

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. Perforással oldanak meg több más műszaki feladatot is a kőolajbányászatban. Ilyenek: 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 fúróluknál kisebb átmérőjű beléscsővet helyeztek el benne, majd a közel 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 tényezőket (a szereplő közegek sűrűsége, nyomásállóság, áteresztőképessége, mérete, az eltartási távolság stb.) befolyását a perforálási eredményekre, a létrehozott üreges csatorna átmérőjére, mélységére stb. 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 содерхания пласта, внедрения пласта в эксплуатацию, подготовки обработки пласта, подготовки водо- или газонезжкционной скважины и т. д. В нефтяной промышленности перфорирование позволяет решать и ряд других технических задач, как напр. подготовка дополнительной поправки скважины (цементирование), простреливание бурильных 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.

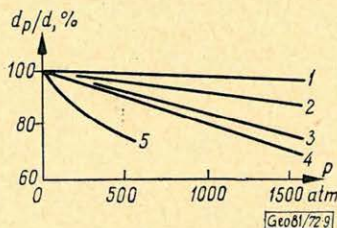
Обсуждается влияние различных параметров (плотность, устойчивость, проницаемость, размеры сред и т. д.) на результаты перфорирования (на диаметр, глубину созданных каналов и т. д.) и подчеркиваются затруднения, возникающие при перфорировании скважин больших глубин.

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 Fernhaltungsdistanz 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.

A kőzet szilárdsági jellemzői befolyásolják a perforációs csatorna átmérőjét is, ezért a szilárdságra ható nyomás-, hőmérséklet- és telítettségi viszonyok ezen átmérő változásában is tükröződnek (9. ábra).



9. ábra. A perforációs csatorna átmérőjének relatív változása a kőzetnyomással. A görbék paraméterei: 1 – acél, 2 – duralumínium, 3 – márvány, 4 – mészkő, 5 – ólom

Fig. 9. Relative Änderung des Durchmessers des Perforationskanals mit dem Gesteinsdruck Parameter der Kurven: 1. Stahl, 2. Duraluminium, 3. Marmor, 4. Kalkstein, Blei

Фиг. 9. Относительное изменение диаметра перфорированной канавы с давлением горных пород. Параметры кривых: 1 – сталь, 2 – дуралюминий, 3 – мрамор, 4 – известняки, 5 – свинец

A tényleges méretek szemléltetése érdekében összefoglaltuk a magyar szénhidrogénbányászatban, a termelő vagy kivizsgálandó rétegek mélységében található gyakoribb kútszerkezeteket (1. táblázat). Összevetve az alkalmazott

1. táblázat

| Véső átmérő | | B é l é s c s ő | | | | | | Cementpalást vastagság szélső értékei* |
|-------------|--------|-----------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------------------------------|--|
| | | Külső átmérő | | Falvastagság | Belső átmérő | Acélminőség | | |
| hüvelyk | mm | hüvelyk | mm | mm | mm | jelölés | szaktőszilárdság kp/mm ² | mm |
| 5 5/8 | 142,86 | 4 1/2 | 114,3 | 7,37 | 99,04 | J – 55 | 52,7 | 0 – 44 |
| 6 | 152,4 | | | | | | | 0 – 53 |
| 6 | 152,4 | 5 1/2 | 139,7 | 7,72 | 124,26 | J – 55 | 52,7 | 0 – 12,7 |
| 8 1/2 | 215,9 | | | 9,17 | 121,36 | | | 0 – 76,2 |
| 8 1/2 | 215,9 | 6 5/8 | 168,26 | 8,94 | 140,38 | J – 55 | 52,7 | 0 – 47,6 |
| | | | | | | N – 80 | | |
| 8 1/2 | 215,9 | 7 | 177,8 | 8,05 | 161,7 | J – 55 | 52,7 | 0 – 38,1 |
| | | | | N – 80 | 70,3 | | | |
| | | | | P – 110 | 87,9 | | | |
| 12 1/4 | 311,15 | 9 5/8 | 244,46 | 10,03 | 224,4 | N – 80 | 70,3 | 0 – 66,7 |

A cementpalást nyomószilárdsága 200 – 400 kp/cm² között van

* Az értékek névleges méretű fúrólukban külpontosan elhelyezkedő bélésőrcsőre vonatkoznak, a tényleges cementpalást-vastagság meghatározásánál figyelembe kell venni a tárolórétegek szintjében általában alkalmazott bélésőrcsőzpontosítókat és a lyukbőségsvénynt

béléscsövek belső átmérőjét, a 103 mm átmérőjű perforátorban alkalmazott magyar gyártmányú 14–103 típusú üreges töltet hatásának (perforációs csatorna hossz L) a vízréteg növekedésével való csökkenésével (2. ábra) megállapíthatjuk, hogy a $6\frac{5}{8}$ ''-os és 7''-os béléscsövekben a perforátor külpontosága a perforációk $1/4$ -edénél kb. 20–25%-kal csökkenti az L értékét. Ha pedig a béléscső ugyanolyan értelemben külpontos, mint a perforátor – ez pedig, ha nem függőleges a fúrólyuk, és nem használtak központosítókat, általában így van – akkor a béléscső mögött még 40–50 mm vastag cementpalást is van. E kedvezőtlen körülmények halmozódása miatt minden negyedik perforáció hatástalan lehet [10].

A rétegmegnyitási feladat leírásánál meghatározó paraméterek még a hőmérséklet és a nyomás, melyek a fúrólyukak mélységének növekedésével emelkedő tendenciát mutatnak. Különösen jelentős a perforáció helyén uralkodó hőmérséklet, mert a robbanóanyagok bomlási sebessége a környezet hőfokának növekedésével megnő és bizonyos idő után általában önrobbanás következik be. A 10. ábrán feltüntettük a magyarországi fúrólyukakban észlelt és várható hőmérséklet- és nyomásértékek tartományát és az alkalmazott robbanóanyagokra engedélyezett használati hőmérsékleteket (2 óra időtartam). Az ábrán kereszttel berajzolt értékek észlelési helye:

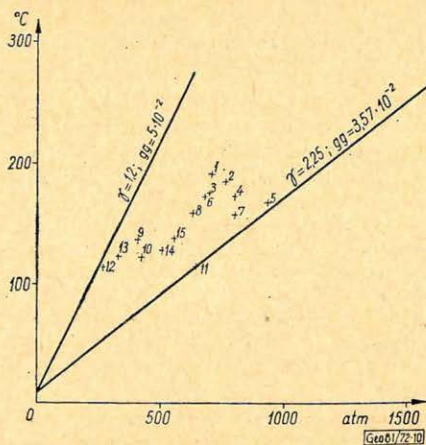
| | |
|------------------------------------|------------------|
| 1. Budafa – I. | 4341 m |
| 2. Kerkáskápolna – I. | 4510 m |
| 3. Kerkáskápolna – I. | 4240 m |
| 4. Budafa – II. | 3900 m |
| 5. Szarvas, DNy – I. | 4150 m (becsült) |
| 6. Gyoma – I. | 3425 m |
| 7. Budafa – I. | 4000 m |
| 8. Budafa – V. | 3800 m |
| 9. Algyő átlagolt érték kb. | 2600 m-ben |
| 10. Bősárkány – I. | 3290 m |
| 11. Budafa – III. | 3180 m |
| 12. Algyő, átlagolt érték kb. | 2000 m-ben |
| 13. Üllés – 7. | 2000 m |
| 14. Tarany – 6. | 2800 m |
| 15. Tarany – 2. | 2000 m |

Bár az átlagos rétegmegnyitási feladat megoldása is nehéz, még ehhez képest is különleges és bonyolult a nagymélységű kutak perforálása [11]. Ennek oka az, hogy az alkalmazható legnagyobb hőállóságú robbanóanyag robbantás-technikai tulajdonságai (brizancia, robbanási sebesség, indíthatóság stb.) gyengébbek a hexogénénél, viszont a megnyitási körülmények kedvezőtlenebbek. Ennek okai röviden a következők [9]:

1. A nagynyomású folyadék rétegben (iszapban) az áthatoló kumulatív sugár (jet) által létrehozott üreges csatorna átmérője a folyadék nyomásától függ. Nagy nyomás (1000 atm felett) esetén a folyadék elfoghatja a rajta áthaladó jet kisebb sebességű elemeit.

2. A kőzetek dinamikus erőhatásokkal szembeni szilárdsága a bennük uralkodó nyomás emelkedésével nő, ez főként a perforációs csatorna átmérőjét csökkenti.

3. A 25–30%-os relatív átmérváltozás és az egyébként is kis perforációs csatorna-átmérő miatt a jet energiájának egy része felemésződik a csatorna oldalfalain; e miatt a csatorna mélysége is csökken (1500 atm-ig kb. 20–30%-kal).



10. ábra. A robbantási és rétegmegnyitási munkáknál fellépő nyomás- és hőmérsékletérték furólyukakban

Fig. 10. Величины давления и температуры, возникающие в скважинах при прострелочных работах 1 – температура скважины, 2 – удельный вес глинистого раствора в скважине в $\gamma/\text{см}^3$, 3 – gg = геотермический градиент, измеряемый в глинистом растворе, заполняющем скважину в $^\circ\text{C}/\text{м}$

Fig. 10. Druck- und Temperatur-Werte, die bei den Spreng- und Schichtenaufschliessungsarbeiten in Bohrlöchern auftreten 1. Bohrlochtemperatur, 2. γ = spezifisches Gewicht des Bohrschlammes in g/cm^3 , 3. gg = geothermischer Gradient, der im das Bohrloch ausfüllenden Bohrschlamm gemessen werden kann in $^\circ\text{C}/\text{M}$

IRODALOM

- [1] Grigorján, N. G.: Krátkij szpravocsnik po prosztrelocno-vzrúvnüm rabotam v szkvazsinah Nedra, Moszkva (1970)
- [2] Babul, W.: A céltárgyak mechanikai tulajdonságainak hatása az üreges töltetekből kialakuló jet behatolási mélységére (Lengyelül) Prace Instytutu Mechaniki Precyzynej. 9. (1961) 34. p. 11–24.
- [3] Zserzsikov, A. E. – stb.: Uszoversensztvovanie szpaszoba vszkritújáj plaszto. Nefteprom. delo (1971) 6. p. 22–25.
- [4] Grigorján, N. G.: Prosztrelocsnúje i vzrúvnje rabotü v szkvazsinah Gosztopdehizdat, Moszkva (1959)
- [5] Thomson, G. D.: Effect of formation compressive strength on perforator performance. Drill. and Prod. Prac 225. (1962) p. 191–197.
- [6] API Recommended practice standard procedure for evaluation of well perforators. API RP43. (1962) oet.
- [7] API Recommended practice standard procedure for evaluation of well perforators. API RP43. Second Edition (1971) nov.
- [8] Aszpiszov, Sz. K. – Mihajlov, A. A.: Promenie usztanovok vüszokogo davlenijá v promüszlovoj geofizike Razved. Geof. (1968) 25.
- [9] Baum, F. A. – stb.: Termosztojkie vzrúvesatüje vüscsesztva i ih dejsztvie v glubokich szkvazsinah. Nyedra Moszkva (1969)
- [10] Bahirov, K. C. – stb.: Izucsenia rezulzatov kumuljatívnoj perforacii obszadnüh kolon pro promoscsi szkvazsinogo fotografírovannija Neft. Geol. i Geof. (1971) 8. p. 36–38.
- [11] Bell, W. T. – Auberlinder, G. A.: Perforating high temperature wells. JPT. (1971) márc. p. 211–216.