a perforátort és a tárolót elválasztó mesterséges akadály vastagsága.

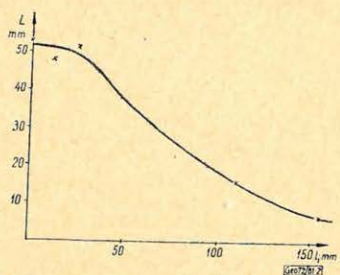
l_2 – a perforációs csatorna behatolási mélysége az eredeti permeabilitású kőzetben.

Vizsgáljuk meg jelentőségének megfelelő részletességgel a jet útját az l_1 , majd l_2 csatornaszakaszon.

A jet az érintetlen kőzetig át kell haladjon a kutat feltöltő közegen, a bélés-csővön, a cementpaláston, az iszaplepenyen és a rétegnek a fúrási folyamat során szennyezett, csökkent áteresztőképességű szakaszán.

A perforátor és a bélés-cső közötti gyűrűs teret (l_i) általában folyadék tölti ki (öblítőiszap, víz, kőolaj stb.). A perforációs csatorna hossza és átmérője függ e közeg sűrűségétől, nyomásától és vastagságától. A vastagság a perforátor-átmérő és a bélés-cső-átmérő, valamint a perforátor és a bélés-cső egymáshoz viszonyított helyzetének (központosság) függvénye. Kis viszkozitású folyadékokban a bélés-cső és a perforátor között legalább 6 mm hézag kell maradjon. 1,5 kp/dm³ fajsúly felett ez a hézag már legalább 10 mm kell legyen. A behatolási mélység függése a perforátor és a bélés-cső közötti távolságtól a 2. ábrán látható jelleggel bír. E görbe azt mutatja, hogy az optimális eltartási távolságon túl a behatolási mélység viszonylag gyorsan csökken. Különböző sűrűségű közegen vizsgálva ezt az összefüggést, görbesereget kapunk, melynek paramétere a perforátor és a bélés-cső közötti közeg sűrűsége. A sűrűség növekedésével a behatolási mélység csökken. A 3. ábrán e függvény látható acélból készült céltárgy esetén. A kutat feltöltő közeg sűrűsége nagy hatással van a bélés-csővön képződő lyuk átmérőjére. A kis súlyú töltetek (20–30 g-ig) által ütött lyukak átmérője levegő esetén 30–50%-kal nagyobb, mint víznél [1]. A megfelelő eltartási távolság, a perforátor és a bélés-cső közti biztonságos hézag

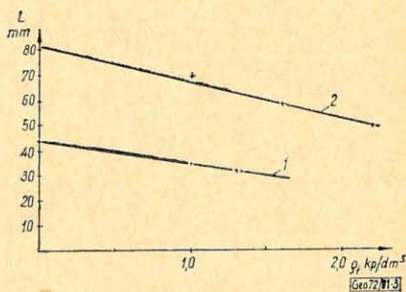
mérete különböznek egymástól. A gyakorlatban általában a behatolási mélység rovására a biztonságos átmérőjű perforátor javára döntenek. Komplikálja a helyzetet még, hogy az egyes töltetek és a béléscső között levő távolságok a perforátor különposzt helyzete miatt többnyire eltérők.



2. ábra. A 14-103 típusú töltet behatolási mélysége acél céltárgyban különböző vastagságú vízrétegeken keresztül. X: 50-50 lövésből képzett átlagértékek

Фиг. 2. Глубина внедрения заряда типа 14-103 в стальной объекте через водные слои различной мощности. Средние по 50 прострелам величины

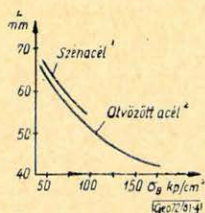
Fig. 2. Eindringungstiefe der Ladung vom Typ 14-103 im Falle eines Zielobjekts aus Stahl durch Wasserschichten verschiedener Dicke. x Durchschnittswerte aus 50-50 Schüssen.



3. ábra. A jet behatolási mélysége a töltet és az acél céltárgy közötti közeg fajsúlyának függvényében. 1. 14-103 típusú magyar perforátor, 25 mm eltartási távolság, 2. ZPK-103 típusú szovjet perforátor, 25 mm eltartási távolság

Фиг. 3. Глубина проникания сигнала в зависимости от удельного веса среды между зарядом и стальным предметом. 1 - венгерский перфоратор типа 14-103, разнос - 25 мм; 2 - советский перфоратор типа ЗПК-103, разнос - 25 мм

Fig. 3. Die Eindringungstiefe des Jets als Funktion des spezifischen Gewichts des Mittels zwischen der Ladung und dem Zielobjekt aus Stahl. 1. Ungarischer Perforator vom Typ 14-103, Fernhahedistanz 25 mm; 2. Sovjetischer Perforator vom Typ ZPK-103, Fernhahedistanz 25 mm



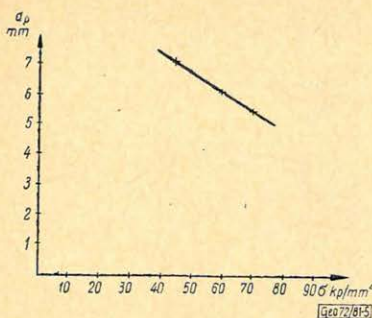
4. ábra. A behatolási mélység az acél céltárgy szakítószilárdságának függvényében

Фиг. 4. Зависимость глубины проникания от разрывной прочности стального объекта. 1 - карбонильное железо; 2 - легированная сталь

Fig. 4. Eindringungstiefe als Funktion der ZerreiBfestigkeit des Zielobjekts aus Stahl. 1. Gussstahl; 2. Legierungsstahl

A jet útjában álló következő akadály a béléscső. A végleges behatolási mélység függ a béléscső falvastagságától és anyagának szakítószilárdságától (Brinell-keménységétől). A behatolási lyuk átmérője elsősorban a béléscső szilárdságától függ. Ennek igazolására szolgál a 4. és 5. ábra [2, 1].

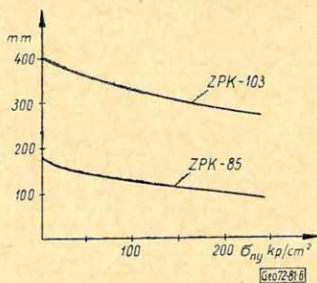
A béléscső mögött levő cementpalást nyomószilárdsága és vastagsága is befolyásolja a rétegbe behatoló jet további munkavégző képességét. A 6. ábrán bemutatjuk a cement nyomószilárdságának hatását a benne képződő lyuk hosszára. A cement-céltárgy előtt 11 mm vastagságú acéllemez helyettesítette a béléscsővet [1].



5. ábra. A béléscső folyáshatárának hatása a perforált lyuk átmérőjére

Фиг. 5. Влияние границы течения обсадной трубы на диаметр простреленной канавы

Fig. 5. Einfluss der Fließgrenze des Futterrohres auf den Durchmesser des Perforierungslochs



6. ábra. A cement nyomószilárdságának hatása a benne képződő perforációs csatorna hosszára két szovjet perforátor esetén

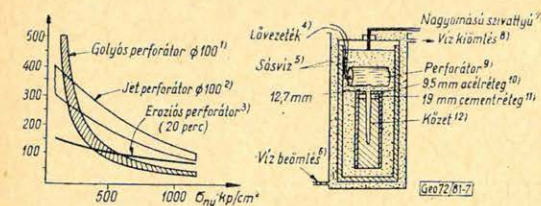
Фиг. 6. Влияние устойчивости цемента на длину образуемой в нем перфорационной канавы при применении двух советских перфораторов

Fig. 6. Einfluss der Druckfestigkeit des Zements auf die Länge des sich in ihm ausbildenden Perforationskanals im Falle von zwei sovietischen Perforatoren

A teljesség kedvéért megemlített iszaplepleány a fúrás közben képződött iszaplepleány maradványa. A korábban nagy víztartalom a cementezés után csökken, az iszaplepleány szilárd és impermeabilis lesz.

Az l_1 szakasz utolsó tagja a kőzet csökkent áteresztőképességű része. Ezt fúrás közben az iszapfiltrátum hatására megduzzadó agyag [3] vagy cementezés közben a pórusokba behatoló cementtej hozza létre. Sűrűsége és szilárdsága az eredeti állapotban levő réteg jellemzőivel azonosnak vehető.

A mesterséges akadályok teljes vastagsága egyes esetekben több tíz centimétert is elérhet. Általában azonban 8–12 cm (öblítőközeg: kb. 10–30 mm, béléscső falvastagsága: kb. 10 mm, cementpalást: 50–60 mm, iszaplepleány és a réteg erősen csökkent áteresztőképességű része 10–30 mm) [4, 3]. Nagyon nehéz feltételek elé állítja a rétegmegnyitást a kettős béléscsőakat. Pilenkor a kettős béléscső és cementpalást annyira legyengíthetik a jetet, hogy el sem éri a réteget. Hasonlóan kedvezőtlen az excentrikusan elhelyezkedő béléscső is.

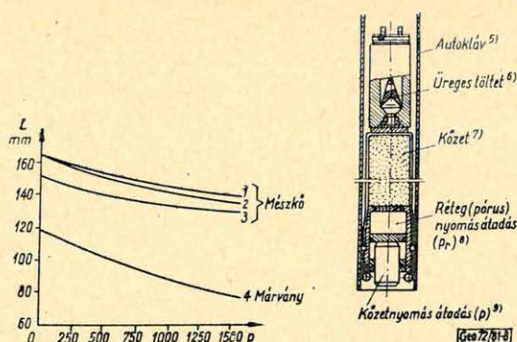


7. ábra. A kőzet nyomószilárdságának hatása a különböző perforátorokkal létrehozott csatorna hosszára

Фиг. 7. Влияние сопротивления породы давлению на длину канав, создаваемых различными перфораторами. 1 – пульевой перфоратор $\varnothing 100$, 2 – кумулятивный перфоратор $\varnothing 100$, 3 – эрозионный перфоратор (20'), 4 – провод; 5 – соленая вода, 6 – приток

воды; 7 – высоконапорный насос; 8 – утечка воды, 9 – перфоратор; 10 – стальной слой толщиной 9,5 мм, 11 – слой цемента толщиной 19 мм, 12 – горные породы

Fig. 7. Einfluss der Druckfestigkeit des Gesteins auf die Länge der mit verschiedenen Perforatoren gewonnenen Kanäle. 1. Kugelperforator $\varnothing 100$, 2. Jetperforator $\varnothing 100$, Erosionsperforator (20'), 4. Schussleitung, 5. Salzwasser, 6. Wassereinfluss, 7. Hochdruckpumpe, 8. Wasserausfluss, 9. Perforator, 10. 9,5 mm Stahlschicht, 11. 19 mm Stahlschicht, 12. Gestein



8. ábra. A kőzetnyomás hatása a perforációs csatorna hosszára és a mérési elrendezés. A görbék paraméterei 1, 2 és 3-mésző, $p = p_r$, $p_r = 1$ és telítetlen esetben, 4 márvány

Фиг. 8. Влияние давления горных пород на длину перфорированной канавы и измерительная установка. Параметры кривых: 1, 2, 3 – известняки, $p = p_r$, $p_r = 1$, при ненасыщенности 4 – мраморы, 5 – автоклав, 6 – кумулятивный заряд, 7 – горные породы, 8 – давление пласта, 9 – перенос давления горных пород

Fig. 8. Einfluss des Gesteindrucks auf die Länge des Perforationskanals und die Messeinrichtung. Parameter der Kurven: 1., 2., 3. Kalkstein, $p = p_r$, $p_r = 1$, im Falle eines Ungesättigkeits-Zustands 4. Marmor, 5. Autoklav, 6. Jetladung 7. Gestein, 8. Schichtendruck, 9. Gesteinsdruck-Überführung (p)

A perforációs csatorna l_2 szakaszának hossza adott töltet és perforátor esetén az l_1 szakaszon elhelyezkedő mesterséges akadály hosszától, felépítésétől, szilárdsági tulajdonságaitól, valamint az érintetlen kőzet sűrűségétől és nyomószilárdságától (pontosabban a gyors alakváltozással szembeni ellenállásától) függ.

A tárolókőzeteknél a sűrűség $1,5 - 2,85 \text{ g/cm}^3$, a nyomószilárdság $50 - 2600 \text{ kp/cm}^2$ értékhatárok között változhat. A kőzetek szilárdsága az összenyomódástól eltérő alakváltozások esetén a fémekkel szemben nagyon kicsi. Így a szakítószilárdság $2 - 10\%$ -a, a hajlítószilárdság $5 - 20\%$ -a, a nyírószilárdság kb. 10% -a a nyomószilárdságnak.

A golyós, jet és eróziós perforálással létrehozott perforációs csatornák teljes hossza (L) a 7. ábrán látható módon függ a kőzet nyomószilárdságától [5]. A méréseket az ábrán látható céltárgy felhasználásával végezték. Az iszapréteg (e méréseknél sós víz) vastagsága egységesen $l_1 = 12,7 \text{ mm}$ volt. A 7. ábra összefüggései lehetőséget adnak arra, hogy bármely üreges töltet ismert nyomószilárdságú kőzetben meghatározott teljesítménye (L) alapján előre jelezzük a perforációs csatorna hosszát más, szintén ismert nyomószilárdságú kőzetekben. Az „in situ” behatolási mélységet ennek alapján mégsem lehet megmondani, mivel a kőzetek szilárdságának és sűrűségének (porozitásának) változása a kőzetnyomással (függőleges irányú), a rétegnyomással (a pórusokat kitöltő gáznemű vagy folyékony közeg mindenirányú nyomása) és a hőmérséklettel nem pontosan ismert. Az üledékes kőzetek nyomószilárdsága minden irányú nyomás hatására nő (pl. 1000 atm -nál $150 - 200\%$ -kal, kivéve az ásványi sókat), a hőmérséklet növekedésével viszont csökken (pl. 200 C° -on $50 - 90\%$ -ra). Konkrét kőzet esetén e hőmérséklet és nyomás együttes hatása a nyomószilárdságra e célra alkalmas, fűthető nyomástartó edényekben (autoklávokban) határozható meg. Ugyancsak autoklávokban tanulmányozhatók

az üreges töltetek perforálási jellemzői magas hőmérsékleten és nyomáson [6, 7, 8, 9]. Baum és társai [9] azt tapasztalták, hogy a behatolási mélység (L) és a kőzetnyomás (p) közötti összefüggés mészkő és márvány esetében a következő egyenlettel közelíthető:

$$L = L_1 e^{-\beta(p-p_1)},$$

ahol L_1 a behatolási mélység p_1 nyomás mellett,
 β együttható, melynek értékére a 8. ábrán találunk adatokat.

(Folytatás az 1973. 1. számban)

LAPSZEMLE

Geominia és Bányászat, az MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának közleményei, 5. kötet, 1–2. sz., 1972. IX. 30. 1–200. old.

Balla Z.: Az orogenezis különböző típusairól, 1–15. old.

Barta Gy.: Hozzászólás „A földtudományok helye a ma és holnap műveltségében” c. vitához, 17–19. old.

Joó I.: Kelet-Európa függőleges kéregmozgási térképe, 35–43. old.

Kisvársányi G.: Az Apolló 12 holdexpedíció begyűjtött kőzeteinek előzetes vizsgálata, 45–50. old.

K. Ledersteger: A Föld alakjának problémája, 79–87. old.

Szádeczky-Kardoss E.: A Föld kozmikus különleges sajátosságai és a geonómiai szemlélet alapvonása, 99–111. old.

Szádeczky-Kardoss E.: A mediterrán típusú szubdukció és a Kárpát – Pannon – Dinarid szerkezet modellje, 111–122. old.

Vita az új globális tektonika általános és regionális eredményeiről:

Pécsi M.: Megnyitó Szádeczky-Kardoss Elemér: A Kárpát – Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. vitaindító előadásához, 135–137. old.

Bendefy L.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 139–148. old.

Dank V.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 149–151. old.

Géczy B.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 153. oldal.

Hédervári P.: A szeizmikus tevékenység mélység szerinti eloszlása 175–161. old. (Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz).

Jaskó S.: Pliocénkorú üledékképződés a Kárpát – Balkán szegélyméliségekben, 163–169. old.

Pantó G.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 171–173. old.

Szalai T.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 175–177. old.

Székyiné Fur V.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 179. oldal.

Wein Gy.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 181–183. old.

Szádeczky-Kardoss E.: Reflexiók az 1971. évi geonómiai vitákról, 185–188. old.

Bisztricsány E.: Sekélyfésztkü földrengések felületi hullámjainak kódjával kapcsolatos vizsgálatok, 189–190. old. (Akadémiai doktori értekezés ismertetése.)

Külczér Gy.: Az excentrikus dipólus mágneses potenciáalterének koherens multipólus sora, 191–192. old. (Akadémiai doktori értekezés ismertetése.)

Kiss Z.: Robbantással keltett rövidperiódusú területi hullámok vizsgálata, 193–194. old. (Kandidátusi értekezés ismertetése.)

T. G.

Kőolaj- és Gázipari Tájékoztató, 1972. 1. sz.

Az OKGT és a NIM Műszaki Dokumentációs és Fordító Iroda sokszorosított kiadványa, 92. old.

Kovács Ferenc: Gravitációs anomáliaterek előállítása és felbontása a szűrőelmélet alapján, 56–58. old.

T. G.

Asztronautikai Tájékoztató, 1972. 5/25. sz., a MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztály sokszorosított kiadványa.

A. V. Vinogradov: A holdközetek kialakulása, 3–18. old.

G. M. Brown: A hold geokémiája, 19–36. old.

Hédervári P.: A Mars felszínének planológiai értelmezése, 37–53. old.

Magyar eredmények a holdtalajminél vizsgálatában, 56–57. old.

T. G.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Надь З.:</i> Состояние, результаты и проблемы электроразведочных работ, проведенных на территории Малой венгерской низменности	209
<i>П. Мартон – Э. М. Салаи:</i> Палеомагнитные исследования в районе Токайских гор	219
<i>Э. Такач:</i> Геологическое значение использования полярных диаграмм тензора магнитотеллурического импеданса	227
<i>Я. Дереш:</i> Испытание пластов при помощи кумулятивных перфораторов, описание задачи испытания пластов	236
Обзор журналов	В 3

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

<i>Z. Nagy:</i> Lage der in der Kleinen Tiefebene durchgeführten geoelektrischen Messungen, ihre Resultate und Probleme	209
<i>P. Márton – Frau M. E. Szalay:</i> Paleomagnetische Untersuchungen im Tokaj-Gebirge ..	219
<i>E. Takács:</i> Die geologische Bedeutung der Benützung der Polardiagramme des magnetotellurischen Impedanz-Tensors	227
<i>J. Deres:</i> Schichtenaufschliessungen mit Jet-Perforator. Beschreibung der Aufgaben der Schichtenaufliessung	236
Rezensionen und Presseschau	В 3