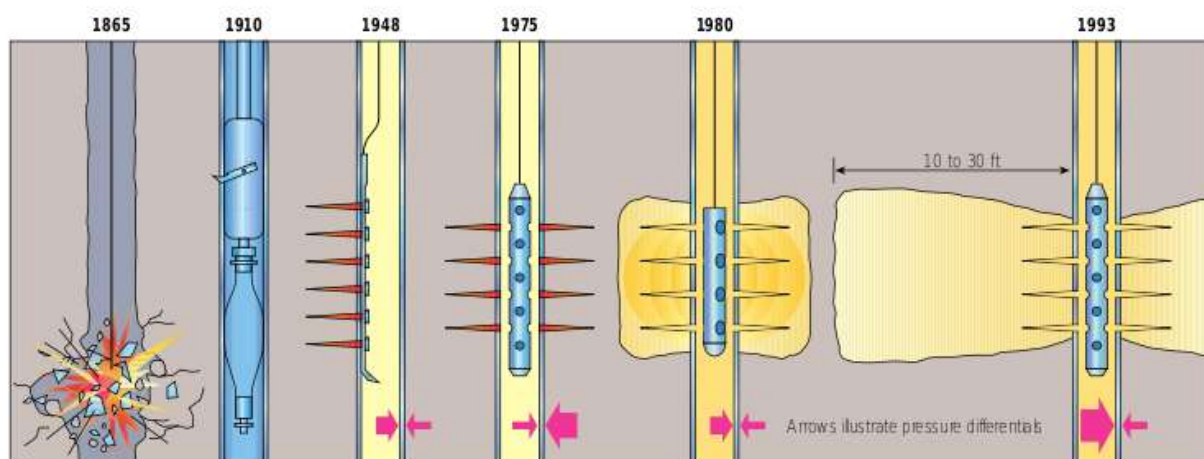


A rétegmegnyitások eszközeinek és technológiáinak hazai fejlesztési eredményei. (Böszörményi István, Kánnár Tibor, Szűcs Attila)

(MARE konferencia 2010. szeptember 7-10)

Közismert, hogy a felszíni geofizikai (gravitációs, szeizmikus) kutatási módszerek eredményei alapján a szénhidrogének (kőolaj, földgáz) vagy egyéb fluidumok (termálvíz) tárolására alkalmasnak talált földtani formációt mélyfúrásokkal tárják fel. A mélyfúrás mélyítése során a fúrásban kémiai és mechanikai adalékokkal kezelt fúróiszapot cirkuláltatnak, majd a földtanilag indokolt mélység elérése után béléscsővezik és a béléscső - furat közötti gyűrűs teret nagy szivattyúnyomással cementtejjel töltik ki. A permeábilis tároló kőzet pórusaiba bediffundált fúróiszap és a furat porózus falán a fúróiszapból visszamaradt szilárd anyagból kialakult ún. iszaplepeny nagy mértékben lecsökkenti a tároló körüli permeabilitást, majd a béléscsővezés és cementezés a tárolót teljes egészében elzárja a furat terétől. Így az elsődleges cél, hogy olajat, gázt vagy egyéb fluidumot termeljünk vagy besajtoljunk, éppen a furat lemélyítése és kiképzése által látszik meghiúsulni. Az ellentmondást rétegmegnyitással vagy perforálással lehet feloldani.

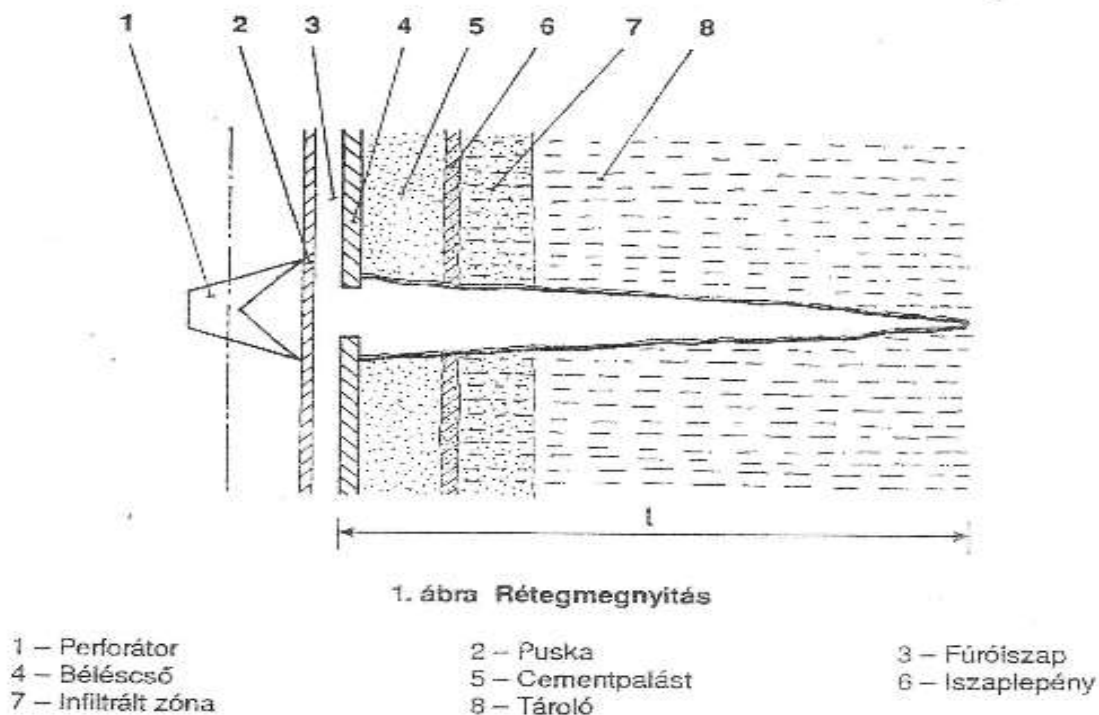
A rétegmegnyitással hidraulikus kapcsolatot hozunk létre a tárolóréteg és a furat (a rétegmegnyitástól már kút) között.



□ The first 130 years of perforating. 1865: Tin torpedoes filled with gunpowder, and later with nitroglycerin, are lowered to the depth of interest and detonated. 1910: The single-knife casing "ripper" involves a mechanical blade that rotates to puncture a hole in the casing. 1948: The first shaped charges, developed by Welx Jet Perforating Company, are applied to oil wells, generally with a slight overbalance for well control. 1970s: Underbalance, under investigation for 20 years, is tied with perforating by Roy Vann. Continued work by others through the 1980s accelerates its popularity. 1980s: Propellant fracturing produced fractures from the burst of pressure developed by rapid burning of propellant. Although still under investigation, the method encounters problems operationally and in reproducibility. 1993: Extreme overbalance perforating, pioneered by Oryx Energy Company, succeeds in commercial wells.

A rétegmegnyitás jóságának döntő szerepe van a kút további életében: a továbbiakban a tárolóval minden kapcsolat (termelés, rétegkezelés) a perforáción keresztül történik. Alapvetően fontos tehát, hogy ez a kapcsolat hidrodinamikailag optimálisan, a termelés tekintetében a legnagyobb kihozattal biztosítva jöjjön létre.

A rétegmegnyitás néhány korábbi módszer teljes háttérbe szorulása után napjainkban kizárólag kumulatív töltetekkel (perforátorokkal) történik.



A perforátorokkal történő rétegmegnyításnak a jellemző tulajdonságai:

- a módszernek 3 vagy 4 robbanóanyagot tartalmazó eleme van: gyutacs, robbanózsín, perforátor, toldott szerkezetek esetén a toldásokban detonáció átadó booster
- a robbanóanyagot tartalmazó elemeket a kút hatásaitól védelmet biztosító hordozó szerkezetekben (puskákban vagy saját tokozásban) helyezik el.

A kumulatív perforátorok alakos töltetek, amelyekben burkolatba helyezett brizáns robbanóanyagba forgásszimmetrikus, leginkább kúp bélés fémtestet helyeznek el (préselnek be) úgy hogy a kúp tengelyvonala egybe esik a burkolat tengelyvonalával és a perforátor robbanózsínrel történő indítása ebben a tengelyvonalba, a kúp csúcsa felől történik.

Itt mellőzve, de bizonyítható, hogy a perforátor robbanóanyaga nagy fajlagos gáznyomású, nagy sűrűségű és nagy D (7500 – 8000 m/s) detonációsebességű robbanóanyag kell legyen, továbbá a geotermikus gradiens okán kellően hőálló is kell lennie. A perforátorok bélésteste nagy

sűrűségű fém (wolfram, ólom, bizmut, réz stb.) vagy ilyen fémporok préselt, esetenként metallurgiaiailag kezelt keveréke.

A perforátor elindításával a robbanóanyag detonációs frontjában létrejövő 10^4 MPa nagyságrendű nyomás hatására a béléstest fémanyaga megfolyik, ez a reakciótermékekkel együtt a perforátor tengelyébe előre összeáramlik (fókuszálódik) és egy hozzávetőleg $1,5 - 2 D$ sebességgel előre haladó fém-tűt, jet-et hoz létre.

A jet a mozgási energiája révén, az ebben képviselt nagy nyomás hatására az előtte lévő kút képezte akadálysor anyaga néhány mm átmérőben folyékonnyá válik, kitér mindaddig, amíg a jet mozgási energiáját el nem veszti, így az „akadály”-ban (a kút szerkezetben és a tárolóban) egy jól meghatározható átmérőjű és hosszúságú csatorna jön létre, több perforátor használata esetén természetesen több csatorna. Ezek a csatornák jelentik a tárolóval való, új hidraulikus kapcsolatot.

A csatornákkal létre hozott rétegmegnyitás hatékonyságának kifejezésére (arra tehát, hogy mennyire eredményesen tudtuk áttörni a kútszerkezet adta akadálysot) a

$$PR = \frac{Q_{al}}{Q} \geq 1$$

termelékenységi arányt használják, ahol

- Q a rétegből ideális körülmények között elvileg (tehát béléscső, cementpalást, elárasztás stb. nélkül) termelhető fluidum mennyisége, amely a tároló közettani és a mélyfúrás technikai adataiból a Dupuit - képlettel számítható.
- Q_{al} az ugyanebből a tárolóból valóságosan termelhető fluidum mennyisége.

A hatékony rétegmegnyitás természetesen az, amikor

$$PR \geq 1$$

A Q_{al} mennyiségét befolyásoló közettani és fúrástechnikai paramétereket (a tároló vastagsága, permeabilitása, a fluidum viszkozitása, kút-átmérő adatok, pórusnyomás, a kút hidrosztatikus nyomása) nem tudjuk befolyásolni. A rétegmegnyitási hatékonyság növelésére marad tehát a perforálási geometria optimalizálása.

A perforálási geometria körébe tartoznak a

- csatornahossz
- csatorna átmérő
- fajlagos lövéssűrűség (a m perforációs sík és n egy síkban lévő lövés szorzata)
- A perforációk tengelyének egymással bezárt szöge

A csatornahosszt és a csatorna átmérőt a perforátor hozzávetőleg 12 -14 paramétere határozza meg, a fajlagos lövéssűrűség és a perforációk tengelyének szöge a perforátorok hordozó szerkezete kialakításától függ.

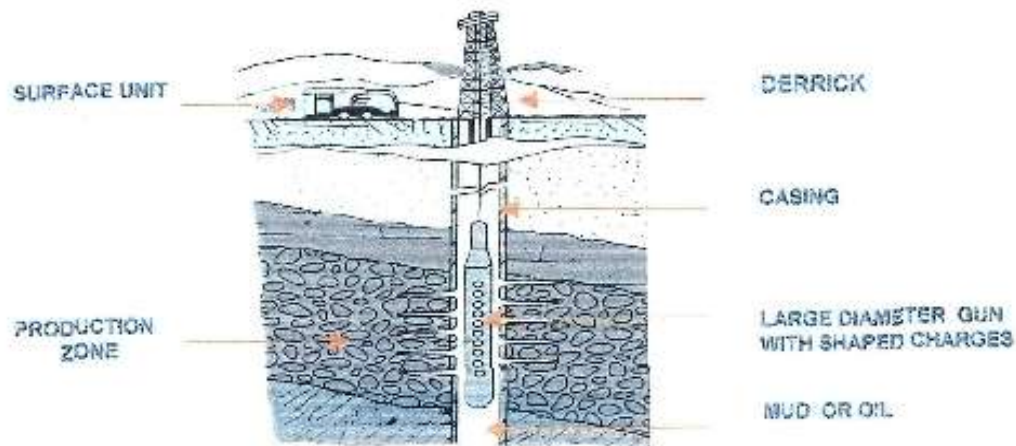
A címben szereplő eszköz és technológia fejlesztés éppen a perforátorok 12 – 14 paramétere (vagy ezek közül a legfontosabbak) optimalizálását jelenti a minél nagyobb csatornahossz és átmérő, illetve a hatékonyság és műszaki biztonság szempontjából leginkább megfelelő hordozószerkezet kialakítására irányul.

Ennek az állításnak nem mond ellent az, amikor a perforátorokat nem rétegmegnyitásra, hanem a kútban beállt fúrástechnikai rendellenesség felszámolásának segítségére alkalmazzák. Ebben az esetben az egyéb célra optimalizált perforátorokat kell létre hozni.

A cégünk által fejlesztett és gyártott perforátor – robbanózsínór – gyutacs – hordozó szerkezet és alkalmazásuk technológiái az 1990-es évek első felétől teljes mértékben kielégítették a hazai olajipari igényeket, arab és európai országokban is eladhatók voltak és nem utolsó sorban szakmai világcégek elismerésével is találkoztak.

A mélyfúrási robbantó szerkezetek célba juttatása lehet kábeles vagy rudazatos, az alkalmazási körülményektől függően lehet béléscsőhöz illeszkedő vagy termelőcsővön keresztül lebocsátható.

PORTED HOLLOW STEEL or EXPANDABLE CASING GUN COMPLETION



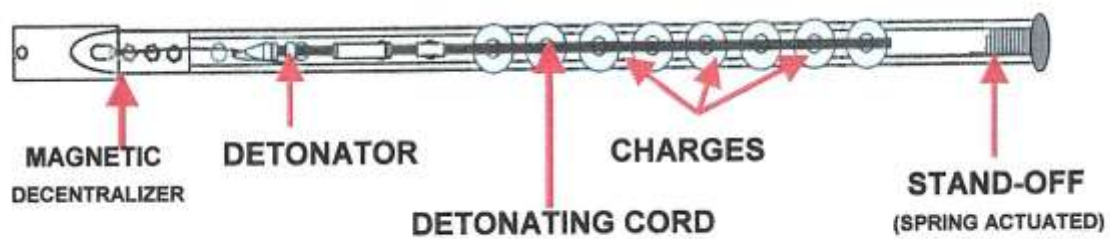
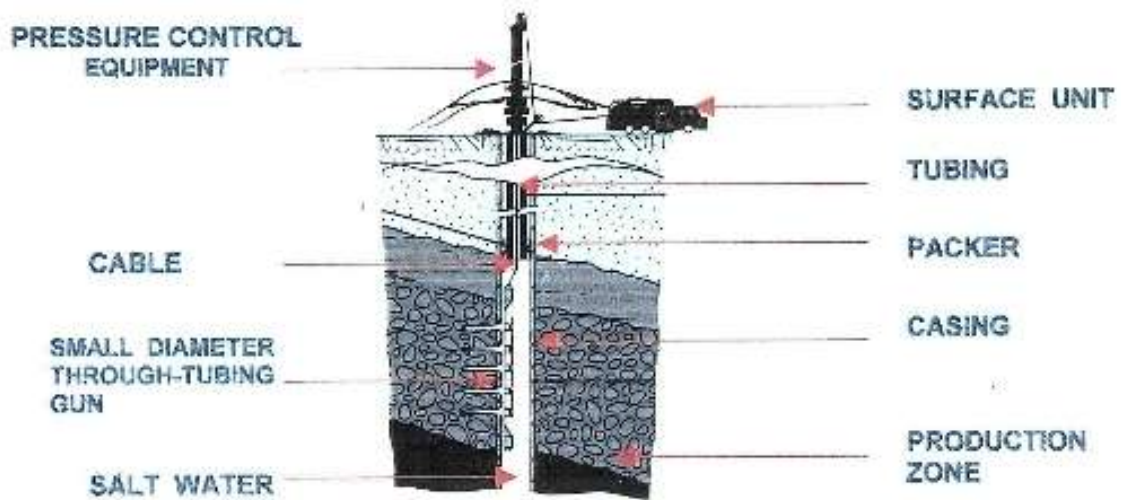
REUSABLE PORTED HOLLOW-CARRIER CASING GUN CHARGES ARE SCREWED AND SEALED ONTO THE GUN.



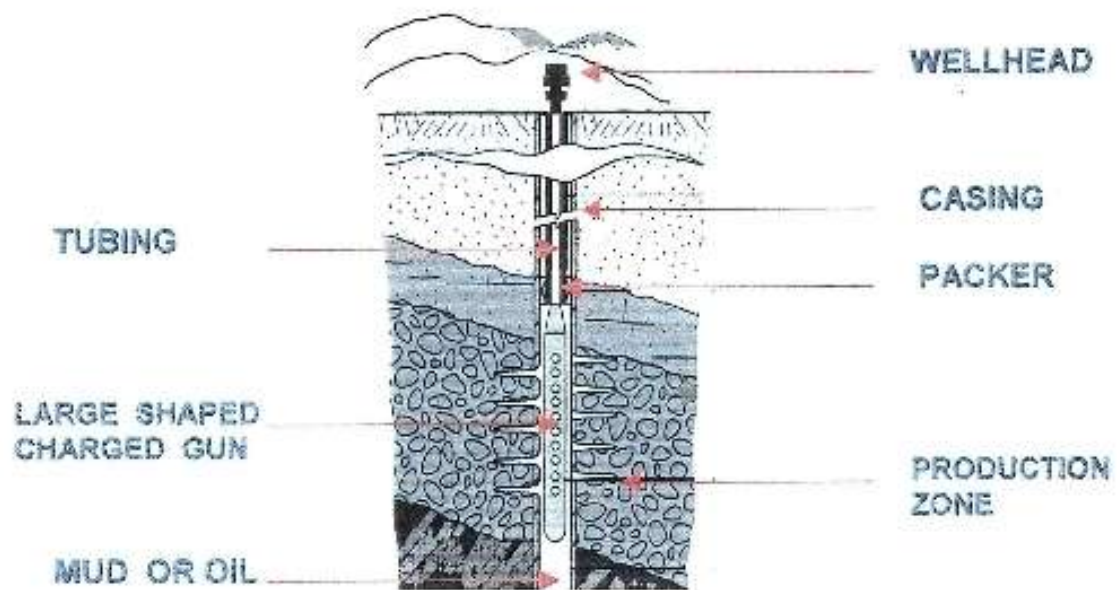
RETRIEVABLE SCALLOPED CASING GUN CHARGES ARE POSITIONED INSIDE THE TUBE.

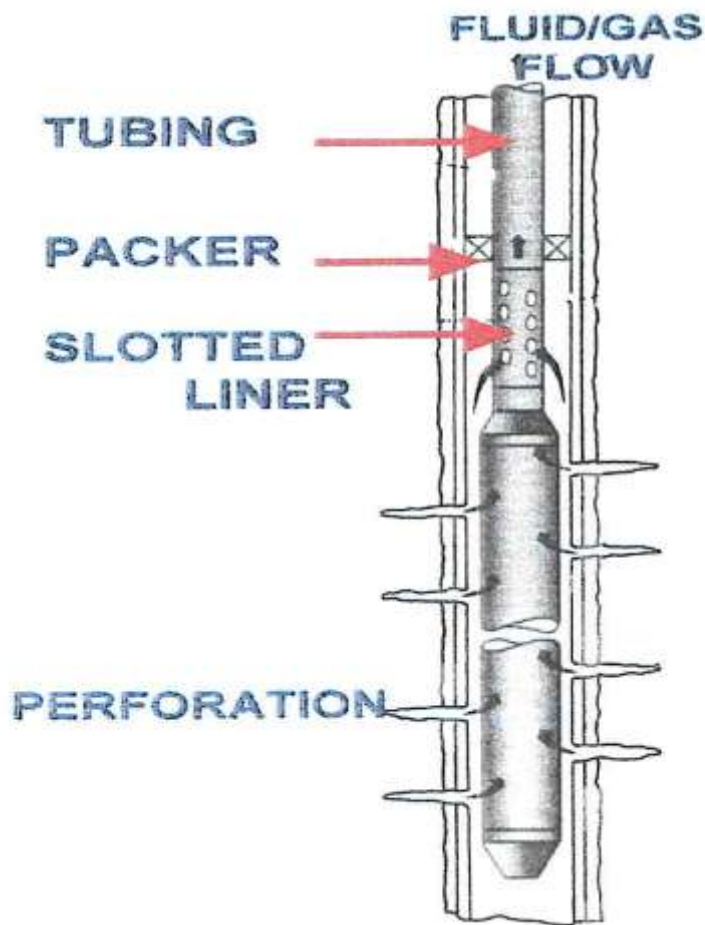


WIRELINE CONVEYED THROUGH - TUBING GUN COMPLETION



TUBING CONVEYED COMPLETION





A kumulatív perforátorokkal való rétegmegnyitás kezdetben kizárólag túlegyensúlyozott állapotú kutakban történt a béléscső belsőmérete által meghatározott átmérőjű puskákkal, melyek hordozó szerkezete lehet egyszer vagy többször felhasználható. A többször felhasználható kivitel egyetlen igazi előnye a relatíve alacsony közvetlen anyagköltség. A puskatest robusztus kivitele, valamint a maradandó deformációk kordában tartási kényszere miatt a perforátorok töltettömege és a lövéssűrűség kisebb, mint amit a geometria egyébként lehetővé tenne.

A szerkezet nem volt toldható, max. 2 m-es hosszban készült. Egy hosszabb intervallum megnyitásának munkaidő igénye tekintélyes, több 10 óra is lehetett. Magyarországon kizárólag 4"-os (103 mm) puskákat alkalmaztunk, a hozzájuk rendelt perforátorok kezdetben a H14-103 (NITROKÉMIA), majd az ALBEX-12H és a FERBEX-23H (VRF ill. GEOINFORM) típusúak.

Jelenleg nincs használatban, mert a hordozó élettartama a szélsőségesen változó alkalmazási körülmények, a töltést végző robbantómesterek gondossága, mint bizonytalansági faktor, miatt nem volt egzaktul kalkulálható. (A használhatóság 6 – 30 eset között bármi lehetett.)

PERFORATOR TYPE ALBEX-12 H

A HOLLOW STEEL CARRIER CASING GUN PERFORATOR



FEATURES OF THE GUN:

a) Outer diameter	73 mm	2 7/8 in
- Phase angle	0/180°	
- Shot density	10/m	3/ft
- Temperature rating	180 °C	356 °F
- Pressure rating	45 MPa	6525 psi
b) Outer diameter	103 mm	4 in
- Phase angle	90°	
- Shot density	12/m	3,7/ft
- Temperature rating	180 °C	356 °F
- Pressure rating	50 MPa	7250 psi

FEATURES OF THE PERFORATOR:

Diameter	29,5 mm	1,16 in
Height	44,3 mm	1,74 in
Case	aluminium	
Conical liner	Stamped of mixture of powdered metals forming no plug.	
Denomination of explosive material	Hexogen (RDX)	
Mass of expl. material	12 g	
Temperature rating of the perforator for 2 hours	180 °C	356 °F

TEST RESULTS:

- Penetration depth in the standard target	min. 200 mm	min. 7,87 in
- Entry hole diameter	min. 6,5 mm	min. 0,26 in
- Penetration depth in the steel target	min. 70 mm	min. 2,76 in

Perforator type
ALBEX-12 H



Preparation of the perforator type
ALBEX-12 H
for performance test

Penetration depth
of the perforator type
ALBEX-12 H
in the target



PERFORATOR TYPE FERBEX-23 H

A HOLLOW STEEL CARRIER CASING GUN PERFORATOR



MAIN FEATUAES OF THE GUN:

- Outer diameter	103 mm	4 in
- Phase angle	90°	
- Shot density	12/m	4/ft
- Temperature rating	180 °C	356 °F
- Pressure rating	65 MPa	9425 psi

FEATURES OF THE PERFORATOR:

- Diameter	45 mm	1,77 in
- Height	74 mm	2,91 in
- Case	steel and rubber	
- Conical liner	Stamped of mixture of powdered forming no plug.	

Denomination of explosive material

Hexogen (RDX)

- Mass

18,5 g

- Temperature rating of the perforator for 2 hours 180 °C

356 °F

TEST RESULTS:

- Penetration depth in the standard target	min. 315 mm	min. 12,40 in
- Entry hole diameter	min. 10 mm	min. 0,39 in
- Penetration depth in the steel target	min. 70 mm	min. 2,76 in



CASING GUNS

4" FERBEX-23 H

Gun System Specifications

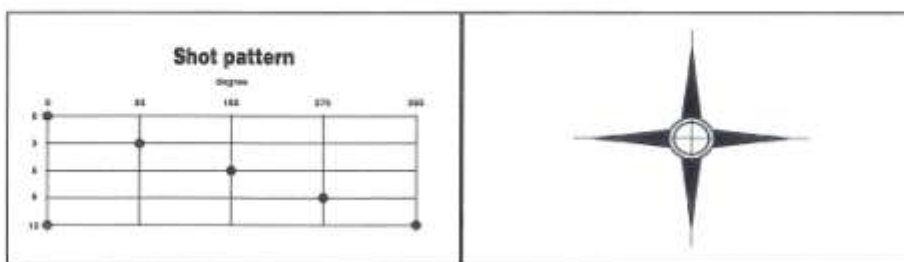
- Charge Name: FERBEX-23 H D.P.
- Charge explosive Weight: 18.5 gm
- Type of explosive: RDX
- Shot Phasing: 90 spiral
- Maximum Shot Density [shots/ft (shots/meter)]: 4 spf (12 spm)
- Shot Spacing [perf. planes/ft (perf. planes/meter)]: 4 pp./ft (12 pp./m)
- Outside Diameter: 4.0 in. (101.6 mm)
- Minimum ID recommended: 5.5 in. (139.6 mm) [after firing]
- Maximum Temperature (2 hr): 356 °F (180 °C)
- Maximum Pressure: 9,400 psi (65 MPa)

Test Results (according to API RP-43 Section 1):

- Entry Hole Diameter: 0.48 in. (12.1 mm)
- Total Target Penetration: 14 in. (355 mm)

Notes:

Expendable retrievable hollow carrier; casing gun
 Conveyance methods: wireline
 Debris: retained and retrieved in gun body
 Casing protection: provides good protection
 Cement protection: provides good protection



Napjainkban az egyszer használható – eldobható – szerkezetek az általánosak, több okból is:

- nagyobb robbanóanyag tömegű, így nagyobb teljesítményű perforátorok alkalmazása
- szinte tetszés szerinti hosszban toldhatóak, ezáltal jelentősen kisebb munkaidő (RIG-TIME!)
- A konstrukció miatt a téves szerelés szinte kizárt

A hazai olajiparban már a '70-es években felmerült a nem kiegyensúlyozott, termelőcsővel komplettírozott , esetleg termelő kutakban végzendő rétegmegnyitás iránti igény. Az import nehézségei miatt a hazai fejlesztés és gyártás került előtérbe, melyhez kiváló partnert és szakember gárdát találtak az akkori VRF-ben. Az első ipar-érett termékek e témakörben a TÁLTOS-I és TÁLTOS-II típusú fűzérperforátorok, az indításukhoz szükséges HBS-180, TBS-240-6,2 robbanózsinórok, illetve a HEG-265 típusú villamos gyutacs voltak.

DETONATING CORD TYPE TBS 240-6,2.

THIS TYPE OF DETONATING CORD CAN BE USED FOR GENERAL PURPOSES, ESPECIALLY
FOR FIRING LINK PERFORATORS TYPE TALTOS-II.

FEATURES OF THE DETONATING CORD:

– Diameter	6,2 mm	0,24 in
– Production length	6,0 m	19,7 ft
– Explosive material	HNS	
– Specific loading weight	20 g/m	6,1 g/ft
– Temperature and pressure ratings for 1 hour	240 °C 80 MPa	464 °F 11 600 psi

This type of detonating cord can be fired by any type of electrical fuze.

DETONATING CORD TYPE HBS-180

THIS TYPE OF DETONATING CORD IS USABLE FOR GENERAL PURPOSES, ESPECIALLY FOR FIRING LINK- AND STRAP-TYPE PERFORATORS



FEATURES OF THE DETONATING CORD:

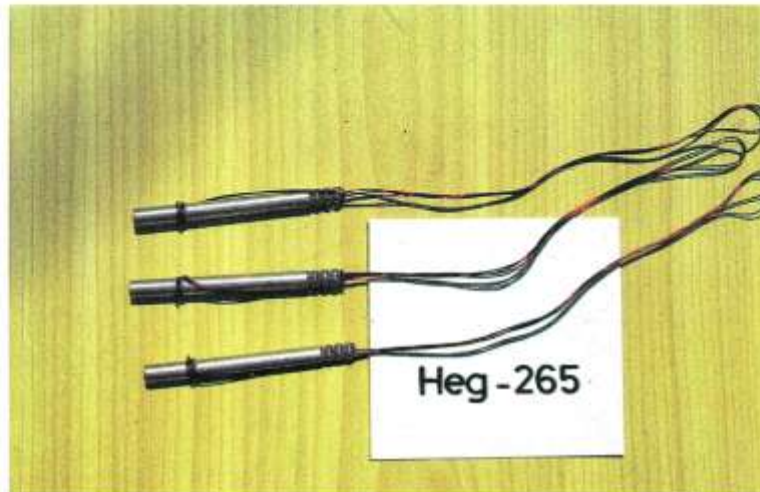
– Diameter	5,2 mm	0,2 in
– Production length	12,5 m	41,00 ft
– Explosive material	Hexogen (RDX)	
– Specific loading weight	17 g/m	5,2 g/ft
– Temperature and pressure ratings for 1 hour	180 °C 50 MPa	356 °F 7250 psi

This type of detonating cord can be fired by any type of electrical fuze.

The lengthening of the detonating cord is solved.

ELECTRICAL FUZE OF TYPE HEG-265.

THIS TYPE OF ELECTRICAL FUZE IS CAPABLE FOR THE IGNITION
OF ANY KIND OF DETONATING CORD



FEATURES OF THE ELECTRICAL FUZE:

- Length	86 mm	3,39 in
- Diameter	7,4 mm	0,29 in
- Explosive loading	HNS	
- Length of the el. wires	0,5 m	1,6 ft
- Total electric resistivity	3,5 Ohm	
- Pulse sensitivity	A pulse of specific energy of 0,8 mJ/Ohm does not, and of 3,2 mJ/Ohm does fire the fuze.	
- Safety against leakage current	Any fuze exposed to an el. current of 180 mA for 5 minutes will not fire.	
- Power	NOBEL-8	
- Temperature rating for 2 hours	265 °C	509 °F

PERFORATOR TYPE TALTOS-I.

A TYPE OF NON-RETRIEVABLE, CHAIN-(LINK-) PERFORATOR USABLE THROUGH TUBING



FEATURES OF THE PERFORATOR:

– Diameter	51 mm	2 in
– Case	aluminium	
– Conical liner	Stamped of mixture of powdered metals forming no plug.	
– Shot density	14/m	4/ft
– Phase angle	90°	
Denomination of explosive material	Hexogen (RDX)	
– Mass	22 g	

TEMPERATURE AND PRESSURE:

Ratings of perforator for 1 hour	180 °C 50 MPa	356 °F 7250 psi
----------------------------------	------------------	--------------------

Guns can be assembled in any desirable length.
Debris is formed.

TEST RESULTS:

– Penetration depth in the standard target	min. 200 mm	min. 7,87 in
– Entry hole diameter	min. 9 mm	min. 0,35 in
– Penetration depth in the steel target	min. 60 mm	min. 2,36 in

Ignition by detonating cord of 5,2 mm = 0,2 in diameter.

Mint látható, ezek az önmagukban nyomásálló perforátorok tetszés szerinti hosszban szerelhetők, egy speciálisan kialakított szög segítségével.

Ezek a produktumok hosszú ideig használatban voltak nem csak Magyarországon, de jelentős mennyiséget exportáltunk belőlük többek között Romániába és Szíriába is.

A nagy tömegű felhasználásnak köszönhetően jelentős tapasztalat gyűlt össze a fűzér típusú perforátorok hátrányait illetően is, nevezetesen:

- A konstrukciónak köszönhető nagy flexibilitás a görbe csöveken áthaladáskor előnyös ugyan, de minden egyes toldási hely törés, ezáltal műszaki baleset veszélyét hordozza.
- A puska szerkezet teljes egészében megsemmisül, jelentős mennyiségű törmelékot hagyva a kútban. Ezek eltávolítása egy későbbi kútmunkálat során komoly többlet költséget jelent (savazás).
- A fúrési technológia fejlődésével megjelentek a környezet-barátabb, de erősen lúgos kémhatású kútmunkálati folyadékok, melyek a perforátorok alumínium házát rövid idő alatt tönkre tették, elkorrodálták.

Az előbb említett hátrányok részbeni kiküszöbölésére, mérséklésére jelentek meg a különböző belső átmérőjű termelő csövekben mozgatható magyar szalagperforátor típusok, melyeknek már minden robbanóanyagot tartalmazó eleme nyomásálló volt.

A perforátorok:

PERFORATOR TYPE SMALLJET

A TYPE OF SEMI-DESINTEGRATING, RETRIEVABLE THROUGH TUBING STRAP PERFORATOR



FEATURES OF THE PERFORATOR:

- Diameter	39 mm	1,5 in
- Case	steel	
- Conical liner	Stamped of mixture of powdered metals forming no plug.	
- Shot density	14/m	4/ft
- Phase angle	0°	
- Strap lenght (lengthened at will)	68 mm	2,68 in
- Decentralizer	magnet	
Determination of explosive material	Octogen (HMX)	
- Mass	8 g	
- Temperature and pressure ratings of the perforator for 2 hours	210 °C 65 MPa	410 °F 9425 psi

Gun can be assembled in any length.
A small amount of debris is formed.

TEST RESULTS:

- Penetration depth in the standard target	min. 170 mm	min. 6,70 in
- Entry hole diameter	min. 7 mm	min. 0,28 in
- Penetration depth in the steel target	min. 50 mm	min. 1,97 in

Ignition by detonating cord of 5,2 mm = 0,2 in diameter.

MIDJET-I és II

PERFORATOR TYPE MIDJET-I.

A TYPE OF SEMI-DESINTEGRATING, RETRIEVABLE THROUGH TUBING STRAP PERFORATOR



FEATURES OF THE PERFORATOR:

- Diameter	50 mm	2 in
- Case	steel	
- Conical liner	Stamped of mixture of powdered metals forming no plug.	
- Shot density	14/m	4/ft
- Phase angle	0°	
- Strap length	1 and 2 m	40 and 80 in
- Decentralizer	magnet	
Denomination of explosive material	Hexogen (RDX)	
- Mass	12g	
- Temperature and pressure	180 °C	356 °F
ratings of the perforator for 2 hours	50 MPa	7250 psi

Gun can be assembled in any length.
A small amount of debris is formed.

TEST RESULTS:

- Penetration depth in the standard target	min. 260 mm	min. 10,24 in
- Entry hole diameter	min. 8 mm	min. 0,31 in
- Penetration depth in the steel target	min. 70 mm	min. 2,76 in

Ignition by detonating cord of 5,2 mm = 0,20 in diameter.

PERFORATOR TYPE LARJET

A TYPE OF SEMI-DESINTEGRATING, RETRIEVABLE THROUGH TUBING STRAP PERFORATOR



FEATURES OF THE PERFORATOR:

– Diameter	54 mm	2 1/8 in
– Case	steel	
– Conical liner	Stamped of mixture of powdered metals forming no plug.	
– Shot density	14/m	4/ft
– Phase angle	0°	
– Strap length	1 and 2 m	40 and 80 in
– Decentralizer	magnet and mechanic	
Denomination of explosive material	Octogen (HMx)	
– Mass	14 g	
– Temperature and pressure ratings of the perforator for 2 hours	205 °C 70 MPa	400 °F 10 150 psi
Gun can be assembled in any length. A small amount of debris is formed.		

TEST RESULTS:

– Penetration depth in the standard target	min. 300 mm	min. 11,81 in
– Entry hole diameter	min. 8 mm	min. 0,315 in
– Penetration depth in the steel target	min. 75 mm	min. 2,95 in

Ignition by detonating cord of 5,2 mm = 0,20 in diameter.

LITJET 10 g Oktogént tartalmazó, 43 mm átmérőjű perforátor, hasonló kivitelű, mint a MIDJET és a LARJET.

A perforátorok nevei utalnak azok geometriai méreteire. Mint látható a SMALLJET többtől eltérő konstrukciójú, melynek az a praktikus oka, hogy a rétegmegnyitást követően a puskaszerkezet döntő tömege visszanyerhető, nagy nyomású kutakban kisebb súlyosbítást igényel a biztonságos közlekedés, így az egyszerre bezsilipelhető hasznos hossz nagyobb lehet.

Magyarországon legnagyobb tömegben a MIDJET-I került bevetésre, míg Szíriában a LARJET-et preferálták.

A MIDJET két hőmérséklet tartományra készült (180°C ill. 205°C) a többiek csak 200°C feletti hőtűrésű robbanóanyagot tartalmaznak.

A szalagperforátorok indítására fejlesztettük ki a PT-65-212 típusú hő- és nyomásálló villamos gyutacsot,

ELECTRICAL FUZE TYPE PT-65-21 2

THIS TYPE OF ELECTRICAL FUZE IS USABLE FOR THE IGNITION OF ALL DETONATING CORDS
HAVING LEAST 5,2 MM DIAMETER



FEATURES OF THE ELECTRICAL FUZE:

- Length	137 mm	5,39 inch
- Diameter	12 mm	0,47 inch
- Explosive loading	Hexanitrostilben (HNS)	
- Electrical connection	quick-coupling	
- Total electric resistivity	2-3 Ohm	
- Pulse sensitivity	El.pulse of 0,8 mJ/Ohm will not and of 3,2 mJ/Ohm does fire the fuze	
- Safety against leakage current	180 mA will not fire the fuze for 5 minutes	
- Power	NOBEL-8	
- Temperature and pressure rating for 1 hour	212 °C 65 MPa	414 °F 9425 psi

Valamint az OBS-200 ólomburkolatú robbanózsínórt.

DETONATING CORD TYPE OBS-200

THIS TYPE OF DETONATING CORD IS USABLE FOR GENERAL PURPOSES, ESPECIALLY FOR LINK- AND STRAP-TYPE PERFORATORS



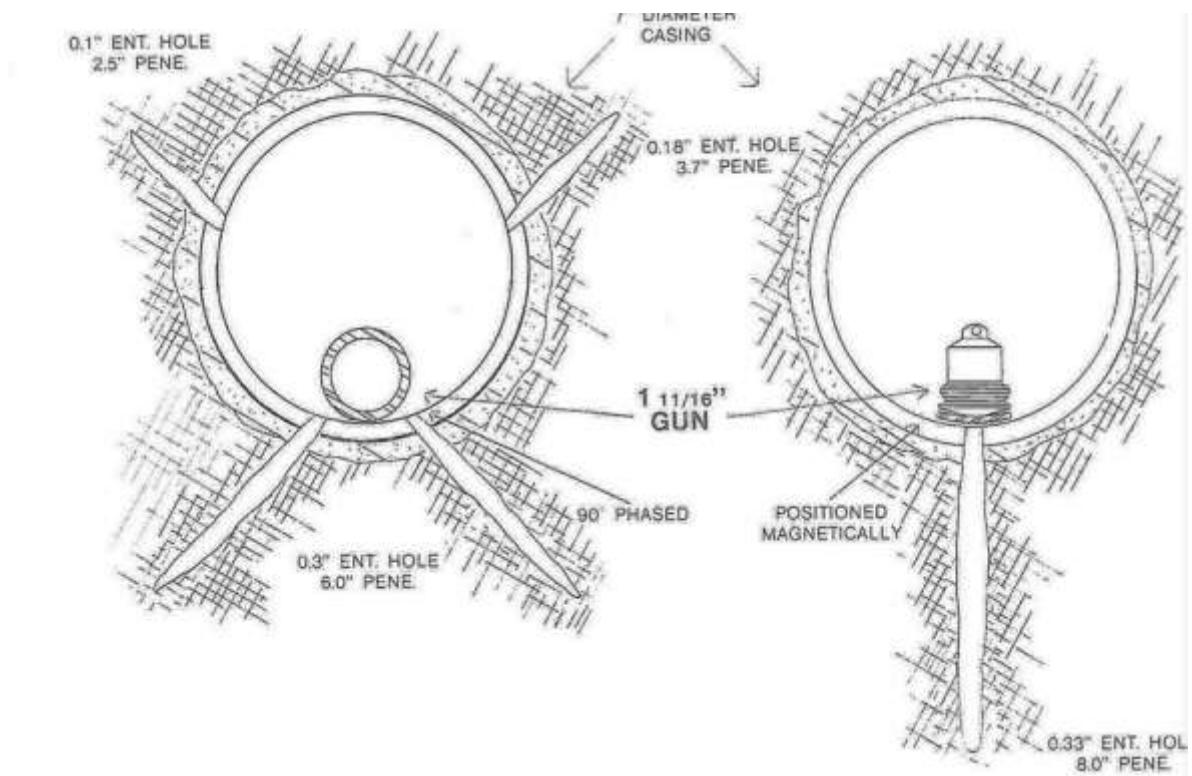
FEATURES OF THE DETONATING CORD:

– Diameter	5,2 mm	0,2 in
– Production length	min. 12 m	40 ft
– Explosive material	Octogen (HMx)	
– Specific loading weight	16 g/m	5 g/ft
– Temperature and pressure ratings for 2 hours	200 °C 70 MPa	392 °F 10 150 psi

This type detonating cord can be fired by any type of electrical fuzes.

A szalagperforátor konstrukció még mindig eléggé flexibilis egy irányban, így a görbült csöveken az átjárás megoldható. A 0°fázisú lövés áramlástanilag nem a legjobb ugyan, de a szerkezet falhoz szorításával a „nagy” tömegű perforátorok teljesítménye teljes egészében a perforációs csatorna kialakítására fordíthatón a spirális konstrukcióval, ahol a kedvezőtlen irányba lövő jet energiájának egy részét a kútfolyadék elemésztí. Törmelék képződéssel is számolni kell, mert a perforátorok acélházának egy része a kútban marad. A láncperforátorokkal ellentétben a puskaszerkezet működése – annak kihúzása után – után egyszerűen leellenőrizhető.

Napjainkban a törmelékmentes munkára törekvés miatt a szalagperforátorok alkalmazása háttérbe szorult, de 50 mm-nél kisebb belső átmérőjű termelőcsövekkel kiképzett kutak esetén megbízható (nagy PR) rétegmegnyitást csak ez a módszer ad.



Nyomásálló, egyszer használható acéltokba szerelt, rétegmegnyitási célú robbantószerkezetek első magyarországi példányai 2 7/8" (73 mm) külső ármérőjű termelőcsőből készültek, 180°fázisú, 10 lövés/m sűrűséggel. A beépíthető perforátor ALBEX-12H, melyet NIKECORD robbanózsínór indított. 2 db 2 m hosszú puskát már össze lehetett toldani a robbanózsínór átfűzésével.

A minél jobb megnyitási hatékonyságra törekvés, a repedezett tárolók műbe vétele, valamint a rudazattal való beépíthetőség (TCP) eredményezte a 60° fázisú, 20/m lövéssűrűségű, tetszőleges számban toldható szerkezetek megalkotását.

A következő rész-feladatokat kellett megoldani:

- Olyan anyagminőségű acélcső megtalálása, amely a robbanási terhelést jól bírja, korlátozottan deformálódik. Ebben igen hasznos partner volt a Dunai Vasmű anyagvizsgáló intézete. (Ők dolgozták ki korábban a szalagperforátor hordozó lécre a metallurgiai és hengerlési technológiát is.)
- Az 1, 2 és 3 m hosszú puskatestek egyedileg szerelhetők legyenek, összetoldásukkor a robbanózsínór végek közötti detonáció átadást garantálni kell. Ezt a feladatot a toldó elemek célszerű kialakítása és a zsinór végekre szerelendő robbanás-átadó boosterek létre hozása oldotta meg.
- Rudazatos beépítés esetén villamos gyutacs nem alkalmazható, ezért mechanikai energiával működésbe hozható ún. perkussziós gyutacsot és az ezt magába foglaló indító fejet kellett kifejleszteni.
- Létre kellett hozni a különböző méretű puskaszerkezetekhez illeszkedő, lehető legnagyobb teljesítményű perforátorokat. Megszülettek a 3 1/2" és 2 7/8" átmérőbe építhető FERBEX-M, majd a BPG-278 és a GEOJET-2" típusú perforátorok. Ez utóbbi két termék hordozó csövei a 4 1/2" ill. a 2 7/8"-os termelőcső szerelvény szűkületein az ellövés után is képesek átjárni, még akkor is, ha gáz közegben működtették el a puskákat.
- A boosterrel való szerelhetőség megkövetelte a NIKECORD robbanózsínórénál szigorúbb geometriájú műanyag burkolatú robbanózsínór előállítását, amely GEOCORD-80RDX néven került forgalomba. A GEOJET-2" perforátorok indítása, a geometriai korlátok miatt, nem volt lehetséges a meglévő Ø5,2 mm-es robbanózsínórokkal, a megoldás a 4 mm külső átmérőjű, ólomburkolatú, 9 - 10 g/m töltettömegű (oktogénes), OBS-200-4 típusú robbanózsínórban öltött testet.

Azt talán mondanunk sem kell, hogy az így megvalósított termékcsalád mit sem ér, ha a robbantómesterek nem tudják, hogy mit kezdjenek velük. Minden szerkezethez teljes körű alkatrész- és összeállítási rajzdokumentáció, összeszerelési utasítás tartozik. Egy-egy új technológia bevezetését megelőzően a Robbantástechnikai Üzem dolgozói gyakorlati oktatás keretében mutatták be az adott szerkezet összeszerelését, és az ahhoz szükséges célszerszámok helyes használatát. Értelem szerűen a GEOINFORM kft. RTE-jébe bekerültek ezek a technológiák.

TECHNICAL SPECIFICATION



CASING GUNS

3 1/2" FERBEX-M

Gun System Specifications

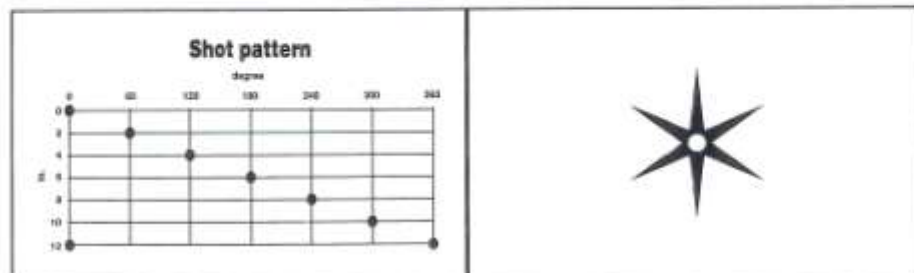
- Charge Name: FERBEX-M D.P.
- Charge explosive Weight: 19.5 gm
- Type of explosive: HMX
- Shot Phasing: 60 spiral
- Maximum Shot Density [shots/ft (shots/meter)]: 6 spf (20 spm)
- Shot Spacing [perf. planes/ft (perf. planes/meter)]: 6 pp./ft (20 pp./m)
- Outside Diameter: 3.5 in. (89 mm)
- Minimum ID recommended: 4.28 in. (109 mm) [after firing]
- Maximum Temperature (2 hr): 400 °F (205 °C)
- Maximum Pressure: 10,000 psi (70 MPa)

Test Results (according to API RP-43 Section 1):

- Entry Hole Diameter: 0.48 in. (12.1 mm)
- Total Target Penetration: 21.1 in. (535 mm)

Notes:

Expendable retrievable hollow carrier; casing gun
 Conveyance methods: wireline, tubing
 Debris: retained and retrieved in gun body
 Casing protection: provides good protection
 Cement protection: provides good protection





CASING GUNS

2 7/8" FERBEX-M

Gun System Specifications

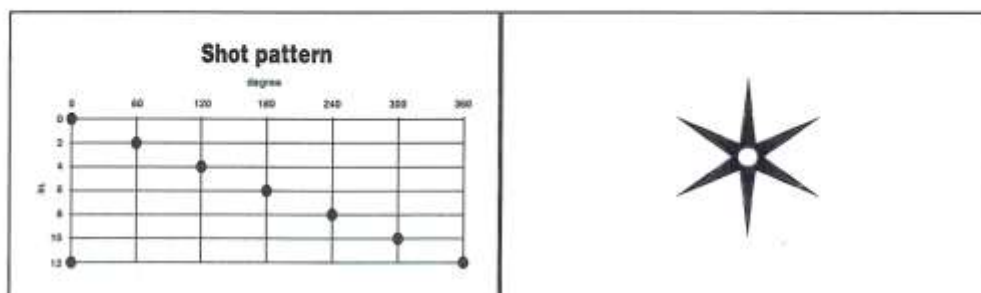
- Charge Name: FERBEX-M D.P.
- Charge explosive Weight: 19.5 gm
- Type of explosive: HMX
- Shot Phasing: 60 spiral
- Maximum Shot Density [shots/ft (shots/meter)]: 6 spf (20 spm)
- Shot Spacing [perf. planes/ft (perf. planes/meter)]: 6 pp./ft (20 pp./m)
- Outside Diameter: 2.88 in. (73 mm)
- Minimum ID recommended: 3.78 in. (96 mm) [after firing]
- Maximum Temperature (2 hr): 400 °F (205 °C)
- Maximum Pressure: 10,000 psi (70 MPa)

Test Results (according to API RP-43 Section 1):

- Entry Hole Diameter: 0.39 in. (9.8 mm)
- Total Target Penetration: 20.1 in. (510 mm)

Notes:

Expendable retrievable hollow carrier; casing gun
Conveyance methods: wireline, tubing
Debris: retained and retrieved in gun body
Casing protection: provides good protection
Cement protection: provides good protection



TECHNICAL SPECIFICATION



CASING GUNS

BPG 278

Gun System Specifications

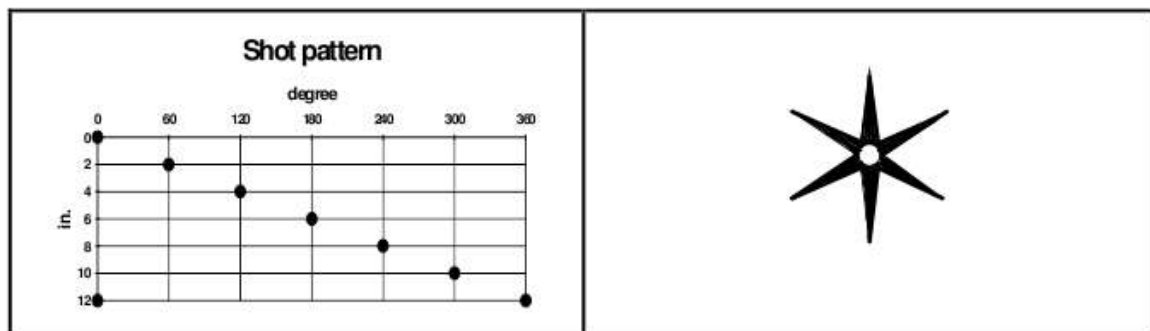
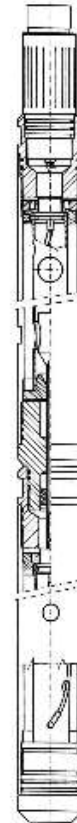
- Charge Name: BPG 278.
- Charge explosive Weight: 13 gm
- Type of explosive: HMX
- Shot Phasing: 60° spiral
- Maximum Shot Density : 6 spf (20 spm)
- Shot Spacing [perf. planes/]: 6 pp./ft (20 pp./m)
- Outside Diameter: 2.88 in. (73 mm)
- Minimum ID recommended: 3.38 in. (86 mm) [after firing]
- Maximum Temperature (2 hr): 400 °F (205 °C)
- Maximum Pressure: 10,000 psi (70 MPa)

Test Results (according to API RP-43 Section 1):

- Entry Hole Diameter: 0.37 in. (9.4 mm)
- Total Target Penetration: 17.9 in. (454 mm)

Notes:

Expendable retrievable hollow carrier; casing gun
Conveyance methods: wireline, tubing
Debris: retained and retrieved in gun body
Casing protection: provides good protection
Cement protection: provides good protection



TECHNICAL SPECIFICATION



THROUGH TUBING GUNS

2" GEOJET

Gun System Specifications

- Charge Name: GEOJET-2
- Charge explosive Weight: 6 gm
- Type of explosive: RDX/HMX
- Shot Phasing: 60° spiral
- Maximum Shot Density : 6 spf (20 spm)
- Shot Spacing [perf. planes/]: 6 pp./ft (20 pp./m)
- Outside Diameter: 2.0 in. (50,8 mm)
- Minimum ID recommended: 2,25 in. (57,1 mm) [after firing]
- Maximum Temperature (1 hr): 180 °C /205 °C
- Maximum Pressure: 10.000 psi (70 Mpa)

Test Results (according to API RP-43 Section 1):

- Entry Hole Diameter: 0.32 in. (8.2 mm)
- Total Target Penetration: 17.7 in. (450 mm)

Notes:

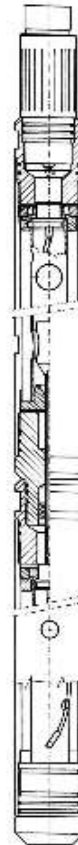
Expendable retrievable hollow carrier; through tubing gun

Conveyance methods: wireline

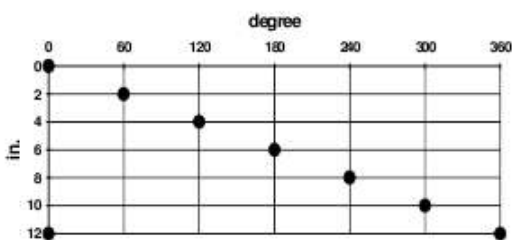
Debris: retained and retrieved in gun body

Casing protection: provides good protection

Cement protection: provides good protection



Shot pattern



DETONATING CORD TYPE NIKECORD AND GEOCORD-80 RDX

THESE TYPES OF DETONATING CORD ARE CAPABLE
TO FIRE ALL TYPES OF PERFORATORS

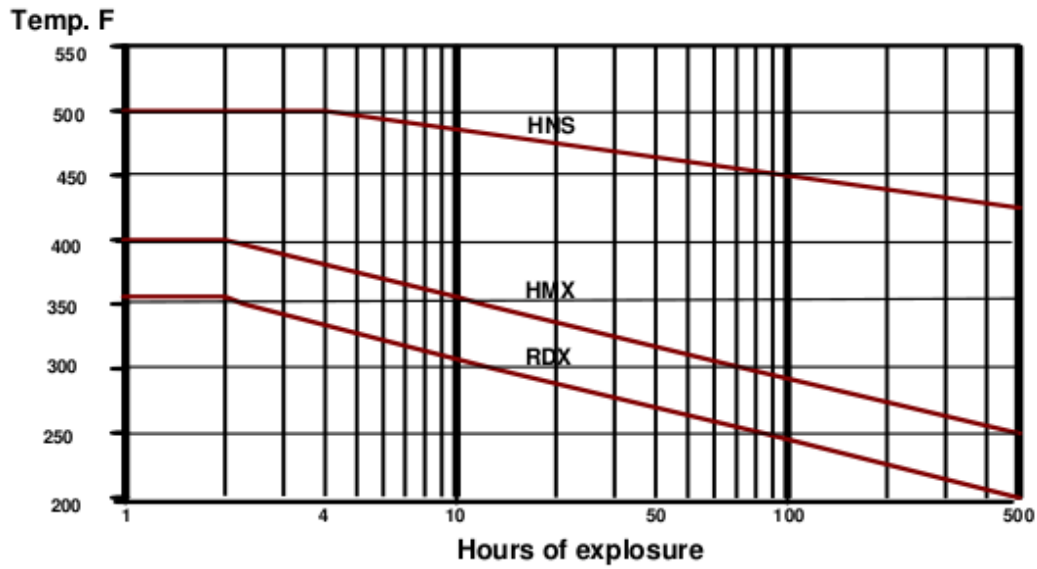


COVER IS PLASTIC MATERIAL

	GEOCORD-80 RDX	NIKECORD	
– Diameter	5,2–5,5 mm	5–6 mm	0,2–0,24 in
– Production length	100 m	100 m	328 ft
– Explosive material	Hexogen (RDX)	Hexogen (RDX)	
– Specific loading weight	min. 17 g/m	14,5–16,0 g/m	4,4–4,9 g/ft
– Temperature and pressure	180 °C	180 °C	356 °F
ratings for 2 hours	50 MPa	50 MPa	7250 psi

These types of detonating cords can be fired by any type of electrical fuze.

A rudazatos beépítésű szerkezetek a beépítéstől az indításig hosszabb ideig vannak kitéve hőterhelésnek, mint a kábellel mozgatottak, ezért el kellett végezni valamennyi robbanóanyagot tartalmazó elemre a tartós hőtárolási vizsgálatokat, meghatározandó, hogy a Magyarországon alkalmazott alapanyagok (Hexogén, Oktogén, HNS) 100 órán keresztül milyen maximális hőmérsékletet viselnek el úgy, hogy működésük megbízható marad.



Temperature stability data for three explosives

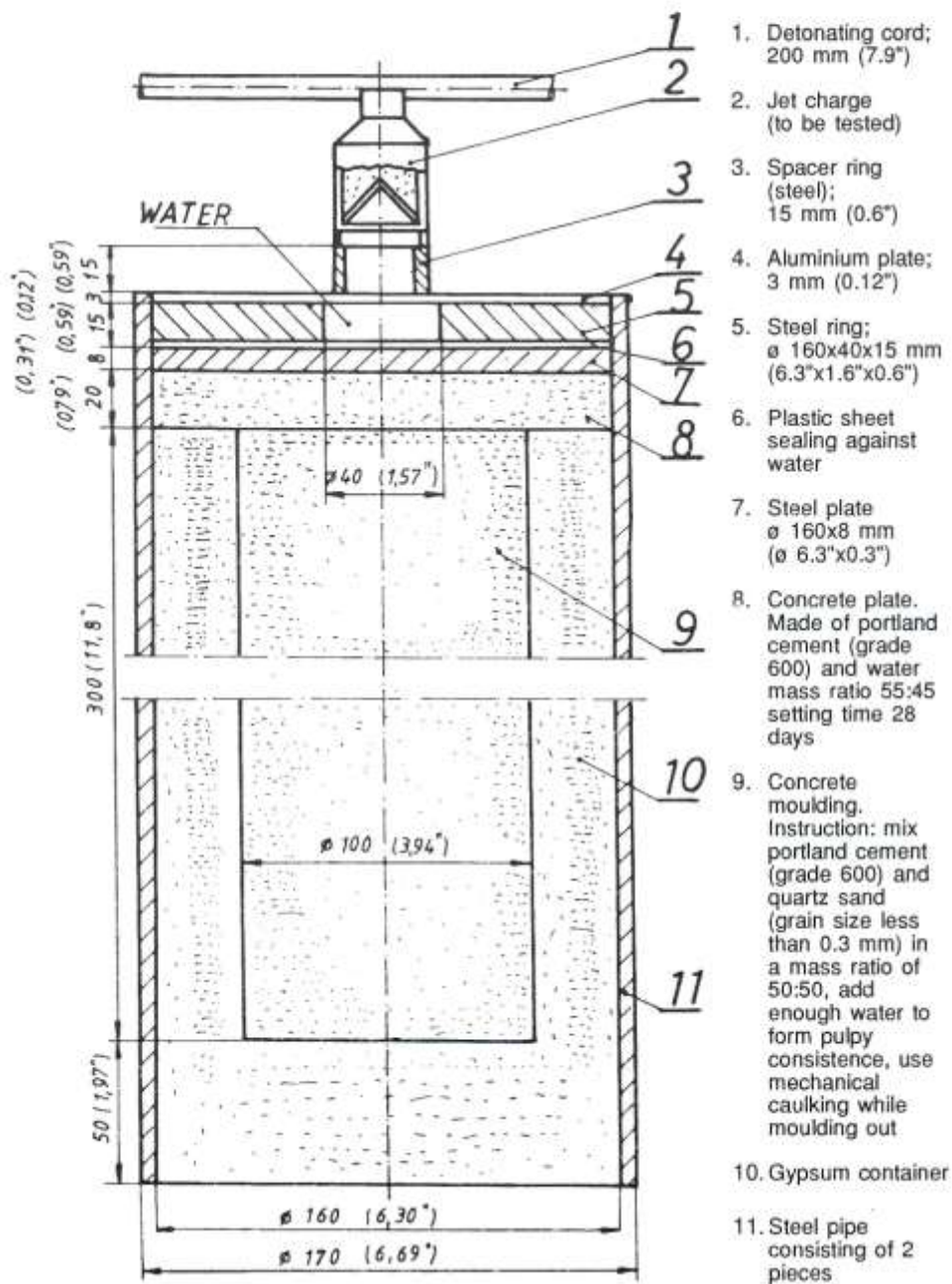
Ide kapcsolódik néhány „leg”:

Extrém túlnyomásos perforálás magyarországi kútban. A perforálást követő másodpercekben 6 m³/sec ütemű repesztő folyadék beáramlása a rétegbe. Végeredményként a kút ugyanabból a rétegből a környező kutak hozamához képest 2,5-szeres olajtermelés adott.

Szíriában 62 m hosszú 3 1/2”-os puskával perforálás vízszintes kútban, hidraulikus indítással.

A perforátorok teljesítmény vizsgálatát szabványosított céltárgyban kell elvégezni, melynek hossza is rögzített volt:

STANDARDIZED TARGET FOR TESTING OF PERFORATOR CHARGES



A nemzetközi összehasonlíthatóság, és a magunk számára is nélkülözhetetlen adatok megismerése miatt bevezettük perforátoraink API RP 43 szerinti vizsgálatát is, mert a szolgáltatásainkat igénybe vevőknek nem elégséges információ az, hogy a csatorna hossza min 300 mm. Az a kérdése, hogy mennyivel 20, vagy 200 mm-el nagyobb, ugyanis a PR kalkulálásához ezt tudnia kell. (Csak ízelítőül, a 7 -8 oldalakon bemutatott ALBEX esetén a követelmény 200 mm, míg a valóságban a perforátor jól láthatóan átütötte a céltárgyat. A valódi képességekről tehát nem volt korábban információnk.)

Robbantástechnikai Üzemünk legnagyobb erőssége hihetetlen rugalmassága volt. Alacsony szinten tartható raktárkészlet mellett bármilyen megrendelési igényi késedelem nélkül ki tudtunk szolgálni. Speciális igények kielégítésére is azonnal mozdult, pl. adott kútszerkezet esetén elvárt perforálási paramétereknek megfelelő termék létre hozása kis tételben is. A modellezés, a vizsgálatok, a kívánt mennyiségű termék legyártása két – három hónapnál nem volt több.

Minden folyamat szigorúan szabályozott volt, a beszállítók gyártotta alkatrészek egyedi minőség vizsgálat után kerültek felhasználásra. Mindezt a DET Norske Veritas és a TÜV Rheinland Hungária tanúsítványa is megerősíti. Az újabb auditra már nem kerülhetett sor, a tulajdonos képviselője határozott az üzem bezárásáról, melynek végső határidejét 2006. május 31-ben jelölték meg.



CERTIFICATE

DNV ZERTIFIZIERUNG UND UMWELTGUTACHTER GMBH

certifies that the company

GEOINFORM

Mélyfúrési Információ Szolgáltató Kft.

**Kőrösi út 43.
H-5000 Szolnok**

**Vár út 8.
H-8800 Nagykanizsa**

has established a

quality system
in conformity with

EN ISO 9001 : 2000

This Certificate is valid for:

**Well logging, perforating, production of wellbore explosives, well
testing and mud logging**

7.3 is not part of this certificate.*

*Further clarifications regarding the scope of this certificate and the applicability of ISO 9001 : 2000 requirements may be obtained by
consulting the certified company.

This Certificate is valid until:
2005-11-30

Certificate-Registration-No.:
CERT-12722-2003-AQ-BUD-TGA

Budapest, 2003-02-03


János Zrupkó
Manager


TGA-ZM-004/92-00

Budapest, 2003-02-03


László Adlovits
Lead-Auditor

This Certificate is only valid in connection with the original Certificate CERT-12722-2003-AQ-BUD-TGA.

Standard DNV E / APRJ-25387-46-CERT-DNV